

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**FENOLOGIA, PRODUÇÃO E QUALIDADE DOS FRUTOS DE
CULTIVARES DE MANGUEIRA EM CONDIÇÕES SUBTROPICAIS**

JACKSON MIRELLYS AZEVÊDO SOUZA

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da UNESP –
Campus de Botucatu, para obtenção do
título de Mestre em Agronomia
(Horticultura)

BOTUCATU-SP

Março - 2014

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**FENOLOGIA, PRODUÇÃO E QUALIDADE DOS FRUTOS DE
CULTIVARES DE MANGUEIRA EM CONDIÇÕES SUBTROPICAIS**

JACKSON MIRELLYS AZEVÊDO SOUZA

Orientadora: Prof^a Dr^a Sarita Leonel

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da UNESP –
Campus de Botucatu, para obtenção do
título de Mestre em Agronomia
(Horticultura)

BOTUCATU-SP

Março – 2014

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

S729f Souza, Jackson Mirellys Azevêdo, 1989-
Fenologia, produção e qualidade dos frutos de cultivares de mangueira em condições subtropicais / Jackson Mirellys Azevêdo Souza. - Botucatu : [s.n.], 2014
xiv, 80 f. : tabs., ils. color., fots. color., grafos.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2014
Orientador: Sarita Leonel
Inclui bibliografia

1. Manga - Produção. 2. Frutos - Qualidade. 3. Fenologia. 4. Antioxidantes. I. Leonel, Sarita. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agronômicas. III. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: FENOLOGIA, PRODUÇÃO E QUALIDADE DOS FRUTOS DE
CULTIVARES DE MANGUEIRA EM CONDIÇÕES SUBTROPICAIS

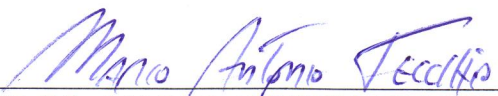
ALUNO: JACKSON MIRELLYS AZEVÊDO SOUZA

ORIENTADORA: PROFª DRª SARITA LEONEL

Aprovado pela Comissão Examinadora



PROFª DRª SARITA LEONEL



PROF. DR. MARCO ANTONIO TECCHIO



PROFª DRª ELMA MACHADO ATAÍDE

Data da Realização: 06 de março de 2014.

DEDICO

Aos meus pais Juarez Pereira de Souza e Maria de Lourdes Azevêdo Souza, que são minha base, por compreenderem minha ausência, necessária para realização do mestrado, e ainda assim se fazerem tão presentes com muito carinho, apoio e força.

OFEREÇO

Aos meus irmãos Josemar Mirellys Azevêdo Souza e Jaqueline Azevêdo de Souza, pela força, incentivo, confiança e carinho.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela benção da vida, saúde, sabedoria e perseverança, assim como pela proteção, força e coragem para enfrentar algo novo e tão distante daqueles que são minha base;

À Faculdade de Ciências Agrônômicas (UNESP – Campus de Botucatu), pela oportunidade de realização do curso e por toda a estrutura disponibilizada para realização do experimento de mestrado e também outros realizados durante o curso;

À minha orientadora, Prof^a Dr^a Sarita Leonel, pela orientação, presteza, dedicação, ética, paciência, confiança e ensinamentos transmitidos, fundamentais para que eu pudesse seguir com segurança durante o curso;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos concedida;

Aos meus sobrinhos queridos, Pedro Henrique e Luis Felipe, que me proporcionaram bastante alegria quando pude estar com eles;

Aos meus primos, Anderson e Tamara, pelas conversas, conselhos e bons momentos compartilhados e a todos os demais familiares que de alguma forma me ajudaram durante o curso, seja com palavras ou gestos de incentivo;

Aos meus irmãos da República “Oxi, é nósis!!!”, Bruno, Falkner e Lucas, pelo companheirismo e pelos momentos de descontração, essenciais para que eu pudesse repor a energia após dias de muito cansaço;

À Sthefani, grande amiga que a vida tratou de por em meu caminho, por todos os bons momentos compartilhados, seja para trocar “idéias acadêmicas”, conselhos ou mesmo jogar conversa fora;

Aos meus amigos de pós-graduação, em especial, Adelana, Bruno Henrique, Daniela, Joyce, Luis Lessi, Rafael, Joara e Natália, pela ajuda em diversos trabalhos, conselhos, conversas e momentos de descontração;

Aos meus amigos da graduação que estiveram presentes durante o mestrado, em especial Gabriela, Karina, Taíza e Virgínia, pelas conversas e pelos momentos que pudemos estar juntos, que embora tenham sido poucos, foram muitos divertidos;

A todos os professores da pós-graduação em Agronomia (Horticultura), em especial os Professores Aloísio Costa Sampaio, Marco Antonio Tecchio, e Regina Marta Evangelista, pela ajuda, força e direcionamento passado;

Aos funcionários da FCA/UNESP e da Fazenda Experimental São Manuel pela dedicação e ajuda;

A Antonio Ribeiro da Cunha, do departamento de Solos e Recursos ambientais, por disponibilizar os dados de horas de frio e balanço hídrico;

Aos meus professores da graduação na UFRPE, que com dedicação e paciência me ajudaram a criar uma base sólida e forte na área de agronomia, em especial, a Professora Elma Machado Ataíde, que me orientou e me ajudou a trilhar os primeiros passos na carreira acadêmica;

A todos os demais que de alguma forma acabaram me ajudando a alcançar meus objetivos acadêmicos até aqui.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABELAS	xi
RESUMO	1
SUMMARY	3
1 INTRODUÇÃO.....	5
2 OBJETIVOS.....	7
2.1 Objetivo geral	7
2.2 Objetivos específicos	7
3 REVISÃO DE LITERATURA	9
3.1 Origem e dispersão	9
3.2 Características botânicas e fenologia da floração à frutificação.....	10
3.3 Cultivares avaliadas e desempenho agrônômico	13
3.3.1 A cultivar Keitt.....	14
3.3.2 A cultivar Palmer	14
3.3.3 A cultivar Espada Vermelha	15
3.4 Acúmulo de graus-dias nas fases de floração e frutificação	16
3.5 Colheita e qualidade pós-colheita dos frutos	17
3.5.1 Aspectos físicos dos frutos.....	18
3.5.2 Aspectos físico-químicos e bioquímicos dos frutos.....	19

4 MATERIAL E MÉTODOS.....	23
4.1 Caracterização da área	23
4.2 Delineamento experimental e análise estatística.....	26
4.3 Tratos culturais	26
4.3.1 Análise do solo e adubação	26
4.3.2 Controle de pragas, doenças e plantas espontâneas	27
4.4 Avaliações fenológicas	27
4.4.1 Fenologia da floração à frutificação.....	28
4.4.2 Curvas de crescimento dos frutos.....	29
4.5 Exigência térmica (acúmulo de graus-dia)	30
4.6 Avaliações do período de produção.....	31
4.7 Avaliação da qualidade pós-colheita dos frutos.....	32
4.7.1 Avaliações físicas dos frutos	33
4.7.2 Avaliações físico-químicas e bioquímicas	37
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
5.1. Fenologia da floração à frutificação.....	41
5.1.2 Curvas de crescimento dos frutos.....	46
5.2 Exigência térmica (acúmulo de graus-dia)	50
5.3 Avaliações do período de produção.....	52
5.4 Avaliação da qualidade pós-colheita dos frutos.....	55
5.4.1 Avaliações físicas dos frutos	55

5.4.2 Avaliações físico-químicas e bioquímicas dos frutos	61
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	68
7 CONCLUSÕES	70
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Médias de precipitação pluvial e de temperaturas mínimas e máximas do município de São Manuel, SP de janeiro de 2012 a março de 2013.....	24
Figura 2. Vista parcial da área experimental em São Manuel, SP em junho de 2012.....	25
Figura 3. Extrato do balanço hídrico mensal de 2012 (A) e 2013 (B) em São Manuel, SP.....	25
Figura 4. Identificação dos ramos com gemas em fase de diferenciação.....	29
Figura 5. Gema em fase de diferenciação.....	29
Figura 6. Medição do diâmetro longitudinal (A) e transversal (B) do fruto com auxílio de paquímetro digital.....	30
Figura 7. Diâmetros longitudinal (DL) e transversal (DT) de frutos de mangueira (adaptado de Campbell, 1992).....	33
Figura 8. Pesagem do fruto para obtenção da massa fresca (A) e pesagem da polpa (B), casca (C) e caroço (D) para determinação dos seus rendimentos.....	34
Figura 9. Avaliação da cor da polpa (A) e casca (B) com colorímetro Minolta.....	35
Figura 10. Diagrama de cromaticidade a^*b^* . Fonte: Konica Minolta (1998).....	36
Figura 11. Diagrama de cromaticidade e luminosidade. Fonte: Konica Minolta (1998).....	36
Figura 12. Titulação com NaOH (A) e ponto de viragem (B) para avaliação da AT.....	37
Figura 13. Medição do teor de sólidos solúveis com auxílio de refratômetro digital.....	38

Figura 14. Medição do pH com uso de pHmetro.....	38
Figura 15. Estádios de desenvolvimento das panículas: fase de diferenciação da gema (A e B), fase de alongamento (C, D e E) e fase de florescimento e frutificação (F).....	43
Figura 16. Estádios de desenvolvimento dos frutos da cultivar Espada Vermelha: chumbinho (A), bola de gude (B), ovo (C) e fruto (D).....	44
Figura 17. Estádios de desenvolvimento dos frutos da cultivar Keitt: chumbinho (A), bola de gude (B), ovo (C) e fruto (D).....	44
Figura 18. Estádios de desenvolvimento dos frutos da cultivar Palmer: chumbinho (A), bola de gude (B), ovo (C) e fruto (D).....	45
Figura 19. Comprimento dos frutos das três cultivares de mangueira em função dos dias após a antese. São Manuel, SP. 2014.....	48
Figura 20. Diâmetro dos frutos das três cultivares de mangueira em função dos dias após a antese. São Manuel, SP. 2014.....	48
Figura 21. Formato dos frutos das três cultivares de mangueira em função dos dias após a antese.....	49
Figura 22. Sazonalidade das cultivares de mangueira no ciclo agrícolas 2012/2013. São Manuel-SP, 2014.....	54
Figura 23. Coloração da casca e polpa de fruto da cultivar Espada Vermelha.....	60
Figura 24. Coloração da casca e polpa de fruto da cultivar Keitt.....	61
Figura 25. Coloração da casca e polpa de fruto da cultivar Palmer.....	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Horas de frio abaixo de 7, 10 e 13 °C do município de São Manuel, SP, em 2012.....	24
Tabela 2. Análise de solo da área experimental, São Manuel/SP, 2012.....	26
Tabela 3. Análise do solo (micronutrientes) da área experimental, São Manuel/SP. 2012.....	27
Tabela 4. Classes de tamanho dos frutos de mangueira.....	34
Tabela 5. Valores do Teste F da análise de variância e resultados médios do número de dias para formação da panícula, estágio chumbinho, estágio bola de gude, estágio ovo e estágio fruto das três cultivares de mangueira no ciclo agrícola 2012/2013, São Manuel/SP, 2014.....	41
Tabela 6. Valores do Teste F da análise de variância e resultados médios do número de dias para início do abortamento natural dos frutos, dias da floração, dias da colheita e dias até a maturação completa dos frutos das três cultivares de mangueira no ciclo agrícola 2012/2013, São Manuel/SP, 2014.....	42
Tabela 7. Resultados médios do número de dias para formação da panícula, estágio chumbinho, estágio bola de gude, estágio ovo e estágio fruto das três cultivares de mangueira no ciclo agrícola 2012/2013, São Manuel/SP, 2014.....	43
Tabela 8. Resultados médios de Número de dias para início do abortamento natural dos frutos, dias da floração, dias da colheita e dias até a maturação completa dos frutos das três cultivares de mangueira no ciclo agrícola 2012/2013, São Manuel/SP, 2014.....	46
Tabela 9. Valores do Teste F da análise de variância e resultados médios de graus-dia acumulados para formação da panícula, estágio chumbinho, estágio ovo, estágio fruto e	

maturação completa dos frutos das três cultivares de mangueira no ciclo agrícola 2012/2013, São Manuel/SP, 2014.....	50
Tabela 10. Resultados médios de graus-dia acumulados para formação da panícula, estágio chumbinho, estágio ovo, estágio fruto e maturação completa dos frutos das três cultivares de mangueira no ciclo agrícola 2012/2013, São Manuel/SP, 2014.....	51
Tabela 11. Valores do Teste F da análise de variância e resultados médios do número de frutos por panícula, porcentagem de panículas com abortamento total de frutos e número de frutos por planta das três cultivares de mangueira no ciclo agrícola 2012/2013. São Manuel-SP, 2014.....	52
Tabela 12. Valores do Teste F da análise de variância e resultados médios da produção, produtividade e eficiência produtiva das três cultivares de mangueira no ciclo agrícola 2012/2013. São Manuel,SP. 2014.....	52
Tabela 13. Resultados médios do número de frutos por panícula, porcentagem de panículas com abortamento total de frutos e número de frutos por planta das três cultivares de mangueira no ciclo agrícola 2012/2013, São Manuel/SP, 2014.....	53
Tabela 14. Resultados médios da Produção, produtividade e eficiência produtiva das três cultivares de mangueira no ciclo agrícola 2012/2013, São Manuel/SP, 2014.....	54
Tabela 15. Valores do Teste F da análise de variância e resultados médios do diâmetro longitudinal, diâmetro transversal e formato do fruto das três cultivares de mangueira no ciclo agrícola 2012/2013, São Manuel/SP, 2014.....	55
Tabela 16. Valores do Teste F da análise de variância e resultados médios da massa fresca do fruto e rendimentos de polpa, casca e caroço das três cultivares de mangueira no ciclo agrícola 2012/2013, São Manuel/SP, 2014.....	55
Tabela 17. Resultados médios de diâmetro longitudinal, diâmetro transversal e formato do fruto das três cultivares de mangueira no ciclo agrícola 2012/2013, São Manuel/SP, 2014.....	56

Tabela 18. Resultados médios de massa fresca do fruto e rendimentos de polpa, casca e caroço das três cultivares de mangueira no ciclo agrícola 2012/2013, São Manuel/SP, 2014.....	57
Tabela 19. Resultados médios de porcentagem de frutos por classe comercial das três cultivares de mangueira no ciclo agrícola 2012/2013, São Manuel/SP, 2014.....	58
Tabela 20. Valores do Teste F da análise de variância e resultados médios de luminosidade (L), coordenadas *a e *b, croma e ângulo Hue (°h) da superfície externa dos frutos (casca) das três cultivares de mangueira no ciclo agrícola 2012/2013, São Manuel/SP, 2014.....	58
Tabela 21. Valores do Teste F da análise de variância e resultados médios de luminosidade (L), coordenadas *a e *b, croma e ângulo Hue (°h) da polpa dos frutos das três cultivares de mangueira no ciclo agrícola 2012/2013, São Manuel/SP, 2014.....	58
Tabela 22. Resultados médios de luminosidade (L), coordenadas *a e *b, Chroma (C*) e ângulo hue (°h) da superfície externa dos frutos (casca) das três cultivares de mangueira no ciclo agrícola 2012/2013, São Manuel/SP, 2014.....	59
Tabela 23. Resultados médios de luminosidade (L), coordenadas *a e *b, croma e ângulo Hue da polpa dos frutos das três cultivares de mangueira no ciclo agrícola 2012/2013, São Manuel/SP, 2014.....	60
Tabela 24. Valores do Teste F da análise de variância e resultados médios de acidez titulável, sólidos solúveis, “Ratio”, pH e índice tecnológico dos frutos das três cultivares de mangueira no ciclo agrícola 2012/2013, São Manuel/SP, 2014.....	62
Tabela 25. Resultados médios de Acidez titulável, sólidos solúveis, “Ratio”, pH e índice tecnológico dos frutos das três cultivares de mangueira no ciclo agrícola 2012/2013, São Manuel/SP, 2014.....	63

Tabela 26. Valores do Teste F da análise de variância e resultados médios de capacidade antioxidante, compostos fenólicos, flavonóides, carotenóides e ácido ascórbico dos frutos das três cultivares de mangaueira no ciclo agrícola 2012/2013, São Manuel/SP, 2014.....64

Tabela 27. Resultados médios de capacidade antioxidante, compostos fenólicos, flavonóides, carotenóides e ácido ascórbico dos frutos das três cultivares de mangaueira no ciclo agrícola 2012/2013, São Manuel/SP, 2014.....66

Tabela 28. Valores do Teste F da análise de variância e resultados médios de açúcar redutor, açúcar não-redutor e açúcar total dos frutos das três cultivares de mangaueira no ciclo agrícola 2012/2013, São Manuel/SP, 2014.....66

Tabela 29. Resultados médios da porcentagem de açúcar redutor, açúcar não-redutor e açúcar total dos frutos das três cultivares de mangaueira no ciclo agrícola 2012/2013, São Manuel/SP, 2014.....67

FENOLOGIA, PRODUÇÃO E QUALIDADE DOS FRUTOS DE CULTIVARES DE MANGUEIRA EM CONDIÇÕES SUBTROPICAIS. Botucatu, 2014. 94p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Horticultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

Autor: Jackson Mirellys Azevêdo Souza

Orientadora: Sarita Leonel

RESUMO

Devido à enorme diversidade de cultivares e híbridos, assim como diferentes condições edafoclimáticas, o estudo do comportamento das cultivares de mangueira nas distintas regiões produtoras é de grande importância. Diante do exposto, objetivou-se neste trabalho avaliar a fenologia, a produção e a qualidade dos frutos de cultivares de mangueira em condições subtropicais do estado de São Paulo. O experimento foi realizado na Fazenda Experimental São Manuel da Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP em São Manuel-SP. Foram avaliadas as cultivares Espada Vermelha, Keitt e Palmer. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, utilizando-se uma planta por parcela e 10 repetições. A fenologia foi avaliada considerando-se o número de dias para formação da panícula e das fases de desenvolvimento dos frutos, além da curva de crescimento dos mesmos e a exigência térmica. As avaliações referentes à produção foram: número de frutos produzidos por planta e por panícula; porcentagem de abortamento, produção, produtividade, eficiência produtiva e sazonalidade de produção. Quanto à análise física dos frutos, foram avaliados os diâmetros longitudinal e transversal, o formato e a massa do fruto, o rendimento de polpa, casca e caroço, calibre e cor da casca e da polpa. Em relação às características químicas e bioquímicas, avaliou-se: acidez titulável, sólidos solúveis, “Ratio”, índice tecnológico, teor de ácido ascórbico, açúcares redutor, não-redutor e total, carotenóides, atividade antioxidante, flavonóides e polifenóis. Com base nos resultados observou-se que as três cultivares avaliadas possuem duração dos estádios fenológicos distintas. A cultivar Keitt apresenta maior número de dias e maior exigência térmica para atingir a maturidade fisiológica dos frutos. As curvas de crescimento dos frutos de ‘Espada Vermelha’, Keitt’ e Palmer se comportam da mesma forma em função dos dias após a antese, e seguem modelo sigmoidal. A ‘Palmer’ é a

cultivar com melhor desempenho produtivo, com maior número de frutos por planta, menor taxa de abortamento e maior eficiência produtiva. Em relação à qualidade dos frutos, as cultivares Palmer e Keitt apresentaram maior rendimento de polpa em detrimento do rendimento de casca e caroço. Quimicamente, os frutos da cultivar Palmer são de melhor qualidade, pois possuem alta capacidade antioxidante, alto teor de ácido ascórbico, maior quantidade de compostos polifenólicos e boas quantidades de flavonóides e açúcares totais.

Palavras-chave: *Mangifera indica*L., manga, graus-dia, produtividade, caracterização, capacidade antioxidante, açúcares.

PHENOLOGY, PRODUCTION AND QUALITY OF FRUITS MANGO CULTIVARS AT SUBTROPICAL CONDITIONS. Botucatu, 2014. 94p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

Author: Jackson Mirellys Azevêdo Souza

Adviser: Sarita Leonel

SUMMARY

Due to the enormous diversity of cultivars and hybrids, as well as different environmental conditions, the study of the performance of mango cultivars in different regions is of great importance. Given the above, this study aimed to assess the phenology, production and fruit quality of mango cultivars in subtropical conditions of the state of São Paulo. The experiment was conducted at the Experimental Farm of San Manuel Faculty of Agricultural Sciences, UNESP in São Manuel-SP. The Espada Vermelha, Keitt and Palmer were evaluated. The experimental design was randomized blocks, with one plant per plot and 10 repetitions. Phenology was evaluated by considering the number of days and the panicle formation stage of fruit development, plus the growth of the same and the thermal demand curve. For the production was evaluated: number of fruits per plant and per panicle, percentage of abortion of fruits, production, productivity, production efficiency and seasonality of production. For the physical analysis of the fruits were evaluated: longitudinal and transverse diameters, the shape and weight of the fruit, the yield of pulp, peel and seed, size and color of the skin and pulp. Regarding the chemical and biochemical characteristics were assessed: titratable acidity, soluble solids, Ratio, technological index, ascorbic acid, reducing sugars, non-reducing sugars, total sugars, total carotenoids, antioxidant activity, flavonoids and polyphenols. Based on the results it was observed that the three cultivars have different duration of phenological stages. The cultivar Keitt had the greatest number of days and thermal requirement to reach physiological maturity of the fruit. The growth curves of the fruit of ‘Espada Vermelha’, ‘Keitt’ and ‘Palmer’ behave the same way as a function of days after anthesis, and follow sigmoidal model. The ‘Palmer’ is a cultivar with better performance, with the highest

number of fruits per plant, lower abortion of fruits rate and higher production efficiency. Regarding the quality of the fruits, the Palmer and Keith cultivars has higher pulp yield at the expense of the shell and seed. Chemically, the fruits of cultivar Palmer are better quality because they have high antioxidant capacity, high content of ascorbic acid, the greater amount of polyphenolic compounds and good amounts of flavonoids and total sugars.

Keywords: *Mangifera indica* L., mango, phenological phases, degree-days, yield, characterization, antioxidant capacity, sugars.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil figura entre os maiores produtores de frutas do mundo, a diversidade de tipos de clima e de solos permite ao país o cultivo de diferentes espécies frutíferas, desde aquelas de clima tropical até mesmo aquelas de clima temperado (FACHINELLO et al., 2009).

Dentre as diversas espécies frutíferas, a mangueira é uma das que mais se destaca no cenário nacional. A mangicultura é uma das principais atividades do agronegócio frutícola brasileiro, com crescimento constante nos últimos anos (ALMEIDA et al., 2005), sendo a manga uma das frutas tropicais mais apreciadas no mundo devido ao seu sabor e aroma característicos, além da coloração atraente e alto valor nutritivo (SILVA et al., 2012a).

