



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

Talison Sousa da Silva

**SUBSTÂNCIAS HÚMICAS NA NUTRIÇÃO,
PRODUTIVIDADE, QUALIDADE DE FRUTOS E NA
ABSORÇÃO DE PACLOBUTRAZOL EM MANGUEIRA
CULTIVADA EM SOLOS FRÁGEIS DA REGIÃO
SEMIÁRIDA BRASILEIRA**

Petrolina

2022

TALISON SOUSA DA SILVA

**SUBSTÂNCIAS HÚMICAS NA NUTRIÇÃO,
PRODUTIVIDADE, QUALIDADE DE FRUTOS E NA
ABSORÇÃO DE PACLOBUTRAZOL EM MANGUEIRA
CULTIVADA EM SOLOS FRÁGEIS DA REGIÃO
SEMIÁRIDA BRASILEIRA**

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

Petrolina

2022

Silva, Talison Sousa da

S586s Substâncias húmicas na nutrição, produtividade, qualidade de frutos e na absorção de paclobutrazol em mangueira cultivada em solos frágeis da região semiárida brasileira / Talison Sousa da Silva. – Petrolina-PE, 2023. ix, 76 f.: il.; 29 cm.

Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Ciências Agrárias, Petrolina-PE, 2023.

Orientador: Prof.º Dr.º Augusto Miguel Nascimento Lima.

Inclui referências.

1. Manga - Cultivo. 2. Nutrição vegetal. 3. Frutas – Qualidade. 4. Cultura da mangueira. I. Título. II. Lima, Augusto Miguel Nascimento. III. Universidade Federal do Vale do São Francisco.

CDD 634.34

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

FOLHA DE APROVAÇÃO

Talison Sousa da Silva

SUBSTÂNCIAS HÚMICAS NA NUTRIÇÃO, PRODUTIVIDADE, QUALIDADE
DE FRUTOS E NA ABSORÇÃO DE PACLOBUTRAZOL EM MANGUEIRA
CULTIVADA EM SOLOS FRÁGEIS DA REGIÃO SEMIÁRIDA BRASILEIRA

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: ____ de _____ de _____.

Banca Examinadora

Dr. Augusto Miguel Nascimento Lima
Universidade Federal do Vale do São Francisco

Dr. Marcos Sales Rodrigues
Universidade Federal do Vale do São Francisco

Dra. Karla dos Santos Melo de Sousa
Universidade Federal do Vale do São Francisco

Primeiramente a Deus e meu Pai Oxóssi que me sustentaram e deram forças pra continuar. A minha família, especialmente a minha mãe, que sempre me apoiou, tornando meus sonhos possíveis. A todos os amigos e companheiros de trabalho que de alguma forma contribuíram para conclusão deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE), pela concessão da bolsa de pós-graduação.

A Fundação Universidade Federal do Vale do São Francisco por oferecer o curso de Pós-graduação em Agronomia - Produção Vegetal, bem como a estrutura para desenvolvimento das atividades.

Ao professor Dr. Augusto Miguel Nascimento Lima pela orientação e paciência, tornando tudo possível.

À Frutec pelo fornecimento de insumos e materiais para desenvolver todo experimento em campo.

À Fazenda Barreiro de Santa-Fé – Área II, por disponibilizar a área e suporte para instalação e condução do experimento.

À professora Dra. Karla dos Santos Melo de Sousa por ceder o Laboratório de Agroindústria para análises de qualidade de furtos.

Aos companheiros de trabalho Murilo, Isadora e Patrick por toda ajuda na condução do trabalho.

Ao grupo de Pesquisa em Fruticultura do Vale do São Francisco – FRUTVASF, em especial, Jaciele, Fernando e Adriana por sempre se mostrarem solícitos a ajudar.

A todos os docentes que contribuíram para minha formação, de forma direta e indireta.

RESUMO

Para atingir elevadas produtividades de mangueira há necessidade do desenvolvimento e implementação de tecnologias, principalmente, na área de nutrição mineral da cultura. Assim, o uso de condicionadores de solo, como substâncias húmicas (SH), com o objetivo de potencializar a absorção de nutrientes, pode se caracterizar como uma excelente alternativa para a nutrição adequada da cultura da mangueira. Além disso, moléculas orgânicas, como as SH, que possam aumentar a absorção do paclobutrazol (PBZ), um fitorregulador que atua inibindo a biossíntese de giberelina promovendo a floração, e diminuir o resíduo que permanece no solo com o uso contínuo, acarretando no aumento da eficiência de uso do PBZ, reduzindo a dose e causando menos riscos ao meio ambiente. Assim, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a influência da aplicação de SH associado ao PBZ na nutrição, produtividade e qualidade de frutos de mangueira cv. Palmer cultivada no Vale do Submédio São Francisco. O experimento foi instalado no delineamento inteiramente casualizado (DIC) em fatorial 5x3, sendo cinco doses do produto Codargon® (0, 2, 4, 6 e 8 mL/planta/semana) e três doses de PBZ (2, 4 e 6 mL/metro linear), com quatro repetições com quatro plantas cada. O estado nutricional e a qualidade de frutos da mangueira cv. Palmer foram influenciados pela aplicação de SH e PBZ. A aplicação de SH promove aumento nos teores de P, K, Ca, Mg, Cu e Mn foliares. As SH promovem incrementos significativos no número de frutos por planta, pH e na relação SS/AT, além de redução na espessura da casca de frutos de mangueira. O uso de SH associado ao PBZ pode ser uma alternativa importante para a produção de mangueira no semiárido.

Palavras-chave: Ácidos húmicos, regulador de crescimento, macronutrientes, bioestimulante, *Mangifera indica* L.

ABSTRACT

To achieve high mango productivity, it is necessary to develop and implement technologies, particularly in the area of mineral nutrition for the crop. Thus, the use of soil conditioners, such as humic substances (HS), to enhance nutrient absorption, can be an excellent alternative for providing adequate nutrition to the mango crop. Additionally, organic molecules like HS can increase the absorption of paclobutrazol (PBZ), a phytohormone that inhibits gibberellin biosynthesis, promoting flowering, and reducing soil residue with continuous use, thereby increasing the efficiency of using PBZ and reducing the dosage, which poses less risk to the environment. The present study aimed to evaluate the influence of HS application associated with PBZ on the nutrition, productivity, and quality of mango fruits cv. Palmer grown in the Sub-medium São Francisco Valley. The experiment was installed in a completely randomized design (CRD) in a 5x3 factorial, with five doses of the Codargon® product (0, 2, 4, 6, and 8 mL/plant/week) and three doses of PBZ (2, 4, and 6 mL/linear meter), with four replications of four plants each. The nutritional status and fruit quality of mango cv. Palmer were influenced by the application of HS and PBZ. The application of HS resulted in an increase in foliar contents of P, K, Ca, Mg, Cu, and Mn. HS significantly increased the number of fruits per plant, pH, and SS/TA ratio, as well as reducing the thickness of the mango fruit peel. The use of HS associated with PBZ can be an important alternative for mango production in the semi-arid region.

Key-words: Humic acids, growth regulator, macronutrients, biostimulant. *Mangifera indica* L.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	10
INTRODUÇÃO	10
REVISÃO DE LITERATURA	12
1. Aspectos gerais e econômicos da mangicultura.....	12
2. Paclobutrazol na cultura da mangueira	14
3. Substâncias húmicas na absorção de nutrientes e paclobutrazol pelas plantas	16
REFERÊNCIAS	18
CAPÍTULO 2	24
SUBSTÂNCIAS HÚMICAS NA NUTRIÇÃO E PRODUÇÃO DE MANGUEIRA CULTIVADA EM SOLOS FRÁGEIS DA REGIÃO SEMIÁRIDA BRASILEIRA .	24
RESUMO.....	24
ABSTRACT	25
INTRODUÇÃO	26
MATERIAL E MÉTODOS	27
1. Plantas de mangueira e condições de cultivo	27
2. Caracterização inicial	28
3. Delineamento experimental.....	33
4. Parâmetros avaliados e análise estatística	33
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
1. Macronutrientes.....	34
2. Micronutrientes	39
3. Produção	43
CONCLUSÕES	45
REFERÊNCIAS.....	46
CAPÍTULO 3	51
PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE MANGAS PRODUZIDAS COM DIFERENTES DOSES DE PACLOBUTRAZOL E SUBSTÂNCIAS HÚMICAS EM SOLOS FRÁGEIS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO	51
RESUMO.....	51
ABSTRACT	52

INTRODUÇÃO	53
MATERIAL E MÉTODOS	54
1. Plantas de mangueira e condições de cultivo	54
2. Caracterização inicial	55
3. Delineamento experimental	60
4. Parâmetros avaliados e análise estatística	60
RESULTADOS E DISCUSSÃO	61
1. Produtividade e qualidade física dos frutos de mangueira	61
2. Qualidade química dos frutos de mangueira	66
CONCLUSÕES	69
REFERÊNCIAS	70
CONSIDERAÇÕES FINAIS	75

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

A fruticultura representa um dos ramos mais importantes do agronegócio, apresentando relevância socioeconômica, devido ao alto valor agregado e o uso significativo de mão de obra, além de ser uma alternativa 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, onde no Vale do São Francisco, o cultivo proporciona uma produção de cerca de 934.000 t por ano (IBGE, 2021).

Os bons resultados obtidos na produção de mangueiras no Vale do Submédio São Francisco resultam das condições edafoclimáticas, manejo da fertilidade do solo, emprego de tecnologias na indução floral, irrigação, podas e reguladores vegetais (MOUCO, 2008). Graças ao uso de fitorreguladores há a possibilidade de produção em épocas variadas no ano, em que se ressalta o paclobutrazol (PBZ), na indução da florada (SOUZA et al., 2018).

O PBZ, fitorregulador frequentemente utilizado nos cultivos da mangueira em condições semiáridas, inibe a formação do ácido entcaurenóico, precursor na biossíntese de giberelina (SRIVASTAV et al., 2010), promovendo a floração em detrimento do crescimento vegetativo (DAVENPORT, 2007), viabilizando a produção em qualquer época do ano. Contudo, o mecanismo de absorção do PBZ apresenta dificuldades em virtude da sua baixa solubilidade em água e pouca mobilidade no solo, o que induz o uso de doses maiores, elevando o custo de produção e o efeito residual no ambiente (VAZ et al., 2015). No entanto, o PBZ pode interagir com as substâncias húmicas (SH), em virtude da presença de grupos ionizados (hidrofílicos) que possuem altas densidades de cargas (grupos OH e triazol), e grupos apolares (hidrofóbicos) relacionados às longas cadeias de carbono em suas frações (MILFONT, 2007). Moléculas orgânicas, como as SH, que possam aumentar a absorção do PBZ e diminuir o resíduo que permanece no solo com o uso contínuo, pode exercer uma função que agregue a eficiência de uso do PBZ, reduzindo a dose e causando menos riscos ao meio ambiente. O

uso de SH melhora a absorção do PBZ, sendo mais eficiente na inibição do crescimento vegetativo, bem como a uniformidade na floração e maior rendimento da produção (SILVA et al., 2020; SILVA et al., 2021).

O uso de condicionadores de solo, como as SH, com o objetivo de potencializar a absorção de nutrientes tem sido amplamente estudado (CUNHA et al., 2015). A nutrição além de afetar de forma significativa a produtividade, afeta a qualidade dos frutos, a conservação pós-colheita e a suscetibilidade das plantas ao ataque de pragas (QUAGGIO et al., 1997). O conhecimento do estado nutricional da cultura da mangueira é de extrema importância, pois auxilia no manejo racional dos fertilizantes visando à sustentabilidade.

As SH, que se dividem em ácido fúlvico (AF), ácido húmico (AH) e humina, têm sido relatadas como bioestimulantes para melhorar o desenvolvimento da raiz da planta e, conseqüentemente, aumentar a absorção de nutrientes devido à sua atividade semelhante à auxina. A ativação da enzima H^+ -ATPase na membrana plasmática pelas SH favorece o aumento da absorção de nutrientes e crescimento radicular (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 (CANELLAS et al., 2015; COSTA et al., 2022). Além disso, afetam o metabolismo das plantas por induzir alterações morfológicas, modificando a absorção de micro e macronutrientes.

Há escassez de estudos que envolva o uso de PBZ associado às SH na região do Vale do Submédio do São Francisco, com possibilidade de redução na quantidade de PBZ aplicada ao solo e, conseqüentemente, menor dano ao meio ambiente.

Considerando-se a hipótese de que a aplicação de SH favorece a absorção de nutrientes e PBZ pela cultura de mangueira, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a influência da aplicação de SH associada ao PBZ na nutrição, produtividade e qualidade de frutos de mangueira cultivada em solos frágeis na região do Vale do Submédio São Francisco.

REVISÃO DE LITERATURA

1. Aspectos gerais e econômicos da mangicultura

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.), pertencente à classe das dicotiledôneas e a família das Anacardiaceae, é uma frutífera perene, em que se estima que seu cultivo iniciou na Índia à cerca de 4.000 anos atrás, sendo inicialmente introduzida, por monges budistas, no sudeste asiático entre os séculos quatro e cinco, só a partir do século nove que se iniciou a introdução na África oriental, e muito tempo depois, por volta dos anos 1.700 houve a importação da cultura, pelos portugueses, para o oeste asiático e Brasil (WARSCHEFSKY et al., 2019).

O gênero *Mangifera* inclui cerca de 60 espécies, das quais a *Mangifera indica* é a mais importante, embora existam outras espécies que produzam frutos comestíveis, como a *Mangifera altíssima*, *Mangifera caesia*, *Mangifera lagenifera*, *Mangifera macrocarpa*, *Mangifera odorata* e *Mangifera sylvatica* (SANTOS-SEREJO, 2005). As principais cultivares de mangueiras nas condições do Vale do São Francisco com grande potencial para o mercado interno e/ou externo são: Espada, Rosa, Haden, Keitt, Kent, Tommy Atkins, Palmer e Van dyke.

A área plantada de mangueira no Brasil representa cerca 1,64% (93.714 ha) do total mundial (5.713.656 ha), atingindo produção de cerca de 2,14 milhões de toneladas, 3,72% da produção mundial, contribuindo para que o país apresente-se entre os 10 maiores produtores do mundo, ocupando o quinto lugar em produtividade com 22,79 t ha⁻¹ (FAO, 2020), sendo possível inferir que o uso de tecnologias na produção nacional do fruto otimiza o uso da área plantada.

A região Nordeste se destaca no cultivo de mangueira sendo responsável por 78,46% da produção nacional (1,23 milhões de toneladas), em que apenas o Vale do São Francisco (Petrolina, Lagoa Grande, Orocó e Santa

Maria da Boa Vista, em Pernambuco, e Juazeiro, Casa Nova, Curaçá e Sobradinho, na Bahia), é responsável por 59,53% da produção nacional (IBGE, 2021).

O cultivo de mangueira na região semiárida brasileira tem sido realizado com muita frequência em solos frágeis. Solos frágeis têm sido definidos como aqueles que apresentam baixa resiliência e alta fragilidade intrínseca, mesmo quando submetidos à baixa intensidade de manejo (SANTOS; SANTOS, 2021). Dentre os tipos de fragilidade dos solos encontra-se a fragilidade textural que inclui solos excessivamente arenosos, tais como os Neossolos Quartzarênicos, Argissolos Arênicos e solos com horizonte A arenoso com presença de gradiente textural (ALBUQUERQUE et al., 2011). As fragilidades de solos arenosos estão relacionadas à baixa agregação das partículas, baixa estabilidade da matéria orgânica do solo e, conseqüentemente, baixa CTC/disponibilidade de nutrientes, tornando esses solos mais susceptíveis à erosão hídrica e eólica (SANTOS; SANTOS, 2021).

Diante dessa problemática, para atingir elevadas produtividades de mangueira há necessidade do desenvolvimento e implementação de tecnologias, principalmente, na área de nutrição mineral da cultura. A nutrição além de afetar de forma significativa a produtividade, afeta a qualidade dos frutos, a conservação pós-colheita e a suscetibilidade das plantas ao ataque de pragas e doenças (QUAGGIO et al., 1997). O conhecimento do estado nutricional da cultura da mangueira é de extrema importância, pois auxiliarão no manejo racional dos fertilizantes visando à sustentabilidade, visto que o manejo nutricional insuficiente pode levar a redução da produtividade, bem como a qualidade de frutos (KHAN; AHMED, 2020).

