



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS – GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

FERNANDO ANTONIO LIMA GOMES

**PORTA-ENXERTOS E CULTIVARES DE MANGUEIRA INFLUENCIAM O ESTADO
NUTRICIONAL DA PLANTA E A FERTILIDADE DO SOLO**

AREIA

2023

FERNANDO ANTONIO LIMA GOMES

**PORTA-ENXERTOS E CULTIVARES DE MANGUEIRA INFLUENCIAM O ESTADO
NUTRICIONAL DA PLANTA E A FERTILIDADE DO SOLO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Agronomia. Área de Concentração: Agronomia Tropical.

Linha de Pesquisa: Ciência e Tecnologia da produção de Culturas.

Orientador: Prof. Dr. Italo Herbert Lucena Cavalcante

AREIA

2023

**Catálogo na publicação Seção de
Catálogo e Classificação**

G633p Gomes, Fernando Antonio Lima.

Porta-enxertos e cultivares de mangueira influenciam estado nutricional da
planta e a fertilidade do solo

/ Fernando Antonio Lima Gomes. - Areia:UFPB/CCA, 2023.

118 f. : il.

Orientação: Italo Hebert Lucena Cavalcante. Tese (Doutorado)
- UFPB/CCA.

UFPB/CCA-AREIA

CDU 631/635(043.2)

Elaborado por LUCIANNNA SILVESTRE DE CASTRO AZEVÊDO - CRB-15/973

FERNANDO ANTONIO LIMA GOMES

**PORTA-ENXERTOS E CULTIVARES DE MANGUEIRA INFLUENCIAM O
ESTADO NUTRICIONAL DA PLANTA E A FERTILIDADE DO SOLO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Agronomia. Área de Concentração: Agronomia Tropical. Linha de Pesquisa: Ciência e Tecnologia da produção de Culturas.

Aprovado em: 24 / 02 / 2023

BANCA EXAMIDADORA

Documento assinado digitalmente
 ITALO HERBERT LUCENA CAVALCANTE
Data: 24/02/2023 13:16:01-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dr. Italo Herbert Lucena Cavalcante
(Orientador)

Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

Documento assinado digitalmente
 WALTER ESFRAIN PEREIRA
Data: 24/02/2023 17:59:54-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dr. Walter Esfrain Pereira
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

Documento assinado digitalmente
 FRANCISCO PINHEIRO LIMA NETO
Data: 27/02/2023 15:10:17-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Pesquisador Dr. Francisco Pinheiro Lima Neto
Embrapa Semiárido (EMBRAPA)

Documento assinado digitalmente
 AUGUSTO MIGUEL NASCIMENTO LIMA
Data: 26/02/2023 16:03:56-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dr. Augusto Miguel Nascimento Lima
Universidade Federal do Vale do São Francisco
(UNIVASF)

Documento assinado digitalmente
 EVANDRO FRANKLIN DE MESQUITA
Data: 02/03/2023 08:29:02-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dr. Evandro Franklin de Mesquita
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

À minha mãe, Zélia Batista Lima Gomes, e meu pai, João Oliveira Gomes, por ser minha fonte de inspiração e por está comigo em todas as etapas de minha vida e pelos os ensinamentos para minha formação pessoal e profissional.

A minha avô, Benedita do Carmo Lima (in memoriam) por ter sido um exemplo batalha, amor, caráter e honestidade.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades de chegar a esse momento ímpar em minha vida pessoal e profissional. A nossa senhora e seu manto sagrado por sempre estar derramando graças e abençoando a minha vida junto como senhor Jesus Cristo.

A Nossa senhora do perpétuo do Socorro, Santo Antônio e São José por ser meus santos de devoção e sempre estarem me abençoando.

Aos meus pais João Oliveira Gomes e Zélia Batista Lima Gomes, por serem sempre minha base e referência, serem meu porto seguro em todas as fases de minha vida!

Ao meu irmão Yuri Batista Lima Gomes, pelo companheirismo e cumplicidade.

A minha Esposa Gerlânia de Melo Paiva, por ser minha base estrutural, meu porto seguro e toda minha confiança, a qual foi primordial para a conquista desse sonho.

A toda minha família e a da minha esposa, em especial minha sogra Vera Lúcia, suas tias e seus primos em especial a Murilo e Marcelo pela atenção, presteza e ensinamentos transmitidos. Agradeço ainda pelo apoio durante toda essa jornada acadêmica e por compreenderem meus momentos de ausência.

Aos amigos que construí em Campina Grande, pessoas de imensuráveis qualidades em especial a Anderson, Samuel, Damião, Jefferson, Vavá (*in memoriam*).

À Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, pela oportunidade de conviver em um ambiente único, com uma estrutura e profissionais que me capacitaram para enfrentar o mundo lá fora. Agradeço também a oportunidade de viver em um ambiente complexo, político e heterogêneo no campo das concepções e ideias.

À Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), Campus de Ciências Agrárias, pela estrutura laboratorial cedida para realização de todas as fases experimentais e para as análises referentes ao projeto de tese.

Ao Professor e orientador, Dr. Ítalo Herbert Lucena, pela confiança, paciência, conselhos e contribuições para esse trabalho, exemplo de um grande profissional, meu profundo e eterno agradecimento.

À técnica de Laboratório Monica Cristina Rezende Zuffo Borges, por ter sido

essencial em minhas análises de laboratório que mesmo com a pandemia se propôs a me ajudar e me ensinar todos os procedimentos necessários para a realização de todas as análises e seus conhecimentos foram fundamentais e importante para minha vida profissional.

