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

Camila Israela Freire Silva Carvalho

Fertilização boratada na prevenção da estenoespermocarpia e qualidade de frutos de mangueira cv. Palmer

Petrolina - PE
2018

Camila Israela Freire Silva Carvalho

Fertilização boratada na prevenção da estenoespermocarpia e qualidade de frutos de mangueira cv. Palmer

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: Prof. Dr. Augusto Miguel Nascimento Lima
Coorientador: Prof. Dr. Ítalo Herbert Lucena Cavalcante

Petrolina - PE

2018

Ficha catalográfica

Carvalho, Camila Israela Freire Silva.

C331f Fertilização boratada na prevenção da estenoespermocarpia e qualidade de frutos de mangueira cv. Palmer / Camila Israela Freire Silva Carvalho. — Petrolina, 2018.

XII, 74 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) – Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus de Ciências Agrárias, Petrolina-PE, 2018.

Orientador: Prof. Dr. Augusto Miguel Nascimento Lima.

Referências.

1. Fruticultura. 2. Fertilização boratada. 3. Manga – Pós-colheita - Qualidade. I. Título. II. Universidade Federal do Vale do São Francisco.

CDD 634.44

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Integrado de Biblioteca SIBI/UNIVASF
Bibliotecária: Ana Cleide Lucio CRB – 4 / 2064

UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO

CAMPUS DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – PRODUÇÃO VEGETAL

FOLHA DE APROVAÇÃO

Camila Israela Freire Silva Carvalho

Fertilização boratada na prevenção da estenoespermocarpia e qualidade de frutos de mangueira cv. Palmer

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: 26 de fevereiro de 2018.

Banca Examinadora

Prof. Dr. Augusto Miguel Nascimento Lima (CCA/UNIVASF)
(Orientador)

Prof. Dr. Ítalo Herbert Lucena Cavalcante (CCA/UNIVASF)
(Coorientador)

Dr. Jailson Cavalcante Cunha (CCA/UNIVASF)

Prof. Dr. Vespasiano Borges de Paiva Neto (CCA/UNIVASF)

À minha família, por todo apoio e carinho e pelo estímulo para que esse objetivo fosse alcançado.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, criador de todas as coisas, pelo dom da vida, e por me abençoar a cada amanhecer.

À Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Ciências Agrárias (UNIVASF/CCA) pela oportunidade de cursar o Mestrado em Produção Vegetal.

À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco – FACEPE pela concessão da bolsa de estudo.

À minha família, que foi fundamental em todo percurso. Em especial a minha mãe, Francisca Neuma da Silva Freire, mulher de garra que sonha comigo os melhores sonhos, me apoia e incentiva para torná-los reais. As minhas irmãs, Karen Izabela Freire da Silva Carvalho e Milena Stela Freire da Silva Carvalho, minhas fiéis companheiras, as quais me espelho pela determinação e esforço na busca pelos objetivos.

A Roberto Lustosa Silva, meu companheiro de todas as horas, por todo amor e paciência dedicada a mim, pelo apoio incansável nas horas de trabalho árduo e pelo incentivo na caminhada profissional.

Ao professor Dr. Augusto Miguel Nascimento Lima pela orientação e conselhos que recebi durante toda esta caminhada.

Ao professor Dr. Ítalo Herbert Lucena Cavalcante pelo apoio no desenvolvimento do projeto de dissertação e incentivo na busca do conhecimento.

Ao Dr. Jailson Cavalcante Cunha pelos ensinamentos nos trabalhos laboratoriais e dicas valiosas na escrita da dissertação.

Ao produtor Andrea Pavesi, por ceder a área e infraestrutura para realização do estudo.

Ao senhor Eliseu, encarregado das áreas de mangueira da fazenda onde foi realizado o experimento, pela atenção prestada e apoio nas atividades de campo.

À professora Drª. Karla dos Santos Melo de Sousa por ceder o Laboratório Agroindustria (UNIVASF) para realização das análises de qualidade de fruto.

Aos coordenadores do programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, professores Drª. Francine Hiromi Ishikawa e Dr. Ítalo Herbert Lucena Cavalcante pelo cuidado e apreço com o corpo discente do programa.

Aos membros do grupo de pesquisa do Laboratório de Química e Física do Solo, pela amizade e auxilío na execução das atividades experimentais, em especial a João Vitor Cavalcante do Nascimento pela dedicação prestada.

Aos amigos da turma de mestrado, os quais tenho enorme carinho, pelos momentos de descontração, amizade e auxílio prestado durante toda essa caminhada. Em especial, agradeço a Jackson Teixeira Lobo e Edicélia de Barros Ribeiro pelas valisosas discursões sobre os projetos de pesquisa e pela amizade, a Geisa Lorena de Carvalho Maia e Witalo da Silva Sales pelo carinho e amizade.

Ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Agronomia-Produção Vegetal, pela contribuição nos conhecimentos adquiridos.

RESUMO

A estenoespermocarpia é uma desordem fisiológica que tem resultado em frutos sem valor comercial na cultivar Palmer. O boro (B) é o nutriente que mais afeta a qualidade e produtividade de frutos, além de estar relacionado ao desenvolvimento de desordens fisiológicas em mangueira. Nesse sentido, o experimento foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o potencial de perda de produtividade de mangueira cv. “Palmer” pela estenoespermocarpia, a relação do estado nutricional da planta com esta desordem fisiológica, a produtividade e a qualidade de frutos em função da fertilização com B. O estudo foi realizado em duas áreas experimentais, sendo uma no segundo semestre do ano de 2016 composta por plantas com 3 anos de idade e outra no primeiro semestre do ano de 2017 composta por plantas com 5 anos de idade. O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados com cinco tratamentos, quatro repetições e 4 plantas por parcela, sendo considerada as duas plantas centrais como área útil. Os tratamentos consistiram em:T1 = sem fertilização (testemunha absoluta); T2 = Aplicação foliar de cálcio (Ca) e B solúveis em água + L-α- aminoácidos;T3 = duas fertilizações com 50 g planta^{-1} de H_3BO_3 + cinco pulverizações com H_3BO_3 [duas primeiras (0,3%) e demais (0,2%)]; T4 = aplicação foliar de Ca e B solúveis em água + aminoácidos livres + extrato de algas e T5 = aplicação foliar de Ca e B solúveis + L aminoácidos glicina e betaína. Assim, foram avaliadas a incidência de frutos com desordem fisiológica, teores de macro e micronutrientes foliares, produtividade (t ha^{-1}), produção por planta, e as características físico-químicas dos frutos, dentre elas: acidez titulável (g de ácido cítrico 100 ml^{-1}), sólidos solúveis (ºBrix), pH, relação sólidos solúveis/acidez titulável *(ratio),* diâmetros longitudinal e transversal (cm), firmeza de polpa (kgf cm^2) emassa do fruto (g). Os resultados demonstram que a incidência de frutos acometidos pela estenoespermocarpia atinge 90%, com estimativa de perda de produtividade de 28,81 t ha^{-1} da mangueira cv. Palmer. Além disso, há evidências dos teores foliares de fósforo (P), ferro (Fe) e zinco (Zn) ter influenciado no desenvolvimento de frutos estenoespermocárpicos, associado às condições de temperatura elevada e baixa umidade relativa do ar no período de florescimento da cultura. A fertilização foliar de Ca e B solúveis em água + aminoácidos livres + extrato de algas (T4) e a aplicação foliar de Ca e B solúveis + L aminoácidos glicina e betaína (T5) incrementaram a produtividade e produção por planta da mangueira nas duas áreas experimentais. A fertilização com B não influenciou as características físico-químicas dos frutos.

Palavras-chave: Boro, Cálcio, Nutrição de plantas, Desordem fisiológica, *Mangifera indica* L.

ABSTRACT

Stenospermocarpy is a physiological disorder that has resulted in no commercial fruit value in Palmer cultivar. Boron (B) is the nutrient that most affects fruit quality and fruit yield. In addition, it is related to the development of physiological disorders in mango fruit. In this sense, the aim of the experiment is evaluate the potential of yield loss of mango tree cv. Palmer for stenospermocarpy, the relation of the plant nutritional state with this physiological disorder, fruit yield and fruit quality as a function of the B fertilization. The study was carried out in two experimental areas; one in the second half of 2016 composed by plants with 3 years age and another in the first half of 2017 composed by plants with 5 years age. The experimental design was randomized blocks with five treatments, four replications and four plants per plot, considering the two central plants as a useful area. The treatments consisted of: T1 = no fertilization (absolute control); T2 = Foliar application of Calcium (Ca) and Boron (B) soluble in water + L-α-amino acids; T3 = two fertilizations with 50 g plant^{-1} of H_3BO_3 + five sprays with H_3BO_3 [two first (0.3%) and others (0.2%)]; T4 = foliar application of Ca and B soluble in water + free amino acids + algae extract and T5 = foliar application of soluble Ca and B + L amino acids glycine and betaine. Thus, the impact of fruit with physiological disorder, foliar macro and micronutrients concentrations, fruit yield (t ha^{-1}), fruit production per plant, and the fruit physicochemical characteristics fruits were evaluated. Among them: titratable acidity (g citric acid 100 ml^{-1}), soluble solids (ºBrix), pH, soluble solids/titratable acidity ratio, longitudinal and transverse diameters (cm), flesh firmness (kgf cm²) and fruit mass (g). The results show that the incidence of fruits affected by stenospermocarpy reaches 90%, with an estimated yield loss of 28.81 t ha^{-1} of the mango cv. Palmer. Furthermore, there is evidence that foliar contents of phosphorus (P), iron (Fe) and zinc (Zn) have influenced the fruit stenospermocarpy development, associated with high temperature and low relative air humidity during flowering period. The foliar fertilization of Ca and B soluble in water + free amino acids + algae extract (T4) and foliar application of soluble Ca and B + L amino acids glycine and betaine (T5) increased the fruit yield and fruit production per plant of mango in the two experimental areas. Fertilization with B did not influence the physical-chemical fruits characteristics.

Keywords: Boron, Calcium, Plant Nutrition, Physiological Disorder, *Mangifera indica* L.

Lista de figuras

Capítulo 2

Figura 1: Temperatura máxima (A), temperatura mínima (B), umidade relativa do ar máxima (C), umidade relativa do ar mínima (D) e precipitação (E) registrada nos dois meses iniciais dos experimentos, referentes ao período de florescimento dos pomares de mangueira.....31

Figura 2: Fruto de mangueira cv. Palmer acometido com desordem fisiológica "manguita".....36

Figura 3. Número de "manguitas" por planta (A), porcentagem de "manguitas" por planta (B) e produtividade (C) da mangueira cv. Palmer do segundo semestre de 2016 e primeiro semestre de 2017 em função da fertilização com boro.....41

Capítulo 3

Figura1. Temperatura máxima (A), temperatura mínima (B), umidade relativa do ar máxima (C), umidade relativa do ar mínima (D) e precipitação (E) registrada nos dois meses iniciais dos experimentos referentes ao período de florescimento dos pomares de mangueira.....58

Figura 2. Produção de mangueira cv. Palmer no segundo semestre do ano de 2016 (A) e primeiro semestre do ano de 2017 (B) em função da fertilização com boro.....63

Lista de tabelas

Capítulo 2

Tabela 1. Atributos químicos e físicos do solo nas camadas de 0-20 e 20-40 cm de profundidade antes da instalação do experimento.....33

Tabela 2. Teores de macro e micronutrientes foliares da mangueira cv. Palmer antes da instalação do experimento e valores de referência para a cultura da mangueira. Petrolina – PE.....34

Tabela 3. Teores de macro e micronutrientes foliares em mangueira cv. Palmer em diferentes períodos de produção (2º semestre de 2016 e 1º semestre de 2017) em função da fertilização com boro. Petrolina – PE.....38

Tabela 4. Desvio do Percentual Ótimo (DOP) dos teores de nutrientes foliares de mangueira cv. Palmer em função da fertilização com boro. Petrolina-PE.....40

Tabela 5. Correlação simples entre os teores de macro e micronutrientes foliares, porcentagem de “manguitas” e produtividade da mangueira cv. Palmer no segundo semestre do ano de 2016. Petrolina – PE.....46

Capítulo 3

Tabela 1. Atributos químicos e físicos do solo nas camadas de 0-20 e 20-40 cm de profundidade antes da instalação do experimento.....59

Tabela 2.Teores de macro e micronutrientes foliares da mangueira cv. Palmer antes da instalação do experimento e valores de referência para a cultura da mangueira. Petrolina – PE..... 60

Tabela 3. Acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS), relação entre os sólidos solúveis e a acidez titulável (*ratio*) e pH em frutos da mangueira cv. Palmer em duas épocas de produção em função da fertilização com boro.....65

Tabela 4. Firmeza de polpa (FP), massa de fruto (MF), diâmetro longitudinal (DL) e diâmetro transversal (DT) de frutos da mangueira cv. Palmer em duas épocas de produção em função da fertilização com boro.....67

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 13

1. INTRODUÇÃO GERAL 13
2. REVISÃO DE LITERATURA 15
3. REFERÊNCIAS 22

CAPÍTULO 2: ESTADO NUTRICIONAL E POTENCIAL DE PERDA DE PRODUTIVIDADE DE MANGUEIRA CV. PALMER PELA ESTENOESPERMOCARPIA EM FUNÇÃO DA FERTILIZAÇÃO BORATADA 27

RESUMO 27

ABSTRACT 28

1.INTRODUÇÃO 29
2. MATERIAL E MÉTODOS 30
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO 37
5. CONCLUSÕES 48
6. REFERÊNCIAS 49

CAPÍTULO 3: PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS DE MANGUEIRA CV. PALMER EM FUNÇÃO DA FERTILIZAÇÃO BORATADA 53

RESUMO 53

ABSTRACT 54

1.INTRODUÇÃO 55
2. MATERIAL E MÉTODOS 57
3. RESULTADOS 63
5. CONCLUSÕES 69
6. REFERÊNCIAS 70

CAPÍTULO 1

1. INTRODUÇÃO GERAL

Das frutíferas com potencial de mercado no Brasil, principalmente aquelas destinadas para frutas frescas para exportação, a mangueiras e destaca ocupando o segundo lugar no ranking de exportações, com destaque para a região Nordeste, especialmente o Vale do São Francisco que se destaca com grande potencial na mangicultura, respondendo por cerca de 85% das exportações brasileiras dessa fruta *in natura*, contribuindo para que o país ocupe o sexto lugar no ranking dos maiores exportadores de manga (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA ABF, 2017).

A cultivar Palmer tem se destacado por apresentar ciclo longo, com boa aceitação no mercado interno, pela boa capacidade de conservação e expressividade no mercado internacional entre as demais cultivares (TEIXEIRA et al., 2011). Contudo, mesmo com disponibilidade de alta tecnologia, associada ao clima e a irrigação utilizada no Vale do São Francisco, tem sido observado para essa cultivar a incidência da desordem fisiológica vulgarmente chamada de “manguita” ou “castanha”, onde os frutos apresentam tamanho reduzido, com formato diferenciado e ausência de sementes (BARBOSA et al., 2016), caracterizando o fenômeno da estenoespermocarpia (DAVENPORT, 2009).

A estenoespermocarpia caracteriza-se pela formação de frutos sem sementes em razão da degeneração da semente ou aborto embrionário após a fertilização do óvulo (REVERS et al., 2006). A produção de frutos estenoespermocárpicos é comum em algumas espécies vegetais, como na uva e melancia (MESEJO et al., 2014). No caso da mangueira cultivar Palmer, os frutos acometidos por esta desordem fisiológica tornam-se sem valor comercial, restringindo significativamente a produtividade da cultura.

Embora já se tenha descoberto a causa de algumas desordens fisiológicas em mangueira, outras ainda estão sendo estudadas. Vários fatores podem induzir ou favorecer o desenvolvimento de desordens, dentre eles, fatores genéticos, ambientais, nutricionais, localização e condições do pomar, estado hídrico da planta e maturidade do fruto (SHIVASHANKAR, 2014). De acordo com Assis et al. (2004), o desequilíbrio nutricional é a provável causa de algumas desordens acometidas em mangueira. Além disso, a exposição a condições adversas de clima, principalmente em fases críticas da mangueira, como o florescimento, pode afetar o rendimento da cultura (BHRUGUVANSHI, 2009).

O fenômeno da estenoespermocarpia em mangueira cultivar Palmer ainda é pouco estudado na literatura, embora tenha indícios de que esta desordem esteja associada à deficiência de boro, como foi relatado no Vale do São Francisco por Barbosa et al. (2016). O boro é o nutriente que mais afeta a produtividade e qualidade dos frutos de mangueira (GALLI et al., 2012), além de ser importante na polinização, formação dos frutos, e na absorção e uso de cálcio pelas plantas (SARAN; KUMAR, 2011).

O uso de fertilizantes combinado com extrato de algas tem sido utilizado como bioestimulantes em muitas culturas, podendo promover respostas fisiológicas no crescimento, floração e produção da planta, além de melhorar a tolerância a estresses abióticos, como salinidade, seca e condições adversas de temperatura (BATTACHARYYA et al., 2015). Adicionalmente, a associação destes produtos a aminoácidos e baixas concentrações de micronutrientes, também está relacionado ao aumento da tolerância a estresses abióticos, o que contribui como boa alternativa na atenuação de efeitos estressantes além de melhorar no uso e absorção de nutrientes pelas plantas (CASTRO et al., 2008; WARAICH et al., 2012).

Nesse sentido, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o potencial de perda de produtividade de mangueira cultivar Palmer pela estenoespermocarpia, a relação do estado nutricional da planta com esta desordem fisiológica, a produtividade e a qualidade de frutos de mangueira em função da fertilização com boro.

2. REVISÃO DELITERATURA

2.1 Aspectos gerais da cultura da mangueira

A mangueira, pertencente à família Anacardiaceae, gênero Mangifera e espécie *Mangifera indica* L., é uma planta originária do sudoeste asiático, e disseminada em quase todas as regiões do mundo (GENÚ; PINTO et al., 2002), sendo considerada uma frutífera tipicamente tropical de relevante expressividade no agronegócio internacional (MIGUEL et al., 2013).

A cultura da mangueira apresenta grande importância econômica, nutricional e social. Sua composição nutricional contém níveis significativos de compostos fenólicos, ascorbato, β -caroteno, licopeno, β –criptoxantina e componentes ricos em antioxidantes, constituindo como fonte potencial de antioxidantes naturais para a dieta humana (OLIVEIRA et al., 2011). Do ponto de vista econômico, esta cultura envolve um grande volume anual de negócios voltados para os mercados interno e externo (XAVIER et al., 2009) sendo o Brasil considerado o sétimo maior produtor mundial desta fruta (ABF, 2017).

A mangicultura impulsiona diversos setores econômicos promovendo desenvolvimento das regiões produtoras e renda, gerando, em média, dois empregos por hectare ao longo da cadeia de produção (VALEXPORT, 2016). No Brasil, das frutíferas com potencial de mercado, especialmente aquelas destinadas para frutas frescas para exportação, a mangueiras e destaca ocupando o segundo lugar no ranking de exportações com um volume de 154,211 mil toneladas, ficando atrás somente do melão que exportou 224,688 mil toneladas, no entanto, superando o mesmo na receita, com US$ 179,932 milhões, no ano de 2016 (ABF, 2017).

Além das condições favoráveis de clima, solo, localização, disponibilidade de água e mão de obra, a região do Vale do São Francisco confere vantagens no cultivo da mangueira pelo uso de tecnologias para o manejo de indução floral da cultura com uso de reguladores vegetais que proporciona produção de frutos de qualidade em qualquer estação do ano, permitindo o escalonamento da produção durante os melhores preços do mercado (SILVA et al., 2015).

O emprego de novas tecnologias de produção e pós-colheita na cultura da mangueira, bem como a escolha de cultivares mais adaptadas para a região, aumenta a eficiência do sistema produtivo e contribui para redução dos custos de produção (ABF, 2017). Das variedades com expressão comercial no Brasil, como a ‘Tommy Atkins’,

‘Palmer’, ‘Kent’ e ‘Keitt’, a variedade Palmer tem se destacado por ser uma variedade tardia, com boa aceitação no mercado interno, pela boa capacidade de conservação e boas perspectivas para exportação (TEIXEIRA et al., 2011). Além disso, é caracterizada por apresentar coloração de polpa amarelo firme, elevado rendimento de polpa, menor acidez titulável e elevada relação sólidos solúveis totais/acidez titulável (SILVA et al., 2009).

