



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

Ana Paula Torres

ÁCIDOS ORGÂNICOS NA NUTRIÇÃO, PRODUTIVIDADE E QUALIDADE
DE FRUTOS DE MANGUEIRA CV. PALMER NO VALE DO SÃO
FRANCISCO

Petrolina-PE

2019

ANA PAULA TORRES

**ÁCIDOS ORGÂNICOS NA NUTRIÇÃO, PRODUTIVIDADE E QUALIDADE
DE FRUTOS DE MANGUEIRA CV. PALMER NO VALE DO SÃO
FRANCISCO**

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

Orientador: Prof. Dr. Augusto Miguel Nascimento Lima
Co-orientador: Prof. Dr. Ítalo Herbert Lucena Cavalcante

Petrolina-PE

2019

T693a Torres, Ana Paula
Ácidos orgânicos na nutrição, produtividade e qualidade de frutos de mangueira cv. Palmer no Vale do São Francisco / Ana Paula Torres. – Petrolina, 2019.
76 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus de Ciências Agrárias, Petrolina - PE, 2019.
Orientador: Prof. Dr. Augusto Miguel Nascimento Lima.

Referências.

1. Fruticultura. 2. Manga – Cultivo - Qualidade. 3. Solo. I. Título. II. Universidade Federal do Vale do São Francisco.

CDD 634.6

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

CAMPUS DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – PRODUÇÃO VEGETAL

FOLHA DE APROVAÇÃO

Ana Paula Torres

ÁCIDOS ORGÂNICOS NA NUTRIÇÃO, PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE FRUTOS
DE MANGUEIRA CV. PALMER NO VALE DO SÃO FRANCISCO

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

Aprovada em: 13 de maio de 2019

Banca Examinadora

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

Italo Cavalcante
(Prof. Dr. Ítalo Herbert Lucena Cavalcante, (CCA/UNIVASF)
(Co-orientador)

Marcos Sales Rodrigues
(Prof. Dr. Marcos Sales Rodrigues, (CCA/UNIVASF)
(Membro interno)

Alessandra Monteiro Salviano
(Prof. Dra. Alessandra Monteiro Salviano, (EMBRAPA SEMIÁRIDO)
(Membro externo)

Epígrafe

Quem nunca saiu em busca de um grande sonho
Quem nunca pensou em desistir a certo ponto
Quanto vale a sua fé?
Você tem que acreditar e ser quem você é.

Tenha paciência, tudo tem o tempo certo
Tá faltando pouco, você tá chegando perto
E se você cair
Se levante, eu sei que você vai conseguir.

E se prepare para vitória
Respire fundo, chegou a hora
Sua estrela vai brilhar
Você tá pronto pra voar.

Nunca desista dos seus sonhos
Nunca desista dos seus planos
Nunca desista, nunca desista
Nunca desista.

Nunca Desista
Munhoz & Mariano

A Deus, primeiramente, que me fez forte e me fez acreditar que era possível chegar até aqui. À minha família e, em especial, ao meu pai (*in memoriam*) que sempre foi e será a motivação para que eu nunca desista dos meus sonhos. A todas as pessoas que me incentivaram e me ajudaram de alguma maneira, pois sem elas eu não teria conseguido. Dedico.

AGRADECIMENTOS

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

À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE), por me conceder a bolsa de estudos.

Ao Professor Dr. Augusto Miguel Nascimento Lima pela orientação, paciência e incentivo para que eu conseguisse chegar até aqui.

Ao Professor Dr. Ítalo Herbert Lucena Cavalcante pela co-orientação, ajuda e apoio sempre que solicitado.

À Scheila Antunes por toda ajuda e gentileza.

À Mônica Cristina Resende Zuffo Borges pela disponibilidade, ajuda e atenção sempre que solicitada.

Ao Dr. Jailson Cunha pela gentileza e disponibilidade em me ajudar sempre que precisei.

Aos Professores Adriano Victor Lopes da Silva e Sérgio Tonetto de Freitas pelo auxílio sempre que solicitado.

Aos Professores Acácio Figueiredo Neto e Karla dos Santos Melo de Souza por cederem os laboratórios para análises de qualidade de frutos.

À Jenilton Gomes da Cunha por toda ajuda, paciência e amizade no decorrer desses dois anos.

À minha amiga Kátia Araújo da Silva por toda ajuda, atenção, carinho e amizade.

À Jackson Teixeira Lobo por toda ajuda, atenção sempre que precisei.

Aos companheiros de projeto, Talison Sousa da Silva e Isadora Mororó de Souza, pela ajuda e trabalho em equipe, sem vocês eu não teria conseguido.

À Juliana Izidro Leite da Silva, Brenda Marcelly Oliveira Duarte Santos, Jeferson Cavacini, Gabriel, João Vitor Cavalcante, Igor Tenreiro, Vagner Pereira Silva, Edicélia de Barros Ribeiro, Camila Israela, Roberto Lustosa, Bruno Emanuel Souza Coelho, Gabriela Maria de Souza pelo auxílio no decorrer do experimento.

À Thiago Cirilo por toda ajuda no campo e também na realização das análises, além do incentivo e conselhos quando mais precisei.

Aos integrantes do grupo FRUTVASF pelo acolhimento, ajuda e amizades construídas, em especial, Jasmine Sena, Daniel de Almeida Carreiro e Luan dos Santos Silva.

Ao Vice-coordenador do programa de Pós-Graduação em Agronomia-Produção Vegetal Professor Dr. Vespasiano Borges de Paiva Neto e à Daniela Oliveira Neves (secretária) pelo cuidado, atenção e apreço com o corpo discente do programa.

Aos senhores Jo Tamai e Márcio Giovanni de Oliveira Rosa por toda colaboração e ajuda ao longo do experimento.

À Empresa Frutec pelo fornecimento dos produtos e material para realização do experimento.

À Fazenda Special Fruit Aracê e todos os envolvidos para realização do projeto em campo.

A todos do Laboratório de Química e Física do Solo da UNIVASF/CCA pelas experiências trocadas.

À EMBRAPA Semiárido por ceder o Laboratório de Pós-colheita para realização de análises.

Aos professores que contribuíram na melhoria dos meus conhecimentos, e a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desse estudo.

RESUMO

O alcance de elevadas produtividades de plantas de mangueira está associado ao manejo do solo, como ao desenvolvimento de tecnologias na área de nutrição mineral e do uso de condicionadores do solo. O conhecimento do estado nutricional da cultura da mangueira é de fundamental importância, pois auxiliará no uso racional de fertilizantes com redução dos custos e dos impactos ambientais. Os ácidos orgânicos vêm sendo utilizados como bioestimulantes para incrementar o desenvolvimento do sistema radicular da cultura e, conseqüentemente, aumentando a absorção de nutrientes e a produtividade da mangueira. Todavia, para as condições edafoclimáticas do semiárido brasileiro, essas informações ainda são escassas. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a nutrição, produtividade e a qualidade físico-química de frutos de mangueira cv. Palmer em função do uso de ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e ácidos orgânicos no Submédio do Vale do São Francisco. O experimento foi realizado no período de novembro de 2017 a novembro de 2018, em pomar comercial de mangueira cv. Palmer. O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso, com 5 tratamentos, 4 repetições e 4 plantas por parcela. Os tratamentos utilizados foram: T1 - Testemunha (sem ácidos fúlvicos e húmicos); T2 - ácidos fúlvicos; T3 - ácidos húmicos; T4 - ácidos fúlvicos + ácidos húmicos; T5- ácidos orgânicos. Assim, no final de cada fase do ciclo de produção da mangueira foram determinados os teores foliares de potássio (K), fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg), nitrogênio (N), ferro (Fe), manganês (Mn), cobre (Cu) e zinco (Zn). Além disso, foi determinada a produção, produtividade e exportação desses nutrientes pelos frutos. Adicionalmente, determinou-se no fruto: diâmetro longitudinal (DL) e transversal (DT), firmeza da polpa (FP), cor (L^* , a^* , b^*), massa dos frutos (MF), matéria seca da polpa (MS), sólidos solúveis (SS); acidez titulável (AT), pH e *ratio* SS/AT. Os teores foliares de macronutrientes das plantas obedeceram à seguinte ordem: $Ca > K > N > Mg > P$, nas fases de fim da brotação e fim da indução floral (pré-florada), e $Ca > N > K > P > Mg$ para as fases de florada plena e fim do enchimento do fruto. Já para os micronutrientes, os teores foliares seguiram $Mn > Fe > Zn > Cu$ em todas as fases do ciclo de produção da mangueira. Para os nutrientes K e Ca, a cultura da mangueira cv. Palmer apresentou duas fases distintas: a de acúmulo do nutriente, que se iniciou após a poda de produção até o fim da indução (pré-florada), e a segunda durante a floração e desenvolvimento dos frutos, com a redução significativa dos teores desses nutrientes na folha. Já para o Mg e Cu, o acúmulo de nutriente na folha se iniciou após a poda de produção até o fim da brotação, com decréscimo nas fases subsequentes. A produção, produtividade, qualidade físico-química e extração de nutrientes pelos frutos de mangueira não foram influenciados pela aplicação de ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e ácidos orgânicos. A ordem decrescente de extração de nutrientes pelos frutos de mangueira segue a sequência $K > N > Ca > Mg > P > S$ para os macronutrientes e $Zn > Fe > Mn > B > Cu$ para os micronutrientes. Os frutos de mangueira apresentaram características físico-químicas que atendem aos critérios de qualidade estabelecidos para polpa de manga e ao padrão de comercialização internacional.

Palavras-chave: Condicionador de solo. Exportação de nutrientes. Macronutriente. *Mangifera indica* L. Produção. Substâncias húmicas.

ABSTRACT

High mango yield is related to soil management, as well to the development of technologies in mineral nutrition and the soil conditioners. The knowledge of the nutritional status of the mango tree is fundamental since it will assist in the rational use of fertilizers and consequently reduction of environmental impacts. Organic acids have been used as a biostimulant to increase the development of the root system and, consequently, to increase the nutrient absorption and mango yield. However, for Brazilian semi-arid climatic conditions, this information is still poorly known. Therefore, the aim of this study was to evaluate the nutritional status in different crop stages, production, yield and fruit quality of mango cv. Palmer under organic acids application in Petrolina county, Pernambuco state. The experiment was carried out from November 2017 to November 2018, in a commercial mango orchard cv. Palmer. The experimental design was randomized blocks with five treatments, four replicates and four plants per plot. The treatments used were: T1 - without fulvic and humic acids; T2 - fulvic acids; T3 - humic acids; T4 - fulvic acids + humic acids; T5 - organic acids. At the end of each stage of the mango production cycle were determinate the leaf contents of potassium (K), phosphorus (P), calcium (Ca), magnesium (Mg), nitrogen (N), iron (Fe), manganese (Mn), copper (Cu), and zinc (Zn). The production, yield, and fruit nutrient exportation were determined. In addition, longitudinal (LD) and transverse (TD) diameter, pulp firmness (PF), color (L^* , a^* , b^*), fruit mass (FM), pulp dry matter (PDM), soluble solids (SS); titratable acidity (TA), pH and SS/AT ratio were determined. The foliar contents of the macronutrients followed the order: Ca > K > N > Mg > P, at the end of bud stage and end of floral induction stage (pre-flowering), and Ca > N > K > P > Mg for the full flowering stage and end fruit filling stage. For the micronutrients, the foliar content follows Mn > Fe > Zn > Cu in all stages of the production cycle of the mango. For K and Ca nutrients, the mango cv. Palmer has two distinct stages: nutrient accumulation, which begins after pruning stage until the end of induction stage (pre-flowering), and the second during flowering stage and development of the fruits stage, with the significant reduction of the contents of these nutrients in the leaf. For Mg and Cu, the nutrient accumulation in the leaf starts after the pruning stage until the end of the shooting stage, with a decrease in the subsequent stages. The production, yield, physical-chemical quality and nutrient extraction by the mango fruits were not influenced by the application of fulvic acids, humic acids and organic acids. The decreasing order of nutrient extraction by the fruits follows the sequence K > N > Ca > Mg > P > S for the macronutrients and Zn > Fe > Mn > B > Cu for the micronutrients. The fruits showed physical-chemical characteristics that meet the quality criteria established for mango pulp and the international marketing standard.

Keywords: Soil conditioner. Nutrient exportation. Macronutrient. *Mangifera indica* L. Production. Humic substances.

Lista de figuras

Capítulo 2	Pág.
Figura 1. Temperatura máxima, média e mínima do ar e precipitação pluviométrica registrada durante a condução do experimento. Petrolina-PE.....	33
Figura 2. Cronograma das avaliações do experimento em dias após a poda da mangueira cv. Palmer, Petrolina-PE.....	35
Figura 3. Teores foliares de macronutrientes nas diferentes fases do ciclo de produção da mangueira cv. Palmer em função do uso de ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e ácidos dos orgânicos. Petrolina-PE.....	37
Figura 4. Teores foliares de micronutrientes nas diferentes fases do ciclo de produção da mangueira cv. Palmer em função do uso de ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e ácidos orgânicos. Petrolina-PE.....	43
Figura 5. Produtividade de mangueira cv. Palmer em função da aplicação de ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e ácidos orgânicos. Petrolina-PE.....	46
Capítulo 3	Pág.
Figura 1. Temperatura máxima, média e mínima do ar e precipitação pluviométrica registrada durante a condução do experimento. Petrolina-PE.....	55
Figura 2. Produção de mangueira cv. Palmer em função do uso de ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e ácidos orgânicos. Petrolina-PE.....	59
Figura 3. Dendrograma de similaridades das variáveis de qualidade do fruto, produção e extração de nutrientes da mangueira cv. Palmer em função da aplicação de ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e ácidos orgânicos.....	67

Lista de tabelas

Capítulo 2	Pág.
Tabela 1. Atributos químicos, físicos e estoques de carbono orgânico no solo antes da implantação do experimento na camada de 0-0,4 m de profundidade.....	34
Tabela 2. Teores de macro e micronutrientes foliares da mangueira cv. Palmer antes da instalação do experimento. Petrolina-PE.....	34
Tabela 3. Manejo nutricional adotado durante o experimento nas diferentes fases do ciclo de produção de mangueira Palmer, Petrolina-PE.....	35
Capítulo 3	Pág.
Tabela 1. Atributos químicos, físicos e estoques de carbono orgânico no solo antes da implantação do experimento na camada de 0-0,4 m de profundidade.....	56
Tabela 2. Teores de macro e micronutrientes foliares da mangueira cv. Palmer antes da implantação do experimento. Petrolina - PE.....	56
Tabela 3. Manejo nutricional fornecido durante o experimento nas diferentes fases do ciclo de produção de mangueira Palmer, Petrolina-PE.....	57
Tabela 4. Análise de variância para diâmetro longitudinal (DL), diâmetro transversal (DT), massa de fruto (MF) e matéria seca (MS) de frutos da mangueira cv. Palmer em função da aplicação de ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e ácidos orgânicos.....	60
Tabela 5. Análise de variância para pH, acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS), relação entre os sólidos solúveis e a acidez titulável (<i>ratio</i> SS/AT), firmeza da polpa (FP) e amido em frutos da mangueira cv. Palmer em função da aplicação de ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e ácidos orgânicos.....	62
Tabela 6. Valores médios de L*, a* e b* em frutos da mangueira cv. Palmer em função da aplicação de ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e ácidos orgânicos.....	64
Tabela 7. Extração de nutrientes nos frutos da mangueira cv. Palmer em função da aplicação de ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e ácidos orgânicos.....	65

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	15
1. INTRODUÇÃO	15
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	17
2.1. A cultura da mangueira no Vale do São Francisco.....	17
2.2. Nutrição da mangueira	18
2.3. Efeitos das substâncias húmicas na disponibilidade e absorção de nutrientes pelas plantas.....	20
3. REFERÊNCIAS.....	24
CAPÍTULO 2	29
4. ESTADO NUTRICIONAL EM DIFERENTES FASES DO CICLO DE PRODUÇÃO DA MANGUEIRA CV. PALMER SOB ÁCIDOS ORGÂNICOS NO SEMIÁRIDO ¹	29
Resumo.....	29
Abstract.....	30
Introdução.....	31
Material e Métodos.....	32
Plantas de mangueira e condições de cultivo	32
Delineamento experimental.....	35
Variáveis avaliadas e análise estatística	36
Conclusões.....	46
Referências	47
CAPÍTULO 3	52
5. ÁCIDOS ORGÂNICOS NA PRODUÇÃO, QUALIDADE E COMPOSIÇÃO MINERAL DE FRUTOS DE MANGUEIRA CV. PALMER NO SEMIÁRIDO ¹	52
Introdução.....	54
Material e Métodos.....	56
Plantas de mangueira e condições de crescimento	56
Delineamento experimental e tratamentos	58
Variáveis avaliadas e análise estatística	59
Resultados e Discussão.....	60
Conclusões.....	68
Referências	69
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	75
APÊNDICES.....	76

CAPÍTULO 1

1. INTRODUÇÃO

A manga é a fruta que o Brasil mais exporta. Em 2017, houve recorde nas exportações, tanto em volume, com aproximadamente 179 mil toneladas, quanto em receita de mais de US\$ 205 milhões, que quando comparando com o ano de 2016, apresentou crescimento de 16,46% em volume e de 13,99% em valor. Neste cenário, destaca-se a região do Vale do São Francisco, que engloba um grande volume anual de negócios e por ser a manga uma das principais culturas irrigadas responsáveis pela geração de empregos (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2018). O cultivo da mangueira no Vale do São Francisco proporciona uma produção de aproximadamente 250.000 toneladas por ano, o que corresponde a mais de 85% das exportações brasileiras de manga *in natura*. Os maiores importadores de manga brasileira são a União Europeia (132.820 toneladas, com receita de US\$ 157,2 milhões) e os Estados Unidos (33.095 toneladas e receita de US\$ 30,6 milhões) (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2018).

Cultivares de mangueira como Tommy Atkins, Palmer, Kent e Keitt são as mais produzidas no Vale do São Francisco. A cv. Palmer, por exemplo, apresenta uma grande aceitação no mercado interno devido ao sabor e produção semitardia, com frutos de polpa amarela, firme, com pouca ou nenhuma fibra, casca fina, bom sabor, relação polpa/fruto de 72%, além de ser uma variedade que possui pouca suscetibilidade ao colapso interno no fruto (GENÚ; PINTO, 2002).

O estudo relacionado aos aspectos nutricionais da cultura da mangueira é de fundamental importância para o alcance de elevadas produtividades, já que apresenta duas fases distintas: a de acúmulo de nutrientes, da colheita até o início da floração, e a de redução dos teores de nutrientes foliares, durante o desenvolvimento dos frutos. A nutrição, além de afetar de forma significativa a produtividade, tem efeito sobre a qualidade dos frutos, a conservação pós-colheita e a suscetibilidade das plantas a pragas e doenças (QUAGGIO et al.,1997). Avaliando a curva de exportação de nutrientes por frutos de mangueira no município de Janaúba em Minas Gerais, Souza (2007) observou a ordem decrescente de extração pelos frutos da mangueira Palmer de K>N>Ca>P>Mg>S>Mn>Na>Fe>Cu>B>Zn.

O principal componente da matéria orgânica do solo juntamente com a fração mineral são as substâncias húmicas. O uso de substâncias húmicas (SH) como condicionadores de solo aumenta a eficiência da absorção de nutrientes (Cunha et al.,

2015). As SH desempenham inúmeras funções tais como promoção do desenvolvimento radicular (AMERI; TEHRANIFAR, 2012), formação de raízes laterais, adventícias e alongamento radicular (BALDOTTO; BALDOTTO, 2014), além de armazenar água, gera cargas, adsorção de íons, suprir nutrientes para as plantas, dentre outras (GUERRA et al., 2008). Considerando a solubilidade em meio aquoso, as SH são classificadas em três frações: ácidos fúlvicos (AF), solúveis em pH ácido ou alcalino; ácidos húmicos (AH), solúveis em pH alcalino; e humina (HU), insolúvel em qualquer pH, constituindo os compartimentos mais estáveis da matéria orgânica do solo (LOPES et al., 2013).

Os AF constituem as frações húmicas que possuem menor massa molecular, elevada quantidade de ácidos carboxílicos, maior polaridade e solubilidade quando comparado aos AH, podendo apresentar risco de lixiviação e contaminação do lençol freático (SILVA; MENDONÇA, 2007). Os AF por apresentarem massa molar menor do que os AH, tem mais acesso aos receptores na superfície da membrana plasmática ou no interior da célula da raiz, contribuindo assim para a absorção de nutrientes (VAUGHAN et al., 1985). Por outro lado, segundo Canellas et al. (2006), os AH também apresentam ação sobre as plantas, em funções que se assemelham aos de moléculas de menor massa molar. Os AH, por se tratarem da fração estável das substâncias húmicas, apresentam na sua constituição elevados teores de anéis aromáticos, grupos funcionais hidrofílicos contendo oxigênio e coloração escura (GUERRA et al., 2008).

A utilização de ácidos orgânicos e substâncias húmicas tem sido objeto de diversos estudos em várias culturas para avaliar produtividade e qualidade dos frutos, dentre elas citros, maçã (HIDAYATULLAH et al., 2018) e maracujá amarelo (SILVA et al. 2015). No entanto, esses estudos ainda são incipientes para a cultura da mangueira em condições semiáridas.

Como hipótese do presente trabalho tem-se que a aplicação dos ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e ácidos orgânicos no solo contribuem para o aumento da absorção de nutrientes pelas plantas, elevando a produtividade de frutos de mangueira cv. Palmer com qualidade para os mercados interno e externo.

Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os teores foliares de nutrientes, produtividade e a qualidade físico-química de frutos de mangueira cv. Palmer em função do uso de ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e ácidos orgânicos no Submédio do Vale do São Francisco.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. A cultura da mangueira no Vale do São Francisco

A mangueira é uma planta que tem origem no Sul da Ásia, e de lá se difundiu para várias partes do mundo, inclusive para as Américas. O crescimento e desenvolvimento desta planta são observados em diferentes condições climáticas, entretanto o seu cultivo em áreas comerciais, somente é viável dentro de valores bem definidos de precipitação, altitude, umidade relativa, insolação e temperatura. A mangueira é uma cultura de clima tropical e por isso, o seu cultivo está, principalmente, concentrado nas regiões tropicais (25°N, 25°S) e subtropicais (35°N, 35°S) do planeta (MODESTO, 2013).

Quanto a produção, o Brasil está em sétimo lugar no *ranking* dos grandes produtores de manga do mundo segundo dados da FAO (2017). Essa informação pode ser comprovada devido ao bom desempenho alcançado nos mercados interno e externo ao longo de 2017 que é comemorado pela cadeia produtiva da manga no Brasil. O volume interno de manga comercializada cresce todos os anos, enquanto que as exportações acumulam recordes, tanto em volume quanto em receita. Para o ano de 2019 não é diferente, pois devido aos bons resultados obtidos nas safras recentes espera-se um novo aumento da produção (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2018).

No Vale do São Francisco, apenas no ano de 2017, houve crescimento de 5,5% na área cultivada e os últimos dados consolidados são de 2016. De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no ano de 2016 a área colhida no Brasil foi de 61.842 hectares, com produção de 1 milhão de toneladas. A produtividade média chegou a 16,2 toneladas por hectare, com valor da produção estimada em R\$ 788,351 milhões. Em comparação ao ano anterior, houve ligeira queda na área colhida (em 2015, foram 64.263 hectares). No entanto, houve aumento na quantidade produzida, pois a colheita foi de 976.012 toneladas em 2015. Embora a manga seja produzida em todo o território nacional, a sua produção concentra-se principalmente no Nordeste. Tendo como maior produtor a Bahia, com 21.370 hectares de área colhida da fruta e volume de 353.689 toneladas. Em 2016, segundo o IBGE, o valor da produção da manga baiana atingiu R\$ 233,159 milhões. Logo em segundo lugar aparece Pernambuco, com 230.381 toneladas (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2018).

A manga foi a fruta que o Brasil mais exportou no ano de 2017, com cerca de 179 mil toneladas e mais de US\$ 205 milhões. Comparando com 2016, houve um crescimento de 16,46% em volume e de 13,99% em valor. A União Europeia (132.820 toneladas, com receita de US\$ 157,2 milhões) e os Estados Unidos (33.095 toneladas e receita de US\$ 30,6 milhões) são os maiores compradores da fruta produzida no Brasil. Um dos fatores que possivelmente contribui para esse cenário e que torna o Brasil diferente de outras nações produtoras é a possibilidade de o país produzir durante o ano inteiro, principalmente sob sistema de irrigação e práticas de manejo consolidadas, o que acontece no Submédio do Vale do São Francisco (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2018).

2.2. Nutrição da mangueira

Devido à crescente demanda do mercado nacional e internacional por mangas, com alta qualidade torna-se fundamental o planejamento desta atividade agrícola com a obtenção de informações como o monitoramento da fertilidade do solo e do estado nutricional das plantas, através de análises laboratoriais frequentes (SOUZA, 2007).

O conhecimento dos fatores nutricionais que limitam a produtividade por meio da diagnose foliar das plantas permite a elaboração de programas racionais de fertilização, cujo uso mais eficiente aumenta a produção, reduz os custos de produção e os riscos de contaminação ambiental. Em mangueiras, a análise química de folhas auxilia no conhecimento do estado nutricional da cultura, avalia e calibra o resultado das adubações realizadas com base na interpretação da análise de solo (ROZANE et al., 2007). Para Marschner (1995) a análise foliar em frutíferas se torna tão útil quanto à análise de solo para uma recomendação de adubação mais eficiente.

De acordo com Almeida et al. (2014), a cultura da mangueira exige uma grande quantidade de nutrientes para suprir as necessidades de manutenção tanto da parte vegetativa da planta, como para a exportação dos nutrientes pelo fruto. Conforme Liedgens (1993) a absorção dos nutrientes em cada estágio de crescimento da planta e os estudos sobre análise de crescimento de espécies vegetais ou frutos, fornecem indicações da época em que a planta absorve os nutrientes em maior ou menor quantidade e possibilitam acompanhar o desenvolvimento ao longo do ciclo produtivo tornando-se um dos componentes necessários às recomendações de adubação.

Ao avaliar a composição mineral das folhas e dos frutos de mangueira cv. Tommy Atkins sob irrigação, em três diferentes classes de solo, Medeiros et al. (2005) observaram que os teores de macronutrientes declinaram com a evolução das fases

fenológicas da planta, e os teores dos micronutrientes nas folhas variaram entre as classes de solos, principalmente para o Cu e o Mn. Nos frutos coletados na época da maturação, os macronutrientes presentes em maiores quantidades foram o Ca e o K. Quanto aos micronutrientes, os maiores teores obtidos nos frutos foram de Fe e de Cu, seguidos do Zn e do Mn.

Avilan (1971) ao analisar folhas de mangueira, observou que antes da floração ocorrem os maiores teores de N, P e K. Na época de plena floração e formação dos frutos, encontrou teores mais baixos desses nutrientes e que na maturação dos frutos houve tendência de manutenção ou mesmo diminuição dos teores desses elementos nas folhas. Avaliando as variações nos teores foliares de macronutrientes, durante um ano, em duas variedades de mangueira: Haden e Extrema, Nascimento et al. (1989) observaram que os menores teores foliares de N, P e K ocorriam no período de florescimento e frutificação, enquanto que baixos teores de Ca aconteciam na época de pouca precipitação pluviométrica.