Ao Professor José Alves Barbosa (*In memoriam*), por ter sido meu primeiro orientador de minha vida acadêmica e que me apaixonei na pesquisa e tive muito conhecimentos por seus incentivos.

Aos amigos do PPGA, em especial a Valéria Fernandes, Adriana Santos, José Manoel, Albert Einstein, Adjair Silva, João Paulo, Josevan Andrade, entre outros, pelos bons momentos compartilhados, essenciais para que essa caminhada se tornasse mais leve.

Aos amigos que tive nessa longa caminhada.

Agradeço ao grupo de Pesquisa Fruticultura no Vale do São Francisco, e em especial aos que contribuíram diretamente na execução deste projeto: Adriana Santos, Maiara Tatiane, Ana Paulo, Jackson Lobo, Walber Santos, Whesley Moraes, Lucas Soares, Talison Sousa, Murilo Henrique, Jaciele Lira, Renata Amariz, Gustavo Luna e dentre outros membros desse grupo maravilhoso.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UFPB e a todos os seus professores.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de doutorado que foi de extrema importância para realização desse sonho. Aos membros da banca examinadora de exame de qualificação e de tese, por ter aceitado o convite e as valiosas contribuições, essenciais para a finalização deste trabalho.

A todos que de forma direta ou indiretamente contribuíram para a finalização desta etapa.

MUITO OBRIGADO!

“Louvado seja nosso senhor Jesus Cristo.”

RESUMO

Mangifera indica é pertencente da família Anacardiaceae, destacando-se pelo seu potencial na fruticultura, considerada a sexta fruta mais produzida e a mais exportada do Brasil. As altas produtividades da cultura da mangueira no Brasil se devem à tecnologia aplicada à cultura, bem como à implantação de pomares através de mudas advindas de propagação vegetativa do método de enxertia no qual traz maiores desenvolvimento e precocidades as plantas cultivadas em campo, além do programa de adubação que permite maior desenvolvimento e crescimento tanto nas mudas e durante a fase de estabelecimento do pomar em campo. Nesse sentido, este estudo foi dividido em 3 capítulos. O capítulo I avaliou o estado nutricional de mudas de mangueira 'Palmer', 'Tommy Atkins', 'Kent' e 'Keitt' enxertadas sobre porta-enxertos poliembrionários Capucho, Coquinho e Espada. O capítulo II avaliou o estado nutricional das mangas 'Palmer', 'Tommy Atkins', 'Kent' e 'Keitt' enxertadas sobre os porta-enxertos poliembrionários Capucho, Coquinho e Espada durante o estabelecimento em cultivo adensado no Vale do São Francisco. No Capítulo III, objetivou-se avaliar a fertilidade do solo do pomar de manga na fase de estabelecimento. O experimento foi conduzido em duas fases, no viveiro de fruticultura do Campus de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), em Petrolina-PE e em um pomar experimental do setor de fruticultura da UNIVASF. Foram determinados os macro, micronutrientes e elementos benéficos com as seguintes variáveis Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Zinco (Zn), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Molibdeno (Mo), Sódio (Na) e Silício (Si) e considerando a fertilidade do solo foram determinado as variáveis de Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Zinco (Zn), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Sódio (Na), Potencial Hidrogeniônico (pH), Condutividade Elétrica (CE) Acidez Total (H+Al) e Alumínio Trocável (Al+). Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e posteriormente ao teste da média. Os resultados mostraram que os teores foliares para a interação dos macronutrientes (N, P, K, Ca), micronutrientes (Cu e Fe) e silício (Si) dependem da combinação da copa (Tommy Atkins, Palmer, Keitt e Kent) x porta-enxerto (Espada, Capucho e Coquinho) na fase de muda no viveiro; para a fase de estabelecimento no campo, determinação dos efeitos do porta-enxerto sobre cada cultivar de manga, foram realizadas três coletas de folhas para avaliar o estado nutricional das plantas. As coletas foram realizadas aos 180, 360, 540 dias após o transplante (DAT), que correspondem aos meses de novembro de 2020 (1ª coleta), maio de 2021 (2ª coleta) e novembro de 2021 (3ª coleta). Os teores foliares com 180 DAT, apresentaram interação para os macronutrientes K, Ca e Mg, micronutrientes Zn e o elemento benéfico Na, com 360 DAT prevaleceu interação para macronutrientes N e Ca, micronutriente (Zn), e aos 540 DAT consolidou a interação macronutrientes Ca e Mg, micronutrientes Zn, dependendo da combinação copa (Tommy Atkins, Palmer, Keitt e Kent) x porta-enxerto (Espada, Capucho e Coquinho); e para os resultados na fertilidade do solo na fase de estabelecimento do pomar no campo com 180 DAT houve interação para pH e H+Al; já com 360 DAT prevaleceram os valores significativos na interação para o macronutriente Ca²⁺, micronutriente Cu²⁺ e H+Al e na terceira coleta consolidou-se a interação para o pH. Os valores de EC e H+Al e os teores de P, K, Mg, Zn e Mn, independentemente da data de avaliação (180, 360, 540 DAT), independem das cultivares de dossel e porta-enxertos.

Palavras-Chave: Mangifera indica; propagação vegetativa; vale do São Francisco; teores foliares; fase de estabelecimento.