2.2 Desordens fisiológicas em mangueira

As desordens fisiológicas são decorrentes do metabolismo anormal e da modificação estrutural de tecidos, podendo ser induzidas por fatores na pré-colheita, tais como, suscetibilidade da cultivar, localização e condições do pomar, estresses abióticos, estado hídrico na planta, maturidade do fruto, nutrição mineral, condições climáticas, e/ou por fatores pós-colheita, como as condições de armazenamento, tratamento de embalagem e revestimento dos frutos (SHIVASHANKAR, 2014).

Os frutos de mangueira podem ser afetados por várias desordens fisiológicas, interferindo na produtividade, qualidade e valor de mercado para exportação (SARAN et al., 2015), sendo conhecidas, atualmente, mais de vinte, dentre elas, colapso interno, ‘soft nose’, semente gelatinosa (SHIVASHANKAR, 2014), frutos rachados (SARAN; KUMAR, 2015), e outra recentemente relatada na literatura como ‘manguita’ ou ‘castanha’, onde os frutos apresentam tamanho reduzido, com formato diferenciado e ausência de semente caracterizando o fenômeno da estenoespermocarpia (BARBOSA et al., 2016).

A estenoespermocarpia caracteriza-se pela formação de frutos sem sementes causado pelo aborto embrionário após a fertilização do óvulo (HUANG et al., 2010), o que difere do fenômeno da partenocarpia, em que os frutos sem sementes são originados sem a ocorrência da fertilização do óvulo (AZEVEDO et al., 2013). Este fenômeno não é comum à cultura da mangueira, especialmente na cultivar Palmer, uma vez que, os frutos acometidos por esta desordem fisiológica tornam-se sem valor comercial, restringindo significativamente a produtividade da cultura.

Geralmente, o conhecimento das causas de desordens fisiológicas em frutos de mangueira não é facilmente identificado devido à complexidade de eventos envolvidos, ocasionando na ausência de estratégias de controle e levando a uma restrição na produção de frutos de qualidade (SHIVASHANKAR, 2014).

2.2.1 Nutrição da mangueira e a relação com o desenvolvimento de desordens fisiológicas

A mangueira é uma cultura de clima tropical cultivada em condições diversas de solo e clima, sendo que, para o cultivo comercial, os pomares necessitam de adubações regulares para obtenção de produtividades rentáveis (COSTA et al., 2011a). Para isso, ressalta-se a necessidade de obedecer as particularidades quanto a dinâmica de absorção de nutrientes, visto que é variável em função da idade e do estádio fenológico da planta. Após a colheita, inicia-se o acúmulo de nutrientes na folha e vai até o início do florescimento, havendo redução nesses teores na floração e frutificação, como é observado para o nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K) (COSTA et al., 2011b), magnésio (Mg) e enxofre (S) (PONCHNER et al., 1993).

A exportação de nutrientes, que é dada pela quantidade de nutrientes removidos pela cultura em um determinado período e o conhecimento da dinâmica desses nutrientes nas diversas partes da planta em cada fase fenológica, é base para determinação da exigência nutricional da cultura (FERNANDES; NASCIMENTO, 2004), com isso, a prática da análise foliar em mangueira, juntamente com a análise de solo, auxilia no programa de recomendação de adubação da cultura.

O uso de extratos de algas tem sido uma alternativa eficaz como bioestimulante em muitas culturas, sendo abundante em micronutrientes, como o B, e geralmente contendo substâncias precursoras de auxinas, citocininas e giberelinas, além de possibilitar a disponibilidade de micronutrientes no solo e facilitar na absorção desses. Dessa forma, o uso de extratos de algas associados a outras fontes ricas em nutrientes, aminoácidos, como betaína e glicina, potencializa o efeito destes propiciando uso mais eficiente pelas plantas (FERNANDES; SILVA, 2011).

A cultura da mangueira apresenta floração excessiva, contendo entre 1000 a 6000 flores por panícula, dependendo da cultivar e das condições climáticas, contundo, apesar da quantidade inicial de frutos ser alta, a retenção final é muito baixa em virtude da queda natural abundante destes e do desenvolvimento de desordens fisiológicas que podem estar associados a vários fatores, dentre eles a deficiência de nutrientes (GUPTA et al., 2016). Neste sentido, Sankar et al. (2013) evidenciam a necessidade do manejo adequado da fertilização em pomares de mangueiras, sobretudo aplicação de micronutrientes (B), visando a manutenção do equilíbrio nutricional das plantas e, consequentemente, obtenção de características de qualidade do pomar.

De acordo com Saran e Kumar (2011), um pomar de mangueira com deficiência de B pode ocasionar o surgimento de diversas desordens fisiológicas, dentre elas a necrose interna, sementes necrosadas, frutos com a ponta mais fina e rachados. Além disso, estes

mesmos autores relatam que os frutos rachados podem também estar associados a condições estressantes de temperatura, umidade, chuva e déficit de água. Desta forma, o manejo da fertilização boratada reduz a incidência de desordens e a ocorrência de queda de frutos de mangueira, uma vez que, o B mantém a integridade da membrana celular e retarda o desenvolvimento da camada de abscisão do fruto (GUPTA et al., 2016).

Barbosa et al. (2016), avaliando diferentes manejos de adubação boratada na incidência de frutos estenoespermocárpicos (manguita) em mangueira cultivar Palmer no Vale do São Francisco, constataram um número expressivo de frutos com desordem por planta no tratamento controle [adubação utilizada pelo produtor (duas fertirrigações com 50 g planta^{-1} de H_3BO_3)], o qual resultou na menor produtividade, comparada aos demais tratamentos que envolviam o manejo com ácido bórico via solo associado a pulverização foliar, os quais apresentaram menor número de “manguitas” por planta (aproximadamente sete).

Dentre os micronutrientes, o B apresenta grande importância na fertilização, produção de semente e de frutos da mangueira, visto que é necessário para germinação do grão de pólen e no crescimento do tubo polínico (SARAN; KUMAR, 2011). O teor de B na planta adequado é variável entre culturas, diferindo em função da exigência quanto à composição química das paredes celulares, sendo que, para a mangueira, a faixa adequada do teor de boro foliar é de 50 a 100 mg kg^{-1} (QUAGGIO, 1996). No entanto, para Barbosa et al. (2016), este valor estabelecido na literatura não foi suficiente para atender a exigência nutricional da mangueira cultivar Palmer nas condições de estudo no Vale do São Francisco, visto a ocorrência da desordem fisiológica “manguita” mesmo as plantas estando com teor de B acima da faixa de suficiência. Desse modo, é importante destacar a necessidade de mais estudos acerca da demanda do nutriente pela cultura, considerando a influência de fatores como, características da cultivar, condições edafoclimáticas, manejo da cultura, dentre outros.

2.2.2 Efeito do clima no desenvolvimento de desordens fisiológicas

Além da deficiência de nutrientes, a flutuação de temperatura e umidade, e o excesso de precipitação estão associados à ocorrência de desordens fisiológicas na mangueira, como frutos rachados e queda excessiva de frutos (GUPTA et al., 2016). Para Ho e White (2005), fatores ambientais (seca, salinidade, umidade relativa, temperatura e luminosidade) e desequilíbrio mineral, aumentam à suscetibilidade de frutos a deficiência de nutriente, e, consequentemente, a desordens fisiológicas. Em casos onde o teor de

nutrientes no tecido da planta influencia na incidência de desordens, e que mesmo com manejo de adubação não é alcançado o controle, conclui que a nutrição da planta pode ser um fator somente influenciador no desenvolvimento da desordem (SHIVASHANKAR, 2014).

A maioria das desordens fisiológicas acometida na mangueira afeta a qualidade dos frutos e podem causar reduções drásticas no rendimento comercial. A desordem fisiológica “manguita” ou “castanha”, caracterizada pelo fenômeno da estenoespermocarpia, está relacionada ao processo de floração da planta, que, de acordo com Ramírez e Davenport (2010), é influenciado principalmente pelos fatores abióticos, como nutrição mineral, relações hídricas e condições climáticas. Para Huang et al. (2010), a fase reprodutiva da mangueira apresenta elevada sensibilidade a temperatura, sendo influenciada por baixa (<20 °C) ou alta temperatura (30 °C) (SUKHVIBUL et al., 2000).

Sukhvibul et al. (2000) estudando processo sexual de cultivares monoembriônicas e poliembrinônicas de mangueira na Austrália, constataram redução na germinação do grão de pólen *in vitro* quando incubados a temperaturas mais baixas (10ºC) e mais altas (30ºC), estando a faixa de temperatura ideal entre 15 e 25 ºC, e para crescimento do tubo polínico entre 20 e 25 ºC, para ambos os ecotipos. Adicionalmente, a baixa viabilidade do grão de pólen e lento crescimento do tudo polínico afetam a fertilização do óvulo e ocasiona frutos sem sementes (HUANG et al., 2010). De acordo com Moretti et al., (2010), a exposição a elevadas temperaturas resulta em alterações morfológicas, anatômicas, fisiológicas e bioquímicas nos tecidos das plantas, afetam as relações hídricas, e os níveis de hormônios, metabólitos primários e secundários interferindo no crescimento e desenvolvimento dos diversos órgãos da planta e originando distúrbios fisiológicos.

Geralmente, as desordens fisiológicas na mangueira são específicas da cultivar, e a frequência e intensidade de ocorrência dependem do período e do ambiente em que estão inseridos, em que, uma vez induzidas, não podem ser revertidas. Sendo assim, quando conhecido os fatores causais de cada desordem, possibilita retardar ou controlar a expressão dos sintomas, reduzindo a extensão de perdas (SHIVASHANKAR, 2014).

2.3 Efeito do boro na produção e qualidade de frutos

O micronutriente boro (B) afeta significativamente o rendimento e qualidade das culturas, desempenhando importante papel na manutenção da integridade da parede celular, na fertilização, formação de frutos e sementes, sendo responsável pela ativação de enzimas, síntese proteica e atividade fotossintética (GUPTA et al., 2016). Wimmer e Eichert

(2013) citam ainda que o B pode afetar as relações hídricas das plantas, uma vez que a deficiência deste altera a absorção de água na raiz, o transporte através da planta e perda de água da folha, e, consequentemente, a absorção de nutriente, contudo, a resposta de cada processo em diferentes espécies de plantas pode ser diferente.

O B tem papel estrutural tanto na parede celular como na membrana plasmática e ainda funções no citoplasma (VOXEUR; FRY, 2014). Dentre os compostos biológicos que o B pode formar, se evidencia um polissacarídeo péctico da parede celular, o Rhamnogalacturonan II (RG-II), o qual contribui para as propriedades mecânicas da parede primária e é necessária para o crescimento e desenvolvimento normal da planta. Desta forma, a redução da ligação cruzada do borato com o polissicarídeopético resulta em mudanças nas propriedades da parede celular podendo ocasionar vários sintomas associados à deficiência de B nas plantas (O'NEILL et al., 2004).

Dentre os micronutrientes, o B é o que geralmente se encontra em baixa concentração no solo, sendo mais comum em solos arenosos, além da sua alta capacidade de lixiviação (MATTIELLO et al., 2009). Os baixos níveis deste nutriente na cultura da mangueira resultam em baixa produtividade e qualidade dos frutos (GALLI et al., 2012). De acordo com Aular e Natale (2013), a qualidade de frutos é obtida através do somatório de vários fatores tais como, as características externas do fruto (tamanho, formato, aparência, cor, textura, uniformidade, e firmeza), além do aroma, sabor, valor nutricional, acidez e teor de sólidos solúveis totais. Apesar dessas características serem inerentes ao gene de cada frutífera, a expressão das mesmas depende de vários fatores, dentre os quais se destaca o adequado suprimento nutricional da cultura, especialmente do B (AULAR; NATALE, 2013).

Em pesquisa realizada no Paquistão com a cultura da mangueira cv. Dusehri, para determinar o efeito da aplicação foliar de micronutrientes ferro (Fe), Boro (B) e Zinco (Zn) sobre a qualidade dos frutos, onde foram avaliados massa de fruto e semente, sólidos solúveis totais, acidez total, ácido ascórbico e açúcares não-redutores, Moazzam et al. (2011) verificaram que houve um aumento significativo na qualidade dos frutos com a aplicação de todos os micronutrientes comparativamente ao controle. No entanto, Galli et al. (2012) afirmam que dentre os micronutrientes, o B é o que mais afeta a qualidade e produtividade de frutos de mangueira.

Dos fertilizantes usados como fonte de B, o ácido bórico e o bórax são os mais utilizados, por apresentarem maior solubilidade em água (ABAT et al., 2015), sendo este um fator importante para o manejo da fertilização, em que fontes mais solúveis de B

aplicados ao solo estão mais propícias a lixiviação (SÁ; ERNANI, 2016). Galli et al. (2013) aplicaram ácido bórico via solo em diferentes cultivares de mangueira para avaliar seus efeitos sobre produção e características de frutos, observando que a resposta a adubação foi variável entre as cultivares, ficando a cv. Palmer entre as que não sofreram efeitos da suplementação do B.

Contudo, em pesquisa realizada na região do Vale do São Francisco, avaliando diferentes manejos de adubação com ácido bórico na mangueira cv. Palmer, Barbosa et al. (2016) constataram que a produtividade da cultura foi significativamente influenciada pela fertilização boratada, com aumento de aproximadamente 133% em relação ao tratamento testemunha, todavia, ressaltam que a adubação quando aplicada somente via fertirrigação não é suficientemente eficiente quando comparada com a aplicação via solo e foliar, pois, embora este nutriente apresente baixa mobilidade na planta, é possível obter altos índices de utilização deste pela planta mediante a adubação foliar, além de respostas rápidas, como a correção de deficiência após seu aparecimento.

Bhatt et al. (2012), avaliando aplicações foliares de nutrientes (K, Ca, Zn e B) na pré-colheita de frutos de mangueira cv. Dashehari na Índia, observaram que as plantas pulverizadas com 0,5 % de bórax apresentaram maior rendimento, peso e volume de frutos, maior quantidade de sólidos solúveis, açúcar redutor, açúcar não redutor e teor de ácido ascórbico, quando comparado aos outros tratamentos. Em relação ao aumento no peso dos frutos, os autores atribuíram ao envolvimento do B no metabolismo hormonal, aumento da divisão e expansão celular, concluindo que o B também é conhecido por estimular a mobilização rápida de água e açúcar no fruto.

Sankar et al. (2013), em estudo realizado também na Índia, observaram efeitos positivos na nutrição da mangueira cv. Alphonso e qualidade de frutos em decorrência da aplicação foliar de ácido bórico (0,02 %), em que foi verificado aumento significativo no teor de sólidos solúveis, açúcares totais, açúcar redutor, açúcar não redutor, ácido ascórbico, carotenóides, *ratio* e valores mais baixos de acidez, além de maior teor de N, P, K e B foliar, quando comparado aos demais tratamentos. Ali et al. (2017) também constataram respostas benéficas para qualidade de fruto da mangueira cv. Zebda cultivada no Egito, quando aplicado ácido bórico e putrescina em dois ciclos da cultura, além de aumento de produção, rendimento de frutos e redução da porcentagem da queda de frutos.

3. REFERÊNCIAS

ABAT, M.; DEGRYSE, F.; BAIRD, R.; MCLAUGHLIN, M.J. Boron phosphate (BPO_4) as a seedling-safe boron fertilizer source. **Plant and Soil**, v.391, n.1, p.153–160, 2015.

ALI, M. S.; ELHAMAHMYB, M. A.; EL-SHIEKHA, A. F. Mango trees productivity and quality as affected by Boron and Putrescine. **Scientia Horticulturae**, v.216, n.1, p.248-255, 2017.

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA – ABF 2017. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2017. 88p.

ASSIS, J. S.; SILVA, D. J.; MORAES, P. L. D. Equilíbrio nutricional e distúrbios fisiológicos em manga 'Tommy Atkins'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.26, n.2, p.326-329, 2004.

AULAR, J.; NATALE, W. Nutrição mineral e qualidade do fruto de algumas frutíferas tropicais: goiabeira, mangueira, bananeira e mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.35, n.4, p.1214-1231, 2013.

AZEVEDO, F. A.; BORGES, R. de S.; FÁVERO, M. A. B.; GIORGI NETO, R. O.; SCHINOR, E. H.; BASTIANEL, M. A polinização cruzada determina a formação de sementes em frutos de clementina Nules. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.43, n.1, p.88-92, 2013.

BARBOSA, L. F. S.; CALVACANTE, I. H. L.; LIMA, A. M. N. Desordem fisiológica e produtividade de mangueira cv. Palmer associada à nutrição de boro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.38, n.1, p.001-009, 2016.

BATTACHARYYA, D.; BABGOHARI, M. Z.; RATHOR, P.; PRITHIVIRAJ, B. Seaweed extracts as biostimulants in horticulture. **Scientia Horticulturae**, v.196, n.30, p.39-48, 2015.

BHATT, A.; MISHRA, N.; MISHRA, D.; SINGH, C. Foliar application of potassium, calcium, zinc and boron enhanced yield, quality and shelf life of mango. **Hort Flora Research Spectrum**, v.1, n.4, p.300-305, 2012.

BHRUGUVANSHI, S. R. Implications of climate change in mango. In: LAL S. S.; GOVINDAKRISHNAN, P. M.; DUA, V. K.; SINGH, I. F.; PANDEY, S. K. **Impact Assessment of climate change for research priority planning in horticultural crops**. Central Potato Research Institute, p.43-46. 2009.

CASTRO, P. R. C.; SERCILOTO, C. M.; PEREIRA, M. A.; RODRIGUES, J. L. M. **Utilização de fosfitos e potencial de aplicação dos aminoácidos na agricultura tropical**. Piracicaba: ESALQ, DBID, 2008. 71p.

COSTA, M. E.; CALDAS, A. V. C.; OLIVEIRA, A. de F. M.; GURGEL, M. T.; SILVA, R. M. Caracterização nutricional da mangueira "Tommy Atkins" em função da adubação nitrogenada. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.7, n.1, p.16-22, 2011a.

COSTA, M. E.; CALDAS, A. V. C.; SOUZA, W. C. M. de; GURGEL, M. T.; SILVA, R. M. Caracterização nutricional da mangueira 'Tommy Atkins' sob adubação potássica. **Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável**, v.6, n.2, p.125-130, 2011b.

DAVENPORT, T.L. Reproductive Physiology. In: LITZ, R. E. **The Mango – Botany, Production and Uses**, 2 ed., p.97–169. CAB International, 2009.

FERNANDES, F.M.; NASCIMENTO, V.M. Fertilidade do solo e nutrição de mangueira. In: ROZANE, D. E.; DAREZZO, R. J.; AGUIAR, R. L.; AGUILERA, G. H. A.; ZAMBOLIM, L. **Manga – Produção integrada, industrialização e comercialização**. Viçosa: UFV, 2004. p.179-198.

FERNANDES, A. L. T.; SILVA, R. O. Avaliação do extrato de algas (*Ascophyllum nodosum*) no desenvolvimento vegetativo e produtivo do cafeeiro irrigado por gotejamento e cultivado em condições de cerrado. **Enciclopédia Biosfera**, v.7, n.13, p.147-157, 2011.

GALLI, J. A.; PALHARINI, M. C. A.; FISCHER, I. H.; MECHELOTTO, M. D. Boro: efeito na produção e qualidade de frutos de diferentes variedades de manga. **Pesquisa & Tecnologia**, v.9, n.2, p.01-04, 2012.

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

GENÚ, P. J. de C.; PINTO, A. C. de A. **A Cultura da Mangueira**. 1.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 454 p.

GUPTA, R. P. V.; BHATTACHARYYA, D.; HAZARIKA, B. Effect of boron and potash on control of fruit splitting and fruit drop in mango (*Mangifera indica* L.) cv. Amrapali. **Advances in Life Sciences**, v.5, n.6, p.2093-2099, 2016.

HO, L. C.; WHITE, P. J. A cellular hypothesis for the induction of blossom-end rot in tomato fruit. **Annals of Botany**, v.95, n.4, p.571–581, 2005.

