



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS

RAQUEL REIS LIMA

**DETERMINAÇÃO DO PONTO DE COLHEITA DA MANGA 'UBÁ' PARA
AMADURECIMENTO EM CONDIÇÃO AMBIENTE**

ALEGRE - ES
JULHO - 2018

RAQUEL REIS LIMA

**DETERMINAÇÃO DO PONTO DE COLHEITA DA MANGA 'UBÁ' PARA
AMADURECIMENTO EM CONDIÇÃO AMBIENTE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Professor Dr. Joel Camilo Souza Carneiro
Coorientador: Professor Dr. Moises Zucoloto
Coorientador: Professor Dr. Antonio Manoel Maradini Filho

ALEGRE – ES

JULHO – 2018

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Setorial Sul, Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

L732d Lima, Raquel Reis, 1991 -
Determinação do ponto de colheita da manga 'ubá' para amadurecimento em condição ambiente / Raquel Reis Lima. – 2018.
61 f. : il.

Orientador: Joel Camilo Souza Carneiro.
Coorientadores: Moises Zucoloto ; Antonio Manuel Maradini Filho.
Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) –
Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e
Engenharias.

1. Manga. 2. Maturação. 3. Floração. 4. Alimentos - Composição. I.
Carneiro, Joel Camilo Souza. II. Zucoloto, Moises. III. Maradini Filho, Antonio
Manuel. IV. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências
Agrárias e Engenharias. V. Título.

CDU: 664

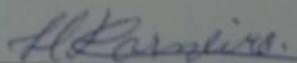
Bibliotecário: Felício Gomes Corteletti – CRB-6 ES-000646/O

RAQUEL REIS LIMA

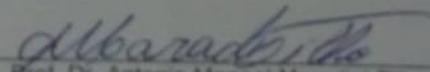
DETERMINAÇÃO DO PONTO DE COLHEITA DA MANGA 'UBÁ' PARA
AMADURECIMENTO EM CONDIÇÃO AMBIENTE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciência e
Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Espírito Santo, como
parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciência e
Tecnologia de Alimentos.

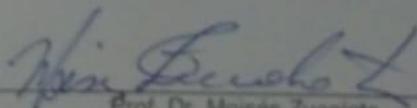
Aprovada em 11 de julho de 2018.



Prof. Dr. Joel Camilo Souza Carneiro
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador



Prof. Dr. Antonio Manoel Maradini Filho
Universidade Federal do Espírito Santo
Coorientador



Prof. Dr. Moisés Zucoioto
Universidade Federal do Espírito Santo
Coorientador



Prof. Dr. Luciano José Quintão Teixeira
Universidade Federal do Espírito Santo
Examinador

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me sustentou todos os dias, que me deu força na caminhada e me ajudou a chegar até aqui.

Aos meus pais Cleudete e Paulo pelo amor, por sempre acreditarem em mim e apoiar o meu sonho.

A todos os meus familiares e amigos pelas orações e carinho mesmo estando longe.

As minhas amigas de república, as que já se mudaram (Tati, Sara, Raissa, Renata, Kati) e a que ainda está junto comigo Ana Elisa, aturando todos os dias as minhas bagunças e falta de tempo, sendo a família que eu não tenho perto.

Aos amigos que o PCTA me proporcionou, crudes (Cíntia, Natássia, Priscila e Wallaf), que além de colegas de turma, foram, parceiros e muitas vezes irmãos, com os quais aprendi que unidos somos mais fortes, e me transformaram em uma pessoa melhor.

Ao Thiago Louzada e a sua família por me adotarem, por me acolher como parte da família e sempre me sentir amada.

Aos irmãos e amigos da Primeira Igreja Batista de Alegre, pelo carinho e por serem minha família espiritual.

Aos amigos do CrossVikings, que me apresentaram além de um esporte um novo estilo de vida. Fizeram minhas manhãs mais alegres e motivadoras.

Ao Professor Joel Camilo, por ser um orientador incrível, paciente, que me ajudou na escrita, nas colheitas, confiou a mim esse projeto e me ensinou muito durante os anos de convivência.

Aos professores Moises Zucoloto e Antonio Maradini, pela coorientação, colaboração na colheita das mangas e realização das análises.

Aos meus ajudantes Adriele e Hygor pela cooperação nas análises realizadas. A todos os professores do Departamento da Engenharia de Alimentos que de alguma forma compartilharam comigo seu conhecimento e contribuíram para minha formação.

Eu só tenho que agradecer, muito obrigada.

“Retorne ao seu descanso, minha alma, porque o Senhor tem te feito muito bem” (Salmos 116:7).

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 - Pontos de medição do comprimento e dos diâmetros ventral e transversal da manga 'Ubá'.....	13
Figura 2 - Valores de Peso médio dos frutos de manga 'Ubá' colhidos nos estádios 90,105,120 e 135 dias após antese.....	17
Figura 3 - Valores de acidez titulável (expressa em % de ácido cítrico) (A) e valores de <i>ratio</i> (relação sólidos solúveis e acidez titulável) (B), encontrados na polpa de manga 'Ubá' colhidas nos estádios 90, 105, 120 e 135 dias após antese.....	19
Figura 4 - Imagem ilustrativa da coloração da casca de mangas 'Ubá' no dia da colhida aos 90, 105, 120 e 135 dias.....	21
Figura 5 - Coordenadas de cor a^* (A), b^* (B), C^* (C) e h° (D) da polpa de manga 'Ubá' colhidas nos estádios 90,105,120 e 135 dias após antese.....	22
Figura 6 - Imagem ilustrativa da coloração da polpa de mangas 'Ubá' colhida aos 90, 105, 120 e 135 dias após antese.....	23
Figura 7 - Valores de Firmeza (N) da polpa de manga 'Ubá' colhidas nos estádios 90,105,120 e 135 dias após antese, determinada em texturômetro digital.....	24
Figura 8 - Teores de sólidos solúveis da polpa da manga 'Ubá' colhida em vários estádios de desenvolvimento (90,105,120 e 135 dias após antese), em função do tempo de armazenamento.....	25
Figura 9 - Acidez titulável da polpa (% ácido cítrico) da manga 'Ubá' colhida em vários estádios de desenvolvimento (90,105,120 e 135 dias após antese), em função do tempo de armazenamento.....	28
Figura 10 - <i>Ratio</i> (SS/AT) da polpa da manga 'Ubá' colhida em vários estádios de desenvolvimento (90,105,120 e 125 dias após antese), em função do tempo de armazenamento.....	30
Figura 11 - Valores de pH da polpa da manga 'Ubá' colhida em vários estádios de desenvolvimento (90,105,120 e 125 dias após antese), em função do tempo de armazenamento.....	31

Figura 12 - Valores de Firmeza de polpa (N) da manga 'Ubá' colhida em vários estádios de desenvolvimento (90,105,120 e 125 dias após antese), em função do tempo de armazenamento, determinadas em texturômetro digital.....	33
Figura 13 - Firmeza(N) da polpa da manga 'Ubá' colhida em vários estádios de desenvolvimento (90,105,120 e 125 dias após antese), em função do tempo de armazenamento.....	34
Figura 14 Valores de perde de massa (%) da polpa da manga 'Ubá' colhida em vários estádios de desenvolvimento (90,105,120 e 125 dias após antese), em função do tempo de armazenamento.....	35
Figura 15- Valores de rendimento (%) de polpa da manga 'Ubá' colhida em vários estádios de desenvolvimento (90,105,120 e 125 dias após antese), em função do tempo de armazenamento.....	37
Figura 16- Imagem da casca da manga 'Ubá' nos estádios (90, 105, 120 e 135 dias após a antese), durante os dias de armazenamento (D. ARM).....	38
Figura 17- Imagem da coloração da polpa da manga 'Ubá' nos estádios (90, 105, 120 e 135 dias após a antese), durante os dias de armazenamento (D. ARM)	38
Figura 18 - Coordenadas de cor L* da polpa de mangas colhidas nos estádios 90,105,120 e 135 dias após antese, em função do tempo de armazenamento.....	39
Figura 19 - Coordenadas de cor a* da polpa das mangas colhidas nos estádios 90,105,120 e 135 dias após antese, em função do tempo de armazenamento.....	40
Figura 20 - Coordenadas de cor b* da polpa das mangas colhidas nos estádios 90,105,120 e 135 dias após antese, em função do tempo de armazenamento.....	41
Figura 21 - Coordenadas de cor C* da polpa das mangas colhidas nos estádios 90,105,120 e 135 dias após antese, em função do tempo de armazenamento.....	42
Figura 22 - Coordenadas de cor da polpa h ⁰ colhidas nos estádios 90,105,120 e 135 dias após antese, em função do tempo de armazenamento.....	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Esquema do experimento.....	12
Tabela 2 - Valores das dimensões, peso e rendimento dos frutos de manga 'Ubá' colhidos nos estádios 90, 105, 120 e 135 dias após a antese.....	17
Tabela 3 - Parâmetros físico-químicos dos frutos de manga 'Ubá' colhidos nos estádios 90, 105, 120 e 135 dias após antese.....	19
Tabela 4 - Valores de coordenadas de cor da casca de manga 'Ubá' colhidas no estádios 90, 105, 120 e 135 dias após antese.....	21
Tabela 5 - Valores de coordenadas de cor da polpa de manga 'Ubá' colhidas nos estádios 90, 105, 120 e 135 dias após antese.....	22
Tabela 6 - Valores de Firmeza da polpa de manga 'Ubá' colhidos no estádios 90, 105, 120 e 135 dias após antese.....	25

SUMÁRIO

RESUMO.....	10
ABSTRACT	12
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo geral	3
2.2 Objetivos específicos	3
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
3.1 Desenvolvimento.....	4
3.2 Colheita.....	6
3.3 Alterações fisiológicas	8
4. MATERIAL E MÉTODOS	11
4.1 .1 Planejamento experimental e análise estatística dos dados.....	11
4.2.1 Planejamento experimental e análise estatística dos dados	12
4.3 Análise Físico- químicas.....	13
4.3.1 Preparo das amostras	13
4.3.2 Dimensões dos frutos.....	13
4.3.3 Cor da polpa e da casca.....	13
4.3.4 Potencial hidrogeniônico (pH).....	14
4.3.5 Acidez titulável.....	14
4.3.6 Firmeza de polpa determinada em texturômetro digital.....	14
4.3.7 Sólidos Solúveis (SS)	14
4.3.8 Firmeza da polpa determinada em penetrômetro de mão	14
4.3.9 Relação sólidos solúveis/acidez titulável (<i>ratio</i>).....	15
4.3.10 Rendimento em polpa (%)	15
4.3.11 Perda de massa (%).....	15

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
5.1 Caracterização do fruto.....	16
5.1.1 Caracterização física dos frutos.....	16
5.1.2 Caracterização físico-química	18
5.1.3 Cor da casca e da polpa.....	20
5.1.4 Firmeza de polpa.....	23
5.2 Efeito do estágio de maturação sobre as características físico-químicas de manga 'Ubá' acondicionada a temperatura ambiente	25
5.2.1 Sólidos solúveis (SS).....	25
5.2.2 Acidez Titulável	27
5.2.3 <i>Ratio</i>	29
5.2.4 Potencial hidrogeniônico (pH).....	30
5.2.5 Firmeza de polpa determinada em texturômetro digital.....	32
5.2.6 Firmeza da polpa determinada em penetrômetro manual	34
5.2.7 Perda de massa.....	34
5.2.8 Rendimento em polpa.....	36
5.2.9 Cor de polpa.....	37
6. CONCLUSÃO.....	43
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44

RESUMO

REIS LIMA, RAQUEL. **Determinação do ponto de colheita da manga 'Ubá' para amadurecimento em condição ambiente.** 2018. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre – ES. Orientador: Professor Dr. Joel Camilo Souza Carneiro. Coorientador(es): Professor Dr. Moises Zucoloto e Professor Dr. Antonio Manoel Maradini Filho.

A mangueira (*Mangifera indica* L.) é uma espécie frutífera de clima tropical, cultivada em muitas partes do Brasil. É uma fruta bastante apreciada pelo seu excelente sabor, aroma e composição nutricional. A manga 'Ubá' vem ganhando espaço no mercado consumidor devido à alta produtividade. O fruto é pequeno, apresenta polpa suculenta e saborosa, com cor amarelo forte e bem adocicada. A manga sofre diversas mudanças durante a maturação, como alterações físicas, químicas e fisiológicas, que afetam a qualidade do fruto. A colheita tem impacto direto sobre essas alterações. O período em que a manga é colhida afeta suas características finais, pois se antecipado, o fruto não consegue se desenvolver completamente, se tardio, o fruto tem a vida útil comprometida. O objetivo deste trabalho foi determinar o estágio de maturação fisiológica ideal para colheita de manga 'Ubá', para amadurecimento em condição ambiente. Foram avaliadas as características físico-químicas das mangas durante o amadurecimento a temperatura ambiente e verificou-se o efeito do estágio de maturação nas características físico-químicas pós-colheita da manga, selecionando o melhor estágio para colheita da manga 'Ubá' e estabelecendo um intervalo de vida útil após colheita. Os frutos foram obtidos da área experimental da Universidade Federal do Espírito Santo, campus Alegre, localizada em Rive-ES, 20°45'00.4"S 41°29'14.1"W. As colheitas foram feitas no período de 27 de novembro de 2017 a 07 de janeiro de 2018 em quatro estádios diferentes de maturação sendo estes 90, 105, 120 e 135 dias após antese e transportadas em carro aberto sem refrigeração até o laboratório. As análises foram conduzidas no laboratório de Tecnologia de produtos agrícolas da mesma Universidade. As mangas foram transportadas do campo para o laboratório em carro aberto sem refrigeração, onde foram lavadas, sanitizadas e secas ao ar para dar início às análises. Foram realizadas análises de caracterização do fruto, como peso, diâmetro e comprimento e posterior análises físico-químicas de rendimento, teor de sólidos solúveis, cor de polpa e casca, textura, firmeza, acidez titulável, pH, perda de massa e *ratio*. Foram feitas análises no dia da colheita (dia zero) e a cada três dias até o 12º dia de armazenamento a temperatura ambiente. Para maioria dos parâmetros avaliados neste estudo, observou-se que os estádios em que as mangas foram colhidas, afetaram as características físico-químicas dos frutos. Além dos estádios, o tempo de armazenamento contribuiu para essas alterações, sendo que os dias iniciais as mangas haviam sofrido pouca alteração, porém com o passar dos dias essas alterações se acentuaram. Observou-se que as mangas colhidas nos estádios 90 e 105 dias não conseguiram amadurecer completamente após a colheita. Já as mangas colhidas nos estádios 120 e 135 dias conseguiram completar o amadurecimento. Apresentaram características físico-químicas típicas de manga madura. Assim, conclui-se que as mangas estão aptas para colheita a partir de 120 dias após a antese. As mangas deste estágio, acondicionadas à temperatura ambiente

após a colheita, demoraram em torno de três dias para amadurecerem e apresentaram vida útil de aproximadamente seis dias.

Palavras chave: Estádio, antese, amadurecimento, floração, análises físico-químicas.

ABSTRACT

The mango tree (*Mangifera indica* L.) is a fruit species with a tropical climate, cultivated in many parts of Brazil. It is a fruit appreciated for its excellent flavor, aroma and nutritional composition. The 'Ubá' sleeve has been gaining space in the consumer market due to the high productivity, the fruit is small, but the pulp is juicy and tasty, with a strong yellow color and very sweet. The mango undergoes several changes during maturation, as physical changes, chemical and physiological, these changes affect the quality of the fruit. Harvesting has a direct impact on these. The period in which the mango is harvested affects its final characteristics, anticipated, the fruit can not develop completely, if late, the fruit has a compromised shelf life. The objective of this work was to determine the ideal physiological stage of maturation, for harvesting 'Ubá', for ripening in ambient condition, The physical-chemical characteristics of the mangoes were evaluated during maturation, At room temperature, verified the effect of maturation stage on post-harvest physical-chemical characteristics of mango, selecting the best stage for harvesting the 'Ubá' mango and establishing a shelf-life after harvest. The fruits for the experiment were obtained from the experimental area of the Federal University of Espírito Santo, campus Alegre, located in Rive-ES, 20 ° 45'00.4 "S 41 ° 29'14.1" W. The harvests were made in the period from November 27/2017 to January 7, 2018 in four different stages of maturation, these being 90, 105, 120 and 135 days after anthesis. The analyzes were conducted in the Laboratory of Agricultural Technology of the same University. The mangoes were transported from the field to the laboratory, where they were washed, sanitized and air-dried to initiate. Characterization analyzes of the fruit, weight, diameter and length and subsequent physical-chemical analyzes of yield, soluble solids content, pulp and peel color, texture, firmness, titratable acidity, pH, mass loss and ratios. Analyzes were performed on day of harvest (day zero) and every three days until the 12th day of storage at room temperature. For all the parameters evaluated in this study, it was observed that the stages in which the mangoes were harvested, affected the physical-chemical characteristics of the fruits. Beyond the stadiums, the period in which the sleeve was stored, contributed to these changes, being that the initial days the sleeves had undergone little change, but with the passage of time these changes became more pronounced. It was observed as mangoes harvested in stages 90 and 105 days were unable to mature completely after a harvest. The mangoes harvested at the 120 and 135 days stages were able to complete maturation. They present typical physico-chemical characteristics of mature mango. It is concluded that the mangoes are suitable for harvesting from 120 days after the anthesis. Mangoes at this stage, conditioned at room temperature after harvesting, took about three days to mature and had a shelf life of approximately six days.

Key-words: Stage, anthesis, ripening, flowering, physicochemical analyzes.

1. INTRODUÇÃO

A mangueira (*Mangifera indica* L.) é uma espécie frutífera de clima tropical, cultivada em muitas partes do Brasil. É uma fruta bastante apreciada pelo seu excelente sabor, aroma e composição nutricional. As principais variedades cultivadas no Brasil para comercialização são ‘Tommy Atkins’, ‘Haden’, ‘Palmer’, ‘Keitt’, ‘Rosa’, ‘Ubá’, entre outras (COSTA et al., 2008; FARAONI et al., 2009).