ABSTRACT

Mangifera indica belongs to the Anacardiaceae family, standing out for its potential in fruit growing, considered the sixth most produced fruit in Brazil and the most exported in the country. The high productivity of the mango crop in Brazil is due to the technology applied to the crop, as well as the implantation of orchards through seedlings resulting from the vegetative propagation of the grafting method, which brings greater development and precocity to the plants cultivated in the field, in addition to the program of fertilization that allows greater development and growth both in the seedlings and during the establishment phase of the orchard in the field. In this sense, this study was divided into 3 chapters. Chapter I evaluated the nutritional status of 'Palmer', 'Tommy Atkins', 'Kent' and 'Keitt' mango seedlings grafted on Capucho, Coquinho and Espada polyembryonic rootstocks. Chapter II evaluated the nutritional status of 'Palmer', 'Tommy Atkins', 'Kent' and 'Keitt' mangoes grafted onto polyembryonic rootstocks Capucho, Coquinho and Espada during establishment in dense cultivation in the São Francisco Valley. In Chapter III, the objective was to evaluate the soil fertility of the mango orchard in the establishment phase. The experiment was carried out in two phases, in the fruit nursery of the Campus of Agricultural Sciences of the Federal University of Vale do São Francisco (UNIVASF), in Petrolina-PE and in an experimental orchard of the fruit sector of UNIVASF. Macro, micronutrients and beneficial elements were determined with the following variables Nitrogen (N), Phosphorus (P), Potassium (K), Calcium (Ca), Magnesium (Mg), Zinc (Zn), Copper (Cu), Iron (Fe), Manganese (Mn), Molybdenum (Mo), Sodium (Na) and Silicon (Si) and considering the fertility of the soil, the variables of Phosphorus (P), Potassium (K), Calcium (Ca), Magnesium (Mg), Zinc (Zn), Copper (Cu), Iron (Fe), Manganese (Mn), Sodium (Na), Hydrogenion Potential (pH), Electrical Conductivity (EC) Total Acidity (H+Al) and Exchangeable Aluminum (Al⁺). The results obtained were submitted to analysis of variance and subsequently to the mean test. The results showed that the leaf contents for the interaction of macronutrients (N, P, K, Ca), micronutrients (Cu and Fe) and silicon (Si) depend on the combination of canopy (Tommy Atkins, Palmer, Keitt and Kent) x door -grafting (Espada, Capucho and Coquinho) in the seedling phase in the nursery; for the establishment phase in the field, determination of the effects of the rootstock on each mango cultivar, three collections of leaves were carried out to evaluate the nutritional status of the plants. Collections were performed at 180, 360, 540 days after transplantation (DAT), which correspond to the months of November 2020 (1st collection), May 2021 (2nd collection) and November 2021 (3rd collection). the leaf contents with 180 DAT, presented interaction for the macronutrients K, Ca and Mg, micronutrients Zn and the beneficial element Na, with 360 DAT prevailed interaction for macronutrients N and Ca, micronutrient (Zn), and at 540 DAT consolidated the interaction macronutrients Ca and Mg, Zn micronutrients, depending on the canopy combination (Tommy Atkins, Palmer, Keitt and Kent) x rootstock (Espada, Capucho and Coquinho); and for the results on soil fertility in the orchard establishment phase in the field with 180 DAT there was interaction for pH and H+Al; already with 360 DAT, significant values prevailed in the interaction for the macronutrient Ca²⁺, micronutrient Cu²⁺ and H+Al and in the third collection the interaction for pH was consolidated. EC and H+Al values and P, K, Mg, Zn and Mn contents, regardless of the evaluation date (180, 360, 540 DAT), are independent of canopy cultivars and rootstocks.

Keywords: *Mangifera indica*; vegetative propagation; San Francisco valley; leaf contents; establishment phase.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

- Figura 1 – Teores foliares de N (A), P (B), K (C) e Ca (D) de mudas de mangueiras em função de cultivar copa (Keitt, Palmer, Kent e Tommy Atkins) e porta-enxerto (Espada, Capucho e Coquinho).. 38
- Figura 2 – Teores foliares de Cu (A) e Fe (B) de mudas de mangueiras em função de cultivar copa (Keitt, Palmer, Kent e Tommy Atkins) e porta-enxerto (Espada, Capucho e Coquinho).. 49
- Figura 3 – Teores foliares de Si de mudas de mangueiras em função de cultivar copa (Keitt, Palmer, Kent e Tommy Atkins) e porta-enxerto (Espada, Capucho e Coquinho). 52

CAPÍTULO II

- Figura 1 – Temperatura (T °C), umidade relativa do ar (UR%), radiação solar global (MJ m⁻² dia⁻¹) e pluviosidade (mm) registrados durante a realização do experimento (2020 A, e 2021B). 65
- Figura 2 – Teores foliares de N aos 360 DAT em plantas de mangueiras em pomar adensado em função de cultivares copa (Keitt, Palmer, Kent e Tommy Atkins) e porta enxerto (Espada, Capucho e Coquinho).. 70
- Figura 3 – Teores foliares de K com 180 e 360 DAT em plantas de mangueiras em função de cultivares copa (Keitt, Palmer, Kent e Tommy Atkins) e porta enxerto (Espada, Capucho e Coquinho).. 74
- Figura 4 – Teores foliares de Ca com 180, 360, 540 DAT de plantas mangueiras em função de cultivares copa (Keitt, Palmer, Kent e Tommy Atkins) e porta enxerto (Espada, Capucho e Coquinho). 75
- Figura 5 – Teores foliares de Mg com 180 DAT e 540 DAT em plantas de mangueiras em função de cultivares copa (Keitt, Palmer, Kent e Tommy Atkins) e porta enxerto (Espada, Capucho e Coquinho).. 77
- Figura 6 – Teores foliares de Zn aos 180, 360, 540 DAT em plantas de mangueiras em função de cultivares copa (Keitt, Palmer, Kent e Tommy Atkins) e porta enxerto (Espada, Capucho e Coquinho).. 82
- Figura 7 – Teores foliares de Na em plantas mangueiras em cultivo adensado em função de cultivares copa (Keitt, Palmer, Kent e Tommy Atkins) e porta enxerto (Espada, Capucho e Coquinho).. 85

