



UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO

CAMPUS DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA –
PRODUÇÃO VEGETAL**

Matheus Elysio Ayres de Andrade

**AVALIAÇÃO DE DESORDENS FISIOLÓGICAS E DE
MANEJO PRÉ-COLHEITA DE MANGAS ‘KEITT’
PRODUZIDAS NO VALE DO SÃO FRANCISCO**

Petrolina – PE

2021

MATHEUS ELYSIO AYRES DE ANDRADE

**AVALIAÇÃO DE DESORDENS FISIOLÓGICAS E DE
MANEJO PRÉ-COLHEITA DE MANGAS ‘KEITT’
PRODUZIDAS NO VALE DO SÃO FRANCISCO**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal do Campus de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Vale do São Francisco, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Agronomia – Produção Vegetal.

Orientador: Dr. Sérgio Tonetto de Freitas

Petrolina – PE

2021

A553a Andrade, Matheus Elycio Ayres de

Avaliação de desordens fisiológicas e de manejo pré-colheita de mangas 'Keitt' produzidas no Vale do São Francisco / Matheus Elycio Ayres de Andrade. – Petrolina, 2021.

xv, 85f.: il. ; 29 cm.

Dissertação de mestrado (Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Ciências Agrárias, Petrolina, 2021.

Orientador: Prof.º Dr.º Sérgio Tonetto de Freitas.

Inclui referências.

1. Manga - cultivo. 2. Cultura da Mangueira. 3. Mangueira - aspectos fisiológicos. I. Título. II. Freitas, Sérgio Tonetto. III. Universidade Federal do Vale do São Francisco.

CDD 634.44

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBI/UNIVASF.
Bibliotecária: Louise Machado Freire Dias CRB – 4/2267.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CAMPUS DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – PRODUÇÃO VEGETAL

FOLHA DE APROVAÇÃO

Matheus Elysio Ayres de Andrade

**AVALIAÇÃO DE DESORDENS FISIOLÓGICAS E DE
MANEJO PRÉ-COLHEITA DE MANGAS ‘KEITT’
PRODUZIDAS NO VALE DO SÃO FRANCISCO**

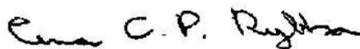
Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Produção Vegetal, pela Universidade Federal do Vale do São Francisco.

Aprovada em: 03 de maio de 2021.

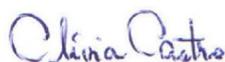
Banca Examinadora



Dr. Sérgio Tonetto de Freitas
Orientador, Pesquisador Embrapa Semiárido/UNIVASF



Dra. Ana Cecília Poloni Rybka
Pesquisadora, Embrapa Semiárido



Dra Clívia Danúbia Pinto da Costa Castro
Pesquisadora, Embrapa Semiárido

A todos os meus familiares, em especial aos meus pais/avós Geralda Aires Dantas e Denilson Batista Gomes, pelo amor incondicional a mim, pelo incentivo, dedicação e exemplo de pessoas guerreiras, que me ajudaram a fazer as melhores escolhas e sempre me guiaram para o caminho da perseverança e acreditar em si mesmo.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradecer a Deus pela dádiva da vida, pois tudo é possível àquele que crê.

Ao meus pais/avós, Geralda Aires Dantas e Denílson Batista Gomes, por todo apoio e fortalecimento nos momentos mais difíceis.

Ao meu irmão e minha mãe, Marcos Vinícios Ayres de Medeiros e Deilma Aires Dantas por serem sempre minha força, minha motivação, tudo pra mim.

Aos meus primos, Sérvulo Aires e Diassis por me abrigarem em sua residência no momento que eu mais precisei, pelo suporte e pela amizade que construímos, vocês foram demais, tem a minha eterna gratidão.

Aos amigos que dividiram um pouco da vida deles comigo, dividindo apartamento e cotidiano. Em especial a Reinan, Ítalo, Rodrigo e ao meu irmão de vida Odair, que me serve de inspiração em ser um cara resiliente e sonhador assim como eu e pelos excepcionais momentos que vivemos juntos gravando seus trabalhos e conversando sobre tudo

Aos meus amigos e colegas de turma que fiz em Petrolina: Raysa, Jéssica, Liliane, Tamires e Raweny, por toda a amizade e companheirismo que tivemos, tanto pagando as disciplinas como em nossas reuniões semanais para comer e beber uns drinks. Eu amo vocês e estou aqui pra quando precisarem.

Aos meus colegas de Embrapa, velhos conhecidos como Luana, Guga e Vanda, que desde muito tempo são grandes colegas e aos novos que fiz nesses dois anos, em especial a Babi, João, Aparecida, Eleonora, Hortência e Tiffany que me ajudaram muito e aos mais antigos como Débora, pela a amizade que ficou.

A Universidade Federal do Vale do São Francisco pela oportunidade de cursar uma pós graduação.

Ao professor, pesquisador e orientador Dr. Sérgio Tonetto de Freitas por tudo que fez por mim, por todas as palavras e atitudes de incentivo que nos momentos mais difíceis me ajudou e me convenceu a não desistir. És um exemplo de aliar boa pessoa e bom profissional, um orientador de verdade.

Aos pesquisadores e professores Augusto e Fábio, técnicos e bolsistas da Embrapa, Univasf e IFSertão, por toda a ajuda nas análises de nutrientes, cada orientação foi muito bem-vinda.

As empresas Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN), Pritam Fruit Exportação Ltda., BRASFRUIT Exportação e Importação Ltda. e Nature's Pride pelo apoio a realização dos trabalhos de pesquisa.

A CAPES pela concessão de bolsa de mestrado pelo PPGA-PV da UNIVASF.

RESUMO

A cultura da manga (*Mangifera indica*) é uma importante atividade econômica no Vale do São Francisco, pois é uma das principais fontes de emprego e renda na região. No entanto, esta cultura apresenta grandes limitações como a alta incidência de desordens fisiológicas e problemas com a qualidade dos frutos, o que tem resultado em altas taxas de perdas de frutos desde a colheita até o consumo. Desta forma, este trabalho tem como objetivos caracterizar possíveis mecanismos reguladores das principais desordens fisiológicas, bem como avaliar um manejo pré-colheita para melhorar a qualidade de mangas 'Keitt' produzidas no Vale do São Francisco. Para isso foram realizados dois trabalhos de pesquisa. No primeiro trabalho, 200 frutos de manga 'Keitt' foram colhidos na maturação utilizada comercialmente. Após a colheita, uma metade de cada fruto sem a semente foi cortada longitudinalmente e avaliada, enquanto que a outra metade contendo a semente foi tratada com hipoclorito de sódio à 1000 µl L⁻¹, coberta com um filme de policloreto de vinila (PVC) e armazenada à 10°C até atingir firmeza de polpa igual ou inferior a 15N, considerando pronto para o consumo. No segundo trabalho, as plantas de um pomar comercial de mangas 'Keitt' foram manejadas durante o crescimento e desenvolvimento dos frutos conforme o padrão do produtor (controle) ou seguindo o protocolo de manejo desenvolvido pela empresa Biotropic do Brasil, visando a melhoria da qualidade dos frutos. Após a colheita, os frutos foram armazenados 10°C, sendo avaliados semanalmente por um período de 42 dias. De acordo com os resultados obtidos no primeiro experimento, a incidência de desordens fisiológicas nos frutos após a armazenamento refrigerado chegou a 9% para semente gelatinosa, 9% para corte negro e 11% para tecido esponjoso. Mangas que desenvolveram tecido esponjoso apresentaram na colheita um maior ângulo hue da epiderme, menores teores de cálcio (Ca²⁺), magnésio (Mg²⁺), zinco (Zn), cobre (Cu), ferro (Fe) e relação Ca²⁺/B, assim como maiores teores de manganês (Mn) e relações N/Ca²⁺, K/Mg²⁺, K/Ca²⁺, comparadas com mangas sadias. Mangas que desenvolveram sintomas de semente gelatinosa apresentaram na colheita menor teores de polifenóis extraíveis totais (PET), capacidade antioxidante, Ca²⁺ e Mg²⁺, bem como maiores teores de Mn e relações N/Ca²⁺, Ca²⁺/Mg²⁺, K/Mg²⁺, K/Ca²⁺, comparadas com mangas sadias. Após o armazenamento, mangas com sintomas de semente gelatinosa apresentaram maior ângulo hue da epiderme e teores de PET, bem como menor capacidade antioxidante, comparadas com mangas sadias. Mangas que desenvolveram sintomas de corte negro apresentaram na colheita maiores teores de N, Mn e relações N/Ca²⁺,

K/Mg²⁺, K/Ca²⁺, assim como menores teores de Ca²⁺, Mg²⁺, Cu, Fe e relação Ca²⁺/B, comparadas com mangas sadias. Após o armazenamento, as mangas com sintomas de corte negro apresentaram epiderme mais escura (menor L) e com menores valores de C e b, assim com maiores teores de PET, comparadas com mangas sadias. De acordo com os resultados obtidos no segundo experimento, o protocolo Biotropic aumentou peso, comprimento, largura, diâmetro e acidez titulável dos frutos. Entretanto, o protocolo de manejo das plantas não influenciou outros parâmetros de qualidade como teores de sólidos solúveis, matéria seca, firmeza de polpa, PET, capacidade antioxidante, teor de ácido ascórbico, assim como concentrações de nutrientes nos frutos, comparado com frutos provenientes do tratamento controle. Conclui-se que o ângulo hue da epiderme e teores de PET na polpa possuem potencial para prever na colheita a incidência de tecido esponjoso e semente gelatinosa em mangas 'Keitt' após o armazenamento, respectivamente. A luminosidade (L), croma (C) e escala b de cor da epiderme possuem potencial para determinar de forma não destrutiva a presença de corte negro em mangas 'Keitt' após o armazenamento. Baixos teores de Ca²⁺, Mg²⁺, e altos de Mn ocorrem em frutos que desenvolvem sintomas de corte negro, semente gelatinosa e tecido esponjoso durante o armazenamento. A aplicação do protocolo Biotropic não teve efeito significativo na qualidade de consumo de mangas 'Keitt' produzidas no Vale do São Francisco.

Palavras Chave: *Mangifera indica*; desordens; armazenamento; vida útil

ABSTRACT

Mango (*Mangifera indica*) production is an important economic activity in the São Francisco Valley, which contributes to employment and income in the region. However, this crop has major limitations such as the high incidence of physiological disorders and problems with fruit quality that have resulted in high rates of fruit loss after harvest. This study aims to characterize possible regulatory mechanisms for the main physiological disorders, as well as to evaluate a pre-harvest management approach to improve the quality of 'Keitt' mangoes produced in the São Francisco Valley. For this, two studies were carried out. In the first study, 200 'Keitt' mangos were harvested at the commercially recommended maturity. After harvest, half of each fruit without the seed was cut longitudinally and evaluated, while the other half containing the seed was treated with sodium hypochlorite at 1000 $\mu\text{l L}^{-1}$, covered with a polyvinyl chloride (PVC) film and stored at 10°C until flesh firmness reached values equal or lower than 15N, which was considered the ready-to-eat maturity. In the second study, the plants of a commercial 'Keitt' mango orchard were managed during fruit growth and development following the standard grower procedures (control) or following the management protocol developed by the company Biotropic do Brasil, aiming to improve fruit quality. After harvest, the fruit were stored at 10°C, being evaluated weekly for a period of 42 days. According to the results obtained in the first study, the incidence of physiological disorders in the fruit after refrigerated storage reached 9% for jelly seed, 9% for black flesh and 11% for spongy tissue. Mangoes that developed spongy tissue showed at harvest higher hue angle of the epidermis, lower levels of calcium (Ca^{2+}), magnesium (Mg^{2+}), zinc (Zn), copper (Cu), iron (Fe) and Ca^{2+} /boron (B) ratio, as well as higher levels of manganese (Mn) and N/Ca^{2+} , K/Mg^{2+} , K/Ca^{2+} ratios, compared to healthy mangoes. Mangos that developed jelly seed symptoms had at harvest lower levels of total extractable polyphenols (TEP), antioxidant capacity, Ca^{2+} and Mg^{2+} , as well as higher levels of Mn and N/Ca^{2+} , $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$, K/Mg^{2+} , and K/Ca^{2+} ratios, compared to healthy mangoes. After storage, mangoes with jelly seed symptoms showed a greater hue angle of the epidermis and TEP contents, as well as a lower antioxidant capacity, compared to healthy mangoes. Mangos that developed symptoms of black flesh had at harvest higher levels of N, Mn and N/Ca^{2+} , K/Mg^{2+} , K/Ca^{2+} ratios, as well as lower Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cu, Fe and Ca^{2+}/B ratios, compared with healthy sleeves. After storage, mangoes with black flesh symptoms had darker epidermis (lower L) with lower C and b values, as well as higher TEP contents, compared to healthy mangoes. According to the

results obtained in the second study, the Biotropic protocol increased weight, length, width, diameter and titratable acidity of the fruit. However, the plant management protocol did not influence other quality parameters such as soluble solids, dry matter, flesh firmness, TEP, antioxidant capacity, ascorbic acid content, as well as nutrient concentrations in the fruit, compared to control fruit. In conclusion, the skin hue angle and flesh TEP content have the potential to predict at harvest the incidence of spongy tissue and jelly seed in 'Keitt' mangoes during storage, respectively. The lightness(L), chroma (C) and b value of the skin have the potential to non-destructively determine the presence of black flesh in 'Keitt' mangoes after storage. Low Ca^{2+} , Mg^{2+} , and high Mn levels occur in mangoes that develop symptoms of black flesh, jelly seed and spongy tissue during storage. The application of the Biotropic protocol had no significant effect on quality of 'Keitt' mangoes produced in the São Francisco Valley.

Key words: *Mangifera indica*; disorders; storage; lifespan

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

- Figura 1.** Distúrbios fisiológicos da manga, fruto sadio (A), colapso gelatinoso (B), corte negro (C) e tecido esponjoso (D)..... 19
- Figura 2.** Porcentagens de frutos sadios e frutos com sintomas das desordens fisiológicas conhecidas como corte negro, semente gelatinosa e tecido esponjoso em manga ‘Keitt’ após o armazenamento à 10°C..... 23
- Figura 3.** Luminosidade (L) (A), cromaticidade (C) (B), ângulo hue (H°) (C), e escalas de cor a (D), b (E) e soma de a+b (F) da epiderme de mangas ‘Keitt’ avaliadas no momento da colheita e após o armazenamento à 10°C (firmeza de polpa igual ou menor que 15N). Letras minúsculas comparam desordens fisiológicas (frutos sadios, corte negro, semente gelatinosa e tecido esponjoso) na colheita ou após o armazenamento, enquanto que letras maiúsculas comparam os mesmos frutos (sadios, corte negro, semente gelatinosa ou tecido esponjoso) na colheita e após o armazenamento. As médias foram comparadas pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$)..... 25
- Figura 4.** Ácido ascórbico (A), sólidos solúveis (B), acidez titulável (C), matéria seca (D), polifenóis extraíveis totais (PET) (E), e capacidade antioxidante por DPPH (F) de mangas ‘Keitt’ avaliadas no momento da colheita e após o armazenamento à 10°C (firmeza de polpa igual ou menor que 15N). Letras minúsculas comparam desordens fisiológicas (frutos sadios, corte negro, semente gelatinosa e tecido esponjoso) na colheita ou após o armazenamento, enquanto que letras maiúsculas comparam os mesmos frutos (sadios, corte negro, semente gelatinosa ou tecido esponjoso) na colheita e após o armazenamento. As médias foram comparadas pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$)..... 26
- Figura 5.** Concentração de nitrogênio (A), potássio (B), cálcio (C), magnésio (D), sódio (E), boro (F) e fósforo (G) em mangas ‘Keitt’ avaliadas no momento da colheita. As médias foram comparadas pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).....28
- Figura 6.** Relações nitrogênio e boro (A), nitrogênio e cálcio (B), cálcio e boro (C), cálcio e magnésio (D), potássio e magnésio (E) e potássio e cálcio (F) em mangas ‘Keitt’ avaliadas no momento da colheita. As médias foram comparadas pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).....29

Figura 7. Zinco (A), cobre (B), ferro (C) e manganês (D) em mangas ‘Keitt’ avaliadas no momento da colheita. As médias foram comparadas pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).....30

Figura 8. Projeção bidimensional dos resultados obtidos da análise de componentes principais I e II para as variáveis analisadas físico-químicas e bioativos como ácido ascórbico (AA), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), matéria seca (MS), polifenóis extraíveis totais (PET) e capacidade antioxidante (DPPH), de cor como luminosidade (L), cromaticidade (C), ângulo Hue (H°), parâmetros “a”, “b” e a relação “a” com “b” (a+b), e nutricionais como nitrogênio (N), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), sódio (Na), boro (B), fósforo (P), interações entre nitrogênio e boro (N/B), nitrogênio e cálcio (N/Ca), cálcio e boro (Ca/B), cálcio e magnésio (Ca/Mg), potássio e magnésio (K/Mg) e potássio e cálcio (K/Ca), e os micronutrientes zinco (Zn), cobre (Cu), ferro (Fe) e manganês (Mn), todas na colheita (A) e dispersão das desordens fisiológicas em mangas ‘Keitt’ em função dos componentes principais (B).....31

Figura 9. Projeção bidimensional dos resultados obtidos da análise de componentes principais I e II para as variáveis analisadas físico-químicas e bioativos como ácido ascórbico (AA), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), matéria seca (MS), polifenóis extraíveis totais (PET) e capacidade antioxidante (DPPH), de cor como luminosidade (L), cromaticidade (C), ângulo Hue (H°), parâmetros “a”, “b” e a relação “a” com “b” (a+b), e nutricionais como nitrogênio (N), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), sódio (Na), boro (B), fósforo (P), interações entre nitrogênio e boro (N/B), nitrogênio e cálcio (N/Ca), cálcio e boro (Ca/B), cálcio e magnésio (Ca/Mg), potássio e magnésio (K/Mg) e potássio e cálcio (K/Ca), e os micronutrientes zinco (Zn), cobre (Cu), ferro (Fe) e manganês (Mn), todas na colheita (A) e dispersão das desordens fisiológicas em mangas ‘Keitt’ em função dos componentes principais (B).....32

CAPÍTULO II

Figura 1. Produção por hectare em toneladas (A), Porcentagem de Total embalado (B) e demonstrativos por calibres das áreas testemunha e teste, figuras C e D de mangas ‘Keitt’ colhidas em áreas diferentes (área testemunha e áreas tratadas com produtos da BIOTROPIC)..... 55

Figura 2. Peso de frutos (A), comprimento (B), largura (C) e diâmetro (D) de mangas ‘Keitt’ submetidas ao manejo padrão do produtor (controle) e ao protocolo de manejo

BIOTROPIC. Médias seguidas de mesma letra indicam que não houve diferenças significativas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$)..... 56

Figura 3. Sólidos Solúveis (A), acidez titulável (B), relação sólidos solúveis/acidez (C), matéria seca (D) e firmeza de polpa (E) de mangas ‘Keitt’ submetidas ao manejo padrão do produtor (controle) e ao protocolo de manejo BIOTROPIC e armazenadas por 49 dias à 10°C. Médias seguidas de mesma letra indicam que não houve diferenças significativas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).....57

Figura 4. Capacidade antioxidante por DPPH (A), polifenóis extraíveis totais (PET) (B) e ácido ascórbico (C) de mangas ‘Keitt’ submetidas ao manejo padrão do produtor (controle) e ao protocolo de manejo BIOTROPIC e armazenadas por 49 dias à 10°C. Médias seguidas de mesma letra indicam que não houve diferenças significativas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).....58

Figura 5. Teores de nitrogênio (A), potássio (B), cálcio (C), magnésio (D), sódio (E), boro (F) e fósforo (G) de mangas ‘Keitt’ submetidas ao manejo padrão do produtor (controle) e ao protocolo de manejo BIOTROPIC. Médias seguidas de mesma letra indicam que não houve diferenças significativas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).....59

Figura 6. Médias dos teores das relações nitrogênio e boro (A), nitrogênio e cálcio (B), cálcio e boro (C), cálcio e magnésio (D), potássio e magnésio (E), potássio e cálcio (F) de mangas ‘Keitt’ submetidas ao manejo padrão do produtor (controle) e ao protocolo de manejo BIOTROPIC. Médias seguidas de mesma letra indicam que não houve diferenças significativas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).....60

Figura 7. Médias dos teores de zinco (A), cobre (B), ferro (C) e manganês (D) de mangas ‘Keitt’ submetidas ao manejo padrão do produtor (controle) e ao protocolo de manejo BIOTROPIC. Médias seguidas de mesma letra indicam que não houve diferenças significativas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).....61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Análise química do solo na camada de 0 – 40 cm de profundidade da área experimental antes da aplicação dos tratamentos, Fazenda Campo Grande. Casa Nova – BA, 2019.....52

Tabela 2. Análise de nutrientes em folhas de mangueira ‘Keitt’ submetidas ao manejo padrão do produtor (controle) e ao protocolo de manejo BIOTROPIC.....56

LISTA DE ANEXO

Anexo 1. Programa de fertilização desenvolvido pela empresa BIOTROPIC, aplicação na fazenda Campo Grande, pertencente a empresa PRITTAM/BRASFRUIT no município de Casa Nova-BA.....	64
--	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVO GERAL.....	2
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	2
3.1 CULTURA DA MANGA.....	2
3.2 DESORDENS FISIOLÓGICAS.....	4
3.3.1 TECIDO ESPONJOSO	5
3.3.2 SEMENTE GELATINOSA	5
3.3.3 CORTE NEGRO	5
3.3 FERTILIZAÇÃO MINERAL.....	6
3.4 USO DE BIOESTIMULANTES NA AGRICULTURA.....	7
3.5 ACÚMULO DE MATÉRIA SECA.....	7
3.6 TRANSPORTE DOS FRUTOS	8
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	9
CAPÍTULO I. AVALIAÇÃO DE DESORDENS FISIOLÓGICAS EM MANGAS 'KEITT' PRODUZIDAS NO VALE DO SÃO FRANCISCO	
1. INTRODUÇÃO.....	15
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	18
ANÁLISES:	20
2.1.1 ANÁLISES FÍSICAS:.....	20
2.1.2 ANÁLISES QUÍMICAS E BIOQUÍMICAS.....	20
2.1.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA E SOFTWARE	22
3. RESULTADOS	23
4. DISCUSSÃO	32
4.1 Incidência de desordens fisiológicas em mangas 'Keitt'.....	32
4.2 Fatores físicos e bioquímicos relacionados a desordens fisiológicas em mangas....	33
4.2.1 Corte negro	33
4.2.2 Semente gelatinosa	34
4.2.3 Tecido esponjoso	35
4.3 Permeabilidade de membrana.....	36
4.4 Fatores nutricionais relacionados as desordens fisiológicas.....	31
4.4.1 Corte negro.....	31
4.4.2 Semente gelatinosa.....	32

4.4.3 Tecido esponjoso.....	33
4.5 Principais fatores relacionados com a incidência de desordens fisiológicas.....	39
5. CONCLUSÕES	40
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
CAPÍTULO II. QUALIDADE E POTENCIAL DE ARMAZENAMENTO DE MANGAS ‘KEITT’ PRODUZIDAS DE ACORDO COM O PROTOCOLO DE MANEJO DE PLANTAS DA EMPRESA BIOTROPIC DO BRASIL	
1. INTRODUÇÃO.....	49
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	50
3. RESULTADOS	55
4. DISCUSSÃO	59
5. CONCLUSÕES	63
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65

1. INTRODUÇÃO

A mangueira (*Mangifera indica*) é uma planta da família Anacardiaceae, cujo fruto representa importante fonte de emprego e renda para a região do Vale do São Francisco, localizada no interior do nordeste brasileiro. Esta região é a maior produtora e exportadora de mangas do país, sendo responsável aproximadamente 80% da produção e exportação nacional da fruta (ABRAFRUTAS, 2019).

Entre os diversos genótipos de manga disponíveis no mercado, a cultivar ‘Keitt’ apresenta alta versatilidade podendo ser comercializada no mercado *in natura*, bem como utilizada na indústria de processamento de polpa, suco, geleia, entre outros produtos. Os frutos desta cultivar são grandes e com formato oval e base redonda, apresentando aproximadamente 80% de rendimento de polpa. Mangas ‘Keitt’ também são resistentes a doenças e apresentam crescimento uniforme e ramos longos e abertos que facilitam o manejo e a colheita. Apesar das vantagens, esta cultivar pode apresentar alta incidência de desordens fisiológicas nos frutos durante o processo de amadurecimento (MOGOLLÓN et al., 2020). Estas desordens possuem origens controversas e acarretam alterações na cor, aroma, textura e sabor, resultando em frutos impróprios para o consumo e perdas que podem chegar a valores de 40% da produção (MOGOLLÓN et al., 2020). Entre as principais desordens fisiológicas em mangas estão tecido esponjoso, corte negro e semente gelatinosa, as quais apresentam sintomas diferentes em tecidos internos diferentes nos frutos.

A alta incidência de desordens fisiológicas e necessidade de melhoria da qualidade de consumo de mangas produzidas no Vale do São Francisco são limitações importantes que necessitam ser estudadas para buscar possíveis soluções que possam reduzir as perdas e melhorar a aceitação dos frutos no mercado consumidor. Neste contexto, estudos necessitam ser realizados para caracterizar e identificar possíveis indicadores da susceptibilidade de mangas a desordens fisiológicas, bem como para desenvolver práticas de manejo das plantas no pomar visando a melhoria da qualidade de consumo dos frutos.

2. Objetivo Geral

Caracterizar possíveis mecanismos reguladores e identificar possíveis indicadores da susceptibilidade dos frutos as principais desordens fisiológicas, bem como avaliar um manejo pré-colheita para melhorar a qualidade de mangas ‘Keitt’ produzidas no Vale do São Francisco.