HUANG, J. H.; MAB, W. H.; LIANG, G. L.; ZHANG, L. Y.; WANG, W. X.; CAI, Z. J.; WEN, S. X. Effects of low temperatures on sexual reproduction of 'Tainong 1' mango (*Mangifera indica* L.). **Scientia Horticulturae**, v.126, n.1, p.109–119, 2010.

MATTIELLO, E. M.; RUIZ, H. A.; SILVA, I. R.; BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L.; BEHLING, M. Transporte de boro no solo e sua absorção por eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, n.5, p.1281-1290, 2009.

MESEJO, C.; MUÑOZ-FAMBUENA, N.; REIG, C.; MARTÍNEZ-FUENTES, A.; AGUSTÍ, M. Cell division interference in newly fertilized ovules induces stenospermocarpy in cross-pollinated citrus fruit. **Plant Science**, v.225, n.1, p.86-94, 2014.

MIGUEL, A. C. A.; DURIGAN, J. F.; BARBOSA, J. C.; MORGADO, C. M. A. Qualidade de mangas cv. Palmer após armazenamento sob baixas temperaturas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.35, n.2, p.398- 408, 2013.

MOAZZAM, A.; TAHIR, F. M.; SHAHZAD, J.; MAHMOOD, N. Effect of foliar application of micronutrients on the quality of mango (*Mangifera indica* L.) cv. Dusehri fruit. **Mycopathologia**, v.9, n.1, p.25-28, 2011.

MORETTI, C. L.; MATTOS, L. M.; CALBO, A. G.; Sargent, S.A. Climate changes and potential impacts on postharvest quality of fruit and vegetable crops: A review. **Food Research International**, v.43, n.7, p.1824–1832, 2010.

O'NEILL, M. A.; ISHII, T.; ALBERSHEIM, P.; DARVILL, A. G. RhamnogalacturonanII: structure and function of a borate cross-linked cell wall pectic polysaccharide. **Annual Review of Plant Biology**. v.55, n.1, p.109–139, 2004.

OLIVEIRA, D. da S.; AQUINO, P. P.; RIBEIRO, S. M. R.; PROENÇA, R. P. da C.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Vitamina C, carotenoides, fenólicos totais e atividade antioxidante de goiaba, manga e mamão procedentes da Ceasa do Estado de Minas Gerais. **Acta Scientiarum. Health Sciences**, v.33, n.1, p.89-98, 2011.

PONCHNER, S.; ROJAS, R.; BORNEMISZA, E. Variacion estacional de nutrimentos en arboles de mango (*Mangifera indica*) en tres suelos del paciflco seco de costa rica. I. Macronutrimentosi. **Agronomia Costarricense**, v.17, n.2, p.21-30,1993.

QUAGGIO, J.A. Adubação e calagem para a mangueira e qualidade dos frutos. In: SÃO JOSE, A.R.; SOUZA, I.V.B. MARTINS, J.M.; MORAIS, O. M. (Ed.). **Manga: tecnologia de produção e mercado**. Vitória da Conquista, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 1996. p.106-135.

RAMÍREZ, F.; DAVENPORT, T. L.; Mango (*Mangifera indica* L.) flowering physiology. **Scientia Horticulturae**, v.126, n. 2, p.65–72, 2010.

REVERS, L. F.; LAMPE, V. S.; OLIVEIRA, P. R. D.; CAMARGO, U. A.; LIMA, J. C. Uso prático de marcadores moleculares para seleção assistida no melhoramento de uvas apirênicas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.28, n.1, p.104-108, 2006.

SÁ, A. A. de; ERNANI, P. R. Boron leaching decreases with increases on soil pH. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.40, n.2, p.1-7, 2016.

SANKAR, C.; SARALADEVI, D.; PARTHIBAN, S. Effect of foliar application of micronutrients and sorbitol on fruit quality and leaf nutrient status of mango cv. Alphonso. **Asian Journal of Horticulture**, v.8, n.2, p.714-719, 2013.

SARAN, P. L.; KUMAR, R. Boron deficiency disorders in mango (*Mangifera indica* L.): field screening, nutrient composition and amelioration by boron application. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, v.81, n.6, p.506-510, 2011.

SARAN, P. L.; KUMAR, R.; ERCISLI, S.; CHOUDHARY, R. Fruit cracking in mango (*Mangifera indica* L.) cv. 'Dashehari'. **Erwerbs-Obstbau**, v.57, n.2, p93-96, 2015.

SHIVASHANKAR, S. Physiological disorders of mango fruit. **Horticultural Reviews**, v.42, p.313-347, 2014.

SILVA, D. F. P.; SIQUEIRA, D. L.; PEREIRA, C. S.; SALOMÃO, L. C. C.; STRUIVING, T. B. Caracterização de frutos de 15 cultivares de mangueira na Zona da Mata Mineira. **Revista Ceres**, v.56, n.6, p.783-789, 2009.

SILVA, J. S.; CAMPECHE, L. F. S. M.; BARBOSA, D. F.; LIRA, R. M.; BARNABÉ, J. M. C.; SOUZA, D. H. S. Estimativa da evapotranspiração da cultura da mangueira no Vale do São Francisco. **Revista GEAMA**, v.2, n.1, p.56-68, 2015.

SUKHVIBUL, N.; WHILEY, A. W.; VITHANAGE, V.; SMITH, M. K.; DOOGAN, V. J.; SUZAN, E. H. Effect of temperature on pollen germination and pollen tube growth of four

cultivars of mango (*Mangifera indica* L.). **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v.75, n.2, p.214-222, 2000.

TEIXEIRA, G. H. de A.; DURIGAN, J. F. Storage of ‘Palmer’ mangoes in low-oxygen atmospheres. **Fruits**, v.66, n.4, p.279-289, 2011.

VALEXPORT - Associação dos produtores e exportadores de hortigranjeiros e derivados do Vale do São Francisco. Petrolina - PE, 2016. Disponível em: <http//www.valexport.org.br > Acesso 17 de janeiro de 2018.

VOXEUR, A.; FRY,S. C. Glycosylinositol phosphoryl ceramides from Rosa cell cultures are boron-bridged in the plasma membrane and form complexes with rhamnogalacturonan II. **The Plant Journal**, v.79, n.1, p.139-149, 2014.

WARAICH, E. A.; AHMAD, R.; HALIM, A.; AZIZ, T. Alleviation of temperature stress by nutrient managementin crop plants: a review. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v.12, n.2, p.221-244, 2012.

WIMMER, M. A.; EICHERT, T. Mechanisms for boron deficiency-mediated changes in plant water relations. **Plant Science**, v.204, p.25-32, 2013.

XAVIER, I. F.; LEITE, G. A.; MEDEIROS, E. V. de; MORAIS, P. L. D. de; LIMA, L. M. de; Qualidade pós-colheita da manga ‘Tommy Atkins’ comercializada em diferentes estabelecimentos comerciais no município de Mossoró-RN. **Revista Caatinga**, v.22, n.4, p.7-13, 2009.

CAPÍTULO 2

ESTADO NUTRICIONAL E POTENCIAL DE PERDA DE PRODUTIVIDADE DE MANGUEIRA CV. PALMER PELA ESTENOESPERMOCARPIA EM FUNÇÃO DA FERTILIZAÇÃO BORATADA

RESUMO

O Vale do São Francisco é responsável por 85% das exportações brasileiras de manga *in natura*. A incidência da estenoespermocarpia na cultivar Palmer, tem resultado em frutos sem valor comercial refletindo diretamente na produtividade. O boro (B) em alguns casos tem sido relacionado ao desenvolvimento de desordens fisiológicas, sendo um dos nutrientes que mais afeta a qualidade dos frutos. Nesse sentido, o experimento foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o potencial de perda de produtividade de mangueira cultivar Palmer pela estenoespermocarpia, sua relação com o estado nutricional da planta e produtividade em função da fertilização com B. O estudo foi realizado em duas áreas experimentais, sendo uma no segundo semestre do ano de 2016 composta por plantas com 3 anos de idade e outra no primeiro semestre do ano de 2017 composta por plantas com 5 anos de idade. O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados com cinco tratamentos, quatro repetições e 4 plantas por parcela, sendo considerada as duas plantas centrais como área útil. Os tratamentos consistiram em: T1 = sem fertilização (testemunha absoluta); T2 = Aplicação foliar de cálcio (Ca) e B solúveis em água + L-α- aminoácidos;T3 = duas fertilizações com 50 g planta^{-1} de H_3BO_3 + cinco pulverizações com H_3BO_3 [duas primeiras (0,3%) e demais (0,2%)]; T4 = aplicação foliar de Ca e B solúveis em água + aminoácidos livres + extrato de algas, e T5 = aplicação foliar de Ca e B solúveis + L aminoácidos glicina e betaína. Os resultados demonstraram que há evidências dos teores foliares de fósforo (P), ferro (Fe) e zinco (Zn) terem influenciado no desenvolvimento de frutos estenoespermocárpicos, associado às condições de temperatura elevada e baixa umidade relativa do ar no período de florescimento da cultura. A incidência de frutos acometidos pela estenoespermocarpia atinge 90% dos frutos, com estimativa de perda de produtividade de 28,81 t ha^{-1} da mangueira cv. Palmer.

Palavras-chave: Nutrição mineral, Desordem fisiológica, *Mangifera indica* L.

ABSTRACT

The São Francisco River Valley is responsible for 85% of the Brazilian exports of fresh mango. The incidence of stenospermocarpy in the 'Palmer' cultivar has resulted in fruits with no commercial value, which directly affects fruit yield. Boron (B), in some cases, has been related to the development of physiological disorders, being one of the nutrients that most affect fruit quality. In this sense, the experiment was carried out with the objective of evaluating the yield loss potential of the mango cv. Palmer due to stenospermocarpy, its relation with the nutritional status of the plant and yield as a function of fertilization with B. The study was carried out in two experimental areas, one in the second half of 2016 composed by plants with 3 years age and another in the first half of 2017 composed by plants with 5 years age. The experimental design was randomized blocks with five treatments, four replications and four plants per plot, considering the two central plants as a useful area. The treatments consisted of: T1 = no fertilization (absolute control); T2 = Foliar application of water-soluble Calcium (Ca) and Boron (B) + L-α-amino acids; T3 = two fertilizations with 50 g plant^{-1} of H_3BO_3 + five sprays with H_3BO_3 [first two (0.3%) and the others (0.2%)]; T4 = foliar application of water-soluble Ca and B + free amino acids + algae extract and T5 = foliar application of water-soluble Ca and B + L amino acids glycine and betaine. The results showed that there is evidence that leaf contents of phosphorus (P), iron (Fe) and zinc (Zn) have influenced the development of stenospermocarpic fruits, associated with the conditions of high temperature and low relative humidity in the crop flowering period. The incidence of fruits affected by stenospermocarpy reaches 90%, with an estimated yield loss of 28.81 t ha^{-1} for the mango cv. Palmer.

Keywords: Mineral nutrition, Physiological disorder, *Mangifera indica* L.

1. INTRODUÇÃO

A mangueira é uma cultura de clima tropical de grande importância econômica e social, envolvendo anualmente um grande volume de negócios no mercado interno e externo, se destacando nacionalmente no ano de 2016 entre outras frutíferas, ocupando o segundo lugar em volume de exportação, sendo o Nordeste a principal região produtora, especialmente o Vale do São Francisco que se evidencia com grande potencial na mangicultura (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2017).

Dentre as cultivares de mangueiracom expressão comercial no Brasil, a Palmer tem se destacado por ser uma variedade tardia, com boa aceitação no mercado interno, pelo potencial para exportação e boa capacidade de conservação, podendo ser armazenada até 28 dias sob baixa temperatura (12,8 °C) e atmosfera controlada (1 a 10 % de oxigênio) (TEIXEIRA et al., 2011). Apesar das condições edafoclimáticas satisfatórias e disponibilidade de tecnologias no Vale do São Francisco para o cultivo, tem sido observada para essa cultivar a incidência de frutos pequenos, sem sementes e com formato diferenciado, vulgarmente chamado de “manguita” ou “castanha”, o que caracteriza o fenômeno da estenoespermocarpia (BARBOSA et al., 2016).

A estenoespermocarpia ocorre em algumas espécies vegetais onde há a formação de frutos sem sementes devido ao aborto embrionário após a fertilização do óvulo (HUANG et al., 2010). Na mangueira cultivar Palmer, os frutos acometidos pela desordem fisiológica com estenoespermocarpia não são comercializáveis, refletindo diretamente no rendimento da cultura. Em algumas cultivares de mangueira, a ocorrência da estenoespermocarpia está relacionada à exposição a baixas temperaturas (SUKHVIBUL et al., 2000) e também a temperaturas elevadas (NÚNEZ-ELISEA; DAVENPORT, 1983) no período de polinização e início de formação de frutos.

Na cultivar Palmer, o fator causal ainda é desconhecido, contudo, há evidências de que esta desordem fisiológica esteja associada à nutrição de boro (B) (BARBOSA et al. 2016), por ser um nutriente importante na polinização, formação dos frutos e absorção e uso de Ca pelas plantas (SARAN; KUMAR, 2011). Além disso, o B é um dos nutrientes que mais afeta a produtividade e qualidade dos frutos (GALLI et al., 2012), desempenhando função estrutural tanto na manutenção da integridade da parede celular como na membrana plasmática, na fertilização e é responsável pela ativação de enzimas, síntese proteica e atividade fotossintética (GUPTA et al., 2016). Adicionalmente, o uso de nutrientes, como o B e Ca, associados a aminoácidos durante o florescimento da cultura, tem favorecido a produtividade e retenção de frutos de mangueira (KHATTAB et al., 2016).

Sendo assim, pesquisas são necessárias a fim compreender a causa da estenoespermocarpia em mangueira, considerando a complexidade de eventos que envolvem o desenvolvimento do fruto e a grande importância socioeconômica da mangicultura na região do Vale do São Francisco e no Brasil.

Nesse sentido, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o potencial de perda de produtividade de mangueira cv. Palmer pela estenoespermocarpia, sua relação com o estado nutricional da planta e a produtividade em função da fertilização com B.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Caracterização da área experimental

O experimento foi realizado em pomares comerciais de mangueira da variedade Palmer, localizados no município de Petrolina-PE, com coordenadas geográficas latitude 9°23’39″S e longitude 40°30’35’’ W, com altitude de 380 m. A primeira área experimental, corresponde ao pomar de mangueira com período de floração no segundo semestre do ano de 2016 composto por plantas com 3 anos de idade, e a segunda área corresponde ao pomar de mangueira com período de floração no primeiro semestre do ano de 2017 composto por plantas com 5 anos de idade sobrenxertadas, ambas referente à primeira safra de produção. Os espaçamentos de plantio utilizados foram 8,0 m x 3,0 me 8,0 m x 5,0 m para a primeira e segunda área experimental, respectivamente, sendo irrigadas pelo sistema localizado de gotejamento. Segundo a classificação de Koppen, o clima da região é tropical semiárido do tipo Bswh’, com precipitação inferior a 500 mm concentrada em três a quatro meses do ano.

Os experimentos foram conduzidos entre os meses de novembro de 2016 a março de 2017 e março a agosto de 2017 na primeira e segunda área experimental, respectivamente. Os dados climáticos diários referentes ao período de florescimento dos pomares de mangueira, correspondente a temperatura, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica foram registrados em estação meteorológica automática instalada no *Campus* Ciências Agrárias da UNIVASF (Figura 1).

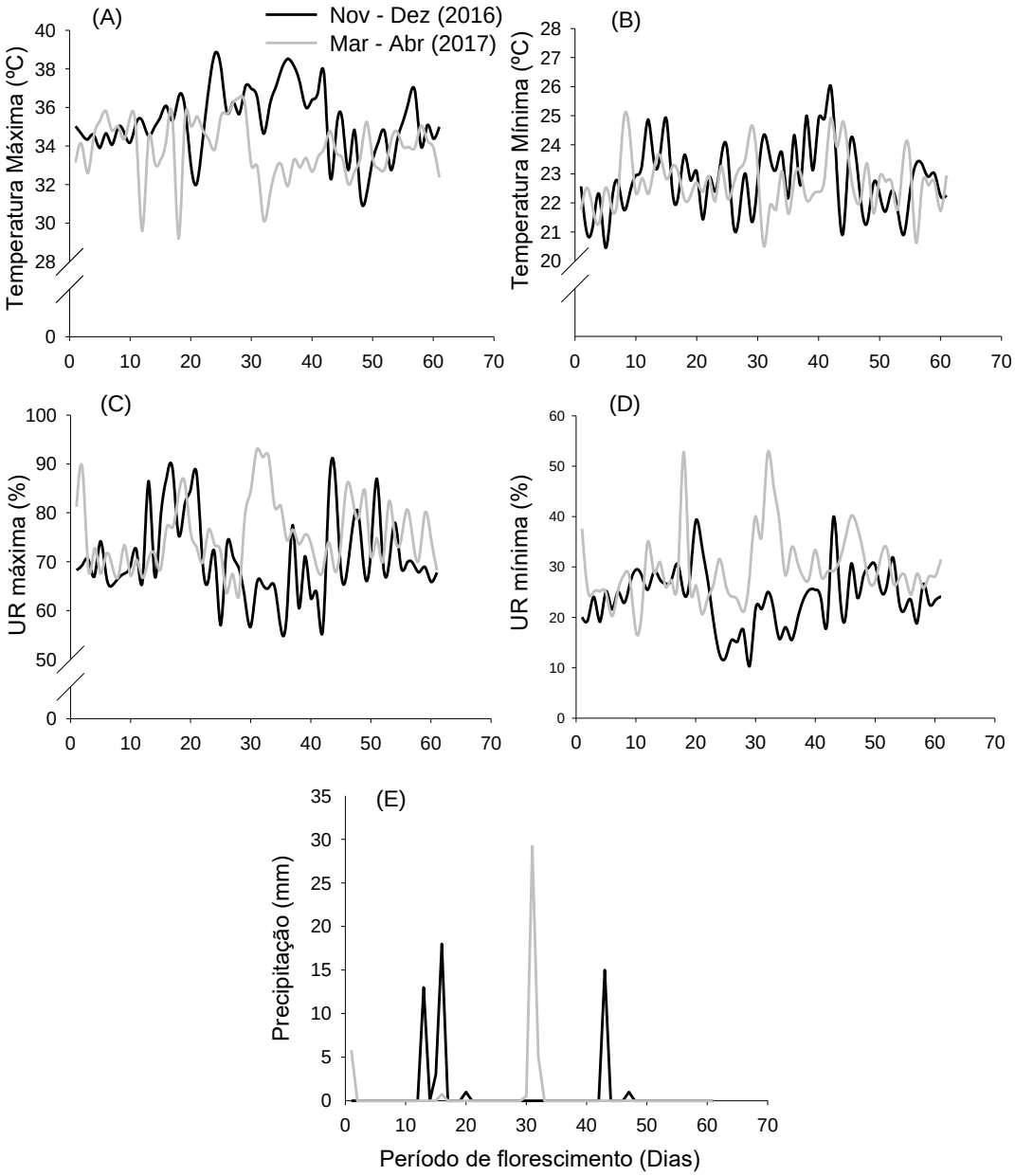

Figura 1. Temperatura máxima (A), temperatura mínima (B), umidade relativa do ar máxima (C), umidade relativa do ar mínima (D) e precipitação (E) registrada nos dois meses iniciais dos experimentos, referentes ao período de florescimento dos pomares de mangueira.

Antes da instalação do experimento foram coletadas amostras de solo na camada de 0-20 e 20-40 cm de profundidade, retirando-se 20 amostras simples para obtenção de uma amostra composta. As amostras de solo foram secas ao ar, destorroadas, homogeneizadas e passadas em peneira de malha de 2,0 mm para obtenção da terra seca fina ao ar (TFSA). Para caracterização química foram determinados os valores de

condutividade elétrica no extrato da pasta de saturação (CEes), pH (H_2O), acidez potencial (H+Al), acidez trocável (Al^{3+}) e teor de matéria orgânica do solo, conforme metodologia proposta por Silva (2009) (Tabela 1). Foram determinados também os teores de potássio (K^+), sódio (Na^+), cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), fósforo (P), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn). Assim, foram calculados a CTC e a saturação por bases (V %), segundo metodologia proposta por Silva (2009). Além disso, foi determinado também o teor de boro (B) (ABREU et al., 1994). As análises físicas consistiram em textura, determinada pelo método da pipeta, e densidade do solo (Ds), pelo método do anel volumétrico (EMBRAPA, 1997) (Tabela 1).