CAPÍTULO III

- Figura 1 – Temperatura (T °C), umidade relativa do ar (UR%), radiação solar global (MJ m⁻² dia⁻¹) e pluviosidade (mm) registrados durante a realização do experimento (2020 A, e 2021B).. 95

Figura 2 – Teores de Ca^{2+} , + trocável do solo com 360 DAT em função de cultivares copa (Keitt, Palmer, Kent e Tommy Atkins) e porta enxerto (Espada, Capucho e Coquinho).....	104
Figura 3 – Teor de Cu trocável do solo referente a 360 DAT em função de cultivares copa (Keitt, Palmer, Kent e Tommy Atkins) e porta-enxerto(Espada, Capucho e Coquinho).....	106
Figura 4 – Valores de pH no solo com 180 e 540 DAT de mangueiras em função de cultivares copa (Keitt, Palmer, Kent e Tommy Atkins) e porta enxerto (Espada, Capucho e Coquinho.	109
Figura 5 – Valores de H^+ Al do solo com 180 e 360 DAT em função de cultivares copa (Keitt, Palmer, Kent e Tommy Atkins) e Porta-Enxerto (Espada, Capucho e Coquinho)	111

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1 – Síntese da análise de variância (valor ‘F’) para os teores foliares de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S), micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn, Zn), sódio e silício em função de diferentes porta-enxertos (PE) e cultivares copa (CC) de mangueira durante sua fase de muda	37
Tabela 2 – Valores médios e faixas de suficiência (Ref.1 e Ref.2) para os teores foliares de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S) em função de diferentes porta-enxertos (PE) e cultivares copa de mangueira durante sua fase de muda.....	40
Tabela 3 – Teores foliares de Si de mudas de mangueiras em função de cultivar copa (Keitt, Palmer, Kent e Tommy Atkins) e porta-enxerto (Espada, Capucho e Coquinho).....	46

CAPÍTULO II

Tabela 1 – Atributos químicos do solo na camada de 0,0 – 0,30 m do pomar experimental demangueira.....	66
Tabela 2 – Síntese da análise de variância (valor ‘F’) para teores foliares de macronutrientes (N, P, K, Ca e Mg) aos 180, 360 e 540 dias após o transplântio em função de diferentes porta-enxertos (PE) e cultivares de copa (Cc) de mangueira em cultivo adensado durante o estabelecimento.	69
Tabela 3 – Valores médios e faixa de suficiência para os teores foliares de macronutrientes (N, P, K, Ca e Mg) aos 180, 360 e 540 dias após o transplântio em função de diferentes porta-enxertos (PE) e cultivares de copa (Cc) de mangueira em cultivo adensado durante o estabelecimento..	72
Tabela 4 – Síntese da análise de variância (valor ‘F’) para teores foliares de micronutrientes (Cu, Zn, Mn e Fe) e do Na aos 180, 360 e 540 dias após o transplântio em função de diferentes porta-enxertos (PE) e cultivares de copa (Cc) de mangueira em cultivo adensado durante o estabelecimento..	79
Tabela 5 – Valores médios e faixa de suficiência para os teores foliares de macronutrientes (Cu, Zn, Mn e Fe) aos 180, 360 e 540 dias após o transplântio em função de diferentes porta-enxertos (PE) e cultivares de copa (Cc) de mangueira em cultivo adensado durante o estabelecimento... ..	81

CAPÍTULO III

Tabela 1 – Atributos químicos do solo na camada de 0 - 30 cm do pomar experimental de mangueira	95
Tabela 2 – Síntese da análise de variância (valor ‘F’) para teores P, K, Ca e Mg no solo aos 180, 360 e 540 dias após o transplântio em função de diferentes porta-enxertos (PE) e cultivares de copa (Cc) de mangueira em cultivo adensado durante a fase do estabelecimento do pomar ..	99
Tabela 3 – Síntese da análise de variância (valor ‘F’) para teores Zn, Mn e Fe) aos 180, 360 e 540 dias após o transplântio em função de diferentes porta-enxertos (PE) e cultivares de copa (Cc) de mangueira em cultivo adensado durante a fase do estabelecimento....	100
Tabela 4 – Síntese da análise de variância (valor ‘F’) para os valores de pH, condutividade elétrica acidez potencial (H+Al), Sódio (Na) e acidez trocável (Al ³⁺) aos 180, 360 e 540 dias após o transplântio em função de diferentes porta-enxertos (PE) e cultivares de copa (Cc) de mangueira em cultivo adensado durante o estabelecimento.....	101