Os bons resultados obtidos na produção de mangueiras na região do Vale do São Francisco resultam das condições edafoclimáticas, em que a temperatura é um dos fatores mais importantes para o florescimento da cultura (OLIVEIRA, 2015), no entanto, o florescimento induzido somente pelas condições ambientais ocasiona irregularidade na floração e, conseqüentemente, na produção (WILKIE et al., 2008; SCHAFFER, 1994). Assim, para contornar esta situação são realizadas um conjunto de técnicas no manejo da fertilidade do solo, uso de condicionadores do solo, na manipulação

da floração da mangueira como a poda, o uso de reguladores vegetais, o estresse hídrico e a quebra de dormência da gema com sais de nitrato (RAMIREZ; DAVENPORT, 2010).

A poda sincroniza resulta na emissão de novos fluxos, fazendo com que esses tenham homogeneidade de floração, devido possuírem a mesma idade fisiológica (DAVENPORT, 2007). Os sais de nitrato são utilizados para favorecer o florescimento (LITZ, 2009). Pulverizações com nitrato de potássio favorecem a uniformização da florada, estando relacionado com a quebra da dormência das gemas, existindo ainda hipóteses que afirmam que a pulverização com nitrato de potássio é canalizada para o etileno, podendo ser o principal ativador na indução floral (PROTACIO et al., 2009). O estresse hídrico evita a emissão de fluxos vegetativos favorecendo o amadurecimento dos ramos (NUÑES-ELISEA; DAVENPORT, 1991). Adicionalmente, o estresse hídrico promove a desidratação do meristema apical, tornando a planta mais sensível ao estímulo floral (GENÚ; PINTO, 2002).

Os reguladores vegetais são substâncias químicas que quando aplicadas em baixas concentrações promovem, inibem ou modificam o crescimento ou o desenvolvimento vegetal, através dos processos fisiológicos (CLELAND, 1996; WEAVER, 1976). O uso de fitorreguladores, como o paclobutrazol (PBZ) na indução da florada, possibilita a produção de mangueira em épocas variadas no ano (MOUCO, 2008).

2. Paclobutrazol na cultura da mangueira

O paclobutrazol (PBZ) é um fitorregulador muito usado nos cultivos da mangueira em condições semiáridas, que inibe a formação do ácido entcaurenóico, precursor na biossíntese da giberelina (SRIVASTAV et al., 2010), com isso reduz a concentração desse fitormônio promovendo a floração em detrimento do crescimento vegetativo (DAVENPORT, 2007), viabilizando a produção em qualquer época do ano, em que o produtor se beneficia aproveitando as “janelas” de mercado.

O PBZ [(2RS,3RS)-1-(4-clorofenil)-4,4-dimetil-2-(1H-1,2,4,-triazol-1yl)pentan-3-ol] é um triazol que interfere na síntese da giberelina na etapa que ocorreria pela oxidação do caureno para ácido caurenóico o qual é precursor

do ácido giberélico, reduzindo a divisão celular e implicando na diminuição do vigor vegetativo (ALBUQUERQUE et al., 2002; SILVA; FAY, 2003). Para Taiz et al. (2017), compostos como o PBZ assim como os demais triazóis interagem com o citocromo P450, e essa interação faz com que essas proteínas transportadoras de elétrons, que catalisa diversas reações oxidativas do metabolismo vegetal, sejam inativadas, interrompendo diversas rotas metabólicas, especialmente o metabolismo dos terpenóides (como as GAs). De acordo com Ramírez e Davenport (2010) e Upreti et al. (2013) os triazóis inibem a biossíntese de giberelinas e podem reduzir a influência desse hormônio na diferenciação floral e, conseqüentemente, amplificar a ação de estímulos florigênicos putativos visando o florescimento da mangueira.

O PBZ, assim como a maioria dos triazóis, circula pelo xilema até as folhas e gemas, não tendo mobilidade pelo floema (movimento acrópeto), sendo o transporte orientado pela transpiração, explicando assim a maior eficiência da aplicação via solo, através da diluição do produto em um ou dois litros de água, que depois é adicionado junto ao colo ou na projeção da copa (MOUCO, 2008). A movimentação lenta do PBZ dentro da planta sugere que o mesmo deve ser aplicado após um ou dois fluxos de crescimento depois da poda, com a planta apresentando folhas já expandidas, mas com tecido imaturo (CHARNVICHIT et al., 1991). O produto comercial registrado no Brasil é o Cultar 250 SC[®], e, através do seu uso, se obtém uma folhagem mais equilibrada e redução de podas, advindas da redução de crescimento vegetativo (SYNGENTA, 2021).

O PBZ induz a formação de gemas florais através dos baixos níveis de giberelina na extremidade dos ramos, enquanto o íon nitrato, no momento da maturação de ramos, acelera a quebra de dormência das gemas (TONGUMPAI et al., 1989). O PBZ aumenta o número de flores hermafroditas, resultando em maior frutificação (VOON et al., 1993; KURIAN; IYER, 1993). O efeito de determinada dosagem de PBZ pode variar com as cultivares de mangueira, bem como com o porte e a idade, na qual planta mais jovem é mais sensível e responde ao PBZ com doses menores (OLIVEIRA, 2020).

O mecanismo para absorção do PBZ apresenta dificuldades em virtude da sua baixa solubilidade em água e pouca mobilidade no solo, o que pode

induzir aos produtores a usarem doses maiores que a recomendada, no entanto caso haja absorção elevada do PBZ, ocorre um atraso da floração, necessitando de mais aplicações de nitrato para ruptura de gema, elevando o custo de produção, além do efeito residual do produto no solo o que pode acarretar prejuízos ambientais (MOUCO, 2011; VAZ et al., 2015).

No entanto, o PBZ pode interagir com as substâncias húmicas (SH), em virtude da presença de grupos ionizados (hidrofílicos) que possuem altas densidades de cargas (grupos OH e triazol), e grupos apolares (hidrofóbicos) relacionados às longas cadeias de carbono em suas frações (MILFONT, 2007). Moléculas orgânicas, como as SH, que possam aumentar a absorção do PBZ e diminuir o resíduo que permanece no solo com o uso contínuo, pode exercer uma função que agregue a eficiência de uso do PBZ, reduzindo a dose e causando menos riscos ao meio ambiente (OLIVEIRA, 2020).

3. Substâncias húmicas na absorção de nutrientes e paclobutrazol pelas plantas

As substâncias húmicas (SH), também conhecido como humos, é resultado da humificação de compostos orgânicos, sendo o segundo maior processo no ciclo do carbono, com a fotossíntese em primeiro, desempenhando papel importante na manutenção de ecossistemas, apresenta uma estrutura condensada de carbono com grupos funcionais carboxílicos, hidroxilas e quinonas, dentre outros (YANG et al., 2021).

Têm-se registros de utilização de técnicas de compostagem para obtenção dessas substâncias, mesmo que de forma empírica, desde a antiguidade para melhoria da fertilidade do solo (WEBER, 2020). Desde sua descoberta o uso de condicionadores de solo, como as SH, com o intuito de potencializar a absorção de nutrientes tem sido amplamente estudado (CUNHA et al., 2015). As SH podem ser subdivididas em: ácido fúlvico (AF), ácido húmicos (AH) e humina (HU), sendo classificados desta forma com base na solubilidade em meio aquoso ácido e/ou alcalino (YANG et al., 2021).

A aplicação das SH, têm sido relatadas como bioestimulante atuando de forma direta, no metabolismo primário e secundário das plantas, bem como dos mecanismos de absorção de nutrientes, resultado do desenvolvimento das

raízes da planta e ativação da enzima H^+ -ATPase ou indireta pela melhoria das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (CANELLAS et al., 2015, NARDI et al., 2021). Além disso, afetam o metabolismo das plantas por induzir alterações morfológicas, modificando a absorção de micro e macronutrientes (CUNHA et al., 2015).

El-Hoseiny et al. (2020), ao estudarem os efeitos da aplicação foliar de ácido húmico e ácido bórico em mangueira cv. Zebda, no Egito, verificaram aumento na área foliar, pigmentos fotossintéticos, conteúdo de nitrogênio, fósforo, potássio, carboidratos e osmoreguladores (melhorando assim a tolerância à seca). Nesse trabalho os autores observaram, ainda, que aplicação isolada do AH ou associado ao ácido bórico melhorou a produtividade e a qualidade físico-química dos frutos.

Em trabalho realizado em pomar de mangueira cultivar 'Keitt', no semiárido Pernambucano, Silva et al. (2020) verificaram que o uso em conjunto de AF e PBZ, melhora a absorção do fitorregulador pela planta, sendo mais eficiente na inibição do crescimento vegetativo, bem como redução de resíduos no solo. Adicionalmente os AF aplicado junto ao PBZ auxiliou na manutenção dos níveis de carboidratos, proteínas e aminoácidos, bem como a floração mais uniforme, resultando em maior rendimento para mangueira 'Keitt', em que os autores recomendam esse manejo em pomares comerciais de mangueira no semiárido (SILVA et al., 2021).

Diversos produtores na região do Vale do Submédio São Francisco têm utilizados as SH por meio de produtos comerciais, porém, de forma empírica. Assim o uso das SH pode melhorar a absorção do PBZ, e, conseqüentemente, reduzir o efeito residual no solo.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, J. A. S.; MEDINA, V. D.; MOUCO, M. A. C.. Indução floral. In: GENÚ, P. J. C., PINTO, A, C. Q. **A cultura da mangueira**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, v. 13, p. 259-276, 2002.
- ALBUQUERQUE, J. A.; ALMEIDA, J. A.; GATIBONI, L. C.; ELTZ, F. L. F. **Atividades agrícolas de produção em solos frágeis no Sul do Brasil**. in: KLAUBERG FILHO, O.; MAFRA, A. L.; GATIBONI, L. C. (Ed.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2011. v. 7, p. 367-403.
- CANELLAS, L. P.; OLIVARES, F. L.; AGUIAR, N. O.; JONES, D. L.; NEBBIOSO, A.; MAZZEI, P.; PICCOLO, A. Humicandfulvicacids as biostimulants in horticulture. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 196, p.15-27, 2015.
- CHARNVICHIT, S.; TONGUMPAI, P.; SAGUAWSUPYAKORN, C.; PHAVAPHUTANOW, L.; SUBHARDDRABANDHUS, S. Effect of paclobutrazol on canopy size control and flowering of mango, cv namdokmaitwai n.4, after hard pruning. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 291, p. 60-66, 1991.
- CLELAND, R. E. Growth substances. In: SALISBURY, F.B. A reference for presentation of research results in the plant sciences. **Oxford University Press**, New York, p 126-128, 1996.
- COSTA, A.; FREITAS NETO, A. H.; SZIMSEK, C.; MURARA, H. G.; LEHMKUHL, L. Atributos físicos e químicos do solo e produção de milho e soja em função da aplicação de condicionador de solo. **Agropecuária Catarinense**, v. 35, n. 1, p. 79-84, 2022.
- 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. Reproductive physiology of mango. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Piracicaba, v.19, n.4, 2007.

EL-HOSEINY, H. M.; HELALY, M. N.; ELSHEERY, N. I.; ALAM-ELDEIN, S. M. Humic acid and boron to minimize the incidence of alternate bearing and improve the productivity and fruit quality of mango trees. **HortScience**, v. 55, n. 7, p. 1026-1037, 2020.

FAO. **Production-crops**. Disponível em:<<https://.fao.org/faostat/en/#data/QI>>. Acesso em: agosto de 2022

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

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1613>>. Acesso em: agosto de 2022.

KHAN, M.; AHMED, N. Sustainable management of mango Nutrition for better yield and quality. **Cercetări Agronomice în Moldova**, v. 53, n. 4, p. 184, 2020.

KURIAN, R. M.; IYER, C. P. Chemical regulation of tree size in mango (Mangifera indica, L.) cv. Alphonse: II. Effects of growth retardants on flowering and fruit set. **Journal of Horticultural Science**, Kent, v. 68, n. 3, p. 355-360, 1993.

LITZ, R. E. **The Mango: Botany production and uses**. 2ª edição. CAB International, Wallingford, UK, 2009, p. 670

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

MILFONT, M. L.; ANTONINO, A. C. D.; MARTINS, J. M. F.; Netto, A. M.; GOUVEIA, E. R.; FREIRE, M. B. G. S. Sorção do Paclobutrazol em dois solos cultivados com manga irrigada. **Agrária**, Recife, v. 2, p. 285-291, 2007.

MOUCO, M. A. C.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. **Controle do crescimento vegetativo e floração de mangueiras cv. Kent com reguladores de crescimento vegetal**. Embrapa Semiárido-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2011.

MOUCO, M. A. do C. Manejo da floração de mangueiras no semi-árido do nordeste brasileiro com inibidores da síntese de giberelinas. Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, p. 107, 2008. **(Tese de Doutorado)**

NARDI, S.; SCHIAVON, M.; FRANCIOSO, O. Chemical structure and biological activity of humic substances define their role as plant growth promoters. **Molecules**, v. 26, n. 8, p. 2256, 2021.

NUÑES-ELISEA, R.; DAVENPORT, T. L. Flowering of keitt mango in response to desblossoming and giberelic acid. Proceedings of the Florida State. **Horticultutae Society**. v. 104, p. 41-43, 1991.

OLIVEIRA, G. P. **Indução floral da mangueira ‘Ubá’ na zona da mata de Minas Gerais**. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, p. 65, 2015.

OLIVEIRA, G. P. Use of paclobutrazol in mango production. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 9, n. 7, p. e939975183, 2020.

PROTACIO, C. M.; QUINTO, J. E.; SERRANO, E. P.; MARQUEZ, I. P.; RODRIGUEZ, F. M. Unravelling the mechanism of mango flowering. **Acta Horticulture**. v.820, p. 259-270, 2009.

QUAGGIO, J. A.; RAIJ, B. V.; PIZA JUNIOR, C. 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, p. 121-130, (Boletim Técnico 100), 1997.

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

SANTOS, S. A.; SANTOS, A. M. .Panorama da susceptibilidade à erosão dos solos em municípios do semiárido de pernambuco. **Revista Equador**, Piauí, v. 10, n 3, p. 01-25, 2021.

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

SCHAFFER, B.; ANDERSEN, P. C. Handbook of environmental physiology of fruit crops, subtropical and tropical crops. **CRC Press**, Boca Raton, FL, v. 2, p. 165-197, 1994.

SILVA, C. M. M. S.; FAY, E. F. **Impacto ambiental do regulador de crescimento vegetal paclobutrazol**. Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 2003.

SILVA, L. S.; SILVA, P. T. S.; CAVALCANTE, Í. H. L. Impact of fulvic acid and free amino acids on paclobutrazol absorption by 'Keitt' mango. **Rev. Ambient. Água**, Taubaté, v. 15, n. 4, e2519, 2020 .

SILVA, L. S.; SOUSA, K. A. O.; PEREIRA, E. C. V.; ROLIM, L. A.; CUNHA, J. G.; OLIVEIRA, M. P.; SILVA, M. A.; CAVALCANTE, I. H. L. Advances in mango 'Keitt' production system: PBZ interaction with fulvic acids and free amino acids. **Scientia Horticulturae**, v. 277, p. 109787, 2021.

SOUZA, M. A.; SIMÕES W. L.; MESQUITA A. C.; MOUCO M. A.; CAVALCANTE B. L.; GUIMARÃES M. J. Manejo da quimigação para indução floral da mangueira 'Palmer' no submédio do Vale do São Francisco. **Irriga**, Botucatu, v. 23, n 3, p 442-453, 2018.

SRIVASTAV, M.; KISHOR, A.; DAHUJA, A.; SHARMA, R. R. Effect of paclobutrazol and salinity on ion leakage, proline content and activities of antioxidant enzymes in mango (*Mangifera indica* L.). **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 125, n. 4, p. 785-788, 2010.

SYNGENTA - Syngenta Proteção de Cultivos Ltda. Cultar 250 SC. Disponível em:<https://www.extrapratica.com.br/BR_Docs/Portuguese/Instructions/16.pdf> . Acesso em 20 de março de 2022.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Artmed Editora, 2017.

TONGUMPAI, P.; HONGSBHANICH, N.; VOON, C. H. Cultar for flowering regulation of mango in Thailand. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 239, p. 375-378, 1989.