Tabela 1. Atributos químicos e físicos do solo nas camadas de 0-20 e 20-40 cm de profundidade antes da instalação do experimento.

Atributos	2º semestre/2016		1º semestre/2017	
	0- 20 cm	20-40 cm	0-20 cm	20-40 cm
pH (água)	6,46	5,72	7,62	7,32
CEes (dS m^{-1})	0,31	0,25	1,34	0,86
Ca^{2+} ($cmol_c$ dm^{-3})	2,28	1,77	3,33	1,98
Mg^{2+} ($cmol_c$ dm^{-3})	3,64	3,51	3,72	3,45
Al^{3+} ($cmol_c$ dm^{-3})	0,16	0,09	0,00	0,00
K^+ ($cmol_c$ dm^{-3})	0,14	0,21	0,36	0,13
Na^+ ($cmol_c$ dm^{-3})	0,04	0,04	1,01	0,53
P (mg dm^{-3})	46,06	75,20	162,19	53,36
B (mg dm^{-3})	0,29	0,32	0,54	0,42
H+Al ($cmol_c$ dm^{-3})	2,00	2,43	0,71	1,24
$CTC_{pH7,0}$ ($cmol_c$ dm^{-3})	8,10	7,96	9,13	7,33
SB ($cmol_c$ dm^{-3})	6,10	5,53	8,42	6,09
V (%)	75,31	69,47	92,22	83,08
MO (dag kg^{-1})	0,66	0,67	2,38	1,14
Mn (mg dm^{-3})	20,00	19,43	61,59	21,71
Zn (mg dm^{-3})	34,82	4,79	37,52	8,13
Fe (mg dm^{-3})	20,34	18,53	24,33	27,89
Ds (g cm^{-3})	1,48	1,57	1,28	1,55
Areia (dag kg^{-1})	88,27	85,24	90,00	89,56
Silte (dag kg^{-1})	4,57	5,10	3,53	2,44
Argila (dag kg^{-1})	7,17	9,67	6,47	8,00

Para caracterização inicial do estado nutricional do pomar, foram coletadas amostras de folhas antes da instalação do experimento (pré-floração), em todos os quadrantes da planta, a uma altura mediana na copa, no penúltimo lançamento dos ramos (SILVA, 2009). Em seguida, foi feita a extração dos elementos químicos das amostras pelo método da digestão seca, e nos extratos foram determinados: boro (B), sódio (Na), potássio (K), fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn), seguindo as recomendações de Silva (2009). O nitrogênio foi determinado pelo método Kjeldahl nos extratos da mineralização sulfúrica (SILVA, 2009) (Tabela 2).

Tabela 2. Teores de macro e micronutrientes foliares da mangueira cv. Palmer antes da instalação do experimento e valores de referência[1/] para a cultura da mangueira. Petrolina-PE.

	N	P	Ca	Mg	K	B	Fe	Mn	Zn
	g kg^{-1}					mg kg^{-1}			
2º semestre	4,62	0,78	24,96	1,98	3,60	56,71	36,31	197,90	13,99
1º Semestre	4,06	0,75	18,49	2,58	2,85	55,03	28,48	222,31	12,43
[1/]Quaggio (1996)	12-14	0,8-1,6	20-35	2,5-5	5-10	50-100	50-200	50-100	20-40

2.2. Tratamentos e delineamento experimental

O experimento foi instalado em blocos ao acaso, com cinco tratamentos e quatro repetições com quatro plantas cada, sendo a área últil composta pelas duas plantas centrais. Os tratamentos consistiram em:T1 = sem fertilização (testemunha absoluta); T2 = Aplicação foliar de Ca e B solúveis em água + L-α- aminoácidos (Kamab-26®);T3 = duas fertirrigações com 50 g $planta^{-1}$ de H_3BO_3 + cinco pulverizações com H_3BO_3 [duas primeiras (0,3%) e demais (0,2%)], conforme recomendado por Barbosa et al. (2016); T4 = aplicação foliar de Ca e B solúveis em água + aminoácidos livres + extrato de algas (Energy e Alga+), e T5 = aplicação foliar de Ca e B solúveis + L aminoácidos glicina e betaína (Glibor-Ca e Sprintalga).

Os produtos comeciais utilizados são classificados como fertilizantes foliares, apresentando as seguintes composições: Kamab-26®= 10 % Ca, 0,1 % B, 2 % Mg, 5 % K, 10% N, 0,35 % aminoácidos livres; Energy = 8 % Ca e 2 % B; Alga + = 8 % carbono orgânico total (COT), 10 % N, 1 % Mn, 0,5 % Zn, aminoácidos, extrato de algas, substâncias húmicas e lignosulfonato; Glibor-Ca = 8,6 % Ca, 3 % B, 12,1 % agente complexante MEA; Sprintalga = 10 % N total, 5 % N orgânico, 1,2 % N nítrico, 1,3 % N amoniacal, 2,5 % N amídico, 15 % Mo e 1,8 % COT. As quantidades de Ca e B aplicadas nos tratamentos foram: T2 = 51,84 e 0,52 g; T3: 0 e 114,92 g; T4: 29,95 e 7,49 g; T5: 34,67 e 12,1 g, respectivamente.

As fertilizações dos tratamentos T2 a T5 foram parceladas em 3 aplicações, sendo na pré-florada, início da florada e florada plena. No T3, além das aplicações anteriormente citadas, foram realizadas duas fertirrigações [50 g $planta^{-1}$ de H_3BO_3] e mais duas aplicações foliares, conforme recomendado por Barbosa et al. (2016). A definição dos tratamentos foi feita considerando as demandas e alterações fisiológicas que ocorrem durante o florescimento e retenção (pegamento) de frutos da mangueira, conforme Genú e Pinto (2002) e Ramírez e Davenport (2010).

2.3. Manejo da cultura

As plantas foram submetidas às práticas culturais recomendadas para a cultura da mangueira nas condições regionais de cultivo, seguindo as normas técnicas da Produção Integrada de Manga, definidas por Lopes et al. (2003). Para o manejo da indução floral nos pomares, foi realizado um conjunto de práticas que envolvem poda, com o corte dos ramos sempre acima do internódio, visando sincronizar a emissão de novos fluxos vegetativos; uso de regulador vegetal (Paclobutrazol-PBZ), sendo aplicado no solo após a emissão do segundo fluxo vegetativo, em sulco, na concentração de 3,75 g de ingrediente ativo por metro linear para inibir a biossíntese das giberelinas e, assim, ocasionar a paralisação do crescimento vegetativo; redução da lâmina de irrigação por aproximadamente um mês, visando o estresse hídrico das plantas, sendo retomada gradativamente com o início da floração; maturação do ramo, com aplicações semanais, durante um mês, de sulfato de potássio (3,5 %) para auxiliar a maturação dos ramos melhorando a fertilidade das gemas e acúmulo de reservas nas folhas; e a indução de ruptura de gema, em que foi feito desponte dos ramos, cortando a ponta do ramo com uma tesoura de poda, aproximadamente 5 cm abaixo do seu ápice, seguida de cinco aplicações de nitrato de potássio e cálcio na dosagem de 5 %, realizadas semanalmente, iniciando após 90 dias do PBZ das plantas.

As adubações de produção foram realizadas com base na análise do solo e demanda da cultura, aplicando-se via fertirrigação fosfato monoamônico, sulfato de magnésio e sulfato de potássio.

2.4. Coletas dos dados e análise estatística

Após a ocorrência da queda fisiológica, os frutos que apresentaram desordem fisiológica vulgarmente conhecida como “manguita” ou “castanha” foram retirados das plantas e contados para determinação do número de frutos com desordem por planta. A desordem fisiológica é caracterizada por apresentar frutos pequenos, sem sementes e com formato diferenciado (Figura 2).

Figura 2. Fruto de mangueira cv. Palmer acometido com desordem fisiológica “manguita”.

Visando determinar o estado nutricional das plantas na fase logo após o florescimento, a fim de avaliar o efeito dos tratamentos aplicados, a amostragem foliar foi realizada para determinação dos teores de B, K, P, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn e N, seguindo as recomendações de Silva (2009).

Adicionalmente, a partir dos teores foliares de nutrientes, foi calculado o “Desvio do Percentual Ótimo (DOP)” proposto por Montanéz et al. (1995), que permite avaliar o estado nutricional da planta como percentagem do teor de determinado nutriente na amostra de interesse em relação ao padrão (nível crítico). O índice DOP é obtido através da seguinte equação: $DOP = \left[\frac{(TX\ 100)}{Ncr} - \ 100\right]$, onde, T é o teor do nutriente na folha e Ncr é o nível crítico estabelecido na literatura. Quanto maior o valor absoluto do índice, maior a severidade da deficiência (-) ou excesso (+).

Para determinação de produtividade, a colheita foi realizada priorizando os frutos no estádio de maturação II, usualmente utilizado para exportação, caracterizado pela coloração da polpa creme amarela (Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura, 2004). A colheita foi realizada manualmente nos meses de março e agosto de 2017, nos pomares de mangueira do segundo e primeiro semestre, respectivamente, para quantificação de massa de frutos (g); número de frutos por planta; produtividade, pela multiplicação da produção de frutos por planta pelo número de plantas por hectare (t ha^{-1}); e porcentagem de frutos com desordem fisiológica em função do número total de frutos

(número de frutos com desordem fisiológica por planta x 100/número total de frutos colhidos).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância para diagnóstico dos efeitos significativos entre as médias dos tratamentos e, para as variáveis que apresentaram diferença estatística foi aplicado o teste de Tukey a 5 % probabilidade. Adicionalmente, foi feita análise de correlação simples entre os teores de nutrientes foliares, porcentagem de “manguitas” e produtividade da mangueira. Todas as análises foram realizadas no programa estatístico ASSISTAT (SILVA; AZEVEDO, 2009).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito dos tratamentos apenas nos teores de P, K e B foliares no pomar de mangueira do segundo semestre de 2016 (Tabela 3). Verifica-se ainda diferença significativa ($p<0,01$) entre os tratamentos para os teores de P, B e Fe foliares no pomar de mangueira do primeiro semestre de 2017 (Tabela 3).

O teor de P foliar foi significativamente influenciado pelos tratamentos nas duas áreas de mangueira avaliadas, sendo observados os maiores valores para a aplicação foliar de cálcio e boro solúveis em água + aminoácidos livres + extrato de algas (T4) e para a aplicação foliar de cálcio e boro solúveis + L aminoácidos glicina e betaína (T5) quando comparado ao T1 (testemunha absoluta) (Tabela 3). Na área de mangueira do segundo semestre de 2016, os tratamentos 4 e 5 apresentaram uma superioridade de 67 e 56 % no teor de P foliar, respectivamente, em relação à testemunha (T1). Enquanto que na área de mangueira do primeiro semestre de 2017 os tratamentos 4 e 5 apresentaram uma superioridade de 64,7 e 76,5 % no teor de P foliar, respectivamente, em relação à testemunha (T1). Os teores de P do presente trabalho (0,09 a 0,30 g kg^{-1}) estão abaixo da faixa considerada adequada para a cultura da mangueira (0,8 a 1,6 g kg^{-1}) (QUAGGIO, 1996).

Dromantiene et al. (2013) relatam que o uso de aminoácidos associado a fertilizantes exerce efeito quelatizante com nutrientes minerais, formando quelatos orgânicos otimizando a absorção e transporte destes para o interior da planta. Além disso, o extrato de algas tem função bioestimulante, favorecendo no uso eficiente de água pela planta e absorção de nutrientes (SPANN; LITTLE, 2011).

Tabela 3. Teores de macro e micronutrientes foliares em mangueira cv. Palmer em diferentes períodos de produção (2° semestre de 2016 e 1° semestre de 2017) em função da fertilização com boro. Petrolina-PE.

Fonte de Variação	N	P	K	Ca	Mg	B	Zn	Fe	Mn
	---------- g kg^{-1} ----------					---------- mg kg^{-1} ----------			
					2º Semestre de 2016				
$F_{tratamento}$	2,30 ^{ns}	15,67 **	8,95 **	1,38 ^{ns}	3,35 ^{ns}	14,89 **	0,52 ^{ns}	0,62 ^{ns}	0,48^{ns}
T1	1,97 a	0,09 d	3,90 a	28,08 a	1,82 a	60,22 b	9,69 a	33,71 a	228,47 a
T2	2,81 a	0,10 cd	1,64 b	25,26 a	1,18 a	58,19 b	9,10 a	32,02 a	219,42 a
T3	2,80 a	0,12 bc	1,01 b	26,55 a	1,78 a	186,52 a	6,87 a	38,87 a	220,59 a
T4	2,90 a	0,15 a	1,98 b	23,17 a	1,36 a	55,03 b	9,73 a	47,51 a	201,10 a
T5	2,82 a	0,14 ab	5,45 a	22,73 a	2,01 a	63,16 b	9,48 a	50,14 a	243,73 a
DMS	1,15	0,03	1,91	8,68	0,85	66,66	7,52	28,97	100,25
CV (%)	19,16	11,45	30,26	15,29	23,12	34,93	37,17	33,63	19,97
					1º Semestre de 2017				
$F_{tratamento}$	0,22^{ns}	0,01 **	0,20^{ns}	0,16^{ns}	0,06^{ns}	0,002**	0,05^{ns}	0,004**	0,73^{ns}
T1	2,50 a	0,17 b	8,17 a	11,27 a	2,07 a	49,38 b	17,06 a	49,58 a	249,68 a
T2	2,42 a	0,22 ab	9,87 a	9,62 a	1,59 a	42,84 b	14,26 a	30,06 b	223,66 a
T3	2,69 a	0,25 ab	8,87 a	7,74 a	1,53 a	228,96 a	10,53 a	30,85 b	237,46 a
T4	2,83 a	0,28 a	5,54 a	6,82 a	1,22 a	44,89 b	15,64 a	17,51 b	239,46 a
T5	2,41 a	0,30 a	4,71 a	7,94 a	1,49 a	49,84 b	8,68 a	22,45 b	192,00 a
DMS	0,65	0,09	7,15	5,64	0,80	37,41	8,78	15,93	140,85
CV (%)	11,23	16,23	40,73	28,85	22,48	19,95	29,43	23,49	27,35

^{ns}: não significativo; * e **: significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente. T1 = sem fertilização; T2 = Aplicação foliar de cálcio e boro solúveis em água + L-α-aminoácidos; T3 = duas fertilizações com 50 g $planta^{-1}$ de H_3BO_3 + cinco pulverizações com H_3BO_3 [duas primeiras (0,3 %) e demais (0,2 %)]; T4 = aplicação foliar de cálcio e boro solúveis em água + aminoácidos livres + extrato de algas; T5 = aplicação foliar de cálcio e boro solúveis + L aminoácidos glicina e betaína. Média seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5 e 1 % de probabilidade.

A aplicação foliar de cálcio e boro solúveis + L aminoácidos glicina e betaína (T5) resultou no maior teor de K foliar em relação aos tratamentos T2, T3 e T4 no segundo semestre de 2016, sendo observada uma superioridade de 439,6 % em relação às plantas fertilizadas com ácido bórico (T3) (Tabela 3). Os teores de K foliares para todos os tratamentos, exceto o T5, estão abaixo do considerado adequado para cultura da mangueira (5 a 10 g kg^{-1}) (QUAGGIO, 1996) no pomar do segundo semestre de 2016. Resultado semelhante foi observado para o T5 no primeiro semestre de 2017. Carneiro et al. (2017), em estudo realizado no Vale do Submédio São Francisco, observaram para mangueira cv. Tommy Atkins teores foliares adequado de K, de 6,97 e 7,10 g kg^{-1} com aplicação de diferentes fontes de K, sendo cloreto de potássio e sulfato de potássio, respectivamente. De acordo com Gupta et al. (2016), o K juntamente com B desempenham importante papel no aumento das atividades fisiológicas em mangueira, além de ser importante para o funcionamento da membrana celular, transporte de assimilados e nutrientes.

Para o teor de B foliar foi verificado um incremento médio de 215 e 390 % nos pomares de mangueira do segundo semestre de 2016 e primeiro semestre de 2017, respectivamente, com a fertilização com ácido bórico (T3) em relação aos demais tratamentos, os quais não apresentaram diferenças entre si (Tabela 3). Isso se deve ao fato do maior aproveitamento do nutriente pela mangueira, além do maior aporte desse nutriente no tratamento com ácido bórico (T3). Com exceção ao tratamento T3, que esteve acima do adequado, os teores de B foliares dos demais tratamentos no segundo semestre de 2016 estão na faixa considerada adequada para a cultura da mangueira (50 a 100 mg kg^{-1}) (QUAGGIO, 1996). Para o primeiro semestre de 2017, com exceção do tratamento T3, os demais tratamentos apresentaram teores de B foliares abaixo do adequado. Ressalta-se que, embora o teor de B foliar no T3 tenha sido acima do limite considerado adequado para a cultura da mangueira, não foi observado sintomas de toxidez por B nas plantas. Resultado semelhante foi encontrado por Barbosa et al. (2016), onde constataram elevados teores de B foliar com manejo de ácido bórico na cultura da mangueira e não verificaram sintomas de toxidez nas plantas.

Os teores de Zn e Fe nos pomares de mangueira do segundo semestre de 2016 e primeiro semestre de 2017 apresentaram, de maneira geral, valores abaixo da faixa considerada adequada para a cultura da mangueira (20 a 40 e 50 a 200 mg kg^{-1}, respectivamente), enquanto que os teores de Mn estavam acima do adequado (50 a 100

mg kg^{-1}) (QUAGGIO, 1996) (Tabela 3). Os micronutrientes são requeridos em menores quantidades pelas plantas, no entanto, seus efeitos são tão importantes quanto os macronutrientes, desta forma a ausência ou excesso destes, podem afetar o balanço nutricional da planta (AULAR; NATALE, 2013).

A partir dos valores do índice do "Desvio do Percentual Ótimo (DOP)" foi possível diagnosticar desequilíbrio dos nutrientes avaliados em relação ao seu nível crítico, em que se destaca na ordem decrescente de limitação por deficiência os nutrientes P, N e Zn no pomar do segundo semestre de 2016, e N, P e Ca no pomar do primeiro semestre de 2017 (Tabela 4).

Tabela 4. Desvio do Percentual Ótimo (DOP) dos teores de nutrientes foliares de mangueira cv. Palmer em função da fertilização com boro. Petrolina –PE.

Fator de Variação	DOP_N	DOP_P	DOP_K	DOP_{Ca}	DOP_{Mg}	DOP_B	DOP_{Zn}	DOP_{Fe}	DOP_{Mn}
	2º Semestre de 2016								
T1	-83,6	-88,7	-22,0	40,4	-27,2	20,4	-51,5	-32,6	356,9
T2	-76,6	-87,5	-67,2	26,3	-52,8	16,4	-54,5	-35,9	338,8
T3	-76,7	-85,0	-79,8	32,7	-28,8	273,0	-65,6	-22,3	341,2
T4	-75,8	-81,2	-60,4	15,8	-45,6	10,6	-51,3	-4,9	302,2
T5	-76,5	-82,5	-3,2	13,6	-19,6	26,3	-52,6	0,3	387,5
Média	-77,84	-84,98	-46,52	25,76	-34,8	69,34	-55,1	-19,08	345,32
	1º Semestre de 2017								
T1	-79,2	-78,7	63,4	-43,6	-17,2	-1,2	-14,7	-0,8	399,4
T2	-79,8	-72,5	97,4	-51,9	-36,4	-14,3	-28,7	-39,8	347,3
T3	-77,6	-68,7	77,4	-61,3	-38,8	357,9	-47,3	-38,3	374,9
T4	-76,4	-65,0	10,8	-65,9	-51,2	-10,2	-21,8	-64,9	378,9
T5	-79,9	-62,5	-5,8	-60,3	-40,4	-0,3	-56,6	-55,1	284,0
Média	-78,58	-69,48	48,64	-56,6	-36,8	66,38	-33,82	-39,78	356,9

T1 = sem fertilização; T2 = Aplicação foliar de cálcio e boro solúveis em água + L-α-aminoácidos; T3 = duas fertilizações com 50 g $planta^{-1}$ de H_3BO_3 + cinco pulverizações com H_3BO_3 [duas primeiras (0,3 %) e demais (0,2 %)]; T4 = aplicação foliar de cálcio e boro solúveis em água + aminoácidos livres + extrato de algas; T5 = aplicação foliar de cálcio e boro solúveis + L aminoácidos glicina e betaína.