O maior produtor mundial de manga é a Índia. O Brasil ocupa a sétima posição do ranking, com produção de 1,2 milhões de toneladas colhidas em uma área de, aproximadamente, 76 mil hectares, em 2011 (FAOSTAT, 2013). As regiões Nordeste e Sudeste são responsáveis pela maior parte da produção brasileira, com destaque para os estados da Bahia, São Paulo, Pernambuco e Minas Gerais, que produziram em

2011, respectivamente, 522,4, 227,2, 215,6 e 108,6 mil toneladas em 2012. No estado de São Paulo, as regiões Oeste, Noroeste e Nordeste foram as maiores produtoras de manga, as cidades de Monte Alto, Fernando Prestes e Taquaritinga, apresentaram produção de, respectivamente, 40,0, 30,2 e 27,5 mil toneladas em 2012 (IBGE, 2013).

O mercado interno e externo de manga se encontra em expansão, uma vez que há tendência mundial ao consumo de frutas tropicais frescas, em detrimento das industrializadas, devido principalmente aos valores nutricionais (CARVALHO et al., 2004). Neste cenário, a introdução do cultivo desta frutífera em novas regiões no estado de São Paulo torna-se promissora, sobretudo em locais que apresentem características edafoclimáticas pertinentes para o desenvolvimento desta cultura, como os municípios de clima subtropical, a exemplo de São Manuel.

A principal cultivar de manga produzida no país é a Tommy Atkins, no entanto, conforme Lima Neto et al. (2010), os produtores brasileiros deverão priorizar a diversificação da matriz nacional diante da crescente competitividade internacional, das oscilações constantes do mercado e da instabilidade de preferência dos consumidores. Segundo os autores, a diversificação por meio do uso de diferentes cultivares ainda é uma importante ferramenta para a prevenção de doenças e pragas que podem dizimar rapidamente os pomares altamente uniformes.

A avaliação de cultivares alternativas, nas diferentes regiões produtoras, torna-se uma ferramenta de extrema importância para a mangicultura brasileira, já que existe grande diversidade de cultivares e híbridos disponíveis para o cultivo, assim como diferentes condições edafoclimáticas, que influenciam o crescimento e o desenvolvimento da planta de forma direta e indireta.

Tal conhecimento é determinante para melhor manejo da cultura, maior produtividade e obtenção de frutos de qualidade com aceitação pelo mercado consumidor. A partir deste estudo é possível selecionar as melhores cultivares para determinada região, de acordo com características referentes à sua fenologia, desempenho agrônomico e qualidade pós-colheita dos frutos, todas importantes para a seleção de uma boa cultivar.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O presente trabalho teve como objetivo geral avaliar a fenologia, produção e qualidade de frutos de diferentes cultivares de mangueira em condições subtropicais.

2.2 Objetivos específicos

- Verificar a época de ocorrência e duração das fases de floração e colheita das cultivares de mangueira em condições subtropicais do estado de São Paulo;
- Estudar o comportamento do crescimento dos frutos de cada cultivar durante seu desenvolvimento na planta;

- Estimar o número de graus-dias necessários para cada fase do ciclo fenológico (floração e produção), das cultivares em clima subtropical;
- Avaliar o desempenho agrônômico das cultivares, para posterior indicação de cultivo em regiões de clima subtropical do estado de São Paulo;
- Analisar as características físicas, físico-químicas e bioquímicas dos frutos de cada cultivar, mediante as condições de cultivo do município de São Manuel/SP.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Origem e dispersão

Conforme a classificação dos centros de origem das plantas cultivadas proposta por Vavilov (1951), a mangueira é originária do segundo grande centro, o Indiano e do subcentro Indo-malaio. Destes dois centros de origem, surgiram duas raças distintas de mangueira, conhecidas como raça Indiana e Filipina. A raça Indiana, originária do grande centro Indiano, apresenta frutos de boa aparência externa, com casca bem colorida, geralmente variando entre rosa e vermelho intenso, e com sementes monoembriônicas. Já a raça Filipina, que tem o subcentro Indo-malaio como origem, apresenta frutos alongados, casca com coloração verde-amarelada e sementes poliembriônicas (MUKHERJEE, 1985).

O cultivo da mangueira fora de seu centro de origem, provavelmente iniciou-se após as expedições europeias do século 15 e 16, mediante o

transporte de frutos maduros ou mudas, uma vez que suas sementes são recalcitrantes, apresentando-se viáveis por poucos dias ou semanas. Acredita-se que foram os portugueses que iniciaram o processo de dispersão desta cultura, levando-a de suas colônias na Índia para colônias africanas. Posteriormente, a partir das colônias africanas, os portugueses levaram a mangueira para o Brasil. Por outro lado, os espanhóis, em expedição por região Filipina, encontraram cultivares locais, os quais foram levadas pelos mesmos para a costa do México e Panamá, por esse motivo, até os dias de hoje a cultivar de maior expressão no México é a ‘Manila’, cultivar poliembrionica de origem filipina (MUKHERJEE; LITZ, 2009).

A manga foi introduzida no ocidente em meados do século 18. Na Flórida, as primeiras introduções ocorreram em 1891, com cultivares poliembrionicas. A princípio, a cultivar ‘Mulgoba’ se destacou, e posteriormente algumas plantas passaram a produzir frutos diferentes daqueles produzidos originalmente, sendo então selecionadas e chamadas de ‘Haden’, a partir da qual foram criadas outras progênes, como por exemplo, a ‘Tommy Atkins’. A partir de então, muitas cultivares foram criadas na Flórida, e hoje estão estabelecidas em praticamente todas as regiões produtoras do mundo, formando a base do comércio internacional desta fruta (MUKHERJEE; LITZ, 2009).

No Brasil, as primeiras cultivares introduzidas foram da raça Filipina, que produziam frutos com polpa altamente fibrosa e sementes poliembrionicas, apresentando pequena variação genética. Consequente a este cenário, a mangicultura no país ficou limitada por muito tempo a pequenos pomares que atendiam somente as necessidades do mercado interno (FERREIRA et al., 2002).

Somente na metade do século XX, com introdução de cultivares da raça Indiana, que a mangicultura brasileira ganhou força. Essas cultivares foram provenientes de resultados de melhoramento genético na Flórida e apresentavam maior qualidade de frutos e sementes monoembrionicas, que permitiram uma maior variabilidade genética da cultura (LUCENA, 2006).

3.2 Características botânicas e fenologia da floração à frutificação

A mangueira é uma planta pertencente ao filo Angiospermae, divisão Magnoliophyta, classe Magnoliopsida, ordem Sapindales, família Anacardiaceae e gênero *Mangifera*. O gênero *Mangifera* engloba cerca de 60 espécies, sendo a espécie *M.*

indica a mais importante. No entanto, existem outras espécies com frutos comestíveis. As duas raças de *M. indica* foram cruzadas ao longo dos anos, formando um complexo de híbridos com mais de um milhão de variedades espalhadas pelo mundo. A grande variedade juntamente com o caráter heterozigótico da mangueira permite que esta cultura apresente plantas com diferentes formas de copa, folhas e principalmente de frutos, que vão desde aqueles de forma oval àqueles de forma oblonga (PINTO et al., 2002).

A mangueira é uma árvore frondosa com porte variando de médio a grande, podendo atingir cerca de 40 metros ou mais, com copa simétrica de forma arredondada baixa à forma piramidal alta, podendo ser densa ou aberta (SANTOS SEREJO, 2005). O sistema radicular é composto por uma raiz principal longa e vigorosa com grande número de raízes superficiais (MUKHERJEE; LITZ, 2009).

As folhas da mangueira são simples e alternadas, com pecíolos longos que variam entre 1 e 12,5 centímetros de comprimento. A morfologia da folha pode variar conforme a cultivar, podendo apresentar-se de forma lanceolada, oblonga ou ovalada. Na maior parte, as folhas medem de 12 a 38 centímetros de comprimento e de 2 a 13 centímetros de largura. Quando jovens, as folhas possuem coloração cobre, avermelhadas, com a exposição à luz, mudam gradativamente para verde-escuro (MUKHERJEE; LITZ, 2009).

A mangueira possui inflorescência do tipo panícula, com forma cônica a piramidal, a mesma se desenvolve a partir de gemas terminais de ramos maduros com seis a nove meses de idade e flores hermafroditas e masculinas (PINTO et al., 2002).

Suas flores são pequenas, com 6 a 8 milímetros de comprimento, pentâmeras e de cores claras. Nas flores masculinas o androceu é composto de quatro a cinco estaminódios e estame com anteras bitecas, o gineceu é pouco desenvolvido e apresenta nectário na forma de disco no centro da flor. O grão de pólen produzido é esférico e pequeno, com coloração esbranquiçada. As flores hermafroditas possuem androceu similar ao das flores masculinas, no entanto, o gineceu destas flores é desenvolvido, com ovário súpero, uniovulado e estilete finalizado em estigma simples (KIILL; SIQUEIRA, 2010).

A antese das flores ocorre em sua maioria no período da manhã e os principais polinizadores são as moscas, contudo, vespas, besouros, borboletas e abelhas também podem estar envolvidos no processo de polinização da mangueira. Em uma mesma panícula podem ser encontrados botões florais, flores fechadas, flores em antese e flores

em senescência. Na mangueira, as flores duram cerca de três dias, no segundo dia as pétalas apresentam tons avermelhados e guias de néctar de cor escura, ao mesmo tempo em que os filetes mudam de cor, o que marca o fim do ciclo floral (KILL; SIQUEIRA, 2010).

O fruto da mangueira é uma grande drupa carnosa, com mesocarpo comestível de espessura variável. Podem ser encontrados vários tipos de frutos conforme sua forma, tamanho, cor, presença de fibras e sabor. O exocarpo, ou mais precisamente a casca do fruto, é grosso e glandular. Seu endocarpo é endurecido, grosso e fibroso. No mesocarpo as fibras se originam a partir do endocarpo (MUKHERJEE; LITZ, 2009).

A cultivar utilizada influencia de forma direta no número de panículas por planta, flores por panícula e pólen por antera, assim como no número final de frutos fixados. Do total de flores, apenas 35%, em média, são polinizadas, o que resulta em aproximadamente 0,01% do número de frutos no estande final. Diversos fatores podem estar envolvidos com o baixo vingamento das flores, como por exemplo, o enorme número de flores hermafroditas não polinizadas e o maior número de flores masculinas presentes na panícula (SINGH, 1954).

O florescimento da mangueira está intimamente ligado à ocorrência de temperaturas frias em condições subtropicais e tropicais de altitude, a exposição da planta às baixas temperaturas deve ocorrer por todo o processo de florescimento, que vai da morfogênese floral até a formação completa da panícula. Contudo, em regiões de baixa latitude o florescimento da mangueira depende em maior grau da exposição da planta a um moderado estresse hídrico (RAMÍREZ; DAVENPORT, 2010).

No estado de São Paulo, temperaturas noturnas baixas, entre 15 e 18 °C, no outono, podem promover o florescimento 80 a 90 dias após a exposição da planta a estas temperaturas. Em variedades poliembriônicas, possivelmente adaptadas há mais tempo com o clima regional, a resposta é mais imediata que em cultivares monoembriônicas, uma vez que estas cultivares exigem temperaturas abaixo de 15 °C por algumas horas, durante cerca de quatro dias, para seu florescimento (KAVATI, 2004).

O período de florescimento pode variar de cinco a seis meses, seu início poderá ser antecipado ou mesmo retardado de forma natural ou artificial, o que dependerá das condições climáticas, da produtividade da safra anterior e do uso de reguladores vegetais. O desenvolvimento da panícula dura de 35 a 42 dias em condições normais e o início da abertura das flores se dá após 21 dias do início do desenvolvimento

da inflorescência, ou seja, as flores iniciam a antese ainda antes do completo desenvolvimento da panícula (CUNHA et al., 2002).

O desenvolvimento dos primeiros frutos da mangueira se inicia quando o eixo principal da panícula está em pleno desenvolvimento e o estabelecimento da produção definitiva da planta, ocorre após o abortamento natural, 25 a 35 dias do final do alongamento da panícula, quando os frutos apresentam diâmetro superior a 0,5 cm. A fase de produção é de 110 dias em média, conseqüente da ocorrência de dois ou três fluxos de florescimento (KAVATI, 2004).

Em experimento com plantas da cultivar Tommy Atkins, com 21 anos de idade, nas condições edafoclimáticas do município de Petrolina-PE, Lucena et al. (2007), avaliando a fase de desenvolvimento dos frutos verificaram que esta cultivar atinge seu ponto de maturação 98 dias após a antese das flores, com fase de produção de 112 dias. Observaram ainda que os frutos apresentam crescimento quadrático em função dos dias após a antese. Da mesma forma, Rodrigues et al. (2013), nas condições do município de Salinópolis, PA, observaram para esta mesma cultivar, com plantas de 20 anos de idade, variação de 110 a 112 dias para o ciclo produtivo.

Estudando a fenologia da floração e frutificação da manga 'Ubá', Lemos et al. (2012), constataram, em plantas com 32 anos de idade, período de frutificação parecido com os dos trabalhos anteriores, 112 dias. Assim como Barros et al. (2010), no município de Santo Antônio/MT, que observaram ciclo produtivo de 112 dias para a cultivar Alfa. Souza (2007), analisando a curva de crescimento dos frutos de mangueira em Janaúba-MG, encontrou para as cultivares Haden, Palmer e Tommy Atkins, ciclos produtivos de 92, 115 e 118 dias, respectivamente.

Na maioria das vezes, somente de 1 a 3 frutos por panícula conseguem completar o desenvolvimento e atingir a maturação, com abscisão da maioria dos frutos em desenvolvimento ainda na primeira semana após a fecundação (CUNHA, et al. 2002), podendo atingir cerca de 80% dos frutos. A maturação dos frutos somente será alcançada após cerca de 3 a 4 meses da fecundação (LIMA FILHO et al., 2002).

3.3 Cultivares avaliadas e desempenho agrônomico

Dentre as cultivares de maior importância comercial no Brasil, a Tommy Atkins se destaca como a mais cultivada, além de ter maior participação quanto à

exportação de frutos. Essa cultivar apresenta boa produtividade, capacidade de adaptação aos diferentes ambientes de cultivo, boa tolerância às doenças, como oídio, antracnose e verrugose, e ainda frutos de qualidade, com boa conservação pós-colheita. Embora a Tommy Atkins seja a mais cultivada, vale salientar também a importância de cultivares como a Haden, Keitt e Palmer, entre outras de origem nacional (BRASIL, 1999).

3.3.1 A cultivar Keitt

A cultivar Keitt é originária da Flórida (USA), é uma árvore de porte médio e crescimento moderadamente vigoroso. Seus frutos são de cor amarelo-esverdeada, com leve tom rosa ou vermelho e numerosos laivos brancos ou amarelos. Os frutos são de formato oval, com base arredondada e mede de 13 a 15 cm de comprimento, 9 a 11 cm de largura e de 8,5 a 10 cm de espessura, com peso que varia entre 510 e 2000 g. A casca do fruto é espessa e resistente. A polpa é firme e succulenta, com pouca fibra e de coloração amarelo limão. Seu sabor é doce e suave, com aroma agradável e excelente qualidade. A semente é monoembriônica (SCHNELL et al., 2006).

Quando comparada às cultivares Haden e Tommy Atkins, a Keitt é considerada uma cultivar tardia e com maior concentração de sólidos solúveis, aproximadamente 21 °Brix (EMBRAPA, 2012). É a cultivar mais importante para a exportação de manga no ocidente depois da ‘Tommy Atkins’. Esta cultivar é ainda resistente à antracnose e ao transporte, além de ser bem produtiva (SCHNELL et al., 2006).

Em condições agroecológicas no município de Teresina-PI, Souza et al. (2004), avaliaram o desempenho produtivo de 15 cultivares de mangueira, dentre as quais observaram que a cultivar Keitt apresentou frutos com maior peso médio (761,63 g) e maior rendimento de polpa (79,62%), quando comparada às cultivares tradicionais, como por exemplo, a ‘Tommy Atkins’, no entanto, menor produção.

3.3.2 A cultivar Palmer

A cultivar Palmer foi originada na Flórida, em 1945. Esta cultivar possui crescimento moderadamente vigoroso. O fruto apresenta coloração amarelo-alaranjado ao vermelho-escuro e pequenos pontos brancos. Possui formato oblongo com base arredondada, medindo de 12 a 15 cm de comprimento, 8,5 a 10 cm de largura e 6,5 a

7,5 cm de espessura, com peso que varia de 510 a 850 g. A casca do fruto é de espessura média e resistente. A polpa é bastante firme e apresenta pouca fibra, de cor amarelo-alaranjado, com sabor suave e de boa qualidade. As sementes são monoembriônicas (SCHNELL et al., 2006).

Outra característica da ‘Palmer’ é o fato de ser bastante produtiva. É tardia quando comparada à ‘Tommy Atkins’ e à ‘Haden’ e suscetível à antracnose, contudo, apresenta menor suscetibilidade ao colapso interno (EMBRAPA, 2012). Esta cultivar tem atraído mais atenção do mercado de exportação no ocidente devido sua maior qualidade nutricional (SCHNELL et al., 2006).

Avaliando diferentes cultivares de mangueira selecionadas pelo Instituto Agronômico de Campinas (IAC) em comparação com outras de importância nacional no estado de São Paulo, Carvalho et al. (2004) confirmaram o caráter tardio da cultivar Palmer, contudo observaram que esta cultivar foi a mais produtiva, além de apresentar alto rendimento de polpa, no ciclo agrícola 2002/2003.

Da mesma forma, Peixoto et al. (2005), em estudo realizado no município goiano de Ipameri, também constataram o bom desempenho da cultivar Palmer em relação à produtividade e às características comerciais dos frutos, em comparação com as cultivares americanas Apple, Tommy Atkins e Van Dyke.

Assim como os autores já citados, avaliando o desempenho agronômico de quatro cultivares de mangueira, com sete anos de idade em dois ciclos produtivos, nas condições do município de São Manuel-SP, Modesto (2013) observou que a cultivar Palmer apresentou produção tardia em comparação com as cultivares Haden e Tommy Atkins. Verificou-se ainda que na safra 2011/2012, a cultivar Palmer alcançou maior produção e maior produtividade que a ‘Haden’.

3.3.3 A cultivar Espada Vermelha

A ‘Espada Vermelha’ é uma cultivar de origem nacional desenvolvida pelo Instituto Agronômico de Campinas (IAC). Foi selecionada a partir de plantas oriundas de sementes da cultivar Carabao, originária das Filipinas. Por ter sido obtida através de polinização aberta, o progenitor é desconhecido, no entanto acredita-se que seja a cultivar Itamarati, devido às semelhanças e proximidade física destas plantas com as plantas da cultivar Carabao (GALLO; ROSSETO, 2013).

Esta cultivar é precoce e tem período de colheita parecido com o da 'Haden'. Apresenta produção regular, sem o inconveniente da alternância de produção. Os frutos se assemelham aos da cultivar Espada, no entanto possuem menor teor de fibra e coloração avermelhada. A espada vermelha é considerada uma cultivar de dupla utilidade, uma vez que além de ser utilizada como copa, por apresentar resistência à seca-da-mangueira, causada pelo fungo de solo *Ceratocystis fimbriata*, pode ser utilizada também como porta-enxerto, além da evasão quanto ao ataque de moscas-das-frutas, devido a precocidade (GALLO; ROSSETO, 2013).

Em experimento com diferentes cultivares de mangueiras na cidade de Votuporanga/SP, Carvalho et al. (2004) verificaram que a cultivar Espada Vermelha apresentou baixa produção em dois ciclos agrícolas, quando comparada às cultivares Haden, Palmer, Votupa, Van Dyke e Tommy Atkins. Os valores encontrados para a referida cultivar foram de 10,10 kg.ha⁻¹ no ciclo agrícola 2001/2002 e de 13,23 kg.ha⁻¹ no ciclo agrícola 2002/2003.

Avaliando o efeito do boro na produção e qualidade dos frutos de diversos cultivares de mangueira em Pindorama-SP, Galli et al. (2013) observaram para a cultivar espada vermelha 112,5 frutos por planta com adubação com este micronutriente e 76,5 frutos por planta não adubada.

3.4 Acúmulo de graus-dias nas fases de floração e frutificação

O conceito de graus-dia remota há cerca de 200 anos. A temperatura a qual a planta é submetida durante sua vida influencia diretamente seu desenvolvimento, sendo que, essa quantidade de calor, necessária para tal fenômeno é expressa em graus-dias ou unidades de calor (MOTA, 1987).

A exigência térmica, medida pelo acúmulo de graus-dia, tem sido utilizada para o estabelecimento do tempo necessário para o desenvolvimento do produto, por exemplo, um fruto após a antese, em condições climáticas conhecidas. Todas as culturas necessitam de um número característico de graus-dias, sendo assim, alterações nas condições climáticas podem antecipar, no caso do calor, ou retardar, em caso de frio, a maturidade da planta (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

No sistema de avaliação de graus-dia, implica-se dizer que há uma temperatura abaixo da qual a planta não consegue se desenvolver ou se desenvolve em taxa

reduzida, essa temperatura é denominada de temperatura basal e é baseada no fato de que a planta necessita de certa quantidade de energia, no caso, o acúmulo de graus-dia, superior ao valor da sua temperatura basal, para que assim consiga completar uma determinada fase fenológica (SILVA et al., 1999).

No caso específico da mangueira, Silva (1996) recomenda a temperatura de 10 °C como sendo a temperatura basal para esta cultura. O estudo do acúmulo de graus-dias necessários para a planta completar certo estágio fenológico tem sido mais utilizado em detrimento do número de dias, uma vez que esta variável é constante e independente do local ou época de plantio (REUTHER, 1973).

Em estudo sobre o acúmulo de graus-dia para a cultura da mangueira nas condições do nordeste Paraense em duas safras, Rodrigues et al., (2013) verificaram que na safra de 2010/2011, devido a ocorrência de temperaturas mais elevadas e mais rápido acúmulo de graus-dia, o ciclo foi antecipado para a cultivar Tommy Atkins. Os mesmos autores observaram esta cultivar exige um acúmulo de 1.124,23 °C dia⁻¹ a 1.157,99 °C dia⁻¹ para a maturação dos frutos.

Conduzindo experimento na baixada cuiabana com mangueiras da cultivar Alfa, Barros et al., (2010) constataram um acúmulo de 2.116,50 °C dia⁻¹ para o ciclo produtivo desta cultivar, com temperatura basal de 10 °C. Quando avaliadas separadamente as fases fenológicas, Lucena (2006) reporta que a cultivar Tommy Atkins necessita do acúmulo de 479,82, 40,29, 237,44, 522,12 e 751,52 °C dia⁻¹ para formação completa da panícula e atingir os estádios chumbinho, bola de gude, ovo e fruto respectivamente, com temperatura base de 10 °C.

Avaliando a curva do crescimento de frutos de mangueira em Janaúba/MG, Souza (2007) encontrou valores de somas térmicas de 1.270,2 °C para a cultivar Haden, 1.962,7 °C para a 'Palmer' e 1.627,5 °C para a 'Tommy Atkins', considerando a temperatura basal inferior de 10 °C para as três cultivares.