UPRETI, K. K.; REDDY, Y. T. N.; SHIVU PRASAD, S. R.; BINDU, G. V.; JAYARAM, H. L.; RAJAN, S. Hormonal changes in response to paclobutrazol induced early flowering in mango cv. Totapuri. **Scientia Horticulturae**, v. 150, p. 414–418, 2013.

VAZ, F.; SANTOS FILHO, E.; SILVA, S.; ARAÚJO, S.; ARNAUD, T.; BANDEIRA, A.; BRASILEIRO-VIDAL, A. C.; STAMFORD, N. P.; MOUCO, M. A.; GOUVEIA, E. Biodegradation of paclobutrazol - a plant growth regulator used in irrigated mango orchard soil. In: CHAMY, R.; ROSENKRANZ, F.; SOLER, L. (Ed.). **Biodegradation and Bioremediation of Polluted Systems-New Advances and Technologies**. IntechOpen: London, p. 85-107, 2015.

VOON, C.; PITAKPAIVAN, C.; TAN, S. Mango cropping manipulation with cultar. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 341, p. 219-228, 1993.

WARSCHEFSKY, E. J.; VON WETTBERG, E. J. Population genomic analysis of mango (*Mangifera indica*) suggests a complex history of domestication. **New Phytologist**, Espanha, v. 222 n. 4, p. 2023-2037, 2019.

WEAVER, R. J. **Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura**. México: Trilhas, p. 622, 1976.

WEBER, J. Humic substances and their role in the environment. **EC Agriculture**, v. 3, 2020.

WILKIE, J. D.; SEDGLEY, M.; OLESEN, T. Regulation of floral initiation in horticultural trees. **Journal of Experimental Botany**, v. 59, n. 12, p. 3215-3228, 2008.

YANG, F.; TANG, C.; ANTONIETTI, M. Natural and artificial humic substances to manage minerals, ions, water, and soil microorganisms. **Chemical Society Reviews**, v. 50, n. 10, p. 6221-6239, 2021.

CAPÍTULO 2

SUBSTÂNCIAS HÚMICAS NA NUTRIÇÃO E PRODUÇÃO DE MANGUEIRA CULTIVADA EM SOLOS FRÁGEIS DA REGIÃO SEMIÁRIDA BRASILEIRA¹

RESUMO

A fruticultura apresenta-se como ramo de destaque no agronegócio brasileiro, sobre tudo a mangicultura, havendo a necessidade de desenvolvimento e implementação de tecnologias, principalmente, na área de nutrição mineral da cultura. Uma alternativa viável é a aplicação de condicionadores de solo, como as substâncias húmicas (SH), com o intuito de potencializar a absorção de nutrientes, melhorando a nutrição da cultura da mangueira e a sustentabilidade da produção. Assim, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a influência da aplicação de SH associado ao PBZ no estado nutricional e produção de mangueira cv. Palmer no Vale do Submédio São Francisco. O experimento foi instalado no delineamento inteiramente casualizado (DIC) em fatorial 5x3, sendo cinco doses do produto Codargon® (0, 2, 4, 6 e 8 mL/planta/semana) e três doses de PBZ (2, 4 e 6 mL/metro linear), com quatro repetições com quatro plantas cada. Em pleno florescimento, foram determinados os teores de macro (N, P, K Ca e Mg) e micronutrientes (Fe, Zn, Cu e Mn) foliares e a produção por planta ao final do ciclo de produção da cultura da mangueira. O estado nutricional da mangueira cv. Palmer foi influenciado pela aplicação de SH e PBZ. A aplicação de SH promove aumento nos teores de P, K, Ca, Mg, Cu e Mn foliares.

Palavras-chave: *Mangifera indica* L., ácidos húmicos, regulador de crescimento, nutrição vegetal, bioestimulante.

¹A ser submetido para publicação

ABSTRACT

Fruit growing, particularly mango cultivation, is a prominent sector of Brazilian agribusiness, and the development and implementation of technologies for mineral nutrition in crops is crucial. One viable solution is the use of soil conditioners, such as humic substances (HS), to enhance nutrient absorption and improve the sustainability of mango production. This study aimed to assess the effects of HS and PBZ application on the nutritional status and yield of mango cv. Palmer in the Sub-medium São Francisco Valley. The experiment utilized a completely randomized design (CRD) with a 5x3 factorial, including five doses of Codargon® (0, 2, 4, 6, and 8 mL/plant/week) and three doses of PBZ (2, 4, and 6 mL/linear meter), with four replications of four plants each. The study found that the application of HS and PBZ had a significant impact on the macro (N, P, K, Ca, and Mg) and micronutrient (Fe, Zn, Cu, and Mn) contents and yield per plant, with HS promoting an increase in P, K, Ca, Mg, Cu, and Mn contents in the leaves.

Key-words: *Mangifera indica* L., humic acids, growth regulator, plant nutrition, biostimulant.

INTRODUÇÃO

A produção de frutas tem importância notável para o desenvolvimento comercial, contribuindo com o agronegócio brasileiro, pois apresenta alto valor agregado, além da importância na geração de empregos ao longo de toda cadeia produtiva (MAGGI, 2018), destacando-se a mangueira (*Mangifera indica* L.) tanto no consumo interno como na exportação. A produção de manga no Brasil é de cerca de 2,14 milhões de toneladas, 3,72% da produção mundial (FAO, 2020), em que o Vale do São Francisco é responsável por cerca de 59,53% da produção nacional (IBGE, 2021).

O cultivo de mangueira no semiárido brasileiro está sendo realizado com muita frequência em solos frágeis, excessivamente arenosos, tais como os Neossolos Quartzarênicos, Argissolos Arênicos e solos com horizonte A arenoso com presença de gradiente textural (ALBUQUERQUE et al., 2011). A fragilidade de solos arenosos está relacionada à baixa capacidade de retenção de água, baixa agregação das partículas, rápida decomposição da matéria orgânica do e, conseqüentemente, a baixa capacidade de troca de cátions (CTC)/disponibilidade de nutrientes, tornando esses solos mais susceptíveis à erosão hídrica e eólica (SANTOS; SANTOS, 2021).

Em virtude das práticas de manejo adotadas no sistema de produção de mangueira, há possibilidade de obtenção de elevadas produtividades e frutos de boa qualidade, e em épocas variadas do ano, em que se destaca o uso de fitorreguladores, em especial o paclobutrazol (PBZ) (OLIVEIRA, 2020).

O PBZ é muito usado nos cultivos da mangueira em condições semiáridas, pois inibe a formação do ácido ent-caurenóico, precursor na biossíntese da giberelina, com isso reduz a concentração desse fitormônio promovendo a floração em detrimento do crescimento vegetativo (DESTA; AMARE, 2021), viabilizando a produção em qualquer época do ano, em que o produtor se beneficia aproveitando as “janelas” de mercado. Contudo, o mecanismo de absorção do PBZ apresenta dificuldades em virtude da sua baixa solubilidade em água e pouca mobilidade no solo, o que induz o uso de doses maiores, elevando o custo de produção e o efeito residual no ambiente (VAZ et al., 2015).

O uso de condicionadores do solo, como as substâncias húmicas (SH) pode ser uma alternativa para potencializar a absorção de PBZ (CUNHA et al., 2015). O PBZ pode interagir com as SH, em virtude da presença de grupos ionizados (hidrofílicos) que possuem altas densidades de cargas (grupos OH e triazol), e grupos apolares (hidrofóbicos) relacionados às longas cadeias de carbono em suas frações húmicas (MILFONT, 2007).

As SH, que se dividem em ácido fúlvico (AF), ácido húmico (AH) e humina, têm sido relatadas 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). O uso de ácidos fúlvicos melhora a absorção do PBZ, sendo mais eficiente na inibição do crescimento vegetativo, bem como a uniformidade na floração e maior rendimento da produção (SILVA et al., 2020; SILVA et al., 2021).

Há escassez de estudos que envolvam o uso de PBZ associado às SH na região do Vale do Submédio do São Francisco, com possibilidade de aumento na absorção de nutrientes e redução na quantidade de PBZ aplicada ao solo, com menor impacto ambiental.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de PBZ associado às SH no estado nutricional e produção de mangueira cv. Palmer, cultivada no semiárido brasileiro.

MATERIAL E MÉTODOS

1. Plantas de mangueira e condições de cultivo

O experimento foi conduzido entre os anos de 2020 e 2021 em pomar comercial de mangueira localizado 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. Foram avaliadas plantas da variedade Palmer, submetidas a substituição de copa em 2013, plantadas em espaçamento 8 x 5 m e irrigadas pelo sistema localizado de microaspersão, sendo o solo da área classificado com Neossolo Quartzarênico. De acordo com Köppen, o clima local é classificado como tropical/semiárido do tipo Bshw', com

média anual de precipitação de 505 mm e média anual de umidade relativa de 61% (ALVARES et al., 2013).

Durante a execução do experimento, os dados climáticos referentes à temperatura máxima, média e mínima, precipitação pluviométrica e umidade relativa foram registrados em estação meteorológica do Campus Ciências Agrárias da UNIVASF (LabMet/UNIVASF) (Figura 1).

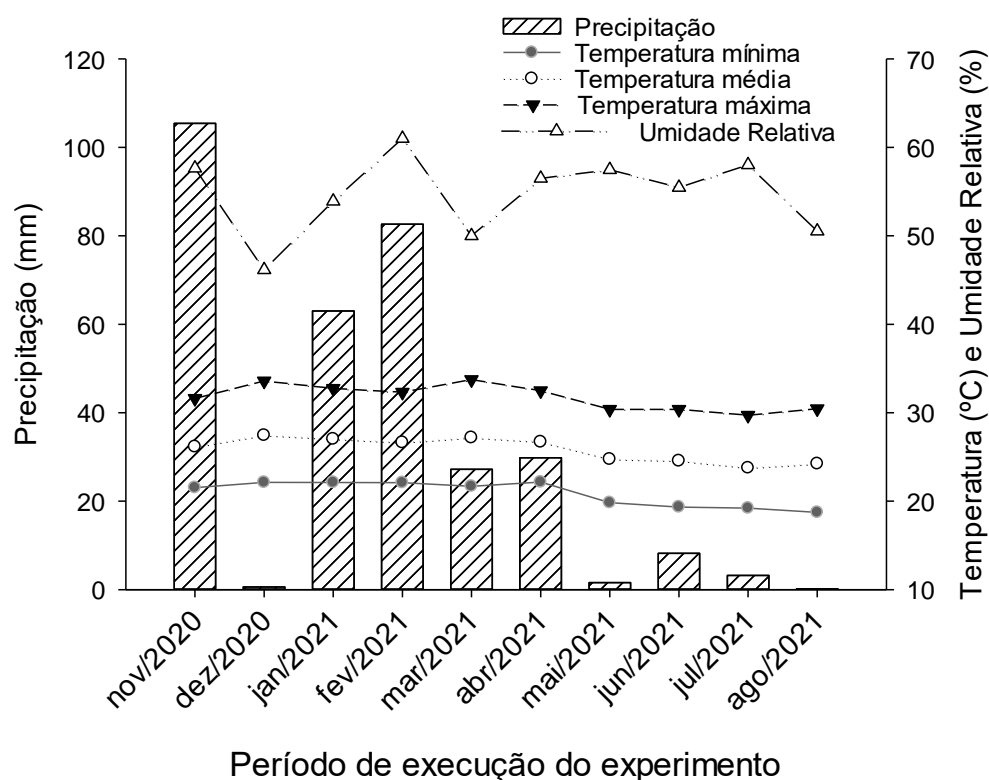


Figura 1. Temperaturas máxima, média e mínima do ar, precipitação pluviométrica e umidade relativa registrada durante a condução do experimento.

2. Caracterização inicial

Antes da instalação do experimento foram coletadas amostras de solo nas camadas de 0,0-0,2 e 0,2-0,4 m de profundidade, retirando-se 20 amostras simples para obtenção de 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 fina seca ao ar (TFSA). Para caracterização

química foram determinados os valores de condutividade elétrica no extrato da pasta de saturação (CEes), pH (H₂O), acidez potencial (H+Al), acidez trocável (Al³⁺), conforme metodologia proposta por Silva (2009) e teor de matéria orgânica do solo, seguindo a metodologia de Yeomans & Bremner (1988). Foram determinados também os teores de fósforo (P), cálcio (Ca²⁺), magnésio (Mg²⁺), potássio (K⁺), sódio (Na⁺), ferro (Fe²⁺), manganês (Mn²⁺), cobre (Cu²⁺) e zinco (Zn²⁺), segundo metodologia proposta por Silva (2009), e calculados os valores de soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (CTC) e saturação por bases (V) (Tabela 1). Realizou-se também análise granulométrica, em que foram determinados os teores de areia, silte e argila (TEIXEIRA et al., 2017) (Tabela 2).

Tabela 1. Atributos químicos do solo nas camadas 0,0-0,2 e 0,2-0,4 m de profundidade antes da instalação do experimento.

Camada	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺	H+Al	COT	P	pH	CE	SB	CTC	V	Fe ²⁺	Mn ²⁺	Zn ²⁺	Cu ²⁺
m	-----cmol _c dm ⁻³ -----						g dm ⁻³	mg cm ⁻³	H ₂ O	dS cm ⁻²	---cmol _c dm ⁻³ ---	%	-----mg dm ⁻³ -----				
0,0-0,2	96,83	9,02	2,81	0,22	0,15	2,88	16	83,25	6,53	0,08	108,88	111,76	97,42	17,80	82,34	4,80	1,80
0,2-0,4	90,10	10,24	2,17	0,22	0,15	3,50	6	27,88	7,01	0,04	102,73	106,23	96,71	27,44	284,70	4,71	1,47

CEes: condutividade elétrica do extrato saturado; Ca²⁺, Mg²⁺, Al³⁺: KCl 1 mol L⁻¹ extrator; P, K⁺, Na⁺, Mn²⁺, Zn²⁺, Cu²⁺, Fe²⁺: Mehlich-1 extrator; H+Al: acidez potencial, acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ extrator; CTC: capacidade de troca de cátions; SB: soma de bases; V (%): saturação por bases; COT: carbono orgânico total.

Tabela 2. Análise granulométrica do solo nas camadas de 0,00-0,20 e 0,20-0,40 m de profundidade antes da instalação do experimento.

Camada	Areia	Silte	Argila
m	-----dag kg ⁻² -----		
0,0-0,2	88,32	4,38	7,30
0,2-0,4	87,35	3,75	8,90

Utilizando o triângulo textural de classificação, o solo da área pode ser classificado como areia franca.

Para caracterização inicial do estado nutricional do pomar, foram coletadas amostras de folhas antes da instalação do experimento, em todos os quadrantes da planta, a uma altura mediana na copa, no penúltimo lançamento dos ramos (SILVA, 2009). Em seguida, foi realizada extração dos elementos químicos das amostras pelo método da digestão seca, e nos extratos foram determinados: potássio (K), fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg), ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn) e cobre (Cu), seguindo a recomendação de Silva (2009). O nitrogênio (N) foi determinado pelo método Kjeldahl nos extratos da mineralização sulfúrica (SILVA, 2009) (Tabela 3).

Tabela 3. Teores de macro e micronutrientes foliares de mangueira antes da instalação do experimento

	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn
	-----g kg ⁻¹ -----					-----mg kg ⁻¹ -----			
Folhas de mangueira	13,38	0,88	11,37	9,88	2,68	121,01	41,61	20,27	117,24
Quaggio (1996)*	12,00-	0,80-	5,00-	20,00-	2,50-	5,00-	20,00-	10,00-	50,00-
	14,00	1,60	10,00	35,00	5,00	200,00	40,00	50,00	100,0

*Faixa de valores de referência adequados, conforme Quaggio (1996).

As plantas foram submetidas às práticas culturais recomendadas para a cultura da mangueira nas condições regionais de cultivo, seguindo as Normas Técnicas da Produção Integrada de Manga, definidas por Lopes et al. (2003). Para o manejo da indução floral no pomar, foi realizado um conjunto de práticas que envolvem poda; uso de regulador vegetal (paclobutrazol - PBZ), redução da lâmina de irrigação, maturação do ramo, e a indução de ruptura de gema. As adubações de produção foram realizadas com base na análise do solo e demanda da cultura.