O número de "manguitas" não foi influenciado pelos tratamentos no segundo semestre de 2016 e primeiro semestre de 2017 (Figura 3A). No entanto, o pomar de mangueira do segundo semestre de 2016 apresentou, em média, 103,2 "manguitas" por planta, o que corresponde a uma perda média de 87,3% de frutos por planta, dessa forma, estimando uma redução na produtividade de 28,81 t ha^{-1}, considerando a massa média de fruto de 670 gramas (massa de fruto média obtida a partir dos frutos na colheita). Já no

primeiro semestre de 2017, foi observado menor número de “manguitas” por planta, com uma média de 3,8 frutos por planta, correspondendo a 7% de perda de frutos por planta. Assim, percebe-se o efeito expressivo da estenoespermocapia na produtividade da mangueira, quando considerado a produtividade média nacional de 16 t ha^{-1} e a produtividade média do Vale do Submédio São Francisco de 20 t ha^{-1} (IBGE, 2016).

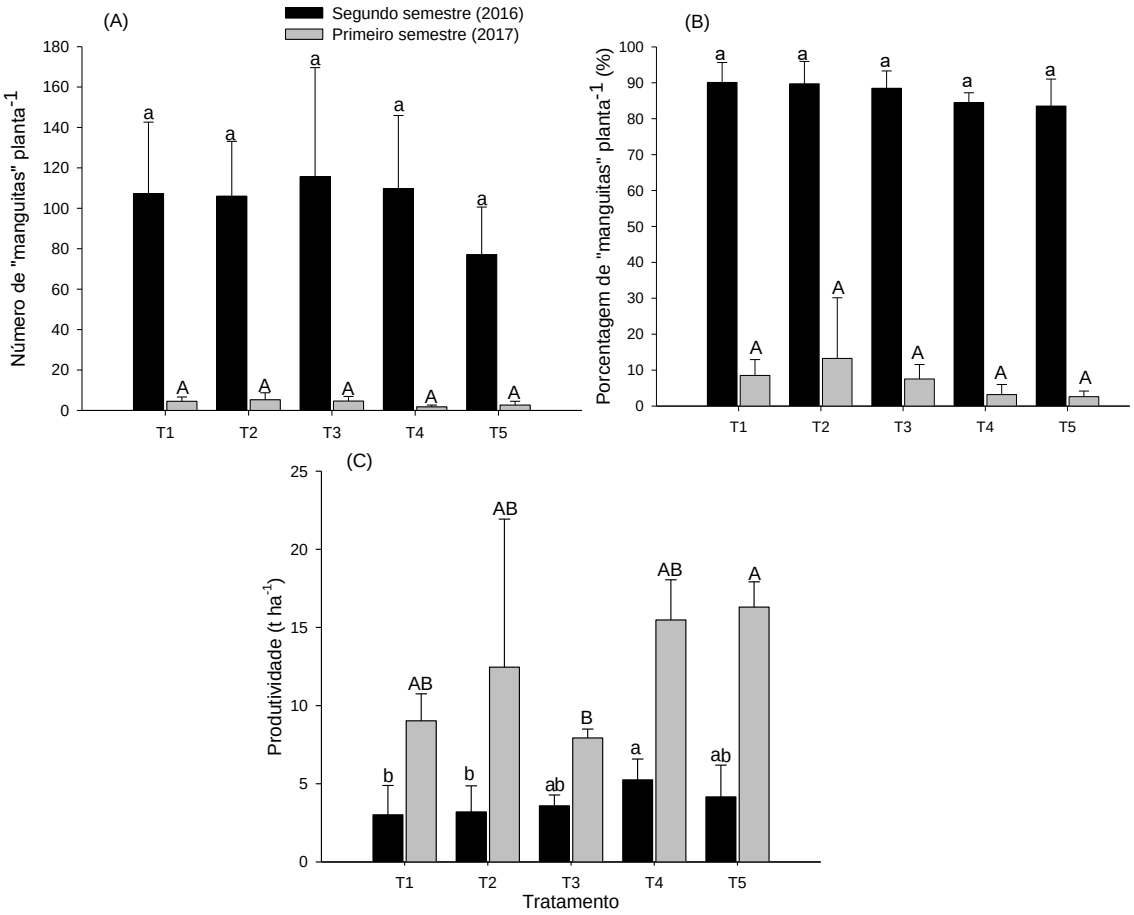

Figura 3. Número de “manguitas” por planta [1º e 2º semestre: CV= 31,22 e 58,39 %; DMS= 72,62 e 4,95, respectivamente](A), porcentagem de “manguitas” por planta [1º e 2º semestre: CV= 6,77 e 107 %; DMS= 13,37 e 16,95, respectivamente](B) e produtividade [1º e 2º semestre: CV= 23,34 e 36,63 %; DMS= 1,76 e 8,63, respectivamente] (C) da mangueira cv. Palmer do segundo semestre de 2016 e primeiro semestre de 2017 em função da fertilização com boro. T1 = sem fertilização; T2 = Aplicação foliar de cálcio e boro solúveis em água + L-α-aminoácidos; T3 = duas fertilizações com 50 g $planta^{-1}$ de H_3BO_3 + cinco pulverizações com H_3BO_3 [duas primeiras (0,3 %) e demais (0,2 %)]; T4 = aplicação foliar de cálcio e boro solúveis em água + aminoácidos livres + extrato

de algas; T5 = aplicação foliar de cálcio e boro solúveis + L aminoácidos glicina e betaína. Barras com mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p<0,1$), na mesma época.

Possivelmente, o fato das plantas terem apresentadas o período de floração no segundo semestre do ano de 2016, onde as temperaturas foram mais elevadas e a umidade relativa do ar mais baixa, chegando a 38,8 °C e 10,3%, respectivamente (Figura 1), contribuiu para a elevada ocorrência de “manguitas”. Por outro lado, para as plantas que apresentaram o período de florescimento no primeiro semestre de 2017, as quais apresentaram menor número de frutos acometidos pela estenoespermocapia, a temperatura máxima e umidade relativa do ar mínima registrada foi de 36,5 °C e 17,3%, respectivamente.

Sthapit et al. (2012) citam que, se durante o período de floração da mangueira houver exposição a aumentos abruptos na temperatura durante o dia ou baixas temperaturas a noite, pode resultar no desenvolvimento de frutos estenoespermocárpicos. Este fenômeno é caracterizado pela formação de frutos sem sementes em razão da degeneração da semente ou aborto embrionário após a fertilização do óvulo (REVERS et al., 2006). De acordo com Huang et al. (2010), a fertilização do óvulo é dependente da germinação do grão de pólen e do desenvolvimento de tubo polínico, em que baixas taxas de germinação do grão de pólen podem afetar no desenvolvimento normal do fruto devido a degradação do óvulo antes do alcance do tubo polínico no ovário.

Sukhvibul et al. (2000) observaram que, a faixa de temperatura ideal para germinação do pólen e crescimento do tubo polínico *in vitro* de quatro cultivares de manga (Kensington, Nam Dok Mai, Irwin e Sensation) na Austrália, variou entre 15 e 25 °C e 20 e 25 °C, respectivamente. Observaram ainda que a temperatura elevada (30 °C) reduziu a germinação do grão de pólen e crescimento do tubo polínico de todas as cultivares. Além disso, a duração da exposição a uma temperatura limite pareceu ter mais influência que a exposição a uma temperatura constante. Neste sentido, Ayerza e Coates (2004) relatam que, a cultura da oliveira cv. Manzanillo quando cultivada sob condições quentes, resulta em baixa produção pela ocorrência de frutos sem sementes, o que pode estar associado ao lento desenvolvimento do pólen, resultando em pouca ou nenhuma fertilização.

Para mangueira, a temperatura ótima é em torno de 24-27 °C (DAVENPORT, 2009), podendo tolerar temperaturas mais elevadas, contudo, cessa seu crescimento com

temperatura igual ou maior que 42 ºC, sendo a fase de antese (abertura floral), polinização e fertilização o período mais crítico apresentando alta sensibilidade a condições estressantes de clima, tais como chuva, umidade, temperatura, luz, vento e fornecimento de água (STHAPIT et al., 2012). Estes mesmos autores, afirmam que tais condições podem reduzir a polinização, germinação do grão de pólen, crescimento do tubo polínico e ocasionar aborto embrionário, resultando em desordens fisiológicas, tais como a estenoespermocarpia.

A porcentagem de “manguita” por planta também não diferiu entre os tratamentos aplicados nas duas áreas de mangueiras avaliadas (Figura 3B). No segundo semestre de 2016, a porcentagem de “manguita” por planta variou de 83,5 a 90,1 %, sendo bem superior aos valores observados no primeiro semestre de 2017, que variou de 2,6 a 13,2 %. Lobo e Sidhu (2017) citam também outras desordens fisiológicas em mangueira que estão relacionadas à baixa produtividade e perdas econômicas dos cultivos como, “ponta preta”, “queda de frutas”, “mal formação da manga”, “descoloração de lenticelas”, e “nariz mole”, podendo atingir cerca de 50 % dos frutos (SHIVASHANKAR, 2014). Geralmente, essas desordens fisiológicas quando não tornam o fruto não comercializável, reduzem a qualidade, refletindo negativamente no crescimento de exportação da fruta, uma vez que há uma exigência por frutos de qualidade pelo mercado importador (SHIVASHANKAR, 2014).

Houve efeito dos tratamentos na produtividade da mangueira nas duas épocas avaliadas, onde, no segundo semestre de 2016, a aplicação foliar de cálcio e boro solúveis em água + aminoácidos livres + extrato de algas (T4) promoveu maior produtividade (5,25 t ha^{-1}) não diferindo da aplicação foliar de cálcio e boro solúveis + L aminoácidos glicina e betaína (T5) e do manejo com ácido bórico (T3), com médias de (4,16 t ha^{-1}) e (3,59 t ha^{-1}), respectivamente (Figura 3C). Enquanto que no primerio semestre de 2017, o T5 promeveu maior produtividade (16,30 t ha^{-1}) não diferindo dos demais tramentos, exceto o T3, o qual apresentou menor produtividade (7,93 t ha^{-1}). Assim, a fertilização de micronutrientes associada com extratos de algas e aminoácidos contribuiu para aumento da produtividade da mangueira. De acordo com Fernandes e Silva (2011), o uso de extratos de algas promove maior resistência das plantas ao estresse, e favorece no crescimento e frutificação, principalmente pela concentração considerável de auxinas, giberelinas e citocininas. Adicionalmente, a fertilização foliar com produtos a base de aminoácidos pode

ser uma boa alternativa para incremento na produção, visto que otimizao uso e absorção de nutrientes pelas plantas (MARQUES et al., 2016).

Embora tenha constatado diferença na produtividade da mangueira em função dos tratamentos aplicados, os valores médios obtidos no segundo semestre de 2016 (3,01 a 5,25 t ha^{-1}) e primeiro semestre de 2017 (7,93 a 16,30 t ha^{-1}) estão abaixo da média da região do Vale do São Francisco (20 t ha^{-1}). No segundo semestre de 2016, a baixa produtividade de mangueira se deve principalmente pela ocorrência do elevado número de "manguitas" (Figura 3A). Além disso, os espaçamentos utilizados de 8 x 5 m na área do segundo semestre de 2016 e 8 x 3 m na área do primeiro semestre de 2017, resultam em baixas densidades de plantas (250 plantas ha^{-1} e 416,66 plantas ha^{-1}, respectivamente) que possilvelmente limitou o potencial produtivo da mangueira, como observado por Rajbhar et al. (2016) em pesquisa realizada na Índia, em que constataram rendimento 10 vezes maiores em pomar de alta densidade (1111 plantas ha^{-1}) comparada ao de baixa densidade de plantio (100 plantas ha^{-1}).

Em trabalho desenvolvido por Barbosa et al. (2016), na região do Vale do Submédio São Francisco, foi relatado o fenômeno da estenoespermocarpia em frutos da mangueira cv. Palmer. Em seus resultados, observaram que plantas cultivadas com a adubação utilizada pelo produtor [fertirrigação com 50 g $planta^{-1}$ de H_3BO_3 (tratamento controle)], apresentaram em média 239 mangas por planta acometidas pela estenoespermocarpia. Já para os demais tratamentos de manejo com H_3BO_3 (fertirrigação e adubação foliar), a média de "manguita" por planta decresceu para aproximadamente sete. Quando feito um comparativo da produtividade entre os tratamentos do referido trabalho, observa-se que o tratamento correspondente ao maior número de "manguita" (239 mangas $planta^{-1}$) apresentou a menor produtividade (15,6 t ha^{-1}), cerca de 133% inferior a maior produtividade obtida (35,62 t ha^{-1}).

Considerando a elevada ocorrência de frutos acometidos pela estenoespermocapia no segundo semestre de 2016, aplicou-se análise de correlação simples entre os teores de macro e micronutrientes foliares, percentagem de "manguitas" e produtividade (Tabela 5). A análise de correlação simples mostrou que o B não se correlacionou com a percentagem de "manguitas" e produtividade, contudo, a percentagem de "manguitas" foi correlacionada negativamente com os teores de P, Zn e Fe foliares e com a produtividade da cultura.

Barbosa et al. (2016) associaram a deficiência de B na emissão de frutos acometidos pela desordem fisiológica (manguita) na mangueira cv. "Palmer" no Vale do

São Francisco. Possivelmente, a divergência entre estes resultados está associada às condições edafoclimáticas e de manejo adotado, sendo importantes fatores para o bom desenvolvimento das plantas. Considerando o equilíbrio adequado de saturação de Ca (50 a 65 %), Mg (10 a 20 %) e K (3 a 5 %) da CTC a pH 7,0 (ALBRECTH, 1941), observa-se que os índices de saturação de bases do solo das áreas experimentais do presente trabalho, antes da instalação do experimento, apresentavam valores fora da faixa considerada adequada, variando de 22,0 a 36,5 %, 40,1 a 47 %, e 1,7 a 4 % para Ca, Mg e K, respectivamente. De modo contrário, Barbosa et al. (2016) observaram que os índices de saturação de Ca, Mg e K foram de 63, 17,5 e 4,7 % respectivamente, estando dentro dos limites considerados adequados.

Os baixos teores de P, Zn e Fe foliares podem também ter contribuído para a ocorrência da estenoespermocapia. Sinha et al. (2003), em estudo realizado com a cultura da mostarda na Índia, observaram interação sinérgica entre os nutrientes P e B, concluindo que o baixo teor de P na planta pode interferir no metabolismo do B, acentuando os efeitos de deficiência deste nutriente, o que pode, possivelmente, comprometer o florescimento e contribuir para o desenvolvimento da estenoespermocapia.

Tabela 5. Correlação simples entre os teores de macro e micronutrientes foliares, porcentagem de “manguitas” e produtividade da mangueira cv. Palmer no segundo semestre do ano de 2016. Petrolina-PE.

	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	B	% Mang	Prod.
N	-	0,48*	0,04^{ns}	-0,45*	-0,17^{ns}	0,16^{ns}	0,14^{ns}	0,17^{ns}	0,09^{ns}	-0,35^{ns}	0,22^{ns}
P	-	-	0,11^{ns}	-0,51*	-0,05^{ns}	0,16^{ns}	-0,01^{ns}	0,12^{ns}	0,03^{ns}	-0,45*	0,36^{ns}
K	-	-	-	-0,37^{ns}	0,50*	0,05^{ns}	0,50*	0,44*	-0,42^{ns}	-0,22^{ns}	0,02^{ns}
Ca	-	-	-	-	0,08^{ns}	-0,21^{ns}	-0,57**	-0,43^{ns}	0,27^{ns}	0,34^{ns}	-0,31^{ns}
Mg	-	-	-	-	-	-0,06^{ns}	0,35^{ns}	-0,10^{ns}	0,07^{ns}	0,19^{ns}	-0,15^{ns}
Fe	-	-	-	-	-	-	-0,04^{ns}	0,44^{ns}	-0,13^{ns}	-0,56**	0,17^{ns}
Mn	-	-	-	-	-	-	-	0,21^{ns}	-0,002^{ns}	0,08^{ns}	-0,30^{ns}
Zn	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,32^{ns}	-0,49*	0,05^{ns}
B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,01^{ns}	-0,14^{ns}
% Mang.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,64**
Prod.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

% Mang: Porcentagem de “manguitas”; Prod.: Produtividade; ns: não significativo; * e **: significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente.

A interação entre B e Zn também é relatada na literatura. Em estudo realizado com algodoeiro no município de Aquidauana-MS, Araújo e Silva (2012) constataram relação sinérgica entre esses nutrientes, observando que o teor e o conteúdo de B na planta, a eficiência de transporte e a utilização deste nutriente ocorreu em função do fornecimento e teores de Zn, e a eficiência de transporte de Zn foi influenciada pela concentração de B. Assim, acredita-se também que o baixo teor de Zn foliar no presente trabalho pode ter inibido os potenciais efeitos do B no controle da estenoespermocapia.

De acordo com Politi et al. (2013), o Fe está entre os micronutrientes que geralmente encontra-se deficiente nos cultivos de mangueira na região semiárida nordestina, e sua deficiência pode causar desequilíbrio nutricional e afetar o potencial de produção e qualidade dos frutos, visto sua importância na constituição de enzimas e participação no processo fotossintético.

Para a produtividade da mangueira, foi observada correlação negativa apenas com a percentagem de “manguitas”, evidenciando a importância dessa desordem fisiológica para mangueira cv. Palmer e o impacto significativo que pode causar sobre o rendimento final dos pomares de mangueira na região do Vale do São Francisco.

5. CONCLUSÕES

A incidência de frutos acometidos pela estenoespermocarpia alcança 90%, com perda de produtividade estimada em 28,81 t ha^{-1} da mangueira cultivar Palmer.

Há evidências dos teores de fósforo, ferro e zinco foliares terem influenciados no desenvolvimento de frutos estenoespermocárpicos, associado às condições de temperatura elevada e baixa umidade relativa no período de florescimento da cultura.

A fertilização foliar de cálcio e boro solúveis em água + aminoácidos livres + extrato de algas (Tratamento 4) e a aplicação foliar de cálcio e boro solúveis + L aminoácidos glicina e betaína (Tratamento 5) incrementa a produtividade da mangueira cv. Palmer nos dois semestres de produção.

6. REFERÊNCIAS

ABREU, C.A.; ABREU, M. F.; VAN, B. R.; BATAGLIA, O.C. Extraction of boron from soil by microwave heating for ICP-AES, determination. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.25, n.20, p.3321-3333, 1994.

ALBRECHT, W. A.; SMITH, G.E.; Biological assays of soil fertility. **Soil Science Society of America**. v.6, p. 252-258, 1941.

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA – ABF. 2017. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2017.88p.

ARAÚJO, E. de O.; SILVA, M. A. C. da. Interação boro e zinco no crescimento, desenvolvimento e nutrição do algodoeiro. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.7, suplemento, p.720-727, 2012.

AULAR, J.; NATALE, W. Nutrição mineral e qualidade do fruto de algumas frutíferas tropicais: goiabeira, mangueira, bananeira e mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.35, n.4, p.1214-1231, 2013.

AYERZA, R.; COATES, W. Supplemental pollination – increasing olive (*Olea europaea*) yields in hot, arid environments. **Experimental Agriculture**, v.40, n.4, p.481-491, 2004.

BARBOSA, L. F. S.; CALVACANTE, I. H. L.; LIMA, A. M. N. Desordem fisiológica e produtividade de mangueira cv. Palmer associada à nutrição de boro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.38, n.1, p.001-009, 2016.

CARNEIRO, M. A.; LIMA, A. M. N.; CAVALCANTE, Í. H. L.; CUNHA, J. C.; RODRIGUES, M. S.; LESSA, T. B. S. Soil salinity and yield of mango fertigated with potassium sources. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.21, n.5, p.310-316, 2017.