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	15
	REFERÊNCIAS	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1	ASPECTOS GERAIS DA CULTURA DA MANGUEIRA	18
2.2	PRODUÇÃO DE MUDAS DE MANGUEIRA	20
2.3	NUTRIÇÃO DA CULTURA DA MANGUEIRA	21
	REFERÊNCIAS	21
	PORTA-ENXERTOS NO ESTADO NUTRICIONAL DE MUDAS DAS PRINCIPAIS CULTIVARES DE MANGUEIRA DO VALE DO SÃO FRANCISCO Erro! Indicador não definido. 31	
	RESUMO	31
	ABSTRACT	32
	INTRODUÇÃO	33
	MATERIAL E MÉTODOS	33
	RESULTADOS E DISCUSSÕES	34
	CONCLUSÕES	54
	REFERÊNCIAS	54
	PORTA-ENXERTOS NO ESTADO NUTRICIONAL DAS PRINCIPAIS CULTIVARES DE MANGUEIRA EM CULTIVO ADENSADO DURANTE O ESTABELECIMENTO Erro! Indicador não definido. 61	
	RESUMO	61
	ABSTRACT	62
	INTRODUÇÃO	63
	MATERIAL E MÉTODOS	65
	RESULTADO E DISCUSSÕES	68
	CONCLUSÕES	86
	REFERÊNCIAS	87
	FERTILIDADE DO SOLO EM CULTIVO ADENSADO DE MANGUEIRAS EM FUNÇÃO DO PORTA-ENXERTO.DURANTE O ESTABELECIMENTO	91
	RESUMO	91
	ABSTRACT	92
	INTRODUÇÃO	93
	MATERIAL E MÉTODOS	94

RESULTADO E DISCUSSÕES.....	98
CONCLUSÕES.....	112
REFERÊNCIAS.....	113
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	118

1 INTRODUÇÃO GERAL

A cultura da mangueira (*Mangifera indica* L.) é pertencente à família da Anacardiácea, e tem sido cultivada principalmente em países tropicais. Dessa forma é registrado cerca de 1000 cultivares de mangueira de forma global, considerando que são comercializadas em cerca de 87 países. A cultura apresenta aproximadamente área de 3,7 milhões em todo o mundo (SAMANTA et al., 2019).

O Brasil é o sétimo maior produtor de manga e esta é a fruta mais exportada pelo país (KIST et al., 2021), destinada majoritariamente para a União Européia. A maior parte da produção nacional de manga é colhida na região Nordeste, especificamente no Vale do Submédio São Francisco com aproximadamente 70% da produção gerada em Petrolina–PE e Juazeiro–BA (IBGE, 2022).

A propagação vegetativa da cultura da mangueira tem por finalidade a formação de mudas e do estabelecimento de pomares comerciais no campo, que diretamente influencia na adaptabilidade edafoclimática, longevidade, produtividade e qualidade dos frutos (SANTOS et al., 2009).

Os porta-enxertos poliembriônicos são conhecidos por herdarem a uniformidade genética da planta mãe (DEIVASIGAMANI et al., 2019). Os porta-enxertos tem papel importante no cultivo das frutíferas, pois influencia a arquitetura da copa, adaptabilidade das condições climáticas adversas, absorção de nutrientes, floração, produção e qualidade de frutos. Além disso, os porta-enxertos também podem ser utilizados para o cultivo de plantio adensado e aumentando a resistência a estresses bióticos e abióticos, como incidência de pragas e doenças, seca, salinidade, infecções por nematoides, estresse térmico e estresse nutricional (REDDY et al., 2003). Nesse caso os porta-enxerto é apresentado como alto grau de compatibilidade e resistência a principais estresses bióticos (pragas e doenças) e abióticos (luz, calor, salinidade, seca, alagamento e temperatura tolerância, etc.) (SANTHI, 2020).

Para a formação de porta-enxertos, a realização da adubação em mudas é importante, pois, visa o suprimento dos nutrientes para se atingir as condições ideais e vigor (GALVÃO et al., 2016). Para o crescimento e desenvolvimento de pomares formado por porta enxertos é importante obter informações sobre a fertilidade do solo, para assim se determinar os melhores níveis de adubação e a época mais indicada para aplicação dos fertilizantes, permitindo assim estabelecer programas de adubações mais eficientes (DAMATTO et al., 2011).

Os elementos essenciais (macro e micronutrientes) tem a função de melhora o desenvolvimento da planta em relação os pigmentos fotossintéticos, DNA, RNA, aminoácidos, vitaminas, antioxidantes, açúcares, biossíntese do metabolismo vegetal, divisão celular, desenvolvimento da parede e para a maioria dos compostos relacionados com enzimas. Também estão envolvidos na biossíntese dos hormônios vegetais como IAA, GA3, citocininas, ABA e etileno. flor, frutificação, desenvolvimento do fruto, queda e amadurecimento do fruto que se é determinada pela disponibilidade de nutrientes exigido pela cultura (BAKRY et al., 2021).

Buscando entender a interação entre as principais combinações de porta enxerto e cultivares de copa com a nutrição mineral para a cultura da mangueira cultivada em região semiárida, Amariz (2022), estudando o estado nutricional de mudas mangueira cultivar ‘Shelly’, ‘Omer’ e ‘Agam’ enxertadas nos porta-enxertos poliembriônicos ‘Coquinho’ e ‘Espada’, Observou-se efeito dos porta-enxertos no estado nutricional, especificamente nos teores de K, P e Cu foliares.

Nesse sentido, esse estudo foi dividido em 3 capítulos. No capítulo I, buscou-se avaliar o estado nutricional e a nutrição mineral das mudas de mangueira ‘Palmer’, ‘Tommy Atkins’, ‘Kent’ e ‘Keitt’ enxertadas nos porta-enxertos poliembriônicos capucho, coquinho e espada. No capítulo II, objetivou-se avaliar o estado nutricional de mangueiras ‘Palmer’, ‘Tommy Atkins’, ‘Kent’ e ‘Keitt’ enxertadas nos porta-enxertos poliembriônicos capucho, coquinho e espada durante a fase de estabelecimento no campo em cultivo adensado no Vale do São Francisco. Já no capítulo III, objetivou-se avaliar a fertilidade do solo de um pomar adensado de mangueira ‘Palmer’, ‘Tommy Atkins’, ‘Kent’ e ‘Keitt’ enxertadas nos porta enxertos poliembriônicos capucho, coquinho e espada.