Silva et al. (1998) avaliaram, a cada 30 dias, o teor foliar de nutrientes em mangueira cv. Tommy Atkins irrigada, com idade acima de quatro anos, os mesmos observaram variações nos teores dos nutrientes avaliados (N, P, K, Ca, Mg, B, Cu, Fe, Mn e Zn). No entanto, os nutrientes que apresentaram maiores oscilações foram o N e o Ca, seguidos pelo K. Essas oscilações, de acordo com os autores, estão associadas às aplicações foliares frequentes de nitrato de cálcio e nitrato de potássio utilizado na indução floral. De acordo com os estudos de Estrada et al. (1998), que avaliaram durante dois anos as variações dos teores foliares de Ca, Mg, Fe, Cu, Mn e Zn em mangueiras cv. Manila, cultivadas no México, as concentrações dos nutrientes encontrados oscilaram durante o tempo de estudo e que não há um período de estabilidade definido. Além disso, os autores constataram que o aumento e a diminuição nas concentrações destes nutrientes são independentes das fases fenológicas, chuvas ou adubação.

Pacheco et al. (2018), ao avaliarem a fertilidade do solo e a nutrição da mangueira 'Ubá' após seis anos de cultivo com adubação mineral, orgânica e organomineral e manejo de braquiária nas entrelinhas do pomar, concluíram que as adubações orgânicas realizadas com cama de frango, ao longo de seis anos de cultivo, resultam em maiores efeitos residuais de P, K e Mg no solo do que as adubações minerais e organominerais. Concluíram também que a adubação organomineral proporciona uma nutrição mais equilibrada das plantas.

Souza (2007), determinando a curva de crescimento, extração de nutrientes e sódio por frutos de mangueira Palmer, Haden e Tommy Atkins, observou que a ordem

decrecente de extração de nutrientes e sódio pelos frutos da mangueira Haden foi de K>N>Ca>Mg>S>P>Mn>Fe>Na>B>Zn>Cu. A ordem decrescente de extração de nutrientes e sódio pelos frutos da mangueira Palmer foi de K>N>Ca>P>Mg>S>Mn>Na>Fe>Cu>B>Zn. E que para mangueira Tommy Atkins a ordem decrescente de extração de nutrientes e sódio pelos frutos foi de K>N>Ca>P>Mg>S>Mn>Fe>Na>Cu>B>Zn e que os nutrientes extraídos em maiores quantidades pelas três variedades estudadas foram K>N>Ca.

2.3. Efeitos das substâncias húmicas na disponibilidade e absorção de nutrientes pelas plantas

Mais que um substrato mineral, o solo é também um meio biológico onde habitam grandes quantidades de microrganismos que desempenham funções ecológicas fundamentais no solo, como a ciclagem de nutrientes, principalmente no ciclo do carbono e, conseqüentemente, na formação das substâncias húmicas (SH) (BALDOTTO; BALDOTTO, 2014). Na camada superficial do solo, onde há resíduos orgânicos, ocorre a decomposição dos materiais de origem vegetal e animal, com a participação intensiva de microrganismos, que mediante a disponibilidade de nutrientes, degradam os resíduos até um ponto de estabilização, ou seja, de humificação (CANELLAS; SANTOS, 2005).

As SH são compostos orgânicos de macromoléculas de carbono provenientes da decomposição de resíduos vegetais e animais do ambiente, e que podem ser utilizadas como insumos alternativos para o manejo de diversas culturas. Estão presentes naturalmente nos sedimentos (fósseis), água e solos, e influenciam positivamente nas propriedades físicas, bioquímicas e microbiológicas dos compartimentos onde atuam. Além disso, possibilitam um incremento na produtividade em decorrência dos benefícios que promovem para a estrutura física e química do solo e no metabolismo da planta (CANELLAS et al., 2015).

Os ácidos húmicos (AH) e ácidos fúlvicos (AF) são os compostos mais importantes das frações húmicas, com relação à reatividade e a ocorrência nos ecossistemas. Considera-se que as SH aumentam o movimento e absorção de íons, incrementam a respiração e a velocidade das reações enzimáticas do ciclo de Krebs, promove alta produção de ATP nas células radiculares, aumento nos níveis de clorofila e na síntese de ácidos nucleicos. Além disso, causam aumento ou redução na atividade de diversas enzimas, afetando ainda a dinâmica do nitrato (NO_3^-) no solo, diminuem a perda de N para a atmosfera pela redução do nitrogênio gasoso (N_2) e o consumo de OH^- pelo H^+ , dado pelo ácido orgânico, produz grupos orgânicos com cargas negativas com alta

afinidade pelo amônio (NH_4^+), reduzindo seu movimento no solo, diminuindo a perda por lixiviação e aumentando a disponibilidade de nitrato para o cultivo (RAPOSO et al., 2016).

Estão presentes na literatura estudos que mostram numerosos benefícios das SH para alguns cultivos e, ainda, evidências da sua interação bioquímica e fisiológica com o crescimento das plantas. Porém, há necessidade de se obter um maior conhecimento da real funcionalidade e do comportamento de cada um desses compostos para certas espécies de interesse econômico (RAPOSO et al., 2016).

Segundo Vaughan et al. (1985) os efeitos das SH nas plantas estão associados com o aumento na absorção de nutrientes, devido à influência na permeabilidade da membrana celular, ao poder quelante, à fotossíntese, à formação de ATP, formação de aminoácidos e de proteínas. As SH alteram diretamente o metabolismo bioquímico das plantas e, conseqüentemente, podem influenciar no crescimento e desenvolvimento da planta. O seu efeito não é fácil de ser explicado, pois possui uma natureza complexa e ainda pouco conhecida. Há SH que possuem características muito distintas, devido à origem do material, ao método de extração e até mesmo pelas diferentes concentrações em que se encontram. Esses efeitos também podem diferir entre as espécies vegetais, que podem responder diferentemente em cada estágio de desenvolvimento (SANTOS; CAMARGO, 1999).

A ação direta dessas substâncias sobre o metabolismo e o crescimento das plantas tem sido atribuída principalmente ao AF por possuir menor peso molecular (VAUGHAN et al., 1985; NARDI et al., 2002). A percepção do arranjo supraestrutural das SH preconiza que compostos de reconhecida capacidade de regulação e estimulação do crescimento vegetal como, por exemplo, os hormônios vegetais, podem estar unidos à supraestrutura das SH e, assim, podem ser liberados para a solução do solo por uma variação de pH na rizosfera. Segundo Sposito (1989), as SH possuem propriedades polifuncionais, carga molecular, hidrofílicidades e flexibilidade estrutural, e têm a capacidade de mudar a conformação molecular de acordo com as mudanças de pH, Eh (potencial de oxidação-redução), força iônica e das ligações dos grupamentos funcionais.

O aumento da absorção de nutrientes proporcionado pela presença das SH em solução tem sido atribuído ao aumento da permeabilidade da membrana plasmática por meio da ação das SH e a ativação da H^+ -ATPase de membrana plasmática (CANELLAS; SANTOS, 2005). As H^+ -ATPases (bombas de H^+) são enzimas transmembranares que são capazes de hidrolisar ATP, e assim gerar energia e gradiente eletroquímico que está diretamente envolvido em dois mecanismos fundamentais para o desenvolvimento e crescimento vegetal: 1) a energização de sistemas secundários de translocação de íons

fundamentais para a absorção de macro e micronutrientes, e 2) o aumento da plasticidade da parede celular para possibilitar o processo de crescimento e divisão da célula vegetal (RODDA et al., 2006). Esse último mecanismo está relacionado com a “teoria do crescimento ácido”, que exige que o aumento da extrusão de prótons mediado pela H⁺-ATPase promova a acidificação do apoplasto, que, por sua vez vai promover a ativação de enzimas específicas que atuam sobre a parede celular e com isso aumenta sua plasticidade e, conseqüentemente, permitindo o alongamento da célula (RAYLE; CLELAND, 1992).

Em síntese, as SH através dos mecanismos supracitados, promovem incremento do sistema radicular com aumento da quantidade de raízes e o alongamento das raízes primárias e adventícias (CANELLAS et al., 2008), incremento nos teores e conteúdos de macro e micronutrientes (HALPERN et al., 2015), incremento na biomassa superior (parte aérea), incluindo folhas, flores, frutos e sementes (FAN et al., 2014; BALDOTTO; BALDOTTO, 2015; CANELLAS et al., 2015), encurtamento de períodos críticos dos cultivos como mudança da casa de vegetação para o campo (BALDOTTO et al., 2014), proteção e amenização dos efeitos de estresse abiótico (FAN et al., 2015; OLIVARES et al., 2015) e indução de resistência a patógenos (KESBA; ELBELTAGI, 2012). A utilização de AH possui ainda o potencial de otimizar a eficiência da adubação mineral (BALDOTTO; BALDOTTO, 2014) e integrar a formulação de inoculantes, biofertilizantes e bioestimulantes (CANELLAS et al., 2015).

O interesse agrônomo pelo uso das SH e pela sua comercialização vem crescendo devido às respostas positivas de trabalhos realizados. Empresas de fertilizantes têm demonstrado interesse nessa tecnologia e desenvolvido formulados com SH. Com isso, as SH possuem uma tecnologia para reduzir o uso de fertilizantes e reguladores de crescimento sintéticos, além dos defensivos químicos, visto que apresentam resultados positivos nesses aspectos do cultivo vegetal (CANELLAS et al., 2015).

Estudos realizados por Selim e Mosa (2012), Naidu et al. (2013), Denre et al. (2014) foram conduzidos com diferentes concentrações de SH e mostraram que a concentração ideal dependia da planta específica e do modo de aplicação (spray foliar ou drenagem direta do solo). Um aumento da eficiência do uso de nutrientes foi o principal efeito bioestimulante associado à promoção da colheita de vegetais por SH. Isto foi acompanhado por uma diminuição da incidência de doenças nas plantas (OLIVARES et al., 2015). Outro aspecto importante foi o efeito significativo sobre a qualidade comercial/valores comercializáveis dos produtos agrícolas (DENRE et al., 2014).

Baldotto et al. (2009) relataram a aceleração dos índices de crescimento inicial do abacaxi micropropagado durante a aclimação, especialmente quando as plântulas apresentaram dificuldade em raiz. No transplante de plantas, as SH podem ser úteis para ajudar as mudas a superar o estresse no campo. El-Kosary et al. (2011) avaliaram o efeito de micronutrientes, aminoácidos e AH em manga Keitt e Ewais obtendo maior ciclo de crescimento para Ewais. Por outro lado, a Keitt apresentou uma menor porcentagem de mal formações, maior número de frutos retidos, maior rendimento, maior peso e tamanho de fruto e maior firmeza do que cultivar Ewais. Já com relação aos sólidos solúveis totais a cultivar Ewais obteve resultados melhores.

Estudos sobre o uso de SH em mangueira ainda são escassos na literatura, principalmente em condições semiáridas, entretanto existem estudos em frutos como mamão (CAVALCANTE et al., 2011), uva (FERRARA; BRUNETTI, 2008) e melancia (SALMAN et al., 2005), onde foram obtidos resultados promissores. Além destes, estudos sobre a fertilidade do maracujá-amarelo com produtos contendo SH desenvolvido em condições de campo pode ser também encontrado na literatura, incluindo estudos de Cavalcante et al. (2008) e Cavalcante et al. (2012). Hidayatullah, et al (2018), ao avaliarem o efeito dos AH na produção e qualidade de maçãs, observaram que a aplicação de AH proporcionou maior porcentagem de retenção de frutos e maior acúmulo de nutrientes foliares, levando a uma melhor produção de frutos na planta. Houve correlação positiva e significativa entre o rendimento de frutos de macieira e a concentração de nutrientes foliares, evidenciando o efeito benéfico e estimulante dos AH na disponibilidade de nutrientes. Cunha et al. (2015), ao avaliarem a qualidade e a produção de frutos da pinha em função da fertilização nitrogenada e do uso de SH, verificaram que os sólidos solúveis dos frutos da pinha foram significativamente influenciados pelo uso de SH e que as plantas que receberam SH também apresentaram uma diferença quantitativa na produção de frutos com $0,63 \text{ t ha}^{-1}$ em relação aquelas que não receberam.

3. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C. X.; PITA JÚNIOR, J. L.; ROZANE, D. E.; SOUZA, H. A.; HERNANDES, A.; NATALE, W.; FERRAUDO, A. S. Nutrient cycling in mango trees. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 35, n. 1, p. 259-266, 2014.

AMERI, A.; TEHRANIFAR, A. Effect of humic acid on nutrient uptake and physiological characteristic *Fragaria ananassa* var: Camarosa. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*, San Francisco, v. 6, n. 16, p. 77-79, 2012.

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA 2018. **Brazilian Fruit Yearbook**. Santa Cruz do Sul-RS: Editora Gazeta, 2018. 49p.

AVILAN, R. L. Variaciones de los niveles de nitrogens, fosforo, potassio y calcio em las hojas de mango (*Mangifera indica* L.) atraves de um ciclo de producción. *Agronomia Tropical*, Maracay, v. 21, n. 1, p. 3-10, 1971.

BALDOTTO, L. E. B.; BALDOTTO, M. A. Adventitious rooting on the Brazilian red-cloak and sanchezia after application of indole-butyric and humic acids. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 32, p. 426-431, 2014.

BALDOTTO, L. E. B.; BALDOTTO, M. A. Growth and production of ornamental sunflower grown in the field in response to application of humic acids. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 45, n. 6, p. 1000-1005, 2015.

BALDOTTO, L. E. B.; BALDOTTO, M. A.; GIRO, V. B.; CANELLAS, L. P.; OLIVARES, F. L.; BRESSAN-SMITH, R. Desempenho do abacaxizeiro 'Vitória' em resposta à aplicação de ácidos húmicos durante aclimatação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 33, n. 4, p. 979-990, 2009.

BALDOTTO, L. E. B.; BALDOTTO, M. A.; GONTIJO, J. B.; OLIVEIRA, F. M.; GONÇALVES, J. Aclimatização de orquídea (*Cymbidium* sp.) em resposta à aplicação de ácidos húmicos. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 44, p. 830-833, 2014.

BALDOTTO, M. A.; BALDOTTO, L. E. B. Ácidos Húmicos. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 61, n. 1, p. 856-881, 2014.

CANELLAS, L. P.; ZANDONADI, D. B.; OLIVARES, F. L.; FAÇANHA, A. R. **Efeitos fisiológicos de substâncias húmicas**: O estímulo das H⁺-ATPases. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). *Nutrição mineral de plantas*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p.176-200.

CANELLAS, L. P.; ZANDONADI, D. B.; BUSATO, J. G.; BALDOTTO, M. A.; SIMÕES, M. L.; MARTIN-NETO, L.; PICCOLO, A. Bioactivity and chemical characteristics of humic acids from tropical soils sequence. *Soil Science*, Philadelphia, v. 173, n. 9, p. 624-637, 2008.

CANELLAS, L. P.; OLIVARES, F. L.; AGUIAR, N. O.; JONES, D. L.; NEBBIOSO, A.; MAZZEI, P.; PICCOLO, A. Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v. 196, p.15-27, 2015.

CANELLAS, L. P.; SANTOS, G. A. **Humosfera**: tratado preliminar sobre a química das substâncias húmicas. Campos dos Goytacazes: UENF, 2005. 348p.

CAVALCANTE, I. H. L.; SILVA, R. R. S.; ALBANO, G. F.; LIMA, F. N.; MARQUES, A. D. S. Foliar spray of humic substances on seedling production of papaya. **Journal of Agronomy**, Paquistão, v. 10, n. 4, p.118-122, 2011.

CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, Í. H. L.; JÚNIOR, F. R.; BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z.; SANTOS, G. P. D. Leaf-Macronutrient status and fruit yield of biofertilized yellow passion fruit plants. **Journal of Plant Nutrition**, Philadelphia, v. 35, n. 2, p. 176-191, 2012.

CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, Í. H. L.; SANTOS, G. D. Micronutrient and sodium foliar contents of yellow passion fruit plants as a function of biofertilizers. **Fruits**, Leuven, v. 63, n. 1, p. 27-36, 2008.

CUNHA, M. D. S.; CAVALCANTE, Í. H. L.; MANCIN, A. C., ALBANO, F. G.; MARQUES, A. S. Impact of humic substances and nitrogen fertilising on the fruit quality and yield of custard apple. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 37, n. 2, p. 211-218, 2015.

DENRE, M.; GHANTI, G.; SARKAR, K. Effect of humic acids application on accumulation of mineral nutrition and pungency in garlic (*Allium sativum* L.). **International Journal of Biotechnology and Molecular Biology Research**. Paquistão, v. 5, p. 7–12, 2014.

EL-KOSARY, S.; EL-SHENAWY, E. I.; RADWAN, S. I. Effect of microelements, amino and humic acids on growth, flowering and fruiting of some mango cultivars. **Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants**, Deira, v. 3, n. 2, p. 152-161, 2011.

ESTRADA, C. G. Variación Del contenido foliar de Ca, Mg y micronutrimientos en mango cv. Manila. **Revista de La Facultad de Agronomía**, Maracay, v. 24, n. 01, p. 401-411, 1998.

FAN, H. M.; WANG, X. W.; SUN, X.; LI, Y. Y.; SUN, X. Z.; ZHENG, C. S. Effects of humic acid derived from sediments on growth, photosynthesis and chloroplast ultrastructure in chrysanthemum. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 177, p. 118-123, 2014.

FAN, H. M.; LI, T.; SUN, X.; SUN, X. Z.; ZHENG, C. S. Effects of humic acid derived from sediments on the postharvest vase life extension in cut chrysanthemum flowers. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 101, p. 82-87, 2015.

FAO. Production-crops. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. Acesso em: 18 de jul. 2017.

FERRARA, G.; BRUNETTI, G. Influence of foliar applications of humic acids on yield and fruit quality of table grape cv. Itália. **Oeno One**, Villenave d'Ornon, v. 42, n. 2, p. 79-87, 2008.

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

GUERRA, J. G. M.; SANTOS, G. A.; SILVA, L. S. Macromoléculas e substâncias húmicas. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**, v. 2, p. 19-26, 2008.

HALPERN, M.; BAR-TAL, A.; OFEK, M.; MINZ, D.; MULLER, T.; YERMIYAHU, U. The use of biostimulants for enhancing nutrient uptake. **Advances in Agronomy**, Amsterdam, v. 130, p. 141-174, 2015.

HIDAYATULLAH, A. K.; MOULADAD, M.; NISAR, A.; SYED, A. S. Effect of humic acid on fruit yield attributes, yield and leaf nutrient accumulation of apple trees under calcareous soil. **Indian Journal of Science and Technology**, Adyar, v. 11, n. 15, 2018.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal**, 2017. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/>>. Acesso em: 10 Nov. 2018.

KESBA, H. H.; EL-BELTAGI, H. S. Biochemical changes in grape rootstocks resulted from humic acid treatments in relation to nematode infection. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, Haikou, Hainan, v. 2, n. 4, p. 287-293, 2012.

LIEDGENS, M. M. **Modelos numéricos para a descrição do crescimento da planta de soja (*Glycine max* L. Merrill, cultivar IAC – 15) em condições sazonais diferenciadas**. 1993. 101 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1993.

LOPES, P. R. C.; HAJI, F. N. P.; MOREIRA, A. N.; MATTOS, M. D. A. **Normas técnicas e documentos de acompanhamento da Produção Integrada de Manga**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2003. 72p.

MEDEIROS, A. A.; AMORIM, J. R. A.; SILVA, D. J.; GUEDES, F. X.; GUERRA, A. G.; DANTAS, J. A. Composição mineral de folhas e exportação de nutrientes pelos frutos de mangueira, em cultivo irrigado, no Rio Grande do Norte. **Embrapa Semiárido-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**, p. 12, 2005.

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

MODESTO, J. H. **Produtividade, sazonalidade e análises tecnológicas de frutos de cultivares de mangueira em condições subtropicais**. Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Agronomia (Horticultura). Botucatu, p. 51, 2013.

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

NARDI, S.; PIZZEGHELLO, D.; MUSCOLO, A.; VIANELLO, A. Physiological effects of humic substances on higher plants. **Soil Biology and Biochemistry**. Amsterdam, v. 34, p. 1527–1536, 2002.

NASCIMENTO, V. M.; CORRÊA, L. S.; BORSATO, A. C.; AKAMAKI, E. K. Variação dos teores foliares de N, P, K, Ca e Mg em duas variedades de mangueira (*Mangifera indica*

L.) durante o ano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 10, 1989. Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Fruticultura, p. 342-345, 1989.

OLIVARES, F. L.; AGUIAR, N. O.; ROSA, R. C. C.; CANELLAS, L. P. Substrate biofortification in combination with foliar sprays of plant growth promoting bacteria and humic substances boosts production of organic tomatoes. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 183, p. 100-108, 2015.

PACHECO, A. L. V.; BORGES, K. S.; FREITAS, G. B.; VIEIRA, G. Fertilidade do solo e nutrição da mangueira 'ubá' em consórcio com braquiária e sob adubação mineral, orgânica e organomineral. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, Viçosa, v. 8, n. 1, p. 65-73, 2018.

QUAGGIO, J. A.; RAIJ, B. V.; PIZA JÚNIOR, C. D. T. Frutíferas. In: RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônômico (Boletim Técnico 100), p. 121-130, 1997.

RAPOSO, J. C.; VILLANUEVA, U.; OLIVARES, M.; MADARIAGA, J. M. Determination of humic substances in sediments by focused ultrasound. **Microchemical Journal**, Amsterdã, v. 128, p. 26–33, 2016.

RAYLE, D. L.; CLELAND, R. E. The acid growth theory of auxin-induced cell elongation is alive and well. **Plant Physiology**. San Jose, v. 99, p. 1271-1274, 1992.

RODDA, M. R. C.; CANELLAS, L. P.; FAÇANHA, A. R.; ZANDONADI, D. B.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. D.; SANTOS, G. D. A. Estímulo no crescimento e na hidrólise de ATP em raízes de alface tratadas com humatos de vermicomposto. II-Efeito da fonte de vermicomposto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, p. 657-664, 2006.

ROZANE, D. E.; NATALE, W.; PRADO, R. D. M.; BARBOSA, J. C. Amostragem para diagnose do estado nutricional de mangueiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 2, p. 371-376, 2007.

SALMAN, S. R.; ABOU-HUSSEIN, S. D.; ABDEL-MAWGOUD, A. M. R.; EL-NEMR, M. A. Fruit yield and quality of watermelon as affected by hybrids and humic acid application. **Journal of Applied Sciences Research**, Washington, v. 1, n. 1, p.51-58, 2005.

SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. Eds. **Fundamentos da matéria orgânica do solo ecossistemas tropicais e subtropicais**. Gênese, 1999. 49p.

SELIM, E. M.; MOSA, A. A. Fertigation of humic substances improves yield and quality of broccoli and nutrient retention in a sandy soil. **Journal of Plant and Soil Scienc**, Temuco, v. 175, p. 273–281, 2012.

SILVA, D.; PEREIRA, J.; ALBUQUERQUE, J. D. Equilíbrio nutricional em mangueira cultivada sob irrigação no submédio São Francisco. In: Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, 23; Reunião Brasileira sobre Micorrizas, 7; Simpósio Brasileiro de Microbiologia do Solo, 5; Reunião Brasileira de Biologia do Solo, 2. Caxambu, **Resumos**. Lavras: UFLA; SBCS; SBM, 1998. 659 p.

SILVA, I. R.; MENDONÇA, E. S. Matéria Orgânica do Solo. IN: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Eds.). Fertilidade do solo. Viçosa: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, p. 275-374, 2007.

SILVA, R. L.; CAVALCANTE, Í. H. L.; SOUSA, K. D. S. M.; GALHARDO, C. X.; SANTANA, E. A.; LIMA, D. D. Qualidade do maracujá amarelo fertirrigado com nitrogênio e substâncias húmicas. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 6, n. 4, p. 479-487, 2015.

SOUZA, F. V. **Curva de crescimento e exportação de nutrientes e sódio por frutos de mangueira Palmer, Haden e Tommy Atkins**. Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Jaboticabal, p. 46, 2007.

SPOSITO, G. **The chemistry of soils**. Oxford: Oxford University Press, 1989. 277p.

VAUGHAN, D.; MALCOM, R. E. Influence of humic substances on biogeochemical processes in plants. In: VAUGHAN, D.; MALCOM, R.E. (Eds.). **Soil organic matter and biological activity**. Dordrecht: M. Nijhoff, p. 77-108, 1985.

CAPÍTULO 2

4. ESTADO NUTRICIONAL EM DIFERENTES FASES DO CICLO DE PRODUÇÃO DA MANGUEIRA CV. PALMER SOB ÁCIDOS ORGÂNICOS NO SEMIÁRIDO¹

Resumo

O estado nutricional da cultura da mangueira além de afetar de forma marcante a produtividade, em muitos casos, tem efeito sobre a qualidade dos frutos, a conservação pós-colheita e a suscetibilidade das plantas à doenças. Assim conhecer o estado nutricional nas diferentes fases de desenvolvimento da cultura da mangueira é de extrema importância, pois auxiliará no manejo racional dos fertilizantes com menores impactos ambientais. A aplicação de ácidos orgânicos vem sendo realizada, atuando como bioestimulante para melhorar o desenvolvimento da raiz da planta e, conseqüentemente, aumentar a absorção de nutrientes e produtividade. No entanto, para a cultura da mangueira nas condições edafoclimáticas do semiárido brasileiro, essas informações ainda são escassas. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o estado nutricional em diferentes fases do ciclo de produção e a produtividade da mangueira cv. Palmer sob aplicação de ácidos orgânicos em Petrolina-PE. O experimento foi realizado no período de novembro de 2017 a novembro de 2018, em pomar comercial de mangueira cv. Palmer. O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso, com quatro repetições e quatro plantas por parcela, em esquema fatorial 4x5 correspondente a: i) Fases de avaliação [fim da brotação (PBZ), fim da indução (pré-florada), florada plena e fim do enchimento do fruto]; ii) Tratamentos (T) [T1 - Testemunha (sem ácidos orgânicos); T2 - (ácidos fúlvicos); T3 - (ácidos húmicos); T4 - (ácidos fúlvicos + ácidos húmicos); T5- (ácidos orgânicos)]. No final de cada fase do ciclo de produção da mangueira foram determinados os teores foliares de potássio (K), fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg), nitrogênio (N), ferro (Fe), manganês (Mn), cobre (Cu) e zinco (Zn). Além disso, foi determinada a produtividade da cultura. Nas quatro fases fenológicas avaliadas, os teores foliares de macronutrientes das plantas obedeceram à seguinte ordem: Ca>K>N>Mg>P, nas fases de fim da brotação e fim da indução floral (pré-florada), e Ca>N>K>P>Mg para as fases de florada plena e fim do enchimento do fruto. Já para os micronutrientes, os teores foliares segue Mn>Fe>Zn>Cu em todas as fases do ciclo de produção da mangueira. Para os nutrientes K e Ca, a cultura da mangueira cv. Palmer apresenta duas fases distintas: a de acúmulo do nutriente, que se inicia após a poda de produção até o fim da indução (pré-florada), e a segunda durante a floração e desenvolvimento dos frutos, com a redução significativa dos teores desses nutrientes na folha. Já para o Mg e Cu, o acúmulo de nutriente na folha se inicia após a poda de produção até o fim da brotação, com decréscimo nas fases subsequentes. A produtividade variou de 48,34 t ha⁻¹ (T3 – ácido húmico) a 55,61 t ha⁻¹ (T5 – ácidos orgânicos), não havendo efeito significativo dos tratamentos (p>0,05), e sendo superiores a produtividade média do Brasil.