2.1. Objetivos específicos

- a) Identificar possíveis indicadores da susceptibilidade de mangas ‘Keitt’ a incidência das desordens fisiológicas conhecidas como semente gelatinosa, corte negro e tecido esponjoso através dos parâmetros físicos e químicos nos frutos no momento da colheita e após o armazenamento.
- b) Avaliar o desempenho do protocolo de manejo de plantas desenvolvido pela empresa Biotropic do Brasil sobre a melhoria das características físico-químicas e nutricionais de manga ‘Keitt’ produzidas no Vale do São Francisco.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 CULTURA DA MANGA

A fruticultura é uma das principais frações do agronegócio brasileiro, sendo que as exportações de frutos têm apresentado nos últimos anos um aumento significativo tanto em volume quanto em retorno financeiro (ABRAFRUTAS, 2019). Logo, a fruticultura brasileira está contribuindo cada vez mais com a demanda do mercado nacional e internacional por maiores quantidades de frutos com melhor qualidade.

A tendência que pendura e cresce há anos é que a população mundial consuma mais alimentos não processados como as frutas e as hortaliças, devido estes atender todos os pré-requisitos de alimentos benéficos a saúde humana (PINTO et al., 2017). Neste contexto, a manga possui diversos compostos bioativos que combatem radicais livres e estimulam o sistema imunológico como vitamina C, β -caroteno, polifenóis, vitamina A e entre outros (EDIRIWEERA et al., 2017).

Oriunda da Ásia Meridional, especificamente no Arquipélago Indiano, a mangueira (*Mangífera indica*) é pertencente à família das Anacardiáceas e é uma espécie nativa das regiões que compõem o Ceilão e o himalaia, onde nos primórdios era uma planta típica de suas florestas, sendo cultivada a aproximadamente 4000 anos. Sua difusão e

posterior cultivo no território brasileiro aconteceram por intermédios dos portugueses na época do Brasil colônia no século, XVI (CAMARGO FILHO et al., 2004).

A manga é um dos frutos mais consumidos e comercializados no mundo, sendo consumida principalmente em sua forma *in natura*, como também na forma processada como sucos, sorvetes, geleias, entre outras formas (SOUZA et al., 2016). No Brasil, o fruto é cultivado em quase todas as regiões, mas principalmente no Semiárido, região conhecida como Vale do São Francisco, onde a mangicultura corresponde a 77% da produção e por mais de 90% da exportação nacional. Em 2019 a área colhida no Brasil foi de 65.696 hectares, com produção de aproximadamente 1 milhão e 300 mil toneladas. A produtividade chegou a 20,1 toneladas por hectare, com valor de produção estimado de quase R\$ 1 bilhão de Reais (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2019). Nota-se que com o passar dos anos a área colhida e plantada no Brasil aumentou gradualmente, devido à maior demanda de consumo de frutos em todo o mundo. Segundo EVANS et al. (2017), desde 2010 a área colhida e a produção têm mostrado um aumento de 8,95% e 14,62%, respectivamente em todo o mundo. Esses números devem-se muito a um potencial crescente de produção e oferta de frutos com o padrão de qualidade exigido pelos consumidores. Além destes fatores, a região do Vale do São Francisco possui condições edafoclimáticas favoráveis que permitem a produção e colheita de mangas ao longo de todo o ano (BRANCO & LIMA, 2016).

A cultura tem mais de mil variedades e pode ser classificada quanto à presença ou ausência de fibras em sua polpa. Exemplos de cultivares sem fibras são Kent, Keitt, Tommy Atkins, Van Dyke, Haden e Palmer, enquanto que exemplos de cultivares com fibras são Espada, Coquinho e Rosa (RUFINI et al., 2011). Segundo DE OLIVEIRA ARAÚJO et al. (2017), na escolha de uma dessas variedades o produtor considera aspectos como produtividade, facilidade de manejo e escalonamento da produção, assim como a vida útil e resistência dos frutos ao transporte a longas distâncias.

De acordo com PINTO et al. (2017) o cultivo da manga em território brasileiro pode ser dividido em cultivo comercial ou extrativista dependendo do produtor, região, e material genético. A manga brasileira exportada é comercializada principalmente nos mercados europeu e norte-americano, sendo as cultivares mais utilizadas as que apresentam frutos com coloração vermelha, pouca ou nenhuma fibra e peso de até 600g para os Estados Unidos e 750g para os centros de distribuição na Europa (SOUZA et al., 2016). O principal centro de distribuição da Europa é o porto de Roterdã na Holanda,

sendo este o maior do continente, recebendo aproximadamente 300 milhões de toneladas de produtos por ano (ADAMI et al., 2016).

3.2 DESORDENS FISIOLÓGICAS

Um problema atual e recorrente na produção mundial de mangas é a alta incidência de desordens fisiológicas nos frutos. Entre os principais tipos de desordens fisiológicas estão diferentes tipos de colapso interno, caracterizados pela morte e escurecimento da polpa, o que geralmente não se torna visível externamente e resulta na comercialização de frutos impróprios para o consumo (SHIVANSHANKAR, 2014). Além do fator genético, existem diversos fatores ambientais em pré e pós-colheita que podem influenciar a susceptibilidade do fruto a estas desordens, como as concentrações de nutrientes e carboidratos, temperatura e concentração de gases no ambiente de armazenamento (LACERDA et al., 2004). Estudos anteriores sugerem que as desordens fisiológicas em mangas são o resultado de desequilíbrios no metabolismo induzidos por fatores bióticos e/ou abióticos, acarretando no aparecimento de tecidos com aspecto aquoso ou marrom nos frutos (LIZADA et al., 1984; WAINWRIGHT & BURBAGE, 1989). Estas desordens são também reguladas geneticamente, uma vez que, nas mesmas condições ambientais e tratos culturais, diferentes genótipos apresentam diferente susceptibilidade a desordens. As mangas fibrosas como ‘Espada’ e ‘Coquinho’ são pouco ou quase nada afetadas, no entanto mangas ‘Tommy Atkins’ e ‘Kent’ apresentam alta susceptibilidade a desordens fisiológicas (MARQUES et al., 2016).

Estudos mostram que as condições ambientais e culturais durante o crescimento e desenvolvimento do fruto podem desempenhar um papel importante na ocorrência de desordens fisiológicas (CANTRE et al., 2017). Entre estas condições estão o clima, tipo de solo, relações hídricas, práticas de fertilização (quantidade e época), poda e raleio dos frutos (GABRIËLS et al., 2017). Condições favoráveis ao desenvolvimento de desordens fisiológicas afetam negativamente a qualidade de consumo e a comercialização de mangas, levando a rejeição dos frutos pelos consumidores e altos índices de perdas.

O colapso interno engloba diversos tipos de desordens fisiológicas em mangas, as quais são diferenciadas pelos sintomas visuais e tecido onde se desenvolvem. Apesar das diferenças, todos os tipos de colapso interno apresentam alterações anormais nas propriedades químicas e físicas da polpa, tornando-a imprópria para o consumo.

Diversas desordens fisiológicas caracterizadas como colapso interno foram descritas de forma independente ao longo dos anos, de modo que existem diversos nomes para as diversas desordens (MA et al., 2018).

3.3.1 TECIDO ESPONJOSO

O tecido esponjoso é caracterizado por manchas brancas esponjosas com e sem bolsas de ar no mesocarpo do fruto oposto ao pedúnculo. Em estádios avançados, o tecido pode apresentar coloração escura. Os frutos com tecido esponjoso não podem ser identificados externamente, pois os sintomas se desenvolvem na polpa interna localizada da região distal do fruto (PRANJALI et al., 2019). Estudos sugerem que a taxa de incidência de tecido esponjoso em panículas com carga variável de frutos indica um possível papel da competição entre frutos na incidência desta desordem (SHIVANSHANKAR et al., 2014).

3.3.2 SEMENTE GELATINOSA

Semente gelatinosa é o nome descritivo para o amolecimento excessivo do tecido em volta ao endocarpo (semente). Os sintomas desta desordem são caracterizados pela aparência translúcida e consistência gelatinosa dos tecidos adjacentes à semente (SHIVASHANKAR et al., 2015). Os sintomas visuais de semente gelatinosa sugerem que os mecanismos reguladores podem estar relacionados ao amadurecimento prematuro ou excesso de amadurecimento da polpa adjacente à semente (endocarpo), pois este tecido apresenta inicialmente uma cor amarelo intenso seguido pela desintegração e coloração marrom da polpa (BRECHT, 2017). Neste contexto, a semente gelatinosa representa mais uma desordem fisiológica em mangas de difícil monitoramento e controle, pois se desenvolve nos tecidos internos ao final do amadurecimento.

3.3.3 CORTE NEGRO

O corte negro é uma desordem fisiológica pouco estudada e caracterizada pelo o escurecimento da parte central do mesocarpo, variando da coloração marrom a preta, dependendo da intensidade de danos aos tecidos. MENDES et al. (2012) cita que essa desordem pode ser provocada por processos oxidativos. O corte negro tornou-se um problema significativo nos últimos 10 anos, sendo bastante recorrente entre uma a quatro semanas após a colheita nas cultivares ‘Haden’, ‘Tommy Atkins’, ‘Kent’ e

‘Ataulfo’. Trabalhos recentes sugerem que uma maior susceptibilidade ao corte negro pode ser obtida com a colheita precoce de frutos destinados a mercados distantes, os quais são mantidos a temperaturas de 7 a 10°C (BRECHT, 2017).

3.3 FERTILIZAÇÃO MINERAL

Para o eficiente manejo da mangicultura no Vale do São Francisco faz-se necessário o uso de formas eficientes de fertilização, seja ela orgânica ou mineral. Os solos desta região podem variar entre Latossolos, Vertissolos, Argissolos e poucos Cambissolos, sendo os dois últimos encontrados em sua maioria nos projetos de irrigação Senador Nilo Coelho e Salitre, respectivamente (BEZERRA et al., 2020).

Em geral, os solos mais indicados para a mangicultura e fruticultura são os solos profundos com mais de 2m e com textura média como os areno-argilosos, evitando assim a lixiviação de nutrientes. Solos rasos podem ter problemas de salinidade e alagamento, afetando negativamente o desenvolvimento do sistema radicular e das plantas (BORGES & SILVA, 2017).

Estudos mostram que mangas possuem concentrações médias dos macronutrientes potássio, nitrogênio, fósforo, cálcio e magnésio de aproximadamente 60, 57, 7,7, 51 e 28gkg⁻¹, respectivamente, sendo que entre os micronutrientes, o ferro é o que estar presente em maiores concentrações, comparado com manganês, cobre, zinco e boro (BORGES & SILVA, 2017).

Considerando que uma manga saudável, sem desordens fisiológicas, possui determinadas concentrações de macro e micronutrientes, o monitoramento das concentrações ideais destes nutrientes nos frutos possibilita garantir uma nutrição adequada dos frutos, otimizando a produção e ofertando frutos saudáveis aos consumidores (DOMINGOS et al., 2015). Desta forma, um manejo nutricional eficiente contribuirá para um alto retorno financeiro a toda a cadeia produtiva da manga, estimulando o consumo, comercialização e desenvolvimento das regiões produtoras (CECÍLIO FILHO et al., 2018). A cultura da manga requer altas quantidades de nutrientes, sendo que a demanda varia em função da idade e do estado fisiológico da planta (FERNANDES & NASCIMENTO, 1982), sugerindo que o uso de nutrientes nesta cultura deve ser dinâmico e seguir as necessidades das plantas em cada fase de crescimento e desenvolvimento.

No Vale do São Francisco, a fertirrigação é uma das principais tecnologias adotadas para garantir uma eficiente nutrição das plantas. Neste caso, nutrientes solúveis são os mais utilizados pelos produtores. Entretanto, excesso de nutrientes é frequentemente observado em áreas de produção de mangas, resultando na salinização do solo, queda na produção e abandono das áreas (NUNES JR et al., 2017). Apesar dos problemas potenciais quando aplicada de forma incorreta, a fertirrigação facilita a aplicação e absorção de nutrientes, comparada com a adubação convencional, pois os nutrientes encontram-se solúveis e prontos para serem absorvidos pelas plantas (DA SILVA et al., 2020).

3.4 USO DE BIOESTIMULANTES NA AGRICULTURA

Em regiões onde os pomares se encontram sob constante estresse, torna-se necessário o uso de práticas de manejo que minimizem os efeitos negativos do estresse sobre a produção e qualidade dos frutos (DA SILVA et al., 2020). Nas cultivares de mangas produzidas no Vale do São Francisco, técnicas de manejo da fertirrigação associadas ao uso de bioestimulantes têm sido utilizadas para reduzir os níveis de estresse das plantas, buscando uma melhor produção e qualidade de frutos (MUDO et al., 2020). Entre estas técnicas esta o uso de bioestimulantes a base de aminoácidos obtidos a partir de extratos de leveduras, os quais podem ajudar a reduzir o estresse causado por altas temperaturas, baixa umidade relativa e alta evapotranspiração, otimizando o crescimento e desenvolvimento das plantas em condições ambientais típicas do semiárido brasileiro (LOBO, 2019). No entanto, os benefícios dos bioestimulantes as plantas podem variar de acordo com a cultivar e tipo de bioestimulantes, pois estes possuem uma natureza heterogênea devido as diferentes matérias-primas utilizadas e misturas complexas de componentes contidos nestes produtos (DU JARDIN, 2012). Devido as estas variações, os bioestimulantes são classificados em oito tipos, 1) os compostos orgânicos de substâncias húmicas, 2) extratos de algas marinhas, 3) derivados de quitina e quitosana, 4) antitranspirantes e 5) aminoácidos livres, 6) sais inorgânicos compostos de fosfito, 7) elementos químicos com benefícios e 8) substâncias orgânicas complexas (DU JARDIN, 2012).

3.5 ACÚMULO DE MATÉRIA SECA

Apesar da importância da mangicultura, a produção nacional ainda apresenta grandes limitações como a necessidade de melhoria da qualidade dos frutos ofertados no

mercado para garantir a competitividade da manga brasileira no mercado nacional e internacional (ANDERSON et al., 2017). O teor de matéria seca de mangas tem sido recomendado como um parâmetro de qualidade que pode ser monitorado na colheita para garantir a oferta de frutos com alta qualidade no mercado consumidor (WHILEY et al., 2006). O teor de matéria seca representa o peso total do fruto menos o peso da água presente no fruto. Logo, o teor de matéria seca representa em sua maioria a quantidade de carboidratos e nutrientes presentes no fruto, sendo que aproximadamente 60% do total da matéria seca na colheita é representada por amido, açúcares e ácidos orgânicos, os quais definem a qualidade de consumo dos frutos durante o amadurecimento (ANDERSON et al., 2020).

Em média, mangas são constituídas por aproximadamente 85% de água e 15% de matéria seca, sendo essas proporções dependentes do genótipo e condições de cultivo (NORDEY et al., 2016). Teores de matéria seca mínimos recomendados para a colheita de mangas produzidas nas condições de cultivo do Vale do São Francisco estão na faixa de 14%, dependendo da cultivar, condições de cultivo e época de colheita (SILVA NETA, 2019; GUIMARÃES, 2020). Estratégias para aumentar os teores de matéria seca de mangas como melhoria no uso de nutrientes, poda, raleio de frutos, maximização fotossintética, entre outras tem sido avaliada para garantir teores ideais de matéria seca nos frutos e alta qualidade de consumo das mangas ofertadas no mercado.

O acúmulo de carboidratos nos frutos ocorre inicialmente com a fotossíntese, sendo os açúcares produzidos transportados para os frutos nos vasos do floema no sentido fonte-dreno. Estudos sugerem que fatores pré-colheita como o manejo da cultura (irrigação, nutrição, controle de pragas e doenças), assim como as condições ambientais (sol, chuva, clima) e genéticas de cada cultivar podem determinar a eficiência fotossintética e acúmulo de carboidratos nos frutos, influenciando assim a qualidade de consumo de mangas ofertadas no mercado (BUENO et al., 2017; SILVA NETA, 2019).

3.6 TRANSPORTE DOS FRUTOS

O armazenamento por curtos períodos e o transporte até o mercado final são as principais etapas após a colheita de mangas, sendo que as condições ambientais nestas etapas são fundamentais para preservar a qualidade pós-colheita dos frutos. A manga é um fruto tropical que pode ter sua vida útil prolongada com o armazenamento e transporte em temperaturas entre 10 e 12°C, as quais reduzem o metabolismo, taxa

respiratória e a síntese de etileno nos frutos (KOHATSU et al., 2011). Temperaturas acima ou abaixo das ideais podem acelerar o amadurecimento ou causar injúria por frio, reduzindo a qualidade de consumo dos frutos, respectivamente. Os efeitos do aumento de 10°C na temperatura de armazenamento nos frutos, incrementa de duas a três vezes a velocidade de amadurecimento. Por outro lado, temperaturas inferiores as recomendadas resultam na perda do sabor e aroma, escurecimento da casca e polpa, assim como na perda da capacidade de amadurecimento. O armazenamento de mangas em temperatura e umidade relativa (80 a 90%) ideais é fundamental para manter a qualidade, assim como evitar perdas significativas de peso devido ao processo respiratório e transpiratório, reduzindo assim as perdas entre a colheita e o consumo dos frutos.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAFRUTAS. Estatística de exportações de primeiro semestre de 2019. <https://abrafrutas.org/2019/07/17/estatistica-de-exportacoes-de-frutas-no-primeiro-semester-de-2019/>, Acesso em 30/12/2020.

ADAMI, A.C.O. et al. Oferta de exportação de frutas do Brasil: O caso da manga e do melão. **Revista Econômica do Nordeste**, v.47, p.63–78, 2016.

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA. Santa Cruz do Sul: Ed. Gazeta Santa Cruz, 2019. 90p.

ANDERSON, N.T., SUBEDI, P.P., WALSH, K.B. Manipulation of mango fruit dry matter content to improve eating quality. **Scientia Horticulturae**, v.226, p.316–321, 2017.

ANDERSON, N.T. et al. Postharvest biology and technology achieving robustness across season, location and cultivar for a NIRS model for intact mango fruit dry matter content. **Postharvest Biology and Technology**, v.168, p.111202, 2020.

BEZERRA, J.D.V., EMERENCIANO NETO, J.V., ALVES, D.J.S., BATISTA NETA, I.E., GALDINO NETO, L.C., SANTOS, R.S. Características produtivas, morfogênicas e estruturais de cultivares de *Brachiaria brizantha* cultivadas em dois tipos de solo. **Research, Society and Development**, v.9, p. 1–14, 2020.

BORGES, A.; SILVA, D. Manga. In: **Fruticultura do Semi-árido**. p. 104–111, 2017.

BRANCO, D.K.S., LIMA, J.E. Comportamento das exportações de manga do Vale Submédio São Francisco: Uma abordagem a partir de vetores autorregressivos. **Revista Econômica do Nordeste**, v.47, p.29–37, 2016.

BRECHT, J.K. Mango. In: **Handbook of mango fruit, production, postharvest science, processing technology and nutrition**. 1.Ed. WILEY Blackwell, 2017. p. 105-128, 2017.

BUENO, A.V.I., JOBIM, C.C., RIBEIRO, M.G., OLIVEIRA, J.P. Zootecnia método de obtenção de matéria seca e composição química de volumosos. **Ciência Animal Brasileira**, v.18. p.1-8, 2017.

CAMARGO FILHO, W.P., ALVES, H.S., MAZZEI, A.R. Mercado de manga no Brasil. **Informações Econômicas**, v.34, p. 60–68, 2004.

CANTRE, D. et al. Tissue breakdown of mango (*Mangifera indica* L. cv. Carabao) due to chilling injury. **Postharvest Biology and Technology**, v.125, p.99–111, 2017.

CECÍLIO FILHO, A.B. et al. Growth and accumulation of nutrients of ‘Top Gun’ watermelon. **Científica**, v.46, n. Agosto, p.367–379, 2018.

DA SILVA, M.A. et al. Biostimulant alleviates abiotic stress of mango grown in semiarid environment. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.24, p.457–464, 2020.

DE OLIVEIRA ARAÚJO, D.I., MORAES, J.A.A., CARVALHO, J.L.M. Fatores determinantes na mudança do padrão de produção e consumo da manga no mercado nacional. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v.10, p.51–73, 2017.

DOMINGOS, C.S., LIMA, L.H.S., BRACCINI, A.L. Nutrição mineral e ferramentas para o manejo da adubação na cultura da soja. **Scientia Agraria Paranaensis**, v.14, p.132–140, 2015.

DU JARDIN, P. The science of plant biostimulants a bibliographic analysis, ad hoc study report. **European Commission**, Brussels, Belgium. 2012.

EDIRIWEERA, M.K., TENNEKOON, K.H., SAMARAKOON, S.R. A review on ethnopharmacological applications, pharmacological activities, and bioactive compounds of *Mangifera indica* (Mango). **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v.2017, p.1–24, 2017.

- EVANS, E.A., BALLEEN, F.H., SIDDIQ, M. Mango production, global trade, consumption trends, and postharvest processing and nutrition. **Handbook of Mango Fruit**, p.1–16, 2017.
- FERNANDES, F.M., NASCIMENTO, V.M. Fertilidade do solo e nutrição da mangueira. In: **Fertilidade do solo e nutrição da mangueira**. p.179–198, 1982.
- FREITAS, S.T., PAREEK, S. **Postharvest physiological disorders in fruits and vegetables**, 1st ed. Boca Raton, CRC Press, Taylor e Francis Group, 2018, 823p.
- GABRIËLS, S., WESTRA, E. Measuring and predicting Mango quality, from harvest in Brazil till RTE stage in Netherlands. **Wageningen Food & Biobased Research Report 1737**, p. 36, 2017.
- GUIMARÃES, Í.T. **Avaliação de espectrômetros Vis-NIR portáteis para o monitoramento da qualidade e definição do estágio de maturação ideal para a colheita de mangas ‘Tommy Atkins’ e ‘Palmer’ produzidas no Vale do São Francisco**. (Dissertação de Mestrado) [s.l.] Universidade Federal do Vale do São Francisco, 2020.
- KOHATSU, D.S., ZUCARELI, V., BRAMBILLA, W.P., EVANGELISTA, R.M. Qualidade de frutos de cajá-manga. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. Especial, p. 344–349, 2011.
- LACERDA, M.A.D., LACERDA, R.D., ASSIS, P.C.O. A participação da fruticultura no agronegócio brasileiro. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.4, p.1-9, 2004.
- LIZADA, M.C.C., KOSHYACHINDA, S., MENDOZA, D.B. Physiological disorders of mango. In: D.B. Mendoza and R.B.H Wills (eds.), **Mango**. p. 68-74. ASEAN Food Handling Bureau, Kuala Lumpur, 1984.
- LOBO, J.T. et al. Biostimulants on nutritional status and fruit production of mango ‘Kent’ in the Brazilian Semiarid Region. **HortScience**, v.54, p.1501–1508, 2019.
- MA, X. et al. Relationship between internal breakdown and mineral nutrition in the flesh of ‘Keitt’ mango. **Acta Horticulturae**, v.1217, p.351–355, 2018.
- MARQUES, E.J.N., FREITAS, S.T., PIMENTEL, M.F., PASQUINI, C. Rapid and non-destructive determination of quality parameters in the ‘Tommy Atkins’ mango using a novel handheld near infrared spectrometer. **Food Chemistry**, v.197, p.1207-1214, 2016.

MENDES, M.L.M., BORA, P.S., RIBEIRO, A.P.L. Propriedades morfológicas e funcionais e outras características da pasta do amido nativo e oxidado da amêndoa do caroço de manga (*Mangifera indica* L.), variedade Tommy Atkins. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v.71, p.76-84, 2012.

MUDO, L.E.D. et al. Leaf gas exchange and flowering of mango sprayed with bioestimulant in Semi-Arid region. **Revista Caatinga**, v.33, p.332–340, 2020.

NETA, M.L.S. **Recomendação de espectrômetros NIR portáteis para monitoramento da qualidade de mangas ‘Keitt’ produzidas no Submédio do Vale do São Francisco**. (Dissertação Mestrado) [s.l.] Universidade Federal de Sergipe, 2019.

NORDEY, T. et al. Factors affecting ethylene and carbon dioxide concentrations during ripening: Incidence on final dry matter, total soluble solids content and acidity of mango fruit. **Journal of Plant Physiology**, v.196, p. 70–78, 2016.

NUNES JÚNIOR, E.S. et al. Nitrogen and potassium fertigation in bell pepper cultivated in greenhouse using fertigation managements. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.21, p.186–190, 2017.

PINTO, R.J. et al. Responsabilidade social e sustentabilidade no agronegócio da manga do submédio do Vale do São Francisco. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v.10, p.155–176, 2017.

PRANJALI, O. et al. Metabolomic dynamics reveals oxidative stress in spongy tissue disorder during ripening of *Mangifera indica* L. fruit. **Metabolites**, v.9, p.1-23, 2019.

RAM, R.A., RAHIM, M.A., ALAM, M.S. **Diagnosis and management of nutrient constraints in mango**. [s.l.] Elsevier Inc., 2020. 2016.

ROMANO, D.H.M. et al. Colapso interno em manga: Níveis de adubação nitrogenada e armazenamento refrigerado dos frutos da vc. Tommy Atkins. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.38, p.29–36, 2002.

RUFINI, J.C.M. et al. Caracterização biométrica e físico-química dos frutos de acessos de manga ‘UBÁ’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, p.456–464, 2011.

SHIVASHANKAR, S. Physiological disorders of mango fruit. **Horticultural Reviews**,

v.42, p.313–347, 2014.

SHIVASHANKAR, S., SUMATHI, M., ROY, T.K. Do seed VLCFAs trigger spongy tissue formation in ‘Alphonso’ mango by inducing germination? **Journal of Biosciences**, v.40, p.375–387, 2015.

SHIVASHANKAR, S., SUMATHI, M., SINGH, H.S. Premature seed germination induced by very-long-chain fatty acids causes jelly seed disorder in the mango (*Mangifera indica* L.) cultivar ‘Amrapali’ in India. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v.91, p.138–147, 2016.

SOUZA, S.F. et al. MECANISMOS DE TRANSMISSÃO DE PREÇOS ENTRE OS MERCADOS DOMÉSTICO E EXTERNO: uma análise sobre as exportações brasileiras de manga entre 2003 e 2013 1. **Revista de Economia Agrícola**, v. 63, p.5-20, 2016.

WHILEY, A.W., HOFMAN, P.J., CHRISTIANSEN, H., MARQUES, R., STUBBINGS, B., WHILEY, D.G. Development of pre and postharvest protocols for production of Calypso Mango/Anthony Whiley, Final Report/Horticulture Australia; HAL FR02049. **Horticultural Australia**, Sydney. Yeshitela, T., Robbertse, P., Fivas, J., 2006.