REFERÊNCIAS

AMARIZ, R. A. **uso dos porta-enxertos coquinho e espada para cultivo de mangueiras israelenses no vale do São Francisco**. 2022. 90f. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Fitotecnia), Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, 2022.

BAKRY, K. H. AMIRA, S. A.; EL-RAHMAN, A. Impact of Foliar Spray with some Nutrients on Growth, Nutritional Status and Productivity of ‘Golock’ Mango Trees Cultivar. **Journal of Plant Production**. V.12, n. 11, p. 1241-1246, 2021.

DAMATTO JÚNIOR, E. R.; BÔAS, R. L. V.; NOMURA, E. S.; FUZITANI, E.; GARCIA, V. A. Alterações nos teores nutri-cionais foliares de bananeira ‘prata-anã’ adubada com composto orgânico em cinco ciclos de produção. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, n.33,p. 692-698, 2011.

DEIVASIGAMANI, P.; VIJAYAKUMAR, R. M.; SOORIANATHASUNDARAM, K.; SANTHI, R. Morphological response of polyembryonic mango rootstocks (*Mangifera indica* L.) to different salt levels. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**. V.8, n.3, p. 3420-3423, 2019.

GALVÃO, J. R.; VIÉGAS, I. J. M.; OLIVEIRA, J. P.; SILVA, D. R.; YAKUWA, T. K. M.; RIBEIRO, F. R. Crescimento de porta-enxertos de Seringueira e teores de Macronutrientes em um latossolo amarelo da Amazônia. **Revista Inova Ciência & Tecnologia**. V .2, n. 3, p. 14-21, 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2022. Produção Agrícola Municipal, 2020. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/>>. Acesso em 21 de Dezembro de 2022.

KIST, B. B.; CARVALHO, C.; BELING, R. R. 2021. Anuário Brasileiro de horti&fruti 2021. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2022.

REDDY, Y.T.N; KURIAN, R.M; RAMACHANDER P.R; SINGH, G; KOHLI, R. R. Long-term effects of rootstocks on growth and fruit yielding patterns of ‘Alphonso’ mango (*Mangifera indica* L.). **Scientia Horticulturae**. V.97, n.2, p.95-108, 2003.

SAMANTA, S.; CHANDA, R.; GANGULI, S.; REDDY, A. G.; BANEJEE, J. Anti-diabetic activity of mango (*Mangifera indica*): a review. **MOJ Bioequivalence & Bioavailability**. v. 6, n. 2, p.23- 26, 2019.

SANTHI, V. P.; NIRESHKUMAR, N.; VASUGI, C.; PARTHIBAN, S.; MASILAMANI, P. Role of rootstocks to mitigate biotic and abiotic stresses in tropical and subtropical fruit crops:A review. **International Journal of Chemical Studies**. V. 8, n.5, p. 499-510, 2020.

SANTOS, J. P.; SANTANA, C. V. da S.; SILVA, M. A.; ROCHA, R. de C. Emergência e taxade poliembrionia em sementes de mangueira (*Mangifera indica*), cultivar manguita e espada, com e sem tegumento. **Revista Verde**. v.4, n.4, p.49-53, 2009.

SILVA, L. S.; SOUSA, K. Â. O.; PEREIRA, E. C. V.; ROLIM, L. A.; CUNHA, J. G.; SANTOS, M. C.; CAVALCANTE, Í. H. L. Advances in mango ‘Keitt’ production system: PBZ interaction with fulvic acids and free amino acids. **Scientia Horticulturae**, v. 277, p. 109787, 2021.2.

REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ASPECTOS GERAIS DA CULTURA DA MANGUEIRA

A mangueira é considerada uma espécie de cultivo tropical, que tem relevância na classe das frutas pelas qualidades nutricionais e organolépticas de seus frutos serem únicas (JESUS, 2020).

A mangueira pertencente à classe Dicotiledônea, família Anacardiácea e ao gênero *Mangifera*, considerada uma árvore perene e frutífera, com período juvenil que varia de 3 a 7 anos com possibilidade de alcançar aproximadamente 30 m de altura. O período de crescimento e amadurecimento do fruto varia de 100 a 150 dias (HAIDER et al., 2019).

O período de inflorescências nas mangueiras é bem caracterizado, pois, se apresentam com flores masculinas e hermafroditas, e uma proporção de 2:1, com a predominância das primeiras na base da panícula. A antese é diurna, assincrônica, com liberação de forte odor adocicado. As flores apresentam dicogamia, caracterizada pela deiscência das anteras 24 horas após a antese. A produção de néctar é contínua e em pequenas quantidades por flor (SIQUEIRA et al., 2008).

A mangueira é uma espécie arbórea frondosa, com porte médio a grande, e de copa simétrica, de formato arredondado e piramidal alta, que varia de baixa e densa a ereta e aberta, e com folhas sempre verdes. O sistema radicular é caracterizado por uma raiz pivotante e por raízes de superfície, as quais apresentam ramificações compostas por raízes finas e fibrosas (SANTOS-SEREJO, 2005). A profundidade do sistema radicular varia entre 1,2 a 1,8 m de profundidade (ROVIRA & RENGIFO, 1991).