Palavras-chave: Ácidos fúlvicos. *Mangifera indica* L. Nutrição mineral. Substâncias húmicas.

Abstract

The nutritional status of mango in addition to markedly affecting productivity, in many cases, has an effect on fruit quality, post-harvest conservation and susceptibility of plants to diseases. The knowledge of nutritional status in the different stages of development of the mango tree is very important, as it will assist in the rational management of fertilizers and consequently lower environmental impacts. Organic acids have been used as a biostimulant to increase the development of the root system and, consequently, increase the nutrient absorption and yield. However, for Brazilian semi-arid climatic conditions, this information is still poorly known. Therefore, the aim of this study was to evaluate the nutritional status in different crop stages and yield of the mango cv. Palmer under organic acids application in Petrolina county, Pernambuco state. The experiment was carried out from November 2017 to November 2018, in a commercial mango orchard cv. Palmer. The experimental design was a randomized block design with four replications and four plants per plot, in a 4x5 factorial scheme corresponding to: i) Evaluation stages (end of budding (PBZ), end of induction (pre-flowering), full flowering and end of fruit filling); ii) Treatments (T) T1 - without organic acids, T2 - fulvic acids, T3 - humic acids, T4 - fulvic acids + humic acids, T5 - organic acids. At the end of each stage of mango production cycle were determined the foliar contents of potassium (K), phosphorus (P), calcium (Ca), magnesium (Mg), nitrogen (N), iron (Fe), manganese (Mn), copper (Cu), and zinc (Zn). In addition, crop yield was determined. The foliar contents of the macronutrients followed the order: Ca > K > N > Mg > P, at the end of bud stage and end of floral induction stage (pre-flowering), and Ca > N > K > P > Mg for the full flowering stage and end fruit filling stage. For the micronutrients, the foliar content follows Mn > Fe > Zn > Cu in all stages of the production cycle of the mango. For K and Ca nutrients, the mango cv. Palmer has two distinct stages: nutrient accumulation, which begins after pruning stage until the end of induction stage (pre-flowering), and the second during flowering stage and development of the fruits stage, with the significant reduction of the contents of these nutrients in the leaf. For Mg and Cu, the nutrient accumulation in the leaf starts after the pruning stage until the end of the shooting stage, with a decrease in the subsequent stages. The yield values ranged from 48.34 t ha⁻¹ (T3 - humic acid) to 55.61 t ha⁻¹ (T5 - organic acids), with no significant effect of the treatments ($p > 0.05$), and higher than the average yield in Brazil.

Keywords: Fulvic acids. *Mangifera indica* L. Mineral nutrition. Humic substances.

Introdução

A fruticultura destaca-se como um dos segmentos mais importantes do agronegócio brasileiro devido ao alto valor agregado e o uso significativo de mão de obra, além de ser uma alternativa importante para o avanço das exportações brasileiras e de produtos agrícolas (MAGGI, 2018). Entre as frutíferas, a mangueira (*Mangifera indica L.*) destaca-se nos mercados interno e externo, devido ao alto valor comercial. De acordo com Palmieri (2018) em 2018, o Brasil apresentou cerca de 57 mil hectares de manga colhidos, concentrados basicamente em duas regiões: Nordeste (73%) e Sudeste (27%). Na região Nordeste, especificadamente no Vale do São Francisco, dentre as cultivares de mangueira mais produzida destacam-se Tommy Atkins, Palmer, Kent, Keitt, entre outras, sendo que a cultivar 'Palmer' tem apresentado uma maior aceitação no mercado interno devido ao sabor e produção semitardia, com frutos de polpa amarela firme com pouca ou nenhuma fibra e casca fina, bom sabor, relação polpa/fruto de 72% e pouco suscetível ao colapso interno no fruto (GENÚ; PINTO, 2002).

Elevadas produtividades de mangueira estão associadas ao desenvolvimento e implementação de tecnologias na área de nutrição mineral da cultura. Quanto aos aspectos nutricionais, a cultura da mangueira apresenta duas fases distintas: 1) a de acúmulo de nutrientes, que se inicia após a colheita até o início da floração, e 2) durante o desenvolvimento dos frutos com a redução significativa dos teores de nutrientes foliares. A nutrição além de afetar de forma significativa a produtividade, afeta a qualidade dos frutos, a conservação pós-colheita e a suscetibilidade das plantas a moléstias (QUAGGIO et al., 1997). O conhecimento do estado nutricional nas diferentes fases do ciclo de produção da cultura da mangueira é de extrema importância, pois auxiliarão no manejo racional dos fertilizantes visando à sustentabilidade.

O uso de condicionadores de solo, como ácidos orgânicos e substâncias húmicas (SH), com o intuito de potencializar a absorção de nutrientes tem sido amplamente estudado (CUNHA et al., 2015). As SH, que se dividem em ácido fúlvico (AF), ácido húmico (AH) e humina, resultante da decomposição de resíduos de plantas e animais, têm sido relatada como bioestimulante para melhorar o desenvolvimento da raiz da planta e, conseqüentemente, aumentar a absorção de nutrientes devido à sua atividade semelhante à auxina (CANELLAS et al., 2015). A ativação da enzima H^+ -ATPase na membrana plasmática pelas SH favorece o aumento da absorção de nutrientes e crescimento radicular (ROSE et al., 2014; CANELLAS et al., 2015). As SH exercem diversas funções como condicionadores de solo, retendo umidade, estruturando o solo,

aumentando a CTC, disponibilizando nutrientes para as plantas, entre outras (GUERRA et al., 2008). Além disso, afetam o metabolismo das plantas por induzir alterações morfológicas, modificando a absorção de micro e macronutrientes e afetando as vias bioquímicas (CANELLAS; OLIVARES, 2014; MORA et al., 2014 ; NARDI et al., 2016).

Diversos trabalhos têm sido desenvolvidos em várias culturas (maçã, citros, maracujá amarelo, dentre outras) avaliando os efeitos do uso de ácidos orgânicos e substâncias húmicas na produtividade de frutos (HIDAYATULLAH et al., 2018; SILVA, et al., 2015; SINDHA et al., 2018;). No entanto, estudos ainda são escassos para a cultura da mangueira irrigada quanto aos efeitos da aplicação de ácidos orgânicos e SH na absorção de nutrientes nas diferentes fases do ciclo de produção e produtividade da cultura em condições semiáridas.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o estado nutricional em diferentes fases do ciclo de produção e a produtividade da mangueira cv. Palmer sob aplicação de ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e ácidos orgânicos em Petrolina - PE.

Material e Métodos

Plantas de mangueira e condições de cultivo

O experimento foi realizado no período de novembro de 2017 a novembro de 2018, em pomar comercial de mangueira cv. Palmer na Fazenda ARACE AGRÍCOLA (Special Fruit), localizada na Zona Rural do município de Petrolina-PE com coordenadas geográficas 09°11'43,5" latitude sul, 41°01'59,2" longitude oeste e altitude de 400,3 m. Segundo a classificação de Köppen, o clima local é do tipo Bshw (semiárido), com precipitação inferior a 500 mm concentrada em três a quatro meses do ano (ALVARES et al., 2013).

Os dados meteorológicos mensais, referentes às fases de avaliação do pomar de mangueira, correspondente a temperatura máxima, mínima, média e precipitação pluviométrica foram registrados em estação meteorológica automática instalada na própria fazenda (Figura 1). O solo da área é de textura franco-argilo-arenoso (SANTOS et al., 2013).

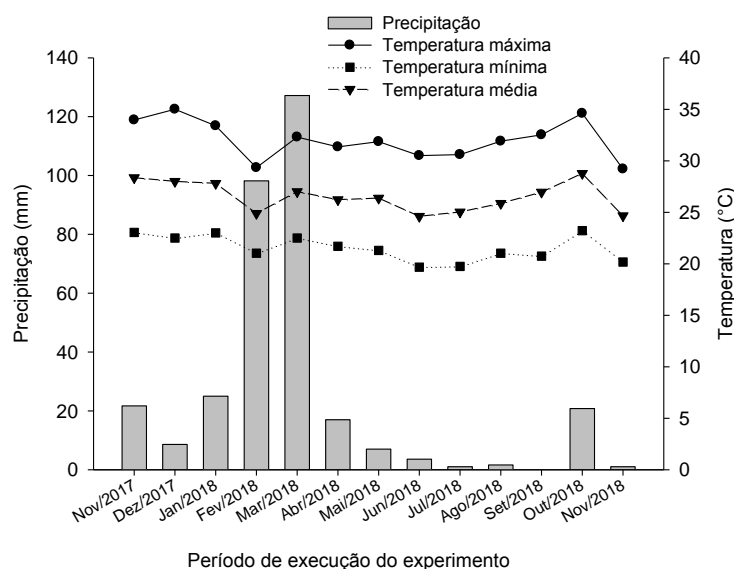


Figura 1. Temperaturas máxima, média e mínima do ar, e precipitação pluviométrica registrada durante a condução do experimento. Petrolina-PE

Foram estudadas plantas com 10 anos de idade, com espaçamento de plantio de 6,0 m x 4,0 m e irrigadas pelo sistema localizado de gotejamento com vazão de 1,5 L h⁻¹ (duas linhas de gotejo). As práticas culturais quanto a podas, manejo nutricional via fertirrigação, controle de plantas invasoras, combate a pragas e doenças, e ponto de colheita foram realizadas segundo as Normas Técnicas da Produção Integrada de Manga definidas por Lopes et al. (2003). O manejo floral incluiu aplicação do paclobutrazol (PBZ) para paralisação do desenvolvimento vegetativo e ruptura das gemas com nitrato, seguindo as recomendações de Genú e Pinto (2002). A aplicação de PBZ na área foi realizada em 02 de fevereiro de 2018, dois meses após a poda de pós-colheita.

Antes da instalação do experimento foram coletadas amostras de solo na camada de 0-0,4 m 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 (CE), pH (H₂O), acidez potencial (H+Al), acidez trocável (Al³⁺) e carbono orgânico total (COT), conforme metodologia proposta por Silva (2009) (Tabela 1). Foram determinados também os teores de potássio (K⁺), cálcio (Ca²⁺), magnésio (Mg²⁺), fósforo (P), ferro (Fe²⁺), manganês (Mn²⁺), zinco (Zn²⁺) e cobre (Cu²⁺). Assim, foram calculados a CTC potencial (T) e a saturação por bases (V%), segundo metodologia proposta por Silva (2009). O fracionamento das substâncias húmicas (SH) foi realizado segundo o método sugerido pela International Humic Substances Society (SWIFT, 1996) e adaptado de Benites et al. (2003). Deste

fracionamento foram obtidas as frações ácidos fúlvicos (FAF), ácidos húmicos (FAH) e huminas (FH), baseando-se na solubilidade em soluções ácidas ou alcalinas. Do somatório da FAF, FAH e FH obteve-se as SH. As análises físicas consistiram em granulometria, determinada pelo método da pipeta, e densidade do solo (Ds), pelo método do anel volumétrico (DONAGEMA et al., 2011) (Tabela 1).

Tabela 1. Atributos químicos, físicos e estoques de carbono orgânico no solo antes da implantação do experimento na camada de 0,0-0,4 m de profundidade

SB	Al ³⁺	CTC	H+Al	Mg ²⁺	K ⁺	Ca ²⁺	P	Fe ²⁺	Mn ²⁺	Zn ²⁺	Cu ²⁺
-----cmol _c dm ⁻³ -----							-----mg dm ⁻³ -----				
5,09	0,1	5,19	10,89	2,52	0,70	4,32	31,88	0,36	7,16	32,06	0,30
CE	pH	V	Areia	Silte	Argila	Ds	COT	FHU	FAF	FAH	SH
μS cm ⁻²	H ₂ O	%	-----dag kg ⁻¹ -----			kg dm ⁻³	-----t ha ⁻¹ -----				
0,075	6,69	98,06	66,90	8,00	25,10	1,61	30,15	15,13	2,96	4,79	22,88

P, K⁺, Mn²⁺, Fe²⁺, Zn²⁺ e Cu²⁺: extrator: Mehlich (HCl + H₂SO₄); Al³⁺, Ca²⁺, Mg²⁺: KCl 1M; SB= soma de bases; V= saturação por bases (%); CTC= capacidade de troca de cátions; DS= Densidade do solo; CE= Condutividade elétrica; COT= Carbono orgânico total; FAH; FAF, FHU e SH = fração ácidos húmicos, ácidos fúlvicos, huminas e substâncias húmicas, respectivamente.

Para caracterização inicial (antes da poda de produção) do estado nutricional das plantas, foram coletadas amostras de folhas (inteiras, sadias e localizadas no penúltimo fluxo do ramo) para determinação dos teores de potássio (K), fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg), ferro (Fe), manganês (Mn), cobre (Cu) e zinco (Zn) (Tabela 2), seguindo metodologia de Silva (2009). O nitrogênio (N) foi determinado pelo método Kjeldahl nos extratos da mineralização sulfúrica (SILVA, 2009).

Tabela 2. Teores de macro e micronutrientes foliares da mangueira cv. Palmer antes da instalação do experimento. Petrolina- PE

	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu
	g kg ⁻¹								
	10,80	3,12	2,98	67,31	1,94	87,75	248,24	24,44	2,39
Quaggio (1996)	12-14	0,8-1,6	5-10	20-35	2,5-5,0	50-200	50-100	20-40	10-50

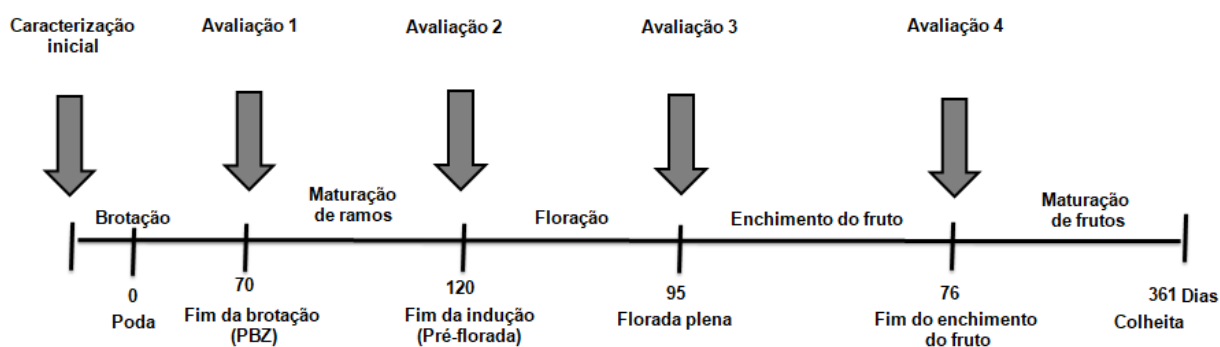
As adubações de produção foram realizadas de acordo com a análise de solo e a demanda da cultura. As quantidades de macro e micronutrientes aplicadas em cada fase de avaliação da mangueira estão expressas na Tabela 3.

Tabela 3. Manejo nutricional adotado durante o experimento nas diferentes fases do ciclo de produção de mangueira Palmer, Petrolina-PE

Nutrientes	Brotação (PBZ)	Indução (Pré-florada)	Florada plena	Enchimento de fruto
		g planta ⁻¹		
N	65,49	50,07	110,34	6,17
P	92,72	1,67	92,14	8,74
K	0,38	253,93	68,03	97,76
Ca	146,91	28,67	243,00	55,02
Mg	19,02	-	-	-
S	28,00	52,54	30,82	26,17
Fe	0,28	-	0,32	-
Zn	-	-	-	-
Mn	0,97	-	12,87	-
B	2,64	0,37	1,87	1,33
Cu	-	-	-	-
Mo	-	-	-	-
Cl	154,80	-	187,58	97,29

Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial 4x5 correspondente a: i) Fases de avaliação (fim da brotação (PBZ), fim da indução (pré-florada), florada plena e fim do enchimento do fruto) (Figura 2); ii) Tratamentos (T) (T1 –Testemunha (sem ácidos orgânicos); T2- (ácidos fúlvicos); T3- (ácidos húmicos); T4- (ácidos fúlvicos + ácidos húmicos); T5- (ácidos orgânicos); com quatro repetições e quatro plantas por parcela, sendo considerada parcela útil as duas plantas centrais.

**Figura 2.** Cronograma das avaliações do experimento em dias após a poda da mangueira cv. Palmer, Petrolina-PE

Os ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e ácidos orgânicos foram aplicados por fertirrigação no início de cada fase do ciclo de produção da mangueira (brotação, indução/pré-florada, florada plena e enchimento de frutos) e suas quantidades definidas seguindo as respectivas indicações para a cultura da mangueira. A fonte de ácido fúlvico

(AF) utilizada foi o produto comercial Codargon (dose 297,90 mL), cuja composição apresenta ácidos fúlvicos (30%)+Ca (1,6%)+Mg (0,6%). A fonte de ácido húmico (AH) utilizada foi o produto comercial Heringer (dose 75,44 g), cuja composição apresenta 95% de ácido húmico. Como fonte de ácido fúlvico+ácido húmico utilizou-se o produto comercial Codahumus (dose 192,32 mL), cuja composição apresenta extrato húmico total (20,2%), ácidos fúlvicos (10,2%), ácidos húmicos (10%), carbono orgânico total (11,7%) e nitrogênio solúvel em água (3%). Como fonte de ácidos orgânicos utilizou-se o produto comercial Codasal (dose 192,32 mL), cuja composição apresenta óxido de cálcio totalmente quelatado solúvel em água (8,7%) e ácidos orgânicos. Todas as fontes de ácidos orgânicos foram aplicadas na projeção da copa da mangueira próximas a linha de irrigação. Em cada fase do ciclo de produção da cultura, as quantidades de cada produto especificadas acima foram divididas em cinco aplicações (aplicadas semanalmente) para dezesseis plantas de cada tratamento, com exceção da fase referente ao fim da indução (pré-florada) - única aplicação. Com o intuito de proporcionar condições similares de disponibilidade de nutrientes para as plantas foi padronizado em todos os tratamentos as quantidades de Ca, Mg e N.

Variáveis avaliadas e análise estatística

Ao final de cada fase do ciclo de produção da mangueira (brotação, indução/pré-florada, florada plena e enchimento de frutos) (Figura 2) foram coletadas amostras de folhas em todos os quadrantes da planta, a uma altura mediana na copa, no penúltimo fluxo 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: macronutrientes (Ca, Mg, K, P, N) e micronutriente (Fe, Mn, Zn e Cu), seguindo as recomendações de Silva (2009).

Para fins de determinação da produtividade da mangueira ($t\ ha^{-1}$), os frutos foram colhidos, manualmente, no período da manhã, com tamanho mínimo de 12 cm e cor creme amarelo da polpa, caracterizando-se a maturidade fisiológica (FILGUEIRAS et al., 2000). Estas características de seleção dos frutos são recomendadas pelo Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura para frutos comerciais (PBMH, 2004). A produtividade da cultura foi determinada a partir da produção por planta e do número de plantas por hectare.

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade dos resíduos e homogeneidade das variâncias. Posteriormente, foi realizada a análise de variância pelo teste 'F', e, a partir da significância, os tratamentos foram comparados entre si pelo teste

de Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$). Todas as análises estatísticas seguiram as recomendações de Banzatto e Kronka (1995) usando os softwares R, versão 3.5.0.

Resultados e Discussão

Os teores de macronutrientes nas folhas de mangueira encontram-se na Figura 3, na qual são observadas variações nas concentrações dos nutrientes em função das diferentes fases do ciclo de produção da cultura.

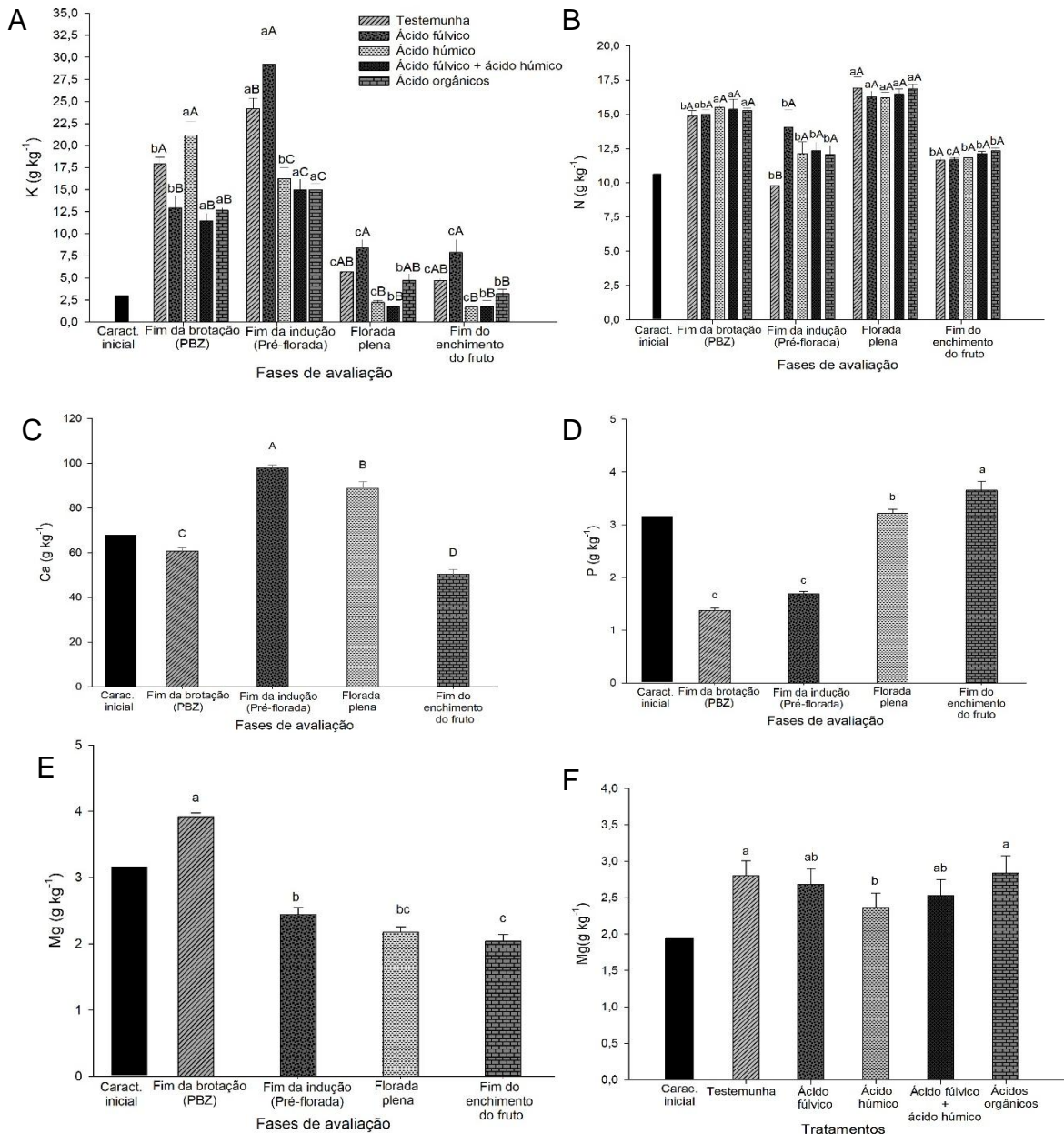


Figura 3. Teores foliares de macronutrientes nas diferentes fases do ciclo de produção da mangueira cv. Palmer em função do uso de ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e ácidos orgânicos. Petrolina-PE

Barras com letras minúsculas comparam os tratamentos em função das fases de avaliação. Barras com letras maiúsculas comparam os tratamentos dentro de cada fase individual. Barras com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Nas quatro fases do ciclo de produção da cultura, os teores de macronutrientes nas folhas da mangueira apresentaram a seguinte ordem: Ca>K>N>Mg>P nas fases de fim da brotação e fim da indução floral (pré-florada), e Ca>N>K>P>Mg nas fases de florada plena e fim do enchimento do fruto, com destaque para os teores de Ca que foram superiores aos demais macronutrientes. Os maiores teores foliares de Ca são atribuídos à baixa mobilidade do nutriente na planta (MOUCO, 2010). Silva et al. (2014), ao avaliarem mudanças na fertilidade do solo e no teor de nutrientes foliares na fase vegetativa de áreas com mangueiras cv. Tommy Atkins em Petrolina, observaram teores foliares decrescente na ordem de Ca>N>K>Mg>P. Por outro lado, Galli et al. (2009), ao avaliarem a incidência de antracnose, o desempenho e estado nutricional em dezessete variedades de mangueira conduzidas organicamente na região de Pindorama-SP, observaram que a ordem dos teores foliares foi de N>Ca>K>P>S>Mg para mangueira na fase vegetativa.

Ao se comparar os tratamentos dentro de cada fase do ciclo de produção da mangueira, pode-se observar na fase do fim da brotação (PBZ) que o tratamento T3 (ácido húmico) apresentou maior teor foliar de K seguido do tratamento T1 (Testemunha), sendo superior aos teores foliares de K dos demais tratamentos (Figura 3A). Na fase de final da indução (pré-florada), o tratamento T2 (ácido fúlvico) apresentou maior teor foliar de K em relação aos demais tratamentos. Comportamento semelhante foi observado quando se comparou o tratamento T2 (ácido fúlvico) com os tratamentos T3 (ácido húmico) e T4 (ácido húmico + ácido fúlvico) nas fases de florada plena e fim do enchimento do fruto. O AF por apresentar menor massa molar pode acessar mais facilmente possíveis receptores na superfície da membrana plasmática ou no interior da célula da raiz, favorecendo a absorção de nutrientes pela planta (VAUGHAN et al., 1985).

Avaliando os tratamentos em função das fases do ciclo de produção da mangueira observa-se que, de maneira geral, os teores foliares de K foram maiores nas fases do fim da brotação (PBZ) e fim da indução floral (pré-florada) decrescendo drasticamente nas fases subsequentes (florada plena e fim de enchimento de fruto) (Figura 3A). Durante o ciclo de produção da mangueira, observou-se que o maior aporte de fertilizante potássico ocorreu na indução floral/pré-florada (Tabela 3), contribuindo para os maiores teores foliares deste nutriente nesta fase. Por outro lado, há uma grande translocação de K foliar para atender a floração e o desenvolvimento dos frutos da mangueira, o que resulta em redução dos teores deste nutriente (ALMEIDA, 2014). Em estudo realizado por Medeiros et al. (2005), que avaliaram quatro fases fenológicas de mangueira em três plantios diferentes no Rio Grande do Norte, foram observados comportamentos semelhantes no que diz respeito a redução dos teores de K foliares com a evolução do ciclo produtivo,

para atender a demanda deste nutriente na floração e crescimento de frutos. Os teores médios de K foliares foram de 10,3 g kg⁻¹ na fase vegetativa, 8,3 g kg⁻¹ na fase de pré-floração, 5,3 g kg⁻¹ na fase de floração e 5,4 g kg⁻¹ na fase de maturação de frutos.

Na fase de florada plena, os teores foliares de K dos tratamentos T1 (5,69 g kg⁻¹) e T2 (8,40 g kg⁻¹) são considerados adequados (5-10 g kg⁻¹), conforme Quaggio (1996). Por outro lado, os tratamentos T3 e T4 apresentaram teores foliares de K de 2,22 e 1,73 g kg⁻¹, respectivamente, estando na faixa de deficiência (<2,5 g kg⁻¹). Entretanto, mesmo esses teores sendo considerados baixos de acordo com a literatura, a alta produtividade obtida nesse estudo revela que há uma particularidade entre as cultivares e que um nutriente mesmo sendo essencial, não condiciona sozinha a resposta da planta ou alternativamente que os níveis de suficiência do nutriente para as diferentes fases da mangueira podem ser diferentes.