CAPÍTULO I. AVALIAÇÃO DE DESORDENS FISIOLÓGICAS EM MANGAS ‘KEITT’ PRODUZIDAS NO VALE DO SÃO FRANCISCO

RESUMO: Desordens fisiológicas estão entre as principais causas de perda pós-colheita de mangas produzidas no Vale do São Francisco. Desta forma, os objetivos deste trabalho foram avaliar parâmetros físicos e químicos em mangas no momento da colheita e após o armazenamento, visando identificar possíveis indicadores da susceptibilidade dos frutos a incidência de semente gelatinosa, corte negro, ou tecido esponjoso em mangas ‘Keitt’ produzidas no Vale do São Francisco. Um total de 200 mangas ‘Keitt’ foi colhido na maturação utilizada comercialmente. Após a colheita, uma metade de cada fruto sem a semente foi cortada longitudinalmente e avaliada, enquanto que a outra metade contendo a semente foi tratada com hipoclorito de sódio à $1000 \mu\text{l L}^{-1}$, coberta com um filme de policloreto de vinila (PVC) e armazenada à 10°C até atingir firmeza de polpa igual ou inferior a 15N, considerando pronto para o consumo. De acordo com os resultados obtidos, a incidência de desordens fisiológicas nos frutos após a armazenamento refrigerado chegou a 9% para semente gelatinosa, 9% para corte negro e 11% para tecido esponjoso. Não houve diferença significativa entre frutos com as diferentes desordens fisiológicas e frutos sadios para os teores de ácido ascórbico, sólidos solúveis, acidez titulável, matéria seca tanto na colheita como após o armazenamento. Mangas que desenvolveram tecido esponjoso apresentaram na colheita um maior ângulo hue da epiderme, menores teores de cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), zinco (Zn), cobre (Cu), ferro (Fe) e relação Ca^{2+}/B , assim como maiores teores de manganês (Mn) e relações N/Ca^{2+} , K/Mg^{2+} , K/Ca^{2+} , comparadas com mangas sadias. Mangas que desenvolveram sintomas de semente gelatinosa apresentaram na colheita menor teores de polifenóis extraíveis totais (PET), capacidade antioxidante, Ca^{2+} e Mg^{2+} , bem como maiores teores de Mn e relações N/Ca^{2+} , $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$, K/Mg^{2+} , K/Ca^{2+} , comparadas com mangas sadias. Após o armazenamento, mangas com sintomas de semente gelatinosa apresentaram maior ângulo hue da epiderme e teores de PET, bem como menor capacidade antioxidante, comparadas com mangas sadias. Mangas que desenvolveram sintomas de corte negro apresentaram na colheita maiores teores de N, Mn e relações N/Ca^{2+} , K/Mg^{2+} , K/Ca^{2+} , assim como menores teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cu, Fe e relação Ca^{2+}/B , comparadas com mangas sadias. Após o armazenamento, as mangas com sintomas de corte negro apresentaram epiderme mais escura (menor L) e com menores valores de C e b, assim com maiores teores de PET, comparadas com

mangas sadias. Conclui-se que o ângulo hue da epiderme e teores de PET na polpa possuem potencial para prever na colheita a incidência de tecido esponjoso e semente gelatinosa em mangas 'Keitt' após o armazenamento, respectivamente. A luminosidade (L), croma (C) e escala b de cor da epiderme possuem potencial para determinar de forma não destrutiva a presença de corte negro em mangas 'Keitt' após o armazenamento. Baixos teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} , e altos de Mn ocorrem em frutos que desenvolvem sintomas de corte negro, semente gelatinosa e tecido esponjoso durante o armazenamento.

Palavras chave: Corte negro, semente gelatinosa, tecido esponjoso, colapso interno.

1. INTRODUÇÃO

A região nordeste do Brasil, em especial a região do Vale do São Francisco, é responsável por aproximadamente 77% da produção e 90% da exportação nacional de manga para Estados Unidos, Europa e Ásia (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2019). Apesar da importância econômica, a mangicultura apresenta grandes limitações que necessitam ser superadas para garantir o crescimento no consumo, produção e desenvolvimento das regiões produtoras. Entre as limitações da cultura está a alta incidência de desordens fisiológicas nos frutos. A ocorrência destas desordens em mangas resulta em inúmeros prejuízos financeiros em toda a cadeia produtiva, podendo chegar a 30% de perdas quando os frutos chegam ao mercado consumidor e atingem a maturação de consumo (LUIZZI et al., 2016; GABRIËLS et al., 2020).

Desordens fisiológicas são o resultado de modificações anormais no metabolismo celular que levam a danos e morte dos tecidos, resultando em sintomas indesejáveis que inviabilizam o consumo dos frutos (WAINWRIGHT & BURBAGE, 1989; ASSIS et al., 2004). Em mangas, estas desordens resultam em perdas significativas de frutos após a colheita, podendo causar prejuízos de milhões de reais para produtores e compradores, LUIZZI et al. (2016). Apesar de várias estratégias serem adotadas para minimizar as perdas pós-colheita causadas por desordens fisiológicas, o sucesso destas estratégias nem sempre é efetivo devido à falta de conhecimento sobre os mecanismos reguladores destas desordens em mangas (MACHADO et al., 2017; LEDESMA & CAMPBELL, 2019).

Mangas apresentam diversas desordens fisiológicas, as quais receberam ao longo dos anos diversas denominações como amolecimento da polpa, coração mole, podridão de água e podridão interna. No entanto, estudos tem tentado uniformizar a nomenclatura destas desordens fisiológicas para um melhor entendimento sobre sintomas e possíveis causas (FERREIRA, 1989; BRECHT, 2019). Entre as principais desordens fisiológicas internas, conhecidas como colapso interno, em mangas estão semente gelatinosa, nariz mole, e corte negro (BRECHT, 2019).

A semente gelatinosa é caracterizada pela aparência aquosa e gelatinosa da polpa próxima a semente (SOUSA et al., 2019). Estudos sugerem que uma das possíveis causas dessa desordem é o fato da semente iniciar o processo de germinação prematuramente, ocorrendo desequilíbrio hormonal no fruto devido ao aumentando a síntese de giberelinas e queda na concentração de ácido abscísico no fruto (KRISHNA et al., 2020). RAYMOND et al. (1998) mostram que a semente gelatinosa é inicialmente caracterizada por uma cor amarela mais intensada polpa próxima ao caroço, comparada com o resto da polpa, sendo que esta coloração se torna ainda mais intensa com o amadurecimento, culminando com uma textura gelatinosa e aquosa do tecido. KRISHNA et al. (2020) observaram redução nos teores de açúcares totais, maior atividade das enzimas alfa-amilase, polifenol-oxidase, pectina-metilesterase e celulase, assim como maior taxa respiratória na polpa de frutos com sintomas de semente gelatinosa, sugerindo uma possível maior atividade metabólica da semente como uma possível causa desta desordem. SHIVASHANKAR et al. (2016) afirmam que para o desenvolvimento da semente gelatinosa há uma redução no conteúdo de ácidos graxos livres das sementes durante o desenvolvimento do fruto, resultando em diminuições tanto em ácidos graxos de cadeias curtas quanto em ácidos graxos de cadeias longas. Essas reduções no conteúdo de ácidos graxos possivelmente resultam no aumento da síntese de citocininas e, conseqüentemente, ao início de eventos de germinação da semente no fruto.

O corte negro é uma desordem recente que vem aparecendo em mangas produzidas nas Américas, principalmente de países como Brasil, Peru e México. Esta desordem caracteriza-se por apresentar manchas marrons escuras sem aspecto aquoso no centro da polpa, próxima a semente (MOGOLLÓN et al., 2020). BRECHT (2019) relata que MORA et al. (1998) e ACOSTA-RAMOS et al. (2001) verificaram essa desordem em mangas ‘Haden’ armazenadas à 13°C, sendo os primeiros a identificar essa desordem de

origem desconhecida. O corte negro é um problema em mangas ‘Tommy Atkins’, ‘Kent’ e principalmente ‘Ataulfo’. Diversos trabalhos em pré-colheita e pós-colheita estão sendo realizados para buscar soluções para este problema. BRECHT et al. (2019), observaram que as maiores incidências de corte negro aconteceram em frutos armazenados em temperaturas menores que 10°C seguindo da exposição dos frutos a temperatura ambiente de 23°C, comparado com frutos mantidos continuamente à temperatura de 23°C. Estudos realizados em pré-colheita ainda não identificaram possíveis fatores de manejo, ambientais e nutricionais que estejam diretamente relacionados a incidência de corte negro em mangas (BRECHT et al., 2019).

O tecido esponjoso é uma desordem com sintomas semelhantes ao corte negro quanto ao aspecto marrom na polpa e textura seca, no entanto esta desordem apresenta outros sintomas que diferem do corte negro como a presença de cavidades com aspecto esponjoso, mumificado e esbranquiçado (OAK et al., 2019). SHIVANSHANKAR et al. (2016) afirmam que a origem do tecido esponjoso na manga ‘Alphonso’ é muito semelhante à origem da semente gelatinosa na manga ‘Amrapali’, em que na semente há a redução das cadeias longas e curtas de ácidos graxos, levando ao aumento na síntese de citocininas e início da germinação. Segundo este autor, no início da germinação ocorre o movimento da água da polpa para a semente o que resulta na redução do teor de umidade da polpa, ocorre também o aumento na atividade das enzimas pectinametilesterase, poligalacturonase e pectato-liase na polpa, o que leva a rápida degradação dos polímeros de pectina, dando origem ao desenvolvimento do tecido esponjoso.

Apesar de alguns mecanismos já serem conhecidos para algumas das desordens mencionadas, diversos outros fatores podem estar envolvidos, os quais podem ser identificados e utilizados como indicadores da susceptibilidade dos frutos as diferentes desordens fisiológicas. Tais indicadores podem ser utilizados na colheita para prever a incidência de desordens nos frutos maduros, antes de serem enviados para o mercado consumidor. O objetivo deste trabalho foi avaliar parâmetros físicos e químicos em mangas no momento da colheita e após o armazenamento, visando identificar possíveis indicadores da susceptibilidade dos frutos a incidência de semente gelatinosa, corte negro, ou tecido esponjoso em mangas ‘Keitt’ produzidas no Vale do São Francisco.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Um total de 200 mangas ‘Keitt’ foram colhidas em um pomar comercial pertencente a empresa Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN), localizada em Belém de São Francisco, PE (08° 45’ 14’’ S, 38° 57’ 57’’W). O clima da região é classificado como BSh, segundo a classificação climática de Köppen. A colheita ocorreu quando os frutos atingiram a maturidade fisiológica utilizada comercialmente. Após a colheita, os frutos foram transportados para o laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-Colheita da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

Todos os frutos foram avaliados na colheita e após o armazenamento refrigerado. Na colheita, os frutos foram pesados e medidos para comprimento, largura e diâmetro. Então, cada fruto foi cortado ao meio longitudinalmente e a fatia sem a semente foi submetida as análises físicas e químicas, de modo a acelerar o amadurecimento em câmara fria, conforme descrito abaixo e por (MOGOLLON, 2019). A outra metade da semente foi rapidamente imersa por um minuto em uma solução de hipoclorito de sódio à 1000 $\mu\text{l L}^{-1}$. Posteriormente a face cortada contendo a semente de cada metade do fruto foi coberta com um filme de policloreto de vinila (PVC), sendo as metades então armazenadas em câmara fria à 10°C até que o fruto apresentasse firmeza de polpa igual ou menor que 15N, estágio de maturação considerado pronto para o consumo.

Na colheita, a metade avaliada foi descascada cortada ao meio na região equatorial e a polpa da região distal do fruto foi cortada em três partes longitudinalmente iguais. A polpa da região próxima ao pedúnculo foi descartada. Uma parte de polpa distal do fruto foi seca em estufa de secagem a 60°C e utilizada para as análises de macro e micronutrientes, enquanto outra parte foi congelada para as análises de ácido ascórbico, polifenóis extraíveis totais (PET) e capacidade antioxidante. A terceira parte, foi utilizada para as análises de permeabilidade de membrana e determinações de acidez titulável (AT) e sólidos solúveis (SS).

Após atingirem firmeza de polpa de 15N no fruto extra para esses testes da firmeza, em que serviu como parâmetro para acompanhar o amadurecimento. Essa outra metade de cada fruto armazenada foi cortada do caroço e a polpa amostrada da mesma forma realizada na colheita. Nesta metade, foi avaliada a ausência de desordens fisiológicas (fruto sadio), assim como a incidência de semente gelatinosa, corte negro e tecido esponjoso (Figura 1). Frutos apresentando sintomas de podridão foram descartados. Os

tratamentos foram representados por frutos sadios ou frutos que apresentaram as desordens fisiológicas semente gelatinosa, corte negro ou tecido esponjoso após o armazenamento. Cada tratamento foi composto por cinco repetições e cada repetição compostas por 3 frutos.

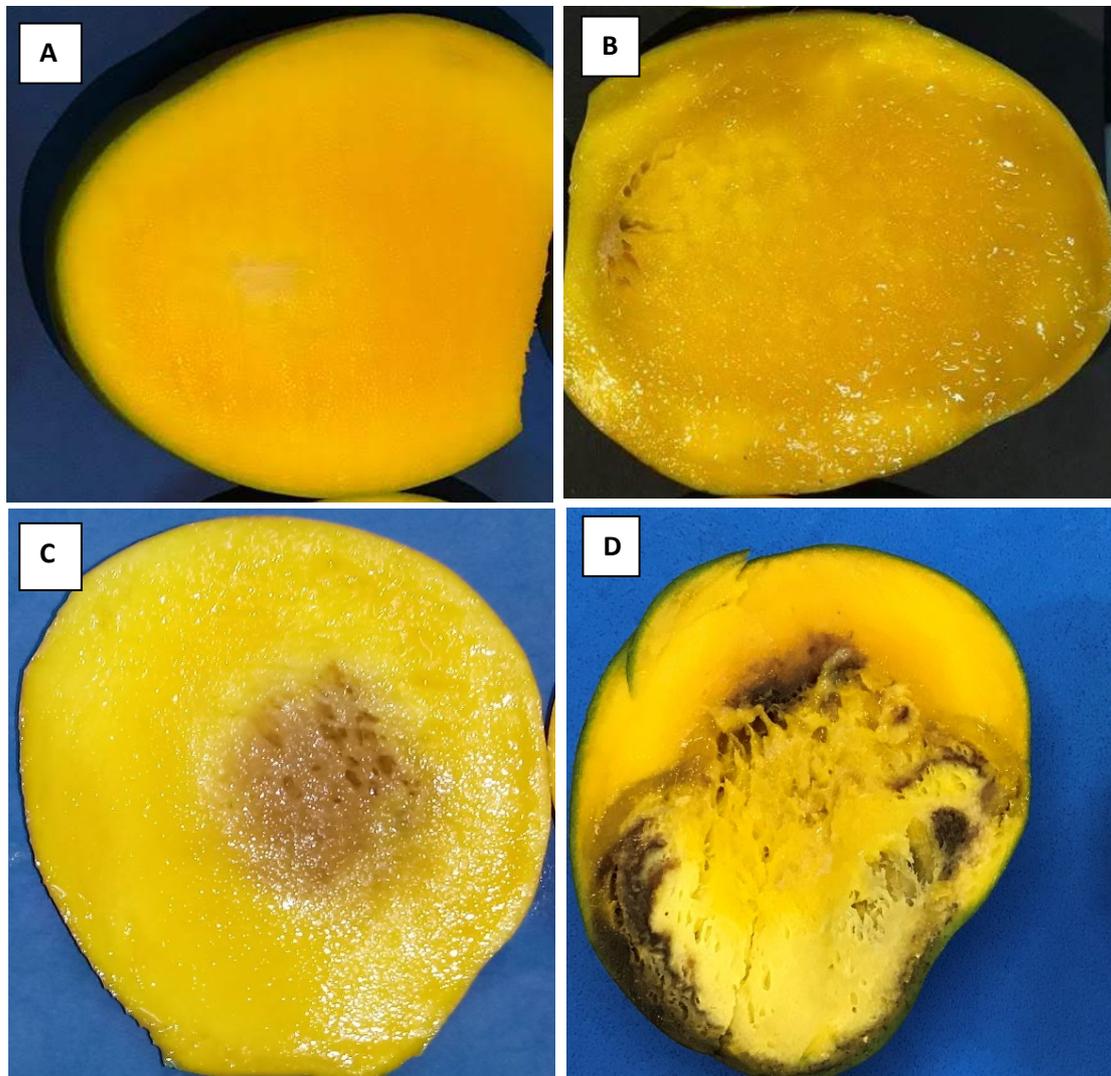


Figura 1. Mangas ‘Keitt’ sem desordens fisiológicas (A), ou apresentando sintomas de semente gelatinosa (B), corte negro (C) e tecido esponjoso (D).

Depois de identificar e separar os tratamentos, as amostras de polpa coletadas foram avaliadas conforme descrito na colheita, exceto para macro e micronutrientes que foram avaliados apenas no momento da colheita, pois as concentrações destes não mudam na polpa dos frutos durante o processo de amadurecimento.

ANÁLISES:

2.1.1 ANÁLISES FÍSICAS:

2.1.1.1 Peso e dimensões dos frutos: Os frutos foram pesados em balança semi-analítica e o comprimento, diâmetro e larguras foram aferidos com paquímetro digital.

2.1.1.2 Cor da casca: A análise de cor da casca foi realizada com um colorímetro digital modelo CR-400 (Minolta, Tóquio, Japão). Os resultados foram expressos em luminosidade (L^*) que corresponde à variação de preto ao branco (0) ao branco (100), croma (C^*) que representa a intensidade de cor do 0= cor impura para o 60= cor pura, ângulo Hue ($^{\circ}H$) que indica 0° = vermelho; 90° = amarelo; 180° = verde e 270° = azul, escala a^* (-a verde, +a vermelho), escala b^* (-b azul, +b amarelo) e relação $a+b$.

2.1.2 ANÁLISES QUÍMICAS E BIOQUÍMICAS

2.1.2.1 Ácido ascórbico – determinado pelo método de Tillman, conforme descrito por STROHECKER & HENNING (1967). Primeiro, foi feita a solução de Tillman

(DFI - 2,6 dicloro-fenol indofenol) a 0,02%. Em seguida foi feita a solução de ácido oxálico a 0,5%. Os extratos das amostras foram então preparados adicionando 5g do suco de cada amostra em 100 mL de ácido oxálico 0,5%.

Então, 4 mL do extrato foram adicionados em 50 mL de água destilada gelada, sendo esta solução titulada com a solução de Tillman até o ponto de viragem de cor rosa. Foram utilizadas duas replicatas por amostra.

2.1.2.2 Sólidos solúveis (SS) – Determinados no suco extraído das amostras de polpa com um refratômetro digital modelo PAL-1 (Atago, São Paulo, Brasil). Os resultados foram expressos em porcentagem.

2.1.2.3 Acidez titulável (AT) – Determinada em 1g de suco extraído das amostras de polpa, a qual foi diluída em 50 mL de água destilada e titulada com hidróxido de sódio 0,1N até pH 8,1 com o auxílio de um titulador automático Titrino Plus 848 (Metrohm, São Paulo, Brasil). Os resultados foram expressos em porcentagem de ácido cítrico.

2.1.2.4 Matéria seca (MS) - As amostras de polpa fresca foram pesadas, secas em estufa com circulação de ar à $65^{\circ}C$ até peso constante e pesadas novamente para determinar o peso seco. O teor de matéria seca foi determinado pela multiplicação do

peso seco por 100, dividido pelo peso fresco inicial de cada amostra, sendo os resultados expressos em porcentagem.

2.1.2.5 Os polifenóis extraíveis totais (PET) foram determinados pelo método de Folin-Ciocalteu usando o sobrenadante da extração descrita para a determinação da capacidade antioxidante. Em tubos de ensaio, foi colocada uma alíquota de 0,1 mL do extrato adicionado de 0,9 mL de água destilada. Os extratos foram misturados com 1 mL de reagente Folin - Ciocalteu, 2 mL de solução de carbonato de sódio a 20% e 2 mL de água destilada. Os tubos foram agitados e, após 30 minutos, a absorbância foi medida em espectrofotômetro a 700 nm e o resultado expresso em $\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ de ácido gálico (OBANDA e OWUOR, 1997).

2.1.2.6 Capacidade antioxidante—Inicialmente, foi obtido um extrato de cada amostra composto por 8g de polpa em 20 mL de metanol 50%, o qual foi mantido por 1 h em temperatura ambiente. Em seguida, o extrato foi centrifugado a 15.000 rpm por 15 minutos. O sobrenadante foi filtrado e transferido para um balão volumétrico de 50 mL e o resíduo foi transferido para um copo adicionando 20 mL de acetona 70% e deixado extrair por 1 hora. A centrifugação foi repetida e o sobrenadante foi filtrado e adicionado ao balão volumétrico que já continha o sobrenadante da primeira extração, e o volume total foi completado com água destilada (RUFINO et al., 2007). A atividade antioxidante (g de polpa/g de DPPH) foi determinada por captura dos radicais livres DPPH (1,1 – difenil – 2 – picril – hidrazil). Foram preparadas três diluições do extrato fenólico (200; 400 e 600 $\mu\text{L mL}^{-1}$), buscando uma linearidade decrescente na absorção, com base na curva padrão para DPPH. Estas diluições foram incubadas à temperatura ambiente, no escuro por 30 minutos. Uma alíquota de 100 μL para 3,9 mL de radical DPPH (0,06 mM) foi retirada de cada diluição. Como controle foram utilizados 100 μL de uma solução de álcool metílico a 50% com acetona a 70% (RUFINO et al., 2007).

2.1.2.7 Macro e micronutrientes – As amostras de polpa coletadas na colheita e após o armazenamento foram secas em estufa com circulação de ar à 65°C, até peso constante. Então as amostras secas foram moídas e submetidas a análise dos macro e micronutrientes N, K, P, Ca, Mg, B, Zn, Fe, Cu e Mn e relações N/B, N/Ca, N/Mg, K/Ca, K/Mg e Ca/Mg, segundo a metodologia de THOMAS et al. (1967). Primeiro pesou-se 500 mg do material seco, em seguida adicionou-se 5 mL de ácido sulfúrico concentrado e colocou-se no bloco digestor a 350°C, deixando por 30 minutos. Em seguida, a amostra foi retirada e deixada esfriar por cinco minutos para adicionar 0,5

mL de peróxido de hidrogênio. Então, a amostra retornou para o bloco digestor a 350°C por oito minutos, repetindo este processo de adição de peróxido de hidrogênio até que o líquido apresentasse coloração clara. Ao final desta etapa, a amostra ficou mais trinta minutos no bloco digestor para eliminar o peróxido de hidrogênio da solução. Após esfriarem, as amostras foram diluídas para 25 mL. Então, as amostras diluídas foram submetidas às análises de nutrientes descritas pelas recomendações técnicas de plantas (MALAVOLTA et al., 1997), em que foram feitos nitrogênio pelo método de Kjeldahl, fósforo por espectrometria com amarelo de vanadato, potássio e sódio por fotometria de chama, magnésio, cálcio, ferro, zinco e manganês por espectrofotometria de absorção atômica, e boro por espectrofotometria com azometina-H.

2.1.2.7 Permeabilidade de membrana– Determinada na colheita em três discos com 1 cm de diâmetro e 0,7 de espessura, obtidos em cada amostra de polpa. Os discos foram adicionados em um tubo Falcon de 50 mL contendo uma solução isotônica de manitol na concentração de 0,4 M, os quais foram mantidos em agitação constante com o auxílio de um agitador rotativo (CT-165, Ciontec, Belo Horizonte, Brasil). Durante a agitação, a condutividade na solução de manitol foi aferida em intervalos de 1 h por 6 hs. Então, as amostras foram congeladas e descongeladas três vezes para determinar a condutividade total. O extravasamento de eletrólitos citoplasmáticos foi determinado nas últimas 3 hs de análise da condutividade, representando os íons perdidos através das membranas celulares para a solução. Os resultados foram expressos em aumento percentual de extravasamento de eletrólitos por grama de tecido por hora, em relação a condutividade total do tecido (DE FREITAS et al., 2011).

2.1.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA E SOFTWARE

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, segundo o esquema fatorial 4x2 (desordem fisiológica x momento de avaliação). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p \leq 0,05$). As médias foram comparadas pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$). A análise estatística foi realizada com o auxílio do software estatístico Sisvar versão 5.1 (2007). Os dados obtidos também foram submetidos a análise multivariada por componentes principais (PCA), utilizando o Software Statistica 10, cujo objetivo foi identificar as variáveis mais relacionadas com a incidência de cada desordem fisiológica nos frutos.

3. RESULTADOS

De acordo com os resultados obtidos, 29% das mangas apresentaram algum tipo de desordem fisiológica na polpa ao final do armazenamento refrigerado, quando os frutos atingiram firmeza de polpa igual ou menor a 15N, sendo que 11% apresentaram tecido esponjoso, 9% corte negro, e 9% semente gelatinosa (Figura 2).

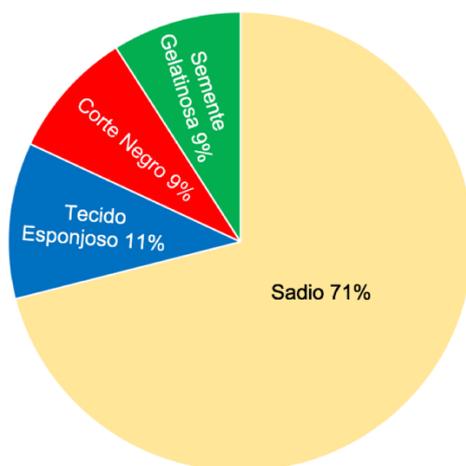


Figura 2. Porcentagens de frutos sadios e frutos com sintomas das desordens fisiológicas conhecidas como corte negro, semente gelatinosa e tecido esponjoso em manga ‘Keitt’ após o armazenamento à 10°C.