A manga ‘Ubá’ vem ganhando espaço no mercado consumidor devido suas características. O fruto é pequeno, com peso que varia entre 100 a 150 g, a polpa é succulenta e saborosa, com cor amarelo forte e bem adocicada. O teor de sólidos solúveis pode variar de 18 a 31°Brix, acidez de 0,2 a 0,6% e *ratio* de 90 a 100. As fibras são curtas e macias e seu rendimento em polpa pode chegar a 80%. Apresenta coloração de casca de verde a amarelada. O fruto pode ser consumido *in natura* e também destinado à indústria para produção de sucos prontos para beber, polpa de fruta e outras formulações (COSTA et al., 2008; PACHECO et al., 2015).

Para atender as necessidades do mercado e oferecer mais opções aos produtores rurais, o Governo do Espírito Santo, por meio da Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca (Seag), Instituto Capixaba de pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper) e as Prefeituras Municipais, lançaram, em 2003, o Polo de Manga da região Noroeste, que integrada produtores, associações, cooperativas e agroindústria. O objetivo do Polo de manga foi melhorar e ampliar a produção de manga no estado, ensinando técnicas de cultivo e comercialização da manga para os produtores. A cultura possui uma área plantada de 1.612 hectares com uma produção de 13.459 toneladas de frutos, conta com 18 municípios participantes do norte do estado (SILVESTRE, 2017).

Em 2015 foram colhidas 3 mil toneladas, sendo que parte foi vendida para indústrias de polpa de frutas e sucos localizadas no norte do estado, outro montante foi comercializado para o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) e cerca de mil toneladas foram destinadas à outra empresa de sucos, localizada na Zona da Mata mineira (SEAG, 2017). No sul do estado deu-se início uma parceria do Incaper, Cooperativa Agropecuária de Agricultores Familiares e a Prefeitura que beneficiou agricultores que realizaram com sucesso a produção de manga ‘Ubá’ na safra 2018. A produção de manga ‘Ubá’ chegou até 20 caixas por planta. (INCAPER, 2018).

Apesar da produtividade em ascensão, ainda há poucas pesquisas em relação às operações pós-colheita da manga 'Ubá'. A manga sofre diversas mudanças durante a maturação, como alterações físicas, químicas e fisiológicas (BIALE; YOUNG, 1981). Dentre as mudanças pode-se citar modificações na firmeza da polpa, nos teores de açúcares, na síntese de etileno, na coloração da casca e da polpa, no teor de ácidos orgânicos e na perda de massa (BENEVIDES et al., 2008).

Tais mudanças estão relacionadas a vários fatores, como a variedade da manga, o tipo de solo, clima da região e também ao estágio de maturação em que a fruta foi colhida. Todos estes fatores podem afetar a qualidade e conservação dos frutos. Além dos fatores citados, cada cultivar de manga apresenta um padrão de amadurecimento específico sendo necessário o conhecimento dessas alterações para cada cultivar, visando estabelecer tecnologias adequadas de manuseio e tratamento pós-colheita (BENEVIDES et al., 2008; LEMOS, 2014).

O estágio de maturação em que a manga é colhida afeta diretamente suas características fisiológicas e sensoriais (SARANWONG et al., 2004). A identificação para colheita geralmente se baseia na coloração da casca, na firmeza da polpa ou na formação de um "ombro" na região do pedúnculo. Porém esses parâmetros são subjetivos e sujeitos a erros, pois cada cultivar de manga apresenta uma característica própria e cada produtor pode adotar um padrão de amadurecimento para sua colheita (SILVA, 2009). A manga 'Ubá' é colhida com a casca ainda verde, o que dificulta a identificação visual. Assim definir um padrão fisiológico para amadurecimento é fundamental, pois se colhida antes dessa fase de amadurecimento fisiológico, a manga não consegue se desenvolver como o desejado e atingir qualidade satisfatória de sabor, aroma e coloração para comercialização e consumo (LEMOS, 2014).

Tendo em vista essas considerações, esse estudo tem por objetivo determinar o estágio de maturação fisiológico ideal para colheita de manga 'Ubá' para amadurecimento em condição ambiente.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Determinar o melhor estágio de maturação para colheita de manga 'Ubá' para amadurecimento em condição ambiente.

2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar a manga 'Ubá' por meio de análises físico-químicas no dia da colheita nos estádios 90, 105, 120 e 135 dias após antese.
- Avaliar se o estágio de maturação em que a manga foi colhida, tem influência sobre as características iniciais das mangas.
- Verificar o efeito do estágio de maturação nas características pós-colheita da manga;
- Estabelecer um intervalo de dias entre a colheita e a comercialização;
- Avaliar as características físico-químicas das mangas durante o amadurecimento à temperatura ambiente;
- Determinar quantos dias, a temperatura ambiente, foram necessários para os frutos atingirem o amadurecimento;
- Determinar a vida útil dos frutos sob condições de temperatura ambiente.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A manga (*Mangifera indica L.*) é originária do sul asiático, porém se adaptou bem ao Brasil devido a excelentes condições de clima e umidade que favorecem o desenvolvimento e produção do fruto. A manga é uma das frutas mais comercializadas atualmente no Brasil e no mundo, principalmente em países Asiáticos, Europeus e na América Latina. O interesse pelo seu cultivo se deve à excelência de seus frutos que, além do sabor doce e agradável, boa apresentação visual devido a sua coloração amarelo forte, apresenta ainda uma composição rica em fibras e nutrientes, como os carotenóides (SALUNKE e DESAI, 1984; FARIA et al., 1994).

A manga é uma fruta tropical, que pode ser consumida de várias formas, tanto *in natura* como processada em diferentes produtos como sucos, doces, compotas, caldas, geleias e também destinada ao uso industrial como ingrediente de sucos mistos, derivados lácteos e outros produtos. (BLEINROTH, 1998).

Em quase todas as regiões brasileiras a mangueira é cultivada, havendo potencial de expansão tanto da área cultivada quanto da produtividade. No Espírito Santo, principalmente no norte do estado é possível encontrar o cultivo de manga 'Ubá', que foi descoberto na cidade de Ubá no estado de Minas Gerais, porém a cultivar se adaptou bem ao Espírito Santo, onde o cultivo vem crescendo em muitos municípios da região. Os frutos desse cultivar são utilizados principalmente no processamento industrial, mas têm grande aceitação para o consumo *in natura* (INCAPER, 2018 A).

3.1 Desenvolvimento

A mangueira é uma planta sazonal, seu período geralmente é de novembro a janeiro (MANICA, 1996), porém é comum dentro de uma mesma planta, encontrar desuniformidade no grau de maturação dos frutos (MORAES, 2000).

O crescimento da mangueira não é contínuo, ocorre em fluxos de brotações vegetativas, e sua paralisação é necessária para que haja iniciação da floração e, posteriormente, frutificação e desenvolvimento dos frutos (PINTO; FERREIRA, 1999). De acordo com Albuquerque et al. (2002) o tempo de maturação dos frutos varia

conforme as regiões produtoras, as condições climáticas e o tempo decorrido entre o desenvolvimento da inflorescência e a maturidade fisiológica. Geralmente observa-se um período de 100 a 150 dias, podendo haver redução desse número de dias, em regiões de clima mais quente. Cunha (2002) estudou épocas de colheita de manga 'Haden' observou que a região cultivada teve influência sobre o comportamento de desenvolvimento dos frutos.

Ao se desenvolver desde a floração até atingir a senescência, os frutos passam por determinadas fases de desenvolvimentos denominados estádios de maturação. Os estádios podem ser separados de acordo com as mudanças metabólicas, e podem ser divididos em quatro estádios distintos, juvenil, adolescente, climatérico e senescência (CUNHA et al., 2002).

O estágio juvenil é caracterizado por rápida multiplicação celular, alta intensidade respiratória, alta taxa de crescimento, teor máximo de água, rápido aumento no conteúdo de nitrogênio e ácidos. A fase juvenil termina cerca de 21 dias após a fertilização (MEDINA et al., 1981).

Na fase adolescente observa-se aumento no tamanho do fruto, ocorre o desenvolvimento do aroma e sabor, declínio na taxa de crescimento, aumento da pressão osmótica e diminuição do teor de umidade. A porcentagem de glicose cai rapidamente e a sacarose aumenta. A fase adolescente abrange do 21º ao 49º dia. É neste estágio que o fruto adquire coloração verde escura (MEDINA et al., 1981).

A fase climatérica se estende do 49º ao 77º dia após a antese. É uma etapa crítica na ontogenia do fruto pois a respiração encontra-se mínima e o amido é rapidamente hidrolisado em açúcares com uma diminuição do conteúdo de ácidos, acarretando no aumento do teor de sacarose. A queda do conteúdo de nitrogênio é acompanhada por uma alta relação carboidrato/nitrogênio. Este estágio marca o início da senescência e uma mudança da cor verde escura para verde amarelada (MEDINA et al., 1981).

A fase de senescência se estende do 77º dia em diante, esses dias são dependentes da variedade estudada. A senescência caracteriza-se por uma elevação na taxa de respiração seguida de um declínio. Não há mais crescimento expressivo do fruto, a pressão osmótica aumenta e o conteúdo de umidade cai a um nível baixo. O conteúdo de glicose aumenta e diminui, com uma correspondente elevação e queda

da intensidade respiratória, enquanto a sacarose e amido exibem um apreciável declínio. A acidez do fruto diminui. Há um declínio no nitrogênio, com uma elevação na relação carboidrato/nitrogênio. O amolecimento do exocarpo do fruto é marcante. O fruto se torna macio e os tecidos internos se desintegram (MEDINA et al., 1981).

3.2 Colheita

A colheita é uma das etapas fundamentais do processo produtivo da manga. Mangas colhidas antes da maturação ótima, não completam o amadurecimento e não atingem o máximo das suas características físicas e sensoriais desejáveis, causando perdas após a colheita.

O amadurecimento do fruto e sua qualidade final após amadurecimento é influenciado diretamente pelo estágio de desenvolvimento dos frutos no momento da colheita (LUCENA et al., 2007). Se a colheita dos frutos acontecer enquanto os frutos ainda não atingiram a maturidade fisiológica, esses frutos após colhidos não amadurecem, perdem água, murcham e apresentam exsudação da seiva, a qualidade física e sensorial dos frutos é prejudicada (ALVES et al., 2002).

A colheita é manual e devido à natureza sazonal da colheita da manga, a mão de obra contratada é temporária, com isso é necessário treinamento anual dos trabalhadores para garantir a máxima qualidade das mangas. O treinamento inclui indicadores de maturação da colheita, a fim que a equipe responsável pela colheita consiga identificar se o fruto atingiu o estágio correto de maturação e está apto para ser colhido, sem que haja grandes perdas após a colheita (BRECHT, 2011).

Para colheita podem ser utilizados alguns utensílios como escadas, tesoura, rede e cestas. As escadas não devem ser carregadas segurando-as pelos degraus para evitar transferência de terra dos degraus para as mãos, conseqüentemente para as frutas. As mangas devem ser colhidas com pedúnculo longo (5cm ou mais), para evitar que o látex escorra e cause danos a casca da manga. As mangas colhidas devem estar protegidas da exposição direta de luz solar para evitar maiores perdas (BRECHT, 2011).

A seleção do fruto na hora da colheita pode se basear em vários parâmetros, que são utilizados para determinar a maturidade do fruto e assim realizar a colheita. Aspectos visuais como aumento do diâmetro, alteração no formato do fruto, forma de

bico ou arredondado de acordo com cultivar, alterações na cor, quando a casca muda de tonalidade verde-oliva para a verde-claro brilhante, formação de ombro na região do pedúnculo, e mudanças na composição química, como sólidos solúveis, acidez titulável e textura são alguns parâmetros mais utilizados. Entretanto, esses índices podem variar consideravelmente, dependendo do local de cultivo, dos cultivares e das condições climáticas (LUCENA et al., 2007).

As mangas sofrem muitas perdas após a colheita. As principais causas são baixa qualidade inicial do produto, demora na comercialização, falta de orientação quanto à colheita, logística de venda, injúrias como amassamentos e cortes, pragas e transporte inadequado. Estes danos afetam o valor comercial da manga, diminui sua aceitabilidade pelos consumidores e tem influência direta nos lucros dos produtores (BRECHT, 2011).

Uma das técnicas que pode ser utilizada para assegurar a qualidade dos frutos até o consumo é a antecipação da época da colheita. A colheita antecipada estende a vida útil da fruta, garante que ela seja transportada sem que haja grandes perdas até o consumidor final (CHOUDHURY e COSTA, 2004).

As mangas já estão aptas para colheita desde que já tenham atingido o estágio de amadurecimento fisiológico. O estágio de maturação adequado para colheita de determinado cultivar de manga deve ser aquele que permita que a manga se desenvolva completamente na árvore, e após a colheita consiga amadurecer e atingir todas as características desejadas (BRAZ et al., 2008).

Uma das formas de determinar a maturidade fisiológica é acompanhando o fruto desde a floração (COOMBE, 1976). O fruto é acompanhado desde a abertura das flores e conta-se os dias até o desenvolvimento completo dos frutos (WARRINGTON et al., 1999). Avalia-se o desenvolvimento dos frutos com base no diâmetro, comprimento, circunferência, peso, volume, coloração e formato do fruto, acidez e teor de sólidos solúveis, desde a antese até a maturação (CASTRO NETO e REINHARDT, 2003).

3.3 Alterações fisiológicas

A manga é um fruto climatérico, que produz naturalmente o etileno, um hidrocarboneto gasoso, que se liga á moléculas receptoras, na maioria proteínas de membrana, causando um conjunto de alterações nos fruto que denomina-se amadurecimento (BRAZ et al., 2008). A manga também apresenta um crescimento rápido das células, com elevada atividade respiratória e com grande capacidade de acúmulo de reservas nutricionais, na forma de amido. Essas mudanças físicas e químicas que ocorrem nos frutos durante o amadurecimento podem afetar sua qualidade e conservação (MANICA, 1996).

Durante o processo de amadurecimento da manga, pode-se verificar várias alterações, como na firmeza da polpa, nos teores de açúcares, na coloração da casca e da polpa, na composição e teor de ácidos orgânicos, na perda de massa (SARANWONG et al., 2004), produção de pigmentos, componentes de sabor e aroma e à variação de mecanismos de acúmulo e metabolismo no processo de amolecimento (ABELES et al., 1997).

O comportamento da firmeza se relaciona com o amadurecimento devido a processos bioquímicos relativos à decomposição da parede celular e de natureza física que é a perda de turgescência. Com o decorrer do amadurecimento, a pectina insolúvel (protopectina) é convertida em pectina solúvel, resultando no amaciamento da polpa (CHEFTEL e CHEFTEL, 1976; BRAVERMAN, 1980).

A perda de firmeza ocorre devido à diminuição das forças coesivas que mantêm as células unidas, decorrente da decomposição da protopectina através de atividade enzimática. Desse modo, o estudo do comportamento da textura ao longo do tempo pode fornecer informações que servirão de parâmetro de escolha da cultivar e época de colheita, além de indicar o tempo de vida após a colheita dos produtos e técnicas de conservação (SEYMOUR e GROSS, 1996).

A textura é uma característica sensorial do fruto, porém pode ser mensurada através de métodos objetivos acerca das propriedades reológicas dos produtos (KRAMER e SZCZESNIAK, 1973).

Além da perda de turgescência, durante o amadurecimento, ocorre síntese de pigmentos, como os carotenoides e os flavonoides (antocianinas) associados à

degradação da clorofila, que são responsáveis pela mudança na cor da casca e da polpa, quando há conversão da cor verde em outras cores que variam do amarelo ao vermelho. A alteração na cor é um dos principais indicadores visuais de amadurecimento para o consumidor (AWAD, 1993).

Ao amadurecer o fruto apresenta perda de massa fresca, que tem relação com o período de armazenamento e o ambiente em que o fruto ficou armazenado. A perda de massa dos frutos é associada ao amadurecimento mas principalmente à perda de água devido a transpiração como pela respiração das frutas (SIGRIST, 1992). Há maiores perdas quando as frutas são armazenadas em altas temperaturas e baixa umidade relativa (BOTREL et al., 2001).

Com o amadurecimento, ocorre também à hidrólise de polissacarídeos incluindo o amido, o que resulta no aumento da concentração de açúcares solúveis, levando a um maior teor de sólidos solúveis. Essas alterações explicam, em parte, a perda da firmeza ou aumento de maciez da fruta quando avança o estágio de amadurecimento do fruto (VAN BUREN, 1984).

Silva (2009), estudando manga 'Ubá', na zonada da Mata Mineira, Estimou que na 9ª semana após antese(SAA) o acúmulo de amido era 7,32%. Ao longo do desenvolvimento do fruto houve acúmulo expressivo de amido até a 17ª semana após antese (11,87%) e, daí até o completo amadurecimento do fruto na planta houve decréscimos. Acredita-se que este decréscimo do amido a partir da 17ª SAA, indica a conversão do amido em açúcar. Durante a permanência da manga na planta, observa-se que o acúmulo de amido é a principal atividade nos tecidos da polpa, cujo teor aumenta de 1,5% para até 13% quando atinge o completo desenvolvimento. No entanto, após a colheita, esse amido é totalmente hidrolisado e ocorre síntese de açúcares totais em até 8 dias. Esses valores podem variar com a cultivar, período da colheita, local de cultivo e condições de cultivo (LUCENA et al., 2007).

No mesmo trabalho Silva (2009) observou que existe síntese de amido em quantidades significativas durante a fase de formação do fruto, o que justifica todo o açúcar acumulado no fruto maduro, apesar de existir um espaço de tempo muito grande entre a degradação do amido e a síntese de açúcar. É provável que o sabor doce da manga comece com a fruta ainda ligada à árvore e continue após a colheita.

De acordo com Bernardes-Silva et al. (2003), ainda não é claro qual é a fonte de carbono para a síntese pós-colheita da sacarose.