O K desempenha um papel importante em vários processos fisiológicos que alteram o crescimento e, conseqüentemente, a produtividade das culturas, com regulação da abertura estomática, limitando a perda de água, bem como nos processos fotossintéticos das plantas (ZORB et al., 2014; CAVALCANTE et al., 2018). De acordo com Mouco (2010), o K está estreitamente relacionado com a qualidade dos frutos, em particular na cor da casca, aroma, tamanho e °brix, além de influenciar na regulação de água na célula, controlando as perdas de água das folhas através da transpiração, além de ser o nutriente mais importante em termos de produção e qualidade de frutos. No entanto, o excesso desse nutriente pode causar desbalanço nos níveis de cálcio e magnésio, causando ainda, queima nas margens e ápice das folhas velhas, o que não foi observado no presente trabalho.

Para o nitrogênio (N), ao se comparar os tratamentos dentro de cada fase do ciclo de produção da mangueira, observou-se que só houve diferença significativa no fim da indução/pré-florada, com maiores teores foliares de N no tratamento T2 (ácido fúlvico, 14,03 g kg⁻¹) em relação ao tratamento T1 (testemunha, 9,80 g kg⁻¹) (Figura 3B). Comparando as diferentes fases do ciclo de produção da mangueira, que de maneira geral, pode-se destacar que os maiores teores foliares de N foram encontrados no fim da brotação (PBZ) e florada plena, quando houve maiores aportes de N pela fertilização (Tabela 3), onde a planta deve manter níveis moderados de N nas folhas para garantir o suprimento necessário nesse período (DURÁN-ZUAZO et al., 2005). De acordo com Genú e Pinto (2002) a maior demanda de N é após a colheita, onde se deve aplicar 50% da adubação nitrogenada para suprir a demanda até a floração.

Para Quaggio (1996), teores foliares de N adequados estão entre 12 e 14 g kg⁻¹, e excessivos >16 g kg⁻¹, portanto, os teores foliares deste nutriente na fase de florada plena do presente trabalho são considerados excessivos (16,20 - 16,94 g kg⁻¹), sem sintomas visuais de toxidez observados em campo. Silva et al. (2014) observaram valores semelhantes de N foliar (15,21 g kg⁻¹) para a cv. Tommy Atkins com 10 anos de idade avaliada na fase vegetativa em Petrolina-PE, enquanto Medeiros et al. (2005) observaram teores foliares de N de 10,9 g kg⁻¹ para a cv. Tommy na florada plena, e Galli et al. (2009) observaram teor foliar de N de 21,00 g kg⁻¹ para a cv. Palmer em fase vegetativa.

Na literatura observam-se controvérsias quando se relata sobre o teor foliar de N adequado durante a fase de florescimento para a cultura da mangueira, podendo ser visto nos estudos de Pimplaskar e Bhargava (2003) que apresentam a faixa de suficiência ideal situada entre 8,9 e 19,3 g kg⁻¹, e de acordo com Davenport (2003) a faixa de N deve situar-se entre 11 e 14 g kg⁻¹, visando evitar que as novas brotações sejam vegetativas ao invés de reprodutivas, ou seja, considerando o critério de Pimplaskar e Bhargava (2003), todos os tratamentos do presente trabalho apresentariam teores de N adequados. Silva e Lima (2001) verificaram teores foliares de N bastante elevados, variando de 17,63 a 22,25 g kg⁻¹, ao avaliar o efeito da aplicação de húmus de minhoca e de esterco de gado na concentração foliar de nutrientes e na produção de mangas cv. Tommy Atkins. De acordo com Faria et al. (2016), o excesso de N pode causar problemas para a cultura, como o excesso de crescimento vegetativo, dificuldade na diferenciação floral, perda de produção e qualidade dos frutos devido ao colapso interno e aumento da suscetibilidade à doenças. Por esse motivo as interpretações das análises foliares estão condicionadas à obtenção de padrões de referências “Normas” que podem ser obtidos em condições específicas de clima, solo e manejo do pomar e não apenas restrita ao material disponível na literatura sobre os valores de referências (BARBOSA et al., 2016).

Para o Ca, não houve diferença estatística ($p > 0,05$) entre os tratamentos nas diferentes fases de avaliação, porém houve diferença no teor foliar deste nutriente entre as fases do ciclo de produção da mangueira ($p < 0,05$), onde, de maneira geral, o maior teor foliar de Ca foi observado no fim da indução (pré-florada, 98,01 g kg⁻¹), seguida da florada plena (88,64 g kg⁻¹) (Figura 3C). Teores foliares inferiores de Ca (9,4 e 9,8 g kg⁻¹) foram observados por Medeiros et al. (2005) na pré-florada e florada plena, respectivamente, da cv. Tommy Atkins no Rio Grande do Norte. De acordo com Quaggio (1996), a faixa adequada de Ca foliar para a cultura da mangueira está entre 20,0 a 35,0 g kg⁻¹, enquanto que a faixa considerada excessiva é >50,0 g kg⁻¹, assim de acordo com essas informações os teores foliares de Ca deste trabalho são considerados excessivos.

Segundo Mouco (2010), a maior concentração do Ca na composição das folhas é atribuída à baixa mobilidade do nutriente no interior da planta. Outro fator que pode estar atrelado a esse valor excessivo de Ca são as aplicações de fertilizantes contendo este nutriente (Tabela 3). O cálcio é um nutriente exigido em grandes quantidades pela mangueira e participa do desenvolvimento celular da planta e dos frutos influenciando na firmeza e na vida de prateleira dos frutos e baixos níveis desse nutriente estão associados com o colapso interno (AULAR; NATALE, 2013).

Os teores foliares de P foram diferentes entre as fases do ciclo de produção da mangueira, com maior teor deste nutriente no fim do enchimento do fruto ($3,65 \text{ g kg}^{-1}$) em relação às demais fases avaliadas (Figura 3D). Possivelmente, a fertilização fosfatada realizada na florada plena (Tabela 3) foi suficiente para atender a demanda da floração e crescimento dos frutos da mangueira, além de resultar em elevados teores foliares de P nessas duas fases de avaliação. Por outro lado, houve um decréscimo acentuado dos teores foliares de P no fim da brotação e indução floral/pré-florada em relação ao teor foliar de P da caracterização inicial (antes da instalação do experimento), $3,12 \text{ g kg}^{-1}$, mostrando uma grande demanda por este nutriente nestas duas fases do ciclo de produção da mangueira.

Quaggio (1996) considera adequados os valores de P foliares entre $0,8$ a $1,6 \text{ g kg}^{-1}$ na florada plena, diante disto pode-se observar que o teor deste nutriente nesta fase de avaliação está em excesso, não apresentando sintomas de toxidez em campo. Os valores das duas primeiras fases de avaliação foram semelhantes ($1,6 \text{ g kg}^{-1}$) aos reportados por Galli et al. (2009) em mangueira cv. Palmer em Pindorama-SP e aos de Faria et al. (2016) ($1,3 \text{ g kg}^{-1}$) na floração em mangueira 'Tommy Atkins' em Guanambi-BA e inferiores em todas as fases em relação às observadas por Araújo et al. (2015) ($0,9 \text{ g kg}^{-1}$) na fase de frutificação no Rio Grande do Norte. O P é um macronutriente essencial na divisão e crescimento celular da planta e é especialmente importante no desenvolvimento radicular, comprimento da inflorescência, duração da floração, tamanho da folha e maturação do fruto, além de influenciar positivamente na coloração da casca, que é uma característica de grande importância para o mercado consumidor (MARSCHNER, 2012).

Para os teores foliares de Mg houve efeito individualizado das fases do ciclo de produção da mangueira e da aplicação dos tratamentos (Figura 3E, F). A aplicação de ácidos orgânicos (T5) resultou em maiores teores foliares de Mg ($2,83 \text{ g kg}^{-1}$) em relação à aplicação de ácidos húmicos (T3: $2,36 \text{ g kg}^{-1}$), não diferindo dos demais tratamentos. Além disso, houve maior teor foliar de Mg no fim da brotação (PBZ) ($3,92 \text{ g kg}^{-1}$) decrescendo nas fases subsequentes, fato que pode ser explicado pela aplicação de

fertilizante contendo Mg apenas no início do ciclo de produção da mangueira (fim da brotação/PBZ) (Tabela 3). Faria et al. (2016), ao avaliar o teor de nutrientes em folhas de mangueira 'Tommy Atkins', em estágio de floração e frutificação, sob diferentes estratégias de irrigação durante a indução floral, observaram teores foliares de Mg de 2,4 e 3,0 g kg⁻¹ em Guanambi-BA. Os teores foliares de Mg de todos os tratamentos estão adequados (2,5 a 5,0 g kg⁻¹), conforme Quaggio, (1996). Embora o Mg não seja exigido em grandes quantidades pela mangueira, é componente da clorofila, indutor de enzimas e participa do transporte de P na planta. Sua deficiência poderá provocar redução no desenvolvimento, desfolha prematura e, em decorrência, diminuição da produção (SILVA et al., 2004).

Os teores de micronutrientes nas folhas da mangueira obedeceram a seguinte ordem: Mn>Fe>Zn>Cu em todas as fases do ciclo de produção da mangueira (Figura 4).

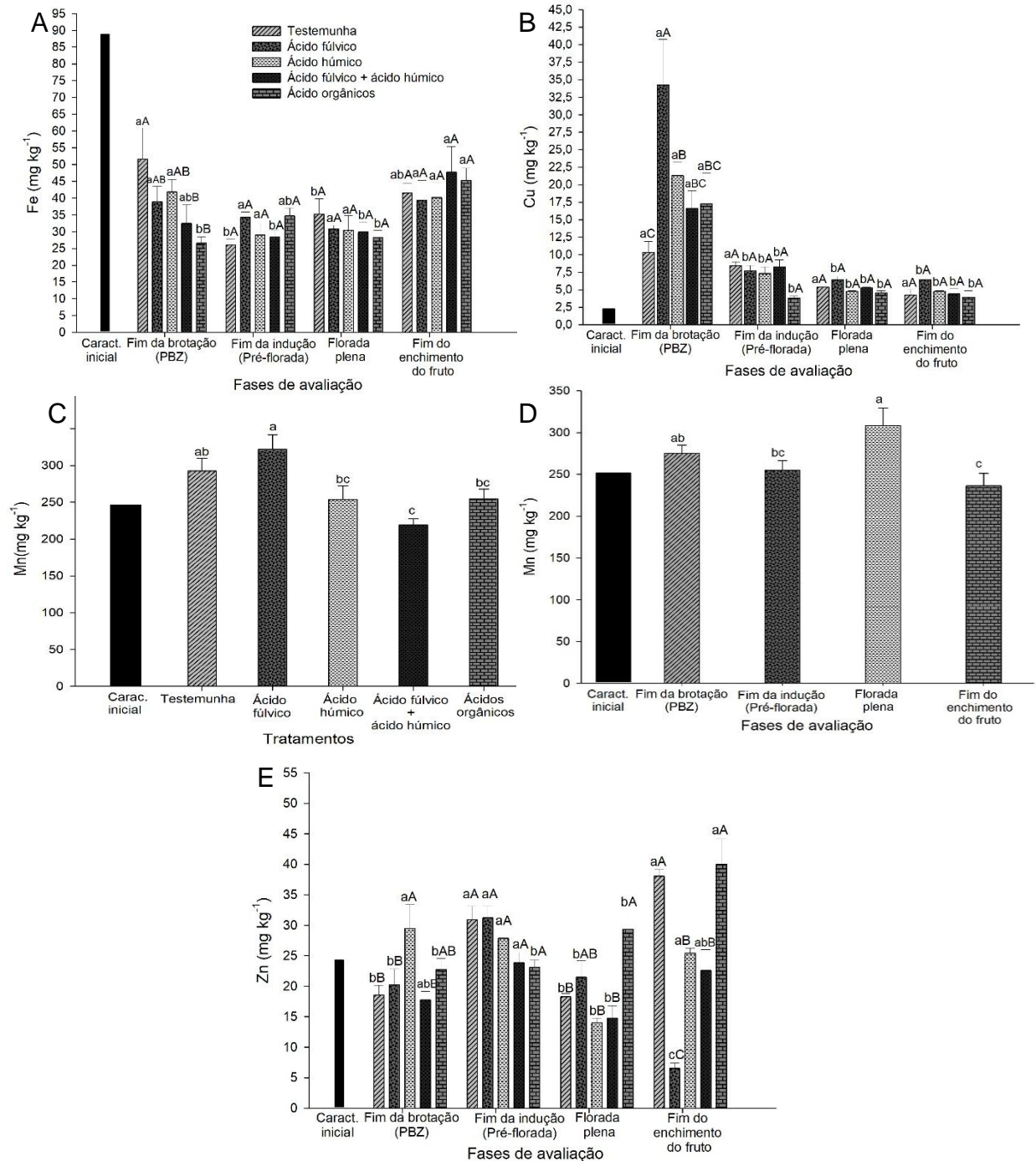


Figura 4. Teores foliares de micronutrientes nas diferentes fases do ciclo de produção da mangueira cv. Palmer em função do uso de ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e ácidos orgânicos. Petrolina-PE

Barras com letras minúsculas comparam os tratamentos em função das fases de avaliação. Barras com letras maiúsculas comparam os tratamentos dentro de cada fase individual. Barras com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Para os teores foliares de Fe, observou-se que os maiores teores deste nutriente foram nas fases de fim do enchimento de frutos e fim da brotação, decrescendo nas fases de fim da indução/pré-florada e florada plena (Figura 4A), mostrando maiores demanda de Fe pela mangueira durante a indução floral e florescimento. Os teores foliares de Fe

(28,29 - 35,21 mg kg⁻¹) estão abaixo da faixa considerada adequada (50 - 200 mg kg⁻¹) na florada plena, conforme Quaggio (1996). Politi et al. (2013), relatam que 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. Pacheco et al. (2018), ao avaliarem a fertilidade do solo e a nutrição da mangueira cv. 'Ubá' após seis anos de cultivo com adubações mineral, orgânica e organomineral e manejo de braquiária nas entrelinhas do pomar em Minas Gerais, observaram valores semelhantes dos teores foliares de Fe (<50 mg kg⁻¹) na fase de florescimento.

O maior teor foliar de Cu foi observado no tratamento T2 (ácido fúlvico, 34,26 mg kg⁻¹) em relação aos demais tratamentos na fase de fim de brotação (PBZ), não diferindo de todos os tratamentos nas demais fases do ciclo de produção da mangueira (Figura 4B). Comparando-se as fases do ciclo de produção da mangueira, observou-se que os maiores teores foliares de Cu foram no início do ciclo de produção (fim da brotação/PBZ) decrescendo nas fases subsequentes, mostrando maiores demandas desse micronutriente na floração e desenvolvimento dos frutos. Segundo Quaggio (1996), os teores foliares de Cu do presente trabalho (4,53 - 6,41 mg kg⁻¹) não são considerados adequados para a cultura da mangueira na florada plena (10 - 50 mg kg⁻¹). Os baixos teores foliares de Cu podem estar relacionados com a sua baixa mobilidade no solo devido à sua forte adsorção nos coloides orgânicos e inorgânicos do solo. Na matéria orgânica, o Cu é retido pelos ácidos fúlvicos e húmicos e formam complexos estáveis, os quais exercem um papel importante tanto na mobilidade quanto na disponibilidade do Cu para a planta (NOVAIS et al., 2007).

Faria et al. (2016) reportaram valores de Cu foliares de 18,37 mg kg⁻¹ na floração e 15,64 mg kg⁻¹ na frutificação ao avaliarem mangueira 'Tommy Atkins' em Guanambi-BA. Vale destacar que não foi aplicado nenhum fertilizante na área contendo Cu (Tabela 3) e, de acordo com Galvão (2004), o Cu possui efeito residual das adubações e que a aplicação de Cu no solo, seguindo a dose recomendada, supre a necessidade da maioria das culturas por 4 ou 5 anos.

O maior teor foliar de Mn foi observado no tratamento T2 (ácido fúlvico, 322,09 mg Kg⁻¹) em relação aos tratamentos T3 (ácido húmico, 254,12 mg kg⁻¹), T4 (ácido fúlvico + ácido húmico, 219,40 mg kg⁻¹) e T5 (ácidos orgânicos, 254,68 mg kg⁻¹) (Figura 4C). Comparando-se as fases do ciclo de produção da mangueira, observa-se que o maior teor foliar de Mn foi na florada plena, não diferindo da fase fim de brotação (PBZ), em virtude

da fertilização com Mn ter ocorrido nessas duas fases de desenvolvimento da cultura (Tabela 3). Conforme Quaggio (1996), os teores foliares de Mn na florada plena (227,53 - 392,38 mg kg⁻¹) estão acima da faixa adequada para a cultura da mangueira (50 e 100 mg kg⁻¹), não observando sintomas de toxidez em campo. De acordo com Mouco (2010), a disponibilidade de Mn é normalmente considerada alta em solos tropicais. Faria et al. (2016) também observaram teores foliares de Mn excessivos de 167,30 e 254,15 mg kg⁻¹, nas fases de floração e frutificação, respectivamente. O Mn é componente essencial para formação da clorofila e para formação, multiplicação e funcionamento dos cloroplastos e a sua deficiência pode causar redução no crescimento das plantas e folhas novas com o limbo verde-amarelado (Genú; Pinto, 2002).

O tratamento T5 (ácidos orgânicos) apresentou maiores teores de Zn no fim do enchimento do fruto (40,00 mg kg⁻¹) e florada plena (29,37 mg kg⁻¹), quando não diferiu do tratamento T2 (ácidos fúlvicos, 21,51 mg kg⁻¹), respectivamente (Figura 4E). Apenas os tratamentos T2 (ácidos fúlvicos) e T5 (ácidos orgânicos) apresentaram teores de Zn considerados adequados (20 e 40 mg kg⁻¹), segundo Quaggio (1996). Faria et al. (2016), avaliando o teor de nutrientes em folhas de mangueira cv. Tommy Atkins, em estágio de floração e frutificação, sob diferentes estratégias de irrigação durante a indução floral, verificaram teores foliares de Zn de 18,37 e 15,64 mg kg⁻¹ nas fases supracitadas. O Zn é um elemento que atua na síntese de proteínas além de ser precursor da auxina que é um fitormônio de crescimento e alongamento celular (MARSCHNER, 2012). Apesar dos micronutrientes serem requeridos em menores quantidades pelas plantas, os seus efeitos são tão importantes quanto os macronutrientes, desta forma a ausência ou excesso destes, podem afetar o balanço nutricional da planta e comprometer a produtividade esperada (AULAR; NATALE, 2013).

Com os resultados do presente estudo é possível observar que a tabela de faixas de disponibilidade dos nutrientes elaborada por Quaggio (1996) pode não ser a mais adequada para uso no presente estudo. Isto porque essa tabela não foi definida com base em cultivos de mangueira nas condições semiáridas, além de não considerar as diferentes fases da cultura, que podem requerer teores nutricionais distintos. Esta constatação pode ser fortalecida analisando que mesmo quando os teores dos nutrientes se enquadraram em faixas consideradas excessivas, não foi verificado sintomas de toxidez em campo. Adicionalmente, os nutrientes cujos valores se apresentaram no nível de deficiência, não manifestaram sintomas de deficiência nas plantas. Além disso, foram observados valores de produtividade (Figura 5) acima das médias regionais.

Os valores de produtividade da mangueira variaram de 48,34 t ha⁻¹ (T3 - ácido húmico) a 55,61 t ha⁻¹ (T5 - ácidos orgânicos) (Figura 5). A testemunha apresentou uma média de produtividade de 52,78 t ha⁻¹ o que resulta na diferença em relação ao T5 de 2,83 t ha⁻¹, mostrando que apesar de não ter ocorrido efeito significativo dos tratamentos ($p>0,05$), comercialmente falando é um resultado expressivo e que pode trazer uma grande rentabilidade para os produtores.

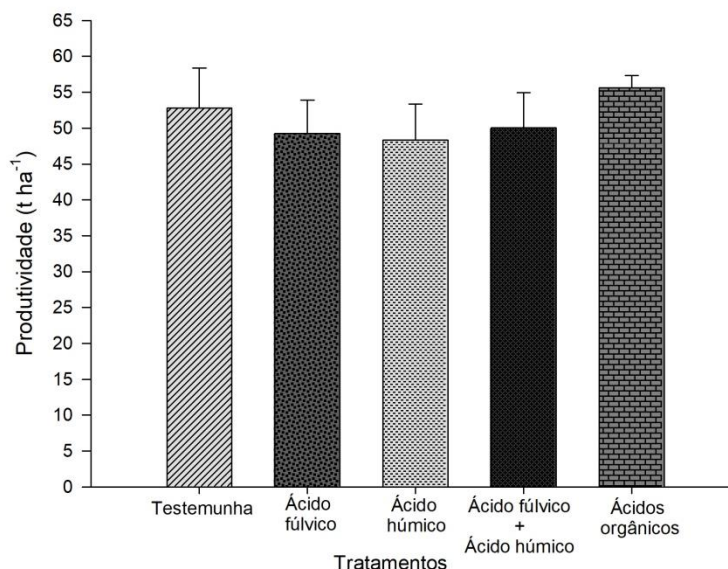


Figura 5. Produtividade de mangueira cv. Palmer em função da aplicação de ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e ácidos orgânicos. Petrolina-PE

Barras com as mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

A produtividade média de 51,20 t ha⁻¹ observada no presente trabalho está muito acima da produtividade média da região do Vale do Submédio São Francisco (20 t ha⁻¹) de acordo com Barbosa et al. (2016), acima também das 10,5 t ha⁻¹ de mangueira cv. Palmer reportada por Pleguezuelo et al. (2012) na Espanha; 6,4 t ha⁻¹ de mangueira cv. Palmer observada por Silva et al. (2014) em São Paulo; 15,59-30,36 t ha⁻¹ de mangueira cv. Palmer no município de Petrolina-PE (SOUZA et al., 2018); e aos relatados por Barbosa et al. (2016) com produtividade variando de 15,6 t ha⁻¹ a 35,62 t ha⁻¹ para a mangueira cv. Palmer em Casa Nova-BA.

Conclusões

Os teores de macronutrientes nas folhas das plantas de mangueira obedecem a ordem decrescente de Ca>K>N>Mg>P, nas fases de fim da brotação e fim da indução floral (pré-florada), e Ca>N>K>P>Mg para as fases de florada plena e fim do enchimento do fruto. A ordem dos teores de micronutrientes foliares segue Mn>Fe>Zn>Cu em todas as fases do ciclo de produção da mangueira.

Para os nutrientes K e Ca, a cultura da mangueira cv. Palmer apresenta duas fases distintas: 1) acúmulo do nutriente, que se inicia após a poda de produção até o fim da indução (pré-florada), e 2) durante a floração e desenvolvimento dos frutos, com a redução significativa dos teores desses nutrientes na folha. Já para o Mg e Cu, o acúmulo de nutriente na folha se inicia após a poda de produção até o fim da brotação, com decréscimo nas fases subsequentes.

A produtividade de mangueira cv. Palmer não é influenciada pela aplicação de ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e ácidos orgânicos, no entanto apresentou valores superiores à média da produtividade da região do Vale do Submédio São Francisco e do Brasil, mostrando a importância de estudos envolvendo mais de um ciclo de produção para o estabelecimento de sistema de manejo nutricional adequado para a mangueira no semiárido.

Referências

- ALMEIDA, C. X.; PITA JUNIOR, J. L.; ROZANE, D. E.; SOUZA, H. A.; HERNANDES, A.; NATALE, W.; FERRAUDO, A. S. Nutrient cycling in mango trees. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 1, p. 259-266, 2014.
- ALVARES, A. C.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p.711-728, 2013.
- ARAÚJO, J. J.; MAIA, C. E.; COSTA, J. R. M.; CUNHA, T. G.; SILVA, L. G. **Nível crítico foliar em diferentes épocas de amostragem para diagnóstico do estado nutricional da mangueira irrigada**. XXXV Congresso Brasileiro de Solo. Natal-RN, 2015.
- AULAR, J.; NATALE, W. Nutrição mineral e qualidade do fruto de algumas frutíferas tropicais: goiabeira, mangueira, bananeira e mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, p. 1214-1231, 2013.
- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 3. ed. Jaboticabal: FUNEP, p. 247, 1995.
- BARBOSA, L. F. S.; CAVALCANTE, Í. H. L.; LIMA, A. M. N. Physiological disorders and fruit yield of mango cv. Palmer associated to boron nutrition: boron fertilizing management. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 38, n. 1, p. 1-9, 2016.
- BENITES, V. M.; MADARI, B.; MACHADO, P. D. A. Extração e fracionamento quantitativo de substâncias húmicas do solo: um procedimento simplificado de baixo custo. **Embrapa Solos - Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2003. 16p.
- CANELLAS, L. P.; OLIVARES, F. L.; AGUIAR, N. O.; JONES, D. L.; NEBBIOSO, A.; MAZZEI, P.; PICCOLO, A. Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 196, p. 15-27, 2015.

- CANELLAS, L. P.; OLIVARES, F. L. Physiological responses to humic substances as plant growth promoter. **Chemical and Biological Technologies in Agriculture**, Londres, v. 1, n. 1, p. 3, 2014.
- CAVALCANTE, A. C. P.; CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, A. G.; BERTINO, A. M. P.; BERTINO, A. M. P.; FERREIRA, N. M. Physiology of Paluma guava plants fertilized with potassium and calcium. **Idesia**, Arica, v. 36, p. 163-172, 2018.
- CUNHA, M. D. S.; CAVALCANTE, Í. H. L.; MANCIN, A. C.; ALBANO, F. G.; MARQUES, A. S. Impact of humic substances and nitrogen fertilising on the fruit quality and yield of custard apple. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 37, n. 2, p. 211-218, 2015.
- DAVENPORT, T. L. Management of flowering in three tropical and subtropical fruit tree species. **HortScience**, Alexandria, v. 38, n. 7, p. 1331-1335, 2003.
- DONAGEMA, G. K.; CAMPOS, D. B.; CALDERANO, S. B.; TEIXEIRA, W. G.; VIANA, J. M. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. Ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011, 230p.
- DURÁN-ZUAZO, V. H.; AGUILAR-RUIZ, J.; MARTÍNEZ-RAYA, A. Fruit yield, plant growth and nutrient status in mango: effect of rootstocks. **International journal of fruit science**, Londres, v. 5, n. 4, p. 3-21. 2005.
- FARIA, L. N.; DONATO, S. L.; SANTOS, M. R. D.; CASTRO, L. G. Nutrient contents in 'Tommy Atkins' mango leaves at flowering and fruiting stages. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 36, n. 6, p. 1073-1085, 2016.
- FILGUEIRAS, H. A. C. Colheita e manuseio pós-colheita. In: FILGUEIRAS, H. A. C.; CUNHA, A. (Org). **Frutas do Brasil: Manga Pós-colheita**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, p. 22-25, 2000.
- GALLI, J. A.; SILVEIRA, L. C. P.; MICHELOTTO, M. D.; MARTINS, A. L. M. Avaliação da incidência de antracnose, do desempenho e estado nutricional de variedades de mangueira, para cultivo orgânico, na região centro-norte do estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 3, p. 701-709, 2009.
- GALRÃO, E. Z. Micronutrientes. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. (ed.). Cerrado: correção do solo e adubação. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, cap. 8, 2004. p.185-226.
- GENÚ, P. J. C.; PINTO, A. C. A. **A Cultura da Mangueira**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p.454, 2002.
- GUERRA, J. G. M.; SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CAMARGO, F. A. O. Macromoléculas e substâncias húmicas. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. (ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Metropole, v. 2, p.19-26, 2008.
- HIDAYATULLAH, A. K.; MOULADAD, M.; NISAR, A.; SYED, A. S. Effect of Humic Acid on Fruit Yield Attributes, Yield and Leaf Nutrient Accumulation of Apple Trees Under Calcareous Soil. **Indian Journal of Science and Technology**, Adyar, v. 11, n. 15, p. 8, 2018.