A luminosidade (L) da epiderme apresentou interação significativa entre os fatores desordem fisiológica e momento de avaliação. Na colheita, a L da epiderme foi igual em todos os tratamentos (Figura 3A). Após o armazenamento, frutos com corte negro apresentaram uma coloração da epiderme mais escura que frutos saudáveis (Figura 3A), sendo que frutos com semente gelatinosa e tecido esponjoso apresentaram valores de L iguais a frutos saudáveis (Figura 3A). Frutos com sintomas de corte negro apresentaram um escurecimento significativo da epiderme durante o amadurecimento (Figura 3A).

O croma (C) da epiderme apresentou interação significativa entre os fatores desordem fisiológica e momento de avaliação. Na colheita, o C da epiderme foi estatisticamente igualem todos os tratamentos (Figura 3B). Após o armazenamento, os maiores valores de C foram observados em frutos saudáveis e apresentando sintomas de semente gelatinosas (Figura 3B). Frutos saudáveis, com sintomas de semente gelatinosa ou tecido esponjoso apresentaram aumento nos valores de C durante o armazenamento, o que não foi observado em frutos com sintomas de corte negro (Figura 3B).

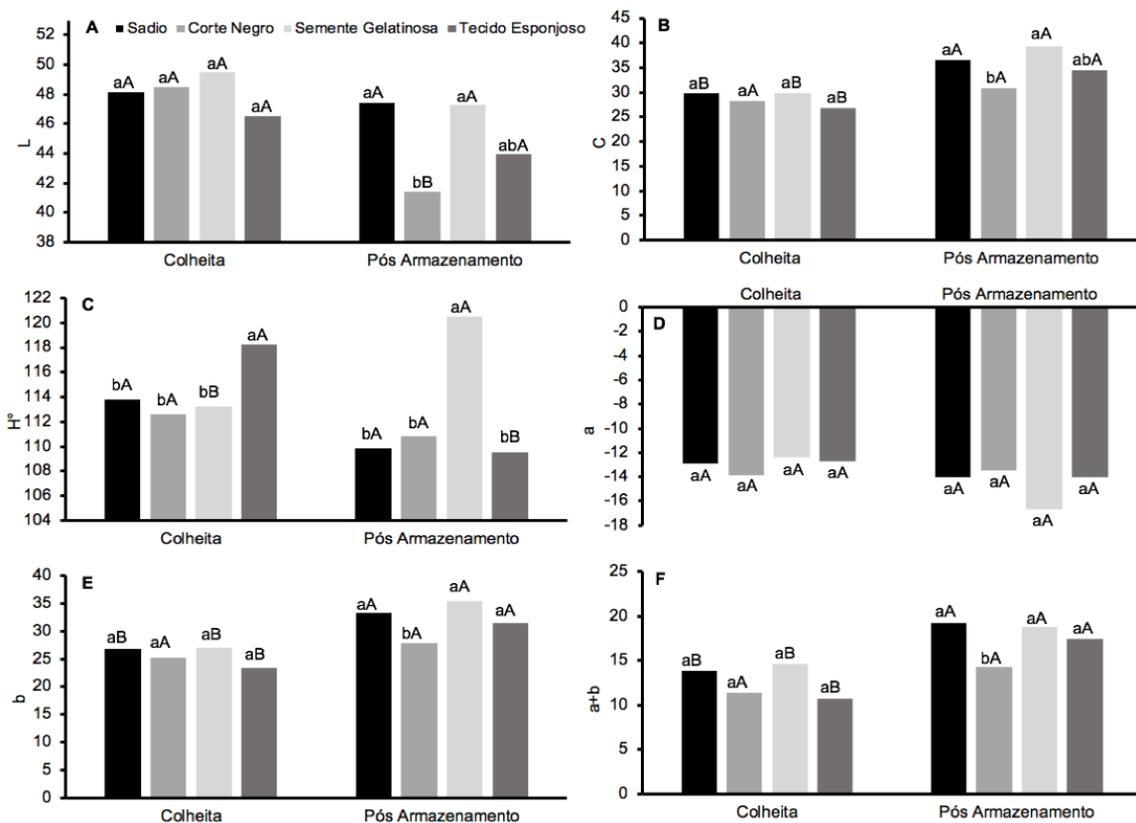


Figura 3. Luminosidade (L) (A), cromaticidade (C) (B), ângulo hue (H°) (C), e escalas de cor a (D), b (E) e soma de a+b (F) da epiderme de mangas ‘Keitt’ avaliadas no momento da colheita e após o armazenamento à 10°C (firmeza de polpa igual ou menor que 15N). Letras minúsculas comparam desordens fisiológicas (frutos sadios, corte negro, semente gelatinosa e tecido esponjoso) na colheita ou após o armazenamento, enquanto que letras maiúsculas comparam os mesmos frutos (sadios, corte negro, semente gelatinosa ou tecido esponjoso) na colheita e após o armazenamento. As médias foram comparadas pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

O ângulo hue (h°) apresentou interação significativa entre os fatores desordem fisiológica e momento de avaliação. Na colheita ou após o armazenamento, frutos que apresentaram sintomas de tecido esponjoso ou semente gelatinosa tiveram maiores valores de h° , comparados com os demais frutos, respectivamente (Figura 3C). Comparando entre os períodos colheita e pós-armazenamento, observou-se que frutos sadios e com corte negro não apresentaram mudanças significativas nos valores de h° da epiderme (Figura 3C). Entretanto, frutos que apresentaram sintomas de tecido esponjoso ou semente gelatinosa apresentaram uma queda ou um aumento significativo nos valores de h° da epiderme durante o processo de amadurecimento e desenvolvimento dos sintomas da desordem, respectivamente (Figura 3C).

A escala a de cor da epiderme não mostrou interação e efeito significativo dos fatores desordem fisiológico e momento de avaliação. A escala b e a soma das escalas a+b apresentam interação significativa entre os fatores desordem fisiológica e momento de avaliação. Na colheita, os valores de b e a soma das escalas a+b foram similares entre frutos saudáveis e frutos que desenvolveram as diferentes desordens fisiológicas (Figura 3D, 3E). Após o armazenamento, frutos com sintomas de corte negro apresentaram menores valores de b e a+b, comparados com os demais frutos (Figuras 3E, 3F). Frutos saudáveis, assim como frutos com sintomas de semente gelatinosa e tecido esponjoso apresentaram um aumento nos valores de b e a+b, o que não foi observado em frutos que desenvolveram sintomas de corte negro durante o armazenamento (Figuras 3E, 3F).

Verificaram-se interações significativas entre os fatores desordens fisiológicas e momento de avaliação para a variável teor de ácido ascórbico. Na colheita e após o armazenamento, frutos sadios ou que desenvolveram sintomas de desordens fisiológicas apresentaram teores de ácido ascórbico similares. Entretanto, os teores de ácido ascórbico diminuíram nos frutos durante o armazenamento (Figura 4A).

Os teores de sólidos solúveis, acidez titulável, e teores de matéria seca não apresentaram efeito significativo para a interação entre os fatores desordem fisiológica e momento de avaliação. Frutos saudáveis e que desenvolveram desordens fisiológicas apresentaram teores de sólidos solúveis, acidez titulável e teores de matéria seca iguais no momento da colheita, bem como após o armazenamento refrigerado (Figura 4B, 4C, 4D). Os teores de sólidos solúveis aumentaram nos frutos durante o armazenamento (Figura 4B). A acidez titulável e teores de matéria seca diminuíram nos frutos durante o armazenamento (Figura 4C, 4D).

Os resultados obtidos para polifenóis extraíveis totais (PET) mostram efeito significativo para a interação entre os fatores desordem fisiológica e momento de avaliação. Na colheita, frutos que desenvolveram sintomas de semente gelatinosa durante o armazenamento apresentaram menores teores de PET, comparados com os demais frutos (Figura 4E). Após o armazenamento, os menores teores de PET foram observados em frutos saudáveis e frutos com sintomas de tecido esponjoso, enquanto que os maiores teores de PET foram observados em frutos com sintomas de corte negro (Figura 4E). Os teores de PET diminuíram durante o armazenamento em frutos saudáveis e com sintomas de tecido esponjoso, aumentaram em frutos que

desenvolveram sintomas de semente gelatinosa, assim como permaneceram iguais em frutos que desenvolveram sintomas de corte negro (Figura 4E).

Os resultados obtidos para capacidade antioxidante mostram interação significativa entre os fatores desordem fisiológica e momento de avaliação. O ensaio DPPH é utilizado para medir o potencial de eliminação de extratos antioxidantes com base na sua capacidade como doador de hidrogênio e de transferência de elétrons (ZULKIFLI et al., 2012), portanto menores valores representam maior capacidade antioxidante.

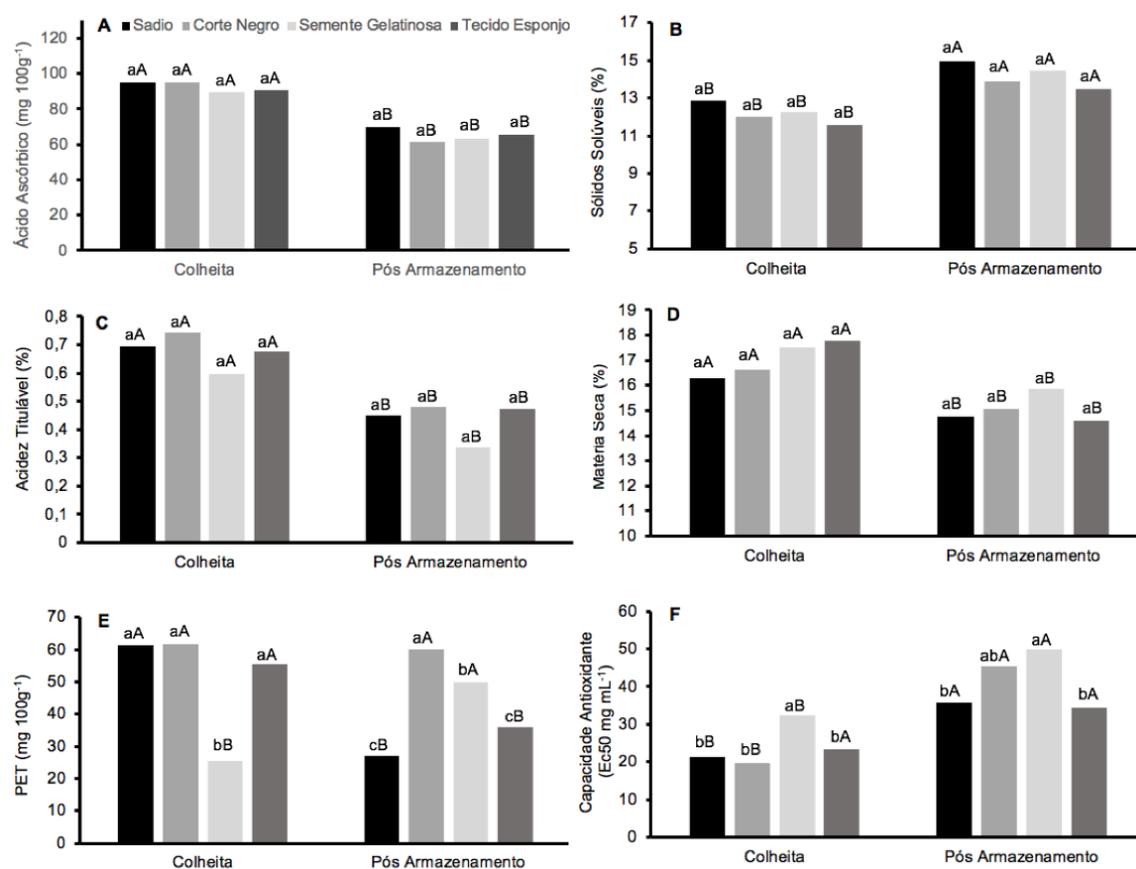


Figura 4. Ácido ascórbico (A), sólidos solúveis (B), acidez titulável (C), matéria seca (D), polifenóis extraíveis totais (PET) (E), e capacidade antioxidante por DPPH (F) de mangas ‘Keitt’ avaliadas no momento da colheita e após o armazenamento à 10°C (firmeza de polpa igual ou menor que 15N). Letras minúsculas comparam desordens fisiológicas (frutos sadios, corte negro, semente gelatinosa e tecido esponjoso) na colheita ou após o armazenamento, enquanto que letras maiúsculas comparam os mesmos frutos (sadios, corte negro, semente gelatinosa ou tecido esponjoso) na colheita e após o armazenamento. As médias foram comparadas pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

Na colheita, a maior capacidade antioxidante foi observada em frutos sadios e com sintomas de corte negro e tecido esponjoso, sendo a menor capacidade antioxidante observada em frutos com sintomas de semente gelatinosa (Figura 4F). Após o armazenamento, a maior capacidade antioxidante foi observada em frutos sadios e com sintomas de tecido esponjoso, enquanto que a menor capacidade antioxidante foi observada em frutos com sintomas de semente gelatinosa (Figura 4F). Durante o armazenamento, frutos sadios, com corte negro ou semente gelatinosa apresentaram uma diminuição na capacidade antioxidante, o que não foi observado em frutos com sintomas de tecido esponjoso (Figura 4F).

Os teores nutrientes foram avaliados no momento da colheita e após o armazenamento, a fim de verificar possíveis mudanças com o passar do tempo de armazenamento e com o aparecimento das diferentes desordens fisiológicas em mangas 'Keitt'. Entretanto, não houve diferença estatística para entre as épocas de avaliação para todos os nutrientes avaliados, sendo então os valores de nutrientes representados pelas médias obtidas entre os valores de cada nutriente avaliado na colheita e após o armazenamento para cada fruto.

Os resultados obtidos mostram que a concentração de nitrogênio (N) foi maior em frutos que desenvolveram sintomas de corte negro durante o armazenamento, seguido por frutos que desenvolveram sintomas de tecido esponjoso, sendo as menores concentrações observadas em frutos sadios e frutos que apresentaram sintomas de semente gelatinosa durante o armazenamento (Figura 5A).

Os teores de potássio (K) não apresentaram diferenças significativas entre frutos com desordens fisiológicas e frutos sadios (Figura 5B). Os teores de cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}) foram maiores em frutos sadios e menores em frutos que desenvolveram sintomas de corte negro, semente gelatinosa e tecido esponjoso durante o armazenamento (Figuras 5C e 5D). Os teores de sódio (Na), boro (B) e fósforo (P) não apresentaram diferença estatística entre frutos com desordens fisiológicas e frutos sadios (Figuras 5E, 5F e 5G).

A relação entre os teores de N/B não apresentou diferença significativa entre frutos que desenvolveram desordens fisiológicas e frutos sadios (Figura 6A). A relação N/Ca^{2+} foi menor em frutos sadios, intermediária em frutos que desenvolveram sintomas de semente gelatinosa e maiores em frutos que desenvolveram sintomas de corte negro e tecido esponjoso durante o armazenamento (Figura 6B). As maiores

relações Ca^{2+}/B foram encontradas em frutos sadios e frutos que desenvolveram sintomas de semente gelatinosa, sendo os menores valores encontrados em frutos que desenvolveram sintomas de corte negro e tecido esponjoso (Figura 6C). A relação $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ apresentou diferenças significativas entre as desordens, com maiores valores em frutos que desenvolveram sintomas de semente gelatinosa e menores nos frutos sadios, sendo que corte negro e tecido esponjoso apresentou-se iguais aos dois supracitados (Figura D). As relações K/Mg^{2+} e K/Ca^{2+} apresentaram um comportamento semelhante ao observado para N/Ca^{2+} , em que as menores médias foram obtidas em frutos sadios e maiores em frutos que desenvolveram desordens (Figuras 6E e 6F).

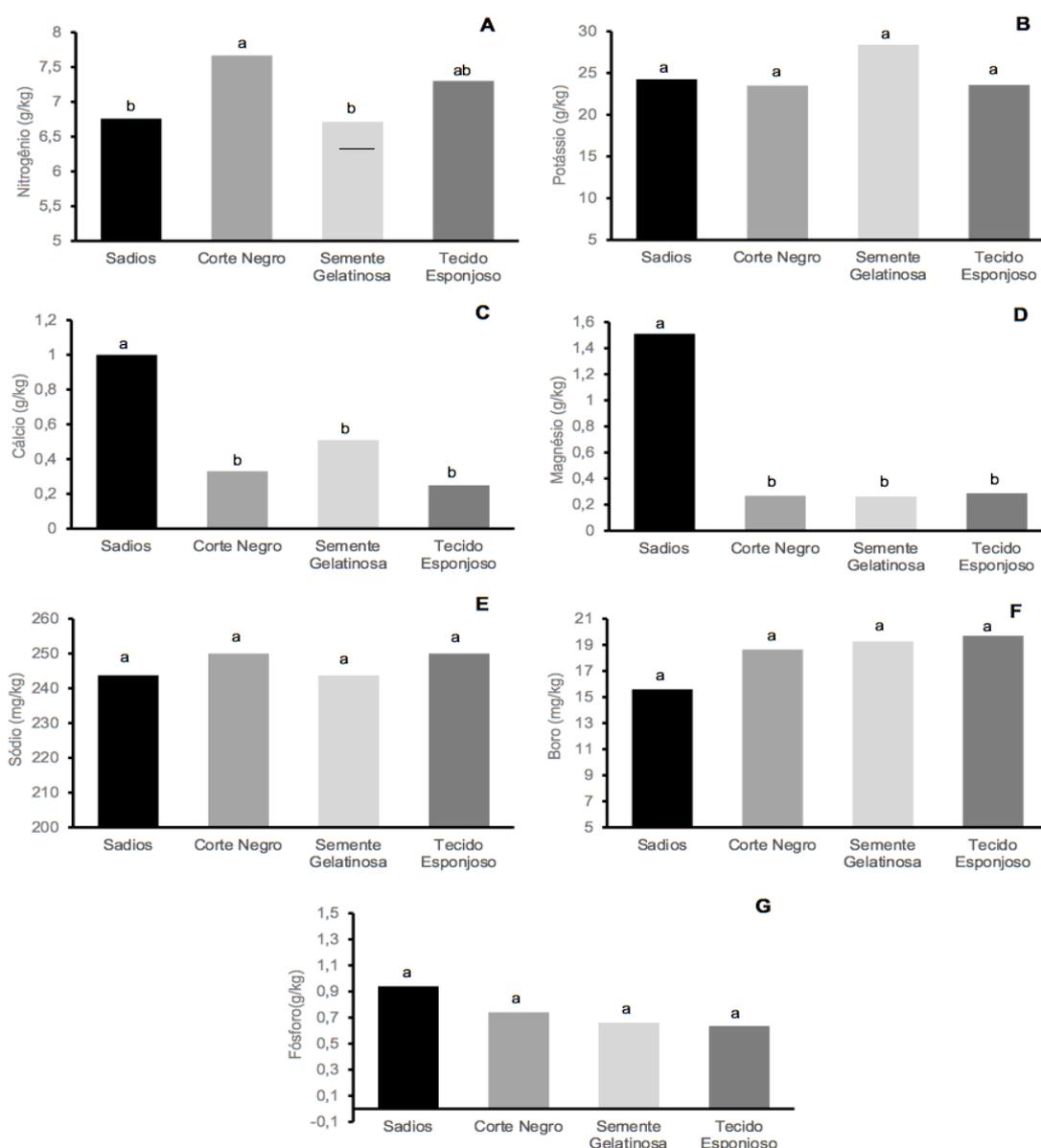


Figura 5. Concentração de nitrogênio (A), potássio (B), cálcio (C), magnésio (D), sódio (E), boro (F) e fósforo (G) em mangas ‘Keitt’ avaliadas no momento da colheita. As médias foram comparadas pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

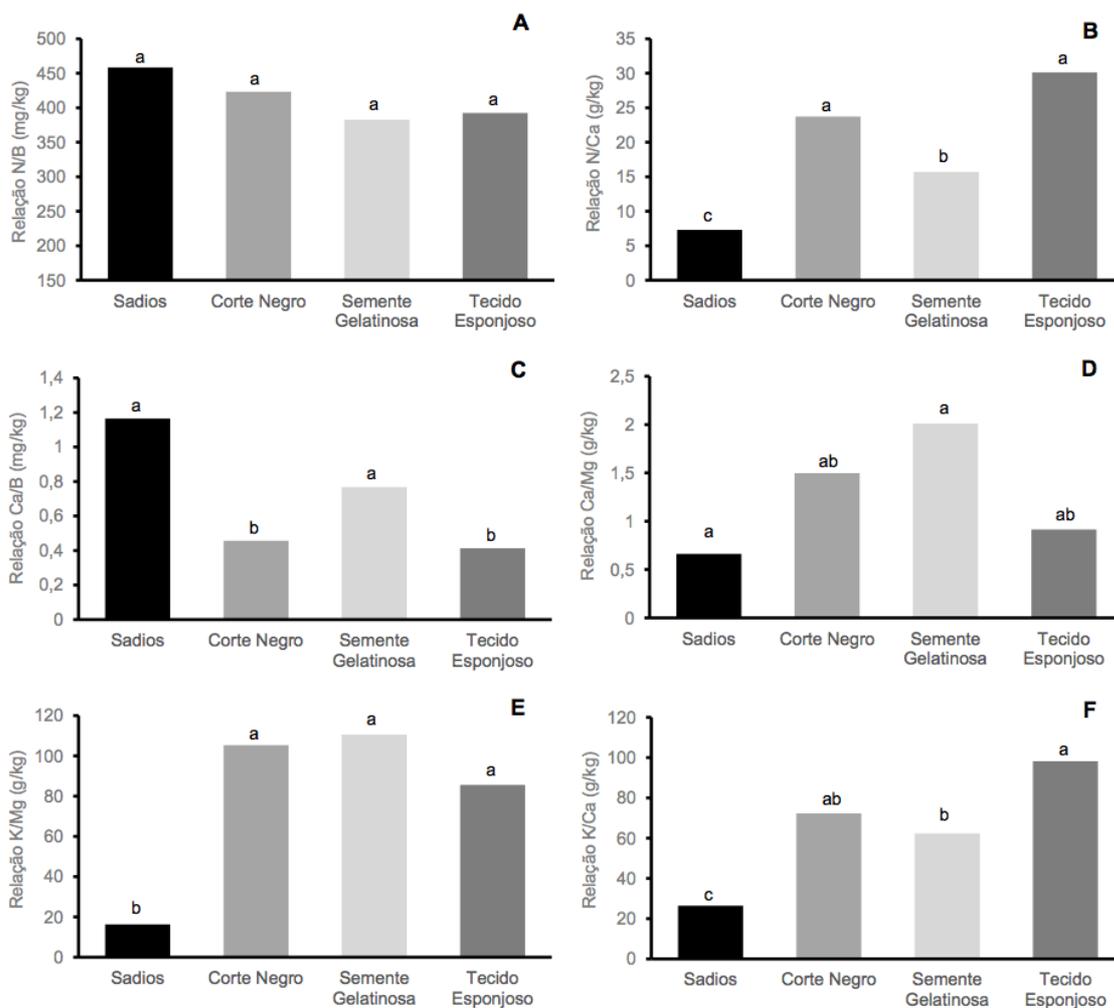


Figura 6. Relações nitrogênio e boro (A), nitrogênio e cálcio (B), cálcio e boro (C), cálcio e magnésio (D), potássio e magnésio (E) e potássio e cálcio (F) em mangas ‘Keitt’ avaliadas no momento da colheita. As médias foram comparadas pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

Os teores de zinco e cobre foram maiores em frutos sadios e menores em frutos que apresentaram sintomas de tecido esponjoso ao final do armazenamento (Figuras 7A e 7B). Os teores de ferro foram maiores em frutos sadios e frutos que desenvolveram sintomas de semente gelatinosa e menores em frutos que desenvolveram sintomas de corte negro e tecido esponjoso (Figura 7C). Os teores de manganês foram menores em frutos sadios e maiores em frutos que desenvolveram corte negro, semente gelatinosa e tecida esponjosa durante o armazenamento (Figura 7D).

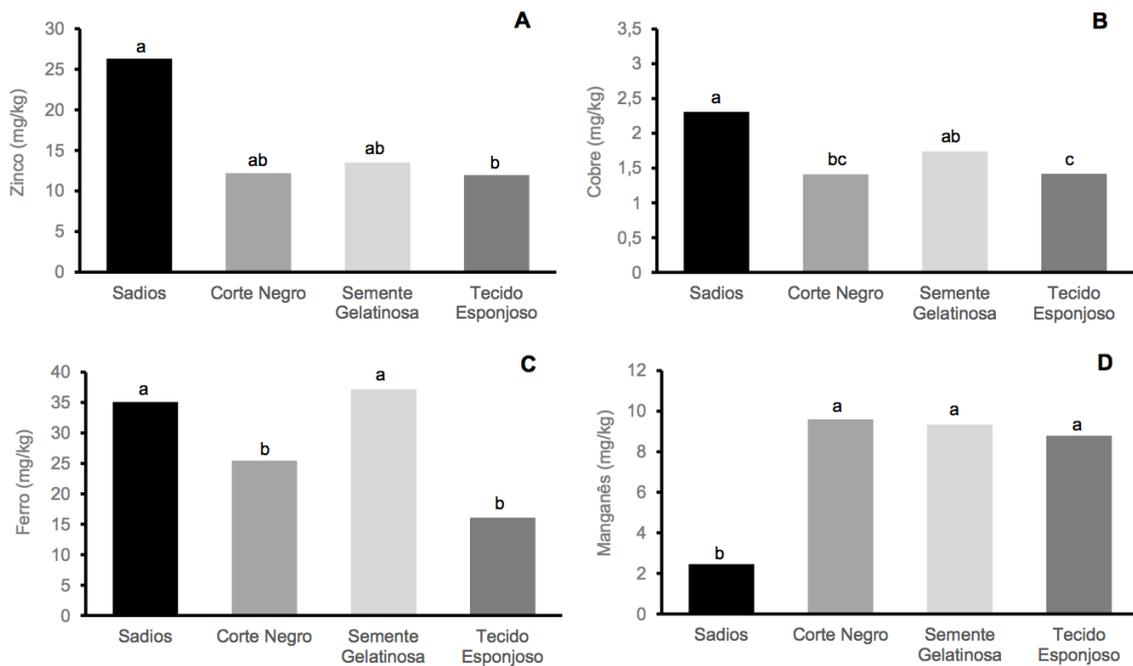


Figura 7. Zinco (A), cobre (B), ferro (C) e manganês (D) em mangas ‘Keitt’ avaliadas no momento da colheita. As médias foram comparadas pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

A análise de componentes principais mostrou que frutos sadios, bem como frutos com sintomas de corte negro, tecido esponjoso e semente gelatinosa apresentam perfis diferentes para as variáveis analisadas (Figuras 8 e 9).