Todos os aspectos do crescimento e desenvolvimento da mangueira são direta ou indiretamente influenciados pelo ambiente, assim, o conhecimento das respostas desta planta às variações ambientais é de fundamental para determinar a melhor forma de visando à melhoria da qualidade dos frutos e à maximização da produtividade (JERONIMO et al., 2007). Compreender os processos fisiológicos de amadurecimento dos frutos é fundamental para sua produção e comercialização, pois contribui na obtenção de frutos com melhor qualidade, produtividade e de melhor aceitação pelo mercado consumidor (GALLON et al., 2009).

4. MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos da mangueira 'Ubá' foram colhidos na área experimental da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), localizada em Rive, município de Alegre – ES (20°45'00.4"S 41°29'14.1"W). Foram descartados aqueles com defeitos físicos, ataque de pragas e doenças.

A colheita dos frutos foi realizada aos 90, 105, 120 e 135 dias após a antese, no período de 23 de novembro de 2017 a 07 de janeiro de 2018. Considerou-se a data da antese (25 de agosto de 2017) quando as panículas apresentavam mais de 90% das flores abertas.

Após a colheita os frutos foram transportados para o laboratório de Tecnologia de Produtos Agrícolas do Departamento de Engenharia de Alimentos da UFES, em Alegre, ES. No laboratório, foi efetuada a lavagem dos frutos em solução aquosa com detergente neutro 2 ml/L, seguido de sanitização com solução de hipoclorito de sódio a 200 mg/L, por 15 minutos e secagem ao ar.

As mangas foram analisadas no dia da colheita, em cada estágio de colheita.

4.1 Caracterização das mangas

As análises de caracterização foram feitas no dia zero (dia da colheita) para cada um dos quatro estádios (90, 105, 120 e 135 dias após antese), seguindo a metodologia de colheita descrita acima.

4.1.1 Planejamento experimental e análise estatística dos dados

O experimento foi realizado em delineamento em blocos casualizados. Foram utilizados 3 blocos, contendo 8 frutos cada. Os frutos provenientes dos quatro estádios de maturação foram submetidos a caracterização quanto ao diâmetro longitudinal (comprimento), transversal e ventral, perda de massa, rendimento, pH, cor da casca e da polpa, firmeza da polpa, acidez titulável, teores de sólidos solúveis e *ratio*, conforme metodologia descrita a seguir.

4.2 Efeito do estágio de maturação sobre as características físico-químicas de manga 'ubá' durante armazenamento em condição ambiente

As mangas foram separadas em unidades experimentais contando 8 frutos. As mangas foram armazenadas em caixas plásticas abertas em condições ambiente. As análises físico-químicas foram realizadas a cada 3 dias contando a partir da data da colheita (dia zero), até completar o 12^o dia de armazenamento, totalizando 5 dias de análises para cada estágio de colheita.

4.2.1 Planejamento experimental e análise estatística dos dados

O experimento foi conduzido no delineamento em blocos casualizados (DBC) no esquema de parcelas subdivididas, com três repetições (Tabela 1). O experimento contou com vinte tratamentos tendo como fatores o estágio de maturação com quatro níveis (colheitas com 90, 105, 120 e 135 dias após antese) e o tempo de armazenamento com cinco níveis sendo eles 0, 3, 6, 9 e 12 dias.

Foram feitas análises de sólidos solúveis, acidez total titulável, *ratio*, pH, firmeza no penetrômetro manual e no texturômetro, cor de casca e polpa, perda de massa, rendimento conforme metodologia descrita a seguir.

Tabela 1 - Esquema do experimento

DIAS DE ARMAZENAMENTO \ ESTÁDIO DE MATURAÇÃO	0	3	6	9	12
1° (90 dias)	1-0	1-3	1-6	1-9	1-12
2° (105 dias)	2-0	2-3	2-6	2-9	2-12
3° (120 dias)	3-0	3-3	3-6	3-9	3-12
4° (135 dias)	4-0	4-3	4-6	4-9	4-12

A análise estatística foi realizada com auxílio do programa estatístico GENES (CRUZ, 2013). Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) a 5% de probabilidade, e posterior análise de regressão.

4.3 Análise Físico- químicas

4.3.1 Preparo das amostras

As mangas foram descascadas manualmente com faca, separando a polpa, da semente e da casca. A polpa foi triturada com auxílio de um liquidificador (Britânia, modelo Diamante Classic Filter, 600 W). A polpa triturada foi direcionada às análises de pH, acidez titulável e sólidos solúveis.

4.3.2 Dimensões dos frutos

Foi determinado o comprimento, diâmetro ventral (menor) e transversal (maior), com paquímetro digital e os resultados expressos em mm (SILVA, 2009) como mostrado na Figura 1.

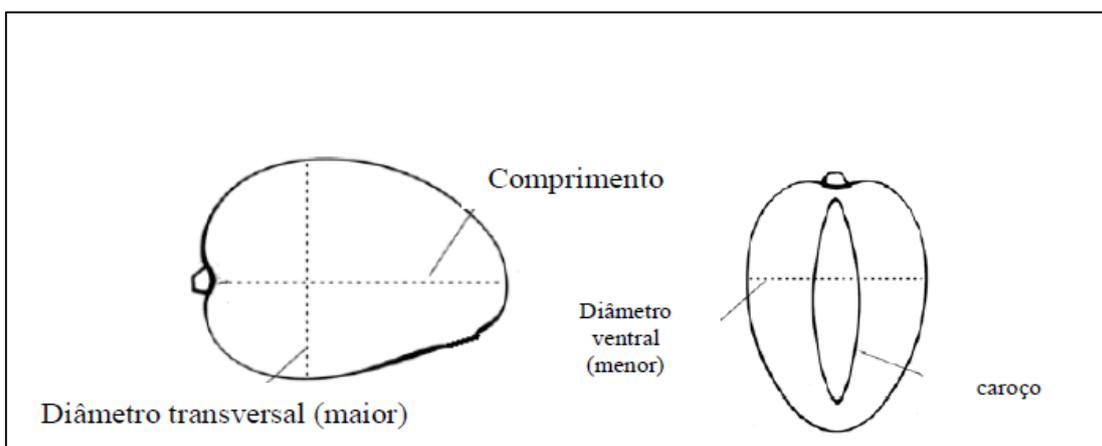


Figura 1 - Pontos de medição do comprimento e dos diâmetros ventral e transversal da manga 'Ubá'.

Fonte: Silva (2009).

4.3.3 Cor da polpa e da casca

A cor da casca e da polpa foram medidas na região central em lados opostos do fruto, para se obter um valor médio de cada medida. Para essas análises, utilizou-se o colorímetro (Konica Minolta modelo N/1800UV), onde foram avaliados os parâmetros L^* , a^* , b^* , C^* e h (LEMOS, 2014).

A coordenada L^* (luminosidade) varia de 0 (preto) a 100 (branco), o a^* varia do verde (-60) ao vermelho (+60) e o b^* varia do azul (-60) ao amarelo (+60). O C^* (croma– saturação ou intensidade da cor) representa a hipotenusa do triângulo obtido

pela junção dos pontos (0,0), (a*, b*) e (a*,0). O h° (ângulo hue) varia de 0 a 360°, sendo 0° – vermelho, 90° – amarelo, 180°– verde e 270° - azul (McGUIRE, 1992).

4.3.4 Potencial hidrogeniônico (pH)

A análise de pH foi realizada através de leitura direta realizada por potenciômetro, à temperatura ambiente, utilizando pHmetro (TEKNA modelo T-1000) calibrado com soluções-tampão de pH 4, 7 e 10 (IAL, 2005).

4.3.5 Acidez titulável

A acidez titulável total foi feita seguindo a metodologia 16/IV do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2005) e expressa em porcentagem de ácido cítrico, que é o ácido predominante na manga.

4.3.6 Firmeza de polpa determinada em texturômetro digital

Para esta análise, as mangas foram descascadas e feitas duas perfurações em cada face da manga, obtendo-se a média dos quatro valores. Ensaios de TPA (Texture Profile Analysis) foram realizados utilizando um analisador de textura (CT3 texture analyzer Brookfield). As seguintes condições experimentais foram selecionadas para todos os ensaios de TPA: velocidade de pré-teste: 1,0 mm/s, velocidade de teste: 2,0 mm/s, velocidade de pós teste: 2,0 mm/s (teste com dois ciclos de contagem), força de gatilho (trigger) 0,07N, ponta de prova (sonda) TA 44, dispositivo (base) TA-BT-KIT. Essas condições de configuração foram determinadas através de ensaios preliminares. O parâmetro Dureza (N) foi automaticamente calculado.

4.3.7 Sólidos Solúveis (SS)

A análise de sólidos solúveis foi realizada por meio de leitura direta da polpa da manga, com auxílio de um refratômetro digital (Atago Abber DR-A1) (IAL, 2005).

4.3.8 Firmeza da polpa determinada em penetrômetro de mão

Foi retirada uma porção da casca na região mediana dos frutos sem que ocorresse compressão ou esmagamento da polpa. A seguir, a polpa foi submetida a uma força, até que o tecido não apresentasse mais resistência. A força foi aplicada

por meio da ponteira (7,9 mm de diâmetro) de um penetrômetro manual. Os resultados foram dados pela média da força aplicada em quatro pontos do fruto e expressos em kg/cm² (LEMOS, 2014).

4.3.9 Relação sólidos solúveis/acidez titulável (*ratio*)

Obtida através do quociente dos valores de sólidos solúveis e da acidez titulável (LEMOS, 2014).

4.3.10 Rendimento em polpa (%)

Os frutos foram pesados em balança semi analítica SHIMADZU modelo UX620H e, em seguida, descascados e despulpados. As cascas, assim como a semente foram pesadas. A massa da polpa foi determinada por subtração de acordo com a equação abaixo e o resultado expresso em porcentagem.

$$\text{Rendimento (\%)} = \frac{\text{massa do fruto} - (\text{massa da casca} - \text{massa da semente})}{\text{massa do fruto}} \times 100$$

4.3.11 Perda de massa (%)

Determinou-se a perda de massa pesando os frutos em balança BALMAK modelo ELP- 25, no início do experimento (massa inicial) e a cada dia de análise até o fim do experimento (massa final). A perda se deu por diferença e expressa em porcentagem conforme equação abaixo.

$$\text{Perda de massa (\%)} = \frac{(\text{massa inicial} - \text{massa final})}{\text{massa inicial}} \times 100$$

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização do fruto

5.1.1 Caracterização física dos frutos

As medidas de peso, comprimento, diâmetro transversal, diâmetro ventral e rendimento dos frutos colhidos nos quatro estádios de maturação estão listadas na Tabela 2. De acordo com teste F não houve diferença entre as médias das amostras de manga 'Ubá' colhidas nos estádios de maturação testados, em relação ao tamanho dos frutos e nem mesmo no rendimento que estes apresentaram.

Tabela 2 - Valores das dimensões, peso e rendimento dos frutos de manga 'Ubá' colhidos nos estádios 90, 105, 120 e 135 dias após a antese

ESTÁDIO	PESO MÉDIO(g)	COMPRI ^{ns} (mm)	D.TRANS ^{ns} (mm)	D.VENTRAL ^{ns} (mm)	RENDI ^{ns} (%)
90	107,95	77,55	52,88	50,31	59,19
105	115,06	74,53	52,86	49,63	63,95
120	113,41	76,65	53,47	51,69	59,24
135	140,56	78,44	56,26	54,47	67,22
MÉDIA	-	76,79	53,87	51,53	62,40
C.V. (%)	5,95	1,83	3,6	3,41	6,27
MODELO	$y = 0.022x^2 - 4.366x + 322.5$				
R²	88,8				

^{ns} Efeito não significativo do estádio de maturação a 5% de probabilidade pelo teste F.

COMPRI = comprimento; D.TRANS = Diâmetro transversal; D.VENTEAL = Diâmetro ventral; RENDI = Rendimento

Silva (2009) estudou o crescimento dos frutos da mangueira 'Ubá' na Zona da Mata Mineira, acompanhando a mangueira a partir da floração e observou que a partir da 13ª semana (90 dias) após antese, as dimensões dos frutos tenderam a estabilizar. Os frutos crescem até determinado ponto e a partir daí suas dimensões estabilizam. Acredita-se que o mesmo aconteceu neste trabalho, as mangas já atingiram o crescimento limite, explicando assim a pequena variação em relação ao tamanho. Lemos (2014) também avaliou o comportamento dos frutos da manga 'Ubá' nas safras de 2011/2012 e 2012/2013 na cidade de Visconde do Rio Branco-MG e notou que houve variação nos diâmetros até a 18ª semana após antese para safra 2011/2012 e até 14ª semana para safra 2012/2013, após essas semanas os diâmetros

apresentaram pequenas variações ao longo das semanas após antese, com tendência a se estabilizar.

Faraoni (2009) em seu trabalho sobre caracterização de manga 'Ubá' destinadas a processamento industrial, encontrou médias semelhantes às deste trabalho como 57 mm para dimensão transversal e 75 mm de comprimento. No trabalho feito por Rufini (2011), com mangas 'Ubá' no leste mineiro observou-se, em média, 71,58 mm e 56,66 mm para diâmetro transversal e ventral, respectivamente. Foi encontrado valor mínimo de 59,24 mm e máximo 81,75 mm para diâmetro transversal e mínimo de 50,88 mm e máximo de 65,03 mm para diâmetro ventral.

Mesmo não havendo variação significativa nas dimensões dos frutos, o peso médio dos frutos apresentou variação, sendo o modelo quadrático que melhor explicou a variação do peso dos frutos, cuja equação se encontra na Tabela 2. Analisando o gráfico de peso médio versus estádios de colheita (Figura 2), observa-se que à medida que se avançou os dias após a antese o peso dos frutos tendeu a aumentar. Em média, os frutos apresentaram peso mínimo em torno de 108 g (aos 90 dias) e máximo em torno de 141 g (aos 135 dias).

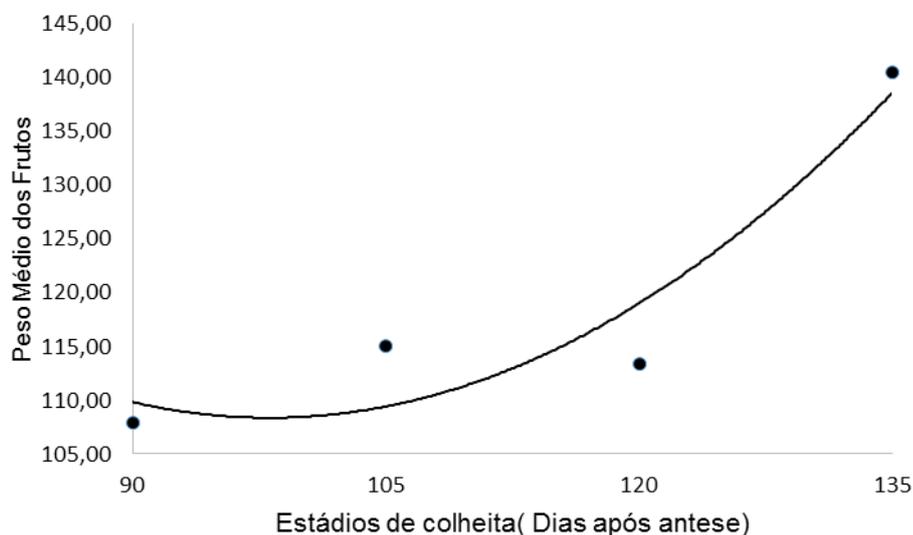


Figura 2 - Valores de Peso médio dos frutos de manga 'Ubá' colhidos nos estádios 90,105,120 e 135 dias após antese.

O aumento de peso dos frutos é devido ao acúmulo de massa fresca do fruto. A medida que o fruto amadurece a concentração de líquido no interior do fruto é maior

e há menor perda de seiva no ato da colheita. Embora a polpa seja a parte do fruto que mais acumule massa fresca, a semente e a casca também apresentam essa característica (Silva et al., 2009).

5.1.2 Caracterização físico-química

Os valores médios de pH e de sólidos solúveis(SS) não variaram estatisticamente ao longo dos estádios (Tabela 3). Os valores de pH encontrados para a polpa de manga, apresentaram média de 3,57. Esse valor está de acordo com a legislação (BRASIL, 2000), que estabelece que as polpas de manga devem apresentar pH inferior a 4,5 para garantir sua conservação. Neves (2010) analisou manga 'Ubá' desde o dia da colheita e encontrou valor de pH de 3,20. Estes valores também estão de acordo com os valores estabelecidos pela indústria de processamento da Zona da Mata mineira que determina pH de 3,7 para as polpas de manga 'Ubá' (BENEVIDES et al., 2008).

O valor médio de sólidos solúveis encontrado foi de 6,76, entretanto, esse valor corresponde ao do dia em que a manga foi colhida, e espera-se que este aumente ao longo do armazenamento, completando o amadurecimento e adquirindo características sensoriais satisfatórias para o consumo. Silva (2009) encontrou valores abaixo de 10 °Brix para mangas colhidas até a 18ª semana (126 dias) após antese. A partir da 19ª semana (133 dias) esses valores começaram a aumentar. Neves (2010), avaliando as mangas ainda no campo, encontrou valor médio de 6,92 °Brix.

Tabela 3 - Parâmetros físico-químicos dos frutos de manga 'Ubá' colhidos nos estádios 90, 105, 120 e 135 dias após antese

ESTÁDIO	pH ^{ns}	ACIDEZ (%)	SS(°brix) ^{ns}	RATIO
90	3,58	3,42	5,73	1,68
105	3,57	2,74	5,83	2,15
120	3,65	2,00	8,04	4,37
135	3,46	1,64	7,43	4,54
MÉDIA	3,57	-	6,76	-
C.V. (%)	2,33	7,51	20,61	36,62
MODELO		$y = -0,0405x + 7,0003$		$y = 0,0721x - 4,9235$
R²		0,9801		0,8876

^{ns} Efeito não significativo do estádio de maturação a 5% de probabilidade pelo teste F.

Os valores de acidez titulável variaram de acordo com o estágio em que a manga foi colhida (Figura 3A). Os valores foram expressos em porcentagem de ácidos orgânicos dissolvidos nas células da fruta, sendo para a manga o ácido cítrico o predominante. Foi possível observar que, quanto mais dias após antese menor foi a proporção de ácidos presente na manga. Silva (2009) observou o mesmo comportamento de queda gradativa para acidez nos diferentes estádios de colheita da manga 'Ubá'.