DAVENPORT, T. L. Reproductive Physiology. In: LITZ, R. E. **The Mango – Botany, Production and Uses**, 2 ed., p. 97–169. CAB International, 2009.

DROMANTIENE, R.; PRANCKIETIENE, I.; SIDLAUSKAS, G.; PRANCKIETIS, V. Changes in technological properties of common wheat (*Triticun aestivum* L.) grain as influenced by amino acid fertilizers. **Zemdirbyste-Agriculture**, v.100, n.1, p.57-62, 2013.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo**, 2. Ed. Rev. Atual. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

FERNANDES, A. L. T.; SILVA, R. O. Avaliação do extrato de algas (*Ascophyllum nodosum*) no desenvolvimento vegetativo e produtivo do cafeeiro irrigado por gotejamento e cultivado em condições de Cerrado. **Enciclopédia Biosfera**, v.7, n.13, p.147-157, 2011.

GALLI, J. A.; PALHARINI, M. C. de A.; FISCHER, I. H.; MECHELOTTO, M. D. Boro: efeito na produção e qualidade de frutos de diferentes variedades de manga. **Pesquisa & Tecnologia**, v.9, n.2, p.01-04, 2012.

GENÚ, P. J. de C.; PINTO, A. C de A. **A Cultura da Mangueira.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 454p.

GUPTA, R. P. V.; BHATTACHARYYA, D.; HAZARIKA, B. Effect of boron and potash on control of fruit splitting and fruit drop in mango (*Mangifera indica* L.) cv. Amrapali. **Advances in Life Sciences**, v.5, n.6, p.2093-2099, 2016.

HUANG, J. H.; MAB, W. H.; LIANG, G. L.; ZHANG, L. Y.; WANG, W. X.; CAI, Z. J.; WEN, S. X. Effects of low temperatures on sexual reproduction of 'Tainong 1' mango (*Mangifera indica* L.). **Scientia Horticulturae**, v.126, n.1, p.109-119, 2010.

IBGE. **PRODUÇÃO AGRÍCOLA MUNICIPAL** (PAM): Culturas temporárias e permanentes, v.43, 2016. 64p.

KHATTAB, M. M.; SHABAN, A. E. A.; HASSAN, A. E.; Impact of foliar application of calcium, boron, and amino acids on fruit set and yield of Ewais and Fagry Kelan mango cultivars. **Journal of Horticultural Science & Ornamental**, v.8, n.2, p.119-124, 2016.

LOBO, M. G.; SIDHU, J. S. Biology, postharvest physiology, and biochemistry of mango. In: SIDDIQ, M.; BRECHT, J. K.; SIDHU, J. S. **Handbook of mango fruit: Production, postharvest science, processing technology and nutrition**. 1 ed. John Wiley & Sons, p.37-59, 2017.

LOPES, P. R. C.; HAJI, F. N. P.; MOREIRA, A. N.; MATTOS, M. A. A. **Normas técnicas e documentos de acompanhamento da produção integrada de manga**. 1ª ed. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2003. 72p.

MARQUES, L. N.; BALARDIN, R. S.; STEFANELLO, M. T.; PEZZINI, D. T.; GULART, C. A.; RAMOS, J. P. de; FARIAS, J. G. Physiological, biochemical, and nutritional parameters of wheat exposed to fungicide and foliar fertilizer. **Semina: Ciências Agrárias**, v.37, n.3, p.1243-1254, 2016.

MOAZZAM, A.; TAHIR, F. M.; SHAHZAD, J.; MAHMOOD, N. Effect of foliar application of micronutrients on the quality of mango (*Mangifera indica* L.) cv. Dusehri fruit. **Mycopathologia**, v.9, n.1, p.25-28, 2011.

MONTANÉS, L.; MONGE, E.; VAL, J.; SANZ, M. Interpretative possibilities of plant analysis by the DOP index. **Acta Horticuturae**, v.383, p.165-190, 1995.

NUNEZ-ELISEA, R.; DAVENPORT, T. L. Abscission and ethylene production in mango (*Mangifera indica* L.) fruit cv. Tommy Atkins. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, n.96, p.185-188, 1983.

POLITI, L. S.; FLORES, R. A.; SILVA, J. A. S. da; WADT, P. G. S.; PINTO, P. A. da C.; RENATO, de M. P. Estado nutricional de mangueiras determinado pelos métodos DRIS e CND. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.1, p.11–18, 2013.

PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA. **Normas de classificação de manga**. São Paulo: Centro de Qualidade em Horticultura (CEAGESP), 2004. 6p.

QUAGGIO, J. A. Adubação e calagem para a mangueira e qualidade dos frutos. In: SÃO JOSE, A. R.; SOUZA, I. V. B.; MARTINS, J. M.; MORAIS, O. M. (Ed.). **Manga: tecnologia de produção e mercado**. Vitória da Conquista, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, p.106-135, 1996.

RAJBHAR, Y. P.; SINGH, S. D.; MOHAN, L.; GOPAL, S.; RAWAT, P. L. Performance of high density planting of mango (*Mangifera indica* L.) under mid-western plain zone of Uttar Pradesh. **International Journal of Agricultural Sciences**, v.12, n.2, p.298-301, 2016.

RAMÍREZ, F.; DAVENPORT, T. L. Mango (*Mangifera indica* L.) flowering physiology. **Scientia Horticulturae**, v.126, n.2, p.65-72, 2010.

REVERS, L. F.; LAMPE, V. S.; OLIVEIRA, P. R.D.; CAMARGO, U. A.; LIMA, J. C. Uso prático de marcadores moleculares para seleção assistida no melhoramento de uvas apirênicas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.28, n.1, p.104-108, 2006.

SARAN, P. L.; KUMAR, R. Boron deficiency disorders in mango (*Mangifera indica* L.): field screening, nutrient composition and amelioration by boron application. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, v.81, n.6, p.506-510, 2011.

SHIVASHANKAR, S. Reviews: Physiological Disorders of Mango Fruit. **Horticultural**, v.42, n.6, p.313-349, 2014.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. de. Principal components analysis in the software assistat-statistical assistance. In: 7th World Congress on Computers in Agriculture, 2009, Reno. **Proceedings of the 7th World Congress on Computers in Agriculture**. St. Joseph: ASABE, p.1-5, 2009. CD-Rom.

SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 1 ed. Brasília: Embrapa Informação e Tecnologia, 2009. 627p.

SINHA, P.; DUBE, B. K.; CHATTERJEE, C. Phosphorus stress alters boron metabolism of mustard. **Communications in soil science and plant analysis**, v.34, n.3-4, p.315-326, 2003.

SPANN, T. M.; LITTLE, H. A. Applications of a commercial extract of the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* increases drought tolerance in container-grown Hamlin sweet orange nursery trees. **Hort Science**, v.46, n.4, p.1471-1474, 2011.

STHAPIT, B. R.; RAMANATHA, R. V.; STHAPIT, S. R. **Tropical Fruit Tree Species and Climate Change**. New Delhi: Bioversity International, p.15-26, 2012.

SUKHVIBUL, N.; WHILEY, A. W.; VITHANAGE, V.; SMITH, M. K.; DOOGAN, V. J.; SUZAN, E. H. Effect of temperature on pollen germination and pollen tube growth of four cultivars of mango (*Mangifera indica* L.). **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v.75, n.2, p.214-222, 2000.

TEIXEIRA, G. H. de A.; DURIGAN, J. F. Storage of ‘Palmer’ mangoes in low-oxygen atmospheres. **Fruits**, v.66, n.4, p.279-289, 2011.

CAPÍTULO 3

PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS DE MANGUEIRA CV. PALMER EM FUNÇÃO DA FERTILIZAÇÃO BORATADA

RESUMO

O Vale do São Francisco tem grande potencial na produção de manga, sendo a “Palmer” uma das cultivares mais produzida. O boro desempenha importante papel na frutificação da mangueira, sendo o micronutriente que mais afeta a produção e qualidade de frutos. Nesse sentido, o objetivo do trabalho foi avaliar a produção por planta e a qualidade de frutos de mangueira cultivar Palmer em função da fertilização com boro. O estudo foi realizado em duas áreas experimentais, sendo uma no segundo semestre do ano de 2016 composta por plantas com 3 anos de idade e outra no primeiro semestre do ano de 2017 composta por plantas com 5 anos de idade. O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados com cinco tratamentos, quatro repetições e 4 plantas por parcela, sendo considerada as duas plantas centrais como área útil. Os tratamentos consistiram em:T1 = sem fertilização (testemunha absoluta); T2 = Aplicação foliar de cálcio e boro solúveis em água + L-α- aminoácidos; T3 = duas fertilizações com 50 g planta^{-1} de H_3BO_3 + cinco pulverizações com H_3BO_3 [duas primeiras (0,3%) e demais (0,2%)]; T4 = aplicação foliar de cálcio e boro solúveis em água + aminoácidos livres + extrato de algas e T5 = aplicação foliar de cálcio e boro solúveis + L aminoácidos glicina e betanina. Assim, foram determinadas a produção por planta (kg planta^{-1}) e as características de qualidade de fruto, dentre elas: diâmetros longitudinal e transversal (cm), massa do fruto (g), acidez titulável - AT (g de ácido cítrico 100 g^{-1}), sólidos solúveis - SS (ºBrix), pH e ratio - relação SS/AT. Os resultados evidenciaram que a fertilização foliar de cálcio e boro solúveis em água + aminoácidos livres + extrato de algas (T4) e aplicação foliar de cálcio e boro solúveis + L aminoácidos glicina e betaína (T5) incrementaram a produção por planta de mangueira cv. Palmer nas duas áreas avaliadas. A fertilização com boro não influenciou as características físico-químicas dos frutos de mangueira.

Palavras-chave: Sólidos solúveis, adubação boratada, *Mangifera indica* L.

ABSTRACT

The São Francisco River Valley has great potential in mango production, with 'Palmer' being one of the most produced cultivars. Boron plays an important role in the fruiting of the mango tree, being the micronutrient that most affects fruit production and quality. In this sense, the objective of this work was to evaluate the production per plant and fruit quality of the mango cv. Palmer as a function of boron fertilization. The study was carried out in two experimental areas, one in the second half of 2016 composed by plants with 3 years age and another in the first half of 2017 composed by plants with 5 years age. The experimental design was randomized blocks with five treatments, four replications and four plants per plot, considering the two central plants as a useful area. The treatments consisted of: T1 = no fertilization (absolute control); T2 = Foliar application of water-soluble Calcium (Ca) and Boron (B) + L-α-amino acids; T3 = two fertilizations with 50 g plant^{-1} of H_3BO_3 + five sprays with H_3BO_3 [first two (0.3%) and the others (0.2%)]; T4 = foliar application of water-soluble Ca and B + free amino acids + algae extract and T5 = foliar application of water-soluble Ca and B + L amino acids glycine and betaine. Production per plant (kg plant^{-1}) and fruit quality characteristics were determined, namely: longitudinal and transverse diameters (cm), fruit mass (g), titratable acidity - TA (g citric acid 100 g^{-1}), soluble solids - SS (ºBrix), pH and SS / TA ratio. The results showed that foliar fertilization with water soluble calcium and boron + free amino acids + algae extract (T4) and foliar application of water-soluble calcium and boron + L amino acids glycine and betaine (T5) increased the production per plant in mango cv. Palmer in both areas evaluated. Boron fertilization did not influence the physical-chemical characteristics of the mango fruits.

Keywords: Soluble solids, boron fertilization, *Mangifera indica L*.

1. INTRODUÇÃO

A mangueira (*Mangifera indica* L.) é uma frutífera tropical de elevado valor econômico e social difundida em várias regiões do mundo de clima tropical e subtropical. É uma das culturas de grande expressividade na região Nordeste, principalmente no Vale do São Francisco, que se evidencia com grande pontencial na produção dessa fruta, contribuindo para que o Brasil ocupe o sétimo lugar no ranking dos maiores produtores de manga do mundo (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2017).

A cultivar Palmer está entre as cultivares de mangueiramais produzidadas no Vale do São Francisco, destacando-se por apresentar boas características de aceitação no mercado consumidor, por ser uma variedade tardia e pela boa aptidão também para comercialização no mercado externo (TEIXEIRA et al., 2011).

O rendimento e a qualidade dos frutos de mangueira são dependentes de fator genético e do manejo da cultura (GUPTA et al., 2016), sobretudo o manejo nutricional por meio de adubações regulares visando atender a demanda da planta (COSTA et al., 2011). De acordo com Galli et al. (2012), dentre os micronutrientes, o boro (B) é o que mais afeta a qualidade e produtividade de frutos de mangueira. Este micronutriente é responsável pela ativação de enzimas, síntese proteica e atividade fotossintética, desempenhando importante função na manutenção da integridade da parede celular, na fertilização e na formação de frutos e sementes (GUPTA et al., 2016).

O B pode ainda afetar as relações hídricas das plantas, alterando a absorção de água na raiz, e, consequentemente, a absorção de nutrientes, o transporte através da planta e perda de água da folha, contudo, os efeitos da atividade deste micronutriente diferem entre espécies de plantas (WIMMER; EICHERT, 2013). Apesar do B ser considerado pouco móvel no floema, tem sido relatado na literatura o benefício da adubação deste nutriente via foliar associada à adubação via solo (fertirrigação) em mangueira, com obtenção de respostas rápidas da cultura pelo alto índice de utilização do nutriente pela planta (BARBOSA et al., 2016). Além disso, o uso de aminoácidos associado a nutrientes exercem função quelatizante, potencializando a absorção e transporte de nutrientes no interior da planta (DROMANTIENE et al., 2013).

Em estudo realizado em São Paulo, Galli et al. (2013) observaram que a resposta a adubação com ácido bórico foi variável entre as cultivares de mangueira quanto a produção e qualidade de frutos. Bhatt et al. (2012) constataram que plantas de mangueira cv. Dashehari pulverizadas com 0,5 % de bórax apresentaram maior rendimento e qualidade de fruto quanto ao peso e volume de frutos, teor de sólidos solúveis, açúcar redutor, açúcar não redutor e ácido ascórbico.

Nesse sentido, o presente trabalho teve por objetivo avaliar produção por planta e a qualidade de frutos de mangueira cv. Palmer em função da fertilização com boro.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Caracterização da área experimental

O experimento foi realizado em pomares comerciais de mangueira da variedade Palmer, localizados no município de Petrolina-PE, com coordenadas geográficas latitude 9°23’39″S e longitude 40°30’35’’ W, com altitude de 380 m. A primeira área experimental, corresponde ao pomar de mangueira com período de floração no segundo semestre do ano de 2016 composto por plantas com 3 anos de idade, e a segunda área corresponde ao pomar de mangueira com período de floração no primeiro semestre do ano de 2017 composto por plantas com 5 anos de idade sobrenxertadas, ambas referente à primeira safra de produção. Os espaçamentos de plantio utilizados foram 8,0 m x 3,0 me 8,0 m x 5,0 m para a primeira e segunda área experimental, respectivamente, sendo irrigadas pelo sistema localizado de gotejamento. Segundo a classificação de Koppen, o clima da região é tropical semiárido do tipo Bswh’, com precipitação inferior a 500 mm concentrada em três a quatro meses do ano.

Os experimentos foram conduzidos entre os meses de novembro de 2016 a março de 2017 e março a agosto de 2017 na primeira e segunda área experimental, respectivamente. Os dados climáticos diários referentes ao período de florescimento dos pomares de mangueira, correspondente a temperatura, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica foram registrados em estação meteorológica automática instalada no *Campus* Ciências Agrárias da UNIVASF (Figura 1).

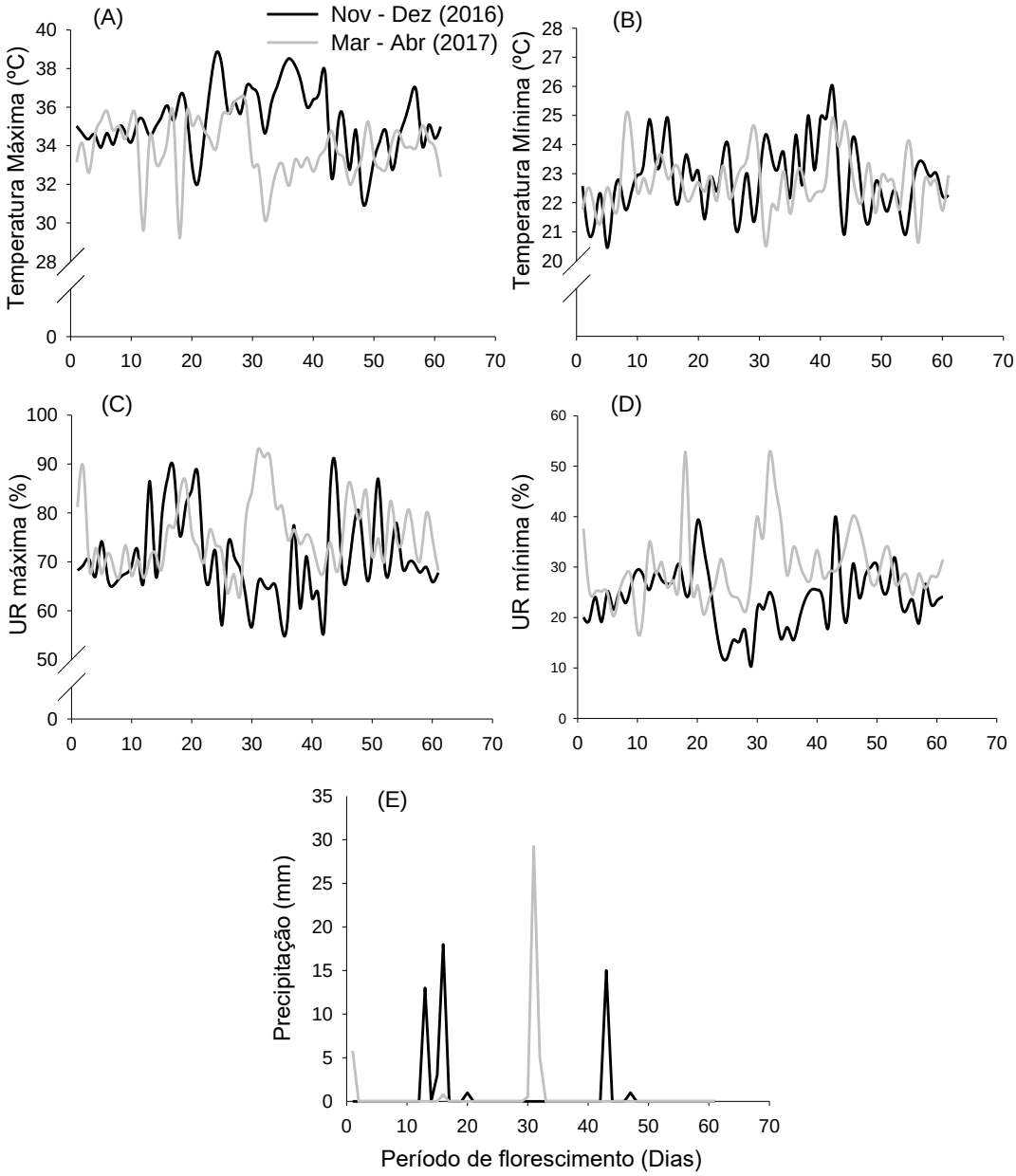

Figura 1. Temperatura máxima (A), temperatura mínima (B), umidade relativa do ar máxima (C), umidade relativa do ar mínima (D) e precipitação (E) registrada nos dois meses iniciais dos experimentos, referentes ao período de florescimento dos pomares de mangueira.

Antes da instalação do experimento foram coletadas amostras de solo na camada de 0-20 e 20-40 cm de profundidade, retirando-se 20 amostras simples para obtenção de uma amostra composta. As amostras de solo foram secas ao ar, destorroadas, homogeneizadas e passadas em peneira de malha de 2,0 mm para obtenção da terra seca fina ao ar (TFSA). Para caracterização química foram determinados os valores de

condutividade elétrica no extrato da pasta de saturação (CEes), pH (H_2O), acidez potencial (H+Al), acidez trocável (Al^{3+}) e teor de matéria orgânica do solo, conforme metodologia proposta por Silva (2009) (Tabela 1). Foram determinados também os teores de potássio (K^+), sódio (Na^+), cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), fósforo (P), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn). Assim, foram calculados a CTC e a saturação por bases (V, %), segundo metodologia proposta por Silva (2009). Além disso, foi determinado também o teor de boro (B) (ABREU et al., 1994). As análises físicas consistiram em textura, determinada pelo método da pipeta, e densidade do solo (Ds), pelo método do anel volumétrico (EMBRAPA, 1997) (Tabela 1).