A partir da análise de componentes principais realizada na colheita, verificou-se que os componentes I e II explicaram a variabilidade das amostras experimentais em 50,47% e 33,61%, respectivamente (Figuras 8A e 8B). Frutos sadios foram caracterizados pelos teores de AA, SS, Mg^{2+} , P, Cu, Fe, relação N/B (Figuras 8A e 8B). Frutos que manifestaram sintomas de semente gelatinosa foram caracterizados pela atividade antioxidante, teores de Ca^{2+} , Zn, K, relações entre Ca^{2+}/Mg^{2+} e Ca/B, assim como os parâmetros de cor da epiderme L, a, b, C, e a+b (Figuras 8A e 8B). Frutos que desenvolveram sintomas de corte negro e tecido esponjoso, dispostos em um mesmo quadrante, foram caracterizados pelo ângulo hue da epiderme, teor de N e relações K/Ca^{2+} e N/Ca^{2+} (Figuras 8A e 8B).

Na análise de componentes principais realizada após o armazenamento, verificou-se que os componentes I e II explicaram a variabilidade das amostras experimentais em 48,14 e 39,04%, respectivamente (Figuras 9A e 9B). MAMEDE et al. (2013) enfatizam que quanto mais características estiverem próximas do eixo, maior será o aporte do eixo para explicar a variabilidade das amostras, justificando o maior

percentual observado no componente 1. Após o armazenamento, os frutos sadios foram caracterizados pelos teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cu, relação Ca^{2+}/B , assim como pelos teores de SS e AA (Figuras 9A e 9B). Frutos que desenvolveram sintomas de semente gelatinosa foram caracterizados pelo ângulo hue da epiderme, teores de MS e capacidade antioxidante determinada pelo método de DPPH (Figuras 9A e 9B). Frutos que manifestaram tecido esponjoso e core negro, representados no mesmo quadrante, foram representados pelos teores de N, Mn, B e PET, assim como pelas relações N/Ca^{2+} e $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ (Figuras 9A e 9B).

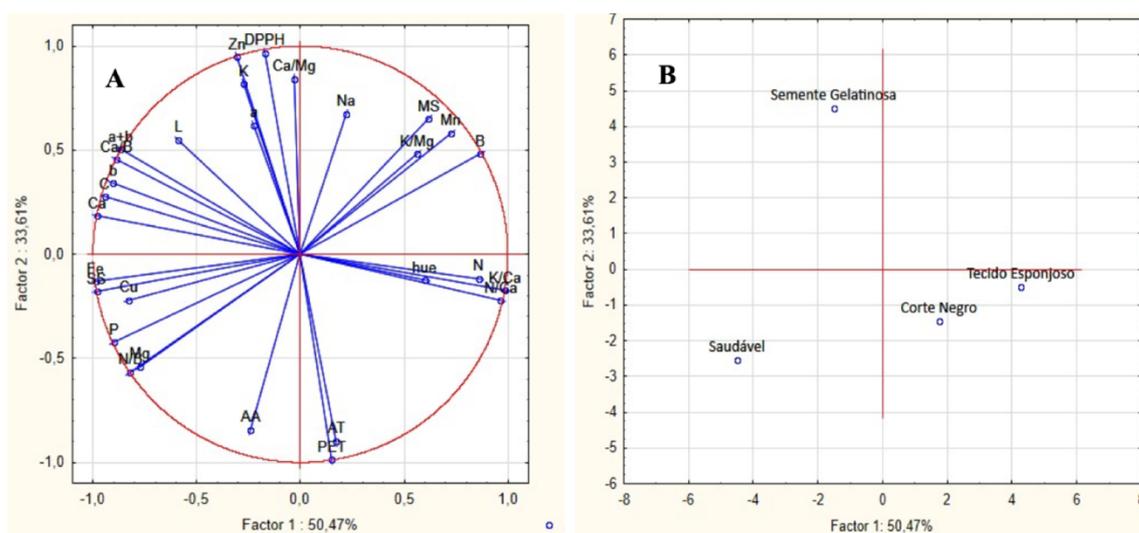


Figura 8. Projção bidimensional dos resultados obtidos na colheita para a análise de componentes principais I e II para as variáveis ácido ascórbico (AA), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), matéria seca (MS), polifenóis extraíveis totais (PET), capacidade antioxidante (DPPH), luminosidade (L), cromaticidade (C), ângulo hue (H°), parâmetros de cor a, b, a+b, nitrogênio (N), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), sódio (Na), boro (B), fósforo (P), relações N/B, N/Ca, Ca/B, Ca/Mg, K/Mg, K/Ca, zinco (Zn), cobre (Cu), ferro (Fe) e manganês (Mn) (A) e dispersão das desordens fisiológicas em mangas ‘Keitt’ em função dos componentes principais (B).

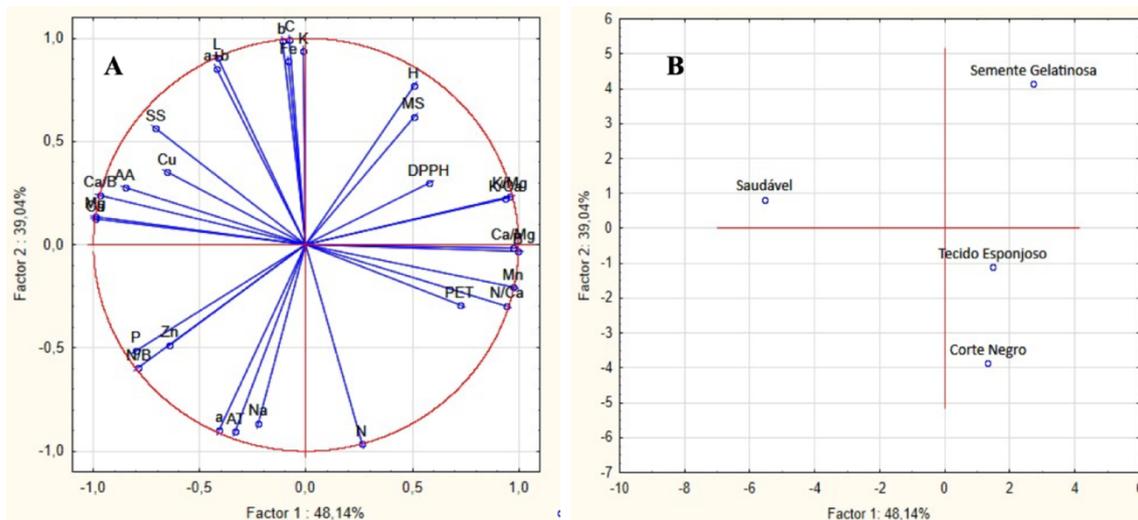


Figura 9. Projeção bidimensional dos resultados obtidos após o armazenamento para a análise de componentes principais I e II para as variáveis ácido ascórbico (AA), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), matéria seca (MS), polifenóis extraíveis totais (PET), capacidade antioxidante (DPPH), luminosidade (L), cromaticidade (C), ângulo hue (H°), parâmetros de cor a, b, a+b, nitrogênio (N), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), sódio (Na), boro (B), fósforo (P), relações N/B, N/Ca, Ca/B, Ca/Mg, K/Mg, K/Ca, zinco (Zn), cobre (Cu), ferro (Fe) e manganês (Mn) (A) e dispersão das desordens fisiológicas em mangas ‘Keitt’ em função dos componentes principais (B).

4. DISCUSSÃO

4.1 Incidência de desordens fisiológicas em mangas ‘Keitt’

Os resultados obtidos mostram que 29% dos frutos apresentaram incidência de desordens fisiológicas conhecidas como semente gelatinosa, corte negro ou tecido esponjoso, tornando os frutos impróprios para o consumo. Estes resultados mostram a importância de estudos voltados para identificar possíveis mecanismos reguladores, bem como indicadores da susceptibilidade dos frutos a diferentes desordens fisiológicas. Estas informações serão fundamentais para o desenvolvimento de práticas de manejo e métodos de monitoramento eficientes no controle e prevenção destas desordens em mangas. Resultados semelhantes foram observados por LUIZZI et al. (2016) e MOGOLLÓN et al. (2020), os quais relataram 30% de perdas pós-colheita devido a incidência de desordens fisiológicas em mangas produzidas no Vale do São Francisco.

4.2 Fatores físicos e bioquímicos relacionados a desordens fisiológicas em mangas

Mangas ‘Keitt’ apresentaram uma redução nos teores de ácido ascórbico com ou sem a incidência de desordens fisiológicas durante o processo de amadurecimento. Geralmente, danos aos tecidos levam a processos oxidativos que consomem ácido ascórbico (KIM et al., 2010). Entretanto, os resultados mostram que o consumo de ácido ascórbico durante o amadurecimento foi similar entre frutos sadios e frutos que desenvolveram diferentes tipos de desordens, sugerindo que estas desordens não estão relacionadas ao consumo de ácido ascórbico como agente antioxidante.

4.2.1 Corte negro

Os resultados obtidos mostram que mangas ‘Keitt’ maduras com sintomas de corte negro apresentaram epiderme mais escura (menor L) e com menores valores de C e b, comparadas com mangas maduras sadias. Estes resultados possivelmente estão relacionados ao fato do corte negro causar o escurecimento e modificações na cor da polpa próxima a epiderme (MOGOLLÓN et al., 2020). Estudos anteriores mostram que a radiação eletromagnética na região do visível e infravermelho pode ser utilizada para caracterizar a qualidade físico-química da polpa de mangas a profundidades de 10 mm, sendo que radiações com menores comprimentos de onda possuem maior energia e capacidade de penetração no fruto (MARQUES et al., 2016). De acordo com esses resultados, outros estudos mostram que a radiação eletromagnética na região do visível, entre 550-650 nm, pode ser utilizada como um método não destrutivo para prever na colheita, bem como detectar em mangas maduras a incidência de desordens fisiológicas internas (MOGOLLÓN et al., 2020). Desta forma, as variáveis L, C e b de cor dos frutos podem ser utilizadas para identificar de forma não destrutiva mangas ‘Keitt’ maduras com ou sem os sintomas de corte negro, garantindo assim a comercialização de frutos sadios no mercado consumidor.

Mangas ‘Keitt’ apresentaram uma redução nos teores de ácido ascórbico com a incidência de desordens fisiológicas durante o amadurecimento, como também em frutos sadios. Esta tendência de redução é um comportamento normal que acontece durante o amadurecimento dos frutos, o que está possivelmente relacionado a processos oxidativos que ocorrem ao longo da vida pós-colheita dos frutos. ROBLES-SÁNCHEZ et al. (2013) explicam em seu trabalho com mangas ‘Kent’ minimamente processadas que a difusão de oxigênio favorece processos oxidativos e a queda nas concentrações de ácido ascórbico na polpa dos frutos.

Frutos com sintomas de corte negro apresentaram maiores teores de polifenóis extraíveis totais (PET) ao final do armazenamento, comparados com frutos saudáveis, os quais apresentaram uma redução nos teores de PET durante o amadurecimento. Estudos mostram que os valores de vitamina C, polifenóis extraíveis totais e a capacidade antioxidante diminuem em mangas durante o armazenamento refrigerado (ALVARENGA ALVES et al., 2009), possivelmente devido as reações oxidativas que ocorrem durante o amadurecimento (KARADAG et al., 2009; PALAFOX-CARLOS et al., 2012; MONACO, 2015). O mesmo efeito para polifenóis totais foi observado apenas nos frutos sadios e que apresentaram tecido esponjoso, para os frutos que apresentaram corte negro não houve redução e nem aumento e para os frutos com semente gelatinosa teve aumento dos valores ao fim do armazenamento. Um dos papéis primordiais dos polifenóis é a proteção das células contra a formação das espécies reativas de oxigênio. MONACO (2015) sugere que o aumento do conteúdo de polifenóis extraíveis totais ao fim do armazenamento poderia ser causado pelo estresse causado pela desordem, induzindo mais síntese de substâncias oxidantes como os polifenóis, o que causou um combate ou captura de espécies reativas de oxigênio no tecido. LOPES (2015) também verificou um aumento na concentração de compostos fenólicos em seu trabalho com mangas ‘Tommy Atkins’ e sua provável explicação é que o aumento destes compostos deve-se ao aumento da atividade da rota de síntese via fenilpropanóides devido a processos fosforilativos mediados pelo peróxido de hidrogênio.

4.2.2 Semente gelatinosa

Os resultados obtidos mostram que mangas ‘Keitt’ maduras com sintomas de semente gelatinosa apresentaram um maior ângulo hue (H°), comparadas com frutos sadios. Este maior H° representa uma coloração verde mais escura e intensa da epiderme de frutos com semente gelatinosa, em relação a um verde menos escuro e intenso da epiderme de frutos sadios ou com as demais desordens. O H° pode variar de 90° a 180° , o que corresponde a uma variação na coloração do verde mais claro ao verde mais escuro, respectivamente (SHEWFELT et al., 1988; McGUIRE, 1992). Desta forma, o parâmetro de cor da casca H° pode ser utilizado para identificar de forma não destrutiva mangas maduras com sintomas de semente gelatinosa, possibilitando assim a exclusão de mangas com esta desordem no mercado consumidor e a comercialização de frutos saudáveis (MOGOLLÓN et al., 2020).

Frutos com sintomas de semente gelatinosa apresentaram teores de PET menores na colheita e maiores após o armazenamento, comparados com frutos saudáveis sem distúrbios fisiológicos. A provável explicação para estes resultados é que durante a incidência de semente gelatinosa, possivelmente ocorrem reações oxidativas que reduziram as concentrações de espécies reativas de oxigênio, estimulando maiores acúmulos de PET nos frutos. MONACO (2015) também obteve resultados semelhantes com o aumento de polifenóis em frutos danificados. Os resultados encontrados diferem dos resultados de KRISHNA et al. (2020), os quais mostram que para as variedades de manga estudadas foi observado maior atividade da polifenoloxidase, sugerindo uma redução nos teores de PET com a presença da semente gelatinosa. Entretanto, RICE-EVANS et al. (1997) também relatam que o aumento do conteúdo de compostos fenólicos durante o armazenamento é advindo do fato de que o fruto passou por condições de estresse que induzem a ativação do metabolismo dos fenilpropanóides.

Mangas que desenvolveram sintomas de semente gelatinosa apresentaram menor capacidade antioxidante (DPPH) que mangas saudáveis, tanto na colheita como após o armazenamento. Estes resultados estão de acordo com os resultados encontrados por KRISHNA et al. (2020), onde a capacidade antioxidante em duas variedades de manga foi menor em frutos com sintomas de semente gelatinosa. Esta queda na capacidade antioxidante ocorre possivelmente devido à utilização de compostos antioxidantes para eliminar espécies reativas de oxigênio (ROS), tais como $O_2^{\bullet-}$, H_2O_2 e OH^{\bullet} (ROSALIE et al., 2015), as quais são produzidas durante os danos causados aos tecidos com sintomas de semente gelatinosa (OAK et al., 2019). Os compostos antioxidantes atuam na redução das ROS geradas nos tecidos por um grande número de vias metabólicas, sendo que em concentrações baixas são responsáveis pela ativação de respostas de defesas e em concentrações altas são responsáveis por lesões que levam a danos oxidativos a compostos orgânicos como aminoácidos, lipídios e ácidos nucleicos (NAGAMANI & SHIVANSHANKAR, 2010; ZSIGMOND et al., 2011; NIRANJANA et al., 2015; OAK et al., 2019).

4.2.3 Tecido esponjoso

Os resultados obtidos mostram que no momento da colheita, mangas 'Keitt' que desenvolveram sintomas de tecido esponjoso durante o amadurecimento apresentaram um maior ângulo hue (H°). Este maior H° representa uma coloração verde mais escura e intensa da epiderme em frutos que desenvolveram tecido esponjoso, comparados com

frutos sadios com uma coloração verde menos intensa e escura da epiderme (SHEWFELT et al., 1988; McGUIRE, 1992). Partindo dessa informação é correto afirmar que as mangas que manifestaram tecido esponjoso apresentaram já na colheita diferenças na coloração da casca, as quais ainda não são perceptíveis ao olho humano. Além do ângulo hue (H°), frutos que desenvolveram sintomas de tecido esponjoso também apresentaram menores valores de C e b, quando comparadas com mangas maduras sadias. Este resultado possivelmente está relacionado ao fato do tecido esponjoso causar o escurecimento e modificações na cor da polpa próxima a epiderme (MOGOLLÓN et al., 2020). Desta forma, características da cor de casca de mangas como o ângulo Hue (H°) podem ser utilizadas para prever na colheita de forma não destrutiva, quais frutos poderão desenvolver sintomas de tecido esponjoso, o que evitará perdas com embalagem, transporte e com descarte de fruto no mercado consumidor devido ao envio de lotes de frutos com alta incidência desta desordem.

4.3 Permeabilidade de membrana

Não foram verificadas diferenças estatísticas entre as desordens fisiológicas, em relação a permeabilidade de membranas. O extravasamento de eletrólitos celulares é um forte indicativo de desordens fisiológicas em frutos, as quais são ocasionadas por um aumento na permeabilidade das membranas, seguido por processos oxidativos e morte dos tecidos (PHOLOMA et al., 2020). Entretanto, a falta de relação entre as desordens fisiológicas observadas neste estudo e a permeabilidade de membranas celulares dos tecidos da polpa indicam que outros mecanismos devem estar envolvidos na regulação destas desordens fisiológicas em mangas.

4.4. Fatores nutricionais relacionados a desordens fisiológicas em mangas

Os resultados encontrados mostram que os teores de N foram maiores em frutos que manifestaram sintomas de corte negro, comparados com frutos sadios. Resultados semelhantes foram encontrados em outros estudos, sugerindo que um alto acúmulo de N pode aumentar susceptibilidade de mangas a desordens fisiológica, possivelmente por estimular um crescimento acelerado dos frutos e limitar o acúmulo de outros nutrientes essenciais na polpa (ASSIS et al., 2004).

Os frutos que manifestaram sintomas de corte negro, semente gelatinosa e tecido esponjoso durante o armazenamento apresentaram menores teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} na polpa, comparados com frutos sadios. Resultados semelhantes foram observados outros

estudos onde os teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} foram menores em mangas com sintomas de desordens fisiológicas internas (BURDON et al., 1991; ASSIS et al., 2004; SAMPAIO et al., 1999; SHARMA et al., 2009; SANTOS et al., 2020). O menor acúmulo de Ca^{2+} e Mg^{2+} nos frutos pode estar relacionado a uma menor absorção radicular e/ou translocação destes nutrientes da planta para o fruto (SILVA et al., 2008; MARCHNER, 1995). Esses autores também afirmam que valores muito altos de nitrogênio resultam em uma alta taxa de crescimento dos frutos, diluindo os teores de Ca^{2+} na polpa, o que pode ter ocorrido em frutos com sintomas de corte negro. Altos teores de N no solo, na forma de amônio, também são conhecidos por inibirem a absorção de cátions como Ca^{2+} e Mg^{2+} (KULKARNI et al., 2010). O baixo acúmulo e/ou diluição de Ca^{2+} na polpa dos frutos pode levar a danos na integridade da parede celular e comprometer a permeabilidade seletiva das membranas plasmáticas das células, resultando em injúrias e necroses nos tecidos (AMARANTE et al., 2010). Estes resultados estão de acordo com os dados obtidos para a relação N/Ca^{2+} , onde frutos com sintomas de corte negro, semente gelatinosa e tecido esponjoso apresentaram maiores relações, comparados com frutos sadios, sugerindo que altos teores de N podem ter inibido o acúmulo e/ou causado a diluição do Ca^{2+} acumulado nos frutos. Além disto, a posição dos frutos na planta e a carga de frutos por planta também podem ter um papel importante no acúmulo de Ca^{2+} e Mg^{2+} nos frutos. Alta relação N/Ca^{2+} também foi observada em mangas com sintomas de desordens fisiológicas internas e trabalhos anteriores (SILVA et al., 2008; ASSIS et al., 2004; CRACKNELL TORRES et al., 2004; KAREMERA et al., 2014). De acordo com esses resultados, MOHARANA & SINGH (2017) sugerem que o desenvolvimento de desordens fisiológicas internas em mangas como a semente gelatinosa está relacionado a níveis baixos Ca^{2+} e altos de N nos frutos.

Os resultados mostram uma menor relação Ca^{2+}/B em frutos com sintomas de corte negro e tecido esponjoso, em relação a frutos sadios, o que pode ser explicado pelos menores teores de Ca^{2+} em frutos que desenvolveram sintomas destas desordens, assim como pelo fato de não ter ocorrido diferença nos teores de B entre frutos sadios e frutos com desordens fisiológicas. Apesar de não haver diferença nas concentrações de B entre frutos sadios e frutos com desordens, este nutriente possui um papel importante no desenvolvimento dos frutos e na absorção e uso do Ca^{2+} pela planta (SARAN & KUMAR, 2011; GALLI et al., 2013). CARVALHO et al. (2020) afirmam que um

pomar de manga com deficiência em boro pode apresentar desordens fisiológicas internas como o nariz mole e tecido esponjoso.

As relações K/Ca^{2+} e K/Mg^{2+} foram maiores em frutos que desenvolveram sintomas de corte negro, semente gelatinosa e tecido esponjoso, comparados com frutos sadios. Similar aos resultados observados para a relação Ca^{2+}/B , estas maiores relações K/Ca^{2+} e K/Mg^{2+} devem-se aos menores teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} observados em frutos que desenvolveram as desordens, visto que as concentrações de K não apresentaram diferenças significativas entre frutos sadios e frutos que desenvolveram desordens. ASSIS et al. (2004) afirma que N e K são absorvidos pela planta com muita facilidade e são muito móveis tanto pelo xilema, quanto pelo floema, enquanto o Ca^{2+} não tem tanta facilidade para a absorção e transporte para os frutos, uma vez que sua translocação ocorre apenas via xilema na planta. Isto explica as concentrações maiores de N e K e menores de Ca^{2+} encontrada na polpa dos frutos. Além disto, ambos os nutrientes N (na forma de amônio) e K competem com Ca^{2+} e Mg^{2+} pela absorção e transporte na planta. Logo, as altas concentrações de N e K observadas nos frutos podem ter um efeito importante na inibição da absorção e/ou transporte dos baixos níveis de Ca^{2+} e Mg^{2+} observados nos frutos. De acordo com estes resultados, outros trabalhos mostram que o excesso de adubação com N e K pode aumentar significativamente a incidência de desordens fisiológicas internas em mangas (BINDRA & BAKHETIA, 1971; KANWAR E KAHLON, 1987; RAM et al., 2020).

Menores teores de Zn foram observados em mangas que desenvolveram sintomas de corte negro durante o armazenamento, comparadas com mangas saudáveis. Sabe-se que este nutriente tem um papel importante como cofator de diversas enzimas envolvidas em atividades metabólicas essenciais como a álcool desidrogenase, desidrogenase glutâmica e anidrase carbônica (TAIZ & ZEIGER, 2017). Logo, a baixa concentração deste nutriente pode ter causado modificações metabólicas que levaram aos sintomas de corte negro na polpa dos frutos.

Menores teores de Cu e Fe foram observados em mangas que desenvolveram sintomas de corte negro e tecido esponjoso durante o armazenamento. O cobre é um componente importante nas enzimas ácido ascórbico oxidase, tironase, fenolase e uricase entre outras, assim como o ferro é constituinte dos citocromos e das ferro-proteínas, ambos nutrientes envolvidos em processos de oxi-redução nos tecidos vegetais (TAIZ & ZEIGER, 2017). As baixas concentrações destes nutrientes em frutos

com sintomas de corte negro e tecido esponjoso sugerem que limitações em processos de oxi-redução podem estar relacionadas ao aumento da susceptibilidade dos frutos a estas desordens.

Maiores teores de Mn foram observados em mangas que desenvolveram corte negro, semente gelatinosa e tecido esponjoso. Mn tem um papel importante na atividade das enzimas desidrogenases, descarboxilases, quinases, peroxidases entre outras (TAIZ & ZEIGER, 2017). RIBEIRO et al. (2006) afirmam que esses nutrientes possuem potencial para influenciar a capacidade antioxidante da polpa de mangas, regulando a resposta dos frutos a estresses oxidativos, por ser constituinte de isoenzimas como as superóxidos dismutases envolvidas na proteção contra o estresse oxidativo, as quais catalisam a reação de conversão do ânion superóxido em peróxido de hidrogênio. Essas enzimas estão presentes no citoplasma com átomos de cobre e zinco, e em forma mitocondrial contém átomos de Mn. Logo, altas concentrações de Mn, podem alterar a composição de outros nutrientes nos frutos, no processo de transporte dos mesmos para os frutos. VELOSO et al. (1995) sugerem que as quantidades de alguns nutrientes, tais como N, P, Cu, Fe, e Zn, na parte aérea das plantas, podem ser afetadas pela presença de Mn na solução do solo e na seiva presente nos vasos condutores.

4.5 Principais fatores relacionados com a incidência de desordens fisiológicas

A análise de componentes principais foi eficiente em separar na colheita e após o armazenamento frutos que desenvolveram diferentes desordens fisiológicas de frutos sadios. De acordo com a análise de componentes principais, mangas que desenvolveram sintomas de corte negro e tecido esponjoso foram caracterizadas na colheita por altos teores de N e relações N/Ca^{2+} e K/Ca^{2+} , assim como menores teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cu, Fe e relação Ca^{2+}/B . Após o armazenamento, as mangas com sintomas de corte negro e tecido esponjoso foram caracterizadas por uma epiderme mais escura (menor L) e com menores valores de C e b, assim com maiores teores de PET, Mn e relação N/Ca^{2+} . Mangas que desenvolveram sintomas de semente gelatinosa foram caracterizadas por apresentarem na colheita baixos teores de polifenóis extraíveis totais (PET), capacidade antioxidante, bem como altos teores de K, Zn e relação Ca^{2+}/Mg^{2+} . Após o armazenamento, mangas com sintomas de semente gelatinosa foram caracterizadas por apresentarem maior ângulo hue da epiderme, bem como menor capacidade antioxidante. Desta forma, estes parâmetros físicos e químicos relacionado com a susceptibilidade dos frutos na colheita ou com a presença destas desordens após o

armazenamento podem ser utilizados na agroindústria da manga para monitorar de forma destrutiva ou não destrutiva a incidência de desordens fisiológicas em lotes de mangas ‘Keitt’, evitando assim a comercialização de frutos impróprios para o consumo.