3. Delineamento experimental

O experimento foi instalado no delineamento inteiramente casualizado (DIC) em fatorial 5x3, sendo cinco doses de substâncias húmicas - SH (0, 2, 4, 6 e 8 mL planta⁻¹semana⁻¹) e três doses de paclobutrazol (PBZ) (2, 4 e 6 mLmetro linear de copa⁻¹), seguindo as recomendações do fabricante, com quatro repetições com quatro plantas cada.

A fonte de SH utilizada no experimento foi o produto Codargon®, cuja composição apresenta ácidos orgânicos (366,00 g L⁻¹), óxido de cálcio (28,00 g L⁻¹) e óxido de magnésio (12,20 g L⁻¹), com densidade 1,22 g mL e pH de 3,80. A dose recomendada do produto é 2 mL planta⁻¹ semana⁻¹, em que foi aplicado semanalmente na linha de irrigação, a partir da florada plena (22 de março de 2021) até a fase de enchimento de frutos (14 de junho 2021), totalizando 12 semanas de aplicação.

A fonte de PBZ utilizado foi o Cultar 250 SC®, com 25% de ingrediente ativo (i.a), sendo aplicado na linha de plantio. O PBZ foi aplicado no solo após a emissão do segundo fluxo vegetativo, em sulco, para inibir a biossíntese das giberelinas e, assim, ocasionar a paralisação do crescimento vegetativo.

4. Parâmetros avaliados e análise estatística

Na fase de florada plena foram coletadas amostras de folha, à uma altura mediana da copa, nos quatro quadrantes das duas plantas centrais de cada parcela experimental, no penúltimo fluxo para análise nutricional (SILVA, 2009). Em seguida, foi realizada a extração dos elementos químicos das amostras pelo método da digestão seca, e nos extratos foram determinados:

potássio (K), fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg), ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn) e cobre (Cu), seguindo as recomendações de Silva (2009). O nitrogênio (N) foi determinado pelo método Kjeldahl nos extratos da mineralização sulfúrica (SILVA, 2009).

Para fins de determinação da produção de mangueira (kg planta^{-1}), foram colhidos apenas os frutos no estágio 2 de maturação definida a partir da coloração da polpa (creme amarela), escala de coloração indicada pelo Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura (2004). A colheita foi realizada manualmente e no período da manhã.

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade e homogeneidade de variâncias de Barlett, Hartley, Levene e Jarque-Bera. Posteriormente, foi realizada a análise de variância pelo teste F e as doses de PBZ foram submetidas ao teste de médias de SNK (Student-Newman-Keuls) a 5% de probabilidade, enquanto as doses de SH foram submetidas à análise de regressão, utilizando o software SpeedStat (CARVALHO, 2020).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Macronutrientes

Houve interação significativa entre as doses de SH e PBZ para os teores foliares de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) (Tabela 4).

Tabela 4. Resumo da análise de variância para os teores foliares de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) em função da aplicação de substâncias húmicas e paclobutrazol.

Fonte de variação	N	P	K	Ca	Mg
	-----g kg ⁻¹ -----				
PBZ					
mL linear de copa ⁻¹	10,42**	26,29**	33,62**	34,32**	2,09 ^{ns}
2,00	14,06±0,66a	0,40±0,07b	13,30±0,79a	9,65±0,23b	2,74±0,16
4,00	13,60±0,39a	0,44±0,08b	9,64±1,33c	9,61±0,15b	2,58±0,11
6,00	12,82±0,44b	0,69±0,13a	10,97±1,41b	10,40±0,34a	2,73±0,21
Codargon					
mL planta ⁻¹ semana ⁻¹	0,81 ^{ns}	8,42**	11,51**	4,38**	4,89**
0,00	13,50±0,43	0,46±0,06	10,97±1,26	9,88±0,14	2,62±0,18
2,00	13,81±0,96	0,47±0,08	9,83±1,58	9,71±0,13	2,59±0,11
4,00	13,38±0,47	0,38±0,09	10,38±1,33	9,71±0,22	2,49±0,12
6,00	13,20±0,40	0,55±0,12	11,97±1,20	9,92±0,36	2,90±0,14
8,00	13,56±0,39	0,69±0,16	13,36±1,13	10,21±0,50	2,82±0,19
Interação	1,45~	5,03**	9,42**	7,91**	2,55*
CV (%)	6,13	27	12,25	3,45	10,01

Interações foram consideradas como não significativas apenas quando o P valor associado a elas for maior do que 0,250 (PERECIN & CAGNELUTTI FILHO, 2008); média ± erro padrão; CV= coeficiente de variação. ns: não significativo, ** e *: apresenta pelo menos uma média estatisticamente distinta a 1,00 (p<0,001) e 5,00% (p<0,005) de probabilidade, respectivamente.

Os teores foliares de macronutrientes apresentaram a seguinte ordem: N>K>Ca>Mg>P. Pacheco et al. (2018), ao avaliarem o efeito da adubação orgânica, mineral e organomineral em mangueira cv. Ubá em Visconde do Rio Branco – MG, verificaram os teores foliares na ordem decrescente Ca>N>K>Mg>P.

Os teores foliares de N apresentaram significância para a interação entre o PBZ e SH, porém não se ajustaram a nenhum modelo de regressão com

resposta biológica. Os teores foliares de N variaram de 12,82 a 14,06 g kg⁻¹, estando dentro da faixa considerada adequada para a cultura da mangueira (12,00 – 14,00 g kg⁻¹), conforme QUAGGIO (1996).

A aplicação de SH tendem a melhorar a eficiência de uso de N pelas culturas (PEGORARO et al., 2018), podendo ser observado no trabalho realizado por El-Hoseiny et al. (2020), que ao estudarem os efeitos da aplicação foliar de ácido húmico e ácido bórico em manga cv. Zebda, no Egito, verificaram que a aplicação AH melhorou o teor de N foliar, em torno de 14,0%, comparando o controle com a maior dose isolada de AH, neste estudo é possível verificar que os valores de N variaram de 14,30 a 16,50 g kg⁻¹, sendo esses superiores ao do presente trabalho.

O N é importante na constituição de composto de carbono, como os aminoácidos, proteínas, clorofila e ácidos nucléicos entre outros, sendo um dos elementos indispensáveis para a planta, assim sua deficiência é rapidamente notada, por reduzir o crescimento, sendo notado principalmente amarelecimento nas folhas velhas (RAMÍREZ; DAVENPORT, 2010; TAIZ et al., 2017).

Para os teores foliares de P, observa-se que houve aumento nos teores de deste nutriente em função das doses de SH para as doses de 2,00 e 6,00 mL por metro linear de copa de PBZ (Figura 2A).

O incremento nos teores foliares de P em função das doses de SH é devido ao estímulo dessas substâncias na absorção do nutriente, por aumentar a permeabilidade da membrana plasmática e a atividade da enzima H⁺-ATPase (PRADO et al., 2016), além do incremento dos teores foliares de P está associado com a capacidade das SH na dissociação de P dos coloides do solo, uma vez que competem pelos mesmos sítios de ligação do P (BEZERRA; SOUSA, 2023).

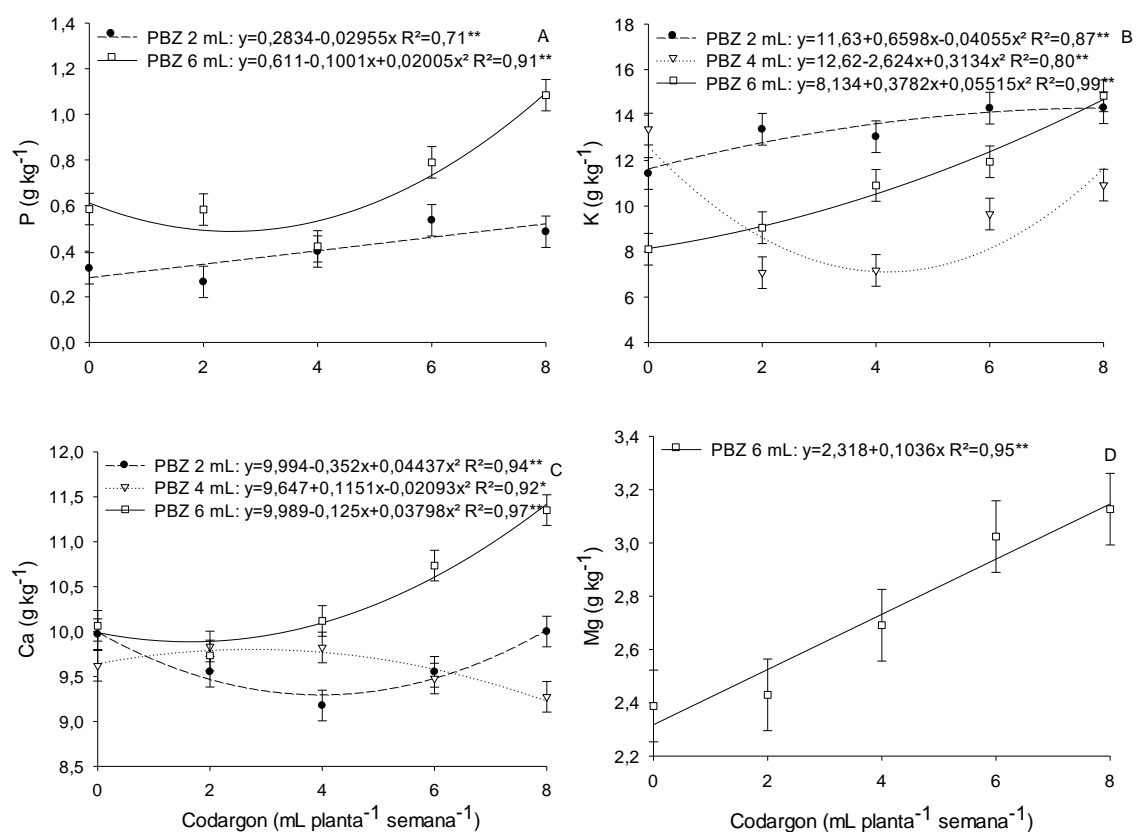


Figura 2. Teores foliares de fósforo (A), potássio (B), cálcio (C) e magnésio (D) em mangueira irrigada em função da aplicação de substâncias húmicas e paclobutrazol.

Os teores foliares de P variaram de 0,38 a 0,69 g kg⁻¹, estando na faixa de deficiência, conforme Quaggio (1996), apesar de não ter observado sintomas de deficiência no campo. El-Hoseiny et al. (2020), ao estudarem os efeitos da aplicação foliar de ácido húmico e ácido bórico em mangueira cv. Zebda, no Egito, verificaram que a aplicação AH aumentou o teor de P foliar, passando de 2,10 para 3,00 g kg⁻¹, sendo esses valores superiores ao do presente trabalho.

O P desempenha papel importante na planta no armazenamento e transporte de energia e reações metabólicas, por constituir açúcares fosfatados, coenzimas, fixação de N em nucleotídeos, além de participar do metabolismo de ATP (HOFFMAM et al., 2019), de modo que a deficiência afeta o desenvolvimento fisiológico da planta, reduzindo a quantidade de folhas

fotossinteticamente ativas e a matéria seca da planta (BEZERRA; SOUSA, 2023).

Os teores foliares de K em função das doses de SH ajustaram-se ao modelo de regressão quadrática, com aumento de 25,28 e 83,25% da dose 0,0 para a dose de 8,00 mL de SH para 2,00 mL e 6,00 mL de PBZ, respectivamente (Figura 2B). Para a dose de 4,00 mL de PBZ, os teores foliares de K diminuíram entre as doses de 0,00 e 4,00 mL de SH, aumentando em seguida (Figura 2B). Os teores foliares de K variaram de 9,64 g kg⁻¹, estando dentro da faixa considerada adequada para a cultura da mangueira, a 13,36 g kg⁻¹, excessivo, embora não tenha sido observado sintoma de toxidez em campo (QUAGGIO,1996).

El-Hoseiny et al. (2020), ao estudarem os efeitos da aplicação foliar de ácido húmico e ácido bórico em manga cv. Zebda, no Egito, verificaram que a aplicação AH melhorou o teor de K foliar, em 8,47%, passando de 11,80 para 12,80 g kg⁻¹, sendo esses valores semelhantes ao do presente trabalho, os autores verificaram ainda que o AH aumenta o osmoresulador prolina, reduzindo com isso os efeitos da escassez de água.

O K desempenha papel importante na regulação osmótica das células, pois permanece na forma iônica na célula, é também um elemento essencial na ativação de uma grande variedade de enzimas, incluindo enzimas envolvidas na fotossíntese e respiração (AULAR; NATALE, 2013; TAIZ et al., 2017).

Os teores foliares de Ca aumentaram 12,82% da primeira para a última dose de SH avaliada, para a dose de 6,00 mL de PBZ (Figura 2C). Para a dose de 2,00 mL de PBZ, houve uma redução no teor foliar de Ca entre as doses de 0,00 e 4,00 mL de SH, voltando a crescer até a dose de 8,00 mL de SH. Comportamento oposto foi observado para a dose de 4,00 mL de PBZ. Os teores foliares de Ca variaram de 9,61 a 10,21 g kg⁻¹, sendo classificados como deficientes (<15,00 g kg⁻¹), conforme Quaggio (1996), apesar de não ter observado sintomas de deficiência em campo. Os teores foliares de Ca observados no presente trabalho foram inferiores aos valores observados (29,00 g kg⁻¹) por Costa et al. (2015), em estudo com aplicação de silicato de

cálcio e magnésio em pomar de mangueira cv. Palmer, no município de Matias Cardoso – MG.

O Ca atua na função estrutural especialmente na lamela média, além de ser um cofator na ativação de enzimas responsáveis pela hidrólise de ATP e fosfolipídios, e mensageiro secundário aos estímulos vegetais (TAIZ et al., 2017). Este nutriente está associado a qualidade dos frutos, afetando a firmeza e tempo útil de prateleira (AULAR; NATALE, 2013), cujo o manejo nutricional adequado de Ca pode reduzir a incidência de colapso interno e outras desordens fisiológicas.

Os teores foliares de Mg ajustaram-se ao modelo de regressão linear em função das doses de SH, apenas para a dose de 6,00 mL de PBZ, apresentando um acréscimo de 31% da dose de 0,00 para 8,00 mL de SH (Figura 2D). Para as duas primeiras doses de SH (0,00 e 2,00 mL), os teores foliares de Mg estavam na faixa de deficiência, enquanto que, para as doses de 4,00; 6,00 e 8,00 mL de SH os teores foliares de Mg são classificados como adequados ($2,50 - 5,00 \text{ g kg}^{-1}$) (QUAGGIO, 1996).

O Mg é importante na constituição da clorofila, como cofator na ativação de enzimas envolvidas na fotossíntese, respiração e na síntese de DNA e RNA (TAIZ et al., 2017). Costa et al. (2015), ao avaliarem aplicação de silicato de cálcio e magnésio em mangueira cv. Palmer, no município de Matias Cardoso – MG, observaram teores foliares de Mg inferiores aos do presente trabalho ($2,00 \text{ g kg}^{-1}$).

O aumento nos teores foliares de Ca e Mg em função das doses de SH podem ser devido ao aumento da atividade da H^+ -ATPase (PRADO et al., 2016), além da presença destes nutrientes na composição do Codargon®.

2. Micronutrientes

Todos os micronutrientes avaliados apresentaram interação significativa entre as doses de SH e PBZ (Tabela 5).

Tabela 5. Resumo da análise de variância para os teores foliares de ferro (Fe), zinco (Zn), cobre (Cu) e manganês (Mn) em função da aplicação de substâncias húmicas e paclobutrazol.