O *ratio* que é a relação entre sólidos solúveis e acidez é utilizado para avaliar a aceitação sensorial do alimento, mostrando o equilíbrio entre esses dois parâmetros (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Embora o teor de sólidos solúveis não ter variado com os estádios de colheita, observa-se valores crescentes de *ratio* (Figura 3B), ou seja embora o teor de doçura ter permanecido constante, como a acidez reduziu, o *ratio* aumentou à medida que houve avanço do estágio de maturação. Silva (2009) observou o mesmo comportamento para o *ratio* ao longo dos dias após antese.

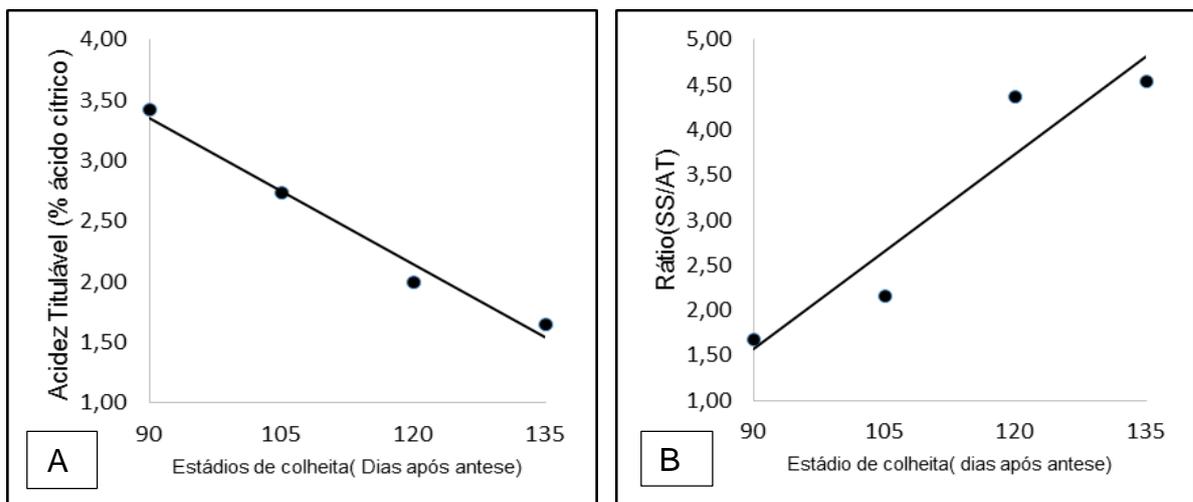


Figura 3 - Valores de acidez titulável (expressa em % de ácido cítrico) (A) e valores de *ratio* (relação sólidos solúveis e acidez titulável) (B), encontrados na polpa de manga 'Ubá' colhidas nos estádios 90, 105, 120 e 135 dias após antese.

5.1.3 Cor da casca e da polpa

As características da cor da casca dos frutos não sofreram influência do estágio em que foram colhidas (Tabela 4 e Figura 4). Na determinação da cor, o parâmetro L* refere-se à luminosidade e indica a capacidade do produto em refletir ou transmitir luz, variando numa escala de zero a 100 onde zero é o preto ou ausência de cor e 100 corresponde ao branco. Quanto maior o valor de L*, mais claro o produto. O parâmetro a* refere-se à contribuição das cores verde (-)/vermelho(+) e o parâmetro b* às cores azul(-) /amarelo(+).

Tabela 4- Valores de coordenadas de cor da casca de manga 'Ubá' colhidas no estádios 90, 105, 120 e 135 dias após antese

ESTÁDIO	CASCA(L*) ^{ns}	CASCA(a*) ^{ns}	CASCA(b*) ^{ns}	CASCA(C*) ^{ns}	CASCA(h°) ^{ns}
90	52,79	-9,80	18,37	20,83	118,87
105	54,19	-7,38	18,01	19,89	114,89
120	50,06	-7,27	14,15	15,97	117,52
135	52,00	-6,14	16,45	18,80	119,52
MÉDIA	52,26	-7,65	16,74	18,87	117,70
C.V. (%)	8,48	-33,89	29,65	27,39	3,43

^{ns} Efeito não significativo do estágio de maturação a 5% de probabilidade pelo teste F.

As amostras apresentaram moderada luminosidade (L* médio = 52,26), com a predominância da componente verde (a* médio = - 7,65) e da componente amarelo (b* médio = 16,74), indicando uma coloração verde amarelada da casca. O Ângulo hue (h°) não variou, indicando que não houve variação na cor da casca entre os estádios de maturação (Figura 4).

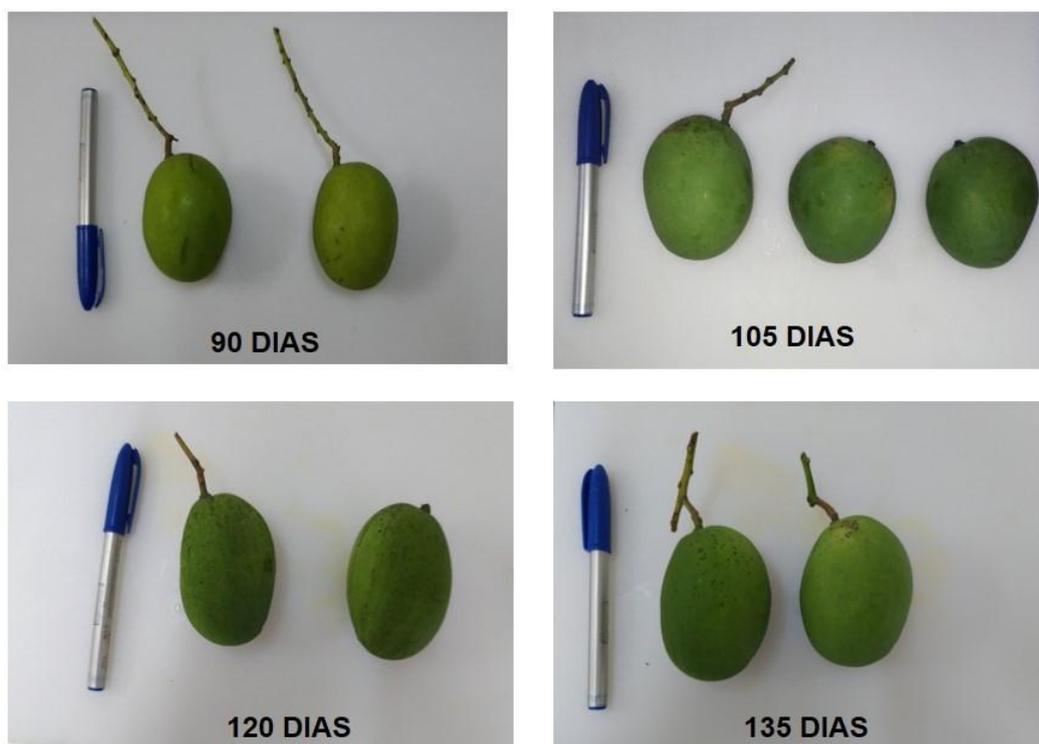


Figura 4 - Imagem ilustrativa da coloração da casca de mangas 'Ubá' no dia da colheita aos 90, 105, 120 e 135 dias.

Para cor da polpa apenas a coordenada (L*) luminosidade, não foi influenciada pelo estágio de maturação (Tabela 5).

Tabela 5 - Valores de coordenadas de cor da polpa de manga 'Ubá' colhidas nos estádios 90, 105, 120 e 135 dias após antese

ESTÁDIO	POLPA (L*) ^{ns}	POLPA (a*)	POLPA (b*)	POLPA (C*)	POLPA (h°)
90	73,94	-2,66	30,90	32,36	101,22
105	69,24	0,29	33,80	33,26	90,19
120	68,29	7,74	39,23	40,18	78,92
135	79,58 ^{ns}	10,11	51,93	52,98	79,05
MÉDIA	72,76	-	-	-	-
C.V. (%)	6,30	132,96	7,31	5,83	3,68
MODELO	-	$y = 0,3049x - 30,433$	$y = 0,0109x^2 - 1,992x + 122,25$	$y = 0,0132x^2 - 2,5138x + 151,58$	$y = 0,0124x^2 - 3,3115x + 299,3$
R²	-	0,9574	0,9957	1	0,9801

^{ns} Efeito não significativo do estágio de maturação a 5% de probabilidade pelo teste F.

A Figura 5 representa o comportamento individual das coordenadas de cor de polpa de manga 'Ubá'. Tanto as coordenadas a^* e b^* como a coordenada C^* tendem a aumentar com o avanço de dias após antese (90, 105, 120 e 135 dias) e o ângulo hue tendeu a diminuir, demonstrando que houve variação no ângulo da cor de forma gradual, tendendo a estabilizar nos dois últimos estádios (120 e 135 dias).

Analisando os valores e as coordenadas verifica-se que a polpa apresentou coloração clara em todos os estádios variando a intensidade da cor amarelo e vermelho. A polpa no estágio 1 se apresentou clara com leve tom de verde indicado pelo sinal negativo na coordenada a^* . A partir do 2º estágio, a polpa se apresentou mais amarela, ($+b^*$) crescente, chegando ao 4º estágio com ($+a^*$) tendendo ao vermelho, ou seja, com coloração bem mais amarelada que a apresentada pela polpa da manga colhida no primeiro estágio (Figura 5 e 6).

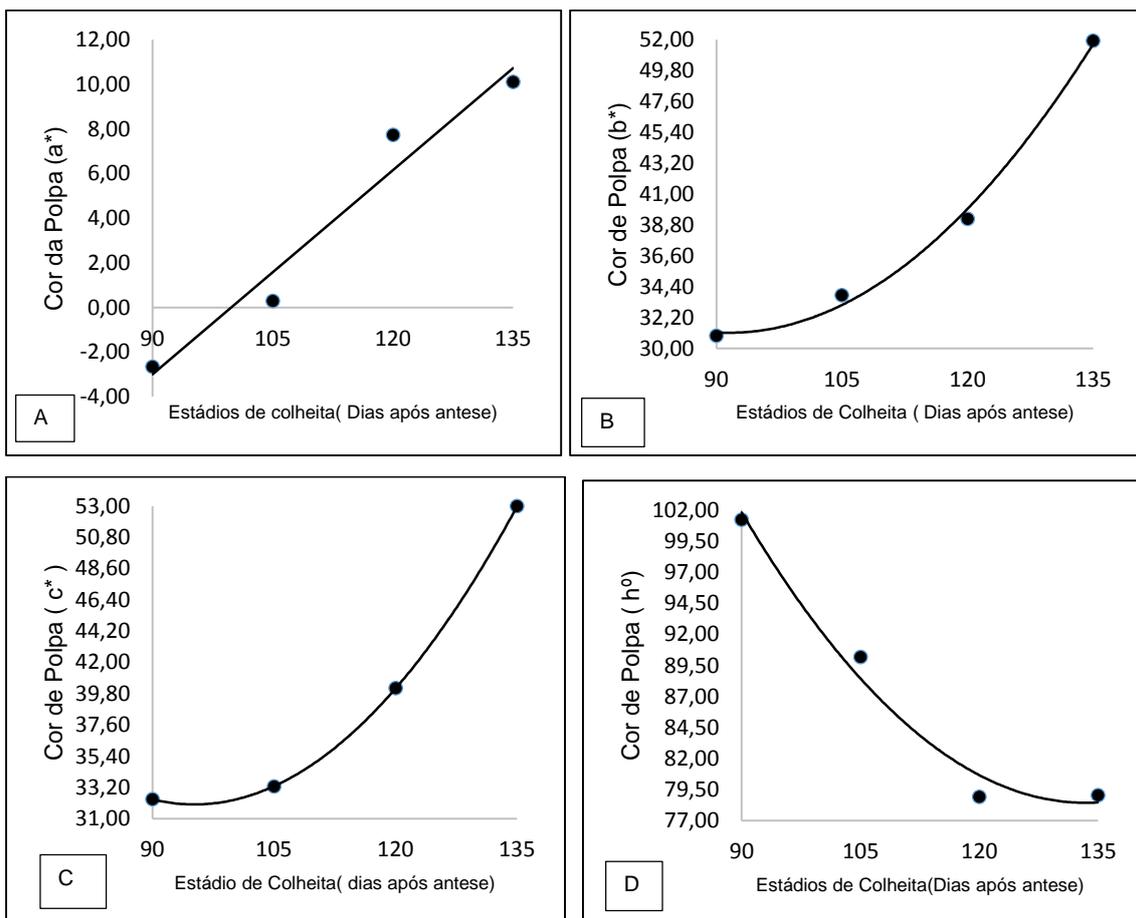


Figura 5 - Coordenadas de cor a^* (A), b^* (B), C^* (C) e h° (D) da polpa de manga 'Ubá' colhidas nos estádios 90,105,120 e 135 dias após antese.

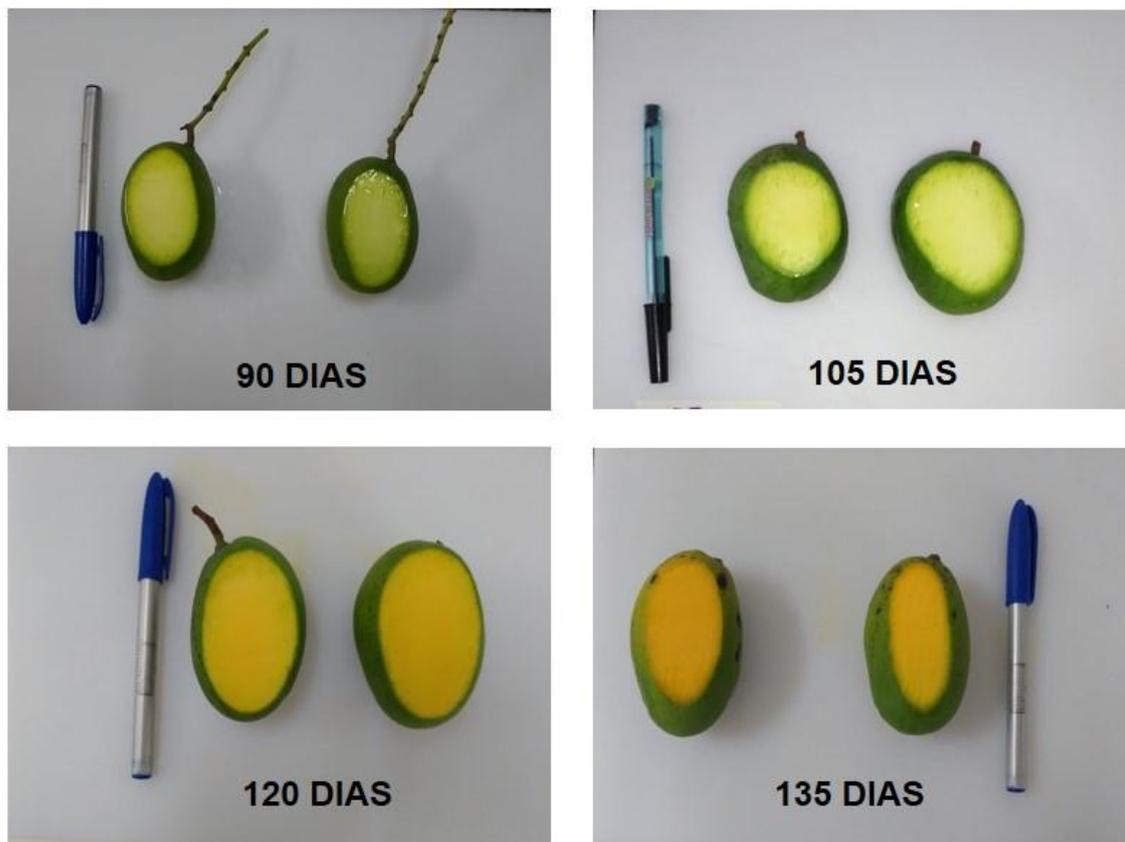


Figura 6 - Imagem ilustrativa da coloração da polpa de mangas 'Ubá' colhida aos 90, 105, 120 e 135 dias após antese.

5.1.4 Firmeza de polpa

Não foi observada diferença significativa quanto a firmeza determinada em penetrômetro manual dos frutos provenientes dos diferentes estádios de maturação (Tabela 5). A média obtida para firmeza foi de 24,66 N.

Tabela 6 - Valores de Firmeza da polpa de manga ‘Ubá’ colhidos no estádios 90, 105, 120 e 135 dias após antese

ESTÁDIO DE MATURAÇÃO	FIRMEZA (TEXTURÔMETRO) (N)	FIRMEZA (PENETRÔMETRO) (Kg / cm ²) ^{ns}
90	36,59	26,53
105	39,12	24,04
120	39,24	25,78
135	45,82	22,28
MÉDIA	-	24,66
C.V (%)	8,40	8,72
MODELO	$y = 0,1855x + 19,326$	-
R²	0,8276	-

^{ns} Efeito não significativo do estágio de maturação a 5% de probabilidade pelo teste F.

Quando avaliou-se a firmeza das polpas no Texturômetro digital, observou-se que a diferença entre os estádios de maturação foi significativa e que, a firmeza das polpas aumentou com o avanço dos estádios de colheita (Figura 7).

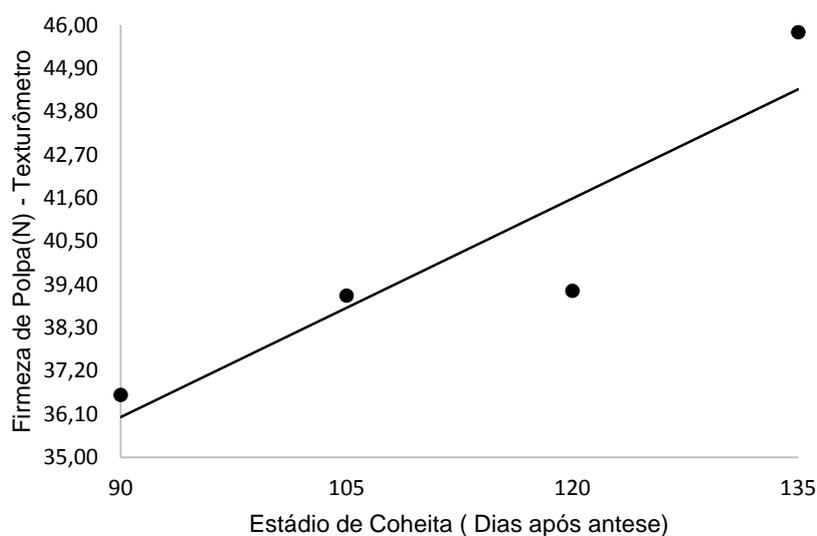


Figura 7 - Valores de Firmeza (N) da polpa de manga ‘Ubá’ colhidas nos estádios 90,105,120 e 135 dias após antese, determinada em texturômetro digital.