5. CONCLUSÕES

Mangas ‘Keitt’ que desenvolveram sintomas de corte negro apresentaram na colheita maiores teores de N, Mn e relações N/Ca^{2+} , K/Mg^{2+} , K/Ca^{2+} , assim como menores teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cu, Fe e relação Ca^{2+}/B , comparadas com mangas sadias. Após o armazenamento, as mangas com sintomas de corte negro apresentaram epiderme mais escura (menor L) e com menores valores de C e b, assim com maiores teores de PET, comparadas com mangas sadias.

Mangas ‘Keitt’ que desenvolveram sintomas de semente gelatinosa apresentaram na colheita menor teores de polifenóis extraíveis totais (PET), capacidade antioxidante, Ca^{2+} e Mg^{2+} , bem como maiores teores de Mn e relações N/Ca^{2+} , Ca^{2+}/Mg^{2+} , K/Mg^{2+} , K/Ca^{2+} , comparadas com mangas sadias. Após o armazenamento, mangas com sintomas de semente gelatinosa apresentaram maior ângulo hue da epiderme e teores de PET, bem como menor capacidade antioxidante, comparadas com mangas sadias.

Mangas ‘Keitt’ que desenvolveram tecido esponjoso apresentaram na colheita um maior ângulo hue da epiderme, menores teores de cálcio Ca^{2+} , magnésio Mg^{2+} , Zn, Cu, Fe e relação Ca^{2+}/B , assim como maiores teores de Mn e relações N/Ca^{2+} , K/Mg^{2+} , K/Ca^{2+} , comparadas com mangas sadias.

O ângulo hue da epiderme e teores de PET na polpa possuem potencial para prever na colheita a incidência de tecido esponjoso e semente gelatinosa em mangas ‘Keitt’ após o armazenamento, respectivamente.

A luminosidade (L), croma (C) e escala b de cor da epiderme possuem potencial para determinar de forma não destrutiva a presença de corte negro em mangas ‘Keitt’ após o armazenamento.

Baixos teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} , e altos de Mn ocorrem em frutos que desenvolvem sintomas de corte negro, semente gelatinosa e tecido esponjoso.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACOSTA-RAMOS, M. et al. Black flesh in Haden mango fruit during postharvest. **Revista Chapingo**, Serie Horticultura, v.7, p.131–141, 2001.

ALVARENGA ALVES, J. et al. Cinética de degradação de vitamina C em manga ‘Palmer’ minimamente processadas armazenadas em diferentes temperaturas. **Revista Ciência e Tecnologia**, v. 34, p. 714–721, 2010.

AMARANTE, C.V.T., STEFFENS, C.A., ERNANI, P.R. Identificação pré-colheita do risco de ocorrência de “bitter pit” em maçãs ‘Gala’ por meio de infiltração com magnésio e análise dos teores de cálcio e nitrogênio nos frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, p. 27–34, 2010.

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA. Santa Cruz do Sul: Ed. Gazeta Santa Cruz, 2019. 90p.

ASSIS, J.S. et al. Equilíbrio nutricional e distúrbios fisiológicos em manga ‘Tommy Atkins’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.26, p.326–329, 2004.

BINDRA, O.S., BAKHETIA, D.R.C. Investigations on etiology and control of mango malformation. **Indian Journal of Horticulture**, v.28, p.80–85, 1971.

BRECHT, J.K. Mango. In: **Handbook of mango fruit, production, postharvest science, processing technology and nutrition**. 1.Ed. WILEY Blackwell, 2017. p. 105-128, 2017.

BRECHT, J.K. Mango. In: **Postharvest Physiological Disorders in Fruits and Vegetables**. 1. Ed. CRC-Press, 2019. p. 443-467.

BURDON, J.N., MOORE, K.G., WAINWRIGHT, H. Mineral distribution in mango fruit susceptible to the physiological disorder soft-nose. **Scientia Horticulturae**, v.48, p. 329–336, 1991.

CARVALHO, C.I.F.S. et al. Estenoespermocarpia em frutos de mangueira e a relação com a nutrição de boro. **Meio Ambiente**, v.2, p.58–67, 2020.

CHAVES NETO, J. R. et al. Compostos fenólicos, carotenoides e atividade antioxidante em frutos de cajá-manga. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v.36, p.55–68, 2019.

- CRACKNELL TORRES, A., GALÁN SAÚCO, V. The study of the problem of mango (*Mangifera indica* L.) internal breakdown. **Acta Horticulturae**, v.645, p.167–174, 2004.
- DOS SANTOS NETO, J.P. et al. Determination of ‘Palmer’ mango maturity indices using portable near infrared (VIS-NIR) spectrometer. **Postharvest Biology and Technology**, v.130, p.75–80, 2017.
- FERREIRA, F.R. Colapso interno de fruto. In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DA MANGUEIRA, 2., 1989, Jaboticabal. Anais... Jaboticabal: FCAV/UNEP, 1989. p.149-155.
- GABRIËLS, S.H.E.J. et al. Non-destructive measurement of internal browning in mangoes using visible and near-infrared spectroscopy supported by artificial neural network analysis. **Postharvest Biology and Technology**, v.166, p.111206, 2020.
- GALLI, J.A. et al. Produção e qualidade de frutos de diferentes cultivares de mangueira adubadas com boro. **Brazilian Journal of Agricultural Sciences**, v.8, p.358–363, 2013.
- KANWAR, J.S., KAHN, G.S. Effect of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizer on panicle malformation in mango, *Mangifera indica* L. cv. Dashehari. **Journal Punjab Horticulture**. v.27, p.12-16, 1987.
- KARADAG, A. et al. Review of methods to determine antioxidant capacities. **Food Analytical Methods**, v.2, p.41–60, 2009.
- KAREMERA, N.J.U., HABIMANA, S. Effect of pre-harvest calcium chloride on post-harvest behavior of mango fruits (*Mangifera Indica* L.) cv. Alphonso. **Universal Journal of Agricultural Research**, v.2, p.119–125, 2014.
- KIM, H. et al. Antioxidant and antiproliferative activities of mango (*Mangifera indica* L.) flesh and peel. **Food Chemistry**, v.121, p.429–436, 2010.
- KRISHNA, K.R. et al. Physiological and biochemical attributes associated with jelly seed disorder in mango (*Mangifera indica* L.). **Acta Physiologiae Plantarum**, v.42, p.1–12, 2020.
- KULKARNI, S.G., VIJAYANAND, P. Effect of extraction conditions on the quality characteristics of pectin from passion fruit peel (*Passiflora edulis f. flavicarpa* L.). **LWT - Food Science and Technology**, v.43, p.1026–1031, 2010.

LANCHEROS, M.R.M. **Development of predictive and detection models for internal browning, watercore and bitter pit in apples using Vis-NIR spectrometry.** 142f. Tese. (Doutorado em Agronomia) – Universidad Catolica del Chile, Santiago, Chile, 2019.

LEDESMA, N., CAMPBELL, R.J. The status of mango cultivars, market perspectives and mango cultivar improvement for the future. **Acta Horticulturae**, v.1244, p.23–27, 2019.

LEGHARI, M.H. et al. Quality attributes of immature fruit of different mango varieties. **Journal of Basic & Applied Sciences**, v.9, p.52–56, 2013.

LOBO, J.T. **Bioestimulantes no cultivo da Mangueira cv. Kent no Submédio do Vale do São Francisco.** 67f. Dissertação. (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, 2018.

LOPES, M.M.D.A. **Efeitos da luz pulsada no metabolismo e nas características físico-químicas de frutos de manga ‘Tommy Atkins’ durante o armazenamento.** 145f. Tese. (Doutorado em Bioquímica) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

LUIZZI, D. O comércio internacional de produtos orgânicos: Atuação do BRASIL e de países atuantes no setor. **Caderno de Administração**, v.24, p.73–88, 2016.

MACHADO, W.R.B. Avaliação das perdas de manga no mercado varejista do Vale do São Francisco. **Revista Agroambiental**, v.10, p.75–90, 2017.

MALAVOLTA, E. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.** 2.ed. rev. atual. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

MAMEDE, M.E.O. Avaliação sensorial e colorimétrica de néctar de uva. **Brazilian Journal of Food and Nutrition**, v. 24, p.65-72, 2013.

MARCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants.** 2nd ed. London: Academic Press, 1995. 889p. MENGEL

MARQUES, A. Composição centesimal e de Minerais de casca e polpa de manga (*Mangifera Indica* L.) ‘Tommy Atkins’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, p.1206–1210, 2010.

MARQUES, E.J.N. Rapid and non-destructive determination of quality parameters in the ‘Tommy Atkins’ mango using a novel hand-held near infrared spectrometer. **Food Chemistry**, v.197, p.1207–1214, 2016.

MCGUIRE, R.G. Reporting of Objective Color Measurements. **HortScience**, v. 27, p. 1254-1255, 1992.

MENDES-FILHO, N. E. et al. Determinação de macro componentes e nutrientes minerais da polpa de manga (*Mangifera indica* L.). Universidade Federal do Maranhão – UFMA, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, 2014.

MOGOLLÓN, R. et al. Postharvest biology and technology non-destructive prediction and detection of internal physiological disorders in ‘Keitt’ mango using a hand-held Vis-NIR spectrometer. **Postharvest Biology and Technology**, v.167, p.1–7, 2020.

SINGH, P., SINGH, S.P., MOHARANA, D.P., SINGH, A.K. A critical overview on various physiological disorders of mango (*Mangifera indica* L.). **Trends in Biosciences**, v.10, p.5913–5916, 2017.

MONACO, K. A. **Influência da sanitização e do armazenamento nos compostos bioativos de manga ‘Palmer’ in natura e processada**. 142f. Tese. (Doutorado em Horticultura) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2015.

MORA, A.A. et al. Enfermedades del mango, 18–44. In: D. Téliz (ed.), El Mango y su Manejo Integrado em Michoacán. GUIM (Grupo Interdisciplinario de Investigación en Mango). Colegio de Post graduados, Montecill, Texcoco, México, 1998.

NAGAMANI, J.E., SHIVASHANKARA, K.S., ROY, T.K. Role of oxidative stress and the activity of ethylene biosynthetic enzymes on the formation of spongy tissue in ‘Alphonso’ mango. **Journal of Food Science and Technology**, v.47, p.295–299, 2010.

NIRANJANA, R. et al. Carotenoids modulate the hallmarks of cancer cells. **Journal of Functional Foods**, v.18, p.968–985, 2015.

OAK, P. et al. Metabolomic dynamics reveals oxidative stress in spongy tissue disorder during ripening of *Mangifera indica* L. fruit. **Metabolites**, v.9, p.1-23, 2019.

OBANDA, M., OWUOR, P.O. Flavanol composition and caffeine content of green leaf as quality potential indicators of kenyan black teas. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. v.74, p. 209-215. 1997.

PALAFIX-CARLOS, H. et al. Effect of ripeness stage of mango fruit (*Mangifera indica* L., cv. Ataulfo) on physiological parameters and antioxidant activity. **Scientia Horticulturae**, v.135, p.7–13, 2012.

PHOLOMA, S.B. et al. Physicochemical attributes in mango fruit (*Mangifera indica*) as influenced by storage temperature and hot water treatment. **Journal of Experimental Agriculture International**, v.42, p.133–141, 2020.

RAM, R.A. et al. In: **Diagnosis and management of nutrient constraints in mango**. 1. Ed. Elsevier Inc., 2020. p. 629-650.

RAYMOND, L. et al. Internal breakdown in mango fruit: symptomology and histology of jelly seed, soft nose and stem-end cavity. **Postharvest Biology and Technology**, v.13, p.59–70, 1998.

RIBEIRO, S.M.R. **Caracterização e avaliação do potencial antioxidante de mangas (*Mangifera indica* L.) cultivadas no estado de Minas Gerais**.166f. Tese. (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

RICE-EVANS, C.A., MILLER, N.J., PAGANGA, G. Antioxidant properties of phenolic compounds. **Trends in Plant Science**, v.2, p.152–159, 1997.

ROBLES-SÁNCHEZ, R.M. et al. Influence of alginate-based edible coating as carrier of antibrowning agents on bioactive compounds and antioxidant activity in fresh-cut Kent mangoes. **LWT - Food Science and Technology**, v.50, p.240–246, 2013.

ROSALIE, R. et al. Antioxidant and enzymatic responses to oxidative stress induced by pre-harvest water supply reduction and ripening on mango (*Mangifera indica* L. cv. ‘Cogshall’) in relation to carotenoid content. **Journal of Plant Physiology**, v.184, p.68–78, 2015.

RUFINO, M.D.S.M. et al. Cot_127. **Comunicado Técnico 127**, p. 0–3, 2007.

SAMPAIO, V.R. et al. Distúrbios fisiológicos da manga: efeito da aplicação de Ca em pulverização foliar. **Scientia Agricola**, v.56, p.459-463, 1999.

SANTOS, A.M., PAULA, A., FERNANDES, S. Determination of mineral contents in mango pulp (*Mangifera indica* L.) of different cultivars. **Brazilian Journal of Development**, v.6, p.71888–71895, 2020.

- SARAN, P.L., KUMAR, R. Boron deficiency disorders in mango (*Mangifera indica*): field screening, nutrient composition and amelioration by boron application. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, v.81, p.506-510, 2011.
- SESHADRI, S., MANOHARAN, S., SINGH, H.S. Preventive regulation of jelly seed disorder in ‘Amrapali’ mango (*Mangifera indica*) by preharvest spray. **Horticultural Plant Journal**, v.5, p.70–78, 2019.
- SHARMA, R.R., SINGH, R. The fruit pitting disorder-A physiological anomaly in mango (*Mangifera indica* L.) due to deficiency of calcium and boron. **Scientia Horticulturae**, v.119, p.388–391, 2009.
- SHEWFELT, R.L. et al. Prediction of changes in color of tomatoes during ripening at different constant temperatures. **Journal Food Science**, v.53, p.1433-1437, 1988.
- SHIVASHANKAR, S. et al. Premature seed germination induced by very-long-chain fatty acids causes jelly seed disorder in the mango (*Mangifera indica* L.) cultivar ‘Amrapali’ in India. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v.91, p.138–147, 2016.
- SILVA, D.J. et al. Quality and nutrient level of mango cv. Tommy Atkins as affected by calcium application before harvest. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, p.74–78, 2008.
- SOARES, C.P.P.S. **Avaliação do teor de manganês em alimentos procedentes do município de Simões Filho – BA**. 52f. Dissertação. (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009.
- SOUSA, N.X.M. et al. Caracteres importantes na identificação de espécies de Ludwigia (Onagraceae) ocorrentes no Recôncavo da Bahia, Brasil. **Rodriguésia**, v.70, p.1–13, 2019.
- STROHECKER, R., HENNING, H.M. **Análisis de vitaminas: métodos comprobados**. Madrid: Paz Montalvo, 1967. 428p.
- TABART, J. et al. Comparative antioxidant capacities of phenolic compounds measured by various tests. **Food Chemistry**, v.113, p.1226–1233, 2009.
- TAIZ, L., ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 7. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 954 p.

THOMAS, R.L. et al. Comparison of conventional and automated procedures for N, P and K analysis of plant material using a single digestion. **Agronomy Journal**, v.59, p.240-243, 1967.

VELOSO, C.A.C. et al. Effect of manganese on mineral nutrition and growth of black pepper (*Piper nigrum*, L.). **Scientia Agricola**, v.52, p.376-383, 1995.

WAINWRIGHT, H., BURBAGE, M.B. Physiological disorders in mango (*Mangifera indica* L.) fruit. **Journal of Horticultural Science**, v.64, p.125-135, 1989.

YAO, L., FAN, L., DUAN, Z. Effects of different packaging systems and storage temperatures on the physical and chemical quality of dried mango slices. **Lwt - Food Science and Technology**, v.121, p.108981, 2020.

ZSIGMOND, L. et al. Enhanced activity of galactono-1,4-lactone dehydrogenase and ascorbate-glutathione cycle in mitochondria from complex III deficient Arabidopsis. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 49, p. 809–815, 2011.

ZULKIFLI, K.S., ABDULLAH, N., ABDULLAH, A., AZIMAN, N., KAMARUDIN, S.S.W. Bioactive phenolic compounds and antioxidant activity of selected fruit peels. In: International Conference on Environment. **Chemistry and Biology**, p. 66-70, 2012.

CAPÍTULO II. QUALIDADE E POTENCIAL DE ARMAZENAMENTO DE MANGAS ‘KEITT’ PRODUZIDAS DE ACORDO COMO PROTOCOLO DE MANEJO DE PLANTAS DA EMPRESA BIOTROPIC DO BRASIL

RESUMO: A mangicultura no Vale do São Francisco é destaque no cenário nacional e mundial pela sua alta produtividade em larga escala durante todo o ano. Entretanto, esta cultura ainda apresenta limitações em relação à qualidade do fruto no mercado. Diante desse cenário, o uso de bioestimulantes pode ser uma alternativa ecológica para melhorar a qualidade da manga produzida na região. Desta forma, este trabalho teve como objetivos avaliar o efeito do protocolo Biotropic de manejo das plantas sobre a qualidade e potencial de armazenamento de mangas ‘Keitt’ produzidas no Vale do São Francisco. Neste trabalho, plantas de um pomar comercial de mangas ‘Keitt’ foram manejadas durante o crescimento e desenvolvimento dos frutos conforme o padrão do produtor (controle) ou seguindo o protocolo de manejo desenvolvido pela empresa Biotropic do Brasil, o qual é baseado no uso de bioestimulantes para melhorar a produção e qualidade dos frutos. Após a colheita, os frutos foram armazenados 10°C, sendo avaliados semanalmente por um período de 42 dias. De acordo com os resultados obtidos, o protocolo Biotropic aumentou o peso, comprimento, largura, diâmetro e acidez titulável dos frutos. Entretanto, o protocolo de manejo das plantas não influenciou outros parâmetros de qualidade como teores de sólidos solúveis, matéria seca, firmeza de polpa, polifenóis extraíveis totais (PET), capacidade antioxidante, teor de ácido ascórbico, assim como concentrações de nutrientes nos frutos, comparado com frutos provenientes do tratamento controle. Conclui-se que o protocolo Biotropic não teve efeito significativo na qualidade de mangas ‘Keitt’ produzidas no Vale do São Francisco.

Palavras chave: Mangicultura, bioestimulantes, vida útil.

1. INTRODUÇÃO

A região do Vale do São Francisco, nos estados de Pernambuco e Bahia, tem o cultivo da manga como uma das principais atividades econômicas, produzindo frutos o ano todo e representando aproximadamente 85% das exportações da fruta no Brasil. Segundo o AGRINUAL (2019), os maiores compradores de mangas do país são a União Europeia (132.280 toneladas, com receita de 157,2 milhões de dólares) e os Estados Unidos (33.095 toneladas e receita de 30,6 milhões de dólares), além de países como Emirados Árabes, Senegal, Costa Rica, Cabo Verde e Japão.

Apesar da importância econômica, a mangicultura ainda apresenta grandes limitações como a necessidade de melhorar a qualidade dos frutos para aumentar a competitividade da manga brasileira no mercado nacional e internacional. A melhoria da qualidade dos frutos pode ser obtida com modificações no manejo das plantas no pomar, como por exemplo, com o uso de bioestimulantes, que aliados a uma boa fertilização mineral podem melhorar o desempenho produtivo das plantas nas condições ambientais adversas do semiárido brasileiro (CANELLAS et al., 2015). Esses produtos são substâncias biológicas capazes de aprimorar a eficiência nutricional, rendimento e qualidade das plantas devido ao fato de reduzirem os níveis de estresse durante o crescimento e desenvolvimento dos frutos em condições de alta radiação e baixa umidade relativa, características do semiárido brasileiro (DA SILVA et al., 2020).

Diversos estudos têm avaliado o potencial de uso de bioestimulantes na fruticultura e horticultura. PAYAN (2015), utilizando um bioestimulante com 14,4% de aminoácidos livres na manga, conseguiu aumentar o peso médio dos frutos em 15%, número de frutas comerciáveis em 18,1% e produção em 4%. Extratos de algas marinhas, como a *Ascophyllum nodosum*, vêm sendo utilizados desde a década de 90 na agricultura, proporcionando melhor desempenho produtivo, melhor absorção de nutrientes e aumentando o peso, tamanho, firmeza e rendimento de frutos (TURAN & KOSE, 2004; MANCUSO et al., 2006; HOLDEN et al., 2008; SPINELLI et al., 2009; NORRIE et al.;2011). LOBO et al. (2019) verificou que extrato de algas do gênero *Lithothanium* promove aumento na produção de mangas ‘Kent’, resultando em frutos maiores e com sabor aceitável para o consumo.

Assim como os extratos de algas marinhas e aminoácidos livres, alguns outros exemplos podem ser citados como bioestimulantes na agricultura. Entre estes

bioestimulantes estão as substâncias húmicas que podem ser encontradas naturalmente no solo e em produtos comerciais orgânicos oriundos da decomposição de resíduos vegetais e animais que podem ser utilizados na agricultura. Dentro desta classe de substâncias, duas frações se destacam como as mais importantes, as quais são os ácidos húmicos e fúlvicos (RAJAN & MALI et al., 2018). Estudos mostram que as substâncias húmicas aumentam a absorção de nutrientes, respiração e a síntese de ATP nas raízes, níveis de clorofila, síntese de ácidos nucleicos, assim como podem ter um efeito importante na atividade de diversas enzimas reguladoras de processos fisiológicos em plantas (EL-HOSEINEY et al., 2020). Os ácidos húmicos constituem a maior fração das substâncias húmicas, os quais são precipitados escuros, solúveis em ácidos minerais e solventes orgânicos. Os ácidos fúlvicos são solúveis em água, soluções ácidas e alcalinas. Apesar de possuírem similaridade estrutural aos ácidos húmicos apresentam menor peso molecular, maior quantidade de compostos fenólicos e de grupos carboxílicos e uma menor quantidade de substâncias aromáticas (EL-HAMIED et al., 2018). Estudos mostram que a aplicação foliar de ácido húmico em diferentes estágios da planta resultou no aumento do tamanho das bagas e melhoria da qualidade físico-química de uvas (FERRARA & BRUNETTI, 2010). NAIDU et al. (2013) verificaram que a aplicação de ácido húmico aumentou o diâmetro dos frutos e o rendimento de polpa, assim como diminuiu a incidência de doenças e aumentou a eficiência na absorção de nutrientes em melão. Atualmente, a empresa Biotropic do Brasil desenvolveu um protocolo de manejo de plantas voltado para a aplicação de bioestimulantes e nutrientes durante o crescimento e desenvolvimento de frutos. Apesar deste protocolo estar sendo aplicado e avaliado em diferentes espécies de frutos, ainda não foi avaliado para a cultura da manga.

O presente trabalho teve como objetivos avaliar o efeito do protocolo Biotropic de manejo das plantas sobre a qualidade e potencial de armazenamento de mangas ‘Keitt’ produzidas no Vale do São Francisco.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado com mangas ‘Keitt’ (*Mangifera indica* L.) produzidas em uma área comercial com 4,3 ha na fazenda Campo Grande da empresa PRITAM FRUIT EXPORTAÇÃO, Casa Nova, BA. As plantas utilizadas tinham treze anos de idade e estavam no décimo ano produtivo, sendo espaçadas em 7x5m com vigor uniforme e copa medindo aproximadamente 3m de diâmetro.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos inteiramente casualizados, contendo quatro blocos com cinco plantas por bloco. Os tratamentos utilizados foram: 1) controle, onde o manejo das plantas foi realizado conforme as recomendações para a cultura e 2) onde o manejo das plantas seguiu as recomendações da cultura com a inclusão do protocolo de manejo desenvolvido pela empresa Biotropic do Brasil Comercio de Importação e Exportação Ltda (Biotropic) CNPJ 05.035.404/0001-34 (BIOTROPIC), conforme descrito abaixo e no Anexo 1.

O protocolo desenvolvido pela empresa Biotropic consistiu na aplicação de produtos via fertirrigação durante o ciclo fenológico das mangueiras, iniciando na floração até a colheita, visando uma adequada nutrição, crescimento, desenvolvimento e produção das plantas, assim como a qualidade e o potencial de armazenamento dos frutos (Anexo 1). A fertilização do solo começou com a aplicação de MAP (25 kg/ha), nitrato de amônio (5kg/ha), nitrato de cálcio (27 kg/ha), quelato de cálcio com EDTA (9%)(19kg/ha), sulfato de potássio (131 kg/ha), cloreto de potássio branco (70kg/ha), sulfato de magnésio (31kg/ha), quelato de zinco com EDTA (4kg/ha) e ferro (5kg/ha). Além destes nutrientes foram aplicados os bioestimulantes a base de extrato de *Lithothanium algen* (60kg/ha), acrescentado de uma mescla orgânica para o solo com os bioestimulantes Humistar (12L/ha), Biosil (3L/ha), água marinha (5L/ha), ácido ascórbico (1kg/ha), extratos de algas *Ascophyllum nodosum* (2L/ha), *Bacisubtilis-serenade* (3L/ha), melação de cana de açúcar (50 kg/ha) e solução orgânica a base de esterco (Edafluide) (80L/ha). Uma mescla de cálcio foi aplicada separada dos outros insumos. Esta mescla conteve acetato de cálcio a 28% (42kg/ha), ácido bórico (3L/ha) e ácido fúlvico (6L/ha). E por último foi feito a fertilização foliar com acetato de cálcio a 28% (4L/ha), Biosil de silício e potássio (2L/ha), potássio foliar (2kg/ha), Wuxal (1,25L/ha), ácido bórico (0,5L/ha), ácido fúlvico (2kg/ha) e os bioestimulantes água do mar (2L/ha), aminoácidos livres (1L/ha) e extrato de algas *Ascophyllum nodosum* (1L).

Antes de iniciar o manejo das plantas no pomar, amostras de solo foram coletadas e os teores de nutrientes foram avaliados na profundidade de 0 a 40 cm, conforme descrito na Tabela 1.