3.5 Colheita e qualidade pós-colheita dos frutos

A determinação do ponto ideal de colheita dos frutos consiste em uma etapa fundamental para a comercialização e manutenção da qualidade pós-colheita dos mesmos. De acordo com Medina (1996), este ponto vai depender do tempo que a manga levará para ser consumida ou industrializada. Conforme o mesmo autor, quando

destinados para consumo interno, os frutos deverão ser colhidos em estágio totalmente maduro, contudo, para o mercado externo, a fruta deverá ser colhida quando madura, de modo que possa chegar ao consumidor ainda em bom estado de conservação.

Quando colhidos antes da maturação, os frutos não amadurecem, caso amadureçam, ocorre de forma irregular. As principais deficiências que ocorrem no amadurecimento da manga colhida de forma prematura afetam a cor, a firmeza e o conteúdo de açúcares e acidez. No entanto, quando colhidos tardiamente, a vida de prateleira dos frutos é reduzida, devido maior predisposição aos danos mecânicos e ao ataque de microrganismos (ALVES et al., 2002). Cunha et al. (2002), reportam que a época de maturação da manga difere nas diferentes regiões produtoras e que o período de desenvolvimento dos frutos varia entre 100 e 150 dias.

Diferentes parâmetros podem ser utilizados para a determinação do ponto ideal de colheita da manga, estes parâmetros se baseiam geralmente no aspecto externo do fruto ou na composição química na época da colheita. No entanto, esses indicadores podem variar de acordo com cada cultivar avaliada, uma vez que não são comuns para todas as espécies (LUCENA, 2006).

3.5.1 Aspectos físicos dos frutos

Os aspectos físicos utilizados como índice de colheita para a manga são baseados na forma e no aspecto do fruto e podem ser determinados visualmente, como por exemplo, o formato do ombro, a textura, o brilho da casca, o tamanho do fruto, entre outras características (ALVES et al., 2002).

Para a manga, a determinação do ponto de maturidade, quando baseado na forma, deve-se levar em consideração a espádua (ombro). Em frutos verdes esta região fica em linha reta com a inserção do pedúnculo, contudo, com o desenvolvimento do fruto essa região se eleva. O fruto deve estar mais cheio e arredondado, ao mesmo tempo em que o bico fica mais proeminente em algumas cultivares (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O tamanho do fruto é uma característica bastante utilizada como índice de maturidade, todavia, Chitarra e Chitarra (2005) reportam que este índice é limitante para frutas, enquanto que em hortaliças é mais utilizado, principalmente para aquelas comercializadas na fase precoce de desenvolvimento.

Avaliando as características físicas dos frutos de cinco cultivares de mangueira em São Manuel-SP, Silva et al. (2012a) observaram para as cultivares Parwin, Palmer, Tommy Atkins, Bourbon e Haden diâmetros longitudinais de 11,27, 13,67, 9,92, 12,01 e 9,33 cm e diâmetros transversais de 8,93, 8,67, 8,65, 7,25 e 8,33 cm respectivamente. Enquanto Rufine et al. (2011), em caracterização de frutos de acessos da cultivar Ubá, no leste do estado de Minas Gerais, verificaram média de 7,16 cm de diâmetro longitudinal e 5,67 cm de diâmetro transversal.

Assim como o tamanho, a massa do fruto também pode ser utilizada como índice de maturação, esta característica está diretamente relacionada à genética da cultivar. Quando madura, a massa da fruta deve estar dentro de um limite variável para aquela cultivar (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Silva et al. (2012a) encontraram massas variando de 431,0 a 562,4 g para as cultivares Parwin, Palmer, Tommy Atkins, Bourbon e Haden. Silva et al. (2012b), estudando a diversidade genética de quinze cultivares de mangueira em Viçosa-MG, verificaram massa de 678,6 g para a cultivar Palmer.

A coloração externa do fruto é outro aspecto comumente utilizado para determinação do ponto de colheita. No entanto, no caso da mangueira, o fruto pode apresentar diversas cores, característica específica para cada cultivar. Uma das maneiras de se medir a coloração da superfície de frutos é através da utilização de colorímetros, estes equipamentos indicam um conjunto de descritores que resultam na cor propriamente dita, através, por exemplo, da luminosidade, Chroma e ângulos de cor (KONICA MINOLTA, 1998).

Estudando a cor de diferentes cultivares de mangueira oriundas da região leste de Minas Gerais, Silva et al. (2012b) observaram para a cultivar Palmer valor de 13,9 para a coordenada de cor b^* da casca, indicando baixa intensidade da coloração amarela, quando avaliado o ângulo hue da polpa, o valor foi de $82,9^\circ$, o que indica que a polpa da 'Palmer' apresenta coloração amarela intensa.

3.5.2 Aspectos físico-químicos e bioquímicos dos frutos

Quanto às características físico-químicas dos frutos, vários fatores podem ser levados em consideração para a determinação do ponto de colheita e também para o estudo da qualidade do fruto.

Um destes fatores é o teor de sólidos solúveis (SS) dos frutos, que está relacionado à presença de compostos solúveis em água, como açúcares, vitaminas, ácidos, aminoácidos e pectinas. Esta característica varia de acordo com o grau de maturação do fruto e aumenta durante o amadurecimento do mesmo (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Fato observado por Lucena et al. (2007), estudando as alterações físicas e químicas em frutos de manga durante seu desenvolvimento. Os autores verificaram um comportamento quadrático para o teor de sólidos solúveis dos frutos em função do número de dias após a antese das flores, com maiores valores na fase final da maturação.

O teor de ácidos orgânicos também pode indicar o grau de maturação dos frutos, uma vez que diminui a medida que o fruto amadurece. Essa diminuição é consequente de sua oxidação no ciclo dos ácidos tricarbóxicos, decorrente do processo respiratório ou da própria conversão em açúcares (CHITARRA; CHITARRA, 2005). A acidez titulável (AT) é calculada com base no ácido de maior concentração no fruto

A acidez é usualmente calculada com base no principal ácido orgânico presente no fruto, no caso da manga, os principais ácidos presentes são o cítrico e o málico, no entanto há presença também dos ácidos oxálico, succínico, oxalacético, α -oxiglutarico e pirúvico. A acidez da manga varia de 0,17% a 3,66% em frutos verdes e de 0,11 a 0,56% em frutos maduros (MANICA, 2001).

Outro fator importante é o “Ratio”, que nada mais é do que a relação entre o teor de sólidos solúveis e a acidez titulável do fruto, a partir desta relação é possível ter um indicativo do sabor do fruto. Geralmente, o “Ratio” aumenta com o amadurecimento do fruto, em consequência do aumento de açúcares, que por sua vez ocorre em detrimento do decréscimo no conteúdo de ácidos orgânicos. Neste caso, todos os fatores, ambientais ou fisiológicos, que influenciam no metabolismo de açúcares e ácidos, interferem indiretamente na relação SS/AT, que expressa o sabor do fruto (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Silva et al. (2012a) verificaram variação entre 8,31 e 14,32 para o “Ratio”, com destaque para a cultivar Haden, que apresentou o maior valor em comparação com ‘Parwin’, ‘Palmer’, ‘Tommy Atkins’ e ‘Bourbon’.

Além dos compostos mais conhecidos, como os açúcares e ácidos orgânicos já citados, as frutas possuem uma série de substâncias que apresentam potencial para promover proteção antioxidante ao organismo humano, entre essas substâncias

destacam-se a vitamina C, os carotenóides e os compostos fenólicos (KAUR; KAPOOR, 2001).

Os antioxidantes retardam ou previnem a oxidação do substrato envolvido em processos oxidativos, impedindo dessa maneira a formação de radicais livres e conseqüentemente a morte celular (HALLIWEL et al., 1995). Oliveira et al. (2011), avaliando a capacidade antioxidante em extratos de polpa de goiaba, mamão e manga, verificaram que a goiaba possui maior capacidade antioxidante que a manga e o mamão.

Além de seu poder antioxidante, o ácido ascórbico (Vitamina C) é um componente químico de valor nutricional muito importante presente nas frutas, contudo seu teor, geralmente, não ultrapassa $300 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ de massa fresca de polpa. Este componente é acumulado durante a fase de desenvolvimento dos frutos, sendo que após a colheita o acúmulo é menor ou mesmo decresce (CHITARRA; CHITARRA 2005).

A vitamina C é um composto de essencial importância na nutrição humana, algumas frutas são fontes riquíssimas de ácido ascórbico, como a acerola, goiaba e o cajú (SILVA, 2007). Em frutos de mangueira, Silva et al. (2012a) verificaram teores de ácido ascórbico variando entre 7,47 e 34,27 $\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ de polpa fresca em frutos das cultivares Parwin, Palmer, Tommy Atkins, Bourbon e Haden.

No início do desenvolvimento dos frutos, a principal atividade que acontece nos tecidos da polpa é o acúmulo de amido, no entanto, com o amadurecimento esse composto começa a ser hidrolisado e sua maior parte transforma-se em açúcar. Quando maduros, os frutos apresentam maior quantidade de açúcares não redutores (sacarose), diferente de quando jovens, que apresentam mais açúcares redutores (glicose e frutose) (MANICA, 2001). Desta forma, Silva et al. (2012a), observaram que os frutos das cultivares de mangueira com maior concentração de açúcar total apresentavam conseqüentemente, menor quantidade de amido.

Os carotenóides são pigmentos naturais responsáveis pela coloração vermelha, amarela e alaranjada das frutas e outros vegetais. Eles apresentam diferentes funções biológicas e benefícios à saúde humana (MINGUÉZ-MOSQUERA; HONERO, 2002). Estes pigmentos podem ser utilizados como índice de maturação, e de acordo com Lima et al., (2009), a manga possui teor de 3,32 mg de carotenóides por 100 g de polpa quando madura.

A importância desses compostos na saúde humana se dá por serem precursores da vitamina A, estando ligados à manutenção da integridade dos tecidos

epiteliais, processo visual, crescimento, reprodução, etc. Em frutos, estes pigmentos tornam-se visíveis ao passo que a clorofila é degradada e se acumulam com o avanço do seu desenvolvimento (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Os compostos fenólicos, assim como os carotenóides estão presentes e amplamente distribuídos no reino vegetal, e estão fortemente ligados à qualidade dos frutos, uma vez que contribuem de forma nutricional com os mesmos (SCALZO et al., 2005). Além de estarem presentes em diversas frutas, os polifenóis apresentam atividade antioxidante no organismo, no entanto, sua concentração é dependente da cultivar, do estágio de maturação do fruto e de condições edafoclimáticas (REYNERSTON et al., 2008).

Referente às propriedades protetoras da saúde, os polifenóis são divididos em dois grupos, flavonóides e não flavonóides, como por exemplo, os ácidos fenólicos e as cumarinas. Dentre os flavonóides, os principais compostos são as antocianinas, flavonas, isoflavonas, flavanonas, flavanóis e as proantocianidinas (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Oliveira et al. (2011), estudando os compostos fenólicos de goiaba, mamão e manga, observaram valores de 159,8, 88,1 e 59,8 mg de ácido gálico por 100 g de polpa, respectivamente, para estas frutas.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Caracterização da área

O trabalho foi realizado na Fazenda Experimental São Manuel da Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP, situada a 22° 44' 28" S e 48° 34' 37" O, a 740 m de altitude. O clima do município de São Manuel-SP, conforme a classificação de Köppen, é do tipo *Cfa*, clima temperado quente (mesotérmico), com chuvas concentradas de novembro a abril (verão) e precipitação média anual de 1.376,70 mm, com temperatura média do mês mais quente superior a 22°C (CUNHA; MARTINS, 2009). Os dados climáticos de São Manuel para o período da safra 2012/2013, referentes às temperaturas mínimas e máximas e precipitação pluvial encontram-se na Figura 1, enquanto os dados de horas de frio podem ser visualizados na Tabela 1.

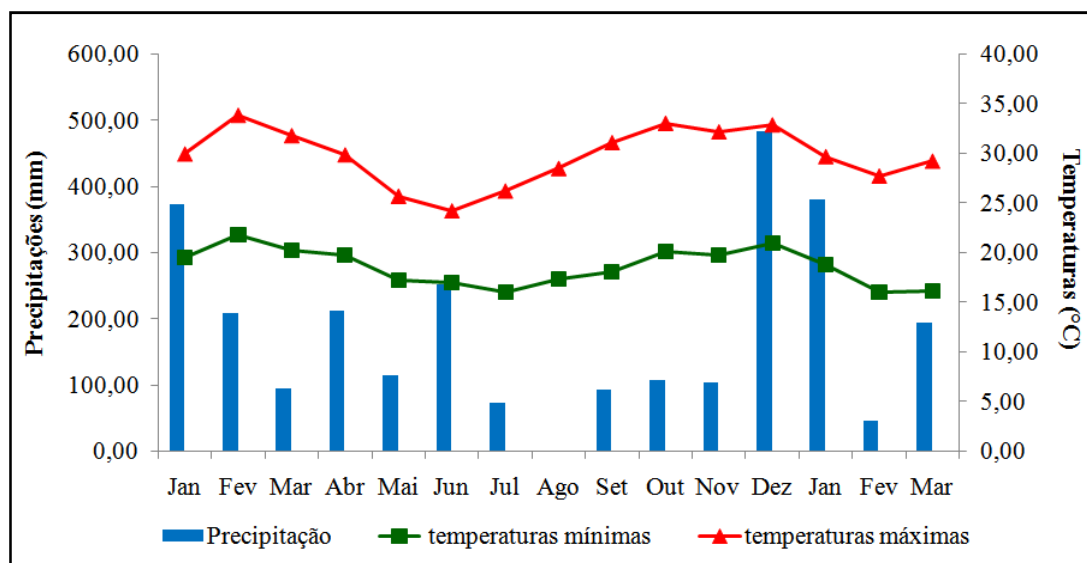


Figura 1. Médias de precipitação pluvial e de temperaturas mínimas e máximas do município de São Manuel, SP de janeiro de 2012 a março de 2013.

Tabela 1. Horas de frio abaixo de 7, 10 e 13 °C do município de São Manuel, SP, em 2012.

Mês	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
NHF < 7 °C	15,3	0,0	0,0	0,0	7,2	0,0	0,0	0,0	0,0	8,6	0,0	0,0
NHF < 10 °C	162,5	0,0	0,0	20,6	23,3	62,8	0,3	0,3	0,0	11,3	0,0	0,0
NHF < 13 °C	302,7	48,7	9,2	67,4	68,0	248,8	26,8	53,4	0,8	32,8	0,0	0,0

O pomar foi implantado no dia 5 de janeiro de 2008, adotando-se o espaçamento de seis metros entre linhas e quatro metros entre plantas, com as cultivares Espada Vermelha, Keitt e Palmer enxertadas sobre o portaenxerto da cultivar Espada. O experimento foi realizado quando as plantas já se encontravam em estágio adulto (Figura 2), com dados coletados no ciclo agrícola 2012/2013. Foi adotado o sistema de irrigação por gotejamento, com turno de rega de dois dias. O volume de água fornecido durante a realização do experimento (Janeiro de 2012 a março de 2013) foi de acordo com a necessidade da cultura e balanço hídrico do município de São Manuel (Figura 3).



Figura 2. Vista parcial da área experimental em São Manuel, SP em junho de 2012.

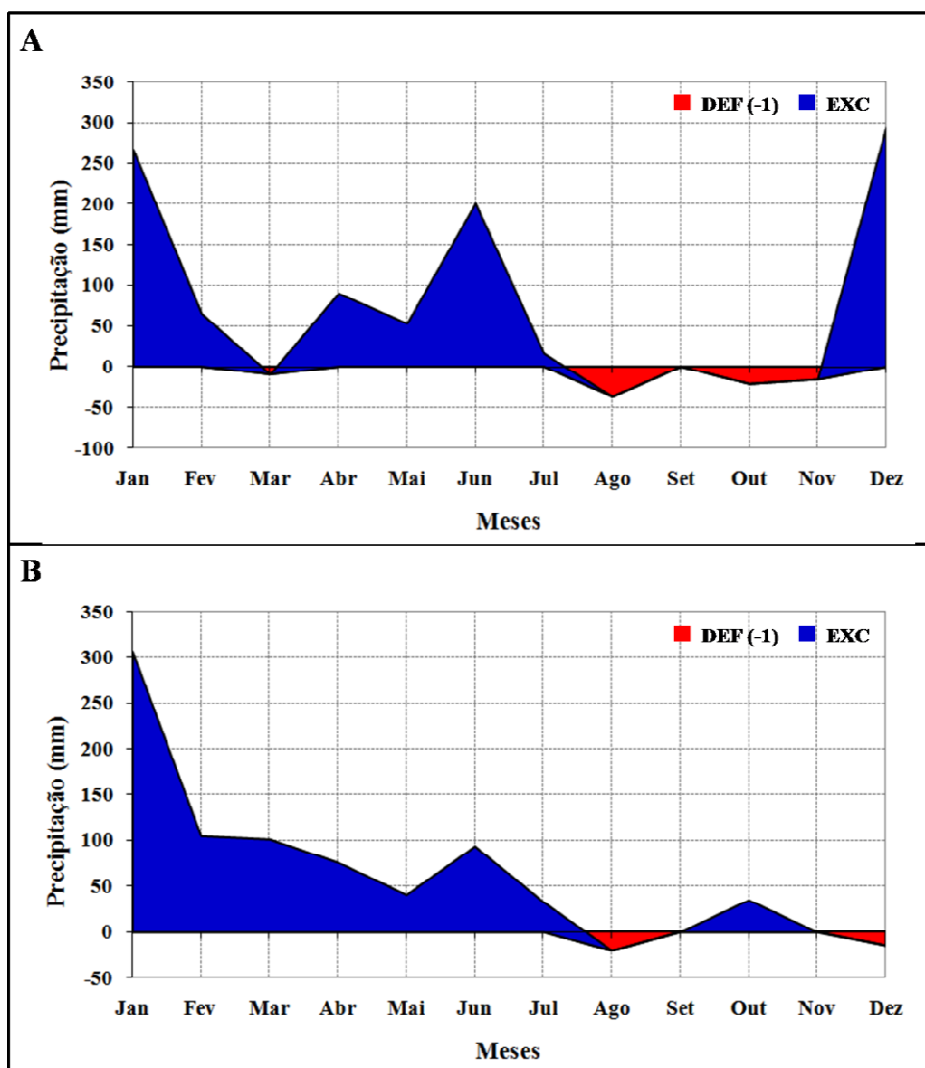


Figura 3. Extrato do balanço hídrico mensal de 2012 (A) e 2013 (B) em São Manuel, SP.

4.2 Delineamento experimental e análise estatística

Avaliou-se o ciclo agrícola 2012/2013, para tal adotou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, com três tratamentos, correspondentes as cultivares de mangueira e 10 repetições com uma planta útil por parcela. Após a obtenção dos dados, os mesmos foram submetidos ao teste de análise de variância nos níveis de 1 e 5% de probabilidade. Quando houve variância significativa, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Os dados descritivos, referentes à sazonalidade de produção e calibre dos frutos não receberam este tipo de análise. Assim como os dados das curvas de crescimento dos frutos, os quais foram ajustados em modelos matemáticos adequados para esse tipo de análise.

4.3 Tratos culturais

4.3.1 Análise do solo e adubação

Para realização da análise do solo foram coletadas 10 amostras na área de projeção da copa das plantas nas camadas de 0-20 cm e de 20-40 cm. Após a coleta, as amostras foram homogeneizadas, retirando-se em seguida uma amostra representativa para cada camada. Com base nos resultados da análise do solo, observou-se que a V% do solo encontrava-se pouco abaixo do recomendado para a cultura da mangueira, contudo não havia deficiência de nutrientes exigidos pela cultura no solo (Tabelas 2 e 3).

Tabela 2. Análise de solo da área experimental, São Manuel/SP, 2012.

Amostra (cm)	pH CaCL ₂	M.O. g.dm ⁻³	P resina mg.dm ⁻³	Al ⁺³	H ^{+A}	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%	S mg.dm ⁻³
					1 -----mmolc.dm ⁻³ -----							
0-20	5,5	14	59	---	18	1,6	22	8	32	50	64	---
20-40	5,5	12	64	---	16	1,4	25	7	34	50	67	---

Fonte: Laboratório de Fertilidade do Solo. DCS-FCA.

Tabela 3. Análise do solo (micronutrientes) da área experimental, São Manuel/SP. 2012.

Amostra (cm)	B	Cu	mg.dm ⁻³		
			Fe	Mn	Zn
0 – 20	0,42	1,4	36	20,4	3,0
20 – 40	0,33	1,2	29	16,2	2,5

Fonte: Laboratório de Fertilidade do Solo. DCS-FCA.

Durante a fase de desenvolvimento dos ramos vegetativos, que posteriormente deram origem às inflorescências, realizou-se adubação orgânica com 10 L de esterco de curral curtido de origem bovina. A correção do solo foi realizada com a aplicação de calcário de modo elevar a saturação por bases. A calagem foi realizada com base na análise de solo e de acordo com recomendações de Raij et al. (1997).

4.3.2 Controle de pragas, doenças e plantas espontâneas

Durante a realização do experimento foram realizadas vistorias na área de modo a identificar a presença de insetos praga na cultura, contudo não foi observada a presença de nenhuma praga, seja no período de florescimento ou frutificação.

Tendo em vista as condições favoráveis para a ocorrência de antracnose (*Colletotrichum gloeosporides*), uma das principais doenças que acomete a cultura da mangueira, logo que iniciada a fase de florescimento passou-se a realizar o controle preventivo desta doença com aplicações quinzenais do produto comercial Folicur®, fungicida sistêmico do grupo dos triazois a base de Tebuconazole, na dose de 100 mL.100 L⁻¹.

Para o controle de plantas espontâneas foram realizadas roçadas nas entrelinhas com roçadeira mecânica e aplicação nas entrelinhas do produto comercial Roudup® (Glyphosate), herbicida não seletivo de ação sistêmica do grupo químico glicina substituída, na dose de 0,5%.

4.4 Avaliações fenológicas

Para avaliação da fenologia da cultura foram estudados os períodos de floração e frutificação mediante a contagem do número de dias necessários para atingir

cada uma das fases fenológicas, assim como, análise da curva de desenvolvimento dos frutos das três cultivares.

4.4.1 Fenologia da floração à frutificação

Para obtenção dos dados referentes à duração dos estádios fenológicos da floração à frutificação, foram selecionados e identificados em cada planta, com plaquinhas de EVA (Figura 4), 15 ramos com gemas em fase de diferenciação (Figura 5), totalizando 150 panículas por cultivar. Até o início do florescimento foram realizadas visitas semanais à área experimental, e após o surgimento das primeiras inflorescências foram duas visitas por semana. Com base na metodologia proposta por Lucena (2006), determinou-se:

- Número de dias da diferenciação da gema até a formação completa da panícula;
- Número de dias da fase de floração;
- Número de dias entre a antese e o início do abortamento natural dos frutos;
- Número de dias da antese até a formação de frutos no estágio chumbinho;
- Número de dias da antese até a formação de frutos no estágio bola de gude;
- Número de dias da antese até a formação de frutos no estágio ovo;
- Número de dias da antese até a formação de frutos no estágio fruto;
- Número de dias da antese até a maturação dos frutos;
- Número de dias da fase de colheita;



Figura 4. Identificação dos ramos com gemas em fase de diferenciação.