Lemos (2014) estudou firmeza da polpa da manga ‘Ubá’ colhida em quatro estádios de desenvolvimento (15^a, 17^a, 19^a e 21^a semanas após a antese) e obteve valores, aproximadamente, de 53, 110, 112 e 104 N para as respectivas semanas. Observa-se, no referido trabalho, que a firmeza da polpa aumentou da 15^a até a 19^a semana, e em seguida reduziu um pouco até a 21^a semana.

5.2 Efeito do estágio de maturação sobre as características físico-químicas de manga 'Ubá' acondicionada a temperatura ambiente

5.2.1 Sólidos solúveis (SS)

O teor de sólidos solúveis aumentou gradativamente ao longo dos dias após a colheita (Figura 8), como também observado por Silva (2009) em seu estudo sobre amadurecimento de manga 'Ubá'. À medida que a manga amadurece, ocorre a conversão dos carboidratos de reserva, na maioria amido, acumulados durante o crescimento do fruto na planta, em açúcares (SIGRIST, 1992).

Os frutos colhidos no estágio 90 dias após antese foram os que apresentaram menores valores de sólidos solúveis quando comparados aos outros estádios (105, 120 e 135 dias). Para os estádios 90, 120 e 135 dias houve um aumento de sólidos durante o amadurecimento dos frutos até atingir um valor máximo e posterior declínio (Figura 9). Para o estágio 105 dias os valores de sólidos solúveis continuaram aumentando até o 12º dia.

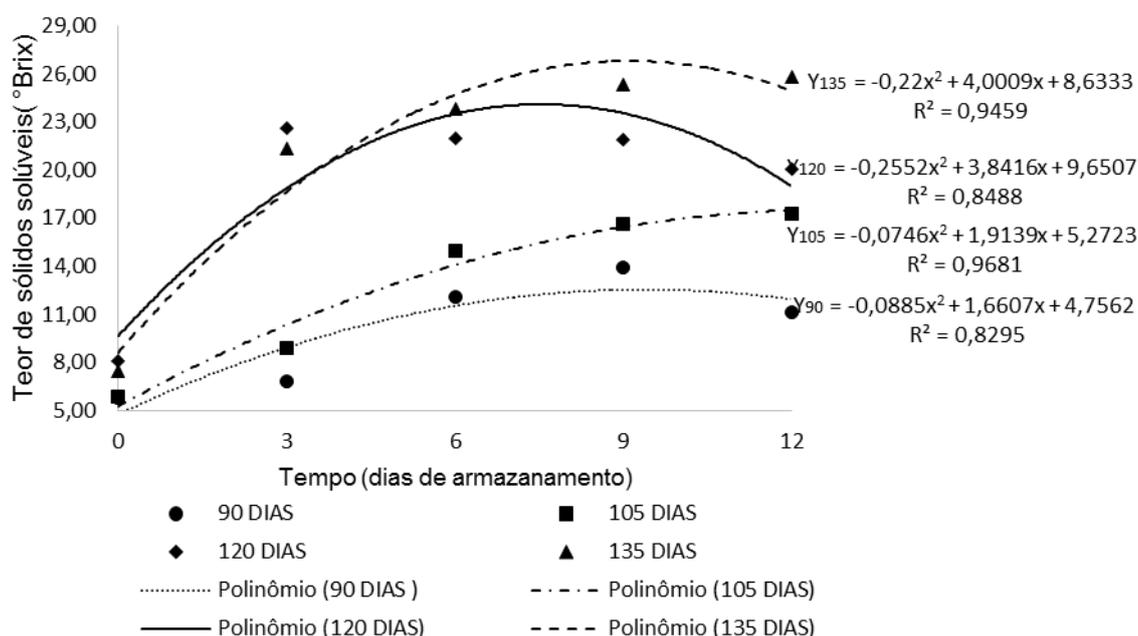


Figura 8 - Teores de sólidos solúveis da polpa da manga 'Ubá' colhida em vários estádios de desenvolvimento (90,105,120 e 135 dias após antese), em função do tempo de armazenamento.

O mesmo comportamento foi observado por Jha et al. (2006) em cultivares de manga Dashehari e por Lemos (2014), que avaliou o estágio de maturação de manga 'Ubá' cultivadas na região de Visconde do Rio Branco - MG colhidas na 15^a, 17^a, 19^a e 21^a semanas após antese. Os pesquisadores observaram que o teor de sólidos solúveis dos frutos aumentou devido ao amadurecimento mas, ao final do período de armazenamento diminuiu ligeiramente. O fruto possivelmente se utilizou de açúcares presentes para continuar sua respiração, reduzindo o teor de sólidos solúveis.

A instrução normativa nº 01, de 7 de janeiro de 2000 (BRASIL, 2000), estabelece os padrões de identidade e qualidade para polpas de frutas, incluindo polpa de manga em geral, de qualquer cultivar. O teor mínimo de sólidos solúveis para manga estar apta para consumo, segundo a legislação é de 11 °Brix. As mangas colhidas em todos os estádios conseguiram atingir esse teor de SS. A variação ocorreu no tempo em dias que as mangas demoraram para atingir o valor mínimo. No estágio de 90 dias, as mangas demoraram mais de 4 dias de armazenamento para atingir o valor mínimo, e o valor máximo de sólidos solúveis obtido foi em torno de 12,5°Brix. Nos estádios seguintes observa-se que, à medida que avançam os períodos após a antese, o valor de sólidos solúveis atingido pelas mangas é bem maior, chegando a atingir valores superiores a 26 °Brix para as mangas colhidas no estágio 135 dias.

Para períodos semelhantes ao analisado neste estudo, Lemos (2014) encontrou valores máximos de 12,2 °Brix para estágio 90 dias. Rufini et al. (2011) estudando mangas 'Ubá' em estágio fisiológico maduro encontrou valores médios de SS para mangas no dia da colheita de 14,24%. Já Benevides et al. (2008) e Faraoni et al. (2009), 18% e 19,3%, respectivamente. Apesar da polpa de manga ter atingido o valor mínimo estipulado pela legislação de 11°Brix em todos os estádios de colheita, as mangas colhidas nos estádios 120 e 135 dias atingiram valores superiores aos estádios 90 e 105 dias de colheita, chegando a 23° e 26° Brix respectivamente.

O teor encontrado de SS para manga 'Ubá' é geralmente maior que 11°Brix. Kader (2002), afirma que a colheita deve ser feita quando a manga atinge de 12° a 14°Brix, sendo assim podemos adotar valores acima de 14°Brix, como maduros. Sendo assim só os frutos colhidos nos estádios 120 e 135 se encaixam nesta referência, sendo que o estágio 105 demorou mais de 6 dias para atingir 14°Brix.

Os estádios 120 e 135 dias apresentaram mangas com maiores valores de SS, que leva a maior doçura, aumentando o interesse pelo consumo *in natura* e maior rendimento na elaboração de produtos como sucos, nectares e doces. Assim, os estádios 120 e 135 dias são os mais recomendados para colheita da manga.

Entre sete e oito dias à temperatura ambiente, o teor de sólidos solúveis começou a diminuir para as mangas colhidas nos estádios 120 e 135 dias, o que sinaliza que os frutos começaram a perder qualidade, e que a vida útil, em termos de sólidos solúveis, seria de sete a oito dias.

5.2.2 Acidez Titulável

Em todos os estádios de colheita avaliados, observou-se queda gradativa nos valores de acidez titulável dos frutos ao longo dos dias após a colheita (Figura 9).

Os frutos colhidos no estádio 90 dias foram os que apresentaram maior queda da acidez titulável em relação aos outros estádios, atingindo valores maiores que 3,5% de acidez no tempo zero, e inferior a 1% no 12º dia. As mangas colhidas no estádio 105 dias, também apresentaram grande redução na acidez ao longo dos dias, atingindo uma variação de 2,5% no teor de ácidos do dia zero para o último dia.

Nos estádios 120 e 135 dias a redução de acidez nos frutos ao longo dos dias de armazenamento, ocorreu a uma menor taxa, variando em torno de 1% desde o dia zero para o último dia de análise. Acredita-se que essa variação foi pouco acentuada devido a manga já ter atingido seu grau ideal de acidez ainda na planta, para os estádios 120 e 135 dias.

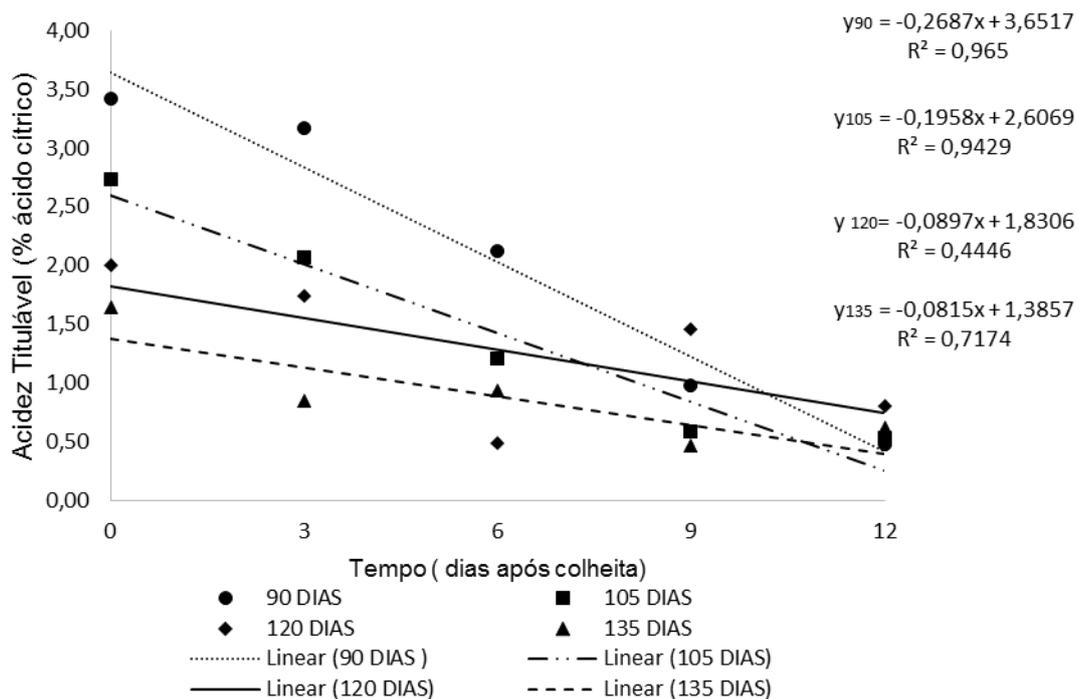


Figura 9 - Acidez titulável da polpa (% ácido cítrico) da manga 'Ubá' colhida em vários estádios de desenvolvimento (90,105,120 e 135 dias após antese), em função do tempo de armazenamento.

Lemos (2014) estudou manga 'Ubá' colhida em diferentes semanas após antese. Encontrou valores de acidez nas 15^a,17^a,19^a e 21^a semanas após antese de 2,63%, 2,37%, 1,08% e 1,04% respectivamente, obtendo valores ao término dos 12 dias, bem semelhantes ao deste trabalho, em torno de 0,5%. Nas duas primeiras semanas 15^a e 17^a a acidez caiu bastante, já nas semanas seguintes 19^ae 21^a a queda foi bem menor, atingindo pouca variação do dia zero para o 12^odia.

Para que haja boa aceitação sensorial a manga precisa ter uma acidez tolerável, que caracteriza a fruta. Segundo a instrução normativa nº 01, de 7 de janeiro de 2000, que estabelece os padrões de identidade e qualidade para polpa de frutas, a acidez mínima desejável para polpa manga é de 0,32 (g/100g), para garantir além do sabor característico do fruto, a inibição natural contra crescimento de microrganismos.

As mangas proveniente dos quatro estádios se encontram de acordo com a exigência da legislação, até próximo aos 12 dias de armazenamento, apresentaram

acidez acima de 0,32 g/100g (BRASIL, 2000). Em relação a acidez, estariam aptas para consumo durante todo períodos de armazenamento.

5.2.3 *Ratio*

O *ratio* é a relação sólidos solúveis pela acidez total titulável. Essa relação indica quão equilibrado está a proporção de açúcares em relação aos ácidos inorgânicos presentes na polpa (VIÉGAS, 1991).

O polinômio de primeiro grau foi o modelo ajustado para o *ratio* das mangas colhidas nos os estádios 90, 105 e 135 dias e polinomial de segundo grau para as mangas colhidas no estádio 120 dias (Figura 10). Os valores de *ratio* foram crescentes, exceto para as mangas colhidas no estádio 120 dias, que após o 7º dia de armazenamento apresentaram declínio.

Silva (2009) encontrou comportamento semelhante para *ratio* em frutos que não receberam tratamento com aceleradores de amadurecimento. Observou-se que, ao longo dos dias de armazenamento os valores de *ratio* tenderam a aumentar de 2,57 na 9ª SAA (semana após antese) passando para 2,86 na 17ª SAA. Após a 17ªSAA apresentou um rápido aumento atingindo 42,63 na 23ª SAA.

Benevides et al. (2008) encontraram valores de *ratio* para a polpa de manga 'Ubá' maduras, destinada ao processamento industrial de 30,34 a 42,54, com média de 34,52 colhidas na safra de 2003/2004 e de 28,73 a 34,05, com média de 30,88 para mangas da safra de 2004/2005.

Observa-se, na Figura 10, que as mangas colhidas nos estádios 120 e 135 dias levaram em torno de sete dias de armazenamento para atingir o valor de *ratio* próximo a 30, sendo que as mangas do estádio 90 não atingiram esse valor e as mangas colhidas no estádio 105 só conseguiram atingir o *ratio* desejado após 10º dia.

Considerando os valores médios encontrados por Benevides et al. (2008) para manga considerada madura (34,52 na safra de 2003/2004 e 30,88 na safra 2004/2005), pode-se dizer que apenas as mangas colhidas aos 120 e 135 dias foram capazes de amadurecerem.

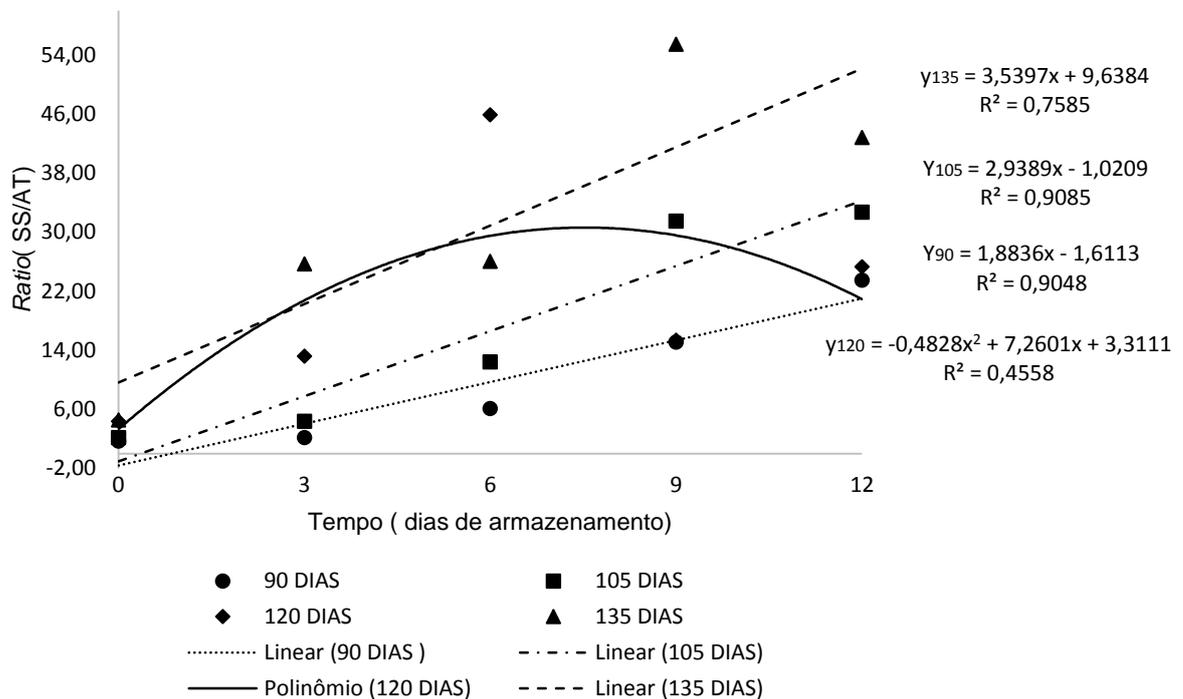


Figura 10 - *Ratio* (SS/AT) da polpa da manga ‘Ubá’ colhida em vários estádios de desenvolvimento (90,105,120 e 125 dias após antese), em função do tempo de armazenamento.

5.2.4 Potencial hidrogeniônico (pH)

O modelo que melhor se ajustou ao comportamento do pH para as polpas de manga foi o linear para os estádios 105 e 120 dias, e polinomial de segundo grau para os estádios 90 e 135 dias (Figura 11).