LOPES, P. R. C.; HAJI, F. N. P.; MOREIRA, A. N.; MATTOS, M. D. A. **Normas técnicas e documentos de acompanhamento da Produção Integrada de Manga**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2003. 72p.

MAGGI, B. B. PLANO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO DA FRUTICULTURA. **Ministro de Estado do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento-MAPA**. p. 14, 2018.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 3. ed London: Elsevier. 2012. 643 p.

MEDEIROS, A. A.; AMORIM, J. R. A.; SILVA, D. J.; GUEDES, F. X.; GUERRA, A. G.; DANTAS, J. A. Composição mineral de folhas e exportação de nutrientes pelos frutos de manga, em cultivo irrigado, no Rio Grande do Norte. **Embrapa Semiárido-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**, p. 13, 2005.

MORA, V.; Olaetxea, M.; Bacaicoa, E.; Baigorri, R.; Fuentes, M.; Zamarreño, A. M.; Garcia-Mina, J. M.

Abiotic stress tolerance in plants: exploring the role of nitric oxide and humic substances. In: **Nitric oxide in plants: metabolism and role in stress physiology**. Springer, Cham, p. 243-264. 2014.

MOUCO, M. A. C.; LIMA N. F. P. **A mangueira no vale do São Francisco**. Petrolina: Embrapa Semiárido, p. 11, 2010.

NARDI, S.; PIZZEGHELLO, D.; SCHIAVON, M.; ERTANI, A. Plant biostimulants: physiological responses induced by protein hydrolyzed-based products and humic substances in plant metabolism. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 73, n. 1, p. 18-23, 2016.

NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V. V. C. H.; SCHAEFER, C. E. G. R. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG; Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007, 645p.

PACHECO, A. L. V.; BORGES, K. S.; FREITAS, G. B.; VIEIRA, G. Fertilidade do solo e nutrição da mangueira 'ubá' em consórcio com braquiária e sob adubação mineral, orgânica e organomineral. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, Viçosa, v. 8, n. 1, p. 65-73, 2018.

PALMIERI, F. G. **Análise da produção de manga no Brasil e exterior, e perspectivas de mercado**. Trabalho apresentado na 27^a Feira Nacional da Agricultura Irrigada (FENAGRI). Juazeiro/BA, 2018.

PIMPLASKAR, M., BHARGAVA, B. S. Leaf and soil nutrient norms in mango (*Mangifera indica* L.) grown in tribal belt of Southern Gujarat. **Journal of the Indian Society of Soil Science**, Mumbai, v. 51, p. 268-272, 2003.

PLEGUEZUELO, C. R. R.; DURAN, Z. V.; MURIEL, F. J.; FRANCO, T. D. Physicochemical quality parameters of mango (*Mangifera indica* L.) fruits grown in a mediterranean subtropical climate (SE Spain). **Journal of Agricultural Science and Technology**, Tehran, v. 14, n. 2, p. 365-374, 2012.

POLITI, L. S.; FLORES, R. A.; SILVA, J. A. S.; WADT, P. G. S.; PINTO, P. A. C.; PRADO, R. M. Estado nutricional de mangueiras determinado pelos métodos DRIS e CND.

Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 17, n. 1, p. 11-18, 2013.

PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA - PBMH. **Normas de classificação do tomate**. São Paulo: Centro de Qualidade em Horticultura - CQH/CEAGESP, p. 2, 2004.

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.

QUAGGIO, J. A.; RAIJ, B. V.; PIZA JR., C. T. Frutíferas. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônômico (Boletim Técnico 100), 1997, 121-130p.

ROSE, M. T.; PATTI, A. F.; LITTLE, K. R.; BROWN, A. L.; JACKSON, W. R.; CAVAGNARO, T. R. A meta-analysis and review of plant-growth response to humic substances: practical implications for agriculture. **Advances in agronomy**. Academic Press, v. 124 p. 37-89, 2014.

SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 6. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2013. 98p.

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**, Irvine, v. 5, n. 3, p. 393-402, 2014.

SILVA, D. J.; PEREIRA, J. R.; MOUCO, M. D. C.; ALBUQUERQUE, J. A. S.; SILVA, C. Nutrição mineral e adubação da mangueira em condições irrigadas. **Embrapa Semiárido-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, p. 15, 2004.

SILVA, D. J.; LIMA, M. F. Influência de húmus de minhoca e de esterco de gado na concentração foliar de nutrientes e na produção de manga 'Tommy Atkins'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 748-751, 2001.

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

SILVA, R. L.; CAVALCANTE, Í. H. L.; SOUSA, K. D. S. M.; GALHARDO, C. X.; SANTANA, E. A.; LIMA, D. D. Qualidade do maracujá amarelo fertirrigado com nitrogênio e substâncias húmicas. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 6, n. 4, p. 479-487, 2015.

SINDHA, D. J.; SATODIYA, B. N.; SUTARIYA, N. K. Effect of foliar application of different chemicals and humic acid on fruit yield and quality of custard apple (*Annona squamosa* L.) cv. local, **International Journal of Chemical Studies**, Nova Deli, v. 6, n. 5, p. 75-77. 2018.

SOUZA, M. A.; SIMÕES, W. L.; MESQUISTA, A.; MOUCO, M. D. C.; CAVANCANTE, B.; GUIMARÃES, M. J. M. Manejo da quimigação para indução floral da mangueira 'Palmer' no Submédio do Vale do São Francisco. **Embrapa Semiárido-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, p. 12, 2018.

SWIFT, R. S. Organic matter characterization. In *Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods*; **Soil Science Society of America**, Madison, p. 1011–1069, 1996.

VAUGHAN, D.; MALCOM, R. E. Influence of humic substances on biogeochemical processes in plants. In: VAUGHAN, D.; MALCOM, R.E. (Eds.). **Soil organic matter and biological activity**. Dordrecht: M. Nijhoff, p. 77-108, 1985.

ZÖRB, C.; SENBAYRAM, M.; PEITER, E. Potassium in agriculture status and perspectives. **Journal of Plant Physiology**, Londres, v. 171, p. 656- 669, 2014.

CAPÍTULO 3

5. ÁCIDOS ORGÂNICOS NA PRODUÇÃO, QUALIDADE E COMPOSIÇÃO MINERAL DE FRUTOS DE MANGUEIRA CV. PALMER NO SEMIÁRIDO¹

Resumo

A cultivar Palmer está entre as cultivares de mangueira mais cultivada no Vale do São Francisco, obtendo destaque e visibilidade comercial por apresentar boas características de aceitação no mercado consumidor. Para se conseguir altas produtividades de mangueira, assim como uma exploração economicamente satisfatória, tem-se a necessidade do desenvolvimento de tecnologias, principalmente, na área de nutrição mineral e do uso de condicionadores do solo. Nesse sentido, a aplicação de ácidos orgânicos e substâncias húmicas vêm sendo realizada com intuito de elevar a produtividade e qualidade dos frutos. No entanto, para a mangueira cultivada no Vale do São Francisco, essas informações ainda são escassas. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a produção, extração de nutrientes e a qualidade físico-química de frutos de mangueira cv. Palmer em função do uso de ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e ácidos orgânicos. O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso, com 5 tratamentos, 4 repetições e 4 plantas por parcela. Os tratamentos utilizados foram: T1 – Testemunha (sem ácidos fúlvicos e húmicos); T2 - ácidos fúlvicos; T3 - ácidos húmicos; T4 - ácidos fúlvicos + ácidos húmicos; T5 - ácidos orgânicos. Assim, foram determinados a produção por planta e exportação de nutrientes (nitrogênio (N), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), fósforo (P), enxofre (S), cobre (Cu), zinco (Zn), boro (B) e ferro (Fe)). Além disso, foram determinados no fruto: diâmetro longitudinal (DL) e transversal (DT), firmeza da polpa (FP), cor (L^* , a^* , b^*), massa dos frutos (MF), matéria seca da polpa (MS), sólidos solúveis (SS); acidez titulável (AT), e *ratio* SS/AT. A produção, qualidade físico-química e extração de nutrientes pelos frutos de mangueira não foram influenciados pela aplicação de ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e ácidos orgânicos. A ordem decrescente de extração de nutrientes pelos frutos segue a sequência $K > N > Ca > Mg > P > S$ para os macronutrientes e $Zn > Fe > Mn > B > Cu$ para os micronutrientes. Os frutos de mangueira apresentaram características físico-químicas que atendem aos critérios de qualidade estabelecidos para polpa de manga e ao padrão de comercialização internacional.

Palavras-chave: Exportação de nutrientes. *Mangifera indica* L. qualidade físico-química de frutos. Substâncias húmicas.

Abstract

The cv. Palmer is among the most cultivated mango in the São Francisco Valley, obtaining prominence and commercial visibility due to it presents good characteristics of acceptance in the consumer market. In order to achieve high mango productivities, as well as satisfactory economically exploration, there is a need for the development of technologies, mainly in the area of mineral nutrition and the use of soil conditioners. In this sense, the application of organic acids and humic substances has been carried out with the aim of increasing yield and fruit quality, however, for the mango grown in the São Francisco Valley, this information is poorly known. Therefore, the aim of this study was to evaluate the production, nutrient extraction and physical-chemical quality of mango fruits cv. Palmer due to the use of fulvic acids, humic acids and organic acids. The experimental design was randomized blocks with five treatments, four replicates and four plants per plot. The treatments used were: T1 (without fulvic and humic acids); T2 - fulvic acids; T3 - humic acids; T4 - fulvic acids + humic acids; T5 - organic acids. Thus, the production per plant and fruit nutrient exportation (potassium - K, calcium - Ca, magnesium - Mg, phosphorus - P, sulfur - S, copper - Cu, zinc - Zn, boron - B and iron - Fe) were determined. In addition, longitudinal (LD) and transverse (TD) diameter, pulp firmness (PF), color (L^* , a^* , b^*), fruit mass (FM), pulp dry matter (PDM), soluble solids (SS); titratable acidity (TA), pH and SS/AT ratio were determined. The production, physical-chemical quality and nutrient extraction by the mango fruits were not influenced by the application of fulvic acids, humic acids and organic acids. The decreasing order of nutrient extraction by the fruits follows the sequence $K > N > Ca > Mg > P > S$ for the macronutrients and $Zn > Fe > Mn > B > Cu$ for the micronutrients. The fruits showed physical-chemical characteristics that meet the quality criteria established for mango pulp and the international marketing standard.

Keywords: Nutrients exportation. *Mangifera indica* L. Physical-chemical. Quality of fruits. Humic substances.

Introdução

A manga é o segundo fruto mais exportado pelo Brasil, onde 98,8% da produção nacional provêm das regiões Sudeste e Nordeste (IBGE, 2018). No Nordeste, os estados de Pernambuco e Bahia juntos somam uma área colhida de 32.378 ha, sendo as cidades de Petrolina e Juazeiro, no Vale do São Francisco as principais produtoras dessa fruta (VALEXPOR, 2016).

A cv. Palmer apresenta porte classificado como baixo ou intermediário, hábito de crescimento aberto ou vertical, vigor moderado e regularidade na produção, está entre as cultivares de mangueira mais produzidas no Vale do São Francisco, se destacando comercialmente por ser uma variedade tardia, com boa capacidade de conservação pós-colheita e alta aceitação no mercado externo pelas suas características organolépticas desejáveis (MOUCO; LIMA NETO, 2018; TEIXEIRA; DURIGAN, 2011).

Para se obter altas produtividades de mangueira, assim como uma exploração economicamente satisfatória, há necessidade do desenvolvimento de tecnologias, principalmente, quanto á nutrição mineral da cultura que apresenta duas fases distintas: 1) a de acúmulo de nutrientes, iniciada após a colheita até o início da floração, e 2) durante a formação dos frutos com a redução dos níveis de nutrientes foliares. Além de afetar de forma marcante a produtividade, a nutrição, em muitos casos, com efeito sobre a qualidade dos frutos, a conservação pós-colheita e a suscetibilidade das plantas a moléstias (QUAGGIO et al., 1997). Souza (2007) ao avaliar a curva de crescimento e exportação de nutrientes por frutos de mangueira Palmer, Haden e Tommy Atkins, na região de Minas Gerais em um Latossolo Vermelho Eutrófico, observou a ordem decrescente de extração pelos frutos da mangueira Palmer que segue a sequência $K > N > Ca > P > Mg > S > Mn > Na > Fe > Cu > B > Zn$.

Segundo Cunha et al. (2015), o uso de condicionadores de solo com o objetivo de incrementar a eficiência da absorção de nutrientes tem sido amplamente estudada e uma alternativa está no uso de substâncias húmicas (SH). As SH representam o produto final de decomposição de resíduos orgânicos e corresponde o principal componente da matéria orgânica do solo associada com a fração mineral. As SH desempenham diversas funções como condicionadores de solo, armazenando água, favorecendo agregação do solo, gerando cargas, adsorção de íons, suprindo nutrientes para as plantas, dentre outras (GUERRA et al., 2008). As SH são os compartimentos mais estáveis da matéria orgânica do solo, dependendo da solubilidade em meio aquoso, as substâncias húmicas são classificadas em três categorias: ácidos fúlvicos (AF), solúveis em pH ácido ou

alcalino; ácidos húmicos (AH), solúveis em pH alcalino; e humina (HU), insolúvel em qualquer pH (LOPES et al., 2013).

Os AF representam as frações húmicas de menor massa molecular, maior quantidade de grupamentos carboxílico, maior polaridade e solubilidade em relação aos AH, podendo apresentar risco de lixiviação e contaminação do lençol freático (SILVA; MENDONÇA, 2007). Essa fração húmica por apresentar menor massa molar que a fração de ácidos húmicos, pode acessar mais facilmente possíveis receptoras na superfície da membrana plasmática ou no interior da célula da raiz, favorecendo a absorção de nutrientes (VAUGHAN et al., 1985). No entanto, trabalhos têm demonstrado também a ação dos AH sobre as plantas, em funções que se assemelham aos de moléculas de menor massa molar (CANELLAS et al., 2006). Os AH, que caracterizam-se como a fração estável das SH, apresentam elevados teores de anéis aromáticos, grupos funcionais hidrofílicos contendo oxigênio e coloração escura (GUERRA et al., 2008). Os efeitos dos AH no metabolismo da planta têm sido comprovados pelo estímulo que eles exercem sobre o desenvolvimento do sistema radicular e sua possível associação com a indução da expressão da enzima H^+ -ATPase.

A presença de exsudatos radiculares, tais como ácidos orgânicos de baixo peso molecular, induz mudanças estruturais no arranjo supramolecular dos AH liberando subunidades bioativas com atividades auxínicas que, ao emitir sinais, sensibilizam receptores na membrana plasmática e no citoplasma, desencadeando resposta semelhante à ação de fitohormônios. Com isso, a ativação da enzima H^+ -ATPase pelos ácidos húmicos resulta no aumento da absorção de nutrientes e crescimento radicular (ROSE et al., 2014; CANELLAS; SANTOS 2005). Kiehl (1985) afirma que o sistema radicular das plantas é capaz de absorver e metabolizar substâncias orgânicas fisiologicamente ativas, como as SH. As SH têm efeito direto no metabolismo das plantas, resultando na sua absorção pelos tecidos vegetais (VAUGHAN et al., 1985).

Estudos com o uso de ácidos orgânicos e SH vêm sendo realizados em diversas culturas com intuito de avaliar a produtividade e qualidade dos frutos, como por exemplo, em citros e maçã (HIDAYATULLAH et al., 2018; SINDHA et al., 2018) e no maracujá amarelo (SILVA et al., 2015), porém esses estudos ainda são escassos para a cultura da mangueira em condições semiáridas.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a produção, extração de nutrientes e a qualidade físico-química de frutos de mangueira cv. Palmer em função do uso de ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e ácidos orgânicos.

Material e Métodos

Plantas de mangueira e condições de crescimento

O presente estudo foi realizado em pomar comercial de mangueira cv. Palmer, instalado na Fazenda ARACE AGRÍCOLA (Special Fruit), localizada no município de Petrolina-PE, com coordenadas geográficas de latitude 9°11'43,5" S e longitude 41°01'59,2" W, e altitude de 400,3 m. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é tropical semiárido do tipo Bshw, com precipitação inferior a 500 mm, concentrada em três a quatro meses do ano (ALVARES et al., 2013). Os dados meteorológicos mensais, referentes às fases de avaliação do pomar de mangueira, correspondente a temperatura máxima, mínima, média e precipitação pluviométrica foram registrados em estação meteorológica automática instalada na própria fazenda (Figura 1). O solo da área é classificado como franco arenoso (SANTOS et al., 2013).

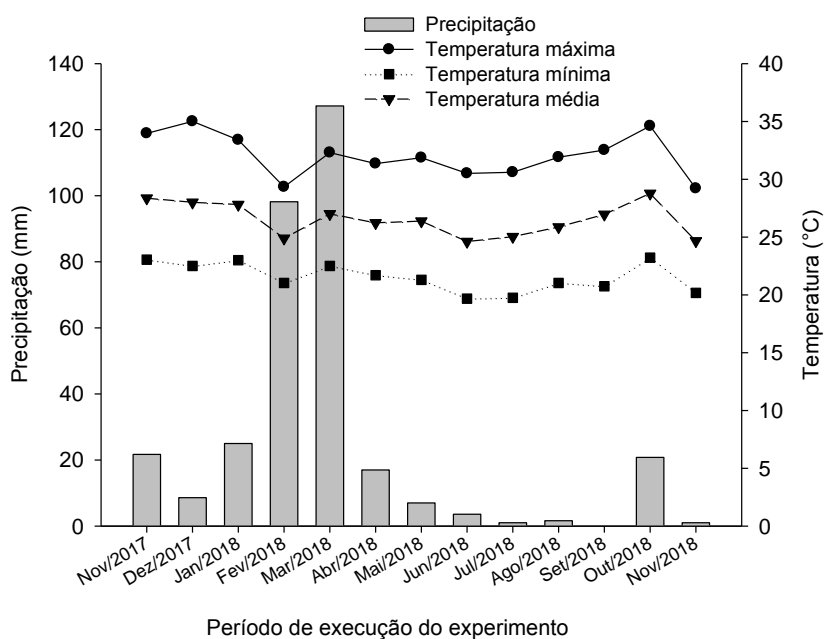


Figura1. Temperatura máxima, média e mínima do ar, e precipitação pluviométrica registrada durante a condução do experimento. Petrolina-PE

O experimento foi conduzido entre os meses de novembro de 2017 a novembro de 2018. Foram selecionadas plantas com 10 anos de idade, com espaçamento de plantio de 6,0 m x 4,0 m e irrigadas pelo sistema localizado de gotejamento com vazão de 1,5 L h⁻¹ (duas linhas de gotejo). As práticas culturais quanto a podas, manejo nutricional via fertirrigação, controle de plantas invasoras, combate a pragas e doenças, e ponto de colheita foram realizadas segundo as Normas Técnicas da Produção Integrada de Manga definidas por Lopes et al. (2003). O manejo floral incluiu aplicação do paclobutrazol (PBZ) para paralisação do desenvolvimento vegetativo e ruptura das gemas

com nitrato, seguindo as recomendações de Genú e Pinto (2002). A aplicação de PBZ na área foi realizada em 02 de fevereiro de 2018, dois meses após a poda de pós-colheita.

Antes da instalação do experimento foram coletadas amostras de solo na projeção da copa da mangueira, 20 amostras simples coletadas nas camadas de 0,0-0,4 m de profundidade para formar uma amostra composta para determinação dos atributos químicos e físicos (Tabela 1), segundo a metodologia proposta por Silva (2009).

Tabela 1. Atributos químicos, físicos e estoques de carbono orgânico no solo antes da implantação do experimento na camada de 0-0,4 m de profundidade

SB	Al ³⁺	CTC	H+Al	Mg ²⁺	K ⁺	Ca ²⁺	P	Fe ²⁺	Mn ²⁺	Zn ²⁺	Cu ²⁺
-----cmol _c dm ⁻³ -----							-----mg dm ⁻³ -----				
5,09	0,1	5,19	10,89	2,52	0,70	4,32	31,88	0,36	7,16	32,06	0,30
CE	pH	V	Areia	Silte	Argila	DS	COT	FHU	FAF	FAH	SH
μS cm ⁻²	H ₂ O	%	-----dag kg ⁻¹ -----			kg dm ⁻³	-----t ha ⁻¹ -----				
0,075	6,69	98,06	66,90	8,00	25,10	1,61	30,15	15,13	2,96	4,79	22,88

P, K⁺, Mn²⁺, Fe²⁺, Zn²⁺ e Cu²⁺: Extrator Mehlich (HCl + H₂SO₄); Al³⁺, Ca²⁺, Mg²⁺: KCl 1M; SB= soma de bases; V= saturação por bases; CTC= capacidade de troca de cátions; DS= Densidade do solo; CE= Condutividade elétrica; COT= Carbono orgânico total; FAH; FAF, FHU e SH = Fração ácidos húmicos, ácidos fúlvicos, fração húmica e substâncias húmicas, respectivamente

Para caracterização inicial do estado nutricional das plantas (antes da poda de produção), foram coletadas amostras de folhas (inteiras, sadias e localizadas no penúltimo fluxo do ramo) para determinação dos teores de potássio (K), fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg), ferro (Fe), manganês (Mn), cobre (Cu) e zinco (Zn) (Tabela 2), seguindo metodologia de Silva (2009). O nitrogênio (N) foi determinado pelo método Kjeldahl nos extratos da mineralização sulfúrica (SILVA, 2009).

Tabela 2. Teores de macro e micronutrientes foliares da mangueira cv. Palmer antes da implantação do experimento. Petrolina-PE

	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu
	-----g kg ⁻¹ -----					-----mg kg ⁻¹ -----			
	10,80	3,12	2,98	67,31	1,94	87,75	248,24	24,44	2,39
Quaggio (1996)	12-14	0,8-1,6	5-10	20-35	2,5-5,0	50-200	50-100	20-40	10-50

As adubações de produção foram realizadas de acordo com a análise de solo e a demanda da cultura. As quantidades de macro e micronutrientes aplicadas em cada fase de avaliação da mangueira estão expressas na Tabela 3.

Tabela 3. Manejo nutricional fornecido durante o experimento nas diferentes fases do ciclo de produção de mangueira Palmer, Petrolina-PE

Nutrientes	Brotação (PBZ)	Indução (Pré-florada)	Florada plena	Enchimento de fruto
		g planta ⁻¹		
N	65,49	50,07	110,34	6,17
P	92,72	1,67	92,14	8,74
K	0,38	253,93	68,03	97,76
Ca	146,91	28,67	243,00	55,02
Mg	19,02	-	-	-
S	28,00	52,54	30,82	26,17
Fe	0,28	-	0,32	-
Zn	-	-	-	-
Mn	0,97	-	12,87	-
B	2,64	0,37	1,87	1,33
Cu	-	-	-	-
Mo	-	-	-	-
Cl	154,80	-	187,58	97,29

Delimitação experimental e tratamentos

O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso, com cinco tratamentos, quatro repetições e quatro plantas por parcela, sendo considerada parcela útil as duas plantas centrais. Os tratamentos utilizados foram: T1 - Testemunha (sem ácidos orgânicos); T2- ácidos fúlvicos; T3 - ácidos húmicos; T4- ácidos fúlvicos + ácidos húmicos; T5 - ácidos orgânicos.

Os ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e ácidos orgânicos foram aplicados por fertirrigação no início de cada fase de desenvolvimento da cultura (pós-poda/repouso, paralisação de crescimento, florada plena e enchimento de frutos) e suas quantidades definidas seguindo as respectivas indicações para a cultura da mangueira. A fonte de ácido fúlvico (AF) utilizada foi o produto comercial Codargon (dose 297,90 mL planta⁻¹), cuja composição apresenta ácidos fúlvicos (30%) + Ca (1,6%) + Mg (0,6%). A fonte de ácido húmico (AH) utilizada foi o produto comercial Heringer (dose 75,44 g planta⁻¹), cuja composição apresenta 95% de ácido húmico. Como fonte de ácido fúlvico + ácido húmico utilizou-se o produto comercial Codahumus (dose 192,32 mL planta⁻¹), cuja composição apresenta extrato húmico total (20,2%), ácidos fúlvicos (10,2%), ácidos húmicos (10%), carbono orgânico total (11,7%) e nitrogênio solúvel em água (3%). Como fonte de ácidos orgânicos utilizou-se o produto comercial Codasal (dose 192,32 mL planta⁻¹), cuja composição apresenta óxido de cálcio totalmente quelatado solúvel em água (8,7%) e ácidos orgânicos. Todas as fontes de ácidos orgânicos foram aplicadas na projeção da copa da mangueira próximas a linha de irrigação. Em cada fase de desenvolvimento da cultura, as quantidades de cada produto especificadas acima foram divididas em cinco aplicações (aplicadas semanalmente). Com o intuito de proporcionar condições similares

de disponibilidade de nutrientes para as plantas foi padronizado em todos os tratamentos as quantidades de Ca, Mg e N.

Variáveis avaliadas e análise estatística

A colheita foi realizada quando os frutos se encontravam com qualidade estabelecida para exportação que compreende ao tamanho mínimo de 12 cm, conforme o Programa Brasileiro para Modernização da Horticultura (2004) e com maturidade fisiológica no estágio 2 caracterizado pela coloração da polpa creme-amarelada (FILGUEIRAS et al., 2000). A produção de frutos por planta foi determinada utilizando uma balança (0,5 g precisão) e expressa em quilogramas por planta (kg planta^{-1}).

Após a colheita, os frutos foram previamente lavados e sanitizados com solução de hipoclorito de sódio (200 mg L^{-1}). Posteriormente, foram lavados novamente para retirar o excesso de solução, sendo estocado a uma temperatura de 12°C durante 28 dias, para simular o transporte para o mercado exterior, sendo em seguida elevada a temperatura para 25°C para completar seu ciclo de maturação.

As análises dos frutos foram realizadas segundo a recomendação de IAL (2008), incluindo os seguintes parâmetros: diâmetro longitudinal (DL) e transversal (DT) dos frutos, determinados com paquímetro digital (0,01 mm-300 mm, Starret®) e expresso em mm; firmeza da polpa (FP), determinada em penetrômetro manual com ponteira de 8 mm, tomando-se as medidas em dois lados opostos da região equatorial do fruto, o resultado foi expresso em kgf cm^{-2} ; cor (L^* , a^* , b^*) utilizando colorímetro do tipo CR 10 Minolta; massa dos frutos, medida com balança de precisão (0,01g) e expressa em g; matéria seca da polpa (MS) determinado através da secagem da polpa em estufa com circulação forçada de ar a uma temperatura de 65°C e posterior pesagem até peso constante e o resultado expresso em %; sólidos solúveis (SS), determinado por leitura direta em refratômetro ABBE e expresso em $^\circ\text{Brix}$; pH em leitura direta utilizando pHmetro digital, acidez titulável (AT) determinada por titulometria com solução de NaOH 0,1N e indicador fenolftaleína e expressa em g de ácido cítrico /100 g de polpa; *ratio* SS/AT, obtido por relação direta; e amido, segundo o método do DNS proposto por Miller (1959).