Fonte de variação	Fe	Zn	Cu	Mn
	-----mg kg ⁻¹ -----			
PBZ				
mL m linear de copa ⁻¹	7,40**	3,87*	8,45**	53,59**
1				
2,00	143,93±22,52a	46,83±6,17a	17,55±2,97b	148,68±9,40a
4,00	130,49±27,90a	35,43±6,76b	19,83±2,18b	121,61±12,33b
6,00	89,33±22,26b	42,30±7,35ab	23,18±2,65a	83,14±12,12c
Codargon				
mL planta ⁻¹ semana ⁻¹	1,75 ^{ns}	0,42 ^{ns}	1,52 ^{ns}	0,50 ^{ns}
1				
0,00	125,92±39,36	45,43±6,14	20,49±2,09	118,87±24,71
2,00	139,14±20,74	40,58±7,33	19,30±1,99	120,78±16,33
4,00	118,07±20,47	38,93±5,65	19,06±2,38	113,27±16,78
6,00	92,40±23,15	41,88±9,81	19,30±3,69	113,71±15,18
8,00	130,72±20,26	40,77±6,44	22,77±3,55	122,42±15,87
Interação	1,19~	1,94~	4,22**	3,25**
CV (%)	38,59	31,08	21,22	17,05

Interações foram consideradas como não significativas apenas quando o P valor associado a elas for maior do que 0,250 (PERECIN & CAGNELUTTI FILHO, 2008); média ± erro padrão; CV= coeficiente de variação. ns: não significativo, ** e *: apresenta pelo menos uma média estatisticamente distinta a 1,00 (p<0,001) e 5,00% (p<0,005) de probabilidade, respectivamente.

Os teores foliares de micronutrientes apresentaram a seguinte ordem: Fe>Mn>Zn>Cu.

Os teores foliares de Fe apresentaram ajuste significativo para o modelo de regressão quadrática apenas para a dose de 4,00 mL de PBZ (Figura 3A), em que foi possível observar uma redução de 26,58% da primeira para a última

dose de SH avaliada (Figura 3A). Os teores foliares de Fe variaram de 89,33 a 143,93 mg kg⁻¹, podendo ser classificados como adequados (50 – 200 mg kg⁻¹) (QUAGGIO, 1996).

O Fe é constituinte de proteínas envolvidas na transferência de elétrons, como o citocromo e ferro-proteínas envolvidas na fotossíntese, respiração (heme-porfirina) e fixação de nitrogênio (KIRKBY; RÖMHELD, 2007, TAIZ et al. 2017).

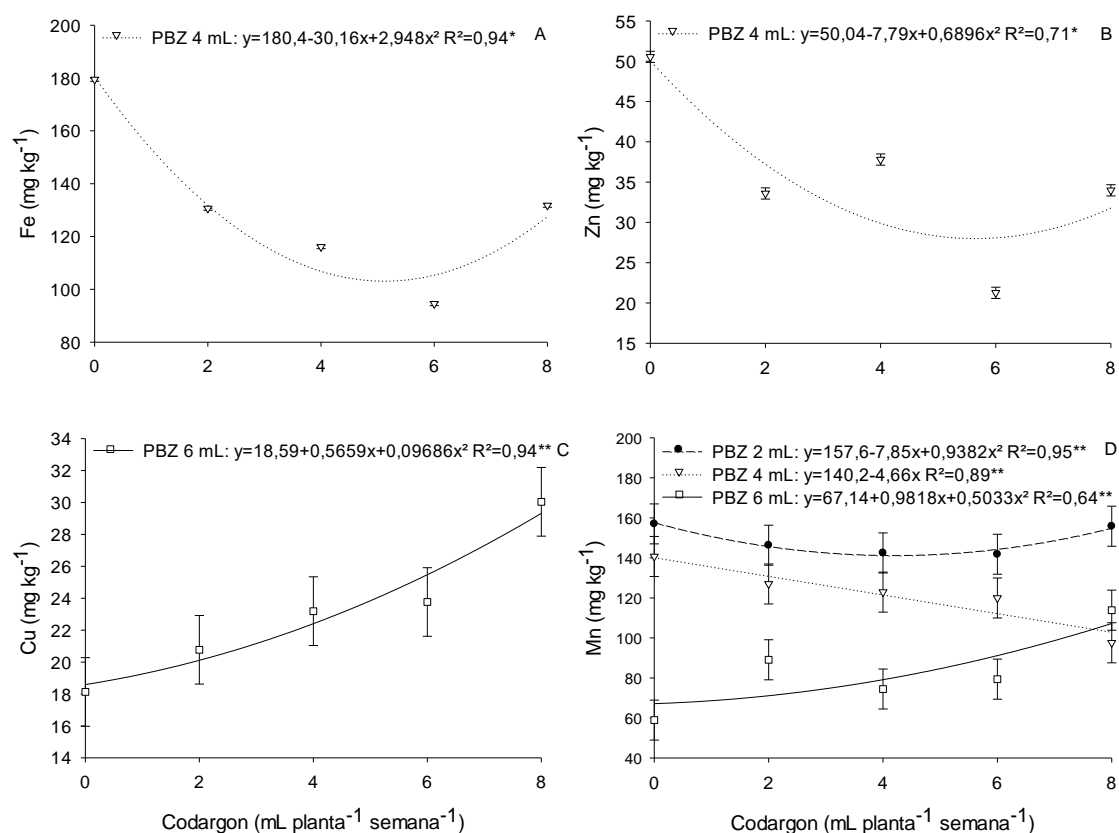


Figura 3. Teores foliares de Fe (A), Zn (B), Cu (C) e Mn (D) de mangueira irrigada em função da aplicação de substâncias húmicas e paclobutrazol.

Houve redução nos teores foliares de Zn com o aumento nas doses de SH apenas para a dose 4,00 mL de PBZ (Figura 3B). Conforme Quaggio (1996), os teores foliares de Zn do presente trabalho são classificados como adequados (20-40 mg kg⁻¹).

O Zn está presente na constituição de enzimas como a álcool desidrogenase, desidrogenase glutâmica e anidrase carbônica, entre outros. O

Zn é ainda requerido na ativação de outras enzimas, este elemento pode ainda estar ligado à biossíntese de clorofila em algumas espécies vegetais, (TAIZ et al., 2017), na mangueira este elemento desempenha função na formação e qualidade de frutos (AULAR; NATALE, 2013).

A redução dos teores foliares de Fe e Zn ocorre possivelmente em função das SH formarem precipitados de ligações fortes com esses micronutrientes, reduzindo assim a absorção pelas plantas. Esse efeito negativo pode ocorrer a depender da dose utilizada do produto bem como do pH da solução), estes elementos apresentam, ainda, forte correlação com matéria orgânica do solo, acarretando em maior retenção destes no solo (ZANDONADI et al., 2014, MILHOME et al., 2018, DI IORIO et al., 2022). O Zn pode ainda ter absorção afetada pela concentração de Mg, devido as semelhanças químicas desses elementos (KABATA-PENDIAS, 2000).

Os teores foliares de Cu apresentaram ajuste ao modelo de regressão quadrática apenas para a dose 6,00 mL de PBZ, observando aumento de 65,69% nos teores deste micronutriente com o incremento nas doses de SH. Os teores foliares de Cu são classificados como adequados (10,0-50,0 mg kg⁻¹) (QUAGGIO, 1996). O aumento nos teores foliares de Cu em função das doses de SH pode ser devido a formação de complexos estáveis, metal-húmico, em que apresentam melhoria do transporte no solo, bem como facilita a absorção deste micronutriente pelas plantas (PRADO et al., 2016).

O Cu compõe enzimas responsáveis por reações redox, como a ácido ascórbico oxidase, citocromo oxidase e plastocianina, em que esta última participa das reações dependente de luz na fotossíntese, desempenhando função também na lignificação e atividade da superóxido desmutase, atuando na eliminação de radicais de superóxido (KIRKBY; RÖMHELD, 2007, TAIZ et al., 2017).

Para os teores foliares de Mn, foi possível ajustar modelos de regressão em função das doses de SH para todas as doses de PBZ avaliadas (Figura 3D), observando-se, para a dose 2,00 mL de PBZ, redução dos teores foliares de Mn entre as doses 0,00 e 6,00 mL de SH, voltando a aumentar na dose 8,00mL de SH. Por outro lado, houve uma redução nos teores foliares de Mn

com o aumento nas doses de SH para a dose de 4,00 mL de PBZ. Comportamento oposto foi observado para a dose de 6,00 mL de PBZ, em que se observa um incremento de 93,21% da primeira para a última dose de SH. Segundo Quaggio (1996), os teores foliares de Mn estão acima dos adequados para a cultura da mangueira (50-100 mg kg⁻¹), não apresentando sintomas de toxidez no campo.

O Mn tem papel na ativação das enzimas desidrogenases e descarboxilases, envolvidas no ciclo de Krebs. Além disso, o Mn atua também na fotossíntese na evolução de oxigênio e desintoxicação de radicais livres (KIRKBY; RÖMHELD, 2007, TAIZ et al., 2017).

3. Produção

Não houve efeito significativo para interação e nem para o efeito individualizado do PBZ e SH na produção por planta de mangueira (Tabela 6). Os valores de produção por planta variaram de 81,00 a 94,36 kg planta⁻¹, estando acima da produção por planta de mangueira (51,36 kg planta⁻¹) observado por Simões et al. (2022), ao avaliarem o efeito da aplicação de cálcio marinho, em Petrolina – PE. Por outro lado, Oldoni et al. (2018), avaliando o efeito aplicação foliar de boro (B) na produtividade e qualidade de frutos de mangueira cv. Palmer, observaram produção por planta de 151,64 kg planta⁻¹.

Tabela 6. Resumo da análise de variância para a produção por planta em função da aplicação de substâncias húmicas e paclobutrazol.

Fonte de variação	Produção kg planta ⁻¹
PBZ mL m linear de copa ⁻¹	2,11 ^{ns}
2,00	86,07±9,95
4,00	81,39±11,12
6,00	94,36±9,20
Codargon mL planta ⁻¹ semana ⁻¹	0,57 ^{ns}
0,00	81,00±8,09
2,00	85,37±10,76
4,00	87,14±6,48
6,00	91,62±12,25
8,00	91,22±13,25
Interação	1,21 ^{ns}
CV (%)	23,20

Interações foram consideradas como não significativas apenas quando o P valor associado a elas for maior do que 0,250 (PERECIN & CAGNELUTTI FILHO, 2008); média ± erro padrão; CV= coeficiente de variação.ns: não significativo, ** e *: apresenta pelo menos uma média estatisticamente distinta a 1,00 (p<0,001) e 5,00% (p<0,005) de probabilidade, respectivamente.

CONCLUSÕES

O estado nutricional da mangueira cv. Palmer é influenciado pela aplicação de substâncias húmicas e paclobutrazol.

A aplicação de substâncias húmicas, de maneira geral, promove incremento nos teores foliares de fósforo, potássio, cálcio, magnésio, cobre e manganês.

É possível verificar que a dose de 2 mL por metro linear de copa de PBZ apresentou teores foliares de macro e micronutrientes satisfatório, podendo-se recomendar o uso.

O uso de substâncias húmicas associado ao paclobutrazol pode ser uma alternativa importante para a produção de mangueira no semiárido.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, J. A.; ALMEIDA, J. A.; GATIBONI, L. C.; ELTZ, F. L. F. Atividades agrícolas de produção em solos frágeis no Sul do Brasil. in: KLAUBERG FILHO, O.; MAFRA, A. L.; GATIBONI, L. C. Tópicos em ciência do solo. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, p. 367-403, 2011.
- 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.
- AULAR, J.; NATALE, W. Nutrição mineral e qualidade do fruto de algumas frutíferas tropicais: goiabeira, mangueira, bananeira e mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 4, p. 1214-1231, 2013.
- BEZERRA, P. S. S.; DE SOUSA, B. A. Fontes fosfatadas e substâncias húmicas na disponibilidade de fósforo em neossolo e argissolo. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 11, n. 1, p. 02-14, 2022.
- 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.
- CARVALHO, A. M. X.; MENDES, F. Q.; MENDES, F. Q.; TAVARES, L. F. SPEED Stat: a free, intuitive, and minimalist spreadsheet program for statistical analyses of experiments. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 20 n. 3, p. e327420312, 2020.
- COSTA, I. J. S., PEREIRA, M. C. T., MIZOBUTSI, G. P., MAIA, V. M., SILVA, J. F., OLIVEIRA, J. A. A., OLIVEIRA, M. B., SOUZA, V. N. R, NIETSCHKE, S., SANTOS, E. F.; KORNDORFER, G.H. Influence of silicone fertilization on 'Palmer' mango tree cultivation. **Acta horticulturae**, Bávaro, v. 1075, p. 229-234, 2015.

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.

DESTA, B.; AMARE, G. Paclobutrazol as a plant growth regulator. **Chemical and Biological Technologies in Agriculture**, v. 8, n. 1, p. 1-15, 2021.

DI IORIO, E., CIRCELLI, L., ANGELICO, R., TORRENT, J., TAN, W.; COLOMBO, C. Environmental implications of interaction between humic substances and iron oxide nanoparticles: A review. **Chemosphere**, p. 135172, 2022.

EL-HOSEINY, H. M., HELALY, M. N., ELSHEERY, N. I.; ALAM-ELDEIN, S. M. Humic acid and boron to minimize the incidence of alternate bearing and improve the productivity and fruit quality of mango trees. **HortScience**, v. 55, n. 7, p. 1026-1037, 2020.

HOFFMAM, W.R.; SILVA, A.A.; NOGUEIRA, D.W.R.; ANDRADE PRUDENCIO, G. Resposta a adubação de mudas de copaíba na omissão de nutrientes em solução nutritiva. **ScientiaNaturalis**, Rio Branco, v. 1, n. 5, 2019.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1613>>. Acesso em: agosto de 2022.

KABATA-PENDIAS, Alina. **Trace elements in soils and plants**. CRC press, 2000.

KIRKBY, E. A.; RÖMHELD, V. Micronutrientes na fisiologia de plantas: funções, absorção e mobilidade. **Informações agrônomicas**, v. 118, n. 2, p. 1-24, 2007.

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

MAGGI, B. B. Plano nacional de desenvolvimento da fruticultura. **Ministro de Estado do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento-MAPA**. p. 14, 2018.

MILHOME, M. A. L.; HOLANDA, J. W. B.; ARAÚJO NETO, J. R. D.; NASCIMENTO, R. F. D. Diagnóstico da contaminação do solo por metais tóxicos provenientes de resíduos sólidos urbanos e a Influência da matéria orgânica. **Revista Virtual de Química**, v. 10, n. 1, p. 59-72, 2018.

MILFONT, M. L.; ANTONINO, A. C. D.; MARTINS, J. M. F.; Netto, A. M.; GOUVEIA, E. R.; FREIRE, M. B. G. S. Sorção do Paclobutrazol em dois solos cultivados com manga irrigada. **Agrária**, Recife, v. 2, p. 285-291, 2007.

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.

OLIVEIRA, G. P. Use of paclobutrazol in mango production. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 9, n. 7, p. e939975183, 2020.

PACHECO, A. L. V.; BORGES, K. S.; FREITAS, G. B. D.; 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 (RBAS)*, v.8, n.1, p.65-73, Março, 2018.

PERECIN, D; CARGNELUTTI FILHO, A. Efeitos por comparações e por experimento em interações de experimentos fatoriais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 1, p. 68-72, 2008.

PEGORARO, R. F.; MOREIRA, C. G.; DIAS, D. G.; SILVEIRA, T. C. Carbon and nitrogen stocks in the soil and humic substances of agricultural crops in the semi-arid region. **Revista Ciência Agronômica**, v. 49, p. 574-583, 2018.

PRADO, M. R.; WEBER, O. L. D. S.; MORAES, M. F.; DOS SANTOS, C. L.; TUNES, M. S. Liquid organomineral fertilizer containing humic substances on

soybean grown under water stress. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 5, p. 408-414. 2016.

QUAGGIO, J. A.; RAIJ, B. V.; PIZA JUNIOR, C. 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. Instituto Agrônômico, Campinas, p. 121-130, 1996.

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

SANTOS, S. A.; SANTOS, A. M. .Panorama da susceptibilidade à erosão dos solos em municípios do semiárido de pernambuco. **Revista Equador**, Piauí, v. 10, n 3, p. 01-25, 2021.

SILVA, F.C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2ª. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 627 p. 2009.

SILVA, L. S.; SILVA, P. T. S.; CAVALCANTE, Í. H. L. Impact of fulvic acid and free amino acids on paclobutrazol absorption by 'Keitt' mango. **Rev. Ambient. Água**, Taubaté, v. 15,n. 4, e2519, 2020 .

SILVA, L. S; SOUSA, K. A. O.; PEREIRA, E. C. V.; ROLIM, L. A.; CUNHA, J. G.; OLIVEIRA, M. P.; SILVA, M. A.; CAVALCANTE, I. H. L. Advances in mango 'Keitt' production system: PBZ interaction with fulvic acids and free amino acids. **Scientia Horticulturae**, v. 277, p. 109787, 2021.