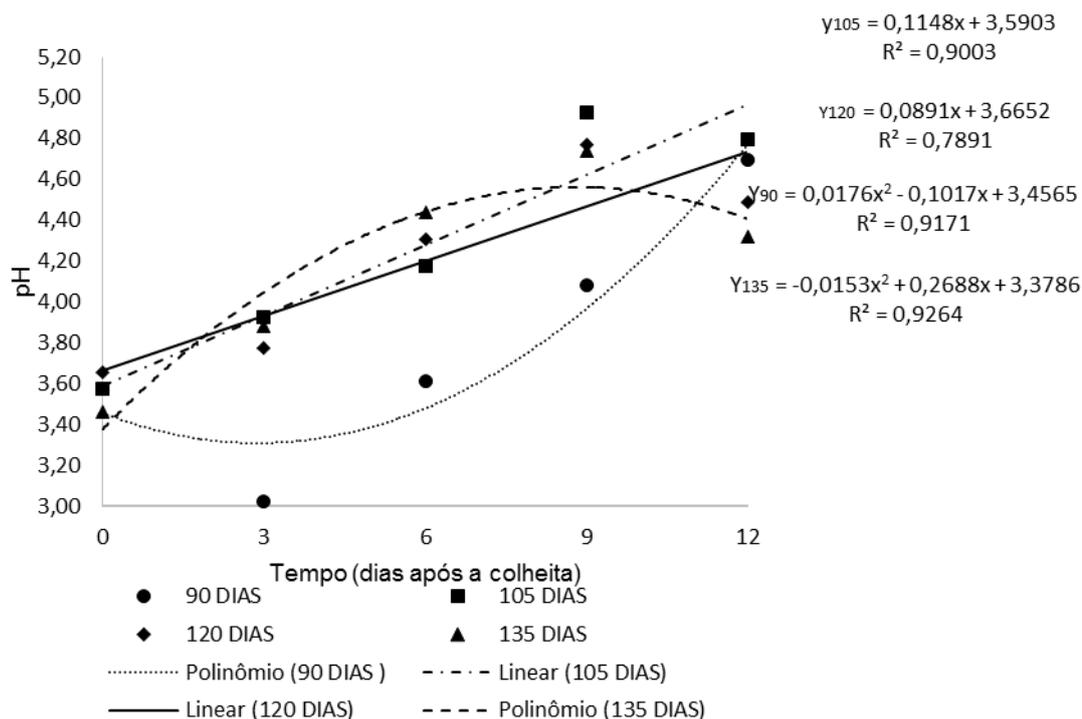


Figura 11- Valores de pH da polpa da manga 'Ubá' colhida em vários estádios de desenvolvimento (90,105,120 e 125 dias após antese), em função do tempo de armazenamento.

Com exceção do estágio 135 dias em que as mangas após atingirem valores máximos de pH ao 7º dia, apresentaram quedas nos valores, as mangas dos demais estádios apresentaram aumento progressivo do pH ao longo dos dias de armazenamento. Os valores observados são inversos aos da acidez (Figura 9), que apresentaram tendência a diminuir ao longo dos dias, indicado que as polpas estavam ficando menos ácidas à medida que iam amadurecendo, e conseqüentemente os valores de pH tenderam a aumentar durante o armazenamento.

Os valores de pH das polpas de mangas variaram, para todos os estádios, na faixa de 3,3 até 5 (Figura 11). Entretanto, de acordo com Benevides et al. (2008) valores de pH para mangas 'Ubá' destinadas a processamento, devem estar entre 3,7 a 4,3. A legislação estabelece valores entre 3,3 a 4,5 para polpa de manga (BRASIL, 2000). De acordo com esses valores de pH estabelecidos pela legislação, as mangas estariam aptas para consumo desde a colheita até 12, 8, 10 e 7 dias para os estádios 90, 105, 120 e 135 dias após a antese, respectivamente.

Valores semelhantes foram observados por outros pesquisadores que estudaram manga 'Ubá' colhidas em estádio de processamento industrial, entre 4,2 e 4,5 por Faraoni et al. (2009) e de 4,2 a 4,9 por Benevides et al. (2008).

5.2.5 Firmeza de polpa determinada em texturômetro digital

Um dos principais indicadores de amadurecimento é a firmeza da polpa. À medida que a manga vai amadurecendo os tecidos da parece celular sofrem alterações químicas e tendem a amolecer (KAYS, 1991).

Observou-se um comportamento de queda acentuada na firmeza da polpa nos primeiros 3 dias de armazenamento para os estádios de 120 e 135 dias (Figura 12). Entre três e sete dias, a firmeza continuou a diminuir, porém, de uma forma mais desacelerada e houve um ligeiro aumento na firmeza após o 7º dia. Acredita-se que este pequeno aumento na firmeza possa ser devido à perda de massa da polpa, uma vez que perdendo água ocorre o murchamento.

Lemos (2014) descreveu as mangas do cultivar Ubá com 4,1N como macias. Em estudo com carbureto de cálcio e Ethephon em mangas 'Ubá', Silva (2009) obteve melhor aceitação dos consumidores para consumo da manga *in natura* com firmeza entre 4 e 6 N. Nassur (2013) estudou indicadores de qualidade de manga durante o amadurecimento e afirmou que valores entre 7,84; 8,82 e 5,88N de firmeza para as cultivares Ataulfo, Haden e Tommy Atkins, respectivamente, apresentavam características desejáveis, sendo recomendadas para venda e consumo.

Tendo como referência estes valores, a manga atingiu maciez própria para consumo após o 9º, 7º, 4º e 4º dia de armazenamento nos estádios 90, 105, 120 e 135 dias respectivamente. Portanto, a colheita aos 90 e 105 dias não é apropriada, pois até as mangas ficarem macias (9º, 7º), sua qualidade já está comprometida por alterações em outros parâmetros avaliados, como perda de massa. Os estádios 120 e 135 dias foram apropriados, cujas mangas ficaram macias por volta do quarto dia de armazenamento, indicando que completaram o amadurecimento.

Mangas colhidas nos estádios 120 e 135 dias, após 5 dias de armazenamento, apresentaram textura comprometida, tendo como vida útil apenas 5 dias pois perdeu a turgescência além do desejado após esse período.

A perda de firmeza está relacionada à quebra das membranas e da parede celular dos frutos. A quebra das membranas está associada diretamente com a perda de turgescência, enquanto as alterações enzimáticas nas células causam a perda da integridade do produto ao longo do tempo (VAN DIJK et al., 2006). O metabolismo climatérico dos frutos de manga, faz com que as pectinas da parede celular sofram degradação enzimática, o que reduz a firmeza (CHITARRA, 2005).

Os valores de acidez também são capazes de explicar o comportamento da firmeza da polpa, uma vez que a queda da acidez reduzir a estabilidade de pectinas da parede, facilitando o ataque da poligalacturonase, e assim, reduzir a consistência da polpa (SILVA, 2009).

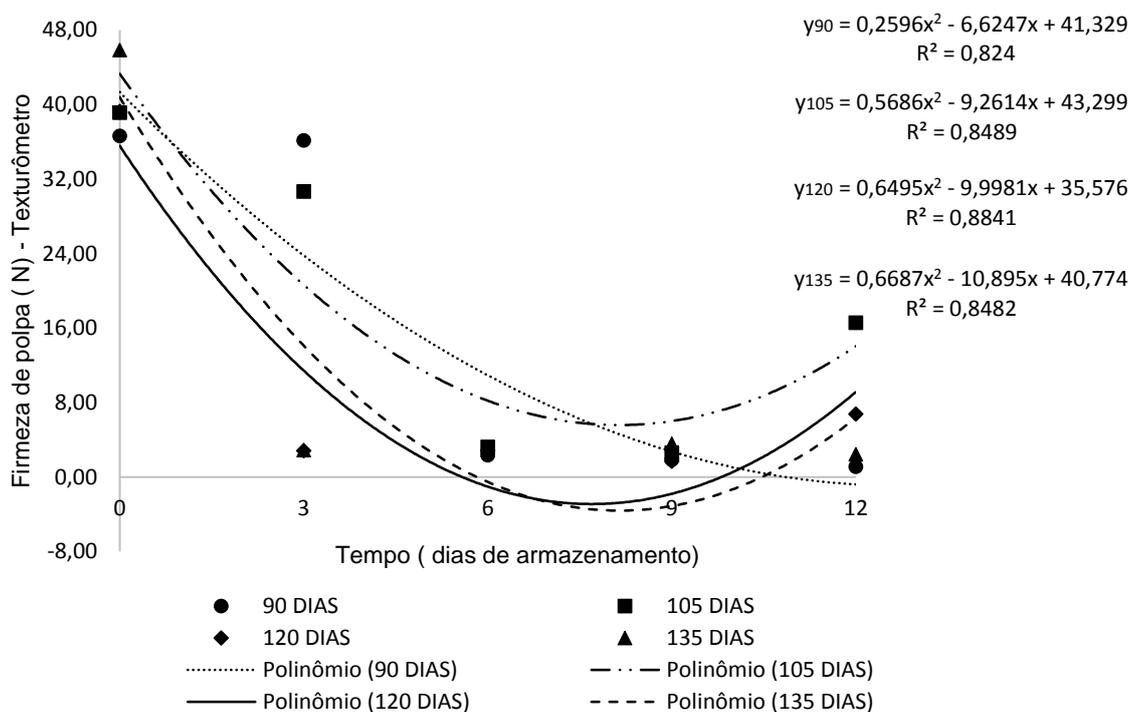


Figura 12 - Valores de Firmeza de polpa (N) da manga 'Ubá' colhida em vários estádios de desenvolvimento (90,105,120 e 125 dias após antese), em função do tempo de armazenamento, determinadas em texturômetro digital.

5.2.6 Firmeza da polpa determinada em penetrômetro manual

Um dos indicadores da maturidade da manga é observando a firmeza da polpa (SUBEDI, P. P.; WALSH, K. B.; OWENS, G., 2007). O penetrômetro manual pode ser um auxílio ao produtor rural no campo de uma forma, fácil e eficaz.

O modelo que melhor explicou o comportamento dos estádios de colheita ao longo do tempo com relação à firmeza da polpa foi o polinomial de 2º grau (Figura 13). As curvas dos quatro estádios mostraram comportamento similar, ou seja, queda da firmeza da polpa ao longo dos dias de armazenamento e posterior aumento, assim como observado nos valores encontrados com o texturômetro digital (Figura 12). A firmeza foi proporcional ao estágio de colheita, ou seja, quanto mais distante da antese, mais macia as polpas ficaram, com exceção do estágio 105 e 120 dias, que proporcionaram valores iniciais semelhantes.

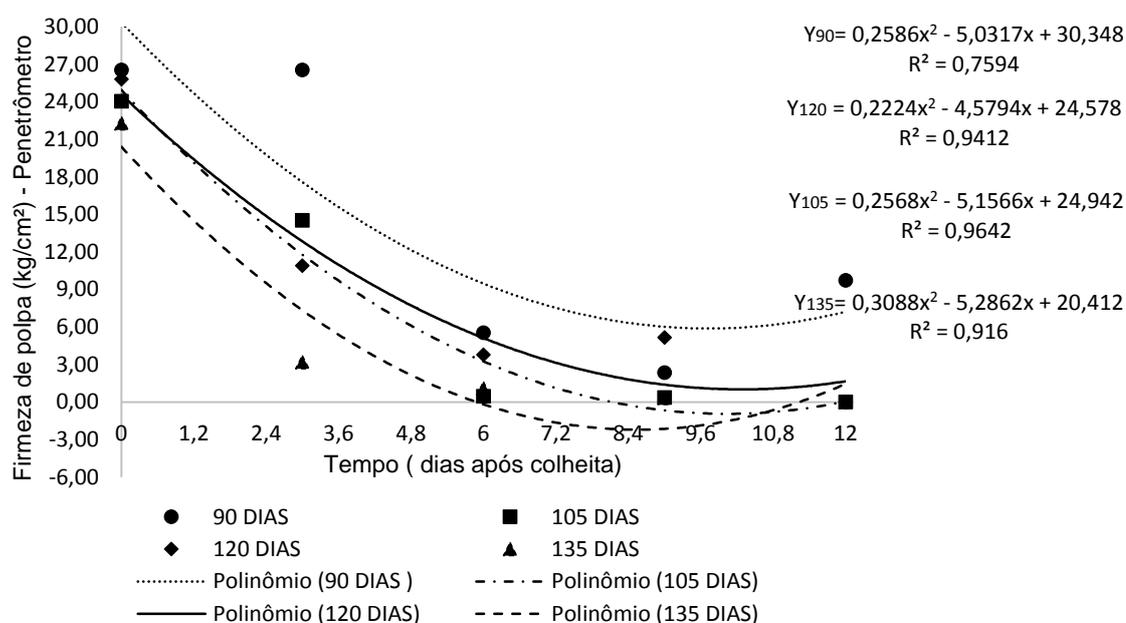


Figura 13 - Firmeza(N) da polpa da manga 'Ubá' colhida em vários estádios de desenvolvimento (90,105,120 e 125 dias após antese), em função do tempo de armazenamento.

5.2.7 Perda de massa

O modelo ajustado para explicar o comportamento da perda de massa da manga durante o armazenamento para os quatro estádios de colheita foi o linear. Observa-se que a perda de massa foi crescente ao decorrer do armazenamento (Figura 14). O que indica que houve amadurecimento. Durante o amadurecimento há

quebra das membranas, essa quebra está associada diretamente com a perda de turgescência (perda de massa), as células perdem água tanto para realização de processos metabólicos como para o ambiente (VAN DIJK et al., 2006).

Frutos colhidos no estágio 90 dias após a antese, foram os que obtiveram menores perdas, enquanto as mangas colhidas no estágio 120 dias, apresentaram maiores perdas atingindo valores superiores a 25% nos últimos dias de armazenamento. Embora não exista legislação específica, que determine porcentagem máxima de perdas aceitáveis para comercialização, alguns autores como Chitarra e Chitarra (2005) sugerem que as perdas não devem ultrapassar a 10%. Alimentos com característica de alto teor de umidade, quando perdem uma pequena quantidade de água podem apresentar efeitos negativos nas propriedades físicas, fisiológicas, nutricionais, econômicas e estéticas do produto (KAYS, 1991).

As mangas colhidas aos 105, 120 e 135 dias atingiram perda de massa superior a 10% entre três e seis dias após a colheita. Sendo assim, a partir do sexto dia a perda de massa (maior que 10%) já começa a comprometer a qualidade das mangas. Já para o estágio de 90 dias, esse patamar de perda de massa foi atingido entre o 7° e 8° dia após a colheita.

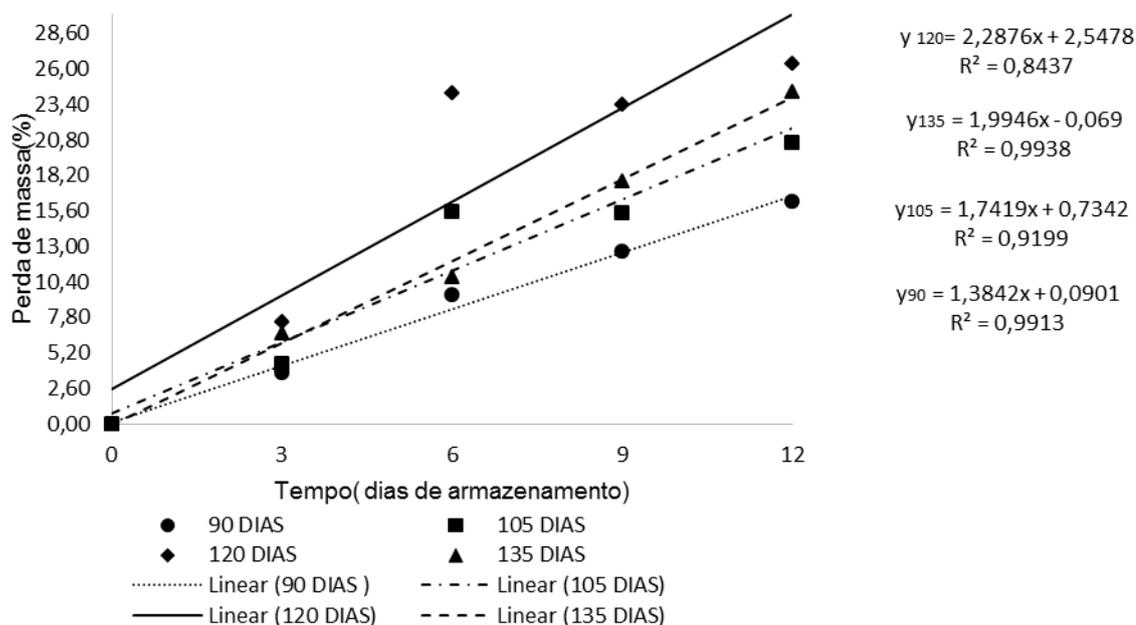


Figura 14 - Valores de perde de massa (%) da polpa da manga 'Ubá' colhida em vários estádios de desenvolvimento (90,105,120 e 125 dias após antese), em função do tempo de armazenamento.

5.2.8 Rendimento em polpa

O estágio de colheita afetou o rendimento em polpa das mangas (Figura 15). Os valores observados podem estar ligados ao desenvolvimento do fruto, visto que a quantidade de dias após antese foi proporcional ao rendimento.

No estágio de 90 dias a manga ainda não tinha se desenvolvido completamente, por isso apresentaram menor rendimento inicial e maiores perdas ao longo do armazenamento. Acredita-se que como o fruto não se desenvolveu completamente na árvore (colhido antes do estágio fisiologicamente maduro), os frutos não completaram o amadurecimento fora da planta.

Os estádios 105 e 135 dias foram os que apresentaram maior rendimento e menores variações ao longo dos dias de armazenamento. Devido a isso acredita-se que atingiu o estágio fisiologicamente maduro. Ao longo do armazenamento o rendimento teve a tendência a diminuir, em todos os estádios avaliados.

Silva 2009 encontrou valores próximos a 63,47% de rendimento para mangas 'Ubá' no estágio fisiologicamente maduro. Rocha (2009), encontrou 65,28%, corroborando com os valores iniciais encontrados nos estádios 105, 120 e 135 dias que foram 60, 66 e 67,5% respectivamente.

Embora não haja legislação específica estipulando valores mínimos aceitáveis para rendimento em polpa, Folegatti et al. (2002) sugerem que o rendimento de polpa mínimo aceitável para frutos destinados a industrialização é de 60%, estando, portanto, os frutos analisados nesse experimento aptos para comercialização até por volta do sexto dia após a colheita.