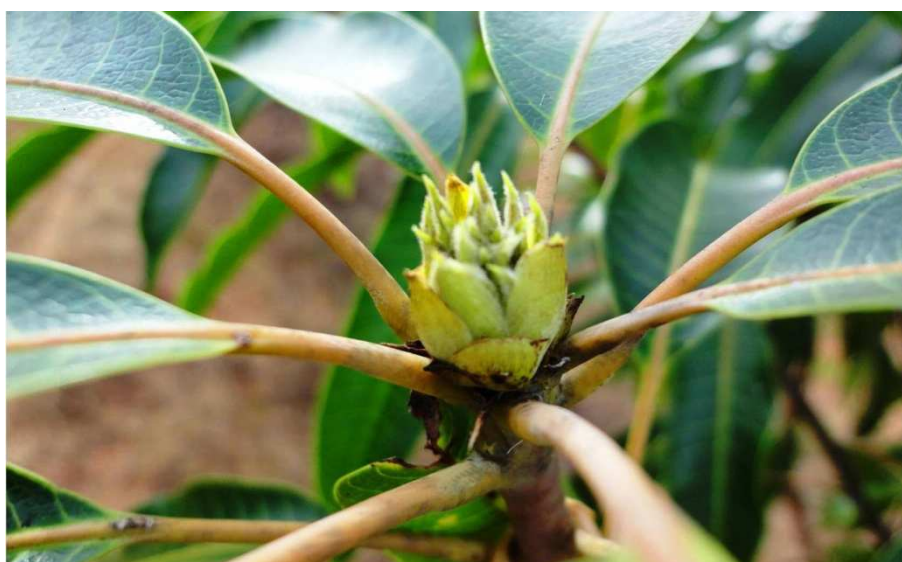


Figura 5. Gema em fase de diferenciação.

4.4.2 Curvas de crescimento dos frutos

Para a avaliação da curva de crescimento dos frutos, foram selecionadas e identificadas, por planta, 15 panículas. Em cada panícula foi realizada a medição dos diâmetros longitudinal (DL) e transversal (DT) dos frutos (Figura 6), a intervalos de 12 dias a partir do décimo dia após a antese das flores. Em seguida, foi realizada também a relação entre estas duas variáveis, de modo avaliar o comportamento dos frutos quanto ao seu formato durante o desenvolvimento dos mesmos.



Figura 6. Medição do diâmetro longitudinal (A) e transversal (B) do fruto com auxílio de paquímetro digital.

As curvas de crescimento dos frutos para os parâmetros DT e DL seguiram um modelo não linear, do tipo sigmoidal, uma vez que este é o modelo mais comum para análises de crescimento de frutos. As equações foram ajustadas utilizando-se o programa gráfico ‘Sigma Plot’, com o modelo não linear: $y = a/(1+e^{-K(X-X_c)})$. Sendo, a = máximo valor observado, e = base do logaritmo neperiano, k = taxa média de acúmulo ou crescimento, X = dias após a antese e X_c = tempo necessário para atingir metade do crescimento ou acúmulo máximo.

Para a relação DL/DT, que revela o formato do fruto, as curvas das três cultivares foram melhor ajustadas a um modelo polinomial cúbico. A equação matemática seguiu o seguinte padrão: $y = aX^3 + bX^2 + cX + y_0$.

4.5 Exigência térmica (acúmulo de graus-dia)

A quantificação da exigência térmica de cada uma das três cultivares para as diferentes fases fenológicas da floração à frutificação foi realizada mediante o acúmulo de graus-dia conforme metodologia proposta por Chitarra e Chitarra (2005). Para o cálculo utilizou-se a seguinte equação:

$$UC = \sum (T_{\text{máx}} + T_{\text{mín}} / 2) - T_{\text{base}}$$

onde:

UC = unidades de calor, °C;

$T_{m\acute{a}x}$ = temperatura máxima do ar, °C;

$T_{m\acute{i}n}$ = temperatura mínima do ar, °C; e

T_{base} = temperatura base para a planta, °C.

A temperatura basal utilizada para a cultura da mangueira foi de 10 ° C, como proposto por Silva (1996). As determinações de acúmulo de graus-dia foram as seguintes:

- Número de graus-dia necessários para formação da panícula, a partir da diferenciação da gema florifera;
- Número de graus-dia entre a antese e o estádio chumbinho;
- Número de graus-dia entre a antese e o estádio de bola de gude;
- Número de graus-dia entre a antese e o estádio ovo;
- Número de graus-dia entre a antese e o estádio fruto;
- Número de graus-dia entre a antese e a maturação completa dos frutos.

4.6 Avaliações do período de produção

Durante a colheita dos frutos foram realizadas as seguintes avaliações:

- **Número de frutos por planta:** foram contados individualmente todos os frutos produzidos por planta;
- **Número de frutos por panícula:** mediante a colheita foram contados os números de frutos por panícula;
- **Porcentagem de panículas com abortamento total de frutos:** foram marcadas 15 panículas em cada planta, e na ocasião da colheita foram contadas as panículas em que não houve fixação de frutos;
- **Produção:** obtida através do produto do número de frutos colhidos e a massa média dos frutos, expressa em quilogramas por planta;

• **Produtividade:** determinada com base em um estande com 417 plantas por hectare, mediante o produto do número de plantas e a quantidade produzida por planta, expressa em toneladas por hectare;

• **Sazonalidade da produção:** avaliada com base no período produtivo das três cultivares;

• **Eficiência produtiva da planta:** aferida por meio das seguintes equações:

$$V = (\pi \cdot r^2 \cdot h / 3)$$

Onde:

V: volume da copa (m³/parcela)

r: raio da copa (m)

h: altura da planta (m)

$$EP = \frac{\text{Produção (quilos/parcela)}}{\text{Volume de copa (m}^3\text{/parcela)}}$$

Onde:

EP: eficiência produtiva (kg.m⁻³)

4.7 Avaliação da qualidade pós-colheita dos frutos

A avaliação da qualidade pós-colheita dos frutos das três cultivares de mangueira foi realizada mediante avaliação das características físicas, físico-químicas e bioquímicas. Foram aleatoriamente selecionados 20 frutos por cultivar divididos em 10 repetições de 2 frutos. As avaliações físicas e físico-químicas foram realizadas logo após a colheita. Para as avaliações bioquímicas, a polpa dos frutos foi congelada em nitrogênio líquido no mesmo dia da colheita, para evitar possíveis alterações até a realização das análises.

4.7.1 Avaliações físicas dos frutos

As características físicas avaliadas nos frutos foram:

- **Diâmetro longitudinal:** obtido com auxílio de paquímetro digital e expresso em mm (Figura 7);

- **Diâmetro transversal:** obtido com auxílio de paquímetro digital e expresso em mm (Figura 7);

- **Formato do fruto:** obtido mediante a relação entre o comprimento e o diâmetro do fruto. Relação < 1 - frutos achatados, Relação = 1 - frutos arredondados e relação > 1 – frutos alongados.

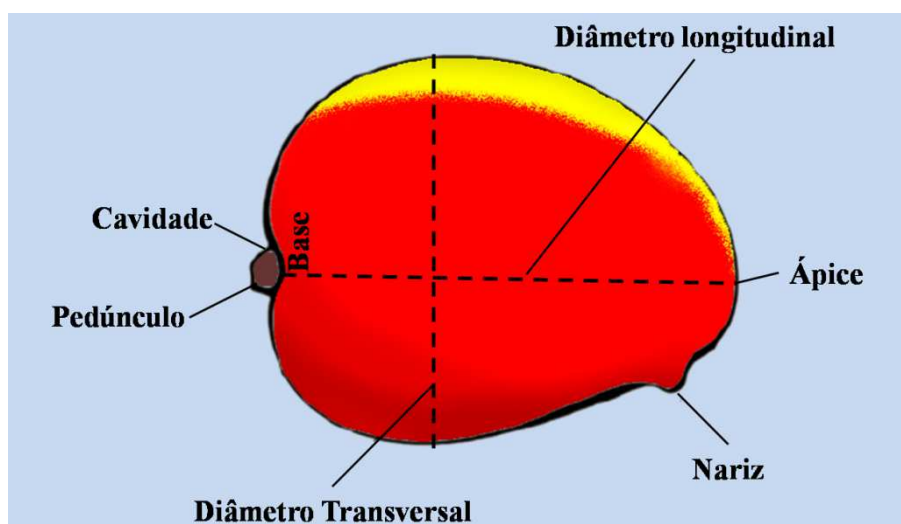


Figura 7. Diâmetros longitudinal (DL) e transversal (DT) de frutos de manga (adaptado de Campbell, 1992).

- **Massa fresca dos frutos:** aferida mediante a pesagem dos frutos em balança digital (Figura 8A);

- **Rendimento de polpa:** a polpa do fruto foi pesada separadamente (Figura 8B) e seu rendimento obtido através da equação:

$$R = \text{peso da polpa} / \text{peso total do fruto} \times 100$$

- **Rendimento de casca:** a casca do fruto foi pesada (Figura 8C) e seu rendimento obtido a partir da equação:

$$R = \text{peso da casca} / \text{peso total do fruto} \times 100$$

- **Rendimento do caroço (semente):** o caroço foi pesado (Figura 8D) e seu rendimento obtido por meio da equação:

$$R = \text{peso do caroço} / \text{peso total do fruto} \times 100$$

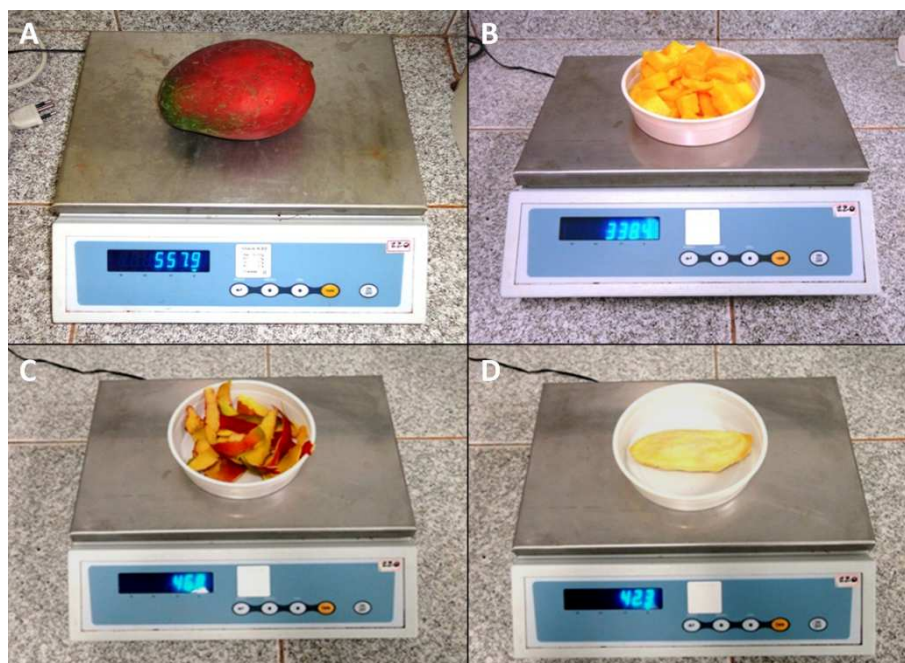


Figura 8. Pesagem do fruto para obtenção da massa fresca (A) e pesagem da polpa (B), casca (C) e caroço (D) para determinação dos seus rendimentos.

• **Classe comercial:** os frutos de cada cultivar foram classificados comercialmente conforme sua massa fresca (Tabela 4);

Tabela 4. Classes de tamanho dos frutos de mangueira.

Classe	Massa em gramas	Limite em gramas*
100	100 a 200	50
200	201 a 350	75
350	351 a 550	100
550	551 a 800	125
800	Maior que 800	150

* Limite de variação de tamanho como garantia para a homogeneidade visual. Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura (2004).

• **Cor da casca e da polpa:** foi determinada com auxílio do colorímetro Minolta CR-400 (Konica Minolta Sensing, Inc.) no modo de reflectância, utilizando iluminação difusa, iluminante C (tipo de fonte de luz que representa a média da luz de dia, com temperatura de cor de 6740 °K) e os ângulos de 0° e de 2°, relativos aos

ângulos de detecção e do observador, respectivamente. Antes da realização das leituras o equipamento foi calibrado com placa de azulejo branca fornecida pelo fabricante, em seguida procederam-se as leituras em dois pontos da polpa (Figura 9A) e em quatro pontos da casca dos frutos (Figura 9B). Os resultados foram expressos em coordenadas de cor no espaço $L^*a^*b^*$, o L indica a luminosidade, o a^* indica a variação de cor do verde até o vermelho) e o b^* expressa a variação de cor entre o azul e o amarelo. Com os valores de a^* e b^* calculou-se a saturação ou intensidade de cor, representada pelo Chroma (C^*) e o ângulo Hue ($^{\circ}h$), que indica a tonalidade cromática, para as quais 0° refere-se à coloração vermelha, 90° à coloração amarela, 180° à coloração verde e 270° à coloração azul. Os diagramas de cromaticidade e luminosidade utilizados podem ser visualizados nas Figuras 9 e 10.

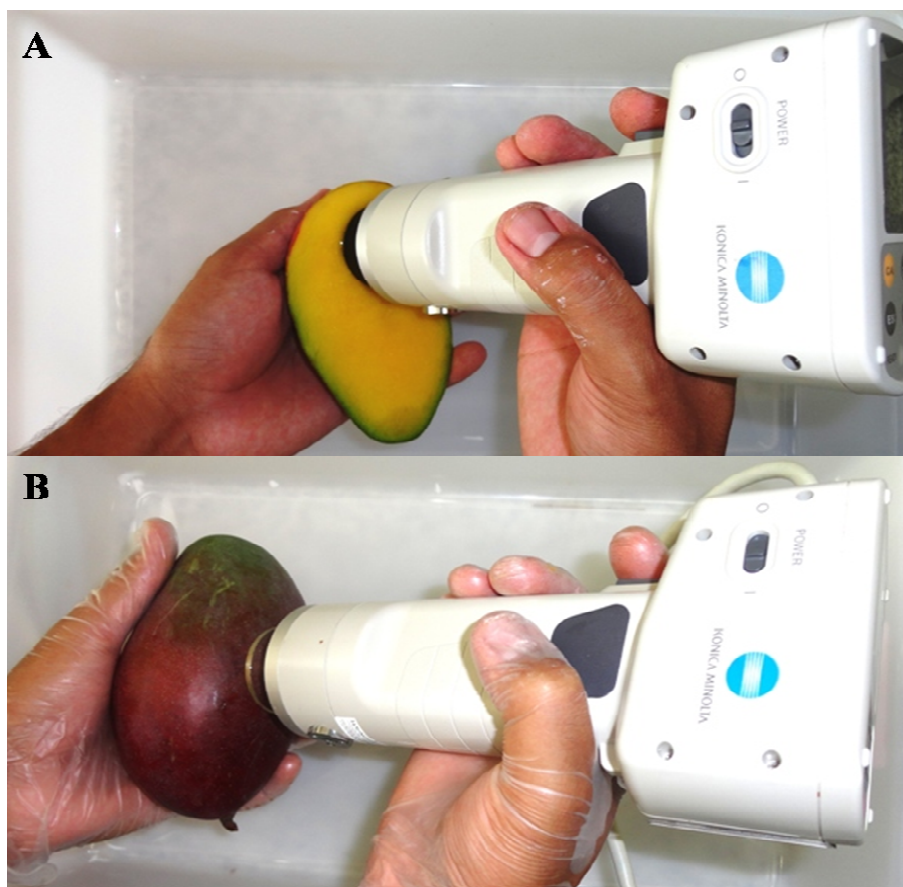


Figura 9. Avaliação da cor da polpa (A) e casca (B) com colorímetro Minolta.

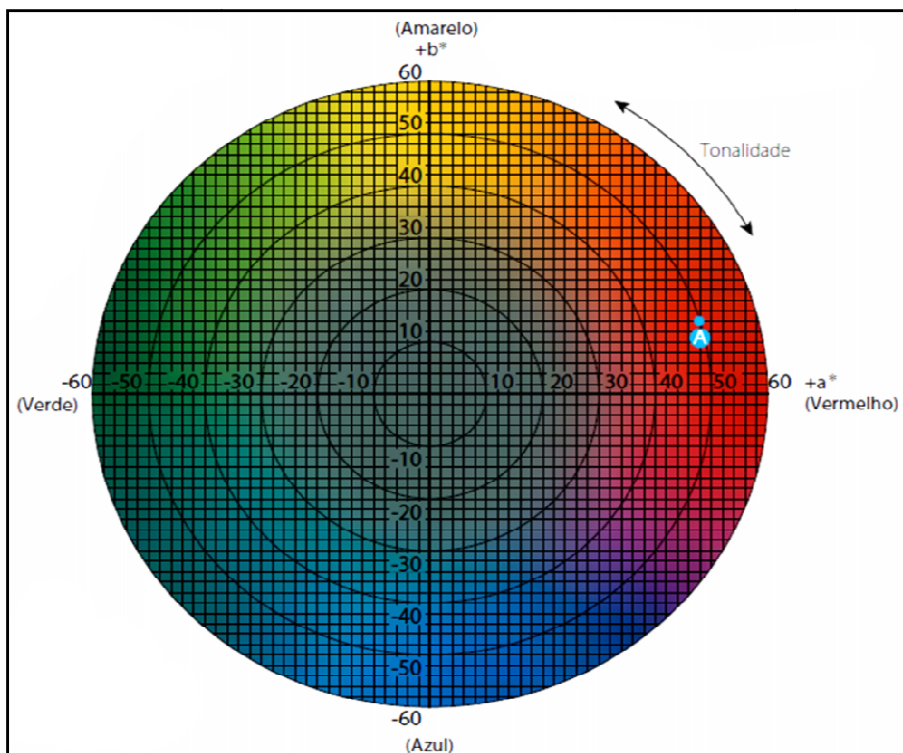


Figura 10. Diagrama de cromaticidade a^*b^* . Fonte: Konica Minolta (1998).

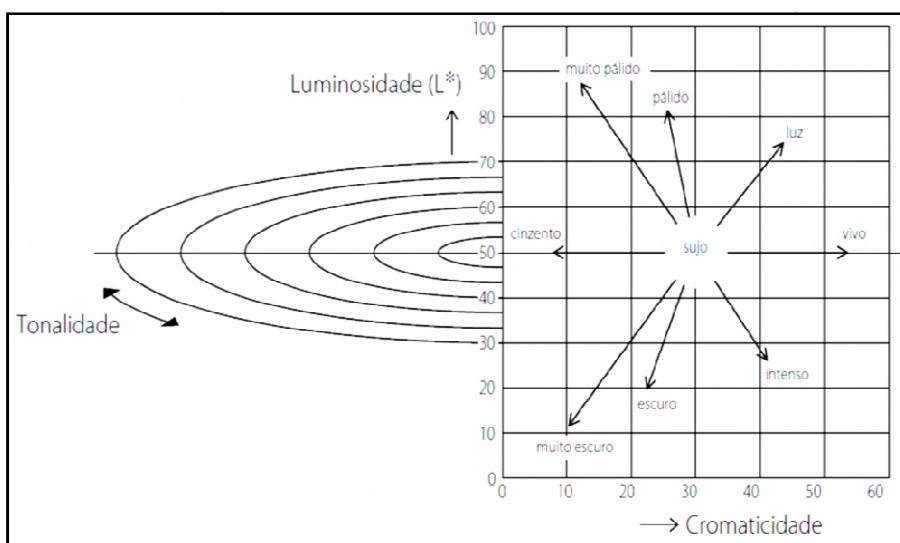


Figura 11. Diagrama de cromaticidade e luminosidade. Fonte: Konica Minolta (1998).

4.7.2 Avaliações físico-químicas e bioquímicas

As avaliações físico-químicas e bioquímicas realizadas nos frutos das cultivares Espada Vermelha, Keitt e Palmer foram as seguintes:

- **Acidez titulável (AT):** expressa em porcentagem de ácido cítrico, com titulação com hidróxido de sódio (NaOH) a 1,0N, em solução de 10 ml de suco, 50ml de água destilada e 0,3 ml de fenolftaleína (Figura 12) (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005).



Figura 12. Titulação com NaOH (A) e ponto de viragem (B) para avaliação da AT.

- **Teor de sólidos solúveis (SS):** expresso em °Brix, medido com auxílio de refratômetro digital (Figura 13);



Figura 13. Medição do teor de sólidos solúveis com auxílio de refratômetro digital.

- **“Ratio”**: obtido mediante a relação entre o conteúdo de sólidos solúveis e a acidez titulável;

- **Índice tecnológico**: determinado pela expressão $SS \times \text{Rendimento de polpa} / 100$ (CHITARRA; CHITARRA. 2005).

- **pH**: aferido com auxílio de pHmetro (Figura 14);



Figura 14. Medição do pH com uso de pHmetro.

• **Ácido ascórbico:** Foram pipetados 10 mL da solução padrão de ácido ascórbico em erlenmeyer contendo 50 ml de solução de ácido oxálico a 1%. Procedeu-se em seguida a titulação com 2,6 DCFI até coloração rosa persistente por 15 segundos para determinação do padrão. Posteriormente as amostras foram preparadas com 10 g de polpa e 50 mL de solução de ácido oxálico a 1% em erlenmeyer. Em seguida realizou-se a titulação com a solução de 2,6 DCFI padronizado até coloração rosa persistente por 15 segundos. Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico por 100 g da polpa (AOAC, 1992).

• **Atividade antioxidante:** para a obtenção do extrato 2,5g de polpa de manga foram pulverizadas em nitrogênio líquido e transferidas para tubos de ensaio e então homogeneizadas com 4 mL de metanol (50%). As amostras permaneceram em repouso por 60 minutos à temperatura ambiente. Após o repouso, as amostras foram centrifugadas por 30 minutos à 5.000 rpm a 4°C. Terminada a etapa de centrifugação o sobrenadante foi recolhido e armazenado em recipientes na geladeira. Repetiu-se o procedimento de extração com o precipitado com adição de mais 4 mL de metanol (50%). Mais uma vez, após o repouso (60 minutos) as amostras passaram por centrifugação. Após a segunda centrifugação o sobrenadante foi adicionado aos recipientes que já continham o primeiro. Do extrato obtido, 0,1 mL foi utilizado para reagir com 3,9 mL da solução de DPPH (0,06 mM) por 40 minutos em ambiente escuro. Finalizado o tempo de reação, foram realizadas as leituras das amostras em espectrofotômetro no comprimento de onda de 515 nm. Os resultados foram expressos em mg de DPPH degradados por 100 g de polpa (RUFINO et al., 2007).