Tabela 1. Atributos químicos e físicos do solo nas camadas de 0-20 e 20-40 cm de profundidade antes da instalação do experimento.

Atributos	2º semestre/2016		1º semestre/2017	
	0- 20 cm	20-40 cm	0-20 cm	20-40 cm
pH (água)	6,46	5,72	7,62	7,32
CEes (dS m^{-1})	0,31	0,25	1,34	0,86
Ca^{2+} ($cmol_c$ dm^{-3})	2,28	1,77	3,33	1,98
Mg^{2+} ($cmol_c$ dm^{-3})	3,64	3,51	3,72	3,45
Al^{3+} ($cmol_c$ dm^{-3})	0,16	0,09	0,00	0,00
K^+ ($cmol_c$ dm^{-3})	0,14	0,21	0,36	0,13
Na^+ ($cmol_c$ dm^{-3})	0,04	0,04	1,01	0,53
P (mg dm^{-3})	46,06	75,20	162,19	53,36
B (mg dm^{-3})	0,29	0,32	0,54	0,42
H+Al ($cmol_c$ dm^{-3})	2,00	2,43	0,71	1,24
$CTC_{pH7,0}$ ($cmol_c$ dm^{-3})	8,10	7,96	9,13	7,33
SB ($cmol_c$ dm^{-3})	6,10	5,53	8,42	6,09
V (%)	75,31	69,47	92,22	83,08
MO (dag kg^{-1})	0,66	0,67	2,38	1,14
Mn (mg dm^{-3})	20,00	19,43	61,59	21,71
Zn (mg dm^{-3})	34,82	4,79	37,52	8,13
Fe (mg dm^{-3})	20,34	18,53	24,33	27,89
Ds (g cm^{-3})	1,48	1,57	1,28	1,55
Areia (dag kg^{-1})	88,27	85,24	90,00	89,56
Silte (dag kg^{-1})	4,57	5,10	3,53	2,44
Argila (dag kg^{-1})	7,17	9,67	6,47	8,00

Para caracterização inicial do estado nutricional do pomar, foram coletadas amostras de folhas antes da instalação do experimento (pré-floração), em todos os quadrantes da planta, a uma altura mediana na copa, no penúltimo lançamento dos ramos (SILVA, 2009). Em seguida, foi feita a extração dos elementos químicos das amostras pelo método da digestão seca, e nos extratos foram determinados: boro (B), sódio (Na), potássio (K), fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn), seguindo as recomendações de Silva (2009). O nitrogênio foi determinado pelo método Kjeldahl nos extratos da mineralização sulfúrica (SILVA, 2009) (Tabela 2).

Tabela 2. Teores de macro e micronutrientes foliares da mangueira cv. Palmer antes da instalação do experimento e valores de referência[1/] para a cultura da mangueira. Petrolina-PE.

	N	P	Ca	Mg	K	B	Fe	Mn	Zn
	g kg^{-1}					mg kg^{-1}			
2º semestre	4,62	0,78	24,96	1,98	3,60	56,71	36,31	197,90	13,99
1º Semestre	4,06	0,75	18,49	2,58	2,85	55,03	28,48	222,31	12,43
[1/]Quaggio (1996)	12-14	0,8-1,6	20-35	2,5-5	5-10	50-100	50-200	50-100	20-40

2.2. Tratamentos e delineamento experimental

O experimento foi instalado em blocos ao acaso, com cinco tratamentos e quatro repetições com quatro plantas cada, sendo a área últil composta pelas duas plantas centrais. Os tratamentos consistiram em:T1 = sem fertilização(testemunha absoluta); T2 = Aplicação foliar de Ca e Bsolúveis em água + L-α- aminoácidos (Kamab-26®);T3 = duas fertirrigações com 50 g $planta^{-1}$ de H_3BO_3 + cinco pulverizações com H_3BO_3 [duas primeiras (0,3%) e demais (0,2%)], conforme recomendado por Barbosa et al. (2016); T4 = aplicação foliar de Ca e Bsolúveis em água + aminoácidos livres + extrato de algas (Energy e Alga+), e T5 = aplicação foliar de Ca e Bsolúveis + L aminoácidos glicina e betaína (Glibor-Ca e Sprintalga).

Os produtos comeciais utilizados são classificados como fertilizantes foliares, apresentando as seguintes composições: Kamab-26®= 10 % Ca, 0,1 % B, 2 % Mg, 5 % K, 10% N, 0,35 % aminoácidos livres; Energy = 8 % Ca e 2 % B; Alga + = 8 % carbono orgânico total (COT), 10 % N, 1 % Mn, 0,5 % Zn, aminoácidos, extrato de algas, substâncias húmicas e lignosulfonato; Glibor-Ca = 8,6 % Ca, 3 % B, 12,1 % agente complexante MEA; Sprintalga = 10 % N total, 5 % N orgânico, 1,2 % N nítrico, 1,3 % N amoniacal, 2,5 % N amídico, 15

% Mo e 1,8 % COT. As quantidades de Ca e B aplicadas nos tratamentos foram: T2 = 51,84 e 0,52 g; T3: 0 e 114,92 g; T4: 29,95 e 7,49 g; T5: 34,67 e 12,1 g, respectivamente.

As fertilizações dos tratamentos T2 a T5 foram parceladas em 3 aplicações, sendo na pré-florada, início da florada e florada plena. No T3, além das aplicações anteriormente citadas, foram realizadas duas fertirrigações [50 g planta^{-1} de H_3BO_3] e mais duas aplicações foliares, conforme recomendado por Barbosa et al. (2016). A definição dos tratamentos foi feita considerando as demandas e alterações fisiológicas que ocorrem durante o florescimento e retenção (pegamento) de frutos da mangueira, conforme Genú e Pinto (2002) e Ramírez e Davenport (2010).

2.3. Manejo da cultura

As plantas foram submetidas às práticas culturais recomendadas para a cultura da mangueira nas condições regionais de cultivo, seguindo as normas técnicas da Produção Integrada de Manga, definidas por Lopes et al. (2003). Para o manejo da indução floral nos pomares, foi realizado um conjunto de práticas que envolvem poda, com o corte dos ramos sempre acima do internódio, visando sincronizar a emissão de novos fluxos vegetativos; uso de regulador vegetal (Paclobutrazol-PBZ), sendo aplicado no solo após a emissão do segundo fluxo vegetativo, em sulco, na concentração de 3,75 g de ingrediente ativo por metro linear para inibir a biossíntese das giberelinas e, assim, ocasionar a paralisação do crescimento vegetativo; redução da lâmina de irrigação por aproximadamente um mês, visando o estresse hídrico das plantas, sendo retomada gradativamente com o início da floração; maturação do ramo, com aplicações semanais, durante um mês, de sulfato de potássio (3,5 %) para auxiliar a maturação dos ramos melhorando a fertilidade das gemas e acúmulo de reservas nas folhas; e a indução de ruptura de gema, em que foi feito desponte dos ramos, cortando a ponta do ramo com uma tesoura de poda, aproximadamente 5 cm abaixo do seu ápice, seguida de cinco aplicações de nitrato de potássio e cálcio na dosagem de 5 %, realizadas semanalmente, iniciando após 90 dias do PBZ das plantas.

As adubações de produção foram realizadas com base na análise do solo e demanda da cultura, aplicando via fertirrigação fosfato monoamônico, sulfato de magnésio e sulfato de potássio.

2.4. Coleta dos dados e análise estatística

Para determinação da produção por planta, a colheita foi realizada priorizando os frutos no estádio de maturação II, usualmente utilizado para exportação, caracterizado pela coloração da polpa creme amarela (Programa Brasileiro para a Modernização da

Horticultura, 2004). A colheita foi realizada manualmente nos meses de março e agosto de 2017, nos pomares de mangueira do segundo semestre do ano de 2016 e primeiro semestre do ano de 2017, respectivamente, para quantificação de massa de frutos por planta (g planta^{-1}).

Após a colheita, cinco frutos por planta foram conduzidos ao Laboratório de Agroindústria da UNIVASF/Petrolina-PE para avaliação das características físico-químicas seguindo a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). Os frutos foram sanitizados com solução de hipoclorito de sódio (200 mg L^{-1}) e água corrente, em seguida, foram armazenados em bancadas sob condições ambiente à 25°C até completarem o amadurecimento.

Com os frutos maduros, após 25 dias da colheita, foi feita seleção para retirada dos frutos que apresentavam injúrias, e, em seguida, foram avaliados quanto ao diâmetro longitudinal (DL) e transversal (DT), determinados com paquímetro digital (mm); massa de frutos (g), obtida após pesagem em balança semi-analítica, com precisão de 0,01 g; firmeza de polpa, determinada com penetrômetro com ponteira de 8 mm, tomando-se as medidas em dois lados opostos da região equatorial do fruto, onde a epiderme foi removida (expressa em kgf cm^2); sólidos solúveis, obtido por leitura direta da polpa em refratômetro ABDE (SS, expresso em ºBrix); acidez titulável, determinado por titulometria com hidróxido de sódio 0,1 N (AT, expresso em g de ácido cítrico/100 ml); ratio SS/AT, obtido por relação direta; e pH, obtido por leitura direta em pHmetro.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância para diagnóstico dos efeitos significativos entre as médias dos tratamentos e, para as variáveis que apresentaram diferença estatística foi aplicado o teste de Tukey a 5 % probabilidade. Todas as análises foram realizadas no programa estatístico ASSISTAT (SILVA; AZEVEDO, 2009).

3. RESULTADOS

Houve efeito dos tratamentos (p<0,05) na produção da mangueira nas duas épocas avaliadas, em que o tratamento 4, que correspondea fertilização foliar de cálcio e boro solúveis em água + aminoácidos livres + extrato de algas promoveu maior produção no pomar do segundo semestre do ano de 2016 (12,59 kg planta^{-1}), não diferindo do T5, que corresponde aaplicação foliar de cálcio e boro solúveis + L aminoácidos glicina e betaína e do T3 (ácido bórico), com médias de 10 e 8,62 kg planta^{-1}, respectivamente (Figura 2A). Para o pomar de mangueira do primeiro semestre do ano de 2017, a maior média de produção foi obtida no T5 (57,05 kg planta^{-1}) não diferindo dos demais tratamentos, exceto o T3, o qual apresentou menor média de produção por planta (27,77kg planta^{-}1) (Figura 2B). Com isso, percebe-se que a fertilização de nutrientes associada com extratos de algas e aminoácidos (glicina e betaína) contribuiu para o aumento da produção da mangueira, constituindo uma excelente estratégia de manejo para a cultura.

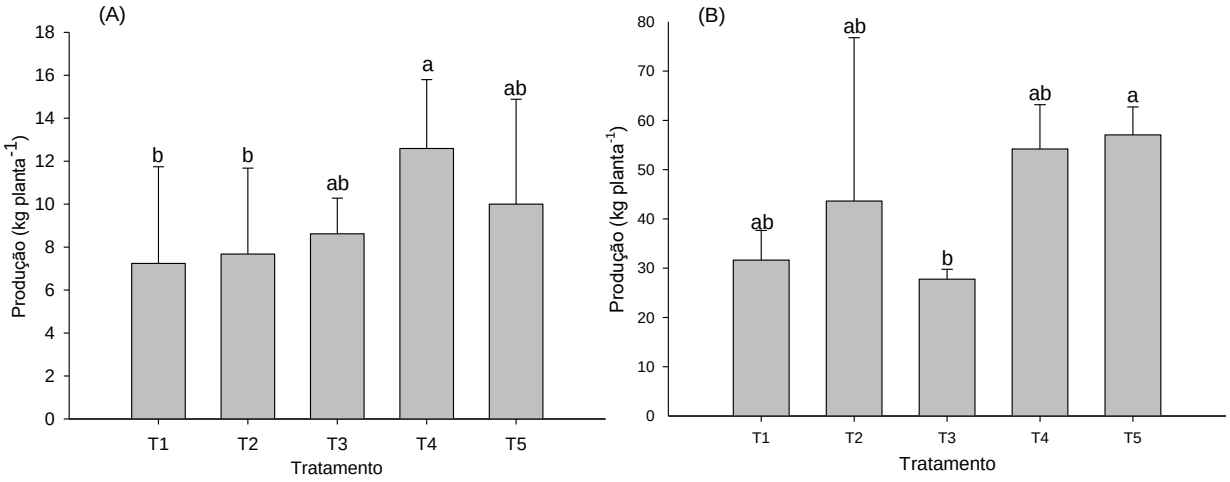

Figura 2. Produção de mangueira cv. Palmer no segundo semestre do ano de 2016 [CV= 23,34 %; DMS= 4,22] (A) e primeiro semestre do ano de 2017 [CV= 33,14 %; DMS= 27,84] (B) em função da fertilização com boro. T1 = sem fertilização; T2 = Aplicação foliar de cálcio e boro solúveis em água + L-α-aminoácidos; T3 = duas fertilizações com 50 g planta^{-1} de H_3BO_3 + cinco pulverizações com H_3BO_3 [duas primeiras (0,3 %) e demais (0,2 %)]; T4 = aplicação foliar de cálcio e boro solúveis em água + aminoácidos livres + extrato de algas; T5 = aplicação foliar de cálcio e boro solúveis + L aminoácidos glicina e betaína. Barras com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Marques et al. (2016) relatam que a fertilização foliar com produtos contendo aminoácidos auxilia no uso e absorção de nutrientes, constituindo uma boa alternativa para aumentar a capacidade de resposta das plantas à adição de nutrientes, tendo efeito potencial no aumento de produção das plantas. Khattab et al. (2016), em estudo realizado no Egito, verificaram resposta positiva sobre a produtividade e retenção de frutos das cultivares de mangueira Ewais e Fagry Kalan com aplicação de bioestimulante contendo aminoácidos, Ca e B durante o florescimento.

Adicionalmete, a aplicação de extratos de algas nas plantas promove melhor desenvolvimento vegetativo e maior tolerância a estresses abióticos e bióticos (SHARMA et al., 2014). De acordo com Waraich et al. (2012), a aplicação de micronutrientes em baixas concentrações também está associada á tolerânia das plantas a estresses abióticos, como temperaturas evelevadas. Além disso, a aplicação foliar de micronutrientes tem se tornado uma prática comum nas culturas, devido seu rápido efeito na correção de deficiências (MOAZZAM et al., 2011).

A qualidade de frutos é obtida por um conjunto de características, dentre elas aparência, tamanho, textura, sabor, aroma e valor nutricional, constituindo um caráter importante a ser considerado para aceitação do produto pelos consumidores, principalmente quando o objetivo é alcançar mercados mais exigentes (AULAR; NATALE, 2013). Adicionalmente, é importante ressaltar que essas características de qualidade são inerentes ao gene de cada frutífera e a expressão dos mesmos são dependentes de vários fatores, dentre eles a nutrição da planta (AULAR; NATALE, 2013).

As características químicas dos frutos de mangueira cv. Palmer nas duas épocas de produção avaliadas não foram influenciadas pela fertilização com B (Tabela 3). Os dados do presente trabalho corroboram com os observados por Galli et al. (2013), que avaliaram a aplicação de ácido bórico via solo sobre a produção e características de frutos em diferentes cultivares de mangueira. Estes autores constataram que a resposta à adubação foi variável entre as cultivares, ficando a cv. Palmer entre as que não sofreram efeitos da suplementação do micronutriente nas características de sólidos solúveis e produção.

Por outro lado, de acordo com Galli et al. (2012), a produtividade e qualidade de frutos de mangueira são influenciadas pelo B. Moazzam et al. (2011), avaliando o efeito da aplicação foliar de Fe, B, e Zn na qualidade de frutos de mangueira cv. Dusehri na Índia, observaram que a aplicação dos micronutrientes aumentou significativamente a qualidade dos frutos comparativamente ao tratamento controle, em que foram avaliados a massa de fruto e semente, sólidos solúveis totais, acidez total, ácido ascórbico e açúcares não-

redutores. Assim, fica evidente que não há um consenso na literatura quanto ao afeito da fertilização com B na qualidade de frutos de mangueira, sendo influenciados pela cultivar, condições edafoclimáticas e manejo da cultura.

Tabela 3. Acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS), relação entre os sólidos solúvel e a acidez titulável (*ratio*) e pH em frutos da mangueira cv. Palmer em duas épocas de produção em função da fertilização com boro.

Fonte de Variação	AT (g de ácido cítrico/100 ml)		SS (°Brix)		Ratio (SS/AT)		pH	
	2º Sem	1º Sem	2º Sem	1º Sem	2º Sem	1º Sem	2º Sem	1º Sem
$F_{Tratamento}$	2,02 ^{ns}	0,93 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,69 ^{ns}	1,43 ^{ns}	3,09 ^{ns}	0,79 ^{ns}	0,68 ^{ns}
T1	0,46	0,29	16,10	18,03	40,69	54,00	3,86	4,23
T2	0,57	0,30	16,57	16,80	29,19	56,92	3,79	4,18
T3	0,45	0,25	16,16	17,15	36,92	58,10	3,87	4,17
T4	0,66	0,24	16,31	17,87	26,24	75,12	3,65	4,39
T5	0,40	0,23	16,68	17,32	48,02	74,97	4,10	4,40
CV (%)	29,39	24,21	13,18	7,02	40,49	18,44	9,47	6,22
DMS	0,34	0,14	4,86	2,76	36,22	26,50	0,82	0,60

2º Sem e 1º Sem= segundo semestre do ano de 2016 e primeiro semestre do ano de 2017, respectivamente. CV= Coeficiente de variação, DMS= Diferença mínima significativa. T1 = sem fertilização; T2 = Aplicação foliar de cálcio e boro solúveis em água + L-α-aminoácidos; T3 = duas fertilizações com 50 g planta^{-1} de H_3BO_3 + cinco pulverizações com H_3BO_3 [duas primeiras (0,3 %) e demais (0,2 %)]; T4 = aplicação foliar de cálcio e boro solúveis em água + aminoácidos livres + extrato de algas; T5 = aplicação foliar de cálcio e boro solúveis + L aminoácidos glicina e betaína. ns = não significativo (p>0,05).

Segundo as normas estabelecidas pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) portaria nº 94, de 30 de agosto de 2016, a composição química da polpa da manga para atender os padrões de identidade e qualidade deve obedecer aos seguintes limites mínimos: acidez titulável, 0,30 g de ácido cítrico/100 g; sólidos solúveis,12 °Brix; e pH, 3,5. Desta forma, observa-se que os valores médios obtidos no presente trabalho atendem aos padrões de qualidade fixados, exceto a acidez titulável dos frutos de mangueira do primeiro semestre do ano de 2017, que foi em média 13,3 % inferior ao limite mínimo estabelecido (Tabela 3).

Os valores médios de acidez titulável (AT) dos frutos de mangueira do segundo semestre do ano de 2016 e primeiro semestre do ano de 2017 foram de 0,50 e 0,26g de ácido cítrico/100 ml, respectivamente, sendo superiores aos observados por Batista et al. (2015) para a cv. Palmer no Vale do São Francisco (0,15 g de ácido cítrico/100 ml) e inferior ao observado por Miguel et al. (2013) também para a cultivar Palmer (0,83 g de ácido

cítrico/100 ml) em condições de armazenamento a 12 °C em São Paulo. A acidez titulável, dada pela presença de ácidos orgânicos, varia com estádio de maturação do fruto, diminuindo em decorrência da maturação devido ao consumo de ácidos no processo respiratório (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Os valores médios de sólidos solúveis (SS) obtidos no presente trabalho foram de 16,34 e 17,43 °Brix para os frutos de mangueira do segundo semestre do ano de 2016 e primeiro semestre do ano de 2017, respectivamente, sendo superiores aos observados por Galli et al. (2013) para a cv. Palmer (12,8 e 12 °Brix) nos tratamentos com e sem B, respectivamente, em estudo realizado em Pindorama-SP. Também foram superiores a 15,6 °Brix relatado por Silva et al. (2009) para a cv. Palmer na região da Zona da Mata Mineira. De acordo com Batista et al. (2015), os SS consistem em importantes compostos presentes nas polpas de frutas, como os açúcares e ácidos orgânicos, que conferem sabor, sendo uma característica fundamental para aceitação no mercado consumidor.