Os frutos inteiros foram quimicamente analisados após secos em estufa a 65°C até atingir peso constante, seguindo a metodologia descrita por Silva (2009). Assim, foram determinados os teores de nitrogênio (N), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), fósforo (P), enxofre (S), cobre (Cu), zinco (Zn), boro (B) e ferro (Fe). A partir desses resultados foi calculada a exportação de nutrientes no fruto, com base no teor de cada nutriente e o peso de matéria seca do fruto, sendo o resultado expresso em kg t^{-1} de fruto.

Os dados foram submetidos à análise de variância para avaliação dos efeitos significativos pelo teste F, e os tratamentos comparados entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, seguindo as recomendações de Banzatto e Kronka (1995) usando os softwares R, versão 3.5.0. Realizou-se também análise multivariada dos dados por meio da técnica de análise hierárquica de clusters realizada com dados padronizados das médias relativas de todos os atributos avaliados, utilizando o método de linkage completo com a distância euclidiana. A distância de ligação foi expressa como $(D_{link}/D_{max}) \times 100$, que representa o quociente padronizado entre as distâncias de ligação para um caso particular dividido pela distância máxima de ligação.

Resultados e Discussão

Não houve efeito dos tratamentos ($p > 0,05$) na produção, atributos físico-químicos e extração de nutrientes pelos frutos de mangueira cv. Palmer.

Os valores de produção variaram de $116,21 \text{ kg planta}^{-1}$ (ácido húmico) a $133,68 \text{ kg planta}^{-1}$ (ácidos orgânicos) (Figura 2). Oldoni et al. (2018), avaliando o efeito da adubação boratada na mangueira cv. Palmer em Casa Nova-BA observaram valores de produtividade que variaram de $104,24$ a $151,64 \text{ kg planta}^{-1}$.

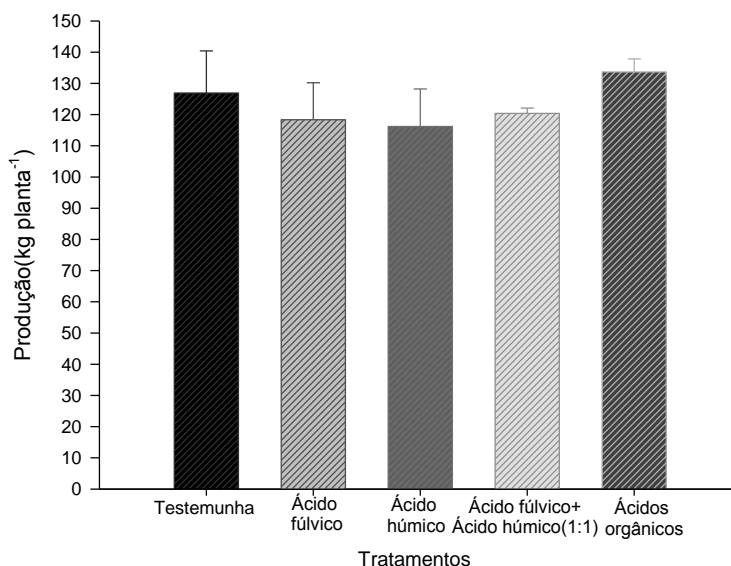


Figura 2. Produção de mangueira cv. Palmer em função do uso de ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e ácidos orgânicos. Petrolina-PE

Barras com as mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Os valores médios de diâmetro longitudinal (DL) e diâmetro transversal (DT) dos frutos de mangueira variaram de $122,33$ (T1) a $128,95$ mm (T5) e de $78,27$ (T1) a $85,60$ mm (T3), respectivamente (Tabela 4). Batista et al. (2015) observaram valores médios de DL de $130,5$ mm e DT de $81,4$ mm para cv. Palmer no Vale do São Francisco. Esses

resultados foram superiores às dimensões dos frutos para essa mesma cultivar obtida por Silva et al. (2014) em São Paulo, que foram de 122,00 mm para DL e 78,3 mm para o DT. 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 prefere frutos de tamanho médio com formato mais alargado.

Tabela 4. Análise de variância para diâmetro longitudinal (DL), diâmetro transversal (DT), massa de fruto (MF) e matéria seca da polpa (MS) de frutos de mangueira cv. Palmer em função da aplicação de ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e ácidos orgânicos

Tratamentos	DL (mm)	DT (mm)	MF (g)	MS (%)
Valor 'F' Tratamento	3,54 ^{ns}	3,26 ^{ns}	2,16 ^{ns}	0,18 ^{ns}
T1	122,33±0,63	78,27±2,39	446,60±7,58	16,21±0,64
T2	127,56±0,99	83,93±1,77	491,90±19,98	16,30±1,06
T3	125,77±1,64	85,60±1,44	491,58±23,36	16,29±0,73
T4	123,00±2,00	82,66±0,56	456,31±13,98	15,40±0,56
T5	128,95±2,03	85,21±1,66	524,05±27,30	16,41±1,19
CV (%)	2,41	3,93	8,78	11,65
DMS	6,83	7,37	95,38	4,23

ns = não significativo ($p > 0,05$), média \pm erro padrão, CV= coeficiente de variação, DMS= diferença mínima significativa. T1 = Testemunha; T2 = Ácidos fúlvicos; T3 = Ácidos húmicos; T4 = Ácidos fúlvicos+ácidos húmicos (1:1); T5 = Ácidos orgânicos

De acordo com a norma de controle de qualidade de manga estabelecida pela FFV-45 da Comissão Econômica das Nações Unidas para a Europa (UNECE), os frutos de manga para exportação devem ter pelo menos 100g, e são classificados de acordo com o peso: Frutos tipo A (100-350 g), tipo B (351-550 g), tipo C (551-800 g) e tipo D (>800g). No presente trabalho todos os tratamentos produziram frutos “tipo B” (Tabela 4).

Silva et al. (2012) verificaram uma média superior de massa de frutos para 'Palmer' (562,4 g) em Minas Gerais - MG. Já Oldoni et al. (2018) e Souza et al. (2018) observaram valores semelhantes de massa de frutos (512,50 g e 519,84 g) para cv. Palmer em Casa Nova – BA e São Manuel – SP, respectivamente. A massa dos frutos é diretamente afetada por fatores como o clima e especialmente pela precipitação.

O acompanhamento do processo de maturação em frutas como a manga é muito importante, principalmente em pomares comerciais, pois permite definir o ponto ideal de colheita, comumente conhecido como “maturidade de colheita”, evitando que a fruta amadureça na planta. Frutas amadurecidas na planta, teoricamente têm melhor sabor já que permanecem mais tempo e acumulam mais açúcares e amido, entretanto, essa condição é inviável comercialmente, pelo tempo necessário para transporte e

comercialização, o que reduziria muito o prazo de validade da fruta. Com isso, os produtores buscam ferramentas para uma melhor definição da “maturidade de colheita”, o que inclui alcançar a maturidade fisiológica e não o amadurecimento do fruto na planta (WENDELL et al., 2018).

O teor de matéria seca dos frutos tem sido um dos critérios utilizados para compreender o processo de maturação e qualidade de frutos em bananeira e mangueira, correlacionando-se diretamente com o teor de carboidratos das frutas (amido e açúcares) (WALSH E SUBEDI, 2016). A Associação Australiana da Indústria de Manga (AMIA) recomenda teores de MS na colheita variando de 13% (cultivar R2E2) a 15% (cultivares Kensington Pride, Calypso e Honey Gold) (AMIA, 2015). No Vale do São Francisco o teor de MS já vem sendo utilizado por alguns produtores de manga para definição do ponto de colheita, tomando como base os valores de 16-17%, e há uma tendência de que o mercado internacional adote a MS como critério para compra da fruta.

No presente estudo, os teores de matéria seca na polpa (MS) variaram de 15,40 (T4) a 16,41% (T5) (Tabela 5). Valores esses que estão de acordo com os dos padrões adotados no Vale do São Francisco. Em estudo realizado por Araújo et al. (2014) foi observado o valor de 10,09% de MS em manga cultivada no Acre. Nassur et al. (2013) observaram em mangas 'Ataulfo' produzidas no México e no Brasil os teores de MS de 16,9 e 16,5 %, respectivamente.

O pH da polpa variou de 4,42 (T1) a 4,69 (T2), onde, de maneira geral, os tratamentos apresentaram valores de pH da polpa dos frutos dentro da faixa recomendada para a cultura da mangueira (3,3 e 4,5), definida por BRASIL (2000), exceto o tratamento T2 que está um pouco acima (Tabela 5). Esses valores são semelhantes aos observados por Oldoni et al. (2018) que foi de 4,46 a 4,86 para a mangueira cv. Palmer em Casa Nova-BA.

Tabela 5. Análise de variância para pH, acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS), relação entre os sólidos solúveis e a acidez titulável (*ratio* SS/AT), firmeza da polpa (FP) e amido em frutos da mangueira cv. Palmer em função da aplicação de ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e ácidos orgânicos

Fonte de Variação	pH	AT (g 100g ⁻¹)	SS (°Brix)	Ratio (SS/AT)	FP (kgf cm ⁻²)	Amido (g 100g ⁻¹)
Valor 'F' Tratamento	0,38 ^{ns}	0,94 ^{ns}	0,67 ^{ns}	0,42 ^{ns}	0,72 ^{ns}	1,69 ^{ns}
T1	4,42±0,08	1,00±0,06	12,21±0,18	68,17±7,20	2,86±0,34	20,90±2,64
T2	4,69±0,02	0,85±0,07	12,24±0,14	72,18±6,72	4,47±0,17	21,06±3,01
T3	4,48±0,25	1,31±0,30	11,75±0,45	53,14±13,37	4,22±1,20	38,09±7,20
T4	4,44±0,21	1,08±0,14	12,88±0,83	65,23±15,01	3,58±1,77	31,45±11,19
T5	4,46±0,13	1,20±0,16	12,87±0,82	59,60±13,92	5,07±0,81	25,74±3,82
CV (%)	7,94	34,13	9,50	41,18	49,17	41,10
DMS	0,80	0,83	2,65	1,10	4,51	25,43

ns = não significativo ($p > 0,05$), média \pm erro padrão, CV= coeficiente de variação, DMS= diferença mínima significativa. T1 =Testemunha; T2 = Ácidos fúlvicos; T3 = Ácidos húmicos; T4 = Ácidos fúlvicos+ácidos húmicos (1:1); T5 = Ácidos orgânicos

A acidez titulável (AT) dos frutos de mangueira variaram de 0,85 (T2) a 1,31 g (T3) de ácido cítrico/100 ml (Tabela 5), 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 por Miguel et al. (2013) também para a cv. Palmer (0,83 g de ácido cítrico/100 ml) em condições de armazenamento a 12°C em São Paulo. Segundo Chitarra e Chitarra (2005), a AT é dada pela presença de ácidos orgânicos, que varia de acordo com o estágio de maturação do fruto, onde há a diminuição acidez titulável em decorrência da maturação do fruto devido ao consumo de ácidos orgânicos no processo respiratório.

Os teores de sólidos solúveis (SS) obtidos foram de 11,75 (T3) a 12,88 °Brix (T4) (Tabela 5), sendo semelhantes aos observados por Oldoni et al. (2018) para a cv. Palmer (11,3 a 13,2 °Brix) e inferiores aos observados por Silva et al. (2009) com valor de 15,6° Brix na Zona da Mata Mineira e por Souza et al. (2018) com 17.21 °Brix para a mesma cultivar em São Paulo. 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. Para Manica (2001), a polpa da cv. Palmer é firme, com uma pequena quantidade de fibra, doce e agradável, com 70,43% do peso do fruto, sólidos solúveis de 13,5 a 17,49 °Brix, acidez de 0,47%, e pH de 3,85.

Para relação SS/AT em função dos tratamentos avaliados os valores variaram de 53,14 (T3) a 72,18 (T2) (Tabela 5). Oldoni et al. (2018) observaram valores da ratio SS/AT entre 46,07 a 77,57 para mesma variedade. Enquanto Silva et al. (2012) observaram uma relação SS/AT de 70,5 para a cv. Palmer em Minas Gerais. Chitarra e Chitarra (2005) relatam que a relação SS/AT é uma das variáveis químicas comumente usadas para determinar a palatabilidade e maturação do fruto, já que é uma indicação de sabor, significando que, quanto maior a relação SS/AT, melhor é o sabor do fruto.

A firmeza da polpa (FP) alcançou média variando entre 2,86 (T1) a 5,07 (T5) kgf cm⁻² (Tabela 5), sendo classificados como “suavemente maduro”, de acordo com a escala proposta por Brecht (2017), que relata que a firmeza da polpa é um indicativo de maturação. Ainda de acordo com o autor, pode-se afirmar que esses valores de firmeza classificam-se como sendo o melhor estado de maturação para se consumir o fruto *in natura*. O amaciamento dos tecidos, ou seja, a perda de firmeza em frutos carnosos ocorre principalmente devido à modificação da parede celular, resultando em mudanças estruturais nos polissacarídeos como o amido e não amido (WALDRON et al., 1997).

Os teores de amido nos frutos de mangueira variaram entre 20,90 (T1) a 38,09 g 100g⁻¹ (T3) (Tabela 5). Yashoda et al. (2006) observaram 18% de amido em manga da cv. Alphonso cultivada na Índia. Os valores superiores de amido observado no presente trabalho indicam que houve uma menor degradação do amido em açúcares solúveis e com isso maior firmeza da polpa (AQUINO et al. 2016; LUCENA et al. 2007; VAN BUREN, 1984).

De acordo com as normas estabelecidas pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) portaria nº 94, de 30 de agosto de 2000, a composição química da polpa da manga para atender os padrões de identidade e qualidade deve obedecer aos seguintes limites mínimos: acidez titulável, 0,32 g de ácido cítrico/100 g; sólidos solúveis, 11 °Brix; e pH de 3,5. Desta forma, observa-se que os valores médios obtidos dos atributos físico-químicos dos frutos de mangueira cv. Palmer no presente estudo estão de acordo com os padrões de qualidade exigidos, independentemente do tratamento.

Os parâmetros de cor da escala Hunter L* a* b* estão apresentados na Tabela 6. Nessa escala, L* indica a luminosidade que varia de (preto puro) a 100 (branco puro) e a* e b* que são as coordenadas de cromaticidade (+a = vermelho; -a* = verde; +b* = amarelo; -b* = azul). Para a* os valores variaram entre 4,15 (T1) a 6,47 (T3) (vermelha) e para b* entre 58,11 (T5) a 61,73 (T2) (amarela), indicando uma predominância da cor amarela sobre a vermelha, resultando na cor amarelo-alaranjado, característica da polpa

de manga quando madura (KADER, 1992). Os valores elevados de b^* indicam a prevalência dos carotenoides sobre outros pigmentos, que pode ser devido a possíveis variações climáticas, ponto de colheita, entre outras, resultando em diferenças na quantidade de carotenoides (BENEVIDES et al. 2008).

Tabela 6. Valores médios de L^* , a^* e b^* em frutos da mangueira cv. Palmer em função da aplicação de ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e ácidos orgânicos

Tratamentos	L^*	a^*	b^*
T1- Testemunha	66,16a	4,15a	60,64a
T2-Ácidos fúlvicos	67,03a	5,20a	61,73a
T3-Ácidos húmicos	63,77a	6,47a	60,19a
T4-Ácidos fúlvicos+ácidos húmicos	64,63a	5,11a	61,29a
T5-Ácidos orgânicos	64,37a	4,43a	58,11a
CV (%)	2,11	34,04	3,60
DMS	3,10	3,89	4,90

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; DMS: diferença mínima significativa; CV (%): coeficiente de variação

Quanto a extração de nutrientes pelos frutos de mangueira, observa-se que a ordem decrescente de extração pelos frutos segue a sequência $K > N > Ca > Mg > P > S$ para os macronutrientes e $Zn > Fe > Mn > B > Cu$ para os micronutrientes (Tabela 7). Ao avaliar a curva de crescimento e exportação de nutrientes por frutos de mangueira cv. Palmer, Haden e Tommy Atkins, na região de Minas Gerais em um Latossolo Vermelho Eutrófico, Souza (2007) observou a ordem decrescente de extração pelos frutos da mangueira cv. Palmer que segue a sequência $K > N > Ca > P > Mg > S > Mn > Na > Fe > Cu > B > Zn$. Garcia Martinez et al. (2015), estudando a variedade Kent cultivada na cidade de Buenavista no México, observaram a sequência de extração de nutrientes $Ca > K > Mg > P > Mn > Fe > Cu > Zn$. Assim, a capacidade de extração de nutrientes pelos frutos de mangueira varia de acordo com a cultivar estudada, sendo uma informação muito importante para auxiliar o manejo de adubação da cultura. A mangueira demanda uma grande quantidade de nutrientes para suprir suas necessidades de manutenção da parte vegetativa da planta, bem como para a exportação de nutrientes pelo fruto (ALMEIDA et al., 2014).

Tabela 7. Extração de nutrientes nos frutos da mangueira cv. Palmer em função da aplicação de ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e ácidos orgânicos

Fonte de Variação	N	Ca	Mg	K	P	S
-----kg t ⁻¹ de fruto-----						
Valor 'F' Tratamento	1,14 ^{ns}	0,26 ^{ns}	0,75 ^{ns}	1,28 ^{ns}	1,49 ^{ns}	2,43 ^{ns}
T1	1,11±0,07	0,56±0,06	0,14±0,01	1,46±0,12	0,12±0,00	0,06±0,00
T2	0,99±0,07	0,52±0,02	0,16±0,02	1,83±0,06	0,17±0,02	0,07±0,00
T3	1,13±0,09	0,57±0,05	0,20±0,02	1,96±0,16	0,15±0,00	0,07±0,00
T4	0,94±0,09	0,51±0,01	0,18±0,02	1,67±0,18	0,15±0,01	0,09±0,01
T5	0,94±0,02	0,56±0,07	0,17±0,02	1,85±0,17	0,13±0,01	0,09±0,00
Média	1,02±0,51	0,54±0,28	0,17±0,08	1,75±0,87	0,14±0,07	0,07±0,03
CV (%)	16,62	18,17	26,29	16,32	19,4	27,07
DMS	0,38	0,22	0,10	0,64	0,06	0,04
Fonte de Variação	Cu	Zn	Mn	B	Fe	
-----mg t ⁻¹ de fruto-----						
Valor 'F' Tratamento	0,28 ^{ns}	1,15 ^{ns}	1,62 ^{ns}	0,16 ^{ns}	2,34 ^{ns}	
T1	0,47±0,10	7,78±2,27	0,58±0,13	0,58±0,08	4,37±1,21	
T2	0,51±0,03	5,86±1,24	0,86±0,15	0,71±0,14	2,49±0,27	
T3	0,59±0,04	5,94±1,91	1,15±0,20	0,66±0,05	2,44±0,59	
T4	0,47±0,15	4,21±0,79	0,94±0,18	0,68±0,09	2,10±0,18	
T5	0,48±0,07	5,65±2,11	0,85±0,12	0,69±0,15	2,22±0,14	
Média	0,50±0,25	5,88±2,94	0,87±0,43	0,66±0,33	2,72±1,33	
CV (%)	37,34	40,25	36,93	35,78	44,65	
DMS	0,42	5,34	0,73	0,53	2,74	

ns = não significativo ($p > 0,05$), média ± erro padrão, CV= coeficiente de variação, DMS= diferença mínima significativa. T1 = Testemunha; T2 = Ácido fúlvico; T3 = Ácido húmico; T4 = Ácido fúlvico+ácido húmico; T5 = Ácidos orgânicos. ns = não significativo ($p > 0,05$).

Entre os macronutrientes, a extração pelos frutos de mangueira variou de 1,46 a 1,96 kg t⁻¹ (K), 0,94 a 1,13 kg t⁻¹ (N), 0,51 a 0,57 kg t⁻¹ (Ca), 0,12 a 0,17 kg t⁻¹ (P), 0,14 a 0,20 kg t⁻¹ (Mg) e 0,06 a 0,09 kg t⁻¹ (S) (Tabela 7). Já para os micronutrientes, a extração pelos frutos de mangueira variou de 4,21 a 7,78 kg t⁻¹ (Zn), 2,10 a 4,37 mg t⁻¹ (Fe), 0,58 a 1,15 mg t⁻¹ (Mn), 0,58 a 0,71 mg t⁻¹ (B), e 0,47 a 0,59 mg t⁻¹ (Cu) (Tabela 7).

O K foi o macronutriente acumulado em maior quantidade nos frutos de mangueira, seguido pelo N e Ca. Verifica-se na literatura que o K também predomina em outros frutos como melão (BELFORT, 1985), acerola (ALVES et al., 1990) e melancia (GRANGEIRO et al., 2005). De acordo com Silva e Faria (2004), o K é o nutriente mais importante em termos de produção e qualidade de frutos, pois exerce um importante papel na fotossíntese, na produção de amido, na atividade das enzimas e na resistência da planta a doenças. Ele está estreitamente relacionado com a qualidade dos frutos, em particular com a cor da casca, aroma e tamanho, além de influenciar a regulação de água na célula, controlando as perdas de água das folhas pela transpiração. É possível que uma das razões para as altas exigências de K seja a necessidade de concentrações elevadas no

citoplasma, principalmente para garantir o funcionamento ótimo da atividade enzimática (PÔRTO, 2005).

A extração de K, N e Ca pelos frutos de mangueira foram superiores aos observados por Laborem et al. (1979), Hiroce et al., (1977) e Haag et al., (1990) em cultivar Haden. Os resultados também foram superiores aos observados por Medeiros et al. (2005) para a cv. Tommy Atkins em cultivo irrigado no Rio Grande do Norte. Segundo Marschner (1995), existe uma forte demanda de N durante o ciclo produtivo da mangueira, o qual é necessário para otimizar os processos bioquímicos na planta, especialmente a fotossíntese, e suprir o forte dreno de proteína das sementes.

O N é um dos nutrientes mais importantes para a mangueira e assim como o Ca são exigidos em grandes quantidades pela cultura, além de exercerem um importante papel na produção e na qualidade dos frutos (SILVA et al., 2004). O teor de Ca na mangueira está diretamente relacionado com a qualidade dos frutos, cuja deficiência acelera o amadurecimento e a senescência, influenciando na firmeza e diminuindo a vida útil pós-colheita, além disso, os baixos níveis de Ca estão associados com o colapso interno no fruto (ASSIS et al., 2004).

Os micronutrientes são elementos essenciais que são requeridos em menores quantidades pelas plantas (AULAR; NATALE, 2013). O Zn foi o micronutriente extraído em maior quantidade pelos frutos da mangueira (4,21 a 7,48 mg t⁻¹), seguido pelo Fe e Mn (Tabela 7), sendo os mesmos superiores aos observados por Hiroce et al. (1977) para três cultivares diferentes (Haden, Extrema e Carlota). Marques et al. (2010) observaram valores inferiores para Zn e Fe com valor de 0,001 kg t⁻¹ (0,1 mg 100g) e 0,0034 kg t⁻¹ (0,34 mg 100g), respectivamente, em manga da variedade Tommy no Rio de Janeiro - RJ.

Segundo Mukhopadhyay e Sharma (1991), o Mn é um dos nutrientes que apresentam as maiores variações em termos de teores nas plantas. O Mn associado ao Fe e ao Zn são importantes na biossíntese de clorofila e proteínas, e nos constituintes enzimáticos que transportam elétrons e também na ativação de enzimas, sendo essencial para síntese de proteínas e ajuda a formar alguns sistemas respiratórios enzimáticos (PRADO, 2008).

As variáveis determinadas neste trabalho podem ser consideradas representativas, uma vez que foram eficientes na análise de dissimilaridade e posterior agrupamento dos tratamentos. A análise de agrupamento permitiu a elaboração do dendrograma hierárquico (Figura 3), a partir das características físico-químicas, de produção e extração de nutrientes pelos frutos de mangueira cv. Palmer.

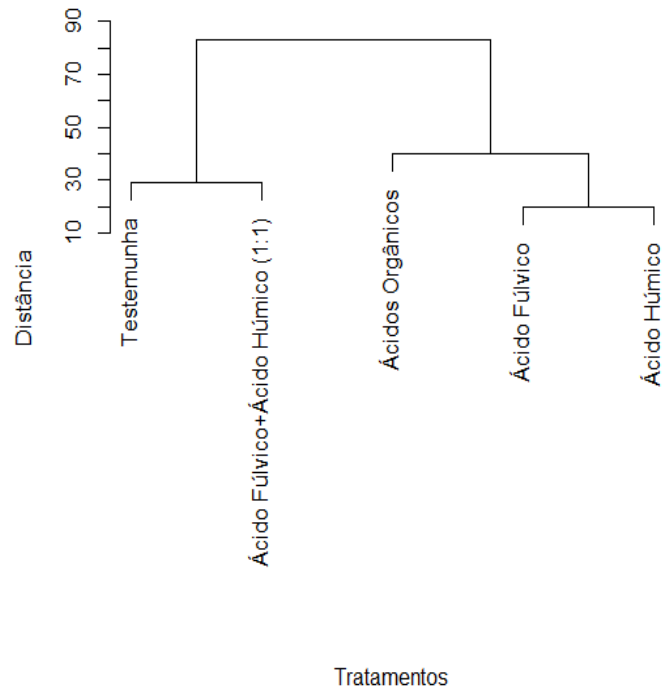


Figura 3. Dendrograma de similaridades das variáveis de qualidade do fruto, produção e extração de nutrientes da mangueira cv. Palmer em função da aplicação de ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e ácidos orgânicos

É importante identificar claramente as alterações causadas pelos tratamentos aplicados, uma vez que se observou a formação de três grupos distintos com uma maior similaridade entre a testemunha (T1) e o tratamento com ácidos fúlvicos+ácidos húmicos (T4) que ficaram no mesmo grupo. Pode-se também observar que há uma maior distância relativa entre o grupo supracitado e o formado pelos tratamentos com ácidos fúlvicos (T2) e com ácidos húmicos (T3), que apresentaram alta similaridade. Por outro lado, há um grupo formado apenas pelo tratamento com ácidos orgânicos (T5), que obteve comportamento diferente dos demais tratamentos. Os resultados indicam que existe uma variação estratificada para os tratamentos avaliados nesse estudo.

Conclusões

A produção, qualidade físico-química e extração de nutrientes pelos frutos de mangueira não são influenciados pela aplicação de ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e ácidos orgânicos quando oriundos de plantas cultivadas em solo de boa fertilidade durante um ciclo de produção.

A ordem decrescente de extração de nutrientes pelos frutos de mangueira cv. Palmer segue a sequência $K > N > Ca > Mg > P > S$ para os macronutrientes e $Zn > Fe > Mn > B > Cu$ para os micronutrientes.

Os frutos de mangueira apresentaram características físico-químicas que atendem aos critérios de qualidade estabelecidos para polpa de manga e ao padrão de comercialização internacional.

A avaliação de mais ciclos produtivos da cultura pode contribuir para uma melhor compreensão dos afeitos de ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e ácidos orgânicos na produção, qualidade físico-química e extração de nutrientes pelos frutos, possibilitando estabelecer seu uso no sistema de manejo da cultura da mangueira no semiárido.