• **Compostos polifenólicos:** a obtenção do extrato se deu através da pulverização de 2,5g de polpa de manga em nitrogênio líquido, as amostras foram transferidas para tubos de ensaio e homogeneizadas com 4 mL de acetona (50%), levadas ao banho ultrassônico por 20 minutos e então centrifugadas em velocidade de 5.000 rpm a 4°C por 30 minutos. Em seguida, o sobrenadante foi recolhido e acondicionado em recipientes na geladeira. Acrescentou-se ao precipitado mais 4 mL de acetona (50%) e os tubos levados novamente ao banho ultrassônico por mais 20 minutos e depois centrifugados por mais 30 minutos a 4°C e a 5.000 rpm. O segundo sobrenadante foi recolhido e adicionado juntamente com o primeiro sobrenadante. Deste extrato foi utilizado 0,1 mL para reagir com 0,9 mL de água deionizada, 0,5 mL do reagente de Folin Ciocautau e 2,5 mL de carbonato de sódio. Após uma hora de reação a leituras foram

realizadas em espectrofotômetro no comprimento de ondas de 725 nm. Os resultados foram expressos em mg de ácido gálico por 100 g de polpa de manga (SINGLETON et al., 1999).

• **Flavonóides:** as amostras foram preparadas através da adição de 4 mL da solução de MeOH acidificado à 1g de polpa de manga. Em seguida as amostras foram homogeneizadas e transferidas para o banho ultrassônico durante 30 minutos. Posteriormente, as mesmas foram submetidas à centrifugação a 5 °C em velocidade de 15.000 rpm durante 20 minutos. Os sobrenadantes foram recolhidos em tubos de ensaio com adição de 1 mL da solução de cloreto de alumínio. Após 30 minutos no escuro realizou-se a leitura em comprimento de ondas de 425 nm. Os resultados foram expressos em mg por 100 g de polpa (FUNARI; FERRO, 2006).

• **Carotenóides:** com a finalidade de se obter o extrato, amostras de 0,5 g de polpa de manga foram pulverizadas em nitrogênio líquido, transferidas para tubos de ensaio e homogeneizadas com acetona (80% tamponada TRIS pH 7,2). Logo após as amostras foram centrifugadas a 4 °C na velocidade de 2.000 rpm por 10 minutos. Finalizada a centrifugação, o sobrenadante foi recolhido e em seguida procedeu-se as análises em espectrofotômetro em comprimento de ondas de 470 nm. Todo o procedimento foi realizado em ambiente escuro. Os resultados foram expressos em mg por 100 g de polpa (SIMS E GAMON, 2002).

• **Açúcares:** foram avaliados os açúcares redutores, não redutores e totais presentes na polpa dos frutos. Para a leitura das amostras foi utilizado espectrofotômetro Micronal B 382 no comprimento de onda de 535 nm. A metodologia utilizada foi a descrita por Somogy, adaptada por Nelson (1944), e os resultados expressos em %.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Fenologia da floração à frutificação

Para todas as variáveis referentes à fenologia houve significância ao nível de 1% de probabilidade entre as cultivares avaliadas, com exceção apenas para o número de dias após a antese para início do abortamento dos frutos, que não foi significativo (Tabelas 5 e 6).

Tabela 5. Valores do Teste F da análise de variância e resultados médios do número de dias para formação da panícula, estágio chumbinho, estágio bola de gude, estágio ovo e estágio fruto das três cultivares de mangueira no ciclo agrícola 2012/2013, São Manuel/SP, 2014.

FV	GL	Número de dias para				
		Formação da panícula	Estádio chumbinho	Estádio bola de gude	Estádio ovo	Estádio fruto
Bloco	9	0,4 ^{NS}	2,9*	0,4 ^{NS}	1,8*	0,8 ^{NS}
Cultivar	2	631,2**	8,8**	397,3**	43,7**	203,5**
CV (%)		2,17	20,54	4,37	1,75	1,68
Média		52,67	5,33	32,47	47,80	58,77

^{NS} = não significativo; * = significativo a 5 %; ** = significativo a 1 % pelo teste F.

Tabela 6. Valores do Teste F da análise de variância e resultados médios do número de dias para início do abortamento natural dos frutos, dias da floração, dias da colheita e dias até a maturação completa dos frutos das três cultivares de mangueira no ciclo agrícola 2012/2013, São Manuel/SP, 2014.

FV	GL	Número de dias			
		Abortamento de frutos	Floração	Colheita	Maturação dos frutos
Bloco	9	0,9 ^{NS}	0,4 ^{NS}	0,4 ^{NS}	0,4 ^{NS}
Cultivar	2	2,7 ^{NS}	1183,2 ^{**}	760,0 ^{**}	14727,7 ^{**}
CV (%)		46,26	1,71	2,97	0,73
Média		32,80	66,67	37,17	150,83

^{NS} = não significativo; * = significativo a 5 %; ** = significativo a 1 % pelo teste F.

O número de dias para a formação da panícula foi maior para a cultivar Espada Vermelha, que apresentou média de 62,67 dias, enquanto, o menor número de dias foi obtido para a cultivar Keitt, na qual as panículas se desenvolveram completamente em 44,96 dias. A ‘Palmer’ apresentou valores médios de 50,37 dias para formação das panículas (Tabela 7).

Segundo Kavati (2004), o florescimento da mangueira é dividido em quatro fases: fase de entumescimento da gema apical, fase de alongamento da panícula, fase de crescimento da panícula e de florescimento e fase de frutificação. Neste caso, o desenvolvimento completo da panícula compreende as três primeiras fases. Carvalho et al. (2009), observaram para a cultivar ‘Palmer’, duração de 7, 21 e 15 dias, respectivamente, para estas fases, totalizando 43 dias para o desenvolvimento completo da panícula, média parecida com a encontrada neste trabalho para a mesma cultivar.

Em relação às fases fenológicas do período de frutificação, a cultivar Keitt foi a que apresentou maior número de dias para os frutos atingirem os estádios bola de gude, ovo e fruto, com exceção apenas do número de dias para atingir o estágio chumbinho, para o qual as cultivares Espada Vermelha e Palmer obtiveram maior número de dias (Tabela 7). O maior número de dias observados para a cultivar Keitt nas três últimas fases de frutificação pode estar relacionado ao maior tamanho dos frutos e por ser uma cultivar de ciclo tardio.

Lucena (2006), avaliando as fases fenológicas da floração a frutificação dos frutos da cultivar Tommy Atkins, encontrou para esta cultivar médias de 2, 15, 33 e 47 dias após antese para atingir os estádios chumbinho, bola de gude, ovo e fruto, respectivamente, resultados inferiores às das três cultivares estudadas, o que pode estar ligado às condições climáticas da localidade de cultivo.

Tabela 7. Resultados médios do número de dias para formação da panícula, estágio chumbinho, estágio bola de gude, estágio ovo e estágio fruto das três cultivares de mangueira no ciclo agrícola 2012/2013, São Manuel/SP, 2014.

Cultivar	Número de dias para				
	Formação da panícula ¹	Estádio chumbinho ²	Estádio bola de gude ²	Estádio ovo ²	Estádio fruto ²
Esp. Vermelha	62,67 a	6,20 a	22,20 c	47,00 b	58,60 b
Keitt	44,96 c	4,20 b	38,60 a	49,80 a	63,30 a
Palmer	50,37 b	5,60 a	36,60 b	46,60 b	54,40 c
DMS	1,30	1,25	1,62	0,95	1,13

Letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

¹Dias após a diferenciação da gema. ²Dias após a antese.

A fase de desenvolvimento da inflorescência da mangueira é morfológicamente semelhante para as três cultivares (Figura 15). No entanto as três cultivares diferem quanto aos estádios de desenvolvimento dos frutos, como pode ser observado nas figuras 16, 17 e 18.



Figura 15. Estádios de desenvolvimento das panículas: fase de diferenciação da gema (A e B), fase de alongamento (C, D e E) e fase de florescimento e frutificação (F).

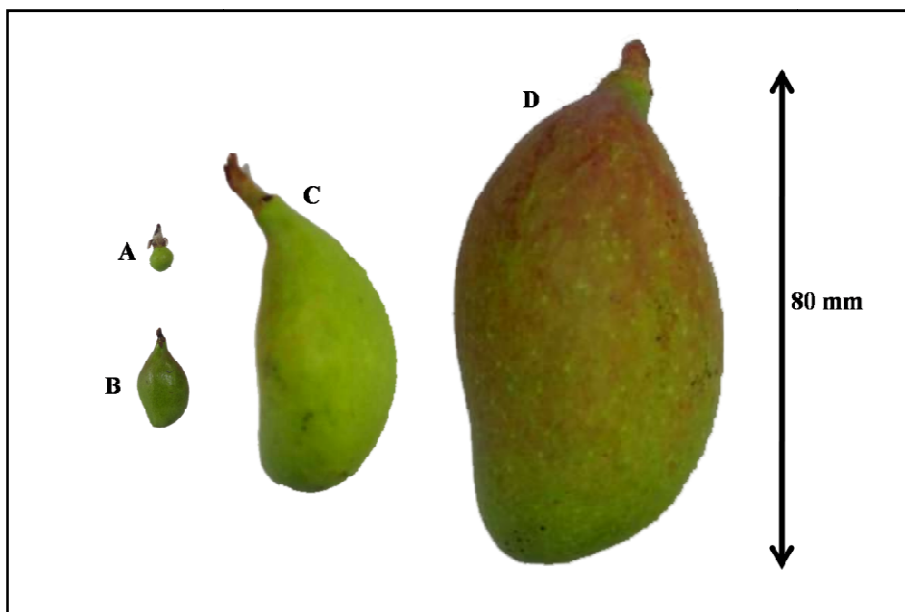


Figura 16. Estádios de desenvolvimento dos frutos da cultivar Espada Vermelha: chumbinho (A), bola de gude (B), ovo (C) e fruto (D).

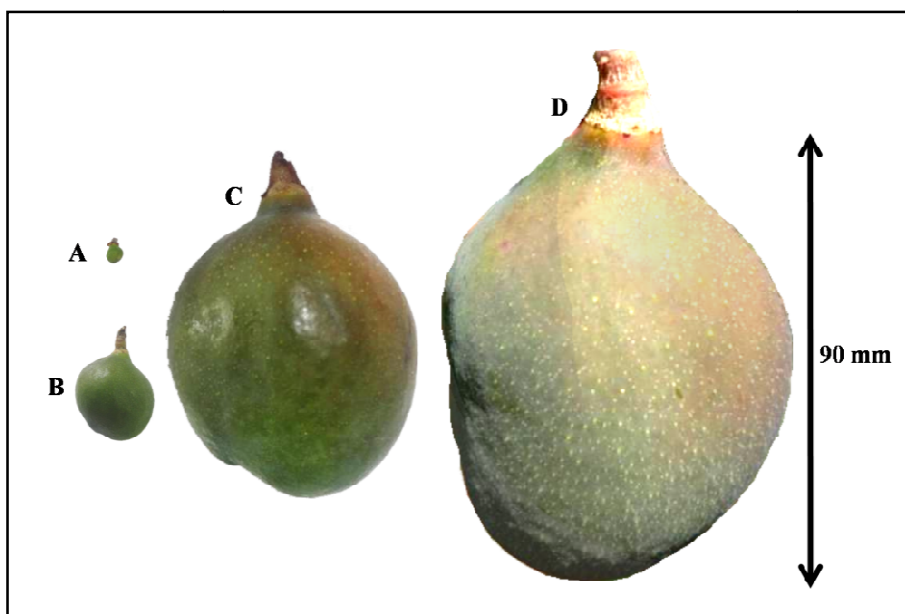


Figura 17. Estádios de desenvolvimento dos frutos da cultivar Keitt: chumbinho (A), bola de gude (B), ovo (C) e fruto (D).

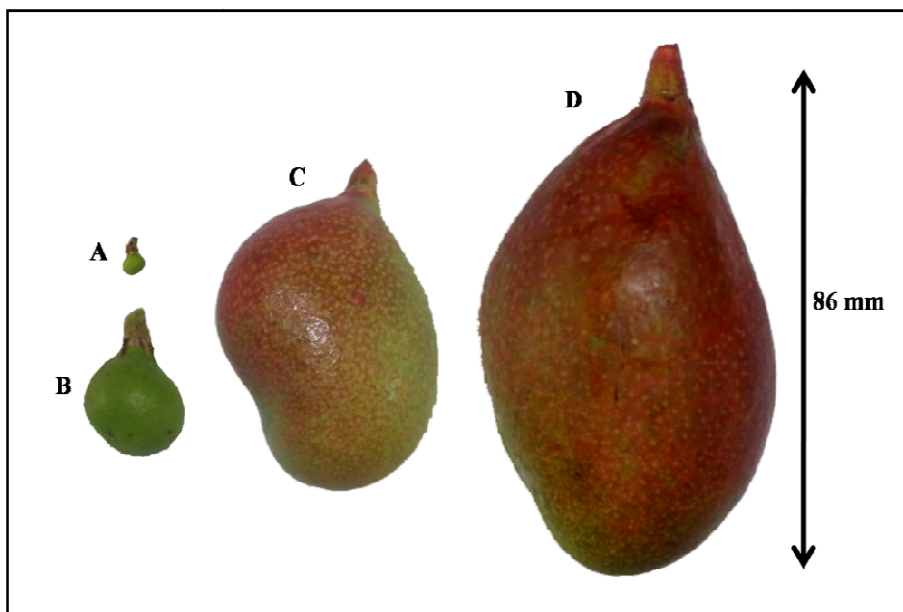


Figura 18. Estádios de desenvolvimento dos frutos da cultivar Palmer: chumbinho (A), bola de gude (B), ovo (C) e fruto (D).

Quanto ao número de dias para o início do abortamento dos frutos, verificou-se média de 24,4 dias para a ‘Espada Vermelha’, 34,0 dias para ‘Palmer’ e 40,0 dias para ‘Keitt’, no entanto, estatisticamente não há diferença entre esses valores (Tabela 8), o que pode ser explicado devido ao grande coeficiente de variação encontrado para essa avaliação (Tabela 6), uma vez que para cada cultivar, o início do abortamento ocorreu em épocas distintas entre plantas e até mesmo entre panículas. O estudo desta característica é importante, uma vez que após a queda natural dos primeiros frutos se define a produção da planta (KAVATI, 2004).

Em se tratando do número de dias decorridos no período de floração, verificou-se que a cultivar Espada Vermelha foi a que obteve maior valor médio de 80,67 dias, sendo o menor valor médio obtido para a ‘Keitt’ (Tabela 8). Enquanto isso, quando avaliada a duração do período de colheita, a cultivar com maior número dias foi a ‘Palmer’, com 47,40 dias, já a cultivar Keitt foi a que apresentou menor média (Tabela 8).

O dimensionamento em dias do período de florescimento é de grande importância para a produção de frutos de qualidade, pois essa fase requer cuidados especiais quanto à irrigação e ao controle, principalmente, de doenças. Da mesma forma, o conhecimento do número de dias do período de colheita, que pode auxiliar o produtor na tomada de decisões importantes, como a contratação de mão-de-obra e o escoamento dos frutos.

Em relação ao período produtivo, observou-se para a cultivar Espada Vermelha o menor número de dias até a maturação completa dos frutos, de 106,80 dias. Não houve diferença significativa para essa característica entre as médias das cultivares Palmer e Keitt (Tabela 8).

O menor número de dias para a cultivar Espada Vermelha revela seu caráter precoce em comparação às cultivares Keitt e Palmer, cujas produções são mais tardias. No entanto, Souza (2007) verificou para a ‘Palmer’, nas condições tropicais do município de Janaúba/MG, média de 115 dias para a completa maturação dos frutos, o que provavelmente deve está relacionado às diferentes condições climáticas em que as plantas foram cultivadas. Fato evidenciado por Cunha et al. (2002), segundo os quais o período de maturação da manga deve estar diretamente ligado às regiões de cultivo, onde, naquelas com maiores temperaturas, esse período é menor.

Diversos autores, avaliando a mesma característica em outros cultivares verificaram, por exemplo, média de 112 dias até a maturação completa para as cultivares Tommy Atkins (LUCENA, 2006; RODRIGUES et al., 2013), Ubá (LEMOS et al., 2012) e Alfa (BARROS et al., 2010).

Tabela 8. Resultados médios de Número de dias para início do abortamento natural dos frutos, dias da floração, dias da colheita e dias até a maturação completa dos frutos das três cultivares de mangueira no ciclo agrícola 2012/2013, São Manuel/SP, 2014.

Cultivar	Número de dias para início do abortamento de frutos¹	Número de dias da floração¹	Número de dias da colheita¹	Número de dias até maturação completa¹
Esp. Vermelha	24,40	80,67 a	35,80 b	106,80 b
Keitt	40,00	56,96 c	28,30 c	191,30 a
Palmer	34,00	62,37 b	47,40 a	154,40 a
DMS	17,31	1,30	1,26	1,26

Letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

¹Dias após a antese.

5.1.2 Curvas de crescimento dos frutos

Para as curvas de crescimento dos frutos das três cultivares de mangueira, verificou-se que tanto o diâmetro longitudinal quanto o diâmetro transversal se comportaram de maneira sigmoideal em função do número de dias após antese, independente da cultivar avaliada (Figuras 19 e 20). Tal resultado estar de acordo com o reportado por Chitarra e Chitarra (2005), que afirmam que o crescimento do fruto da

mangueira segue um padrão sigmoidal, com crescimento acelerado no início e posteriormente mais lento.

O desenvolvimento dos frutos de mangueira é dividido em 4 fases distintas. A primeira fase, chamada de juvenil, se estende até o 21º dia após a antese, a segunda fase compreende o crescimento, e vai do 21º ao 49º. Em seguida, a terceira fase é representada pela maturação dos frutos, de 49 dias após a antese até a colheita, e finalmente a quarta fase, que representa a senescência (SINGH, 1960).

Observou-se durante a fase juvenil da curva de crescimento (até 21 dias) que o aumento dos diâmetros longitudinal e transversal ocorreu lentamente. Apenas na segunda fase verificou-se crescimento acentuado. Essa fase de crescimento acelerado, tanto do diâmetro longitudinal quanto do transversal se estendeu até os 82 dias para as cultivares Keitt e Palmer. Para a 'Espada Vermelha' a fase de crescimento acelerado foi até os 70 dias após a antese (Figuras 19 e 20).

Verifica-se que a partir dos 82 dias para as cultivares Keitt e Palmer e dos 70 dias para a 'Espada Vermelha', que os diâmetros longitudinal e transversal aumentam lentamente, o que caracteriza a fase de maturação dos frutos (Figuras 19 e 20). O conhecimento da curva de crescimento dos frutos possibilita saber, por exemplo, até que ponto a planta necessita de mais água, e pode auxiliar no manejo da irrigação, uma vez que frutos em crescimento demandam maior quantidade de água e solutos.

Comparando o comportamento das curvas de crescimento entre as três cultivares, observou-se que até os 70 dias a cultivar Espada Vermelha apresentava frutos com maior diâmetro longitudinal, no entanto, a partir deste ponto, os frutos da cultivar Palmer passaram a apresentar maiores valores para esta característica (Figura 19). Já em relação ao diâmetro transversal, verificou-se que até os 58 dias após a antese as três cultivares permaneceram com valores semelhantes, só a partir deste ponto observa-se maior diferença entre eles, passando os frutos da cultivar Keitt a apresentar os maiores valores, seguidos então dos frutos de 'Palmer' e 'Espada Vermelha' (Figura 20).

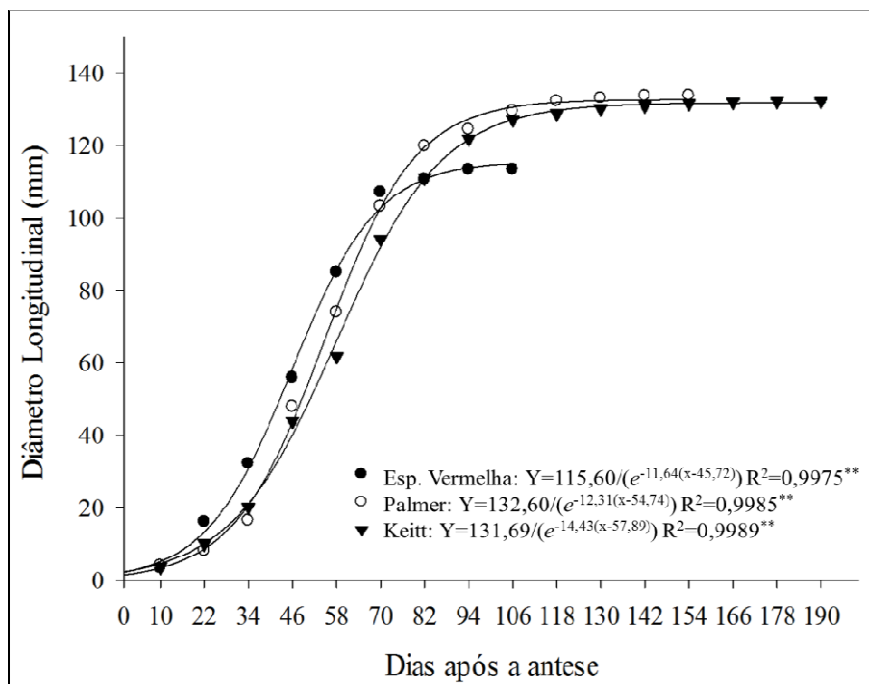


Figura 19. Comprimento dos frutos das três cultivares de manga em função dos dias após a antese. São Manuel, SP. 2014.

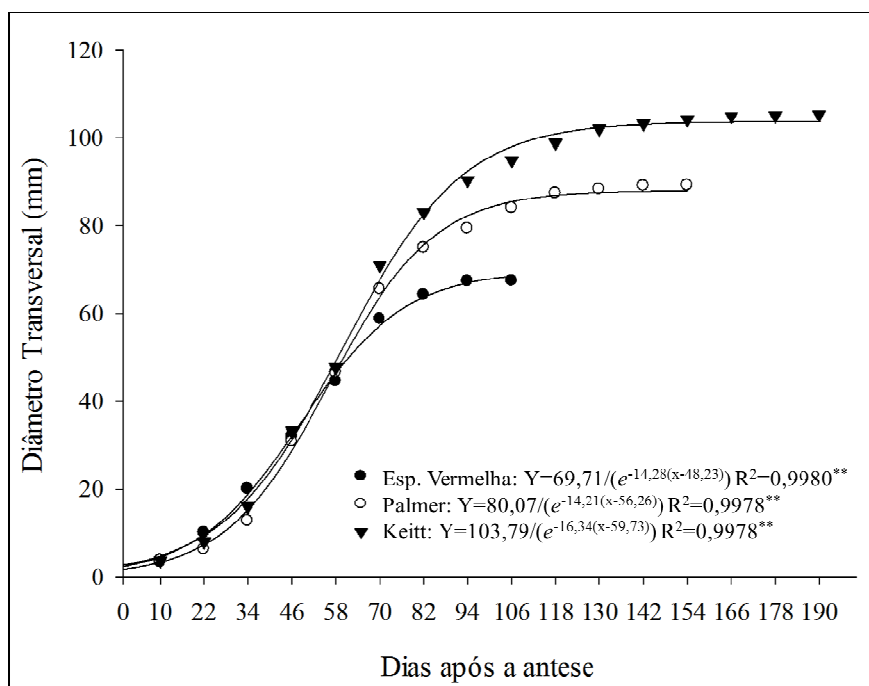


Figura 20. Diâmetro dos frutos das três cultivares de manga em função dos dias após a antese. São Manuel, SP. 2014.