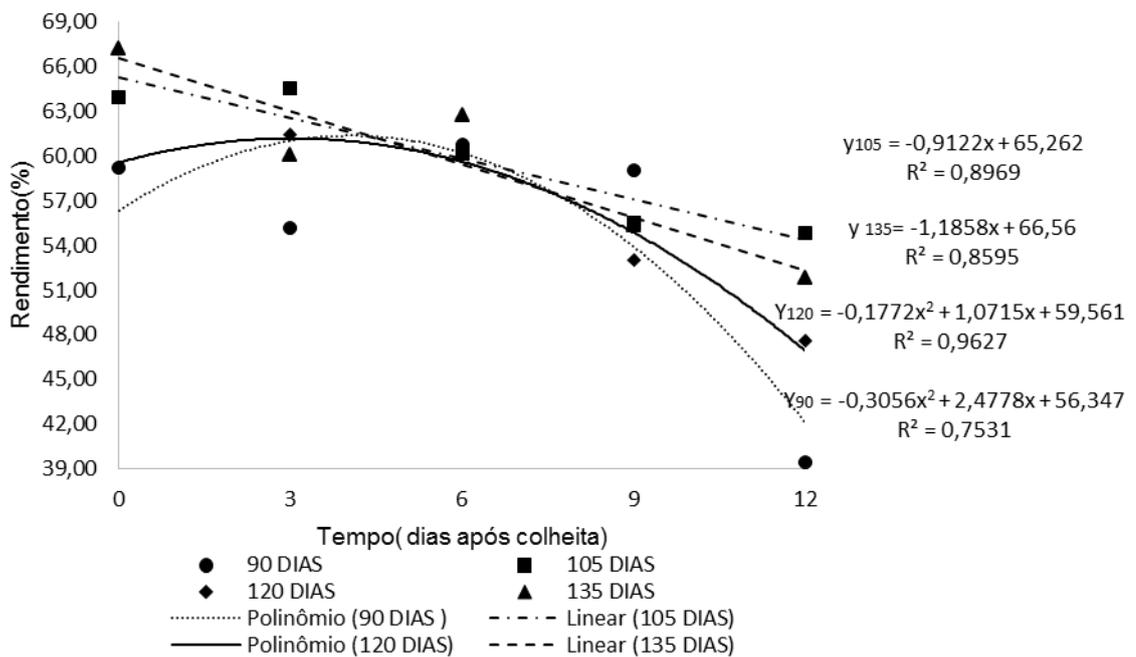


Figura 15- Valores de rendimento (%) de polpa da manga 'Ubá' colhida em vários estádios de desenvolvimento (90,105,120 e 125 dias após antese), em função do tempo de armazenamento.

5.2.9 Cor de polpa

Embora tenham sido feitas análises para cor de casca e de polpa, apenas para cor de polpa é que houveram modelos que se ajustaram aos dados experimentais. É possível observar as variações na coloração da casca e da polpa (Figuras 16 e 17).

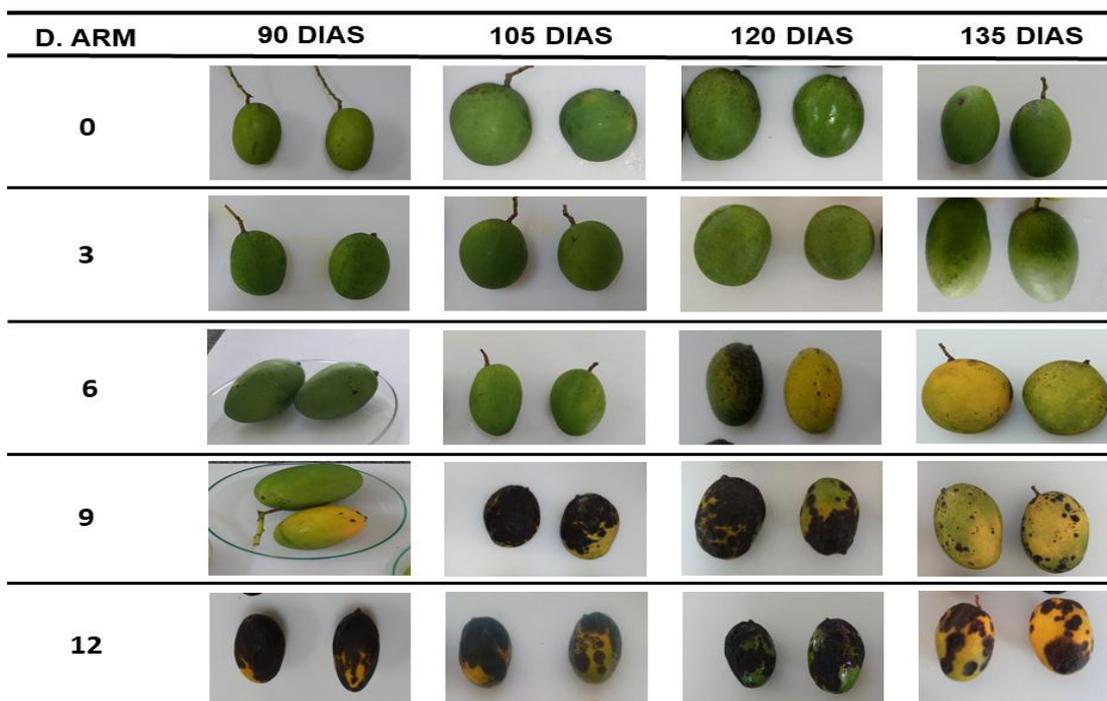


Figura 16-Imagem da casca da manga 'Ubá' nos estádios (90, 105, 120 e 135 dias após a antese), durante os dias de armazenamento (D. ARM).

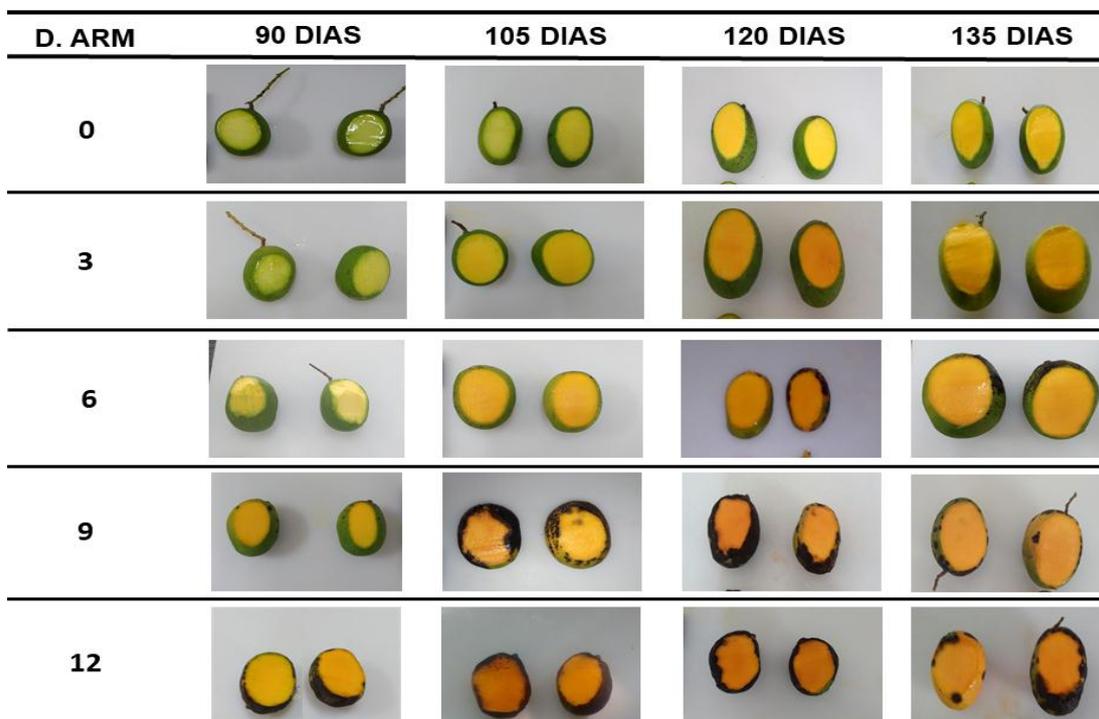


Figura 17-Imagem da coloração da polpa da manga 'Ubá' nos estádios (90, 105, 120 e 135 dias após a antese), durante os dias de armazenamento (D. ARM).

Na Figura 18, observa-se que os valores da coordenada L* da polpa das mangas apresentaram variações com tendência a um decréscimo durante o armazenamento, para os estádios de colheita, com exceção dos valores encontrados nos frutos colhidos no estágio 120 dias, para os quais nenhum modelo estudado se ajustou.

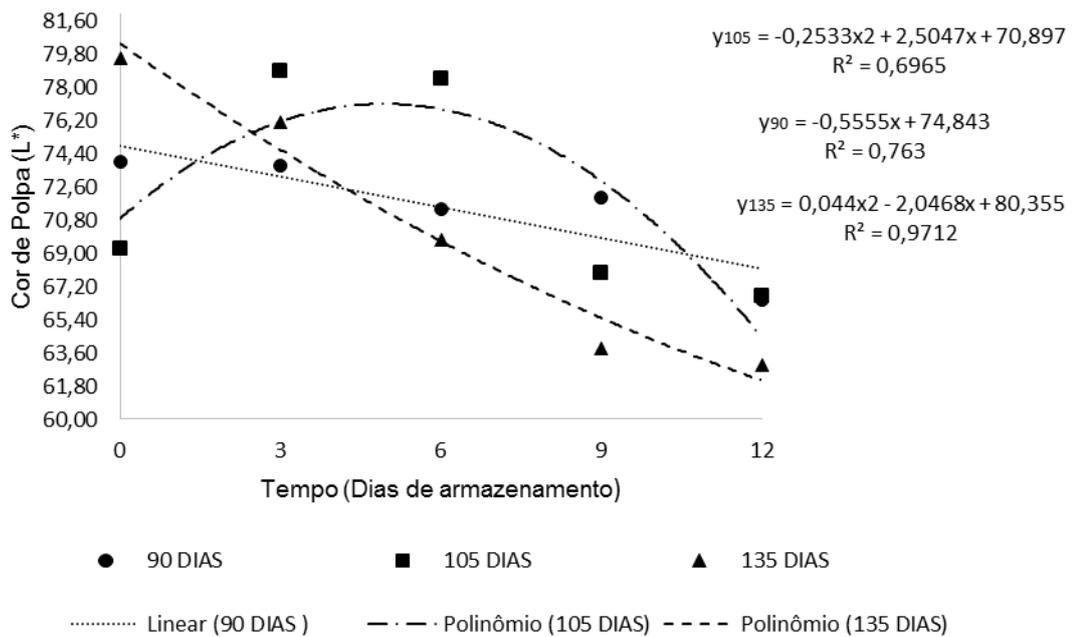


Figura 18 - Coordenadas de cor L* da polpa de mangas colhidas nos estádios 90,105,120 e 135 dias após antese, em função do tempo de armazenamento.

Analisando a Figura 19, percebe-se que a coordenada a* sofreu alteração em seus valores. O parâmetro a* refere-se à contribuição das cores que variam do verde (-60) ao vermelho (+60). As polpas de manga colhidas nos estádios 90 e 105 dias apresentam valores iniciais negativos, que com avanço dos dias de armazenamento foram se tornando positivos com sucessivo aumento, indicando que a cor variou inicialmente de verde para amarelo-alaranjado.

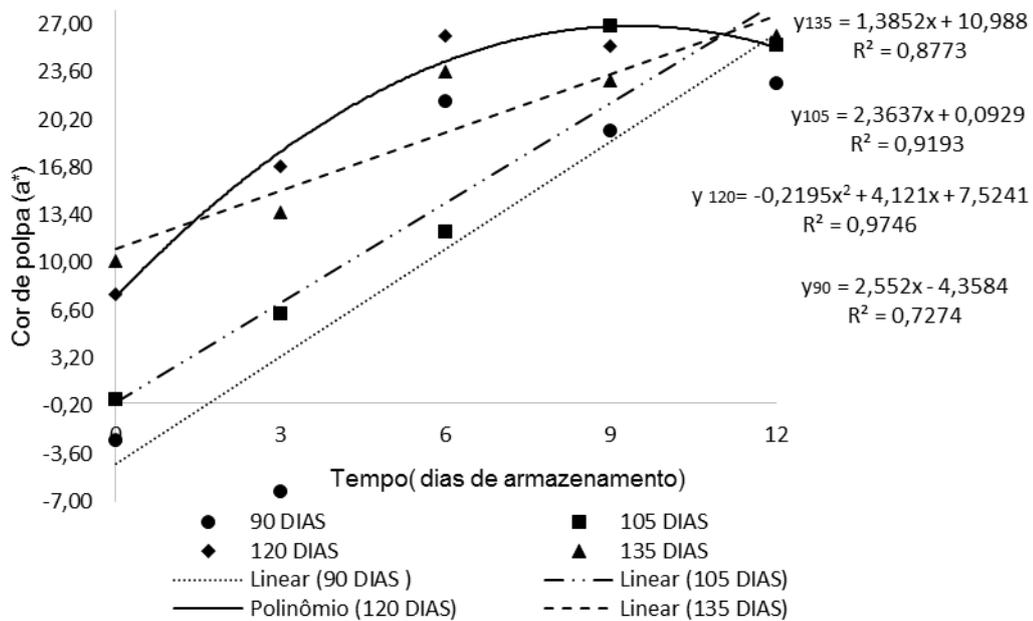


Figura 19 - Coordenadas de cor a* da polpa das mangas colhidas nos estádios 90,105,120 e 135 dias após antese, em função do tempo de armazenamento.

Mangas colhidas no estágio 135 dias apresentaram coloração inicial verde-amarelada, sendo que a intensidade da cor aumentou ao longo dos dias de armazenamento para amarelo com tons de laranja. Os frutos colhidos no estágio 120 dias mudaram da coloração de amarelo claro para amarelo escuro, com leve queda após 8º dia. Como a coordenada a* define a coloração entre verde e vermelho, é de se esperar que esse parâmetro vá se alterar com maior evidência em relação aos outros.

DINIZ (2013), estudando manga ‘Tomy’, observou que os frutos iniciam-se com uma coloração amarelo-esverdeado e quando maduros apresentam uma coloração laranja-avermelhado.

Para coordenada b*, todos os estádios apresentaram comportamento polinomial de segundo grau seguindo mesmo padrão de coloração. As coordenadas de cor b*, tem como variação, cores azul(-60) e amarelo(+60). Na figura 20 é possível observar que os valores encontrados para coordenada b* foram crescentes de acordo com o avanço dos estádios e também com avanço dos dias de armazenamento, atingindo valores máximos até sexto dia e posterior declínio. É possível perceber visualmente essa alteração (Figura 17), quando a tonalidade amarelo se intensifica.

Após os seis dias de armazenamento iniciou-se o processo de degradação natural do fruto contribuindo para coloração escura das polpas.

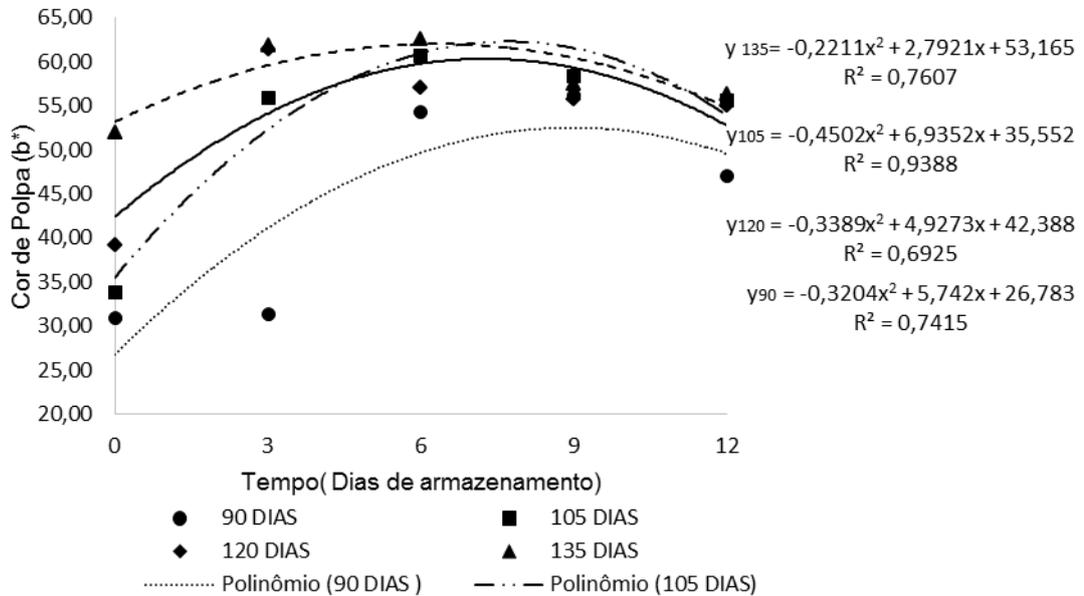


Figura 20 - Coordenadas de cor b* da polpa das mangas colhidas nos estádios 90,105,120 e 135 dias após antese, em função do tempo de armazenamento.

A Figura 21 mostra o comportamento do índice de saturação croma. A saturação da cor sofreu aumento até o 9º dia de armazenamento e posterior declínio para todos os estádios de colheita. O aumento nos valores de croma, em conjunto com a amplitude do ângulo hue (h°) (Figura 22), indica a tendência para o amadurecimento, apresentando coloração mais homogênea, comportamento também observado por (DINIZ, 2013).