Tabela 1. Análise química do solo na camada de 0 – 40 cm de profundidade da área experimental antes da aplicação dos tratamentos, Fazenda Campo Grande. Casa Nova – BA, 2019.

Prof.	Ph	M.O.	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	(H+Al)	SB	V
Cm	H ₂ O	g 100g ⁻¹	cmolc dm ³						%	
0-40	7,3	3,6	0,09	0,03	1,3	0,8	0	0	2,22	100

Extratores: P, K e Na: Mehlich (HCl + H₂SO₄); Ca, Mg e Al: KCl 1 M.

A colheita foi realizada quando os frutos atingiram a maturação de colheita utilizada comercialmente pela empresa. Os frutos foram colhidos aleatoriamente, na região equatorial e nos quatro quadrantes de cada planta. Foram colhidos cinco frutos por planta, totalizando 25 frutos por bloco. Ainda no pomar, os frutos foram selecionados quanto a ausência de defeitos e uniformidade de tamanho e coloração. Após a colheita, os frutos foram levados para o laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-colheita da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, onde foram lavados e secos a 25°. Após esta etapa, os frutos foram armazenados a 10°C por 49 dias, sendo avaliados no momento da colheita e a cada sete dias de armazenamento, conforme descrito abaixo.

2.1 Produção e calibre

O número e o peso de frutos por planta foram avaliados no campo para estimar a produção de frutos por hectare. Na casa de embalagem, foi determinado o total de frutos embalados e o calibre de frutos colhidos.

2.2 Qualidade físico-química

Peso e dimensões dos frutos: Os frutos foram pesados em balança semi-analítica (Marte AD500, Brasil) e o comprimento, diâmetro e larguras foram aferidos por paquímetro digital.

Sólidos solúveis (SS) foram determinados em aproximadamente duas gotas de suco dos frutos com o auxílio de um refratômetro digital, modelo PAL-1 (Atago, São Paulo, Brasil), sendo o resultado expresso em porcentagem.

Acidez titulável (AT) foi determinada em 1g de suco diluído em 50 mL de água destilada. A solução foi titulada com titulador automático 848 Titrino Plus (Metrohm, São Paulo, Brasil) com hidróxido de sódio 0,1N até o pH 8,1, sendo os resultados expressos em porcentagem de ácido cítrico.

Relação SS/AT foi determinada pela divisão dos valores de SS pelos respectivos valores de AT.

Firmeza—Realizada no texturômetro eletrônico Extralab TAXT Plus (Stable Micro Systems, Surrey, Reino Unido), utilizando ponteira de 6 mm de diâmetro, realizando-se após a retirada da casca do fruto, com leitura realizada nos dois lados da região mediana, com os resultados sendo expressos em Newton (N).

Ácido ascórbico – determinado pelo método de Tillman, conforme descrito por STROHECKER & HENNING (1967). Primeiro foi feita a solução de Tillman (DFI - 2,6 dicloro-fenol indofenol) a 0,02%. Em seguida foi feita a solução de ácido oxálico a 0,5%. Os extratos das amostras foram então preparados adicionando 5g do suco de cada amostra em 100 mL de ácido oxálico 0,5%. Então, 4 mL do extrato foram adicionados em 50 mL de água destilada gelada, sendo esta solução titulada com a solução de Tillman até o ponto de viragem de cor rosa. Foram utilizadas duas replicatas por amostra.

Matéria Seca - As amostras da polpa e das folhas de Manga ‘Keitt’ foram levadas para secagem em estufa com circulação de ar a 65°C, até peso seco. No material desidratado, determinou-se o peso da matéria seca de cada fruto analisado, por diferença de peso úmido menos o peso seco.

Capacidade antioxidante—Inicialmente, foi obtido um extrato de cada amostra composto por 8g de polpa em 20 mL de metanol 50%, o qual foi mantido por 1 h em temperatura ambiente. Em seguida, o extrato foi centrifugado a 15.000 rpm por 15 minutos. O sobrenadante foi filtrado e transferido para um balão volumétrico de 50 mL e o resíduo foi transferido para um copo adicionando 20 mL de acetona 70% e deixado extrair por 1 hora. A centrifugação foi repetida e o sobrenadante foi filtrado e adicionado ao balão volumétrico que já continha o sobrenadante da primeira extração, e o volume total foi completado com água destilada (RUFINO et al., 2007). A atividade antioxidante (g de polpa/g de DPPH) foi determinada por captura dos radicais livres DPPH (1,1 – difenil – 2 – picril – hidrazil). Foram preparadas três diluições do extrato fenólico (200; 400 e 600 $\mu\text{L mL}^{-1}$), buscando uma linearidade decrescente na absorção, com base na curva padrão para DPPH. Estas diluições foram incubadas à temperatura ambiente, no escuro por 30 minutos. Uma alíquota de 100 μL para 3,9 mL de radical DPPH (0,06 mM) foi retirada de cada diluição. Como controle foi utilizado 100 μL de uma solução de álcool metílico a 50% com acetona a 70% (RUFINO et al., 2007).

Polifenóis extraíveis totais (PET) foram determinados pelo método de Folin-Ciocalteu usando o sobrenadante da extração descrita para a determinação da capacidade antioxidante. Em tubos de ensaio, foi colocada uma alíquota de 0,1 mL do extrato adicionado de 0,9 mL de água destilada. Os extratos foram misturados com 1 mL de reagente Folin - Ciocalteu, 2 mL de solução de carbonato de sódio a 20% e 2 mL de água destilada. Os tubos foram agitados e, após 30 minutos, a absorbância foi medida em espectrofotômetro a 700 nm e o resultado expresso em mg.100 g⁻¹ de ácido gálico (OBANDA e OWUOR, 1997).

Macro e micronutrientes – As amostras de polpa foram secas em estufa com circulação de ar à 65°C, até peso constante. Então as amostras secas foram moídas e submetidas a análise dos macro e micronutrientes N, K, P, Ca, Mg, B, Zn, Fe, Cu e Mn e relações N/B, N/Ca, N/Mg, K/Ca, K/Mg e Ca/Mg, segundo a metodologia de THOMAS et al. (1967). Primeiro pesou-se 500 mg do material seco, em seguida adicionou-se 5 mL de ácido sulfúrico concentrado e colocou-se no bloco digestor a 350°C, deixando por 30 minutos. Em seguida, a amostra foi retirada e deixada esfriar por cinco minutos para adicionar 0,5 mL de peróxido de hidrogênio. Então, a amostra retornou para o bloco digestor a 350°C por oito minutos, repetindo este processo de adição de peróxido de hidrogênio até que o líquido apresentasse coloração clara. Ao final desta etapa, a amostra ficou mais trinta minutos no bloco digestor para eliminar o peróxido de hidrogênio da solução. Após esfriarem, as amostras foram diluídas para 25 mL. Então, as amostras diluídas foram submetidas às análises de nutrientes descritas pelas recomendações para de plantas (MALAVOLTA et al., 1997), em que foram feitos nitrogênio pelo método de Kjeldahl, fósforo por espectrometria com amarelo de vanadato, potássio e sódio por fotometria de chama, magnésio, cálcio, ferro, zinco e manganês por espectrofotometria de absorção atômica, e boro por espectrofotometria com azometina-H.

2.3 Análise estatística

Os dados obtidos foram avaliados quanto à distribuição normal por meio do teste de Shapiro-Wilk. Aqueles que atenderem ao princípio da normalidade foram submetidos à análise de variância pelo teste F (5% de probabilidade). Para as variáveis que tiveram o fator tempo de armazenamento e sua interação com as formas de manejo das plantas no pomar, foi aplicada a análise de regressão polinomial até o segundo grau.

Para o fator formas de manejo isolado, foi aplicado o teste de Tukey a 5% de probabilidade, quando observada significância pelo teste F.

3. RESULTADOS

De acordo com os resultados obtidos na colheita, o manejo padrão do produtor resultou em uma produção de mangas de 25,43 toneladas por hectare, enquanto que a inclusão do protocolo BIOTROPIC no manejo das plantas resultou em uma produção de 22,99 toneladas por hectare (Figura 1A). O manejo padrão das plantas resultou em 88,53% de caixas embaladas, enquanto que a inclusão do protocolo BIOTROPIC no manejo resultou em 84,75% de caixas (Figura 1B e 1C). A análise de folha das áreas controle e Biotropic mostraram menores valores de potássio e fósforo e maiores valores de cálcio e nitrogênio na área controle, comparada com a área com manejo Biotropic (Tabela 2).

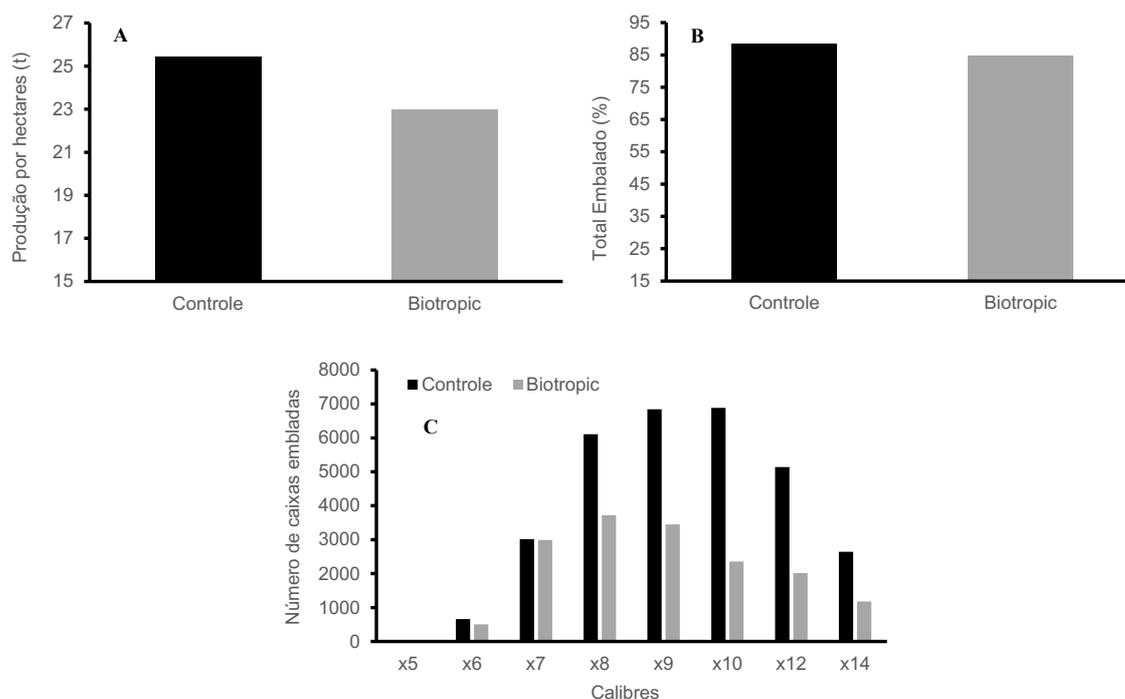


Figura 1. Produção (A), porcentagem de frutos embalados (B) e demonstrativos por calibres (C) de mangas ‘Keitt’ submetidas ao manejo padrão do produtor (controle) e ao protocolo de manejo BIOTROPIC.

Tabela 2. Análise de nutrientes em folhas de mangueira ‘Keitt’ submetidas ao manejo padrão do produtor (controle) e ao protocolo de manejo BIOTROPIC.

Tratamento	Nutrientes (g/kg)						Nutrientes (mg/kg)				
	N	K	Ca	Mg	P	N/Ca	Na	Zn	Cu	Fe	Mn
Controle	8,05	6,125	27,67	2,13	0,009	0,29	100	14,5	17	9	17
BIOTROPIC	6,79	7,75	17,15	1,61	0,0352	0,3959	88	27	20	6	14,25

Extratores: P, K e Na: Mehlich (HCl + H₂SO₄); Ca, Mg e Al: KCl 1 M.

O uso do protocolo de manejo BIOTROPIC resultou em frutos maiores, com maior peso, comprimento, diâmetro e largura, quando comparados com frutos colhidos em plantas manejadas conforme o padrão de manejo do produtor (Figuras 2A, B, C e D).

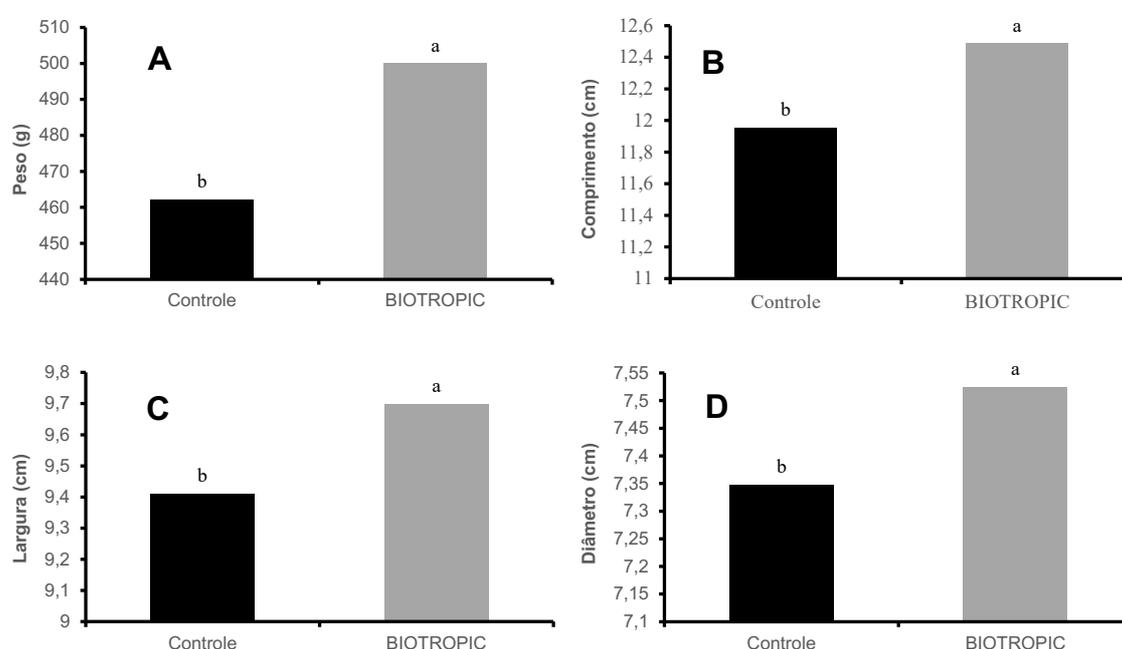


Figura 2. Peso de frutos (A), comprimento (B), largura (C) e diâmetro (D) de mangas ‘Keitt’ submetidas ao manejo padrão do produtor (controle) e ao protocolo de manejo BIOTROPIC. Médias seguidas de mesma letra indicam que não houve diferenças significativas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

De acordo com os resultados obtidos, não foram observadas diferenças significativas entre as formas de manejo das plantas para teores de SS nos frutos, sendo os SS influenciados apenas pelo tempo de armazenamento (Figura 3A). Os teores de SS aumentaram de 6%, na colheita, até 13,37% após 42 dias de armazenamento refrigerado (Figura 3A).

A AT dos frutos foi influenciada pelo protocolo de manejo das plantas no pomar, mas não foi influenciada pelo tempo de armazenamento (Figura 3B). O uso do protocolo Biotropic de manejo das plantas resultou em mangas com maior AT, comparadas com mangas produzidas de acordo com o manejo padrão do produtor (Figura 3B).

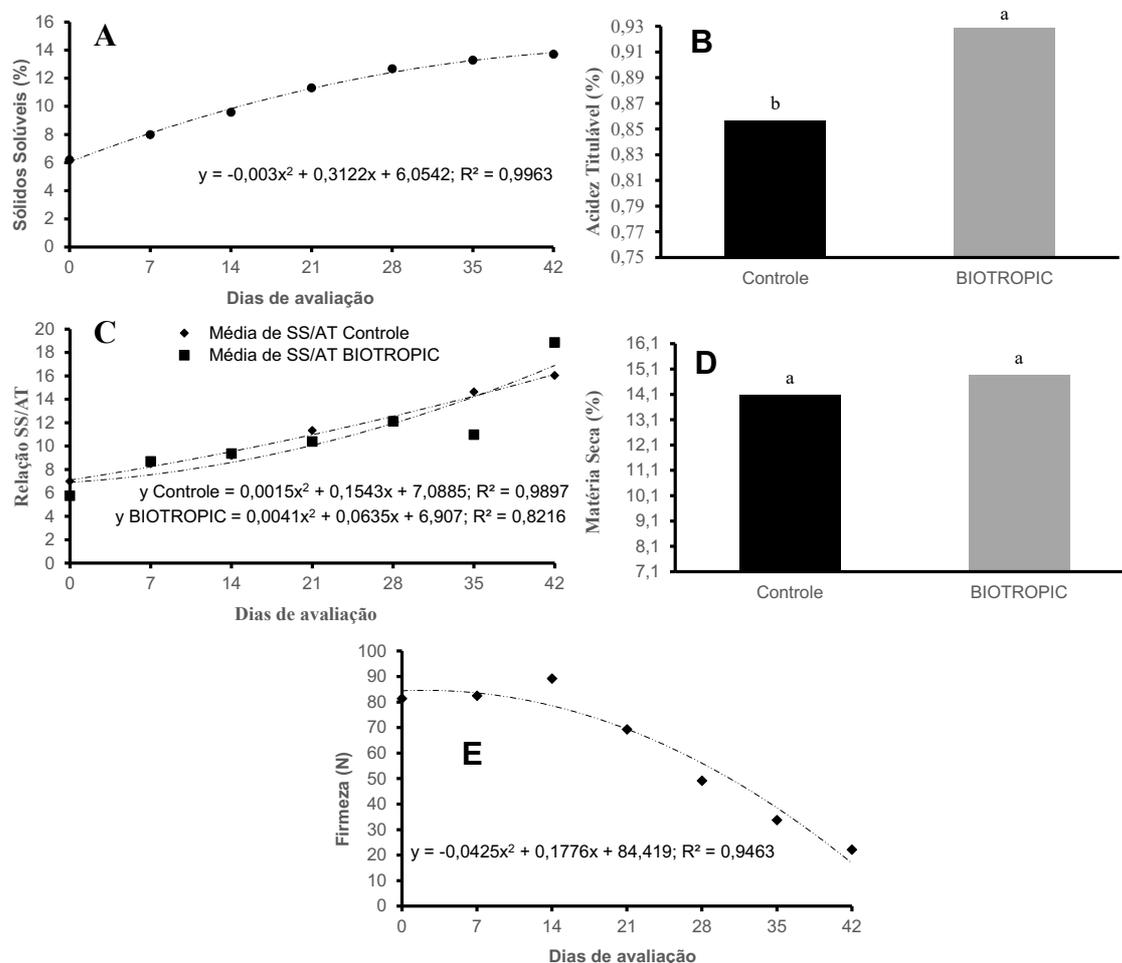


Figura 3. Sólidos Solúveis (A), acidez titulável (B), relação sólidos solúveis/acidez (C), matéria seca (D) e firmeza de polpa (E) de mangas ‘Keitt’ submetidas ao manejo padrão do produtor (controle) e ao protocolo de manejo BIOTROPIC e armazenadas por 42 dias à 10°C. Médias seguidas de mesma letra indicam que não houve diferenças significativas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A relação SS/AT apresentou efeito significativo para a interação entre a forma de manejo das plantas e o tempo de armazenamento dos frutos (Figura 3C). A relação SS/AT aumentou durante o armazenamento, sendo maior ao final do armazenamento em frutos produzidos em plantas manejadas com o protocolo Biotropic, comparada com frutos manejados de acordo com o padrão de manejo do produtor (Figura 3C).

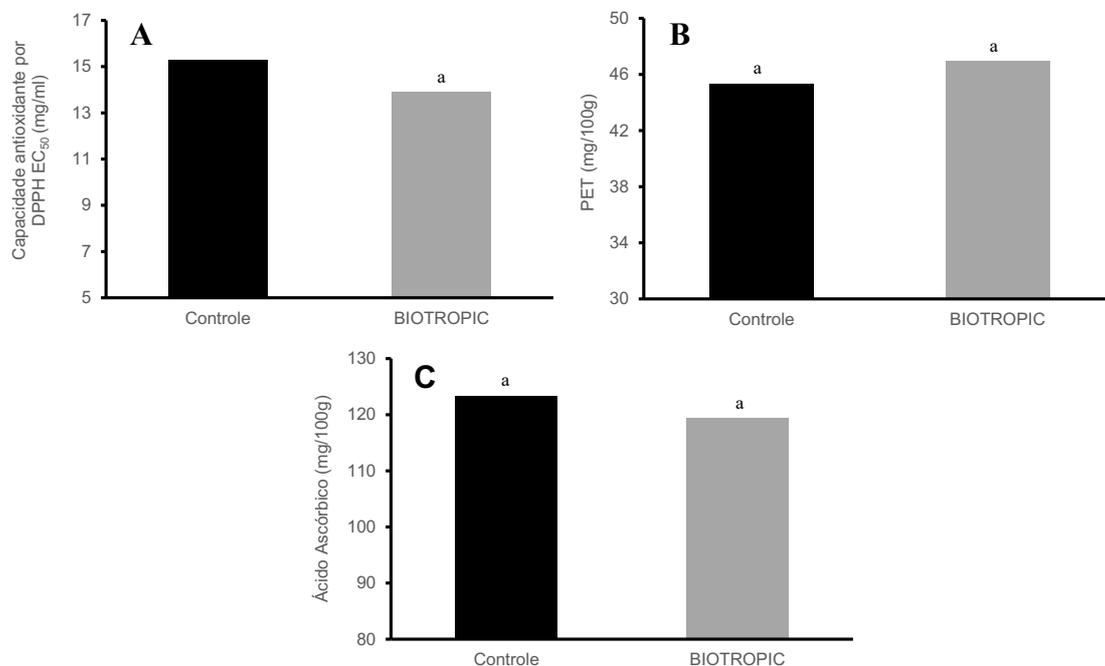


Figura 4. Capacidade antioxidante por DPPH (A), polifenóis extraíveis totais (PET) (B) e ácido ascórbico (C) de mangas ‘Keitt’ submetidas ao manejo padrão do produtor (controle) e ao protocolo de manejo BIOTROPIC e armazenadas por 49 dias à 10°C. Médias seguidas de mesma letra indicam que não houve diferenças significativas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

O teor de matéria seca dos frutos não foi influenciado pela forma de manejo das plantas, assim como pelo tempo de armazenamento dos frutos (FIGURA 3D).

A firmeza de polpa não foi influenciada pela forma de manejo das plantas no pomar, diminuindo em todos os tratamentos durante o armazenamento dos frutos (FIGURA 3E).

Os teores de ácido ascórbico, polifenóis extraíveis totais e capacidade antioxidante não foram influenciados pela forma de manejo das plantas e tempo de armazenamento dos frutos (Figura 4), assim como as concentrações de nitrogênio, potássio, cálcio, magnésio, fósforo, sódio e boro (Figura 5), Relações nitrogênio e boro, nitrogênio e cálcio, cálcio e boro, cálcio e magnésio, potássio e magnésio e potássio e cálcio (Figura 6), como também zinco, cobre, ferro e manganês (Figura 7) não foram influenciadas pelas formas de manejo das plantas no pomar.

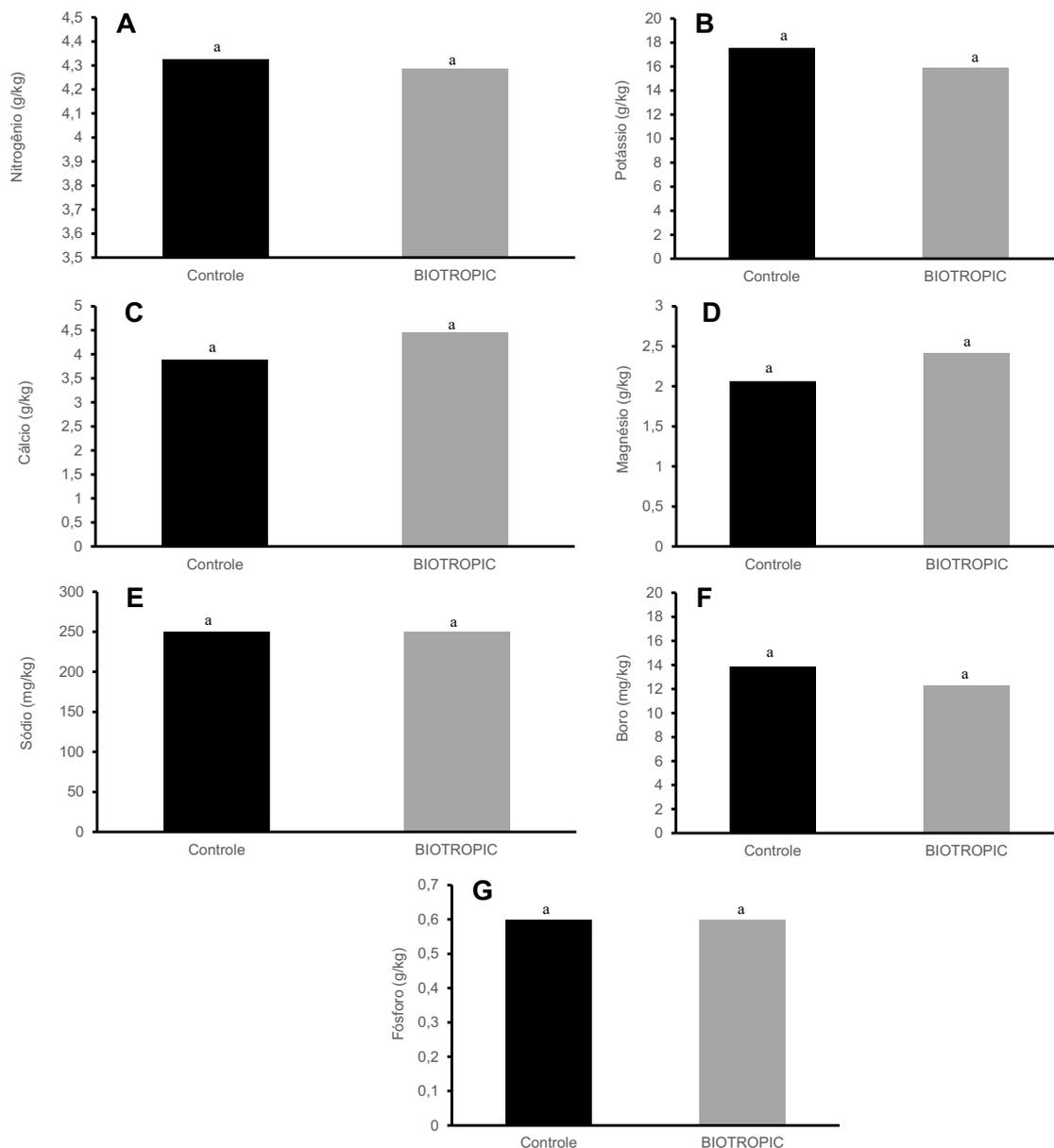


Figura 5. Teores de nitrogênio (A), potássio (B), cálcio (C), magnésio (D), sódio (E), boro (F) e fósforo (G) de mangas ‘Keitt’ submetidas ao manejo padrão do produtor (controle) e ao protocolo de manejo BIOTROPIC. Médias seguidas de mesma letra indicam que não houve diferenças significativas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

4. DISCUSSÃO

De acordo com os resultados obtidos, as duas formas de manejo das plantas resultaram em uma produção de mangas dentro da média nacional de 20 t/ha (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2019). No entanto para a principal região produtora e exportadora de mangas do Brasil, o Vale do São Francisco, os números de 25 toneladas por hectare na área controle e 22 toneladas por hectare na área com o manejo BIOTROPIC, estão abaixo da média da região (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2019). Segundo ARAÚJO et al. (2012) e LOBO

(2018), os mercados importadores para consumo *in natura* preferem mangas de tamanho médio, sendo os calibres de 8, 9 e 10 os mais aceitos. Assim, esses calibres foram os mais encontrados no plantio da fazenda Campo Grandes, para as duas formas de manejo de plantas, o que é desejável para a comercialização dos frutos no mercado *in natura*.