SIMÕES, W. L.; SILVA, J. S. D.; MOUCO, M. A. D. C.; OLIVEIRA, C. P.; SILVA, D. J.; OLIVEIRA, F.F.D. Marine calcium application on 'Palmer' mango production. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 2022, 26: 618-623.

TAIZ, L., ZEIGER, E., MØLLER, I.M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Artmed Editora, 2017.

TEIXEIRA, C, P; DONAGEMMA, K, G; FONTANA, A; TEIXEIRA, G, W. **Manual de métodos de análises de solo**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF. Embrapa, 2017.

VAZ, F.; SANTOS FILHO, E.; SILVA, S.; ARAÚJO, S.; ARNAUD, T.; BANDEIRA, A.; BRASILEIRO-VIDAL, A. C.; STAMFORD, N. P.; MOUCO, M. A.; GOUVEIA, E. Biodegradation of paclobutrazol - a plant growth regulator used in irrigated mango orchard soil. In: CHAMY, R.; ROSENKRANZ, F.; SOLER, L. (Ed.). **Biodegradation and Bioremediation of Polluted Systems-New Advances and Technologies**. IntechOpen: London, p. 85-107, 2015.

YEOMANS, J.C. & BREMNER, J.M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Comm. Soil Sci. Plant Anal.**, 19:1467-1476, 1988.

ZANDONADI, D. B., SANTOS, M. P., MEDICI, L. O.; SILVA, J. ZANDONADI, Daniel B., et al. Ação da matéria orgânica e suas frações sobre a fisiologia de hortaliças. **Horticultura Brasileira**, v. 32, p. 14-20, 2014.

CAPÍTULO 3

PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE MANGAS PRODUZIDAS COM DIFERENTES DOSES DE PACLOBUTRAZOL E SUBSTÂNCIAS HÚMICAS EM SOLOS FRÁGEIS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO²

RESUMO

O cultivo de mangueira no semiárido brasileiro está sendo realizado com muita frequência em solos frágeis, requerendo o desenvolvimento de tecnologias, principalmente, na área de nutrição mineral da cultura. O uso das substâncias húmicas (SH) pode favorecer a absorção de nutrientes, resultando em elevadas produtividades de frutos de mangueira de qualidade. Adicionalmente, as SH podem aumentar a absorção do paclobutrazol (PBZ) e diminuir o resíduo que permanece no solo, causando menos impacto ao meio ambiente. Assim, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a influência da aplicação de SH associado ao PBZ na produtividade e qualidade de frutos de mangueira cv. Palmer no Vale do Submédio São Francisco. O experimento foi instalado no delineamento inteiramente casualizado (DIC) em fatorial 5x3, sendo cinco doses do produto Codargon® (0, 2, 4, 6 e 8 mL/planta/semana) e três doses de PBZ (2, 4 e 6 mL/metro linear), com quatro repetições com quatro plantas cada. A qualidade de frutos da mangueira cv. Palmer é influenciada pela aplicação de SH e PBZ. As SH promovem incrementos significativos no número de frutos por planta, pH e na relação SS/AT, além de redução na espessura da casca de frutos de mangueira. O uso de SH associado ao PBZ pode ser uma alternativa importante para a produção de mangueira no semiárido.

Palavras-chave: *Mangifera indica* L., ácidos húmicos, regulador de crescimento, nutrição vegetal, pós-colheita.

²A ser submetido para publicação

ABSTRACT

Mango cultivation in the Brazilian semi-arid region is frequently conducted in fragile soils, requiring the development of technologies, particularly in mineral nutrition of the crop. The use of humic substances (HS) can enhance nutrient absorption, resulting in high yields of quality mango fruits. Furthermore, HS can increase the absorption of paclobutrazol (PBZ) and reduce its residue in the soil, leading to less environmental impact. This study aimed to evaluate the influence of HS and PBZ application on the productivity and quality of mango fruits cv. Palmer in the Sub-medium São Francisco Valley. The experiment utilized a completely randomized design (CRD) with a 5x3 factorial, including five doses of Codargon® (0, 2, 4, 6, and 8 mL/plant/week) and three doses of PBZ (2, 4, and 6 mL/linear meter), with four replications of four plants each. Results showed that the application of HS and PBZ had a significant impact on the quality fruits of mango cv. Palmer, with HS promoting an increase in the number of fruits per plant, pH, and SS/TA ratio, and a reduction in the thickness of the fruit peel. The use of HS associated with PBZ can be a valuable alternative for mango production in the semi-arid region.

Key-words: *Mangifera indica* L., humic acids, growth regulator, plant nutrition, postharvest.

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. A região Nordeste se destaca no cultivo de mangueira, sendo responsável por 78,46% (1,23 milhões de toneladas) da produção nacional, e o Vale do São Francisco é responsável por cerca de 59,53% da produção nacional (IBGE, 2021).

No Vale do São Francisco, o cultivo de mangueira vem sendo realizado com muita frequência em solos frágeis. Esses solos são excessivamente arenosos, tais como os Neossolos Quartzarênicos, Argissolos Arênicos e solos com horizonte A arenoso com presença de gradiente textural (ALBUQUERQUE et al., 2011). Sua fragilidade está relacionada à baixa capacidade de retenção de água, baixa agregação das partículas, rápida decomposição da matéria orgânica, baixa capacidade de troca de cátions e disponibilidade de nutrientes (SANTOS; SANTOS, 2021).

Assim, para atingir elevadas produtividades de mangueira, há necessidade do desenvolvimento e implementação de tecnologias, principalmente, na área de nutrição mineral e manejo da cultura. A nutrição além de afetar de forma significativa a produtividade, afeta a qualidade dos frutos, a conservação pós-colheita e a suscetibilidade das plantas ao ataque de pragas e doenças (QUAGGIO et al., 1997, EL-HOSEINY et al., 2020).

O uso das substâncias húmicas (SH), com o intuito de potencializar a absorção de nutrientes tem sido amplamente estudado (CUNHA et al., 2015). As SH têm sido relatadas como bioestimulantes, que quando aplicados resultam em mudanças metabólicas, alterando a dinâmica de crescimento e distribuição das raízes, primárias e secundárias, e melhorando a capacidade de absorção de nutrientes, a depender da fonte de SH utilizada e de fatores ligados à planta, ao ambiente e ao manejo (CANELLAS et al., 2015). No solo, as SH exercem diversas funções como condicionadores de solo, retendo umidade, estruturando o solo, aumentando a CTC, disponibilizando nutrientes

para as plantas, entre outras (CANELLAS et al., 2014). Diversos produtores na região do Vale do Submédio São Francisco têm utilizados as SH por meio de produtos comerciais, porém, de forma empírica.

O paclobutrazol (PBZ), um fitorregulador muito utilizado nos cultivos da mangueira em condições semiáridas, interfere na biossíntese de giberelina promovendo o florescimento (OLIVEIRA, 2020). Porém o mecanismo para absorção do PBZ apresenta dificuldades em virtude da sua baixa solubilidade em água e pouca mobilidade no solo, este, por sua vez, pode interagir com as SH, em virtude da presença de grupos ionizados (hidrofílicos) que possuem altas densidades de cargas (grupos OH e triazol), e grupos apolares (hidrofóbicos) relacionados às longas cadeias de carbono em suas frações (SOUZA, 2006). Moléculas orgânicas, como as SH, que possam aumentar a absorção do PBZ e diminuir o resíduo que permanece no solo com o uso contínuo, podem melhorar a eficiência de aplicação, reduzindo a dose e causando menos riscos ao meio ambiente (OLIVEIRA, 2020).

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.

Assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a influência da aplicação de PBZ associada a SH na produtividade e qualidade de frutos de mangueira cultivada em solos frágeis no semiárido brasileiro.

MATERIAL E MÉTODOS

1. Plantas de mangueira e condições de cultivo

O experimento foi conduzido entre os anos de 2020 e 2021 em pomar comercial de mangueira localizado 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. Foram avaliadas plantas da variedade Palmer, submetidas a substituição de copa em 2013, plantadas em espaçamento 8 x 5 m e irrigadas pelo sistema localizado de microaspersão, sendo o solo da área classificado com Neossolo Quartzarênico. De acordo com

Köppen, o clima local é classificado como tropical/semiárido do tipo Bshw', com média anual de precipitação de 505 mm e média anual de umidade relativa de 61% (ALVARES et al., 2013).

Durante a execução do experimento, os dados climáticos referentes à temperatura máxima, média e mínima, precipitação pluviométrica e umidade relativa foram registrados em estação meteorológica do Campus Ciências Agrárias da UNIVASF (LabMet/UNIVASF) (Figura 1).

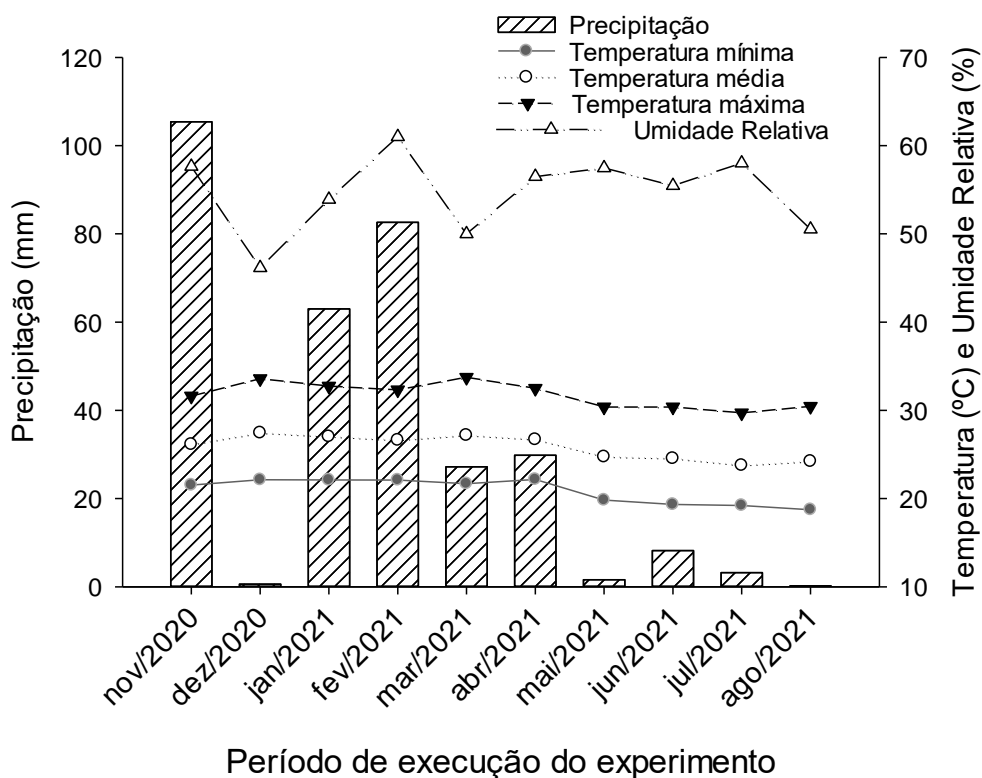


Figura 1. Temperaturas máxima, média e mínima, umidade relativa e precipitação pluviométrica registrada durante a condução do experimento. Petrolina-PE.

2. Caracterização inicial

Antes da instalação do experimento foram coletadas amostras de solo nas camadas de 0,0-0,20 e 0,20-0,40 m de profundidade, retirando-se 20 amostras simples para obtenção de amostra composta. A amostra de solo foi seca ao ar, destorroada, homogeneizada e passada em peneira de malha de 2,0 mm para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA). Para caracterização química foram determinados os valores de condutividade elétrica no extrato da pasta de saturação (CEes), pH (H₂O), acidez potencial (H+Al), acidez trocável

(Al³⁺), conforme metodologia proposta por Silva (2009) e teor de matéria orgânica do solo, seguindo a metodologia de Yeomans & Bremner (1988). Foram determinados também os teores de fósforo (P), cálcio (Ca²⁺), magnésio (Mg²⁺), potássio (K⁺), sódio (Na⁺), ferro (Fe²⁺), manganês (Mn²⁺), cobre (Cu²⁺) e zinco (Zn²⁺), segundo metodologia proposta por Silva (2009), e calculado os valores de soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (CTC) e saturação por bases (V) (Tabela 1). Realizou-se também análise granulométrica, em que foram determinados os teores de areia, silte e argila (TEIXEIRA et al., 2017) (Tabela 2).

Tabela 1. Atributos químicos do solo nas camadas 0,00-0,20 e 0,20-0,40 m de profundidade antes da instalação do experimento.

Camada	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺	H+Al	COT	P	pH	CE	SB	CTC	V	Fe ²⁺	Mn ²⁺	Zn ²⁺	Cu ²⁺
m	-----cmol _c dm ⁻³ -----						g dm ⁻³	mg cm ⁻³	H ₂ O	dS cm ⁻²		---cmol _c dm ⁻³ ---	%	-----mg dm ⁻³ -----			
0,00-0,20	96,83	9,02	2,81	0,22	0,15	2,88	16	83,25	6,53	0,08	108,88	111,76	97,42	17,80	82,34	4,80	1,80
0,20-0,40	90,10	10,24	2,17	0,22	0,15	3,50	6	27,88	7,01	0,04	102,73	106,23	96,71	27,44	284,70	4,71	1,47

CEes: condutividade elétrica do extrato saturado; Ca²⁺, Mg²⁺, Al³⁺: KCl 1 mol L⁻¹ extrator; P, K⁺, Na⁺, Mn²⁺, Zn²⁺, Cu²⁺, Fe²⁺: Mehlich-1 extrator; H+Al: acidez potencial, acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ extrator; CTC: capacidade de troca de cátions; SB: soma de bases; V (%): saturação por bases; COT: carbono orgânico total.

Tabela 2. Análise granulométrica do solo nas camadas de 0,00-0,20 e 0,20-0,40 m de profundidade antes da instalação do experimento.

Camada	Areia	Silte	Argila
m	-----dag kg ⁻² -----		
0,00-0,20	88,32	4,38	7,30
0,20-0,40	87,35	3,75	8,90

Utilizando o triângulo textural de classificação, o solo da área pode ser classificado como areia franca.

Para caracterização inicial do estado nutricional do pomar, foram coletadas amostras de folhas antes da instalação do experimento, em todos os quadrantes da planta, a uma altura mediana na copa, no penúltimo lançamento dos ramos (SILVA, 2009). Em seguida, foi realizada extração dos elementos químicos das amostras pelo método da digestão seca, e nos extratos foram determinados: potássio (K), fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg), ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn) e cobre (Cu), seguindo a recomendação de Silva (2009). O nitrogênio (N) foi determinado pelo método Kjeldahl nos extratos da mineralização sulfúrica (SILVA, 2009) (Tabela 3).

Tabela 3. Teores de macro e micronutrientes foliares de mangueira antes da instalação do experimento

	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn
	-----g kg ⁻¹ -----					-----mg kg ⁻¹ -----			
Folhas de mangueira	13,38	0,88	11,37	9,88	2,68	121,01	41,61	20,27	117,24
Quaggio (1996)*	12,00- 14,00	0,80- 1,60	5,00- 10,00	20,00- 35,00	2,50- 5,00	5,00- 200,00	20,00- 40,00	10,00- 50,00	50,00- 100,0

As plantas foram submetidas às práticas culturais recomendadas para a cultura da mangueira nas condições regionais de cultivo, seguindo as normas técnicas da Produção Integrada de Manga, definidas por Lopes et al. (2003). Para o manejo da indução floral nos pomares, foi realizado um conjunto de práticas que envolvem poda; uso de regulador vegetal (Paclobutrazol-PBZ); redução da lâmina de irrigação; maturação do ramo; e a indução de ruptura de gema. As adubações de produção foram realizadas com base na análise do solo e demanda da cultura.

3. Delineamento experimental

O experimento foi instalado no delineamento inteiramente casualizado (DIC) em fatorial 5x3, sendo cinco doses de substâncias húmicas (0, 2, 4, 6 e 8 mL planta⁻¹ semana⁻¹) e três doses de paclobutrazol (PBZ) (2, 4 e 6 mL metro linear de copa⁻¹), com quatro repetições com quatro plantas cada.