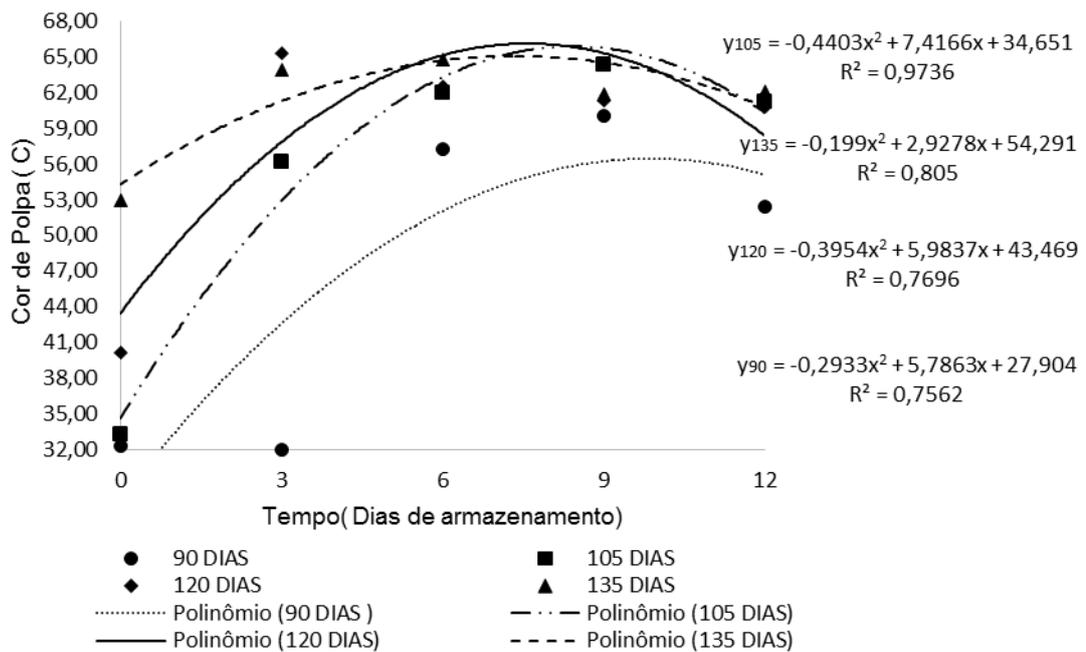


Figura 21 - Coordenadas de cor C* da polpa das mangas colhidas nos estádios 90,105,120 e 135 dias após antese, em função do tempo de armazenamento.

Os valores do ângulo hue das polpas (Figura 22) tiveram decréscimo ao longo de todo o tempo de armazenamento, assim como as coordenadas de croma, indicando que após o nono dia, as mangas já estavam em transição do estágio maduro para o estágio de deterioração.

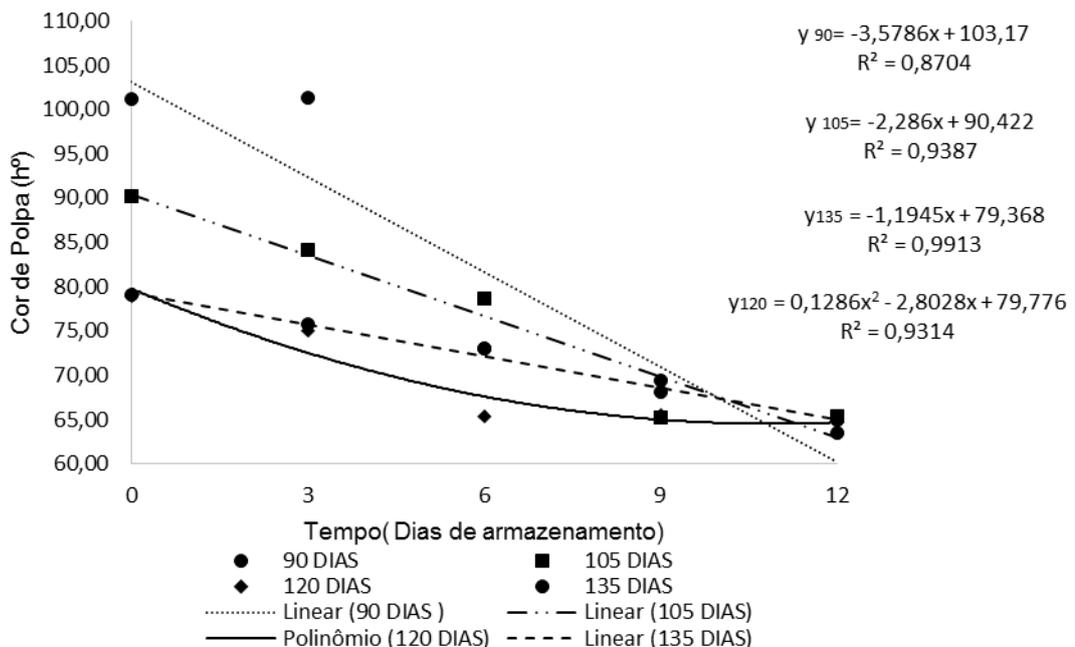


Figura 22 - Coordenadas de cor da polpa h° colhidas nos estádios 90,105,120 e 135 dias após antese, em função do tempo de armazenamento.

6. CONCLUSÃO

As mangas colhidas nos quatro estádios de maturação variaram em relação às características físico-químicas peso médio, acidez titulável, *ratio*, firmeza e cor da polpa. Quanto mais avançados os dias após a antese, mais intensas foram tais modificações nos frutos. As mangas colhidas aos 90 dias após a antese apresentaram polpas com maior acidez, menor valor de *ratio*, coloração esverdeada e menor peso médio. Com o avanço dos estádios, as polpas foram reduzindo o valor da acidez, aumentando o valor de *ratio*, o peso médio dos frutos também foi aumentando e a coloração da polpa começou a mudar de esverdeada para amarelo claro, indicando o desenvolvimento dos frutos.

As mangas colhidas nos estádios 90 e 105 dias não amadureceram completamente durante o acondicionamento a temperatura ambiente. Assim, conclui-se que nestes estádios as mangas não estão aptas para colheita.

As mangas colhidas nos estádio 120 e 135 dias conseguiram completar o amadurecimento durante o acondicionamento a temperatura ambiente. Apresentaram melhores características em relação aos outros estádios, ou seja, maior teor de sólidos solúveis, acidez desejável segundo a legislação, coloração de polpa amarelo-alaranjado e melhor rendimento durante todo período de armazenamento.

Assim, a partir de 120 dias após a antese pode-se proceder à colheita das mangas.

Para este estádio, as mangas amadureceram por volta do terceiro dia após a colheita e apresentaram vida útil em torno de seis dias, acondicionadas a temperatura ambiente.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABELES, F. B.; MORGAN, P. W.; SALTVEIT, M. E. Ethylene in plant biology. 2.ed. San Diego: **Academic Press**, 1997, 414 p.

ALBUQUERQUE, J. A. S.; MEDINA, V. D.; MOUCO, M. A. C. Indução floral. In: GENU, P. J. C.; PINTO, C. A. Q. (ed.). **A cultura da mangueira**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, cap. 13, 2002, p. 259-276.

ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C.; MENEZES, J. B.; ASSIS, J. S.; LIMA, M. A.C.; AMORIM, T. B. F.; MARTINS, A. G. Colheita e pós-colheita. In: GENU, P. J. de C.; PINTO, A. C. Q. **A cultura da mangueira**. 1. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. Cap. 17, 2002, p. 381-405.

AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita**. São Paulo: Nobel, 1993. 113 p.

BENEVIDES, S. D.; RAMOS, A. M.; STRINGHETA, P. C.; CASTRO V. C. Qualidade da manga e polpa da manga Ubá. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 3, p. 571-578, 2008.

Bernardes-Silva, A. P. F., Lajolo, F. M., Cordenunsi, B. R., 2003. Evolução dos teores de amido e açúcares solúveis durante o desenvolvimento e amadurecimento de diferentes cultivares de manga. **Ciência e Tecnologia de Alimentos** 23, 116-120.

BIALE, J. B.; YOUNG, R. E. Respiration and ripening in fruits. Retrospect and prospect. In: FRIEND, J.; RHODES, M. J. C. (Eds). **Recent advances in the biochemistry of fruits and vegetables**. London, Academic Press, 1981. 137p.

BLEINROTH, E. W. Manuseio e tratamento de pós-colheita da manga. In: DONADIO, L. C.; FERREIRA, F. R. (Eds.). **Anais do II Simpósio sobre Mangicultura**. Jaboticabal: FCAV-FUNEP, 1989. p. 171-184.

BOTREL, N., SILVA, O.F.; BITTENCOURT, A.M. Procedimentos pós-colheita. In: MATSUURA, F.C.A.U.; FOLEGATTI, M.I.S. da (Ed.). **Banana pós-colheita**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p.32-39, 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Leis, Decretos, etc. Instrução Normativa Nº 01, de 7 de janeiro de 2000. Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de frutas. **Diário Oficial da União**, n. 6, Brasília, 10 de janeiro de 2000. Seção 1, p. 54-58.

BRAVERMAN, J. B. S.; BERK, Z. **Introducción a la bioquímica de los alimentos**. México: El Manual Moderno, 1980. 358 p.

BRAZ, V. B.; NUNES, E. S.; VIEIRA, G.; RIBEIRO JÚNIOR, J. I.; BERTINI, L. A.; COUTO, F. A. D. A. Indução do amadurecimento de mangas cv. Tommy Atkins e cv. Ubá pela aplicação de ethephon pós-colheita. **Bragantia**, v. 67, n. 1, p. 225-232, 2008.

BRECHT, J.K. **Manual de boas práticas para melhor manejo pós colheita da manga**. Editora Nacional Mango Board. Tradução: Serviço Brasileiro de apoio às micro e pequenas empresas. 2011.62p.

CASTRO NETO, M. T. C.; REINHARDT, D. H. Relações entre parâmetros de crescimento do fruto da manga cv. Haden. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 1, p. 036- 038, 2003.

CHEFTEL, J. C.; CHEFTEL, H. **Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos**. Zaragoza: Acribia, 1976. 334 p.

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

CHOUDHURY, M. M.; COSTA, T. S. **Perdas na cadeia de comercialização da manga**. Embrapa Semi-Árido, Petrolina, PE, Documentos, (186), 2004. p. 41.

COOMBE, B. G. The development of fleshy fruits. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 27, p. 507-528, 1976.

COOMBE, B. G. The development of fleshy fruits. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 27, p. 507-528, 1976.

COSTA, A. N.; COSTA, A. F. S.; CAETANO, L. C. S.; VENTURA, J. A. **Recomendações técnicas para a produção de manga**. INCAPER. DOCUMENTO Nº 155. Vitória-ES, 2008.

CRUZ, C. D. Genes: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum.Agronomy**, v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013.

CUNHA, G. A. P.; PINTO, A. C. Q.; FERREIRA, F. R. **Origem, dispersão, taxonomia e botânica**. In: GENÚ, P. J. C.; PINTO, A. C. Q. A cultura da mangueira. Brasília: Embrapa, Informação Tecnológica, 2002. cap. 2, p. 31-36.

DINIZ, M. D. M. S. **Propriedades texturais, físico-químicas, reológicas e enzimáticas da manga "Tommy Atkins" durante o armazenamento em atmosfera modificada sob refrigeração**. 2013. Tese (Doutorado Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2014.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária. Disponível em <<https://www.embrapa.br/mandioca-e-fruticultura/cultivos/manga>> Acesso em 09 de jun. 2018.

FARAONI, A. S.; RAMOS, A. M.; STRINGHETA, P. C. Caracterização da manga orgânica cultivar ubá. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 11, n. 1, p. 9-14, 2009.

FARIA, J. B. et al. Transformações enzimáticas das substâncias pécticas da manga (*Mangífera indica* L.) v. Haden no amadurecimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 14, n. 2, p. 189-201, 1994.

FOLEGATTI, M. I da.; MATSUURA, F. C. A. U.; TORREZAN, F.; BOTREL, N.; SOUZA FILHO, M. de S. M.; AZEREDO, H. M. C.; BRITO, E. S. de.; SOUZA NETO, M. A. Processamento e frutos. In. GENÚ, P. J. C.; PINTO, A. C. de Q. (Eds). **A cultura da mangueira**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p. 409-431.

GALLON, C.Z.; BROETTO, S.G.; SILVA, D.M. Atividade da celulase e β -galactosidase no estudo da firmeza da polpa de mamões 'golden' e 'gran Golden'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 31, n. 4, p. 1178-1183, Dezembro 2009.

IAL. Instituto Adolfo Lutz. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. 4 ed. (1ª ed. digital). São Paulo, 2005. 1002p.

JERONIMO, E.M. et al. Qualidade de mangas 'Tommy Atkins' armazenadas sob atmosfera modificada. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.4, p. 237- 243, 2007.

JHA, S. N.; KINGSLY, A. R. P.; CHOPRA, S. Physical and mechanical properties of mango during growth and storage for determination of maturity. **Journal of Food Engineering**, Davis, v. 72, n. 1, p. 73-76, 2006.

KADER, A.A., 2002. Quality parameters of fresh-cut fruit and vegetable products. In: O. Lamikanra (Ed.), 2002. Fresh-cut fruits and vegetables. Science Technology and Market. Boca Raton, Fl. CRC Press.

KAYS, S. J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. Athens: Avi Publishing Co., 1991. p. 149-316.

LEMONS, L. M. C. **Controle do amadurecimento e de antracnose na pós-colheita da manga 'Ubá'**. 2014. 133f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2014.

LUCENA, E. M. P.; ASSIS, J. S.; ALVES, R. E.; SILVA, V. C. M.; FILHO, J. E. Alterações físicas e químicas durante o desenvolvimento de mangas „Tommy Atkins“ no Vale do São Francisco, Petrolina – PE. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 1, p. 096- 101, 2007.

MANICA, I. Indução do florescimento em mangueiras. In: SÃO JOSÉ, A. R. (Coord.) et al. Manga: tecnologia de produção de mercado. Vitória da Conquista: DFZ/UESB, 1996. p. 140-144.

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

MEDINA, J. C. M.; BLEINROTH, E. W.; DE MARTIN, Z. J.; QUAST, D. G.; HASHIZUME, T.; FIGUEIREDO, N. M. S.; MORETTI, V. A.; CANTO, W. L.; BICUDO NETO, L. C. **Manga: da cultura ao processamento e comercialização**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1981. 399 p. (Série Frutas Tropicais, 8). Melhoramento de Fruteiras Tropicais, Viçosa: UFV, 2002, p. 351-372.

MORAES, D. M.; PUSCHMANN, R.; LOPES, N. F. Respiração e desenvolvimento do fruto de manga cv. Ubá. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 22, n. especial, p. 37- 41, 2000.

NASSUR, R.C.M.R. **Indicadores de qualidade em mangas durante o amadurecimento**.2013. 87f. Tese (Doutorado Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2013.

NEVES, E.G.T. **Caracterização da produção e qualidade da manga Ubá e goiaba e validação de um sistema de rastreabilidade para a fruticultura da Zona da Mata mineira**. 2010. 210f. Tese (Doutorado Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2010.

PACHECO, A. L. V.; BORGES, K. S; VIERA, G.; FREITAS, G. B. **Qualidade da manga ‘Ubá’ orgânica e convencional ofertada às agroindústrias da região Zona da Mata mineira**. Revista Brasileira de agropecuária sustentável (RBAS), v. 5, n. 1, p. 130-136, 2015.

PINTO, A. C. E. Q.; FERREIRA, F. R. Recursos genéticos e melhoramento da manga no Brasil. In: QUEIRÓZ, M. A.; GOEDERT, C. O.; RAMOS, S. R. R. (Eds). **Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste Brasileiro**. Versão 1.0. Petrolina-PE: Embrapa Semi-Árido/Brasília-DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, novembro 1999. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/153831/recursos-geneticos-e-melhoramento-de-plantas-para-o-nordeste-brasileiro> >. Acesso em :15 de junho de 2018.

SALUNKE, D. K.; DESAI, B. B. Postharvest biotechnology of fruits. Boca Raton: CRC Press, 1984. v. 1, 168 p.

SARANWONG, S.; SORNSRIVICHAI, J.; KAWANO, S. **Prediction of ripe-stage eating quality of mango fruit from its harvest quality measured nondestructively by near infrared spectroscopy**. Postharvest Biology and Technology, v. 31, p. 137-145, 2004.

SEYMOUR, G. B.; GROSS, K. C. **Cell wall disassembly and fruit softening**. Postharvest News and Information, Wallingford, v.7, p.45-52, 1996.

SIGRIST, J. M. M. Respiração. In: BLEINROTH, E. W. (Coord.). **Tecnologia de pós-colheita de frutas tropicais**. 2. ed. rev. Campinas: ITAL, 1992. cap. 2, p. 19-26. (Manual Técnico, 9).

SILVA, D. F. P. **Desenvolvimento e controle do amadurecimento da Manga ‘Ubá’**.2009. 109f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2009.

SILVESTRE, L. Produção de manga no Estado deve chegar a 9 mil toneladas. Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca. Março de

2017. Disponível em: <<https://seag.es.gov.br/producao-de-manga-no-estado-deve-chegar-a-9-m>>. Acesso em: 22 de julho de 2018.

SUBEDI, P. P.; WALSH, K. B.; OWENS, G. **Prediction of mango eating quality at harvest using short-wave near infrared spectrometry**. *Postharvest Biology and Technology*, Pullman, v. 43, n. 3, p. 326-334, Mar. 2007.

VAN BUREN, J. P.; Function of pectin in plant tissue structure and firmness. In: WALTER, R. H. (Ed.). *The chemistry and technology of pectin*. New York: Academic Press, 1984, p. 1-22.

VAN DIJK, C.; BOERIU, C.; PETER, F.; STOLLE-SMITS, T.; TIJSKENS, L.M.M. The firmness of stored tomatoes (cv. Tradiro). 1. Kinetic and near infrared models to describe firmness and moisture loss. **Journal of Food Engineering**, v. 77, p. 575–584, 2006.

VIÉGAS, F. C. P. A industrialização dos produtos cítricos. In: RODRIGUEZ, O. et al. (Ed.). **Citricultura brasileira**. 2 ed. Campinas: Fundação Cargill, 1991. p. 898-922.

WARRINGTON, L. J.; FULTON, T. A.; HALLIGAN, E. A.; SILVA, H. N. Apple fruit growth and maturity are affected by early season temperatures. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. Alexandria, v. 124, n. 5, p. 468-477, 1999.