Os valores de *ratio SS/AT* dos frutos de mangueira do segundo semestre do ano de 2016 e primeiro semestre do ano de 2017 apresentaram médias de 36,2 e 63,8, respectivamente, sendo inferiores ao reportado por Silva et al. (2009) para a cv. Palmer (77,5) na Zona da Mata Mineira. Estes mesmos autores reportam ainda que quanto maior o *ratio* SS/AT maior será o equilíbrio entre os ácidos orgânicos e os açúcares solúveis. Segundo Souza et al. (2011), o *ratio* geralmente é utilizado para determinação da maturação e palatabilidade dos frutos. Apesar da normativa estabelecida pelo MAPA não apresentar um valor padrão para esta relação, pode-se obter este valor a partir dos níveis mínimos exigidos para o teor de sólidos solúveis e para acidez total, equivalendo a 41,66. Desta forma, o *ratio* dos frutos obtidos no segundo semestre do ano de 2016 apresentaram valores abaixo do padrão, o que pode estar associado à acidez mais elevada que a dos frutos do primeiro semestre do ano de 2017, em que os valores de *ratio* atenderam ao nível mínimo estabelecido.

Os valores de pH apresentaram médias de 3,85 e 4,27 nos frutos de mangueira do segundo semestre do ano de 2016 e primeiro semestre do ano de 2017, respectivamente, ambos atendendo o padrão de qualidade fixado pelo MAPA (2016) de 3,5. Batista et al. (2015), em trabalho realizado no Vale do São Francisco, observaram valor de pH para a cv. Palmer (4,62) superior ao obtido no presente estudo. Esta variável avalia os componentes ácidos dos frutos, sendo que para o consumo *in natura* a preferência é dada para frutos menos ácidos, e os mais ácidos, normalmente, são destinados à indústria (CAVALCANTE et al., 2012).

As características físicas dos frutos de mangueiracv. Palmer nas duas épocas de produção avaliadas também não foram influenciadas pela fertilização boratada (Tabela 4). Resultados semelhantes foram relatados por Galli et al. (2013) na cv. Palmer, onde não foi observado diferença entre os tratamentos (sem e com aplicação de B) para as características físicas dos frutos, tais como massa, diâmetro transversal e diâmetro longitudinal. No entanto, estes mesmo autores observaram que a adubação boratada proporcionou maiores valores de massa, diâmetro longitudinal e transversal dos frutos das cultivares Haden e Winter, mostrando que o efeito da fertilização com B é influenciado pela cultivar.

Tabela 4. Firmeza de polpa (FP), massa de fruto (MF), diâmetro longitudinal (DL) e diâmetro transversal (DT) de frutos da mangueira cv. Palmer em duas épocas de produção em função da fertilização com boro.

Fonte de Variação	FP (kgf cm^2)		MF (g)		DL (cm)		DT (cm)	
	2º Sem	1º Sem	2º Sem	1º Sem	2º Sem	1º Sem	2º Sem	1º Sem
$F_{Tratamento}$	1,46 ^{ns}	0,43 ^{ns}	0,91 ^{ns}	0,33 ^{ns}	1,12 ^{ns}	0,99 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,23 ^{ns}
T1	7,64	12,72	636,50	581,00	15,73	14,15	9,55	9,23
T2	4,23	11,28	642,50	547,00	15,73	13,68	9,49	9,30
T3	4,29	11,34	617,50	546,00	15,64	14,15	9,38	9,08
T4	7,51	10,06	632,50	554,00	15,45	13,99	9,52	9,15
T5	4,48	10,82	680,00	539,00	16,11	13,43	9,66	9,52
CV (%)	52,08	26,24	7,59	10,19	2,84	4,53	3,82	7,57
DMS	6,61	6,65	109,86	0,12	1,01	1,41	0,82	1,58

1º Sem e 2º Sem= primeiro semestre do ano de 2017 e segundo semestre do ao de 2016, respectivamente. CV= Coeficiente de variação; DMS= Diferença mínima significativa; T1 = sem fertilização; T2 = Aplicação foliar de cálcio e boro solúveis em água + L-α-aminoácidos; T3 = duas fertilizações com 50 g planta^{-1} de H_3BO_3 + cinco pulverizações com H_3BO_3 [duas primeiras (0,3 %) e demais (0,2 %)]; T4 = aplicação foliar de cálcio e boro solúveis em água + aminoácidos livres + extrato de algas; T5 = aplicação foliar de cálcio e boro solúveis + L aminoácidos glicina e betanina. ns = não significativo.

Para a firmeza da polpa (FP) dos frutos de mangueira, observa-se que no primeiro semestre do ano de 2017 os frutos apresentaram, de maneira geral, maiores valores (Tabela 4), sendo os mais firmes os preferíveis pelo mercado consumidor (BRECTH, 2017). Esta variação de firmeza de fruto entre épocas de produção avaliadas pode estar relacionada ao ponto de colheita ou ao desenvolvimento dos frutos ainda na planta, uma vez que é um fator determinante tanto para qualidade do fruto para consumo imediato como para armazenamento, visto que, quando colhidos muito cedo impossibilita atingir a qualidade aceitável para o consumo (COSTA et al, 2017).

De acordo com a escala proposta por Brecth (2017), em que a medida de firmeza do fruto é utilizada como indicador do estágio de maturação e manejo de amadurecimento da manga, os frutos do pomar do segundo semestre do ano de 2016 variaram de “maduro firme” a “verde maduro”, enquanto que os frutos do primeiro semestre do ano de 2017 são classificados como “verdes maduros”. A firmeza de polpa é uma das características que exprime a textura do fruto, sendo este um dos mais importantes atributos relacionados à qualidade e grau de maturação do fruto (TOEBE et al., 2011).

As médias de massa de fruto (MF) de mangueira do segundo semestre do ano de 2016 e primeiro semestre do ano de 2017 foram de 641,8 e 553,4 g, respectivamente (Tabela 4). Batista et al. (2015), em estudo realizado no Vale do São Francisco, observaram valores médios de massa de fruto da cv. Palmer de 515,83 g, sendo inferior ao obtido neste trabalho. Considerando o caráter relevante de exportação desta fruta no Vale do São Francisco, tendo como principais mercados importadores a União Européia e os Estados Unidos, destaca-se a necessidade de garantir os critérios e condições necessárias que atendam o mercado consumidor para a sua comercialização, principalmente para a cv. “Palmer”, que se caracteriza uma das cultivares de alta valorização em um segmento de mercado de alto poder aquisitivo (ARAÚJO; GARCIA, 2012).

Segundo a norma da FFV-45 da Comissão Econômica das Nações Unidas para a Europa (UNECE), relativa à comercialização e controle da qualidade comercial das mangas destinadas para frutas frescas, a massa mínima de fruto estabelecida para exportação é de 100 g. Além disso, visando garantir uniformidade de tamanho, os frutos são classificados de acordo com o peso, sendo: tipo A (100-350 g), tipo B (351-550 g), tipo C (551-800 g) e tipo D (>800g). Desta forma, os frutos produzidos no presente estudo, nas duas épocas de produção avaliadas, atendem ao critério de peso mínimo e são classificados como frutos do tipo C (segundo semestre do ano de 2016) e como tipo B e C (primeiro semestre do ano de 2017).

O padrão de qualidade do fruto de mangueira é estabelecido pelo mercado importador, havendo variações de preferências e exigências entre estes. Em relação ao tamanho do fruto de mangueira, são classificadas em calibres, que se refere ao número de frutos por caixa comercial normalmente pesando entre 4 a 5 kg, sendo os calibres de 6 até 9 os preferíveis pelos consumidores americanos e os calibres de 8 até 9a preferência dada pelo mercado europeu (ARAÚJO; GARCIA, 2012). Neste contexto, os frutos de mangueira produzidos nos dois períodos de produção avaliados no presente estudo apresentam características correspondentes a preferência dada pelo mercado americano, com calibres variando de 6 (segundo semestre do ano de 2016) a 7 (primeiro semestre do ano de 2017).

Os valores médios de diâmetro longitudinal (DL) dos frutos de mangueira do primeiro semestre do ano de 2017 e segundo semestre do ano de 2016 foram de 15,73 e 13,88 cm, respectivamente (Tabela 4). Já os valores médios de diâmetro transversal (DT) foram de 9,52 e 9,25 nos frutos de mangueira do primeiro semestre do ano de 2017 e segundo semestre do ano de 2016, respectivamente, sendo superiores aos valores observados por Batista et al. (2015) para cv. Palmer no Vale do São Francisco, que foram de 13,05 e 8,14 cm para o diâmetro longitudinal e transversal, respectivamente. Também foram superiores às dimensões dos frutos para essa mesma cultivar obtida por Silva et al. (2014) no Estado de São Paulo, que foram de 12,12 e 7,83 cm de diâmetro longitudinal e transversal, respectivamente. De acordo com Araújo e Garcia (2012), a preferência por tamanho e formato da manga é variável entre os consumidores, no entanto, o mercado europeu dá preferência a frutos de tamanho médio com formato mais alargado, como a cultivar em estudo.

5. CONCLUSÕES

A fertilização foliar de cálcio e boro solúveis em água + aminoácidos livres + extrato de algas (Tratamento 4) e a aplicação foliar de cálcio e boro solúveis + L aminoácidos glicina e betaína (Tratamento 5) incrementa a produção por planta da mangueira cv. Palmer nos dois semestres de produção avaliados.

Para as condições do presente trabalho, a fertilização com boro não influencia nas características físico-químicas dos frutos de mangueira cv. Palmer, no entanto, os frutos apresentaram características que atendem aos critérios estabelecidos de qualidade para polpa de manga e ao padrão de comercialização internacional.

6. REFERÊNCIAS

ABREU, C. A.; ABREU, M. F.; VAN, B. R.; BATAGLIA, O.C. Extraction of boron from soil by microwave heating for ICP-AES, determination. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.25, n.20, p.3321-3333,1994.

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA – ABF. 2017. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2017.88p.

ARAÚJO, J. L. P.; GARCIA, J. L. L. Estudo do mercado da manga na União Europeia. **Revista Econômica do Nordeste**, v.43, n.2, p.189-308, 2012.

AULAR, J.; NATALE, W. Nutrição mineral e qualidade do fruto de algumas frutíferas tropicais: goiabeira, mangueira, bananeira e mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.35, n.4, p.1214-1231, 2013.

BARBOSA, L. F. S.; CALVACANTE, I. H. L.; LIMA, A. M. N. Desordem fisiológica e produtividade de mangueira cv. Palmer associada à nutrição de boro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.38, n.1, p.001-009, 2016.

BATISTA, P. F.; LIMA, M. A. C.; TRINDADE, D. C. G.; ALVES, R. E. Quality of different tropical fruit cultivars produced in the Lower Basin of the São Francisco Valley. **Revista Ciência Agronômica**, v.46, n.1, p.176-184, 2015.

BHATT, A.; MISHRA, N.; MISHRA, D.; SINGH, C. Foliar application of potassium, calcium, zinc and boron enhanced yield, quality and shelf life of mango. **Hort Flora Research Spectrum**, v.1, n.4, p.300-305, 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa Nº 1, de 7 de janeiro de 2000. **Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de manga**. Diário Oficial da União, nº 58, de 30 de agosto de 2016.

BRECHT, J. K.; SARGENT, S. A.; KADER, A. A.; MITCHAM, E. J.; MAUL, F.; BRECHT, P. E.; MENOCAL, O. **Mango postharvest best management practices manual**. Flórida: UF / IFAS Extension, 2017. 62p.

CAVALCANTE, Í. H. L.; CAVALCANTE, L. F.; MIRANDA, J. M. S.; MARTINS, A. B. G. **Physical and chemical characteristics of tropical and non-conventional fruits**. In: Food Industrial Processes-Methods and Equipment. InTech, v.1, p.1-16, 2012.

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

COSTA, J. D. S.; CARDOSO-ALMEIDA, F. A.; FIGUEIREDO-NETO, A.; CAVALCANTE, I. H. L. Physical and mechanical parameters correlated to the ripening of mangoes (*Mangifera indica* L.) cv. 'Tommy Atkins'. **Acta Agronomica**, v.66, n.2, p.186-192, 2017.

COSTA, M. E.; CALDAS, A. V. C.; OLIVEIRA, A. de F. M.; GURGEL, M. T.; SILVA, R. M. Caracterização nutricional da mangueira “Tommy Atkins” em função da adubação nitrogenada. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.7, n 01, p.16-22, 2011.

DROMANTIENE, R.; PRANCKIETIENE, I.; SIDLAUSKAS, G.; PRANCKIETIS, V. Changes in technological properties of common wheat (*Triticun aestivum* L.) grain as influenced by amino acid fertilizers. **Zemdirbyste-Agriculture**, v.100, n.1, p.57-62, 2013.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**, 2. Ed. Rev. Atual. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

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

GALLI, J. A.; PALHARINI, M. C. de A.; FISCHER, I. H.; MECHELOTTO, M. D. Boro: efeito na produção e qualidade de frutos de diferentes variedades de manga. **Pesquisa & Tecnologia**, v.9, n.2, p.01-04, 2012.

GENÚ, P. J. de C.; PINTO, A. C. de A. **A cultura da mangueira.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 454p.

GUPTA, R. P. V.; BHATTACHARYYA, D.; HAZARIKA, B. Effect of boron and potash on control of fruit splitting and fruit drop in mango (*Mangifera indica* L.) cv. Amrapali. **Advances in Life Sciences**, v.5, n.6, p.2093-2099, 2016.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas: métodos físicos e químicos para análise de alimentos**. 4º ed. São Paulo, 1º Ed. digital, 2008. 1002p.

KHATTAB, M. M.; SHABAN, A. E. A.; HASSAN, A. E. Impact of foliar application of calcium, boron and amino acids on fruit set and yield of Ewais and Fagry Kelan mango cultivars. **Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants**, v.8, n.2, p.119-124, 2016.

LOPES, P. R. C.; HAJI, F. N. P.; MOREIRA, A. N.; MATTOS, M. A. A. **Normas técnicas e documentos de acompanhamento da produção integrada de manga**. 1ª ed. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2003. 72p.

MARQUES, L. N.; BALARDIN, R. S.; STEFANELLO, M. T.; PEZZINI, D. T.; GULART, C. A.; DE RAMOS, J. P.; FARIAS, J. G. Physiological, biochemical, and nutritional parameters of wheat exposed to fungicide and foliar fertilizer. **Semina: Ciências Agrárias**, v.37, n.3, p.1243-1254, 2016.

MIGUEL, A. C. A.; DURIGAN, J. F.; BARBOSA, J. C.; MORGADO, C. M. A. Qualidade de mangas cv. Palmer após armazenamento sob baixas temperaturas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.35, n.2, p.398- 408, 2013.

MOAZZAM, A.; TAHIR, F. M.; SHAHZAD, J.; MAHMOOD, N. Effect of foliar application of micronutrients on the quality of mango (*Mangifera indica* L.) cv. Dusehri fruit. **Mycopathologia**, v.9, n.1, p.25-28, 2011.

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

QUAGGIO, J.A. Adubação e calagem para a mangueira e qualidade dos frutos. In: SÃO JOSE, A.R.; SOUZA, I.V.B. MARTINS, J.M.; MORAIS, O. M. (Ed.). **Manga: tecnologia de produção e mercado**. Vitória da Conquista, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, p.106-135, 1996.

RAMÍREZ, F.; DAVENPORT, T. L. Mango (*Mangifera indica* L.) flowering physiology. **Scientia Horticulturae**, v.126, n.2, p.65–72, 2010.

SHARMA, H. S.; FLEMING, C.; SELBY, C.; RAO, J. R.; MARTIN, T. Plant bioestimulants: a review on the processing of macroalgae and use of extracts for crop management to reduce abiotic and biotic stress. **Journal of Applied Phycology**, v.26, n.1, p.465-490, 2014.

SILVA, A. C.; SOUZA, A. P.; LEONEL, S.; SOUZA, M. E.; RAMOS, D. P.; TANAKA, A. A. Growth and flowering of five mango cultivar under subtropics conditions of Brazil. **American Journal of Plant Sciences**, v.5, n.3, p.393-402, 2014.

SILVA, D. F. P.; SIQUEIRA, D. L.; PEREIRA, C. S.; SALOMÃO, L. C. C.; STRUVING, T. B. Caracterização de frutos de 15 cultivares de mangueira na Zona da Mata mineira. **Revista Ceres**, v.56, n.6, p.783-789, 2009.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. de. Principal components analysis in the software assistat-statistical assistance. In: 7th **World Congress on Computers in Agriculture**, 2009, Reno. Proceedings of the 7th World Congress on Computers in Agriculture. St. Joseph: ASABE, p.1-5, 2009. CD-Rom.

SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 1.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627p.

SOUZA, M. L. D.; MORGADO, C. M. A.; MARQUES, K. M.; MATTIUZ, C. F. M.; MATTIUZ, B. H. Pós-colheita de mangas' Tommy Atkins' recobertas com quitosana. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. especial, p.337-343, 2011.

TEIXEIRA, G. H. de A.; DURIGAN, J. F. Storage of ‘Palmer’ mangoes in low-oxygen atmospheres. **Fruits**, v.66, n.4, p.279-289, 2011.

TOEBE, M.; BOTH, V.; CARGNELUTTI FILHO, A.; BRACKMANN, A.; STORCK, L. Dimensionamento amostral para avaliar firmeza de polpa e cor da epiderme em pêssego e maçã. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, n.4, p.1026-1035, 2011.

UNECE STANDARD FFV-45 concerning the marketing and commercial quality control of MANGOES. 2012. Disponível em: <https://www.unece.org/fileadmin/DAM/trade/agr/standard/fresh/FFV-Std/English/45Mangoes_2012.pdf> Acesso em: 15 mar. 2018.

WARAICH, E. A.; AHMAD, R.; HALIM, A.; AZIZ, T. Alleviation of temperature stress by nutrient management in crop plants: a review. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v.12, n.2, p.221-244, 2012.

WIMMER, M. A.; EICHERT, T. Mechanisms for boron deficiency-mediated changes in plant water relations. **Plant Science**, v.204, p.25-32, 2013.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento de desordens fisiológicas, o rendimento e a qualidade de frutos da mangueira envolvem processos fisiológicos complexos e são dependentes de vários fatores, dentre eles o manejo nutricional, fator genético e as condições edafoclimáticas.

Apesar de existir uma quantidade considerável de pesquisas acerca da produção vegetal no mundo, algumas abordagens são poucos exploradas, especialmente sobre frutíferas. No caso da mangueira, considerada uma cultura de interesse econômico em vários polos frutícolas do mundo, especialmente na região do Vale do São Francisco, pesquisas aprofundadas no contexto fisiológico associado à nutrição e condições climáticas são necessárias a fim de responder questões ainda pouco elucidadas, com destaque ao fenômeno da estenoespermocarpia, que foi constatado neste trabalho com grande potencial de perda de produtividade, atingindo 90 % dos frutos. Isso possibilitará gerenciar melhor os impactos causados pela variação ou exposição a condições estressantes e traçar estratégias de adaptações visando reduzir perdas de produtividade da cultura.

Embora escassas, as valiosas informações presentes na literatura acerca da estenoespermocarpia, não somente na cultura da mangueira, mas também em outras espécies vegetais, associam a fatores ora nutricionais ou hormonais e ora à fatores climáticos. No presente trabalho, foi possível perceber que um fator isolado pode não ter resposta significativa, mas sim, a junção de vários fatores, destacando o equilíbrio nutricional da planta e a exposição á elevadas temperaturas e baixa umidade relativa do ar no período de floração do pomar de mangueira. Isso também deve ser considerado para o rendimento e qualidade dos frutos, razão pela qual são influenciados por fatores nutricionais, climáticos e manejo cultural, o que sugere ter sido a causa das divergências entre os resultados deste trabalho com os relatados na literatura, onde a fertilização com B não influenciou nas características físico-químicas dos frutos e pouco incrementou a produção da mangueira cv. Palmer.