A fonte de substâncias húmicas (SH) utilizada no experimento foi o produto Codargon®, cuja composição apresenta ácidos orgânicos (366,00 g L⁻¹), óxido de cálcio (28,00 g L⁻¹) e óxido de magnésio (12,20 g L⁻¹), com densidade 1,22 g mL e pH de 3,80. A dose recomendada do produto é 2 mL planta⁻¹ semana⁻¹, em que foi aplicado semanalmente na linha de irrigação a partir da florada plena (22 de março de 2021) até a fase de enchimento de fruto (14 de junho 2021), totalizando 12 semanas de aplicação.

A fonte de PBZ utilizado foi o Cultar 250 SC®, com 25% de ingrediente ativo (i.a), sendo aplicado na linha de plantio. O PBZ foi aplicado no solo após a emissão do segundo fluxo vegetativo, em sulco, para inibir a biossíntese das giberelinas e, assim, ocasionar a paralisação do crescimento vegetativo.

4. Parâmetros avaliados e análise estatística

Para fins de determinação de produtividade, foram colhidos apenas os frutos no estágio 2 de maturação definida a partir da coloração da polpa (creme amarela), escala de coloração indicada pelo Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura (2004). A colheita foi realizada manualmente e no período da manhã para quantificação de massa de frutos (g); número de frutos por planta e produtividade, pela multiplicação da produção de frutos por planta pelo número de plantas por hectare (t ha⁻¹).

Após a colheita, quatro frutos por planta foram separados e armazenados em estufa tipo demanda biológica de oxigênio (BOD), com temperatura entre 10 e 12°C, durante 16 dias, realizando-se, então, as avaliações físico-químicas, com os frutos no estágio 4 de maturação, seguindo a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (ZENEBOON et al., 2008), quanto a: massa fresca do fruto e da polpa, medido em balança semi-analítica com precisão de 0,1g; o percentual de polpa; diâmetro longitudinal (DL), transversal (DT) e a espessura da casca, determinados com paquímetro digital (mm), com precisão de 0,01 mm; o pH, por potenciômetro; sólidos solúveis, determinado por leitura direta em refratômetro ABBE (SS, expresso em °Brix); acidez titulável, determinado por titulometria (AT, expresso em g de ácido cítrico/100 mL); ratio SS/AT, obtido por relação direta; e o teor de ácido ascórbico, expresso em mg de ácido ascórbico 100 g⁻¹.

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade e homogeneidade de variâncias de Barlett, Hartley, Levene e Jarque-Bera. Posteriormente, foi realizada a análise de variância pelo teste F e as doses de PBZ foram submetidas ao teste de médias de SNK (Student-Newman-Keuls) a 5% de probabilidade, enquanto as doses de SH foram submetidas a análise de regressão, utilizando o software SpeedStat (CARVALHO, 2020).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Produtividade e qualidade física dos frutos de mangueira

Houve interação significativa entre as doses de SH e doses de PBZ para o diâmetro longitudinal (DL), diâmetro transversal (DT), massa total de frutos (MT), massa de polpa (MP), percentual de polpa (PP), espessura da casca (EC) e número de frutos (NF) (Tabela 3).

Tabela 3. Resumo da análise de variância para produtividade (P), diâmetro longitudinal (DL), diâmetro transversal (DT), massa total do fruto (MT), massa de polpa (MP), percentual da polpa (PP), espessura de casca (EC) e número de frutos (NF) de mangueira cv. Palmer em função da aplicação de substâncias húmicas e paclobutrazol.

Fonte de variação	P (t ha ⁻¹)	DL (mm)	DT (mm)	MT (g)	MP (g)	PP (%)	EC (mm)	NF
PBZ mL m linear de copa ⁻¹	2,11 ^{ns}	0,46 ^{ns}	1,55 ^{ns}	1,74 ^{ns}	1,91 ^{ns}	2,98 ^{ns}	15,88 ^{**}	2,94 ^{ns}
2,00	21,52±2,49	132,70±3,08	89,18±1,67	525,72±30,49	360,42±22,07	68,61±1,61	1,69±0,17a	166,55±21,67
4,00	20,35±2,78	131,21±4,15	87,60±1,45	503,28±25,23	335,88±19,15	66,90±2,36	1,33±0,14b	163,00±23,46
6,00	23,59±2,30	132,79±3,74	87,65±1,25	497,85±27,61	342,87±24,06	68,91±1,91	1,30±0,11b	191,35±19,39
Codargon mL planta ⁻¹ semana ⁻¹	0,57 ^{ns}	0,88 ^{ns}	1,78 ^{ns}	1,28 ^{ns}	0,53 ^{ns}	0,93 ^{ns}	1,29 ^{ns}	0,43 ^{ns}
0,00	20,25±2,02	133,62±3,74	87,83±1,23	504,97±24,75	346,78±21,72	68,82±2,23	1,48±0,13	161,50±17,46
2,00	21,34±2,69	130,64±5,92	88,06±1,56	498,50±30,95	340,25±28,21	68,33±1,75	1,38±0,17	174,25±24,15
4,00	21,79±1,62	133,72±2,69	86,62±1,78	500,39±28,76	339,53±23,07	67,77±1,65	1,55±0,22	176,00±16,06
6,00	22,90±3,06	132,78±2,79	90,07±1,22	537,89±30,23	360,81±21,29	66,97±1,80	1,35±0,21	174,00±27,23
8,00	22,81±3,31	130,41±1,37	88,15±1,60	503,00±24,84	344,58±18,94	68,81±2,68	1,42±0,11	182,42±26,03
Interação	1,21 ^{ns}	1,72~	1,73~	2,58*	2,04~	5,80 ^{**}	2,56*	2,34*
CV (%)	23,20	4,19	3,65	9,83	11,81	4,14	17,01	23,19

Interações foram consideradas como não significativas apenas quando o P valor associado a elas for maior do que 0,250 (PERECIN & CAGNELUTTI FILHO, 2008); média ± erro padrão; CV= coeficiente de variação. ns: não significativo, ** e *: apresenta pelo menos uma média estatisticamente distinta a 1,00 (p<0,001) e 5,00% (p<0,005) de probabilidade, respectivamente.

A produtividade média observada no presente trabalho variou de 20,25 a 23,59 t ha⁻¹, sendo a média da região do Vale do Submédio São Francisco (20 t ha⁻¹), relatada por Barbosa et al. (2016), e semelhante aos resultados observados por Souza et al., (2018) (15,59-30,36 t ha⁻¹) também para a cv. Palmer no município de Petrolina-PE. O espaçamento de plantio utilizado de 8x5 m, resulta em baixa densidade de plantas (250 plantas ha⁻¹) que possivelmente limita o potencial produtivo da mangueira. Corroborando com estes resultados, Rajbhar et al. (2016), em pesquisa realizada na Índia, constataram produtividade 10 vezes maior em pomar de alta densidade (1.111 plantas ha⁻¹) comparada ao de baixa densidade de plantio (100 plantas ha⁻¹).

O DL e o DT foram influenciados pelas doses de PBZ e SH (Tabela 3), entretanto, não se ajustaram a nenhum modelo de regressão que represente uma resposta biológica. Os valores médios de DL e DT foram de 132,06 mm e 87,92 mm, respectivamente, sendo superiores aos valores observados por Batista et al. (2015) para cv. Palmer no Vale do São Francisco, que foram de 130,5 e 81,4 mm para o DL e DT, respectivamente. Silva et al. (2014), ao estudarem essa mesma cultivar no estado de São Paulo, obtiveram valores de DL e DT inferiores ao observados no presente trabalho, 121,12 mm e 78,3 mm, respectivamente.

El-Hoseiny et al. (2020), ao estudarem os efeitos da aplicação foliar de ácido húmico e ácido bórico em manga cv. Zebda, no Egito, verificaram a influência no DL e DT, passando de 112,40 para 129,20 mm e de 62,30 para 69,60 mm, respectivamente, do tratamento controle para a maior dose de AH.

A determinação desses valores é de extrema importância, pois a aceitação pelo consumidor em relação ao tamanho e formato de fruto é variável, entretanto, o mercado Europeu tem preferência por frutos de tamanho médio e com formato mais alargado, no qual se enquadra a cultivar estudada no presente trabalho (ARAÚJO; GARCIA, 2012).

A MT de mangueira, apesar de apresentar interação significativa não se ajustou a nenhum modelo de regressão, que correspondesse a uma resposta biológica. Os valores de MT variaram entre 497,85 e 525,72 g sendo inferior ao valor médio observado por Silva et al. (2012) para frutos de 'Palmer' (562,4 g) em Minas Gerais. Oldoni et al. (2018) observaram valor médio de MT (512,50 g), dentro da faixa de valores observados no presente trabalho, para a cv. Palmer em Casa Nova – BA. El-Hoseiny et al. (2020), ao estudarem os efeitos

da aplicação foliar de ácido húmico e ácido bórico em manga cv. Zebda, no Egito, verificaram a incremento de cerca de 11,00% na MT dos frutos, passando de 449,50 para 498,5 g com a aplicação de ácido húmico.

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 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). Os frutos do presente trabalho se enquadraram como frutos do tipo B. Com relação a massa de polpa (MP), que embora tenha apresentado efeito significativo para interação entre doses de PBZ e SH, não se ajustou a nenhum modelo de regressão. O valor médio de MP observado foi de 374,05 g.

Para o PP, houve ajuste de regressão significativa para todas as doses de PBZ estudadas (Figura 2A). Para as doses de 2,00 e 6,00 mL de PBZ foi verificado comportamento semelhante, com redução do PP entre as doses 0,00 e 4,00 mL de SH, tendo aumento em seguida. Por sua vez, a dose 4,00 mL de PBZ apresentou incremento do percentual de polpa de 6,85% entre as doses 0,00 e 4,00 mL de SH. O uso do PBZ na cultura da mangueira reduz o crescimento vegetativo e a expansão da folha alterando o equilíbrio de fonte e dreno, resultando em uma maior translocação de fotoassimilados para os frutos (REDDY et al. 2013), o que pode favorecer seu crescimento (BARMAN; MISHRA, 2018) e, conseqüentemente, resultar em um maior acúmulo de polpa. Entretanto, sabe-se que os efeitos causados pelo uso de reguladores de crescimento variam de acordo com fatores como condições edafoclimáticas, cultivar e forma de aplicação. Carneiro et al. (2018), observaram valores de PP de 66,45% para cv. Tommy Atkins em Casa Nova-BA, semelhantes ao do presente trabalho (68,11%). El-Hoseiny et al. (2020), por outro lado, ao estudarem os efeitos da aplicação foliar de ácido húmico e ácido bórico em manga cv. Zebda, no Egito, observaram valores de PP em torno 60,39%.

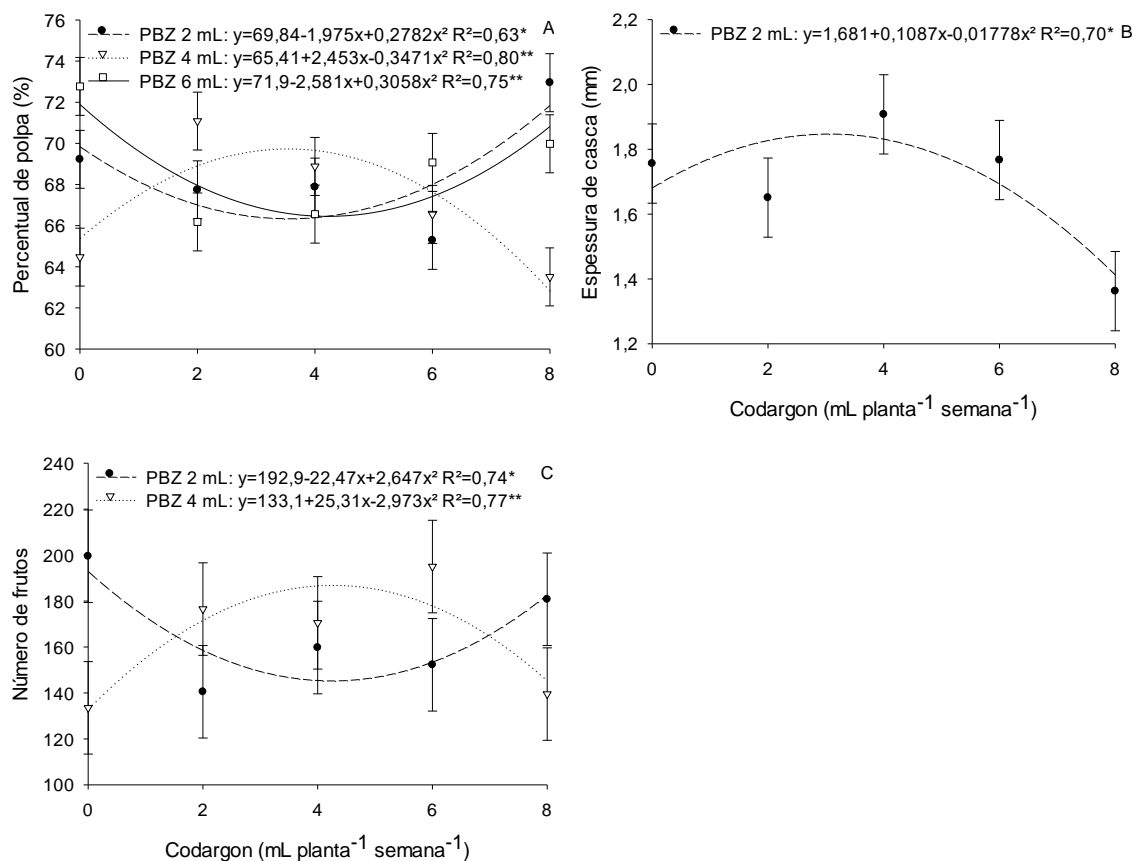


Figura 2. Percentual de polpa (A), espessura da casca (B) e número de frutos por planta (C) de manga em função da aplicação de substâncias húmicas e paclobutrazol.

A EC aumentou entre as doses 0,00 e 4,00 mL de SH, reduzindo no intervalo seguinte, para a dose 2,00 mL de PBZ (Figura 2B). Oldoni et al. (2018) observaram valores médios de 1,97 a 2,33 mm de EC, sendo superiores aos do presente trabalho (1,35 a 1,69 mm). Uma casca mais fina pode estar sujeita a sofrer mais danos mecânicos durante a colheita e transporte, inviabilizando a sua comercialização, conforme Brecht et al. (2017).

Para a dose de 2,00 mL de PBZ, o NF diminuiu entre as doses de 0,00 e 4,00 mL de SH, 199,50 e 152,25 frutos, respectivamente, havendo aumento para 180,75 frutos na dose 8,00 mL de SH (Figura 2C). Para a dose de 4,00 mL de PBZ, verificou-se comportamento oposto, com incremento de 46,07% entre as doses 0,00 e 6,00 mL de SH. Modesto (2013) observou uma média de 236 frutos por planta para a cv. Palmer em Botucatu – SP, superior ao encontrado no presente trabalho (180,25).

2. Qualidade química dos frutos de mangueira

Para as características químicas dos frutos de mangueira cv. Palmer, a interação entre doses de SH e PBZ foi significativa para a maioria das variáveis analisadas, exceto acidez titulável (AT) (Tabela 4).

Tabela 4. Resumo da análise de variância para pH, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT e ácido ascórbico (AA) em frutos de mangueira cv. Palmer em função da aplicação de substâncias húmicas e paclobutrazol.

Fonte de variação	pH	SS (°Brix)	AT (g 100 g ⁻¹)	SS/AT Ratio	AA (mg 100 g ⁻¹)
PBZ mL m linear de copa ⁻¹	6,85**	0,78 ^{ns}	8,59**	6,15**	1,79 ^{ns}
2,00	4,50±0,14b	14,13±0,78	0,23±0,06a	61,64±9,43b	31,79±2,04
4,00	4,67±0,11a	13,73±0,70	0,18±0,02b	79,81±11,34a	29,04±2,56
6,00	4,70±0,12a	14,10±0,70	0,18±0,02b	81,64±11,18a	29,88±3,23
Codargon mL planta ⁻¹ semana ⁻¹	3,55*	5,02**	1,52 ^{ns}	1,10 ^{ns}	0,31 ^{ns}
0,00	4,58±0,08	13,49±0,31	0,19±0,02	73,22±8,64	29,67±2,21
2,00	4,54±0,10	13,59±0,79	0,19±0,02	73,77±6,99	29,40±3,04
4,00	4,54±0,18	13,32±0,87	0,20±0,09	71,16±17,68	31,30±2,61
6,00	4,72±0,13	14,88±0,65	0,23±0,03	69,03±7,69	30,17±3,16
8,00	4,74±0,10	14,66±0,55	0,18±0,02	84,63±12,98	30,63±2,61
Interação	2,56*	3,88**	0,69 ^{ns}	2,01**	3,30**
CV (%)	3,83	8,01	22,46	10,83	15,56

Interações foram consideradas como não significativas apenas quando o P valor associado a elas for maior do que 0,250 (PERECIN & CAGNELUTTI FILHO, 2008); média ± erro padrão; CV= coeficiente de variação. ns: não significativo, ** e *: apresenta pelo menos uma média estatisticamente distinta a 1,00 (p<0,001) e 5,00% (p<0,005) de probabilidade, respectivamente.