Diferente do comportamento das curvas de crescimento dos frutos para os diâmetros longitudinal e transversal, quando realizada a relação entre estas duas

características, de modo a analisar o formato do fruto, verificou-se que a curva seguiu um padrão polinomial cúbico em função dos dias após a antese (Figura 21).

Durante todo o período de desenvolvimento dos frutos, os mesmos apresentaram formato arredondado, com relação próximo a 1, ou alongado, relação > 1 . Para as três cultivares, os frutos, quando em estágio de chumbinho (entre 4 e 6 dias), eram arredondados, e só passaram a se alongar após atingirem o estágio ovo, 20 dias após antese. Para os frutos das cultivares Keitt e Palmer verificou-se pico de alongamento aos 70 dias da antese, enquanto que os frutos da cultivar Espada Vermelha alongaram-se até 58 dias após a antese (Figura 21).

Quando comparadas as três cultivares quanto ao comportamento do formato do fruto durante seu desenvolvimento, percebeu-se que os frutos da cultivar Espada Vermelha permaneceram mais alongados que os demais durante todo o período avaliado. Os frutos da 'Keitt' foram os que apresentaram valores mais próximos de 1, ou seja, os que permaneceram mais arredondados (Figura 21).

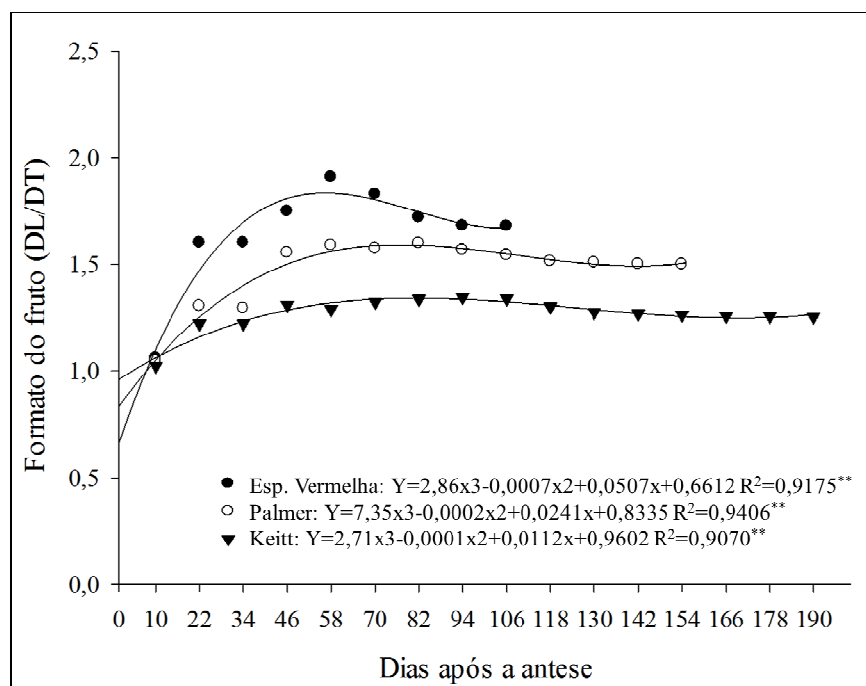


Figura 21. Formato dos frutos das três cultivares de manga em função dos dias após a antese.

5.2 Exigência térmica (acúmulo de graus-dia)

Os dados referentes à análise de variância e médias das avaliações de acúmulo de graus-dia para as fases fenológicas da floração à frutificação encontram-se na Tabela 9. Verificou-se que as médias de todas as variáveis apresentaram significância ao nível de 1% de probabilidade (Tabela 9).

Tabela 9. Valores do Teste F da análise de variância e resultados médios de graus-dia acumulados para formação da panícula, estágio chumbinho, estágio ovo, estágio fruto e maturação completa dos frutos das três cultivares de mangueira no ciclo agrícola 2012/2013, São Manuel/SP, 2014.

FV	GL	Formação da Panícula (°C)	Estádio chumbinho (°C)	Estádio bola de gude (°C)	Estádio ovo (°C)	Estádio fruto (°C)	Maturação (°C)
Bloco	9	0,4 ^{NS}	3,4*	0,7 ^{NS}	1,6 ^{NS}	1,0 ^{NS}	0,5 ^{NS}
Cultivar	2	350,8**	7,7**	559,1**	51,3**	276,7**	13359,4**
CV (%)		2,64	19,29	3,81	2,33	1,46	0,72
Média		507,9	62,79	403,73	600,61	745,00	1997,23

^{NS} = não significativo; * = significativo a 5 %; ** = significativo a 1 % pelo teste F.

Quando avaliada a formação da panícula, período compreendido da diferenciação da gema até a abertura total das flores, a cultivar Espada Vermelha se destacou como a mais exigente em acúmulo de graus-dia para completar este estágio fenológico, com 591,99 °C. Dentre as três cultivares a 'Keitt' foi a que apresentou menor acúmulo de graus-dias para formação da panícula, de 440,47 °C (Tabela 10). Lucena (2006), avaliando esta mesma característica, encontrou para a cultivar Tommy Atkins acúmulo de 479,82 °C. Enquanto, Rodrigues et al. (2013) observaram na mesma cultivar, uma exigência térmica em graus-dia de 267,05 °C para a floração.

Em relação às fases fenológicas da frutificação, observou-se que a cultivar Keitt apresentou menor exigência térmica para atingir o estágio chumbinho, no entanto, para os estádios ovo e fruto, esta cultivar foi a que apresentou maior acúmulo, 637,26 e 805,46 °C, respectivamente. A maior exigência térmica para estas fases explica o maior número de dias necessários para a cultivar Keitt atingir as mesmas. Lucena (2006) encontrou para a cultivar Tommy Atkins acúmulo de 40,29 °C para o estágio chumbinho, 237,44 °C para o estágio bola de gude, 522,12 °C para o estágio ovo e 751,22 °C para o estágio fruto.

Considerando todo o ciclo, da antese até a maturação dos frutos, a cultivar Keitt foi a que apresentou maior acúmulo térmico, de 2.476,65 °C, seguida da cultivar Palmer, com 2.082,05 °C, e da ‘Espada Vermelha’, com 1.433,00 °C (Tabela 10). A partir destes dados observa-se que o caráter tardio da cultivar Keitt, assim como a precocidade da cultivar Espada Vermelha, podem estar relacionados com a exigência térmica de cada uma delas para realização de seu ciclo produtivo, uma vez que as três cultivares foram conduzidas nas mesmas condições de cultivo.

Tabela 10. Resultados médios de graus-dia acumulados para formação da panícula, estágio chumbinho, estágio ovo, estágio fruto e maturação completa dos frutos das três cultivares de mangueira no ciclo agrícola 2012/2013, São Manuel/SP, 2014.

Cultivar	Formação da Panícula (°C)	Estádio chumbinho (°C)	Estádio bola de gude (°C)	Estádio ovo (°C)	Estádio fruto (°C)	Ciclo completo ¹ (°C)
Esp. Vermelha	591,99 a	71,87 a	271,00 b	581,41 b	737,59 b	1433,00 c
Keitt	440,47 c	51,10 b	474,49 a	637,26 a	805,46 a	2476,65 a
Palmer	491,21 b	65,29 a	465,72 a	583,15 b	691,94 c	2082,05 b
DMS	15,31	13,82	17,57	16,01	12,40	16,46

Letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

¹Da antese até a maturação completa dos frutos.

Da mesma forma, Souza (2007) estudou a soma térmica do ciclo de três cultivares de mangueira, e observou para a cultivar Palmer uma média de 1.962,7 °C, resultado pouco inferior ao observado para esta mesma cultivar, neste trabalho. Os mesmos autores encontraram somas térmicas em graus-dia de 1.962,7 °C para a cultivar Haden e 1.627,5 °C para a ‘Tommy Atkins’. Enquanto Rodrigues et al. (2013) verificaram um acúmulo de 1.124,23 a 1.157,99 °C para a cultivar Tommy Atkins. Entretanto, Barros et al. (2010) verificaram um acúmulo térmico bem superior para a cultivar Alfa(2.116,50 °C).

Estes valores reforçam a importância de se estudar a exigência térmica, não somente para as diferentes cultivares, mas também avaliar o desempenho das mesmas nas diferentes condições de cultivo, uma vez que os resultados encontrados na literatura são contraditórios.

5.3 Avaliações do período de produção

Observou-se que houve diferença significativa ao nível de 1% de probabilidade para todas as variáveis número de frutos por panícula, panículas com abortamentos total, número de frutos por planta, produção, produtividade e eficiência produtiva (Tabelas 11 e 12).

Tabela 11. Valores do Teste F da análise de variância e resultados médios do número de frutos por panícula, porcentagem de panículas com abortamento total de frutos e número de frutos por planta das três cultivares de mangueira no ciclo agrícola 2012/2013. São Manuel-SP, 2014.

FV	GL	Número de frutos.panícula ⁻¹	Panículas com abortamento total (%)	Número de frutos.planta ⁻¹
Bloco	9	2,1 ^{NS}	0,7 ^{NS}	2,3 ^{NS}
Cultivar	2	8,1 ^{**}	21,5 ^{**}	12,0 ^{**}
CV (%)		12,93	32,70	30,99
Média		1,94	39,78	105,67

^{NS}= não significativo; ** = significativo a 1 % pelo teste F.

Tabela 12. Valores do Teste F da análise de variância e resultados médios da produção, produtividade e eficiência produtiva das três cultivares de mangueira no ciclo agrícola 2012/2013. São Manuel,SP. 2014.

FV	GL	Produção (kg.planta ⁻¹)	Produtividade (kg.hectare ⁻¹)	Eficiência produtiva (kg.m ⁻³)
Bloco	9	1,1 ^{NS}	1,1 ^{NS}	0,6 ^{NS}
Cultivar	2	17,3 ^{**}	17,3 ^{**}	28,1 ^{**}
CV (%)		37,82	37,82	36,56
Média		45,56	18.999,80	5,51

^{NS}= não significativo; ** = significativo a 1 % pelo teste F.

Em se tratando do número de frutos por panícula, a maior média foi obtida para a cultivar Palmer, com 2,19 frutos. Não houve diferença significativa entre as médias de ‘Espada Vermelha’ e ‘Keitt’ para essa variável. Em relação à porcentagem de panículas com abortamento total de frutos, as cultivares Palmer e Keitt apresentaram menores médias em comparação com a ‘Espada Vermelha’ (Tabela 13). O abortamento de frutos na mangueira é comum, de acordo com Cunha et al. (2002), geralmente, apenas um a três frutos por panícula atingem a maturação completa.

Para o número de frutos por planta, a cultivar Palmer se destacou com maior média, de 146,70 frutos, enquanto para ‘Espada Vermelha’ e ‘Keitt’ as médias foram de, respectivamente, 89,90 e 80,40 frutos por planta (Tabela 13). Nas mesmas

condições edafoclimáticas e mesmo ano agrícola (2012/2013), no município de São Manuel-SP, Modesto (2013) encontrou média de 236 frutos por planta para a cultivar Palmer, resultado superior ao deste trabalho, todavia, as plantas avaliadas em questão eram dois anos mais velhas, o que conseqüentemente reflete em maior volume de copa. No entanto, Peixoto et al. (2005) também encontraram maior número de frutos para a cultivar Palmer em plantas de mesma idade no município goiano de Ipameri. Tal resultado pode estar relacionado às condições tropicais desta localidade em relação ao do clima do município de São Manuel (Subtropical).

Tabela 13. Resultados médios do número de frutos por panícula, porcentagem de panículas com abortamento total de frutos e número de frutos por planta das três cultivares de mangaieira no ciclo agrícola 2012/2013, São Manuel/SP, 2014.

Cultivar	Número de frutos.panícula⁻¹	Panículas com abortamento total (%)	Número de frutos.planta⁻¹
Esp. Vermelha	1,88 b	60,67 a	89,90 b
Keitt	1,75 b	35,33 b	80,40 b
Palmer	2,19 a	23,33 b	146,70 a
DMS	0,29	14,85	37,39

Letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Quando comparadas em função da produção por planta, dentre as três cultivares, a ‘Palmer’ e a ‘Keitt’ se sobressaíram com produções de 65,99 e 49,48 kg.planta⁻¹, respectivamente (Tabela 14). A produção encontrada por Carvalho et al. (2004) para a cultivar Palmer foi inferior a do referido trabalho, enquanto Modesto (2013) verificou produção superior para a mesma cultivar no ciclo agrícola 2012/2013.

Assim como para a produção, as cultivares Palmer e Keitt apresentaram maior produtividade que a ‘Espada Vermelha’, com valores médios de, respectivamente, 27,52 t.ha⁻¹, 20,63 t.ha⁻¹ e 8,85 t.ha⁻¹ (Tabela 14). Vale destacar os valores encontrados para as cultivares Palmer e Keitt, uma vez que a produtividade brasileira de manga é de 16,36 t.ha⁻¹ (FAOSTAT, 2013) e a paulista de 16,63 t.ha⁻¹ (IBGE, 2013).

Resultados inferiores foram observados por Souza et al. (2004) para as cultivares Palmer e Keitt em sistema de cultivo agroecológico no município de Teresina/PI e por Peixoto et al. (2005) para a ‘Palmer’ em Ipameri-GO. No entanto, vários fatores devem ser levados em consideração para tais resultados, como fatores climáticos, solo, condições de cultivo e idade das plantas.

Quanto à eficiência produtiva, obteve-se com a cultivar Palmer a maior média, de $9,05 \text{ kg.m}^{-3}$, seguida da cultivar Keitt, com $5,14 \text{ kg.m}^{-3}$ e da ‘Espada Vermelha’, com $2,33 \text{ kg.m}^{-3}$ (Tabela 14). Verifica-se que, embora a cultivar Keitt tenha apresentado maior produção e produtividade juntamente com a Palmer, esta última cultivar se destaca por produzir maior quantidade de frutos, em quilogramas, em mesmo volume de copa. Modesto (2013) verificou eficiência produtiva para a ‘Palmer’ de $3,49 \text{ kg.m}^{-3}$ no ciclo agrícola de 2011/2012 e $10,24 \text{ kg.m}^{-3}$ no ciclo 2012/2013.

Tabela 14. Resultados médios da Produção, produtividade e eficiência produtiva das três cultivares de mangueira no ciclo agrícola 2012/2013, São Manuel/SP, 2014.

Cultivar	Produção (kg.planta⁻¹)	Produtividade (t.ha⁻¹)	Eficiência produtiva (kg.m⁻³)
Esp. Vermelha	21,22 b	8,85 b	2,33 c
Keitt	49,48 a	20,63 a	5,14 b
Palmer	65,99 a	27,52 a	9,05 a
DMS	19,67	8204,60	2,30

Letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

No que diz respeito à sazonalidade de produção das cultivares, verifica-se que a produção da cultivar Espada Vermelha foi mais precoce, iniciando-se a colheita no dia 12 de dezembro de 2012, com término antes do dia 19 de janeiro de 2013 (Figura 22). A produção da ‘Palmer’ se iniciou logo após o dia 29 de dezembro e se estendeu até o dia 10 de março de 2013. A cultivar Keitt foi a mais tardia entre as três cultivares, com início da produção no período de 3 a 31 de março aproximadamente (Figura 22). Este resultado possibilita ao produtor, mediante o cultivo das três cultivares, a produção de frutos em maior período de tempo, e conseqüentemente além da maior oferta para o mercado, poderá ainda conseguir preços maiores em época de escassez de frutos, de modo a incrementar a renda do mesmo.

Da mesma forma que no presente trabalho, Carvalho et al. (2004) e Modesto (2013) classificaram a produção da cultivar Palmer, em comparação com outras cultivares, como tardia. No primeiro trabalho, a produção da mesma aconteceu entre dezembro e janeiro, enquanto no segundo, a produção se concentrou entre janeiro e março.

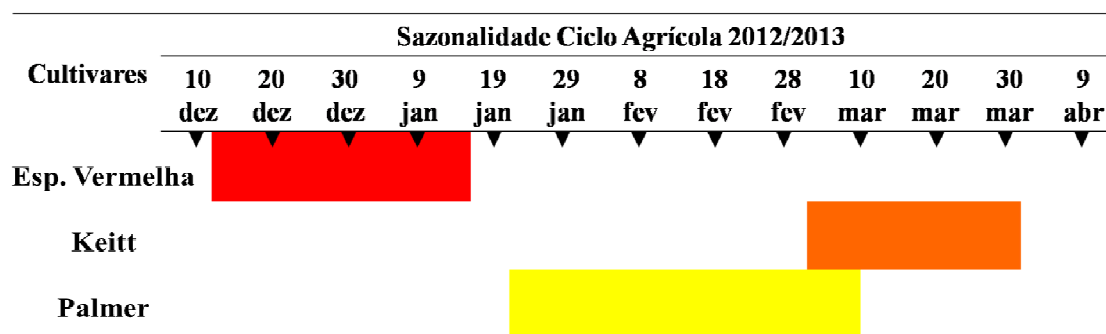


Figura 22. Sazonalidade das cultivares de mangueira no ciclo agrícolas 2012/2013. São Manuel-SP, 2014.

5.4 Avaliação da qualidade pós-colheita dos frutos

5.4.1 Avaliações físicas dos frutos

Houve influência significativa das cultivares nas variáveis diâmetro longitudinal, diâmetro transversal, formato do fruto, massa fresca do fruto e rendimento de polpa, casca e caroço (Tabelas 15 e 16).

Tabela 15. Valores do Teste F da análise de variância e resultados médios do diâmetro longitudinal, diâmetro transversal e formato do fruto das três cultivares de mangueira no ciclo agrícola 2012/2013, São Manuel/SP, 2014.

FV	GL	Diâmetro longitudinal (mm)	Diâmetro Transversal (mm)	Formato do fruto (Comprimento/Diâmetro)
Bloco	9	0,8 ^{NS}	1,2 ^{NS}	0,9 ^{NS}
Cultivar	2	29,1 ^{**}	228,8 ^{**}	85,7 ^{**}
CV (%)		5,86	4,69	4,83
Média		124,96	86,84	1,47

^{NS} = não significativo; ** = significativo a 1 % pelo teste F.

Tabela 16. Valores do Teste F da análise de variância e resultados médios da massa fresca do fruto e rendimentos de polpa, casca e caroço das três cultivares de mangueira no ciclo agrícola 2012/2013, São Manuel/SP, 2014.

FV	GL	Massa fresca do fruto (g)	Rendimento de polpa (%)	Rendimento de casca (%)	Rendimento de caroço (%)
Bloco	9	1,0 ^{NS}	1,6 ^{NS}	1,0 ^{NS}	1,3 ^{NS}
Cultivar	2	112,3 ^{**}	69,5 ^{**}	47,8 ^{**}	36,1 ^{**}
CV (%)		14,02	4,04	14,12	22,91
Média		468,81	77,01	11,50	11,49

^{NS} = não significativo; ** = significativo a 1 % pelo teste F.

As cultivares Palmer e Keitt apresentaram maiores valores médios de diâmetro longitudinal e transversal que a ‘Espada Vermelha’, ambas apresentaram médias de 132,60 e 131,74 mm de diâmetro longitudinal e 89,09 e 111,15 mm de diâmetro transversal, respectivamente (Tabela 17). Silva et al. (2012a) encontraram para a cultivar Palmer, médias semelhantes com as deste trabalho para a referida cultivar, enquanto, Carvalho et al. (2004) relataram valores médios inferiores.

Em relação ao formato do fruto, verificou-se que as três cultivares apresentam frutos de forma alongada, ou seja, relação entre os diâmetros longitudinal e transversal superior a 1. Os frutos da cultivar Espada Vermelha foram os mais alongados, em seguida os da ‘Palmer’ e, por último, os frutos da cultivar Keitt (Tabela 17). Modesto (2013) avaliando esta mesma variável para as cultivares Haden, Palmer, Parwin e Tommy Atkins, observou que nos dois ciclos agrícolas (2011/2012 e 2012/2013), a cultivar Palmer foi a que apresentou frutos mais alongados, assim como, que dentre estas cultivares, a ‘Haden’ é a que possui frutos mais arredondados, com relação DL/DT próximo de 1.

Tabela 17. Resultados médios de diâmetro longitudinal, diâmetro transversal e formato do fruto das três cultivares de mangueira no ciclo agrícola 2012/2013, São Manuel/SP, 2014.

Cultivar	Diâmetro longitudinal (mm)	Diâmetro Transversal (mm)	Relação DL/DT
Esp. Vermelha	110,55 b	66,31 b	1,67 a
Keitt	131,74 a	111,15 a	1,25 c
Palmer	132,60 a	89,09 a	1,49 b
DMS	8,36	4,65	0,08

Letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Verificou-se que a cultivar Keitt apresentou os frutos com maior massa fresca, de 659,05 g, enquanto para a ‘Espada Vermelha’ a média foi inferior, de 227,55 g (Tabela 18). A média de massa fresca dos frutos da cultivar Palmer foi de 519,84 g. Silva et al. (2012b) verificaram média superior de massa fresca para as cultivar Palmer. Enquanto Silva et al (2012a) relatam média semelhante para a mesma cultivar. Da mesma forma que para o tamanho do fruto (diâmetros), a massa fresca é utilizada para identificar o ponto de maturação do fruto (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Considerando a produção de frutos para a indústria, conforme Medina (1996), frutos de mangueiras destinados à produção de frutas em calda, necessitam, dentre algumas características, apresentarem massa fresca superior a 200 g.

Desta forma, todas as cultivares avaliadas produziram frutos com massa superior ao recomendado, podendo assim, com base nesta característica, serem indicadas para industrialização.

Mangas com menor percentagem de casca são mais interessantes para a indústria, uma vez que isso resulta em maior rendimento de polpa (BENEVIDES, et al., 2007). Neste contexto, a cultivar Palmer foi a que apresentou menor rendimento de casca dentre as cultivares, e juntamente com a Keitt os maiores percentuais de polpa. A cultivar Espada Vermelha, além do maior rendimento de casca, apresentou também o maior percentual de caroço e, conseqüentemente, menor rendimento de polpa (Tabela 18). Contudo, vale destacar que o maior rendimento de caroço, que está diretamente ligado à maior massa do mesmo, é uma importante característica para cultivares utilizadas como portaenxerto, como é o caso da ‘Espada Vermelha’, já que a maior massa resulta em maior quantidade de reserva para o processo de germinação.