A cultura da mangueira é considerada tolerante à baixa fertilidade, com isso possui, um sistema radicular bastante eficiente quanto a exploração do solo. Para os solos mais férteis é favorecido o desenvolvimento da planta e as altas produções (ALVAREZ & CASTRO, 1998). Os solos com altas profundidade são os mais recomendados para a irrigação e adubação das mangueiras, e pela elevada necessidade de oxigênio pelas raízes (FONSECA, 2002).

O cultivo da mangueira no Vale do São Francisco promove uma produção aproximada de 250.000 t por ano, correspondente a mais de 90% das exportações brasileiras dessa fruta in natura (AliceWeb, 2021) e contribuindo para que o Brasil seja o quarto maior exportador

mundial de manga com quase 10% do mercado (FAOSTAT, 2022) e Pernambuco o segundo maior estado exportador de frutas do Brasil. Adicionalmente, a manga é a terceira fruta mais exportada pelo Brasil tanto em volume (t) quanto em valor (US\$FOB) com incremento anual de 23,15% (FAOSTAT, 2022).

As principais cultivares de mangueira cultivadas comercialmente no Brasil são Tommy Atkins, Palmer, Keitt e Kent, que apresentam características muito distintas quanto a conformação de copa, precocidade, capacidade produtiva, qualidade de frutos e demanda nutricional (Rezende et al., 2022).

Originária da Flórida, EUA, a cultivar Kent possui árvore ereta copa aberta e vigor médio e produz frutos de formato oval, com peso entre 550 e 1000g, sua coloração pode variar entre o verde amarelado e o vermelho purpúreo, e o teor de sólidos solúveis pode atingir até 20,1° Brix. No entanto, a cultivar apresenta elevado índice de abscisão dos frutos, condição que pode comprometer a produtividade e a viabilidade econômica da produção (SINGH et al., 2005).

A cultivar Keitt também originada da Flórida, EUA, no ano de 1939, e considerada monoembriônica e medianamente resistente à antracnose. A planta tem um porte ereto e com ramos de crescimento longos e finos. O fruto é grande, com torno de 610 g, oval com ápice ligeiramente oblíquo, verde amarelado, corado de vermelho-róseo, que apresenta um bom sabor (19° Brix) e a fibra somente em volta da semente. A coloração do fruto pouco agrada o consumidor. Sua comercialização é realizada no mercado interno e externo. A relação polpa/fruto está em torno de 70%. Sua produção é tardia, permitindo prolongamento do período das safras, possuindo boa vida útil pós-colheita (COSTA & SANTOS, 2021).

A cultivar Palmer semi-anã, com copa aberta e sendo originada da Flórida, EUA, no ano de 1945. Seus frutos possuem casca roxa, quando “de vez”, e vermelhos, quando maduros. A polpa é considerada amarelada, firme, com bom sabor (21,6° Brix), com pouca ou nenhuma fibra. A relação polpa/fruto é de 72% e possui teor médio de fibras e casca fina. As sementes são monoembriônicas e compridas. Esta cultivar apresenta boa vida pós-colheita, com produções regulares e é bem aceita no mercado interno. A produção é tardia, permitindo prolongamento do período das safras, e responde ao manejo da indução floral com paclobutrazol (COSTA & SANTOS, 2021).

A cultivar Tommy Atkins é originada por volta do século 20 em Fort Lauderdale, Flórida, EUA, a variedade é densa e precoce, com frutos de tamanho médio a grande, 400 a 700 g, ovalados a oblongos, superfície lisa, com casca espessa, cor laranja-amarelada coberta com vermelho e púrpura intensa. Polpa amarelo escura, firme, succulenta, teor médio de fibra. A semente é monoembriônica e pequena, de 6 a 8% da massa fresca do fruto. O fruto é resistente à antracnose e a danos mecânicos, além de amadurecer bem se colhido imaturo, propiciando assim, uma maior vida útil pós-colheita. Apresenta problemas de colapso interno do fruto, alta suscetibilidade ao oídio e malformação floral. Possui teor de sólidos solúveis totais médio (17° brix). É uma das cultivares de manga mais cultivadas mundialmente para a exportação. (CUNHA et al., 1994; DONADIO, 2002; PINTO et al., 2002).

Os frutos da mangueira são bastante apreciados no Brasil e há uma grande aceitabilidade no mercado, graças as suas características organolépticas tanto na indústria como consumo in natura. Sua polpa é considerada uma matéria-prima tanto para as indústrias de conservação de frutas, como para quem produz durante as épocas de safra, dessa forma, armazenando e reprocessando em períodos mais propícios, levando direto ao mercado consumidor da forma de doces em massa, geleias, sucos e néctares também sendo comercializadas para indústrias de polpa de fruta como parte da formulação de iogurtes, doces, biscoitos, bolos, sorvetes, refrescos e alimentos infantis (BENEVIDES et al., 2008).

2.2 PRODUÇÃO DE MUDAS DE MANGUEIRA

Para a formação de um pomar bem desenvolvido e produtivo de mangueira existem etapas, características e exigências agrônômicas iniciando pela aquisição de mudas de boa qualidade, considerando aspectos fitossanitários e nutricionais (BASTOS, 2015), além do porta-enxerto mais adequado.

A produção comercial de mudas de mangueira é realizada pela propagação vegetativa via enxertia, após a produção do porta-enxerto que é propagado por via seminífera (DIAS et al., 2004).