Os valores de pH dos frutos em função das doses de SH se ajustaram a modelos de regressão para as doses de 4,00 e 6,00 mL de PBZ (Figura 3A),

aumentando em função das doses de SH. Para a dose de 4,00 mL de PBZ, houve um incremento de 8,25% da menor para a maior dose de SH. Já para a dose de 6,00 mL de PBZ, foi observado um aumento de 8,9% no valor de pH com o incremento das SH. Oldoni et al. (2018) observaram valores de pH variando de 4,46 a 4,86 para a mangueira cv. Palmer em Casa Nova – BA, sendo estes semelhantes ao do presente trabalho. Esta variável se torna importante para avaliar os componentes ácidos dos frutos, sendo que para o consumo *in natura* a preferência é dada para frutos menos ácidos, e os mais ácidos, normalmente, são destinados à indústria (CAVALCANTE et al., 2012).

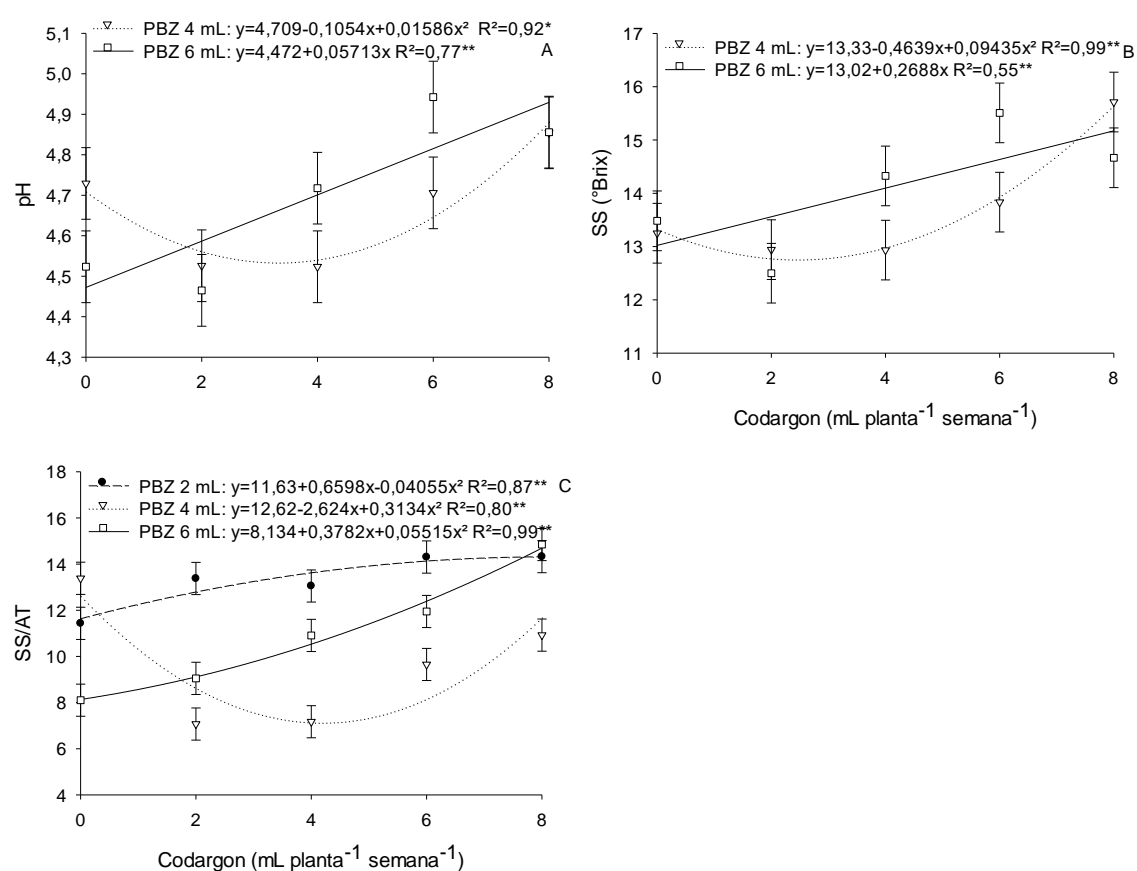


Figura 3. Valores de pH (A), sólidos solúveis (B) e SS/AT (C) de frutos de mangueira em função da aplicação de substâncias húmicas e paclobutrazol.

Os teores de sólidos solúveis (SS), para a dose 4,00 mL de PBZ, decresceram no intervalo de 0,00 a 4,00 mL de SH e voltaram a aumentar nas doses de 4,00 a 8,00 mL de SH. Não houve ajuste dos teores de SS a nenhum modelo de regressão em função das doses de SH para as doses de 2,00 mL de PBZ (Figura 3B). Os valores de SS variaram de 12,93 a 15,5° Brix, se

enquadrando nos padrões de qualidade estabelecidos pela legislação, que é de no mínimo 11° BRIX. (Brasil, 2000). As SH podem favorecer a absorção de nutrientes pelas plantas em função do aumento da permeabilidade da membrana plasmática e à ativação da H⁺-ATPase (CANELLAS, 2015, EL-HOSEINY et al., 2020), dentre esses nutrientes, o K é fundamental para o acúmulo de açúcares no fruto (AULAR; NATALE, 2013). Oldoni et al., (2018) observaram para a cv. Palmer valores inferiores (11,3 a 13,2° Brix) quando comparados com o presente trabalho, enquanto Silva et al. (2009) observaram valores superiores de SS (15,6° Brix) na Zona da Mata Mineira, para a mesma cultivar. Segundo 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.

Houve efeito individual significativo na acidez titulável (AT) para as doses de PBZ (Tabela 4), decrescendo em função do aumento da dose de PBZ. Devido a presença de ácidos orgânicos, a AT varia de acordo com o estágio de maturação do fruto, decrescendo em função da maturação, devido ao consumo dos ácidos no processo respiratório (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Os valores observados na AT do presente trabalho (0,16 a 0,21 g de ácido cítrico/100 mL) foram semelhantes 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 inferiores aos observados por Miguel et al. (2013) também para a cv. Palmer (0,83 g de ácido cítrico/100 mL), ambos avaliados no estágio de maturação semelhante.

A relação SS/AT aumentou em função do aumento das doses de SH para as doses 2,00 e 6,00 mL de PBZ (Figura 3C), com incremento de 25,28% e 83,25%, respectivamente, entre as doses 0,00 e 8,00 mL de SH. Por outro lado, para a dose 4,00 mL de PBZ, houve decréscimo da relação SS/AT entre as doses 0,00 e 4,00 mL de SH, aumentando em seguida. A diminuição da acidez e o aumento do pH decorrem do consumo de ácidos orgânicos no processo respiratório ou de sua conversão em açúcares (LUCENA, 2007). Com a diminuição da acidez e o aumento no teor de SS, a relação SS/AT aumenta. Esta relação, ou ratio, possui maior representação do que a medida isolada de açúcares ou da acidez, pois ela indica o equilíbrio entre os componentes e indica o sabor dos frutos (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Os valores da ratio

SS/AT variaram de 74,71 a 118,51 (Figura 3C), sendo superiores aos observados por Oldoni et al. (2018) (46,07 a 77,57) e Silva et al. (2009) (77,5) para a cv. Palmer, com avaliação realizada com frutos completamente maduros, condição semelhante ao do presente trabalho.

Para o ácido ascórbico (AA) não foi possível ajustar a nenhum modelo de regressão com resposta biológica, porém é possível verificar que o teor de AA apresentou valor médio de 30,23 mg 100 g⁻¹, estando dentro da faixa registrada por Machado et al., (2007) (10,78 a 67,67 mg 100 g⁻¹), porém inferiores ao valor médio observado por Alves et al. (2010) (45,27 mg 100 g⁻¹). O incremento no teor de AA pode ser explicado devido aos ácidos orgânicos e açúcares presentes em fontes orgânicas, como as SH, que tendem a aumentar o teor de vitamina C nos frutos (FREIRE et al., 2010). A vitamina C está entre os bioativos mais importantes para o fortalecimento do sistema imunológico, exercendo assim ação preventiva contra doenças do trato respiratório (BERGMANN, 2021).

CONCLUSÕES

A qualidade de frutos de mangueira é influenciada pelas substâncias húmicas e paclobutrazol.

As substâncias húmicas promovem incrementos significativos no número de frutos por planta, pH, sólidos solúveis e na relação SS/AT, além de redução na espessura da casca de frutos de mangueira.

É possível verificar que para a dose de 2 mL por metro linear de copa de PBZ, os parâmetros físico-químico de qualidade de frutos apresentaram resultados satisfatórios, podendo-se recomendar o uso.

O uso de substâncias húmicas associado ao paclobutrazol pode ser uma alternativa importante para a produção de mangueira no semiárido.

REFERÊNCIAS

- AULAR, J.; NATALE, W. Nutrição mineral e qualidade do fruto de algumas frutíferas tropicais: goiabeira, mangueira, bananeira e mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 4, p. 1214-1231, 2013.
- ALBUQUERQUE, J.A.; ALMEIDA, J.A.; GATIBONI, L.C.; ELTZ, F.L.F. Atividades agrícolas de produção em solos frágeis no Sul do Brasil. in: KLAUBERG FILHO, O.; MAFRA, A. L.; GATIBONI, L.C. Tópicos em ciência do solo. Viçosa, MG: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2011. p. 367-403.
- 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, J.A.; NASSUR, R.C.M.R.; PIRES, C.R.F.; ALCÂNTARA, E.M.; GIANNONI, J.A.; LIMA, L.C.O. Cinética de degradação de vitamina C em mangas 'Palmer' minimamente processadas armazenadas em diferentes temperaturas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.34, n.3, p.714-721, 2010.
- ARAÚJO, J. L. P.; GARCIA, J. L. L. Estudo do mercado da manga na União Europeia. **Revista Econômica do Nordeste**, v.43, n.2, p.189-308, 2012.
- BATISTA, P. F.; LIMA, M. A. C.; TRINDADE, D. C. G.; ALVES, R. E. Quality of different tropical fruit cultivars produced in the Lower Basin of the São Francisco Valley. **Revista Ciência Agronômica**, v.46, n.1, p.176-184, 2015.
- 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.
- BARMAN, P.; MISHRA, D. Tip pruning for synchronized vegetative growth and controlling alternate bearing in mango (*Mangifera indica*). **Indian Journal of Agricultural Sciences**, v. 88, n. 4, p. 621-627, 2018.

BERGMANN, A. R. Benefícios do consumo de frutas fontes de vitamina C para o fortalecimento do sistema imunológico, associado ao COVID-19: uma revisão de literatura. **Revista Thema**, v. 20, p. 102-111, 2021.

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, Poder Executivo, Brasília, DF, 10 jan. 2000.

BRECHT, J.K; SARGENT, S, A; KADER, A, A; MITCHAM E, J; MAUL, F; BRECHT, P, E; MENOCA, O. Mango postharvestbest management practices manual. **UF/IFAS Extension**, Florida, USA, 2017.

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.

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.

CARNEIRO, A, M; LIMA, N, M, A; CAVALCANTE, L, H, I; SOUSA, M, S, K; OLDONI, A, C, F; BARBOSA, S, K. Production and quality of mango fruits cv. Tommy Atkins fertigatedwithpotassium in semi-arid region. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 40, n.5, 2018.

CARVALHO, A. M. X.; MENDES, F. Q.; MENDES, F. Q.; TAVARES, L. F. SPEED Stat: a free, intuitive, and minimalist spreadsheet program for statistical analyses of experiments. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 20 n. 3, p. e327420312, 2020.

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

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.

EL-HOSEINY, H. M., HELALY, M. N., ELSHEERY, N. I.; ALAM-ELDEIN, S. M. Humic acid and boron to minimize the incidence of alternate bearing and improve the productivity and fruit quality of mango trees. **HortScience**, v. 55, n. 7, p. 1026-1037, 2020.

FREIRE, L. O.; CAVALCANTE, L. F.; REBEQUI, A. M.; DIAS, T. J.; NUNES, J. C. CAVALCANTE, Í. H. L. Atributos qualitativos do maracujá-amarelo produzido com água salina, biofertilizante e cobertura morta no solo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 5, n. 1, p.102-110, 2010.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1613>>. Acesso em: agosto de 2022.

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

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.

MACHADO, S.S.; TAVARES, J.T.Q.; CARDOSO, R.L. Caracterização de polpas de frutas tropicais congeladas comercializadas no Recôncavo Baiano. **Ciência Agrônoma**, Fortaleza, v.38, p.158-163, 2007.

MAGGI, B. B. Plano nacional de desenvolvimento da fruticultura. Ministro de Estado do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento-**MAPA**. p. 14, 2018.

MODESTO, H, J. Produtividade, sazonalidade e análises tecnológicas de frutos de cultivares de mangueira em condições subtropicais. 2013. 65 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu, 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.

OLIVEIRA, G. P. Use of paclobutrazol in mango production. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 9, n. 7, p. e939975183, 2020.

PERECIN, D; CARGNELUTTI FILHO, A. Efeitos por comparações e por experimento em interações de experimentos fatoriais. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 32, n. 1, p. 68-72, 2008.

QUAGGIO, J.A.; RAIJ, B.V.; PIZA JUNIOR, C.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. **Instituto Agrônômico**. Campinas SP. p. 121-130, 1997.

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

REDDY, Y. T. N.; SHIVU PRASAD, S. R.; UPRETI, K. K. Effect of paclobutrazol on fruit quality attributes in mango (*Mangifera indica* L.) cv. Totapuri. **Journal of Horticultural Sciences**, v. 8, n. 2, p. 236-239, 2013.

SANTOS, S. A.; SANTOS, A. M. .Panorama da susceptibilidade à erosão dos solos em municípios do semiárido de pernambuco. **Revista Equador**, Piauí, v. 10, n 3, p. 01-25, 2021.

SILVA, F.C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2ª. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 627 p. 2009.

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

SILVA, A. C.; SOUZA, A. P.; LEONEL, S.; SOUZA, M. E.; RAMOS, D. P.; TANAKA, A. A. Growth and flowering of five mango cultivar under subtropics

conditions of Brazil. **American Journal of Plant Sciences**, v.5, n.3, p.393-402, 2014.

SOUZA, M, L, M. Transporte e sorção do agroquímico paclobutrazol em solos irrigados cultivados com manga. 2006. 144 f. **Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, 2006.

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. **EmbrapaSemiárido**, p. 12, 2018.

TEIXEIRA, C, P; DONAGEMMA, K, G; FONTANA, A; TEIXEIRA, G, W; Manual de métodos de análises de solo. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF. Embrapa, 2017.

YEOMANS, J.C. & BREMNER, J.M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Comm. Soil Sci. Plant Anal.**, 19:1467-1476, 1988.

ZENEBON, O.; PASCUET, N.S.; TIGLEA, P. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4.ed. São Paulo: **Instituto Adolfo Lutz**, 2008. p.1002.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de substâncias húmicas associado com paclobutrazol para inibir a biossíntese de giberelina e, conseqüentemente, o crescimento vegetativo, além de promover a floração, apresenta-se como uma excelente alternativa no manejo da cultura da mangueira cv. Palmer em condições semiáridas, influenciando o estado nutricional da cultura, número de frutos por planta e a qualidade dos frutos de mangueira. No entanto, pesquisas adicionais, repetidas por vários ciclos e para várias cultivares de mangueira, devem ser realizadas para aperfeiçoar a sua aplicação.