Tabela 18. Resultados médios de massa fresca do fruto e rendimentos de polpa, casca e caroço das três cultivares de mangueira no ciclo agrícola 2012/2013, São Manuel/SP, 2014.

Cultivar	Massa fresca do fruto (g)	Rendimento de polpa (%)	Rendimento de casca (%)	Rendimento de caroço (%)
Esp. Vermelha	227,55 c	67,64 b	15,13 a	17,24 a
Keitt	659,05 a	80,54 a	11,35 b	8,10 b
Palmer	519,84 b	82,85 a	8,03 c	9,12 b
DMS	75,06	3,55	1,85	3,00

Letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Silva et al. (2012b), avaliando 15 cultivares de manga em Viçosa-MG, verificaram que a Palmer foi a cultivar com maior rendimento de polpa, 80,6, o que corrobora os resultados encontrados neste trabalho. Carvalho et al. (2004), assim como no presente trabalho, observaram para a cultivar Espada Vermelha altos rendimentos de caroço e casca, quando comparada com a ‘Palmer’. Da mesma forma, Silva et al. (2012a), confirmam o alto rendimento de polpa para a cultivar Palmer, com resultados semelhantes aos encontrados.

Com base na porcentagem de frutos distribuídos para os diferentes calibres comerciais, é possível afirmar que as cultivares Keitt e Palmer apresentam frutos com tamanhos mais variados que a ‘Espada Vermelha’, uma vez que para esta última a produção foi dividida em dois calibres, enquanto, para as outras duas cultivares, em três

calibres. A maior porcentagem, para a cultivar Espada Vermelha, foi para a classe 200, enquanto para a Keitt a maioria dos frutos são da classe 550. Já os frutos da 'Palmer' são na maioria classificados no calibre 350 (Tabela 19).

Tal resultado é comum, uma vez que os frutos da mangueira se apresentam de diversas formas não só de tamanho, mas também de forma, cor, presença de fibras, dentro outras características, de acordo com a espécie e cultivar (MUKHERJEE; LITZ, 2009).

Tabela 19. Resultados médios de porcentagem de frutos por classe comercial das três cultivares de mangueira no ciclo agrícola 2012/2013, São Manuel/SP, 2014.

Cultivar	Distribuição percentual por classe comercial (calibre)				
	100	200	350	550	800
Esp. Vermelha	22	78	0	0	0
Keitt	0	0	34	64	2
Palmer	0	16	72	12	0

Em relação aos dados da coloração da superfície externa (casca) e da polpa dos frutos, observou-se, para todas as variáveis, significância ao nível de 1% para o teste F (Tabelas 20 e 21).

Tabela 20. Valores do Teste F da análise de variância e resultados médios de luminosidade (L), coordenadas *a e *b, croma e ângulo Hue (°h) da superfície externa dos frutos (casca) das três cultivares de mangueira no ciclo agrícola 2012/2013, São Manuel/SP, 2014.

FV	GL	L	a*	b*	Croma	Ângulo Hue (°h)
Bloco	9	0,7NS	0,5NS	1,1NS	1,6NS	0,4NS
Cultivar	2	161,5**	16,2**	122,9**	141,8**	9,2**
CV (%)		5,61	43,85	15,56	11,23	14,52
Média		50,21	11,65	26,68	33,99	64,87

^{NS}= não significativo; ** = significativo a 1 % pelo teste F.

Tabela 21. Valores do Teste F da análise de variância e resultados médios de luminosidade (L), coordenadas *a e *b, croma e ângulo Hue (°h) da polpa dos frutos das três cultivares de mangueira no ciclo agrícola 2012/2013, São Manuel/SP, 2014.

FV	GL	L	a*	b*	Croma	Ângulo Hue (°h)
Bloco	9	0,5NS	0,9NS	6,0**	5,4**	0,5NS
Cultivar	2	114,6**	401,4**	43,4**	87,1**	330,6**
CV (%)		2,13	24,87	1,93	2,02	1,72
Média		73,29	6,65	67,41	68,31	84,73

^{NS}= não significativo; ** = significativo a 1 % pelo teste F.

Quanto à coloração da casca dos frutos das três cultivares, verificou-se que a cultivar Espada Vermelha apresenta maiores valores de L, a*, b* e C* em comparação com a ‘Keitt’ e a ‘Palmer’ (Tabela 22). O que indica que a superfície externa dos frutos da referida cultivar possui maior luminosidade. Em relação às coordenadas a* e b*, os valores revelam que a cultivar Espada Vermelha possui maior tendência à coloração vermelha (a*) e à coloração amarela (b*), enquanto que o C* mostra a maior intensidade de cor. Assim como observado no presente trabalho, Silva et al. (2012b) encontraram baixo valor de b* para a casca da cultivar Palmer.

Quando avaliado o ângulo Hue (°H) da casca, a cultivar Keitt foi a que apresentou a maior média, 74,60, enquanto, para as cultivares Espada Vermelha e Palmer as médias foram de 63,21 e 56,79, respectivamente (Tabela 22). O ângulo de 0° indica cor vermelha e 90° cor amarela, neste caso os valores encontrados estão entre estas duas faixas, o que revela que a casca dos frutos das três cultivares possui coloração vermelho amarelada, no entanto, percebe-se que os frutos das cultivares Palmer e Espada Vermelha apresentam casca com coloração mais próxima ao vermelho que a cultivar Keitt.

Tabela 22. Resultados médios de luminosidade (L), coordenadas *a e *b, Chroma (C*) e ângulo hue (°h) da superfície externa dos frutos (casca) das três cultivares de mangueira no ciclo agrícola 2012/2013, São Manuel/SP, 2014.

Cultivar	L	a*	b*	C*	°h
Esp. Vermelha	63,19 a	18,81 a	43,29 a	50,59 a	63,21 b
Keitt	45,02 b	6,10 b	20,54 b	26,06 b	74,60 a
Palmer	42,41 b	10,02 b	16,20 b	25,32 b	56,79 b
DMS	3,22	5,83	4,74	4,36	10,76

Letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Verificou-se que a polpa dos frutos da cultivar Palmer possui maior luminosidade e maior ângulo hue (°h), o que indica que sua polpa é mais amarelada do que a dos frutos de ‘Keitt’ e ‘Espada Vermelha’ (Tabela 23). Tal resultado estar de acordo com o obtido por Silva et al. (2012b), que encontraram valor de °h da polpa de 83,0° para a ‘Palmer’. Com base no resultado encontrado de °h para a polpa da cultivar Espada Vermelha, verifica-se que a mesma apresenta coloração amarelo avermelhada.

Para aos resultados de a*, b* e C* da polpa, a cultivar Espada Vermelha foi a que apresentou as maiores médias, seguida da cultivar Keitt e da cultivar Palmer (Tabela 23). O maior valor de a* para a ‘Espada Vermelha’, provavelmente, está relacionado ao fato da polpa dos frutos ser de coloração amarelo avermelhada, uma vez

que a coordenada a^* indica a variação entre o verde e o vermelho, valores menores que 0 remetem ao verde, enquanto, valores acima deste valor estão relacionados à cor vermelha. Sendo assim, a média próxima de 0 para a coordenada a^* da polpa da cultivar Palmer estar relacionada ao fato mesma ter predominância da cor amarela, representada pela coordenada b^* , o que refletiu, como já mencionado, em um valor de $^{\circ}h$ mais próximo de 90° , que indica a cor amarela da polpa.

Tabela 23. Resultados médios de luminosidade (L), coordenadas a^* e b^* , croma e ângulo Hue da polpa dos frutos das três cultivares de manga no ciclo agrícola 2012/2013, São Manuel/SP, 2014.

Cultivar	L	a^*	b^*	Croma	Ângulo Hue ($^{\circ}h$)
Esp.Vermelha	67,74 c	18,68 a	70,40 a	72,90 a	75,11 c
Keitt	73,84 b	1,69 b	66,75 b	66,90 b	88,65 b
Palmer	78,28 a	0,43 c	65,10 c	65,13 c	90,44 a
DMS	1,78	1,89	1,48	1,58	1,66

Letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A intensidade variável das cores da casca e da polpa pode ser visualizada a partir das Figuras 23, 24 e 25 para as cultivares Espada Vermelha, Keitt e Palmer, respectivamente.

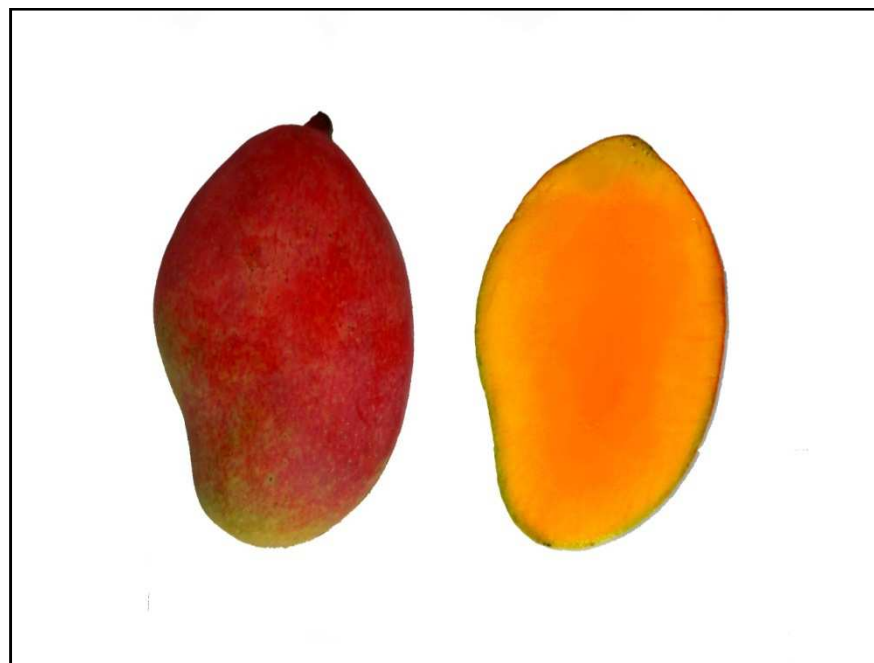


Figura 23. Coloração da casca e polpa de fruto da cultivar Espada Vermelha.



Figura 24. Coloração da casca e polpa de fruto da cultivar Keitt.



Figura 25. Coloração da casca e polpa de fruto da cultivar Palmer.

5.4.2 Avaliações físico-químicas e bioquímicas dos frutos

Observou-se influência significativa, ao nível de 1% pelo teste F, das cultivares na acidez titulável, “Ratio”, pH e índice tecnológico, enquanto que para os dados de sólidos solúveis o teste de variância não foi significativo (Tabela 24).

Tabela 24. Valores do Teste F da análise de variância e resultados médios de acidez titulável, sólidos solúveis, “Ratio”, pH e índice tecnológico dos frutos das três cultivares de mangueira no ciclo agrícola 2012/2013, São Manuel/SP, 2014.

FV	GL	Acidez titulável (% de ác. cítrico)	Sólidos solúveis (°Brix)	“Ratio”	pH	Índice Tecnológico (%)
Bloco	9	3,1*	1,2 ^{NS}	3,0*	3,6**	1,4 ^{NS}
Cultivar	2	70,0**	2,3 ^{NS}	42,6**	112,15**	75,4**
CV (%)		12,44	4,41	12,31	1,48	4,56
Média		0,359	17,25	52,08	4,07	13,37

^{NS} = não significativo; * = significativo a 5 %; ** = significativo a 1 % pelo teste F.

Em relação à acidez titulável, a maior média foi obtida para a cultivar Keitt, 0,49% de ácido cítrico. A cultivar Espada Vermelha apresentou acidez de 0,30% e a ‘Palmer’ de 0,28%, contudo, as médias não deferiram estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 25). Silva et al. (2012b) observaram acidez titulável semelhante para a cultivar Palmer (0,20%), todavia, Carvalho et al. (2004) e Silva et al (2012a) encontraram médias superiores de acidez para esta cultivar, 0,35% e 0,86, respectivamente. Com o avanço do amadurecimento dos frutos a acidez titulável decresce em função da oxidação dos ácidos orgânicos decorrente da respiração dos frutos e da conversão destes ácidos em açúcares (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Para os teores de sólidos solúveis não houve foi verificada significância entre os dados. Os teores de sólidos solúveis foram de 16,91 °Brix para a cultivar Espada Vermelha, 17,63 °Brix para a cultivar Keitt e 17,21 °Brix para a cultivar Palmer (Tabela 25). O resultado de sólidos solúveis encontrado neste trabalho para a cultivar Palmer é superior ao mencionado por Silva et al. (2012b), que foi de 15,6 °Brix, e ao encontrado por Silva et al. (2012a), que foi de apenas 7,07. Galli et al. (2013) também encontraram menor média de sólidos solúveis para a cultivar Espada Vermelha (15,8 °Brix). Em contrapartida, Carvalho et al. (2004) observaram um teor de sólidos solúveis de 20,37 °Brix para a cultivar Palmer e de 17,00 °Brix para a ‘Espada Vermelha’.

Para tais resultados devem ser consideradas as condições climáticas e de cultivo para cada experimento, além do grau de maturação dos frutos no momento da análise, uma vez que de acordo com Chitarra e Chitarra (2005) este fator influencia de forma direta no teor de sólidos solúveis dos frutos.

Quando avaliado o “Ratio”, as maiores médias foram obtidas para as cultivares Palmer (61,38) e Espada Vermelha (57,91), enquanto a ‘Keitt’ apresentou a menor média (Tabela 25). Embora Carvalho et al. (2004) tenham encontrado maior teor de

sólidos solúveis para a cultivar Palmer em seu trabalho, o “Ratio” para esta mesma cultivar no presente trabalho foi superior ao observado pelos mesmos, diferente do resultado para a ‘Espada Vermelha’, que no trabalho mencionado foi superior. Igualmente, Silva et al. (2012a) relataram valor inferior de “Ratio” para a cultivar Palmer. Enquanto, Silva et al. (2012b) verificaram um “Ratio” de 70,5 para esta cultivar.

Conforme Chitarra e Chitarra (2005), o “Ratio” possibilita ter um real indicativo do sabor do fruto e por se tratar da relação entre os sólidos solúveis e a acidez titulável, é afetado por todos os fatores que interferem nestas características, sejam ambientais ou fisiológicos.

Quanto ao pH, a cultivar Palmer foi a que apresentou a maior média, de 4,25, seguida da cultivar Espada Vermelha, com 4,10 e da cultivar Keitt, com 3,85 (Tabela 25). Tais resultados vão de encontro com a menor acidez dos frutos de ‘Espada Vermelha’ e ‘Palmer’ e com a maior acidez dos frutos da ‘Keitt’. Silva et al. (2012a), obtiveram menor valor de pH para a cultivar Palmer, enquanto Carvalho et al. (2004), verificaram para a mesma cultivar, valores de pH de 4,16, resultado muito semelhante ao encontrado neste trabalho. No entanto, o pH observado pelos mesmos para a cultivar Espada Vermelha foi maior.

Na agroindústria é desejável maior concentração de sólidos solúveis por quilograma de fruto, o que é revelado pelo índice tecnológico, que relaciona estas duas características. Tais índices já têm sido utilizados em frutas cítricas e maracujá, resultando até mesmo em pagamento diferenciado (SACRAMENTO et al. 2007). Neste sentido, as cultivares Keitt e Palmer apresentaram maior índice tecnológico em comparação com a cultivar Espada Vermelha (Tabela 25), assim seus frutos são de melhor qualidade para a indústria.

Tabela 25. Resultados médios de Acidez titulável, sólidos solúveis, “Ratio”, pH e índice tecnológico dos frutos das três cultivares de mangueira no ciclo agrícola 2012/2013, São Manuel/SP, 2014.

Cultivar	Acidez titulável (% de ác. cítrico)	Sólidos solúveis (°Brix)	“Ratio”	pH	Índice Tecnológico
Esp. Vermelha	0,30 b	16,91	57,91 a	4,10 b	11,44 b
Keitt	0,49 a	17,63	36,93 b	3,85 c	14,40 a
Palmer	0,28 b	17,21	61,38 a	4,25 a	14,26 a
DMS	0,05	0,87	7,32	0,07	0,70

Letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Em relação às análises bioquímicas, verificou-se que houve efeito significativo das cultivares para todas as variáveis avaliadas (Tabela 26).

Tabela 26. Valores do Teste F da análise de variância e resultados médios de capacidade antioxidante, compostos fenólicos, flavonóides, carotenóides e ácido ascórbico dos frutos das três cultivares de mangueira no ciclo agrícola 2012/2013, São Manuel/SP, 2014.

FV	GL	Ácido ascórbico (mg.100g ⁻¹)	Antioxidantes (mg de DPPH.100g ⁻¹)	Polifenólicos (mg de ác. Gálico.100g ⁻¹)	Flavonóides (mg.100g ⁻¹)	Carotenóides (µg.100g ⁻¹)
Bloco	9	0,8 ^{NS}	3,8 ^{**}	4,6 ^{**}	1,4 ^{NS}	2,3 ^{NS}
Cultivar	2	206,1 ^{**}	137,6 ^{**}	136,0 ^{**}	40,0 ^{**}	62,2 ^{**}
CV (%)		6,94	15,06	6,50	5,78	7,38
Média		139,13	67,36	162,41	0,466	1617,01

^{NS} = não significativo; ** = significativo a 1 % pelo teste F.

Quanto ao teor de ácido ascórbico das cultivares, observou-se que a cultivar Palmer apresentou maior valor médio, 187,25 mg.100g⁻¹, seguida da ‘Espada Vermelha’, com 128,57 mg.100g⁻¹, e da Keitt, com 101,57 mg.100g⁻¹ (Tabela 27). Silva et al. (2012a) também constataram que entre as cultivares de manga avaliadas, a ‘Palmer’ era a cultivar que apresentava maior conteúdo de ácido ascórbico, no entanto, a média observada pelos mesmos foi inferior. Carvalho et al. (2004) também verificaram média inferior para a cultivares Palmer (56,7 mg.100g⁻¹) e Espada Vermelha (31,3mg.100g⁻¹).

Da mesma forma que os autores anteriormente citados, Silva et al. (2012b) encontraram média inferior de ácido ascórbico para a ‘Palmer’. A quantificação do teor de ácido ascórbico em frutas é de grande importância, uma vez que este componente químico possui alto valor nutricional, além de capacidade antioxidante (CHITARRA; CHITARRA 2005).

O estudo do conteúdo de ácido ascórbico ainda pode indicar a preservação de outros nutrientes devido a sua característica termolábil e sua degradação pode auxiliar no escurecimento não enzimático, além de causar o surgimento de sabores desagradáveis (ALVES et al., 2010).

Quando avaliada a capacidade antioxidante, a cultivar Palmer apresenta maior média, com 97,99 mg de DPPH.100g⁻¹, enquanto, a média da cultivar Keitt foi de 78,75 mg de DPPH.100g⁻¹ e a da ‘Espada Vermelha’ 25,35mg de DPPH.100g⁻¹ (Tabela 27). Feng et al. (2012) avaliando a capacidade antioxidante de quatro cultivares de mangueira na China, verificaram média inferior para a cultivar Keitt, 40,10 mg de DPPH.100g⁻¹.

Oliveira et al. (2011) relataram que frutos de goiabeira possuem maior capacidade antioxidante que a manga e o mamão. A importância desse tipo de estudo se dá pelo fato que as substâncias com capacidade antioxidantes impedem a formação de radicais livres e conseqüentemente a morte celular no organismo humano (HALLIWEL et al., 1995).

Para os compostos polifenólicos, a maior média foi encontrada para a cultivar Palmer, com 196,22mg de ác. gálico.100g⁻¹, seguida de ‘Espada Vermelha’ e ‘Keitt’ (Tabela 27). Feng et al. (2012) observaram para a cultivar Keitt média de polifenólicos totais de 32,06 mg de ác. gálico.100g⁻¹, resultado inferior ao encontrado neste trabalho. Ma et al. (2011) avaliando a atividade antioxidante e os compostos fenólicos de oito cultivares de manga também na China, encontraram médias de polifenólicos totais variando entre 8,71 e 193,36 mg de ác. gálico.100g⁻¹.

Os compostos polifenólicos estão presentes na maioria das frutas e apresentam capacidade antioxidante no organismo humano, contudo vale ressaltar que sua concentração está relacionada à cultivar, estágio de maturação do fruto e às condições de clima e solo de cada região (REYNERSTON et al., 2008). A maior concentração de polifenólicos na manga Palmer, assim como de ácido ascórbico e carotenóides, este último ainda será discutido, justifica a alta capacidade antioxidante encontrada para esta cultivar.

Em relação ao conteúdo de flavonóides totais, as cultivares que apresentaram maior média foram Espada Vermelha e Palmer, com 0,50 e 0,49 mg.100g⁻¹, respectivamente. A média da cultivar Keitt foi de 0,40 mg.100g⁻¹(Tabela 27). Modesto (2013) encontrou para a cultivar Palmer média inferior, 0,38 0,40 mg.100g⁻¹.

Maciel (2009) estudando diversos compostos bioativos em manga ‘Tommy Atkins’ em três estádios de maturação e oriundas de cultivo orgânico, biodinâmico e convencional, observou que mangas orgânicas, quando verdes, apresentam maior quantidade de flavonóides, enquanto que as provenientes de cultivo biodinâmico possuem maior média nos estádios “de vez” e maduro. Já as mangas de cultivo convencional apresentaram os menores valores, independente do estágio de maturação.

Quanto ao conteúdo de carotenóides, a cultivar Espada Vermelha se destacou com a maior média, 1,96mg.100g⁻¹. Não houve diferença estatística entre as médias de ‘Palmer’ (1,46 mg.100g⁻¹) e ‘Keitt’ (1,43mg.100g⁻¹) (Tabela 27). Carvalho et al. (2004) observaram médias de carotenóides totais de 9,40 mg.100g⁻¹ para a cultivar Espada Vermelha e de 4,00mg.100g⁻¹ paraa ‘Palmer’, resultados bastante superiores aos deste

trabalho. De acordo com Lima et al. (2009), a manga apresenta teor de carotenóides de 3,32 mg por 100 g de polpa quando madura.

Tabela 27. Resultados médios de capacidade antioxidante, compostos fenólicos, flavonóides, carotenóides e ácido ascórbico dos frutos das três cultivares de manga no ciclo agrícola 2012/2013, São Manuel/SP, 2014.

Cultivar	Ácido ascórbico (mg.100g⁻¹)	Antioxidantes (mg de DPPH.100g⁻¹)	Polifenólicos (mg de ác. Gálico.100g⁻¹)	Flavonóides (mg.100g⁻¹)	Carotenóides (mg.100g⁻¹)
E. Verm.	128,57 b	25,35 c	171,13 b	0,50 a	1,96 a
Keitt	101,57 c	78,75 b	119,86 c	0,40 b	1,43 b
Palmer	187,25 a	97,99 a	196,22 a	0,49 a	1,46 b
DMS	11,02	11,59	12,05	0,03	136,28

Letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

No que diz respeito à análise de variância para açúcar redutor, não redutor e açúcar total dos frutos, verificou-se que todas estas variáveis sofreram afeito significativo, a 1% pelo teste F, das cultivares (Tabela 28)

Tabela 28. Valores do Teste F da análise de variância e resultados médios de açúcar redutor, açúcar não-redutor e açúcar total dos frutos das três cultivares de manga no ciclo agrícola 2012/2013, São Manuel/SP, 2014.