Referências

- ALMEIDA, C. X.; PITA JÚNIOR, J. L.; ROZANE, D. E.; SOUZA, H. A.; HERNANDES, A.; NATALE, W.; FERRAUDO, A. S. Nutrient cycling in mango trees. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 1, p. 259-266, 2014.
- ALVARES, A. C.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p.711-728, 2013.
- ALVES, R. E.; SOUZA, K. F.; FERREIRA, A. S. Contribuição ao estudo da cultura da acerola. II – Teores de nutrientes em plantas antes da frutificação e em seus frutos por ocasião da colheita. **Agropecuária Técnica**, Areia, v. 11, n. 1/2, p. 64-75, 1990.
- AMIA, 2015. **Industry moves on quality standards**. Disponível em: <<https://www.industry.mangoes.net.au/resource-collection/2015/7/17/industry-moves-on-qualitystandards>>. Acesso em: 29 abr. 2019.
- AQUINO, C. F.; SALOMÃO, L. C. C.; AZEVEDO, A. M. Qualidade pós-colheita de banana-maçã tratada com ácido giberélico avaliada por redes neurais artificiais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 51, n. 7, p. 824-833, 2016.
- ARAÚJO, J. M.; MESQUITA, F. R.; LIMA, M. O.; CRAVEIRO, R. L.; ARAÚJO, E. A. Composição centesimal da acerola, manga, carambola e maracujá. **Enciclopédia biosfera**, Goiânia, v. 10, n. 19, p.13, 2014.
- ARAÚJO, J. L. P.; GARCIA, J. L. L. Estudo do mercado da manga na União Europeia. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 43, n. 2, p. 189-308, 2012.
- ASSIS, J. S.; SILVA, D. J.; MORAES, P. L. D. Equilíbrio nutricional e distúrbios fisiológicos em manga 'Tommy Atkins'. **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal**, v. 22, 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**, Jaboticabal, v. 35, n. 4, p. 1214-1231, 2013.
- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 3. ed. Jaboticabal: FUNEP, p. 247, 1995.

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

BELFORT, C. C. **Acumulação de matéria seca e recrutamento de nutrientes em melão (*Cucumis melo* L. cv. Valenciano Amarelo CAC) cultivado em Latossolo Vermelho Amarelo em Presidente Venceslau – SP**. 1985. 72 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Curso de Pós-graduação em Nutrição de Plantas, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1985.

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

BRASIL. Instrução normativa nº 1, de 7 de janeiro de 2000/MAPA. Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de frutas. **Diário Oficial da União**, Brasília, p. 26, 2000.

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

CANELLAS, L. P.; ZANDONADI, D. B.; OLIVARES, F. L.; FAÇANHA, A. R. **Efeitos fisiológicos de substâncias húmicas: O estímulo das H⁺-ATPases**. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). Nutrição mineral de plantas. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.176-200, 2006.

CANELLAS, L. P.; SANTOS, G. A. **Humosfera**: Tratado preliminar sobre a química das substâncias húmicas. Campos dos Goytacazes: UENF, 2005. 348p.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças**: fisiologia e manuseio. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 783p.

CUNHA, M. D. S.; CAVALCANTE, Í. H. L.; MANCIN, A. C.; ALBANO, F. G.; MARQUES, A. S. Impact of humic substances and nitrogen fertilising on the fruit quality and yield of custard apple. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 37, n. 2, p. 211-218, 2015.

FILGUEIRAS, H. A. C. Colheita e manuseio pós-colheita. In: FILGUEIRAS, H. A. C.; CUNHA, A. (Org). **Frutas do Brasil**: Manga Pós-colheita. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2000. p. 22-25.

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

GRANGEIRO, L. C.; MENDES, A. M. S.; NEGREIROS, M. Z.; SOUZA, J. D. O.; AZEVÊDO, P. E. Acúmulo e exportação de nutrientes pela cultivar de melancia mickylee. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 18, n. 2, p. 73-81, 2005.

GUERRA, J. G. M.; SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CAMARGO, F. A. O. Macromoléculas e substâncias húmicas. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. (ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Metropole, v. 2, p.19-26, 2008.

HAAG, H. P. ; SOUZA, M. E. P. ; CARMELLO, Q. A. C. ; DECHEN, A. R. **Removal of the macro and micro-nutrients by fruits of four mango (*Mangifera indica* L.) cultivars**. Anais da Escola superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz', v. 47, n. 2, p. 459-477, 1990.

HIDAYATULLAH, A. K. Effect of Humic Acid on Fruit Yield Attributes, Yield and Leaf Nutrient Accumulation of Apple Trees Under Calcareous Soil. **Indian Journal of Science and Technology**, Cidade, v. 11, n. 15, p. 8, 2018.

HIROCE, R.; CARVALHO, A. M.; BATAGLIA, O. C.; FURLANI, P. R.; FURLANI, A. M. C.; SANTOS, R. R. D.; GALLO, J. R. Composição mineral de frutos tropicais na colheita. **Bragantia**, Campinas, v. 36, n. 1, p.155-164, 1977.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2018. **Produção Agrícola Municipal**, 2018. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/>>. Acesso em: 10 dez. 2018.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020p.

KADER, A. A. Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, p.99-104, 1986.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. 492p.

LABOREM, E.; AVILAN, R.; FIGUEROA, M. L. Extracción de nutrientes por una cosecha de mango (*Mangifera indica* L.). **Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias**, Maracay, p. 15, 1979.

LOPES, P. R. C.; HAJI, F. N. P.; MOREIRA, A. N.; MATTOS, M. D. A. **Normas técnicas e documentos de acompanhamento da Produção Integrada de Manga**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2003. 72p.

LOPES, L. S.; LACERDA, J. J.; ZINN, Y. L. Partição de substâncias húmicas em solos brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 37, n. 4, p. 15, 2013.

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

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

MARQUES, A.; CHICAYBAM, G.; ARAUJO, M. T.; MANHÃES, L. R. T.; SABAA-SRUR, A. U. Composição centesimal e de minerais de casca e polpa de manga (*Mangifera indica* L.)

CV. Tommy Atkins. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 4, p. 1206-1210, 2010.

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

MEDEIROS, A. A.; AMORIM, J. R. A.; SILVA, D. J.; GUEDES, F. X.; GUERRA, A. G.; DANTAS, J. A. Composição mineral de folhas e exportação de nutrientes pelos frutos de mangueira, em cultivo irrigado, no Rio Grande do Norte. **Embrapa Semiárido-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**, p. 13, 2005.

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**, Jaboticabal, v. 35, n. 2, p. 398-408, 2013.

MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical Chemistry**. Washington, v. 31, p. 426, 1959.

MOUCO, M. A. C.; LIMA NETO, F. P. **A mangueira no vale do São Francisco**. Petrolina: Embrapa Semiárido, p. 11, 2010.

MUKHOPADHYAY, M. J.; SHARMA, A. Manganese in cell metabolism of higher plants. **The Botanical Review**, Nature, v. 57, n. 2, p.117-149, 1991.

NASSUR, R. C. M. R.; CRISOTO, G.; FREITAS, S. R.; VILAS BOAS, E. V. B.; LIMA, L. C. O.; CRISOSTO, C. Dry matter as a quality index for Brazilian mangoes In: Simpósio brasileiro de pós-colheita de frutas, hortaliças e flores, 4.; Encontro nacional sobre processamento mínimo de frutas e hortaliças, 7., 2013, Ribeirão Preto. Internacionalizar para não perecer: anais. Ribeirão Preto: USP-Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto, 2013.

OLDONI, F. C. A.; LIMA, A. M. N.; CAVALCANTE, Í. H. L.; SOUSA, K. D. S. M. D.; CARNEIRO, M. A.; CARVALHO, I. R. B. D. Boron fertilizing management on fruit production and quality of mango cv. Palmer in semiarid. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 40, n. 3, p. 8, 2018.

PÔRTO, D. R. Q. **Crescimento e acúmulo de macronutrientes pela cebola, em cultura estabelecida por semeadura direta**. 2005. 33 f. Dissertação. (Mestrado em Produção Vegetal) — Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2005.

PRADO, R. M. **Nutrição de plantas**. São Paulo: UNESP, 2008. 408p.

PROGRAMA BRASILEIRO DE MODERNIZAÇÃO HORTICULTURA. **Classificação de padrões de manga**. São Paulo: Centro de Qualidade em Horticultura, CEAGESP, 2004. 6 p. (Documento 28).

QUAGGIO, J. A.; RAIJ, B. V.; PIZA JÚNIOR, C. D. T. Frutíferas. In: RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônômico (Boletim Técnico 100), p. 121-130, 1997.

ROSE, M. T.; PATTI, A. F.; LITTLE, K. R.; BROWN, A. L.; JACKSON, W. R.; CAVAGNARO, T. R. A meta-analysis and review of plant-growth response to humic substances: practical implications for agriculture. **Advances in Agronomy**. Academic Press, v. 124, p. 37-89, 2014.

SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 6. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2013. 98p.

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**, Viçosa, v. 56, n. 6, p. 783-789, 2009.

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

SILVA, D. J.; FARIA, B. C. M. **Cultivo da mangueira** (Sistema de Produção, 2). ISSN 1807-0027. Versão Eletrônica, 2004.

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

SILVA, I. R.; MENDONÇA, E. S. Matéria Orgânica do Solo. IN: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Eds.). **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 275-374.

SILVA, J.; NASCIMENTO, C. W.; SILVA, D. J.; CUNHA, K.; BIONDI, C. M. Changes in soil fertility and mineral nutrition of mango orchards in São Francisco Valley, Brazil. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Dois Irmãos, v. 9, n. 1, 2014.

SILVA, R. L.; CAVALCANTE, Í. H. L.; SOUSA, K. D. S. M.; GALHARDO, C. X.; SANTANA, E. A.; LIMA, D. D. Qualidade do maracujá amarelo fertirrigado com nitrogênio e substâncias húmicas. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 6, n. 4, p. 479-487, 2015.

SINDHA, D. J.; SATODIYA, B. N.; SUTARIYA, N. K. Effect of foliar application of different chemicals and humic acid on fruit yield and quality of custard apple (*Annona squamosa* L.) cv. local. **International Journal of Chemical Studies**, Nova Deli, v. 6, n. 5, p. 75-77. 2018.

SOUZA, F. V. **Curva de crescimento e exportação de nutrientes e sódio por frutos de mangueira Palmer, Haden e Tommy Atkins**. Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Jaboticabal, p. 54, 2007.

SOUZA, J. M. A.; LEONEL, S.; MODESTO, J. H.; FERRAZ, R. A.; GONÇALVES, B. H. L. Fruit Physicochemical and Antioxidant Analysis of Mango Cultivars under Subtropical Conditions of Brazil. **Journal of Agricultural Science and Technology**, Irã, v. 20, n. 2, p. 321-331, 2018.

TEIXEIRA, G. H. A.; DURIGAN, J. F. Storage of 'Palmer' mangoes in low-oxygen atmospheres. **Fruits**, Leuven, v. 66, n. 4, p. 279-289, 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 Nov. 2018.

VALEEXPORT. **Associação dos Produtores e Exportadores de Hortigranjeiros e Derivados do Vale do São Francisco**. 2016. Disponível em:
<<http://www.valexport.com.br>> Acesso em: 10 dez. 2018.

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

VAUGHAN, D.; MALCOM, R. E. Influence of humic substances on biogeochemical processes in plants. In: VAUGHAN, D.; MALCOM, R.E. (Eds.). **Soil organic matter and biological activity**. Dordrecht: M. Nijhoff, p. 77-108, 1985.

WALDRON, K. W.; SMITH, A. C.; PARR, A. J. ; ANNIE, N.; PARCKER, M. L. New approaches to understanding and controlling cell separation in relation to fruit and vegetable texture. **Trends in Food Science & Technology**, v. 8, n. 7, p. 213-221, 1997.

WALSH, K. B.; SUBEDI, P. P. In-field monitoring of mango fruit dry matter for maturity estimation. *Acta Horticulturae*, Leuven, v.6, n. 5, p.273-278, 2016.

WENDEL, A.; UNDERWOOD, J.; WALSH, K. Maturity estimation of mangoes using hyperspectral imaging from a ground based mobile platform. **Computers and Electronics in Agriculture**, Londres v. 155, p. 298-313, 2018.

YASHODA, H. M., PRABHA, T. N.; THARANATHAN, R. N. Mango ripening: changes in cell wall constituents in relation to textural softening. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, New York, v. 86, n. 5, p. 713-721, 2006.

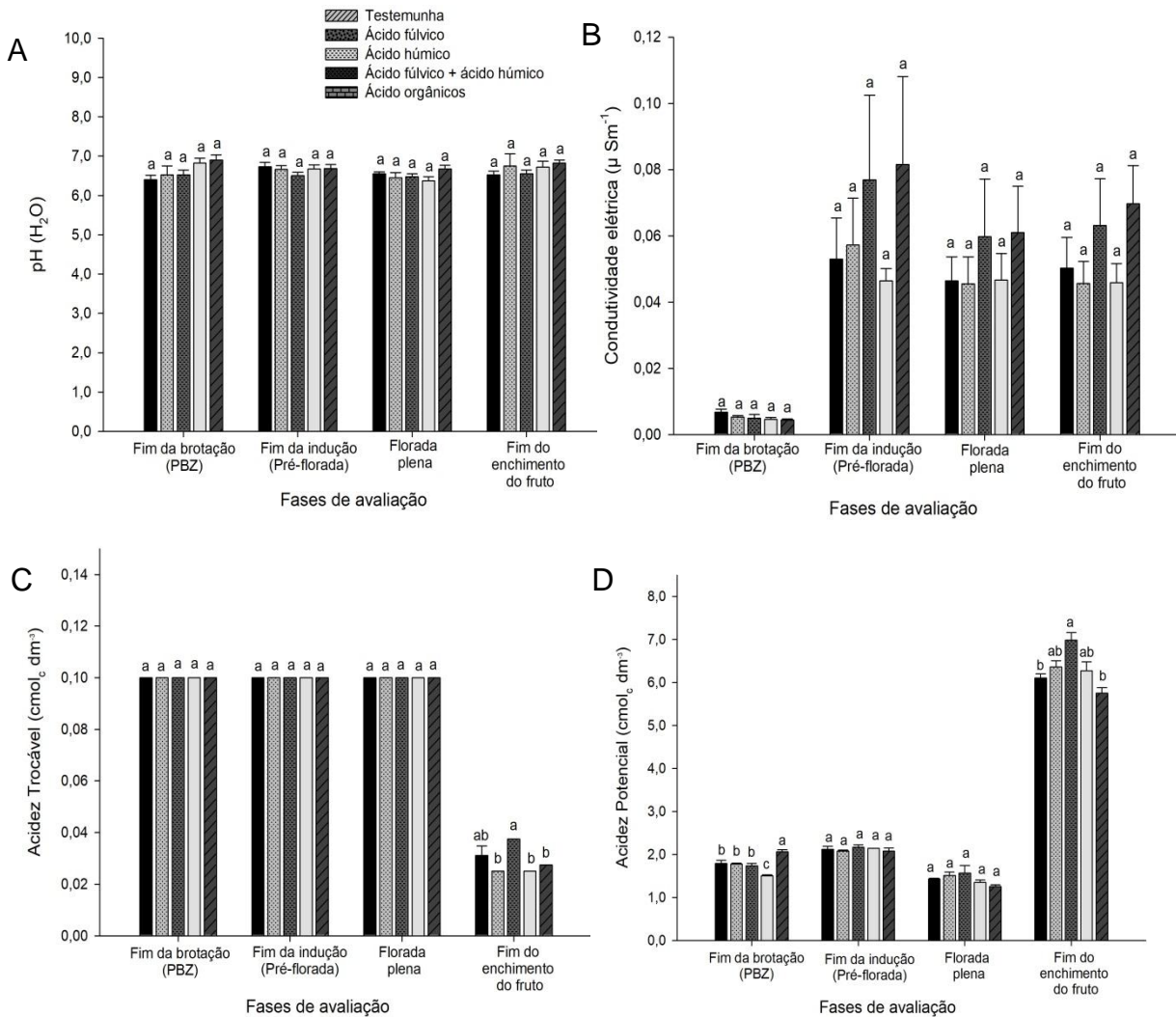
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e ácidos orgânicos não influenciaram a produtividade, qualidade e extração de macro e micronutrientes de frutos de mangueira cv. Palmer. Estudos envolvendo mais de um ciclo de produção da cultura são necessários para avaliar os efeitos destas substâncias na cultura da mangueira, e estabelecimento de um sistema de manejo adequado nas condições semiáridas brasileiras.

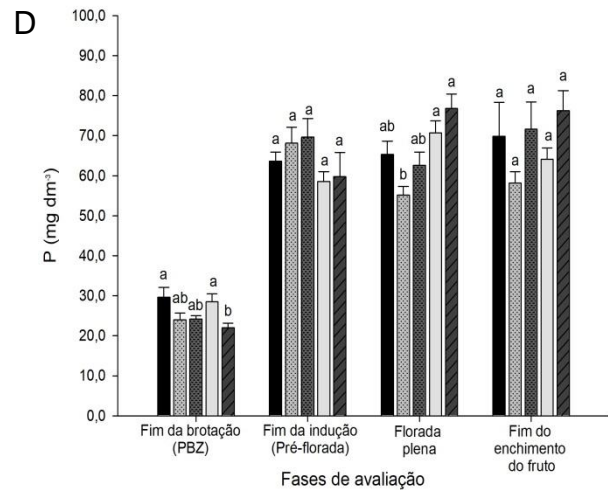
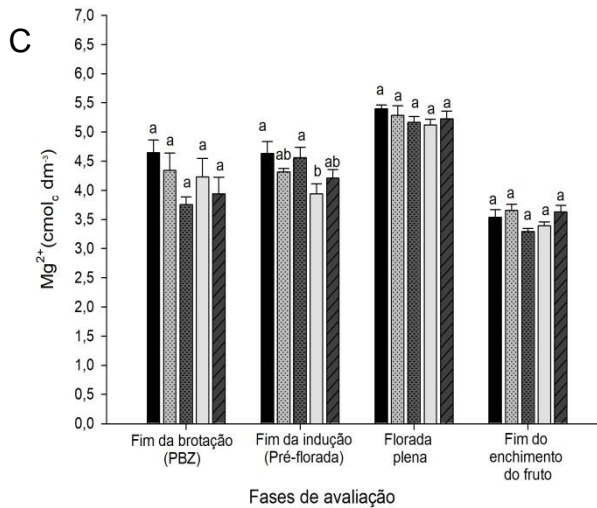
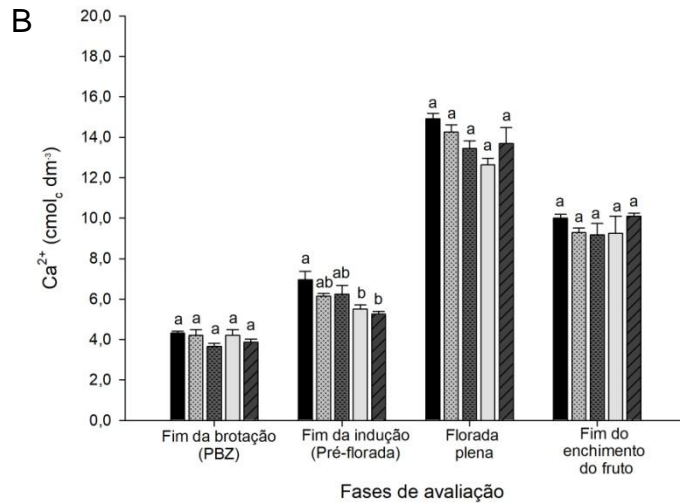
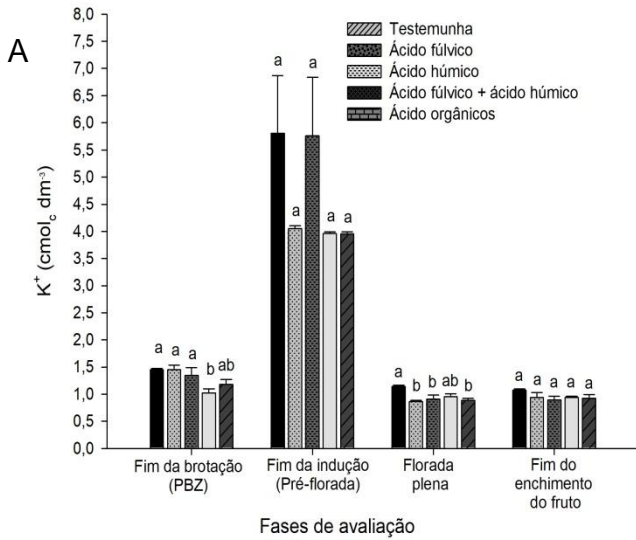
As informações acerca do estado nutricional nas diferentes fases do ciclo de produção da cultura da mangueira são essenciais, pois auxiliarão no manejo racional dos fertilizantes com menores custos e danos ambientais. Os teores foliares de macro e micronutrientes apresentaram comportamentos distintos nas diferentes fases do ciclo de produção da mangueira, obedecendo a seguinte ordem decrescente: macronutrientes (Ca>K>N>Mg>P, nas fases de fim da brotação e fim da indução floral/pré-florada e Ca>N>K>P>Mg, para as fases de florada plena e fim do enchimento do fruto); micronutrientes (Mn>Fe>Zn>Cu em todas as fases do ciclo de produção da mangueira).

A exportação de nutrientes pelos frutos de mangueira cv. Palmer apresentou o seguinte comportamento: macronutrientes (K>N>Ca>Mg>P>S) e micronutrientes (Zn>Fe>Mn>>B>Cu), sendo essas informações muito importantes na reposição de nutrientes pelas fertilizações dos próximos ciclos de produção da cultura da mangueira.

APÊNDICES

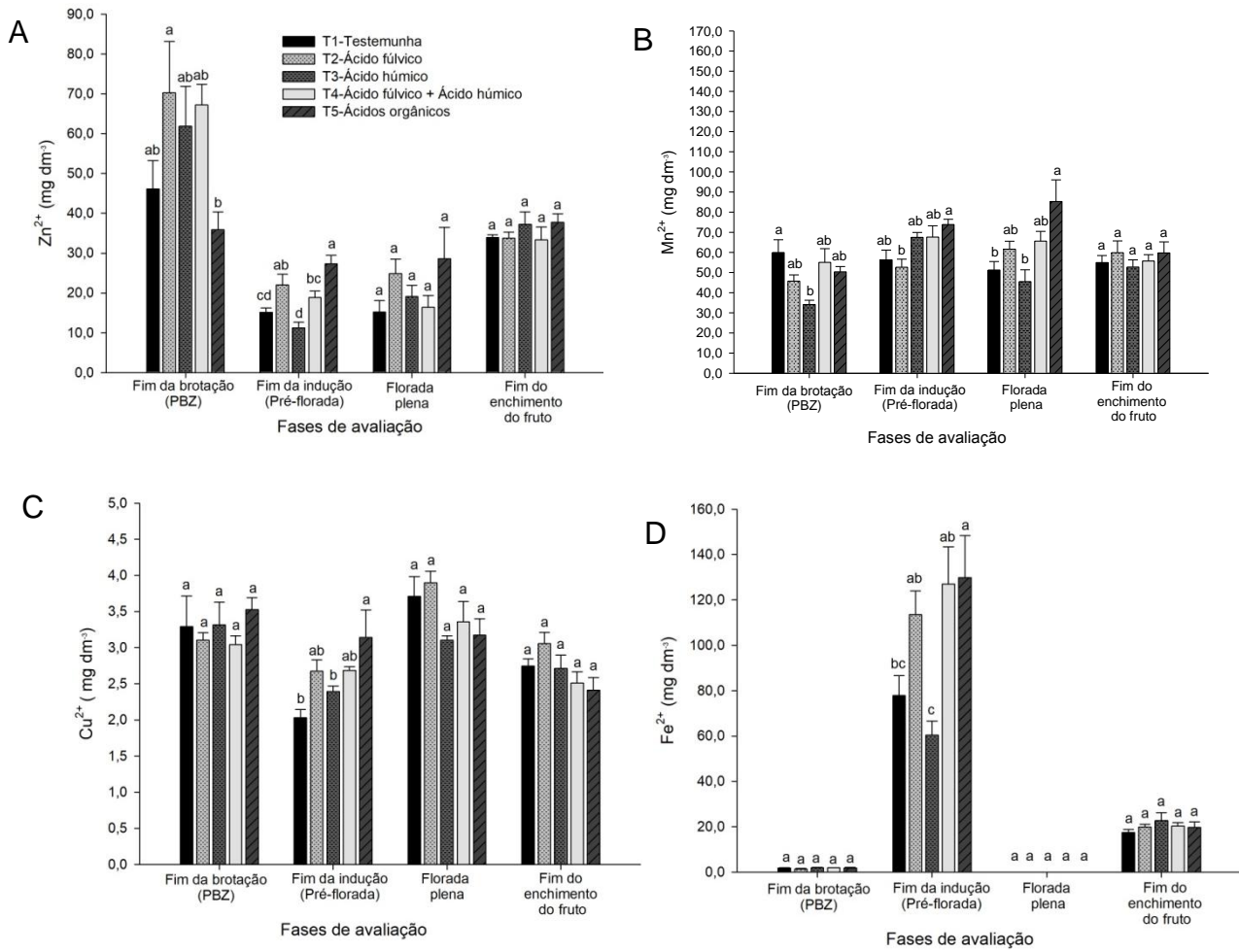


Valores de pH (A), condutividade elétrica (B), acidez trocável (C) e acidez potencial (D) na profundidade de 0-0,4 m, nas quatro fases do ciclo de produção da mangueira cv. Palmer em função do uso de ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e ácidos orgânicos, Petrolina-PE. Barras com as mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

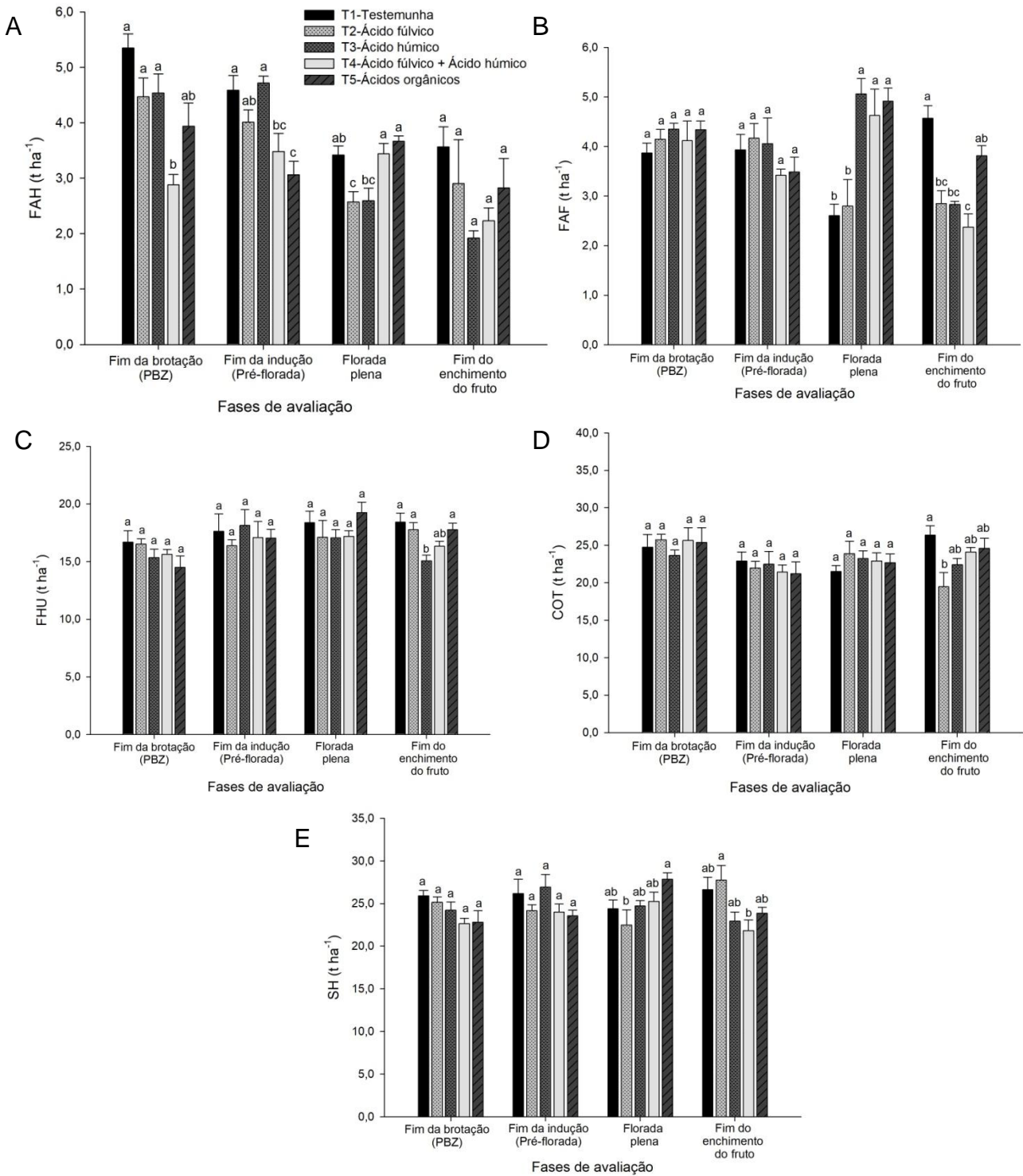


Teores de potássio-K (A), cálcio-Ca (B), magnésio-Mg (C) e fósforo-P(D) na profundidade de 0-0,4m nas quatro fases do ciclo de produção da mangueira cv. Palmer em função do uso de ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e ácidos orgânicos, Petrolina-PE.