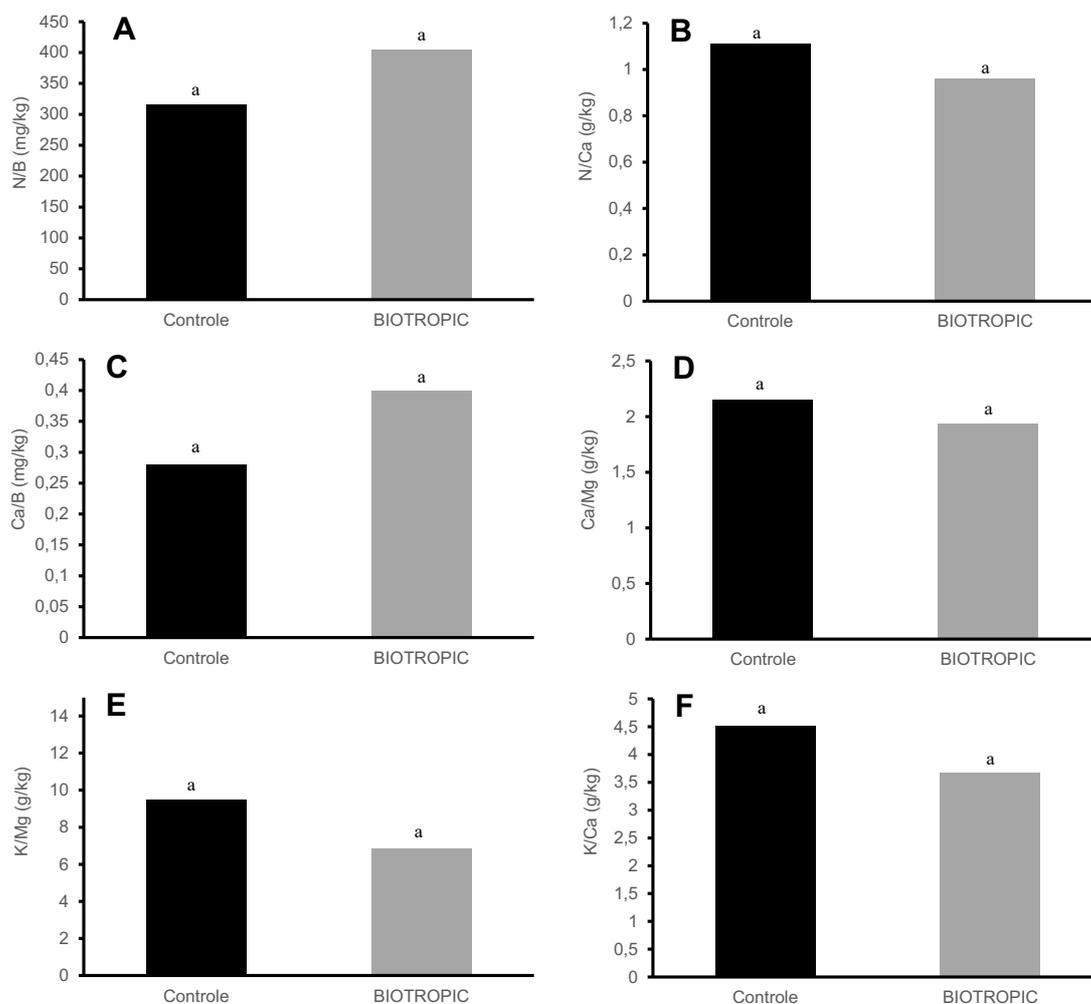


Figura 6. Médias dos teores das relações nitrogênio e boro (A), nitrogênio e cálcio (B), cálcio e boro (C), cálcio e magnésio (D), potássio e magnésio (E), potássio e cálcio (F) de mangas ‘Keitt’ submetidas ao manejo padrão do produtor (controle) e ao protocolo de manejo BIOTROPIC. Médias seguidas de mesma letra indicam que não houve diferenças significativas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

De acordo com os resultados obtidos, os teores de SS não foram influenciados pela forma de manejo das plantas no pomar, mas aumentaram durante o armazenamento dos frutos. Este resultado é explicado pelo processo de amadurecimento, onde os

carboidratos de reserva na forma de amido e parede celular são utilizados para síntese de açúcares solúveis durante o armazenamento (JHA et al., 2004). Segundo SILVA & MENEZES (1998) o teor de SS ideal para mangas destinadas ao consumo *in natura*

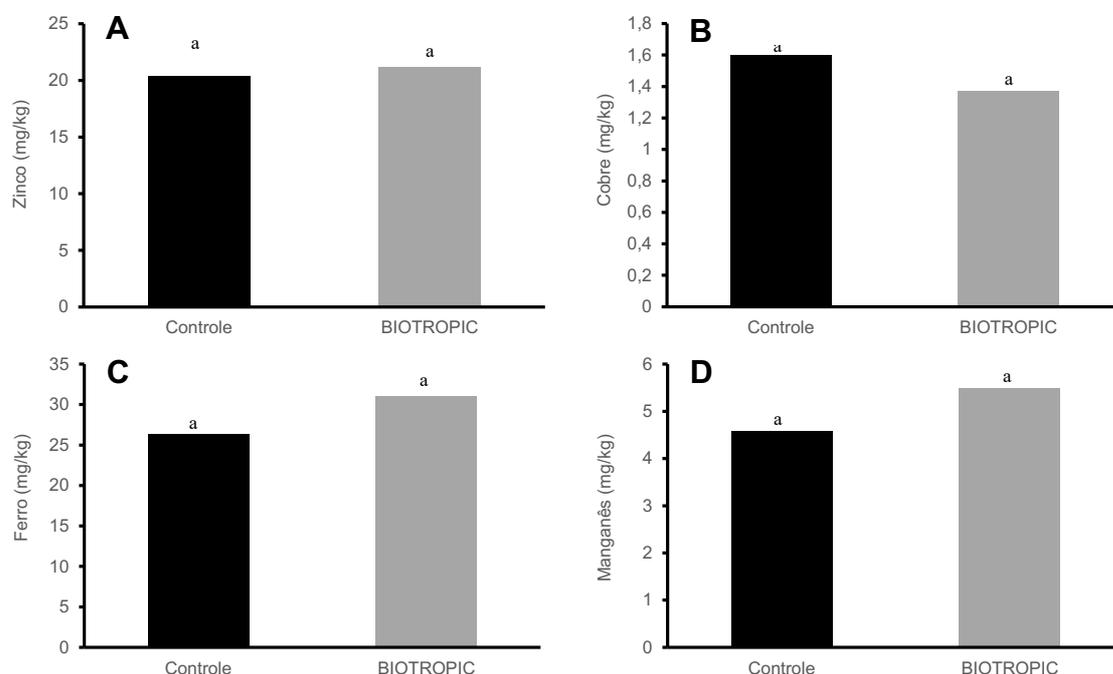


Figura 7. Médias dos teores de zinco (A), cobre (B), ferro (C) e manganês (D) de mangas ‘Keitt’ submetidas ao manejo padrão do produtor (controle) e ao protocolo de manejo BIOTROPIC. Médias seguidas de mesma letra indicam que não houve diferenças significativas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

O uso do protocolo BIOTROPIC no manejo das plantas resultou em uma maior AT nos frutos, o que se deve possivelmente ao aumento na síntese de ácidos orgânicos e/ou na inibição da oxidação destes no processo respiratório durante o amadurecimento (UEDA et al., 2000; LECHAUDEL, 2005), comparados com frutos produzidos com o manejo padrão do produtor.

Ao final dos 42 dias de armazenamento refrigerado, frutos produzidos com o protocolo Biotropic de manejo apresentaram uma maior relação SS/AT, sugerindo uma melhor qualidade sensorial para o consumo *in natura*. DA SILVA et al. (2012) afirmou em seu trabalho com mangas ‘Tommy Atkins’ que uma maior relação SS/AT indica melhor sabor dos frutos para consumo *in natura*. Conforme observado, esta relação SS/AT deve aumentar durante o armazenamento dos frutos, sendo que maiores valores são desejáveis para melhorar a aceitação dos frutos pelos consumidores (AZERÊDO et al., 2016; GUIMARÃES, 2020).

Os resultados obtidos mostram que os frutos produzidos com o manejo BIOTROPIC foram maiores que frutos produzidos com o manejo do produtor. Na literatura há vários casos de sucesso do emprego de bioestimulantes nos vegetais com o objetivo de aumentar parâmetros físicos dos frutos como peso, comprimento e diâmetro. Alguns casos de sucesso como os de BONA et al. (2018), utilizando fungos micorrízicos e *Pseudomonas fluorescens* C7 em tomate conseguiu aumentar a massa do fruto em 6,9g em comparação com o controle. FAWZY et al. (2012), dosando ácidos húmicos em 3g/L em pepino, teve aumento de 1,23 cm no primeiro ciclo no diâmetro do vegetal em relação ao controle, e 1,55 cm no segundo ciclo. Neste mesmo estudo, incorporando nitrogênio e aminoácidos livres a 0,45 g/L, resultou em um alongamento de 3,85 cm no primeiro e 3,49 cm no segundo ciclo do pepino, quando comparado com o controle.

A firmeza de polpa dos frutos não foi influenciada pela forma de manejo das plantas no pomar, apresentando queda durante o armazenamento. Esta redução da firmeza de polpa é um dos processos do amadurecimento que resultam em frutos aptos para o consumo, sendo este processo influenciado por fatores dependentes e independentes do etileno, hormônio do amadurecimento (SIDDIQUI, 2017; VASCONCELOS et al., 2017).

Os teores de matéria seca, ácido ascórbico, polifenóis extraíveis totais, e capacidade antioxidante dos frutos não foram influenciados pela forma de manejo ou pelo tempo de armazenamento. Estudos mostram que os teores de matéria seca de mangas, na colheita, estão diretamente relacionados aos níveis de aceitação dos frutos maduros pelos consumidores (GUIMARÃES, 2020). Logo, outros estudos têm sido realizados para buscar diferentes formas de manejos das plantas que possibilitem o aumento dos teores de matéria seca dos frutos na colheita (ANDERSON et al., 2017; SUN et al., 2020). Infelizmente, os resultados obtidos neste trabalho mostram que o protocolo Biotropic de manejo das plantas não foi eficiente em aumentar os teores de matéria seca e a qualidade de consumo de mangas 'Keitt'.

Estudos mostram que os teores de ácido ascórbico, polifenóis extraíveis totais e a capacidade antioxidante diminuem em mangas durante o armazenamento refrigerado (ALVARENGA ALVES et al., 2009), possivelmente devido as reações oxidativas que ocorrem durante o amadurecimento (KARADAG et al., 2009; PALAFOX-CARLOS et al. 2012; SILVA et al., 2014; MONACO, 2015). Apesar destes estudos indicarem uma tendência a queda nos teores de ácido ascórbico, polifenóis extraíveis totais, e

capacidade antioxidante em mangas durante o amadurecimento, o presente estudo mostrou que estas variáveis não foram influenciadas pelo tempo de armazenamento.

Apesar de não existirem diferenças significativas entre o manejo do produtor e o protocolo de manejo BIOTROPIC para as concentrações de macro e micronutrientes em folhas e frutos, os valores encontrados estão de acordo com outros estudos realizados com mangas (EVANGELISTA, 1999; SILVA et al. 2002; RAM et al., 2020).

5. CONCLUSÕES

O uso do protocolo Biotropic de manejo das plantas, durante um ciclo produtivo, resultou em frutos maiores e mais ácidos, comparado com o manejo padrão do pomar.

O uso do protocolo Biotropic de manejo das plantas, durante um ciclo produtivo, não teve efeito sobre os teores de sólidos solúveis, matéria seca, firmeza de polpa, ácido ascórbico, polifenóis extraíveis totais, capacidade antioxidante, assim como sobre as concentrações de macro e micronutrientes em mangas ‘Keitt’.

Recomenda-se a avaliação do protocolo Biotropic de manejo das plantas durante mais ciclos produtivos, assim como em diferentes pomares, para que seja possível uma melhor avaliação dos seus efeitos sobre a produção e qualidade de mangas produzidas no Vale do São Francisco.

Anexo 1. Programa de Fertilização desenvolvido pela empresa BIOTROPIC, aplicação na fazenda Campo Grande, pertencente a empresa PRITAM/BRASFRUIT no município de Casa Nova-BA.

Projeto de Qualidade de NATURE S PRIDE/BRASFRUIT/PRITAMFRUIT		Variedade	Keitt														
Pritam Fruit - Fazenda Campo Grande		Total de ha área teste	3,5														
Data 14/08/19																	
Fenologia																	
Semana Aplicada																	
Fertilização do solo - Kg/Lt /Lote		Floração/Floração Plena		Chumbinho	Guisante	Azeitona	Crescimento do Fruto		Maturação		Colheita						
Dia do mês		29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	Coleta		
MAP		13/08/2020	17,5	17,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10/09 a 17/09	17/09 a 24/09	24/09 a 01/10	01/10 a 08/10	08/10 a 15/10	15/10 a 22/10	22/10 a 29/10	29/10 a 05/11	05/11 até 12/11
Lithothamium Algen em Pó (só arvores grandes)																	
Nitrato de Cálcio			210														
Sulfato de Potássio						7	14	8	8	10	8	3	2	1			
Cloreto de Potássio Branco (grado tecnico)						7	14	4	4	5	10	30	30	20			
Sulfato Magnésio																	
Sulfato de Zinco						3,5	7	3	3	3	2	1	1	1			
Sulfato de Ferro						1,75											
Sulfato de Manganés						3,5	3,5	1	2								
Sulfato de Cobre						3,5		0,5	0,5								
Sulfato de Cobre						1,75		0,5	0,5								
Mescla de Solo																	
Acetato de Cálcio a 28%						10,5	17,5	5	5	5	5	4	4	2	1	1	1
Ácido Bórico						0,875	1,75	0,25	0,5	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Ácido Fúlvico						1,75	3,5	0,5	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,25	0,25	0,25	0,25
Humistat (ácido húmico com fúlvico)							7	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
Biosil																	
Água do Mar						0,875	0,875	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Ácido Cítrico						3,5	3,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Algas <i>Ascophyllum nodosum</i>							0,7	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Baci Subtilis-serenade						0,875	0,875	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Melasso de cana de açúcar						0,875	0,875	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Melasso de cana de açúcar			175														
Caldo Orgânico a base de Estercos (Edafuido)			175	8,75	8,75	17,5	17,5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Fertilização Foliar - Kg/Lt / Lote com 600L de água por Ha																	
Acetato de Cálcio a 28%							7		1								
BioSil (Silício e Potássio)							1,75		0,5								0,5
Cloreto de Potássio Branco (grado tecnico) o um Potássio Foliar																	2
Wuxal							1,75		0,5								0,25
Acido Bórico							0,875		0,25								0,75
Acido Fúlvico							2,625		0,5								0,5
Água do Mar							1,75		0,5								0,5
Aminoácido livre							0,875		0,25								0,25
Algas <i>Ascophyllum nodosum</i>							0,875		0,5								0,25

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABD EL-HAMEID, S. Improving productivity and quality of mango using humic acid and vermicomposting leachate in North Sinai. **Egyptian Journal of Desert Research**, v.68, p.37–59, 2018.

ALVARENGA ALVES, J. et al. Cinética de degradação de vitamina C em mangas ‘Palmer’ minimamente processadas armazenadas em diferentes temperaturas. **Ciência e Agrotecnologia**, v.34, p.714–721, 2010.

ANDERSON, N.T. et al. Manipulation of mango fruit dry matter content to improve eating quality. **Scientia Horticulturae**, v.226, p.316–321, 2017.

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA. Santa Cruz do Sul: Ed. Gazeta Santa Cruz, 2019. 90p.

ARAÚJO, J.L.P., GARCIA, J.L.L. Estudo do mercado da manga na União Europeia. **Revista Econômica do Nordeste**, v.43, p.189-308, 2012.

ASSUNÇÃO, M. C. et al. Efeito da temperatura e de embalagens sobre a antracnose em frutos de manga cv. Tommy Atkins. **Revista Ciência Agrícola**, v.16, p.35, 2018.

AZERÊDO, L.P. et al. Qualidade de manga ‘Tommy Atkins’ da produção integrada recoberta com fécula de mandioca associada a óleos essenciais e quitosana. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.38, p.141–150, 2016.

BARBOSA, L.F.S. et al. Desordem fisiológica e produtividade de mangueira cv. Palmer associada à nutrição de Boro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.38, p.1–9, 2016.

BONA, E. et al. Combined bacterial and mycorrhizal inocula improve tomato quality at reduced fertilization. **Science Horticulture**, v.234, p.160-165, 2018.

BORGES, A., SILVA, D. Manga. In: **Fruticultura do Semiárido**. 104–111, 2017.

BREMNER, J.M., MULVANEY, C.S. Nitrogen - Total. In: PAGE, A.L., MILLER, R.H., KEENEY, D.R. (Ed.). *Methods of soil analysis: part 2: chemical and microbiological properties*. 2nd ed. Madison: American Society of Agronomy, 1982. p. 595-624.

CANELLAS, L.P. et al. Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. **Scientia Horticulturae**, v.196, p.15–27, 2015.

DA SILVA, C.S., QUEIROZ, V.A.V., SIMEONE, M.L.F., GUIMARÃES, C.C., SCHAFFERT, R.E., RODRIGUES, J.A.R.S., MIGUEL, R.A. Teores de minerais em linhagens de sorgo para uso na alimentação humana. In: Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29. 2012. Campinas: Instituto Agrônomo; Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2012.

DA SILVA, M.A. et al. Biostimulant alleviates abiotic stress of mango grown in semiarid environment. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.24, p.457–464, 2020.

EL-HOSEINY, H.M. et al. Humic acid and boron to minimize the incidence of alternate bearing and improve the productivity and fruit quality of mango trees. **HortScience**, v.55, p.1026–1037, 2020.

EVANGELISTA, R.M. **Qualidade de mangas ‘Tommy Atkins’ armazenadas sob refrigeração e tratadas com cloreto de cálcio pré-colheita**. 129f. Tese. (Doutorado em Ciências dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

FAWZY, Z.F. Response of growth and yield of cucumber plants (*Cucumis sativus* L.) to different foliar applications of humic acid and Bio-Stimulators. **International Research Journal Apple Basic Science**, v.6, p.630-637, 2012.

FERRARA, G., BRUNETTI, G. Effects of the times of application of a soil humic acid on berry quality of table grape (*Vitis vinifera* L.) cv Italia. Span. **Journal Agriculture Research**, v.8, p.817–822, 2010.

GUIMARÃES, Í.T. **Avaliação de espectrômetros Vis-NIR portáteis para o monitoramento da qualidade e definição do estágio de maturação ideal para a colheita de mangas ‘Tommy Atkins’ e ‘Palmer’ produzidas no Vale do São Francisco**. [s.l.] Universidade Federal do Vale do São Francisco, 2020.

HOLDEN, D. et al. Effect of seaweed extract on fruit set, yield, and quality in Pinot noir wine grapes. **Plant Growth Regulation Society of America**, v.34, p.3–7, 2008.

JHA, S.N., KINGSLEY, A.R.P., CHOPRA, S. Physical and mechanical properties of mango during growth and storage for determination of maturity. **Journal of Food Engineering**, v.72, p.73–76, 2006.

KARADAG, A. et al. Review of methods to determine antioxidant capacities. **Food Analytical Methods**, v.2, p.41–60, 2009.

LÉCHAUDEL, M. et al. Leaf fruit ratio and irrigation supply affect seasonal changes in minerals, organic acids and sugars of mango fruit. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.85, p.251–260, 2005.

LOBO, J.T. **Bioestimulantes no cultivo da mangueira cv. Kent no submédio do Vale do São Francisco**. 67f. Dissertação. (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, 2018.

LOBO, J.T. et al. Biostimulants on fruit yield and quality of mango cv. Kent grown in Semiarid. **Journal - American Pomological Society**, v.73, p. 152–160, 2019.

MA, X. et al. Relationship between internal breakdown and mineral nutrition in the flesh of ‘Keitt’ mango. **Acta Horticulturae**, v.1217, p.351–355, 2018.

MALAVOLTA, E. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. rev. atual. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

MANCUSO, S. et al. Marine bioactive substances (IPA extract) improve foliar ion uptake and water stress tolerance in potted *Vitis vinifera* plants. **Advanced Horticulture Science**.v.20, p.156–161, 2006.

MITRA, S.K. Mango production in the world - Present situation and future prospect. **Acta Horticulturae**, v.111 p.287–296, 2016.

MONACO, K.A. **Influência da sanitização e do armazenamento nos compostos bioativos de manga ‘Palmer’ in natura e processada**. 142f. Tese. (Doutorado em Horticultura) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2015.

MORAES, P.L. et al. Equilíbrio nutricional e distúrbios fisiológicos em manga ‘Tommy Atkins’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.26, p. 326–329, 2004.

MORALES-PAYAN, J.P. Influence of foliar sprays of an amino acid formulation on fruit yield of ‘Edward’ mango. **Acta Horticulturae**, v.1075, p.157–160, 2015.

NAIDU, Y., MEON, S., SIDDIQUI, Y. Foliar application of microbial-enriched compost tea enhances growth, yield and quality of muskmelon (*Cucumis melo* L.) cultivated under fertigation system. **Science Horticulture**. v.159, p.33–40, 2013.

- NORRIE, J., BRANSON, T., KEATHLEY, P.E. Marine plant extracts impact on grape yield and quality. **Acta Horticulturae**. v.594, p.315–319, 2001.
- OBANDA, M., OWUOR, P.O. Flavanol composition and caffeine content of green leaf as quality potential indicators of kenyan black teas. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. v.74, p.209-215,1997.
- PALAFIX-CARLOS, H. et al. Effect of ripeness stage of mango fruit (*Mangifera indica* L., cv. Ataulfo) on physiological parameters and antioxidant activity. **Scientia Horticulturae**, v.135, p.7–13, 2012.
- RAJAN, K.R., MALI, P.C. Effect of humic acid on different growth parameters of mango (*Mangifera indica* L.) nursery grafts cv. Alphonso. **Trends in Biosciences**, v.10, p.2020–2022, 2017.
- RAM, R.A., RAHIM, M.A., ALAM, M.S. **Diagnosis and management of nutrient constraints in mango**. [s.l.] Elsevier Inc., 2020, 2016.
- RUFINO, M.S.M. et al. Cot_127. **Comunicado Técnico 127**, p. 0–3, 2007.
- SIDDIQ, M. et al. Handbook of mango fruit: Production, postharvest science, processing technology and nutrition. Wiley-Blackwell, Oxford, England. 2017.
- SILVA, D.J. et al. Equilíbrio nutricional e distúrbios fisiológicos em manga ‘Tommy Atkins’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.26, p. 326–329, 2004.
- SILVA, D.P. **Influência da sanitização e do armazenamento nos compostos bioativos de manga “Palmer” in natura e processada**. [s.l.] Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Faculdade de Ciências Agrônomicas Campus de Botucatu, 2014.
- SPINELLI, F. et al. Perspectives on the use of a seaweed extract to moderate the negative effects of alternate bearing apple trees. **Journal Horticulture Science Biotechnology**. v.84, p.131–137, 2009.
- SUN, X. et al. Postharvest Biology and Technology Achieving robustness to temperature change of a NIRS-PLSR model for intact mango fruit dry matter content. **Postharvest Biology and Technology**, v.162, p.111-117, 2020.
- TABART, J. et al. Comparative antioxidant capacities of phenolic compounds measured by various tests. **Food Chemistry**. v.113, p.1226–1233, 2009.

THOMAS, R.L. et al. Comparison of conventional and automated procedures for N, P and K analysis of plant material using a single digestion. **Agronomy Journal**, v.59, p.240-243, 1967.

TURAN, M., KÖSE, C. Seaweed extracts improve copper uptake of grapevine. **Acta Agriculture Plant Science**. v.54, p.213–220, 2004.

UEDA M, et al. Changes in physical and chemical properties during maturation of mango fruit (*Mangifera indica* L. 'Irwin') cultured in a plastic greenhouse. **Food Science Technology Research**. v.6, p.299-305, 2000.

VASCONCELOS, L.H.C. et al. Diferentes embalagens na conservação. **Revista Espacios**, v.38, p.27–36, 2017.