FV	GL	Açúcares redutores (%)	Açúcares não-redutores (%)	Açúcares totais (%)
Bloco	9	1,8 ^{NS}	2,4 [*]	2,6 [*]
Cultivar	2	162,7 ^{**}	127,7 ^{**}	110,0 ^{**}
CV (%)		8,44	12,27	8,04
Média		4,41	13,85	18,99

^{NS} = não significativo; * = significativo a 5 %; ** = significativo a 1 % pelo teste F.

Quando avaliado o açúcar redutor, verificou-se para a cultivar Espada Vermelha a maior média, com 6,07%. A menor porcentagem de açúcar redutor foi encontrada na cultivar Keitt (3,17%). Para a ‘Palmer’ a média foi de 3,97%. No entanto, quando avaliados o açúcar não-redutor e o açúcar total, a cultivar Keitt se destacou com médias de 20,41 e 24,67% respectivamente. Enquanto, as menores médias foram verificadas para a Espada Vermelha. As médias da cultivar Palmer foram de 12,73 % de açúcar não-redutor e 17,37 de açúcar total (Tabela 29).

Tabela 29. Resultados médios da porcentagem de açúcar redutor, açúcar não-redutor e açúcar total dos frutos das três cultivares de mangaueira no ciclo agrícola 2012/2013, São Manuel/SP, 2014.

Cultivar	Açúcares redutores	Açúcares não-redutores	Açúcares totais
	(%)	(%)	(%)
Esp. Vermelha	6,07 a	8,42 c	14,93 c
Keitt	3,17 c	20,41 a	24,67 a
Palmer	3,97 b	12,73 b	17,37 b
DMS	0,42	1,94	1,74

Letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Silva et al. (2012a) encontraram valores de açúcares redutores e totais para a cultivar Palmer de 2,94% e 3,63%, resultados inferiores aos encontrados neste trabalho. No entanto, Carvalho et al. (2004) relataram maior porcentagem de açúcares redutores para a manga Palmer (4,08%), em contrapartida encontraram menor concentração nos frutos da cultivar Espada Vermelha. Os baixos teores de açúcares redutores, conforme Chitarra e Chitarra, estão relacionados ao fato de que quando o fruto amadurece, o teores de glicose e frutose, principais representantes deste grupo de açúcares, decrescem conseqüente do consumo pela respiração.

De acordo com Manica (2001), os frutos maduros apresentam maior quantidade de açúcares não redutores (sacarose), enquanto, no início do desenvolvimento dos mesmos, há predominância dos açúcares redutores (glicose + frutose). Ferrer (1987) relata que frutos com maiores concentrações de açúcares redutores são preferidos, tanto para o consumo como fruta fresca quanto para a indústria, por conferirem sabor mais adocicado.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estado de São Paulo já foi o maior produtor de manga do Brasil, hoje ocupa a segunda posição, atrás apenas da Bahia. No entanto, o uso de cultivares adequadas para as diferentes regiões produtoras pode ser utilizada como uma ferramenta de grande importância para a mangicultura paulista e conseqüentemente elevar os números referentes a esta cultura no estado.

Atualmente, a produção de manga em São Paulo concentra-se, principalmente, nos municípios da região de Ribeirão Preto. Contudo, as produtividades encontradas neste trabalho para as cultivares Palmer e Keitt são superiores às medias nacionais e do próprio estado de São Paulo, evidenciando o potencial do município de São Manuel e região para a produção de manga em São Paulo

Fato interessante é que no presente trabalho não foi realizada indução artificial de florescimento, mas ainda assim foram obtidos bons resultados de produção, o que é importante para o produtor, já que diminui o custo de produção, com maior retorno econômico.

A cultivar Palmer, além de bom desempenho produtivo, apresenta ótimas características de qualidade, principalmente no que diz respeito aos compostos

bioativos, compostos estes que estão em grande evidência, devido às suas características funcionais, importantes para a saúde humana. Sendo assim, esta cultivar é, dentre as cultivares avaliadas neste trabalho, a mais indicada para a região.

As cultivares Keitt e Espada Vermelha podem ser utilizadas como alternativas de diversificação, uma vez que a Keitt apresentou bons resultados produtivos, enquanto a 'Espada Vermelha', além de ser cultivar nacional, é menos suscetível à antracnose, possui frutos com maior quantidade de fibras, o que representa boa alternativa para quem procura frutos com este fim.

Outro ponto a ser destacado é que a colheita para cada cultivar ocorre em épocas distintas, o que pode ser estratégico para oferta de manga por maior espaço de tempo no mercado paulista. Com destaque para as cultivares Palmer e Keitt, que ocorre entre fevereiro e março, época de baixa oferta de manga no CEAGESP, comparada com os meses de outubro a dezembro.

Portanto, o cultivo de mangueira, sob condições subtropicais na região de São Manuel torna-se uma opção promissora para os agricultores tendo em vista não só o comércio local, mas também a maior proximidade da CEAGESP em São Paulo, quando comparada com outras regiões produtoras do próprio estado.

7 CONCLUSÕES

A cultivar Keitt necessita de maior número de dias para atingir a maturidade fisiológica de seus frutos, assim como necessita de maior acúmulo de graus-dia para completar seu ciclo produtivo;

As curvas de crescimento dos frutos da três cultivares se comportam da mesma forma em função dos dias após a antese;

A cultivar Palmer é a cultivar com melhor desempenho produtivo nas condições do município de São Manuel;

Os frutos das cultivares Palmer e Keitt apresentam qualidade física superior;

Quimicamente, os frutos da cultivar Palmer são de maior qualidade devido alta capacidade antioxidante, alto teor de ácido ascórbico e maior quantidade de compostos polifenólicos.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, C.O.; CARDOSO, C.E.L.; SANTANA, M.A. Comercialização. In: PEREIRA, M.E.C.; FONSECA, N.; SOUZA, F.V.D. (Ed.). Manga: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. cap. 15, p. 177-184.

ALVES, J.A., NASSUR, R.C.M. R.; PIRES, C.R.F.; ALCÂNTARA, E.M.; GIANNONI, J.A.; LIMA, L.C.O. Cinética de degradação de vitamina C em mangas ‘Palmer’ minimamente processadas armazenadas em diferentes temperaturas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG, v. 34, n. 3, p. 714-721, 2010.

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

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemists**. 11 ed. Washington, 1970. 1015p.

BARROS, M.P. de; ZANETTI, V.B.; FRAGA, C.I. de M.; NINCE, P.C. do C.; CAMPELO JÚNIOR, J.H.; LOBO, F. de A. Unidades fototérmicas e temperatura-base inferior de frutos de mangueira Alfa, na baixada cuiabana. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.32, n.2, p.479-485, 2010.

BENEVIDES, S.D.; RAMOS, A.M.; PEREZ, R. Necessidade da implementação da rastreabilidade como ferramenta de qualidade para a industrialização da manga na Zona da mata mineira. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.13, p.19-24, 2007.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Manga**. Brasília, 1999, 4p. (FrutiSéries, 2 – Minas Gerais).

CAMPBELL, R. J. **Mangos: a guide to mangos in Florida**. Miami: Fairchild Tropical Garden, 1992. 227 p.

CARVALHO, C.R.L.; ROSSETTO, C.J.; MANTOVANI, D.M.B.; MORGANO, M.A.; CASTRO, J.V.; BORTOLETTO, N.. Avaliação de cultivares de mangueira selecionadas pelo Instituto Agrônomo de Campinas comparada a outras de importância comercial. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n.2, p. 264-271, 2004.

CARVALHO, L.M.; LEMOS, J.P.; VIECCCELLI, J.C.; BRANDÃO, F.M.; SIQUEIRA, D. L. de. Desenvolvimento da inflorescência da mangueira ‘Palmer’ em Viçosa-MG. In: XIII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e IX Encontro Latino Americano de Pós-Graduação, 2009. São José dos Campos, **Anais...** São José dos Campos: UNIVAP, 2009.

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

CUNHA, A.R.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. **Irriga**, Botucatu, v. 14, n.1, p. 1-11, 2009.

CUNHA, G.A. P.da; PINTO, A.C. de Q.; FERREIRA, F.R. Origem, dispersão, taxonomia e botânica. In: GENÚ, P.J.C.; PINTO, A.C.Q. **A cultura da mangueira**. 1. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. cap. 2, p. 31-36.

DONADIO, L.C.; FERREIRA, F.R.; SOARES, N.B.; RIBEIRO, I.J. Variedades brasileiras de manga, São Paulo: UNESP, 1996, 74p.

EMBRAPA. Manga – cultivares. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia22/AG01/arvore/AG01_15_24112005115221.html>. Acesso em: 28 ago. 2012.

FACHINELLO, J.C.; NACHTIGAL, J.C.; KERSTEN, E. **Fruticultura - Fundamentos e práticas**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, v. 1., 2009. 304p.

FAOSTAT. Produção mundial de manga. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/Q/QC/E>> Acesso em: 14 set. 2013.

FENG, X.L.; SHU, F.F.; XIU, F.B.; CHEN, F.; XIAO, J.L.; XIAO, S.H.; JI, H.W. Physico-chemical and antioxidant properties of four mango (*Mangifera indica* L.) cultivars in China. **Food Chemistry**, Barking, v. 138, p. 396-405, 2012.

FERREIRA, F.R.; POSSÍDIO, E.L.; SOARES, N.B.; CASTRO NETO, M.T.; PINTO, A.C.Q.; DONADIO, L.C.; FREITAS, G.B. Germoplasma de manga no Brasil. In: São José, A. R. (Org.). **O agronegócio manga: produção e mercado**. Vitória da Conquista: UESB/DFZ, 2002. p. 111-118. 1 CD-ROM.

FERRER, R.E.N. **Avaliação das características da polpa de manga (*Mangifera indica* L.) para elaboração e armazenamento do néctar**. 1987. 68f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1987.

FUNARI, C. S.; FERRO, V. O. Análise de própolis. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, SP, n. 26, p. 171-178, 2006.

GALLI, J.A.; PALHARINI, M.C.A.; FISCHER, I.H.; MICHELOTTO, M.D.; MARTINS, A.L.M. Produção e qualidade de frutos de diferentes cultivares de mangueira adubadas com boro. **Agrária: Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 8, n. 3, p.358-363, 2013.

HALLIWELL, B.; AESCHBACH, R.; LÖLINGER, J.; ARUOMA, O.I. The characterization on antioxidants. **Food and Chemical Toxicology**, Oxford, v.33, n.7, p.601-617, 1995.

IBGE. Lavoura permanente – Produção de manga. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>> Acesso em: 14 ago. 2013.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Físicoquímicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo, 2005. 1018p.

GALLO, P. B.; ROSSETO, C. J. Boletim Técnico “O Agrônomo: IAC 103 Espada Vermelha”. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/agronomico/manga.php>>. Acesso em: 30 dez. 2013.

KAUR, C.; KAPOOR, H.C. Antioxidants in fruits and vegetables – the millennium’s health. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 36, n. 7, p. 703-725, 2001.

KAVATI, R. Manejo da parte aérea da mangueira. In: ROZANE, D.E.; DAREZZO, R.J.; AGUIAR, R.L.; AGUILERA, G.H.A.; ZAMBOLIN, L. **Manga: produção integrada, industrialização e comercialização**. Viçosa: UFV, p. 303 – 320, 2004.

KIILL, L.H.P.; SIQUEIRA, K.M.M. A Polinização da Mangueira. In: III Semana dos Polinizadores, 2012, Petrolina-PE. **Anais da III Semana dos Polinizadores**. Petrolina-PE: Embrapa Semiárido, 2010. p. 123-138.

KONICA MINOLTA. **Comunicação precisa da cor**: controle de qualidade da percepção à instrumentação. Seoul: Konica Minolta, 1998. 53p.

LEMOS, L.M.C.; COUTINHO, P.H.; SALOMAO, L.C.C.; VIECCCELLI, J.C.; SIQUEIRA, D.L. Desenvolvimento da inflorescência e do fruto da mangueira 'Ubá' em Visconde do Rio Branco, MG. In: XXII Congresso Brasileiro de Fruticultura, 2012, Bento Gonçalves-RS. XXII Congresso Brasileiro de Fruticultura, 2012.

LIMA FILHO, J.M.; ASSIS, J.S.; TEIXEIRA, A.H.C.; CUNHA, G.A.P.; CASTRONETO, M.T. Ecofisiologia In: GENU, P. J. de C.; PINTO, C.A.Q. (ed.) **A cultura da mangueira**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. Cap. 12, p.243-257.

LIMA NETO, F.P.; SANTOS, C.A.F.; SANTOS, R.O.; COSTA, T.P.P. Avaliação de híbridos de mangueira entre variedades monoembriônicas, em uma safra, no Semi-Árido Brasileiro. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 2010, **Natal. Frutas: saúde, inovação e sustentabilidade**. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2010.

LIMA, M.A.C.; SILVA, A.L.; AZEVEDO, S.S.N. Evolução de indicadores do ponto de colheita em manga 'Tommy Atkins' durante o crescimento e a maturação, nas condições do Vale do São Francisco, Brasil. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 2, p. 432-439, 2009.

LUCENA, E.M.P. **Desenvolvimento e maturidade fisiológica de manga 'tommy atkins' no vale do são francisco** . 2006. 152f. Tese (Doutorado em Agronomia – Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, 2006.

LUCENA, E.M.P.; ASSIS, J.S.; ALVES, R.E.; SILVA, V.C.M. ; ENÉAS FILHO, J. Alterações físicas e químicas durante o desenvolvimento de mangas Tommy Atkins no vale do São Francisco, Petrolina, PE. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v. 29, n.1, p. 96-101, 2007.

MA, X.; WU, H.; LIU, L.; YAO, Q.; WANG, S.; ZHAN, R.; XING, S.; ZHOU, Y. Polyphenolic compounds and antioxidant properties in mango fruits. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 129, p. 102-107, 2011.

MACIEL, L.F. **Caracterização físico-química e avaliação de compostos bioativos de mangas (*Mangifera indica* L.) provenientes de cultivo biodinâmico, orgânico e convencional**. 2009. 151f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Faculdade de Farmácia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009.

MANICA, I. Colheita - Embalagem - Armazenamento. In: _____ **Manga: Tecnologia, produção, pós-colheita, agroindústria e exportação**. Porto Alegre: Cinco continentes, 2001. p. 435-543.

MEDINA, V.M. Fisiologia e pós-colheita da manga. In: SÃO JOSÉ, A. R. (Coord.) et al. **Manga: tecnologia de produção de mercado**. Vitória da Conquista: DFZ/UESB, 1996. p. 202-222.

MINGUÉZ-MOSQUERA, M.I.; HONERO, D. Analysing changes in fruit pigments. In: MAC DOUGALL, D. (Ed.). **Colour in food: improving quality**. Boca Raton: Woodhead, 2002. p. 378.

MODESTO, J.H. **Produtividade, sazonalidade e análises tecnológicas de frutos de cultivares de mangueira em condições subtropicais**. 2013. 75f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2013.

MOTA, F.B. da. **Meteorologia Agrícola**. 7 ed. São Paulo: Nobel, 1987. 367p.

MUKHERJEE, S.K. **Systematic and ecogeographic studies of crop genepools: 1. *Mangifera***. Rome: IBPGR Secretariat, 1985. 86 p.

MUKHERJEE, S. K.; LITZ, R. E. Introduction: botany and importance. In: LITZ, R. E. (Org). **The Mango**: botany, production and uses. 2. ed. Wallingford: CAB International, 2009. c. 1, p. 1-18.

NELSON, N. Aphotometric adaptation of somogi method for determination of glucose. **Journal Biological Chemistry**, Baltimore, v. 153, p. 375-380, 1944

OLIVEIRA, D.S.; AQUINO, P.P.;RIBEIRO, S.M.R.; PROENÇA, R. P.C.;PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Vitamina C, carotenoides, fenólicos totais e atividade antioxidante de goiaba, manga e mamão procedentes da Ceasa do Estado de Minas Gerais. **Acta Scientiarum. Health Sciences**, Maringá, v. 33, p. 88-98, 2011.

PEIXOTO, N.; MOREIRA, F.M.; PEREIRA, J.A.; FIRMINO, W.G. Avaliação de cultivares de manga em Ipameri. In: III Seminário de Iniciação Científica da UEG, 2005, Anápolis-GO. **Anais do 3º Seminário de Iniciação Científica da UEG**, 2005.

PINTO, A.C. de Q.; COSTA, J.G. da; SANTOS, C.A.F. Principais variedades. In: GENUÍ, P.J. de C.; PINTO, A.C. de Q. (Ed.) **A cultura da mangueira**. Brasília: EMBRAPA, p. 95-116, 2002.

PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA. **Normas de Classificação de Manga**. Centro de Qualidade em Horticultura, São Paulo,CEAGESP: 2004, p. 6 (CQH. Documentos, 28).

RAIJ, B.V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: IAC, 1997. 285p. (IAC. Boletim Técnico, 100).

RAMÍREZ, F.; DAVENPORT, T.L. Mango (*Mangifera indica* L.) flowering physiology. **Scientia Horticulturae**, Kidlington, v.126, p.65-72, 2010.

RAMOS, V.H.V.; PINTO, A.C.Q ; GOMES, A.C. Avaliação de sete porta-enxertos mono e poliembriônicos sob quatro cultivares de mangueira no Cerrado brasileiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n.-, p. 622-629, 2001.

REUTHER, W. Climate and citrus behavior. In: REUTHER, W. (Ed.). **The citrus industry**. Riverside: University of California, 1973. v. 3, cap. 9, p. 280-337.

REYNERSTON, K.A.; YANG, H.; JIANG, B.; BASILE, M.J.; KENNELLY, E.J. Quantitative analysis of antiradical phenolic constituents from fourteen edible Myrtaceae fruits. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 109, n. 4, p. 883-890, 2008.

RODRIGUES, J. C.; SOUZA, P.J.O. P.; LIMA, R.T. Estimativa de temperaturas basais e exigência térmica em mangueiras no nordeste do estado do Pará. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, p. 143-150, 2013.

RUFINI, J.C.M.; GALVÃO, E.R.; PREZOTTI, L.; SILVA, M. B.; PARRELLA, R.A.C. Caracterização biométrica e físico-química dos frutos de acessos de manga Ubá. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, p. 456-464, 2011.

RUFINO, M. do S.M; ALVES, R.E.; DE BRITO, E.S.; MORAIS, S. de M.; SAMPAIO, C. de G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; CALIXTO-SAURA, F.D. Metodologia científica: Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. (Comunicado técnico online – Embrapa). Fortaleza-CE, julho 2007. Disponível em: <http://www.cnpat.embrapa.br/cnpat/cd/jss/acervo/Ct_126.pdf> Acesso em: 21 ago. 2011.

SACRAMENTO, C.K. do.; MATOS, C.B.; SOUZA, C.N.; BARRETTO, W.S.; FARIA, J.C. Características físicas, físico-químicas e químicas de cajás oriundos de diversos municípios da região sul da Bahia. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 19, n. 4, p. 283- 289, 2007.

SANTOS SEREJO, J. A. dos. Classificação e descrição botânica. In: PEREIRA, M. E. C.; FONSECA, N.; SOUZA, F. V. D. (Eds.). **Manga: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. 1. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. cap. 1, p. 15-17.

SCALZO, J.; POLITI, A.; PELLEGRINI, N.; MEZZETTI, B.; BATTINO, M. Plant genotype affects total antioxidant capacity and phenolic contents in fruit. **Nutrition**, London, v. 21, n. 2, p. 207-213, 2005.

SCHNELL, R.J.; BROWN, J.S.; OLANO, C.T.; MEEROW, A.W.; CAMPBELL, R.J.; KUHN, D.N. Mango genetic diversity analysis and pedigree inferences for Florida cultivars using microsatellite markers. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 131, n. 2, p. 214-224, 2006

SILVA, A.C.; SOUZA, A.P.; LEONEL, S.; SOUZA, M.E.; TANAKA, A.A. Caracterização e correlação física e química dos frutos de cultivares de mangueira em São Manuel, São Paulo. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 24, p. 15-26, 2012a.

SILVA, D. S. **Estabilidade do suco tropical de goiaba (*Pisidium guajava* L) obtido pelos processos de enchimento à quente e asséptico**. 2007. 82 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos)-Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

SILVA, D.F.P.; SIQUEIRA, D. L.; ROCHA, A.; SALOMÃO, L.C.C.; MATIAS, R.G.P.; STRUIVING, T.B. Diversidade genética entre cultivares de mangueiras, baseada em caracteres de qualidade dos frutos. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, p. 225-232, 2012b.

SILVA, E.L.; MARTINEZ, L.F.; YITAYEW, M. Relação entre coeficientes de cultura e graus-dia de desenvolvimento da alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 2, p. 134-142, jul. 1999.

SILVA, J.S.O. Produção de manga: manual. Viçosa: CPT, 1996. 34 p. (Série Fruticultura – Manual n° 40).

SIMÃO, S.; BARBIN, D.; NYLANDER, O. OHASHI, B. Mangueira: Influencia do porta-enxerto e da copa na producao de frutas. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.54, n.3, p.183-188, 1997

SIMS, D.A.; GAMON, J.A. Relationships between leaf pigment content and spectral reflectance across a wide range of species, leaf structures and developmental stages. **Remote sensing of Environment**, New York, v. 81, p. 337– 354, 2002.

SINGH, L. B. **The mango**: botany, cultivation and utilization. London: Leonard Hill, 1960.

SINGH, R. N. Sex ratio and fruit set in mango. **Science**, Washington, v. 119, p. 389, 1954.

SINGLETON V.L.; ORTHOFER R.; LAMUELA-RAVENTOS R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. **Methods Enzymol.** New York, v. 299.p. 152-178, 1999.

SOUZA, F.V. **Curva de crescimento e exportação de nutrientes e sódio por frutos de mangueira Palmer, Haden e Tommy Atkins**. 2007. 64F. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Ciência do Solo) – Faculdade de Ciências Agrícolas e Veterinárias, Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal, 2007.

SOUZA, V.A.B.; VASCONCELOS, L.F.L.; SILVA, E.M.P; ANDRADE, F.N.; VAL, A.D.B. Comportamento produtivo de dezessete cultivares de mangueira nas condições agroecológicas da microrregião geográfica de Teresina, PI.. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 18., 2004, Florianópolis, SC. **Anais . . .**Florianópolis, 2004.

VAVILOV, N.I. The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants. Translated from Russian by K. Starr Chester. **Chronica Botanica**, Leiden, v. 13, n. 1, p. 1-366, 1951.