Barras com as mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



Teores de zinco-Zn (A), manganês-Mn (B), cobre-Cu (C) e ferro-Fe(D) na profundidade de 0-0,4m nas quatro fases do ciclo de produção da mangueira cv. Palmer em função do uso de ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e ácidos orgânicos, Petrolina-PE. Barras com as mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



Estoques de carbono nas frações ácido húmico-FAH (A), ácido fúlvico-FAF (B), humina-FHU (C), carbono orgânico total-COT (D) e substâncias húmicas-SH (E) na profundidade de 0-0,4m nas quatro fases do ciclo de produção da mangueira cv. Palmer em função do uso de ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e ácidos orgânicos, Petrolina-PE.

Barras com as mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 1. Correlação linear entre as frações das substâncias húmicas, macro e micronutrientes do solo e folhas de uma área cultivada com mangueira cv. 'Palmer' na região semiárida

	Solo															Folha											
	pH	CE	K	H+AL	Ca	Mg	P	Mn	Cu	Zn	Fe	COT	FAF	FAH	Humina	SH	P	K	Ca	Mg	Mn	Fe	Zn	Cu	N	Prod	
pH	1																										
CE	-0,78	1																									
K	-0,97	0,68	1																								
H+AL	-0,99	0,69	1,00	1																							
Ca	0,01	0,45	0,02	-0,04	1																						
Mg	-0,27	0,70	0,26	0,21	0,95	1																					
P	0,17	0,48	-0,32	-0,30	0,62	0,65	1																				
Mn	0,10	0,51	-0,16	-0,19	0,91	0,89	0,89	1																			
Cu	-0,74	0,57	0,59	0,67	-0,48	-0,18	-0,04	-0,30	1																		
Zn	0,58	-0,88	-0,39	-0,44	-0,21	-0,47	-0,64	-0,46	-0,71	1																	
Fe	0,28	-0,09	-0,47	-0,39	-0,49	-0,43	0,37	-0,08	0,43	-0,38	1																
COT	0,41	-0,16	-0,27	-0,36	0,79	0,58	0,21	0,57	-0,90	0,43	-0,65	1															
FAF	0,26	-0,78	-0,19	-0,17	-0,87	-0,96	-0,81	-0,93	0,02	0,66	0,17	-0,40	1														
FAH	-0,99	0,84	0,94	0,96	0,00	0,30	-0,06	-0,03	0,79	-0,68	-0,17	-0,46	-0,33	1													
Humina	-0,59	0,76	0,63	0,58	0,79	0,89	0,28	0,60	-0,01	-0,39	-0,68	0,46	-0,79	0,57	1												
SH	-0,96	0,86	0,95	0,95	0,25	0,50	-0,02	0,13	0,57	-0,59	-0,42	-0,18	-0,47	0,96	0,78	1											
P	0,46	-0,01	-0,40	-0,47	0,88	0,70	0,53	0,79	-0,81	0,17	-0,40	0,94	-0,60	-0,47	0,44	-0,22	1										
K	-0,62	0,37	0,48	0,56	-0,66	-0,40	-0,18	-0,48	0,97	-0,56	0,51	-0,97	0,24	0,66	-0,23	0,41	-0,92	1									
Ca	-0,90	0,84	0,78	0,82	-0,10	0,21	0,12	0,00	0,92	-0,84	0,15	-0,64	-0,33	0,95	0,39	0,83	-0,55	0,80	1								
Mg	0,10	-0,11	-0,27	-0,18	-0,71	-0,61	0,10	-0,35	0,60	-0,34	0,95	-0,84	0,37	-0,01	-0,73	-0,30	-0,66	0,71	0,28	1							
Mn	-0,83	0,31	0,88	0,89	-0,44	-0,24	-0,67	-0,62	0,65	-0,11	-0,31	-0,52	0,30	0,77	0,20	0,70	-0,72	0,65	0,64	-0,01	1						
Fe	-0,88	0,94	0,76	0,80	0,12	0,42	0,28	0,22	0,81	-0,90	0,06	-0,46	-0,53	0,93	0,55	0,87	-0,35	0,65	0,97	0,13	0,52	1					
Zn	-0,25	-0,26	0,23	0,28	-0,97	-0,86	-0,67	-0,92	0,62	0,09	0,37	-0,85	0,80	0,23	-0,61	-0,01	-0,96	0,77	0,30	0,64	0,64	0,08	1				
Cu	-0,05	-0,45	0,26	0,21	-0,16	-0,27	-0,86	-0,55	-0,37	0,78	-0,75	0,31	0,52	-0,08	0,06	0,04	-0,04	-0,29	-0,36	-0,58	0,45	-0,43	0,20	1			
N	0,59	-0,80	-0,61	-0,57	-0,80	-0,92	-0,36	-0,65	-0,03	0,47	0,61	-0,42	0,84	-0,59	-1,00	-0,78	-0,44	0,19	-0,43	0,67	-0,16	-0,60	0,63	0,04	1		
Prod	-0,83	0,56	0,73	0,79	-0,48	-0,19	-0,21	-0,39	0,98	-0,61	0,24	-0,85	0,08	0,86	0,07	0,67	-0,84	0,95	0,92	0,46	0,79	0,80	0,66	-0,17	-0,09	1	

pH: Potencial hidrogeniônico; CE: Condutividade elétrica; K: Potássio; H+AL: Acidez potencial; Ca: Cálcio; Mg: Magnésio; P: Fósforo; Mn: Manganês; Cu: Cobre; Zn: Zinco; Fe: Ferro; COT: Carbono orgânico total; FAF: Fração ácidos fúlvicos; FAH: Fração ácidos húmicos; SH: Substâncias húmicas; N: Nitrogênio; Prod: Produtividade.

Tabela 2. Correlação linear entre frações das substâncias húmicas, macro e micronutrientes do solo e folhas de uma área experimental cultivada com mangueira cv. 'Palmer' sob aplicação de ácidos fúlvicos

	Solo																Folha										
	pH	CE	K	H+AL	Ca	Mg	P	Mn	Cu	Zn	Fe	COT	FAF	FAH	Humina	SH	P	K	Ca	Mg	Mn	Fe	Zn	Cu	N	Prod	
pH	1							0,23																			
CE	-0,95	1																									
K	0,83	-0,69	1																								
H+AL	0,90	-0,90	0,52	1																							
Ca	-0,94	0,93	-0,59	-1,00	1																						
Mg	-0,93	0,92	-0,57	-1,00	1,00	1																					
P	-0,90	0,96	-0,51	-0,97	0,98	0,97	1																				
Mn	-0,26	-0,04	-0,35	-0,22	0,23		0,00	1																			
Cu	-0,03	-0,20	0,06	-0,19	0,15	0,17	-0,04	0,89	1																		
Zn	0,76	-0,88	0,29	0,92	-0,91	-0,91	-0,97	0,15	0,09	1																	
Fe	0,96	-0,96	0,65	0,98	-0,99	-0,99	-0,98	-0,18	-0,07	0,90	1																
COT	0,59	-0,72	0,04	0,86	-0,82	-0,83	-0,88	0,11	-0,07	0,96	0,78	1															
FAF	0,24	-0,09	-0,07	0,50	-0,45	-0,47	-0,31	-0,73	-0,91	0,30	0,36	0,47	1														
FAH	0,93	-0,85	0,97	0,69	-0,75	-0,73	-0,70	-0,25	0,10	0,51	0,81	0,27	-0,01	1													
Humina	-0,80	0,84	-0,33	-0,98	0,96	0,96	0,96	0,12	0,18	-0,96	-0,93	-0,95	-0,54	-0,53	1												
SH	-0,69	0,88	-0,33	-0,75	0,76	0,75	0,88	-0,46	-0,48	-0,92	-0,79	-0,80	0,10	-0,54	0,78	1											
P	-0,77	0,77	-0,30	-0,96	0,94	0,95	0,91	0,27	0,35	-0,90	-0,90	-0,92	-0,67	-0,48	0,99	0,66	1										
K	-0,68	0,49	-0,47	-0,76	0,75	0,76	0,59	0,80	0,75	-0,48	-0,70	-0,49	-0,85	-0,52	0,69	0,14	0,79	1									
Ca	-0,99	0,96	-0,73	-0,96	0,98	0,98	0,95	0,22	0,07	-0,85	-0,99	-0,71	-0,33	-0,86	0,89	0,75	0,86	0,71	1								
Mg	-0,90	0,85	-0,55	-0,99	0,98	0,99	0,92	0,39	0,33	-0,85	-0,96	-0,79	-0,60	-0,70	0,95	0,63	0,96	0,86	0,95	1							
Mn	0,16	-0,46	-0,06	0,21	-0,21	-0,21	-0,42	0,90	0,84	0,54	0,26	0,46	-0,56	0,10	-0,29	-0,80	-0,13	0,48	-0,22	-0,04	1						
Fe	-0,62	0,36	-0,87	-0,33	0,39	0,38	0,22	0,74	0,37	0,02	-0,42	0,19	-0,22	-0,77	0,14	-0,12	0,19	0,63	0,50	0,45	0,55	1					
Zn	-0,86	0,78	-0,53	-0,96	0,95	0,96	0,87	0,48	0,44	-0,79	-0,92	-0,76	-0,68	-0,66	0,92	0,54	0,95	0,91	0,91	0,99	0,06	0,48	1				
Cu	0,98	-0,98	0,72	0,96	-0,98	-0,97	-0,96	-0,17	-0,01	0,87	1,00	0,73	0,29	0,86	-0,89	-0,79	-0,85	-0,67	-1,00	-0,94	0,27	-0,47	-0,89	1			
N	0,48	-0,66	-0,07	0,77	-0,73	-0,74	-0,82	0,29	0,08	0,93	0,69	0,98	0,34	0,17	-0,88	-0,84	-0,83	-0,32	-0,62	-0,68	0,59	0,35	-0,63	0,64	1		
Prod	0,84	-0,81	0,95	0,55	-0,61	-0,59	-0,61	-0,03	0,35	0,44	0,70	0,16	-0,27	0,97	-0,39	-0,57	-0,31	-0,28	-0,75	-0,52	0,26	-0,66	-0,46	0,76	0,10	1	

pH: Potencial hidrogeniônico; CE: Condutividade elétrica; K: Potássio; H+AL: Acidez potencial; Ca: Cálcio; Mg: Magnésio; P: Fósforo; Mn: Manganês; Cu: Cobre; Zn: Zinco; Fe: Ferro; COT: Carbono orgânico total; FAF: Fração ácidos fúlvicos; FAH: Fração ácidos húmicos; SH: Substâncias húmicas; N: Nitrogênio; Prod: Produtividade.

Tabela 3. Correlação linear entre frações das substâncias húmicas, macro e micronutrientes do solo e folhas de uma área experimental cultivada com mangueira cv. 'Palmer' sob aplicação de ácidos húmicos

	Solo																Folha										
	pH	CE	K	H+AL	Ca	Mg	P	Mn	Cu	Zn	Fe	COT	FAF	FAH	Humina	SH	P	K	Ca	Mg	Mn	Fe	Zn	Cu	N	Prod	
pH	1																										
CE	0,82	1																									
K	0,08	-0,37	1																								
H+AL	-0,55	-0,83	0,14	1																							
Ca	0,39	-0,16	0,47	0,52	1																						
Mg	0,39	-0,19	0,58	0,49	0,99	1																					
P	0,53	0,75	0,02	-0,99	-0,48	-0,43	1																				
Mn	0,50	0,90	-0,69	-0,79	-0,49	-0,55	0,67	1																			
Cu	-0,43	-0,77	0,20	0,99	0,64	0,61	-0,97	-0,79	1																		
Zn	0,49	0,71	-0,80	-0,27	-0,02	-0,13	0,12	0,78	-0,24	1																	
Fe	-0,92	-0,67	-0,42	0,59	-0,37	-0,41	-0,64	-0,30	0,48	-0,12	1																
COT	-0,47	-0,09	-0,89	0,29	-0,37	-0,48	-0,43	0,28	0,20	0,54	0,77	1															
FAF	0,20	0,68	-0,45	-0,90	-0,82	-0,82	0,84	0,84	-0,94	0,33	-0,18	0,11	1														
FAH	0,54	0,59	0,35	-0,88	-0,28	-0,20	0,95	0,41	-0,85	-0,14	-0,75	-0,69	0,64	1													
Humina	0,98	0,84	0,16	-0,67	0,28	0,29	0,67	0,52	-0,56	0,39	-0,96	-0,56	0,31	0,70	1												
SH	0,21	0,03	0,80	-0,44	-0,03	0,09	0,58	-0,20	-0,41	-0,68	-0,58	-0,91	0,16	0,81	0,37	1											
P	-0,13	-0,57	0,27	0,90	0,84	0,81	-0,88	-0,71	0,95	-0,12	0,20	0,04	-0,98	-0,73	-0,27	-0,35	1										
K	0,04	0,58	-0,58	-0,79	-0,89	-0,91	0,72	0,82	-0,86	0,35	0,01	0,29	0,98	0,48	0,14	0,02	-0,94	1									
Ca	0,67	0,92	-0,21	-0,98	-0,41	-0,40	0,95	0,85	-0,95	0,42	-0,65	-0,24	0,85	0,82	0,76	0,33	-0,82	0,74	1								
Mg	0,36	0,75	-0,28	-0,97	-0,71	-0,69	0,94	0,82	-0,99	0,27	-0,38	-0,10	0,97	0,79	0,49	0,33	-0,97	0,91	0,93	1							
Mn	-0,08	-0,53	0,28	0,87	0,87	0,83	-0,85	-0,69	0,93	-0,09	0,15	0,01	-0,97	-0,70	-0,23	-0,34	1,00	-0,95	-0,79	-0,96	1						
Fe	0,90	0,50	0,40	-0,21	0,73	0,74	0,24	0,09	-0,07	0,22	-0,89	-0,64	-0,21	0,37	0,86	0,29	0,24	-0,38	0,33	-0,03	0,29	1					
Zn	-0,20	0,39	-0,76	-0,54	-0,92	-0,96	0,44	0,73	-0,64	0,41	0,33	0,59	0,86	0,16	-0,14	-0,27	-0,79	0,94	0,50	0,72	-0,80	-0,61	1				
Cu	-0,96	-0,74	-0,01	0,34	-0,55	-0,52	-0,30	-0,42	0,21	-0,59	0,81	0,33	-0,01	-0,30	-0,89	0,00	-0,10	0,12	-0,49	-0,15	-0,15	-0,92	0,30	1			
N	-0,13	-0,63	0,48	0,87	0,86	0,86	-0,81	-0,82	0,92	-0,31	0,11	-0,16	-1,00	-0,60	-0,25	-0,14	0,97	-0,99	-0,82	-0,96	0,97	0,28	-0,88	-0,05	1		
Prod	-0,66	-0,61	0,49	0,06	-0,43	-0,32	0,06	-0,50	-0,03	-0,89	0,32	-0,28	0,04	0,20	-0,52	0,58	-0,24	0,06	-0,25	0,03	-0,27	-0,56	0,04	0,81	-0,07	1	

pH: Potencial hidrogeniônico; CE: Condutividade elétrica; K: Potássio; H+AL: Acidez potencial; Ca: Cálcio; Mg: Magnésio; P: Fósforo; Mn: Manganês; Cu: Cobre; Zn: Zinco; Fe: Ferro; COT: Carbono orgânico total; FAF: Fração ácidos fúlvicos; FAH: Fração ácidos húmicos; SH: Substâncias húmicas; N: Nitrogênio; Prod: Produtividade.

Tabela 4. Correlação linear entre as frações das substâncias húmicas, macro e micronutrientes do solo e folhas de uma área experimental cultivada com mangueira cv. 'Palmer' sob aplicação de ácidos fúlvicos e ácidos húmicos.

	Solo																Folha										
	pH	CE	K	H+AL	Ca	Mg	P	Mn	Cu	Zn	Fe	COT	FAF	FAH	Humina	SH	P	K	Ca	Mg	Mn	Fe	Zn	Cu	N	Prod	
pH	1																										
CE	0,63	1																									
K	-0,20	-0,68	1																								
H+AL	0,09	-0,38	0,94	1																							
Ca	0,10	0,62	-0,99	-0,96	1																						
Mg	-0,07	0,43	-0,95	-1,00	0,98	1																					
P	0,64	-0,01	-0,11	-0,07	0,05	0,05	1																				
Mn	0,63	0,17	-0,40	-0,36	0,35	0,34	0,95	1																			
Cu	-0,31	-0,01	-0,73	-0,92	0,78	0,89	0,17	0,39	1																		
Zn	0,73	0,12	0,52	0,75	-0,60	-0,73	0,42	0,21	-0,82	1																	
Fe	0,12	-0,39	0,94	1,00	-0,97	-1,00	-0,02	-0,31	-0,91	0,77	1																
COT	0,04	-0,38	0,94	1,00	-0,96	-0,99	-0,15	-0,43	-0,92	0,70	0,99	1															
FAF	0,25	0,90	-0,80	-0,61	0,78	0,65	-0,31	-0,06	0,25	-0,29	-0,63	-0,58	1														
FAH	0,47	-0,35	0,30	0,28	-0,35	-0,32	0,91	0,75	-0,08	0,55	0,34	0,21	-0,66	1													
Humina	0,94	0,34	0,02	0,25	-0,12	-0,24	0,80	0,72	-0,34	0,81	0,29	0,18	-0,08	0,73	1												
SH	0,91	0,27	0,01	0,20	-0,10	-0,21	0,87	0,78	-0,26	0,77	0,25	0,13	-0,14	0,79	0,99	1											
P	-0,10	0,30	-0,90	-0,99	0,93	0,98	0,17	0,44	0,95	-0,73	-0,98	-1,00	0,51	-0,17	-0,21	-0,15	1										
K	0,26	-0,30	0,89	0,98	-0,93	-0,98	0,08	-0,21	-0,92	0,85	0,99	0,97	-0,59	0,40	0,41	0,37	-0,97	1									
Ca	0,14	0,39	-0,92	-0,95	0,92	0,94	0,38	0,63	0,89	-0,54	-0,93	-0,97	0,49	0,01	0,04	0,10	0,97	-0,89	1								
Mg	0,20	-0,44	0,92	0,97	-0,96	-0,98	0,16	-0,14	-0,84	0,81	0,98	0,95	-0,72	0,51	0,40	0,38	-0,94	0,99	-0,85	1							
Mn	0,11	0,61	-0,04	0,19	0,02	-0,13	-0,69	-0,65	-0,51	0,15	0,15	0,24	0,63	-0,74	-0,16	-0,27	-0,31	0,15	-0,37	-0,02	1						
Fe	0,05	-0,42	0,95	1,00	-0,97	-1,00	-0,10	-0,38	-0,91	0,72	1,00	1,00	-0,62	0,27	0,21	0,17	-0,99	0,98	-0,96	0,97	0,18	1					
Zn	0,76	0,06	0,48	0,68	-0,56	-0,67	0,58	0,38	-0,70	0,98	0,71	0,62	-0,37	0,70	0,88	0,86	-0,64	0,79	-0,43	0,78	-0,04	0,65	1				
Cu	-0,51	-0,89	0,93	0,74	-0,88	-0,77	-0,18	-0,43	-0,43	0,18	0,73	0,75	-0,87	0,24	-0,26	-0,24	-0,69	0,65	-0,76	0,73	-0,24	0,76	0,17	1			
N	-0,06	0,40	-0,94	-1,00	0,97	1,00	0,10	0,38	0,91	-0,72	-1,00	-1,00	0,61	-0,26	-0,22	-0,17	0,99	-0,98	0,96	-0,97	-0,19	-1,00	-0,65	-0,75	1		
Prod	-0,37	0,37	-0,82	-0,89	0,87	0,90	-0,39	-0,11	0,76	-0,87	-0,91	-0,85	0,71	-0,68	-0,59	-0,58	0,84	-0,94	0,70	-0,97	0,15	-0,88	-0,89	-0,61	0,88	1	

pH: Potencial hidrogeniônico; CE: Condutividade elétrica; K: Potássio; H+AL: Acidez potencial; Ca: Cálcio; Mg: Magnésio; P: Fósforo; Mn: Manganês; Cu: Cobre; Zn: Zinco; Fe: Ferro; COT: Carbono orgânico total; FAF: Fração ácidos fúlvicos; FAH: Fração ácidos húmicos; SH: Substâncias húmicas; N: Nitrogênio; Prod: Produtividade.

Tabela 5. Correlação linear entre as frações das substâncias húmicas, macro e micronutrientes do solo e folhas de uma área experimental cultivada com mangueira cv. 'Palmer' sob aplicação de ácidos orgânicos.

	Solo																Folha										
	pH	CE	K	H+AL	Ca	Mg	P	Mn	Cu	Zn	Fe	COT	FAF	FAH	Humina	SH	P	K	Ca	Mg	Mn	Fe	Zn	Cu	N	Prod	
pH	1																										
CE	-0,08	1																									
K	0,78	-0,68	1																								
H+AL	-0,95	-0,16	-0,62	1																							
Ca	0,68	0,67	0,08	-0,83	1																						
Mg	0,86	-0,02	0,59	-0,75	0,60	1																					
P	-0,08	0,96	-0,62	-0,20	0,66	-0,17	1																				
Mn	0,92	-0,08	0,67	-0,81	0,61	0,99	-0,19	1																			
Cu	-0,19	-0,54	0,11	0,46	-0,58	0,21	-0,75	0,14	1																		
Zn	-0,20	0,99	-0,77	-0,02	0,57	-0,07	0,91	-0,15	-0,42	1																	
Fe	-0,97	0,31	-0,90	0,87	-0,50	-0,84	0,30	-0,90	0,05	0,42	1																
COT	0,16	0,51	-0,11	-0,42	0,53	-0,26	0,73	-0,19	-1,00	0,39	-0,02	1															
FAF	0,47	0,80	-0,19	-0,60	0,92	0,58	0,69	0,53	-0,34	0,76	-0,27	0,28	1														
FAH	0,87	-0,07	0,62	-0,75	0,57	1,00	-0,21	0,99	0,22	-0,12	-0,86	-0,27	0,54	1													
Humina	0,94	-0,10	0,70	-0,83	0,61	0,98	-0,20	1,00	0,11	-0,17	-0,92	-0,16	0,51	0,99	1												
SH	0,33	-0,28	0,32	-0,09	-0,01	0,73	-0,54	0,66	0,81	-0,22	-0,40	-0,84	0,18	0,73	0,63	1											
P	0,16	0,23	-0,13	-0,04	0,24	0,63	-0,06	0,52	0,61	0,31	-0,11	-0,65	0,54	0,61	0,47	0,86	1										
K	0,10	-0,48	0,27	0,17	-0,32	0,50	-0,72	0,44	0,95	-0,39	-0,22	-0,97	-0,11	0,51	0,41	0,95	0,74	1									
Ca	0,51	0,73	-0,04	-0,74	0,93	0,28	0,81	0,32	-0,83	0,61	-0,31	0,80	0,79	0,26	0,33	-0,37	-0,09	-0,65	1								
Mg	0,96	0,08	0,62	-0,91	0,76	0,96	0,01	0,97	-0,08	-0,01	-0,90	0,03	0,64	0,95	0,98	0,50	0,42	0,23	0,52	1							
Mn	0,15	-0,33	0,21	0,10	-0,18	0,58	-0,59	0,50	0,91	-0,24	-0,23	-0,93	0,05	0,58	0,47	0,98	0,84	0,99	-0,53	0,31	1						
Fe	-0,68	0,78	-0,99	0,50	0,06	-0,49	0,70	-0,58	-0,16	0,85	0,82	0,16	0,33	-0,53	-0,61	-0,29	0,19	-0,29	0,16	-0,51	-0,20	1					
Zn	-0,49	-0,11	-0,38	0,66	-0,49	0,00	-0,36	-0,11	0,87	0,04	0,43	-0,88	-0,12	-0,01	-0,16	0,66	0,71	0,77	-0,69	-0,28	0,78	0,34	1				
Cu	0,43	-0,58	0,60	-0,16	-0,14	0,71	-0,77	0,68	0,80	-0,54	-0,56	-0,82	-0,07	0,73	0,67	0,93	0,62	0,93	-0,47	0,50	0,91	-0,60	0,49	1			
N	0,25	-0,67	0,52	0,05	-0,34	0,54	-0,85	0,51	0,89	-0,61	-0,40	-0,90	-0,24	0,56	0,50	0,90	0,56	0,96	-0,65	0,31	0,91	-0,55	0,59	0,98	1		
Prod	0,13	-0,97	0,67	0,15	-0,63	0,17	-1,00	0,21	0,69	-0,94	-0,35	-0,67	-0,70	0,21	0,22	0,49	-0,01	0,66	-0,77	0,02	0,53	-0,76	0,27	0,74	0,82	1	

pH: Potencial hidrogeniônico; CE: Condutividade elétrica; K: Potássio; H+AL: Acidez potencial; Ca: Cálcio; Mg: Magnésio; P: Fósforo; Mn: Manganês; Cu: Cobre; Zn: Zinco; Fe: Ferro; COT: Carbono orgânico total; FAF: Fração ácidos fúlvicos; FAH: Fração ácidos húmicos; SH: Substâncias húmicas; N: Nitrogênio; Prod: Produtividade.