Para se obter um pomar de mangueira produtivo e uniforme são utilizados como porta-enxertos cultivares poliembriônicas, que proporcionam a formação de plantas de maior vigor, obtendo dessa forma a mesma qualidade da planta matriz e, tendo uma melhor e maior uniformidade no pomar. As mangueiras mais utilizadas como porta-enxertos para a produção de mudas são ‘espada’ e ‘coquinho’, que apresentam sementes poliembriônicas. A ‘coquinho’

com a germinação rápida, e a cultivar espada por ter características como vigor, atinge de forma precoce o ponto de enxertia e apresenta tolerância à seca da mangueira, obtendo uma ótima aceitação entre os viveiristas (BASTOS et al., 2015).

A mangueira cv. espada que tem sido bastante usada como porta-enxerto apresenta porte elevado e é bastante produtiva.

O porta-enxerto de mangueira capucho é uma cultivar utilizada para a produção de mudas na região do Vale do São Francisco, por se obter um bom pegamento, apresentar bom vigor e obter um desenvolvimento das mudas e no campo. Essa cultivar é carente de informações na literatura, portanto, pesquisas atuais e futuras são necessárias

A cultivar coquinho é poliembriônica, muito produtiva, encontrada em todo território brasileiro e possui bom pegamento em enxertia, por isso têm sido utilizada pelo os viveristas na produção de mudas. Esse porta enxerto de origem desconhecida, confere alta produtividade a copa, seu fruto é pequeno, oval com coloração variando de amarelo a vermelho. De porte rústico pequeno a médio e limitante a suscetibilidade ao fungo *Ceratocystis fimbriata* causador do mal da mangueira (ROSSETO et al., 1994). Por essas características o porta-enxerto coquinho é considerado um dos principais materiais trabalhados para a produção de porta enxerto.

São características importantes a serem estudadas/consideradas na seleção de porta-enxertos através da seleção de porta-enxerto do pomar a ser implantado, pois o estado nutricional da variedade copa é influenciado pela capacidade ou eficiência dos porta-enxertos em relação à absorção e translocação nos vasos condutores das plantas (POMPEU JÚNIOR, 2005).

Após a escolha de um porta-enxerto é necessário verificar se o mesmo é adaptável à região de cultivo, dessa forma a compatibilidade da cultivar copa, proporciona as plantas vigor compatíveis com a densidade estabelecida e tornando o pomar resistentes a doenças e pragas de solo (EMBRAPA, 2004).

2.3 NUTRIÇÃO DA CULTURA DA MANGUEIRA

A cultura da mangueira é bastante exigente em nutrientes durante todo o seu ciclo fenológico. Através da análise de fertilidade do solo e de nutrição mineral é realizado o manejo de adubação que se é necessário para o crescimento e desenvolvimento nas fases fenológicas da cultura da mangueira (GENÚ; PINTO, 2002). Para cada estágio fenológico da cultura a análise de crescimento da espécie fornece indicações da época no qual a planta absorve os nutrientes em maior ou menor quantidade, possibilitando o desenvolvimento do ciclo produtivo

e tornando-se um dos componentes necessários às recomendações de adubação (LIEDGENS, 1993).

Quanto à exportação de nutrientes da mangueira, a ordem decrescente de exigência é: N>K>P>Ca>Mg>Mn>S>Zn>Cu>Fe>B (SILVA et al. 2004). Com isso o estado nutricional da mangueira reflete de forma direta o crescimento da planta, refletindo na produção e na qualidade dos frutos (PINTO, 2002; SENA et al., 2009; CHAVES et al., 2010).

Entretanto, dados mais recentes indicam que a sequência de exigência nutricional da mangueira pode variar conforme a cultivar. Silva et al. (2022), estudando a cultivar ‘Palmer’, registraram concentrações foliares de nutrientes nos pomares de manga Palmer com idades de 1, 2, 4, 7 e 12 anos com os valores de: N = 15,45 g kg⁻¹; P = 1,80 g kg⁻¹; K = 16,75 g kg⁻¹; Ca = 14,61 g kg⁻¹; Mg = 2,75 g kg⁻¹; Cu = 3,39 mg kg⁻¹; Zn = 35,16 mg kg⁻¹; Fe = 37,94 mg kg⁻¹; Mn = 181,18 mg kg⁻¹; e B = 21,89 mg kg⁻¹. Com isso a cultivar ‘Palmer’ tem uma ordem de absorção nutricional: K>N>Ca>Mg>P>Mn>Fe>Zn>B>Cu. Almeida et al. (2014) encontram em folhas adultas da cultivar ‘Palmer’ os valores de N= 11,9; g kg⁻¹; P= 0,8 g kg⁻¹; K= 9,3 g kg⁻¹; Ca= 16,5 g kg⁻¹; e Mg= 1,7 g kg⁻¹, com a sequência de absorção de Ca>N>K>Mg>P.

Rezende (2021), avaliando o estabelecimento nutricional de teores de folhas de mangueira de algumas cultivares encontrou valores na cultivar ‘Keitt’ na fase de produção da cultivar chegando a sequência de exportação de Ca>N>K>Mg>P>S>Mn>Fe>B>Zn>Cu>Mo>Cl, com os seguintes valores: Ca= 26,52 g kg⁻¹; N= 16,07 g kg⁻¹; K= 15,24 g kg⁻¹; Mg= 2,36 g kg⁻¹; P= 1,91 g kg⁻¹; S= 1,64 g kg⁻¹; Mn= 559,65 mg kg⁻¹; Fe= 207,60 mg kg⁻¹; B= 162,71 mg kg⁻¹; Zn= 139,28 mg kg⁻¹; Cu= 14,80 mg kg⁻¹; Mo= 2,08 mg kg⁻¹; Cl= 0,30 mg kg⁻¹.

Lobo et al. (2019), avaliando a produtividade e qualidade pós-colheita de frutos de mangueira cv. ‘Kent’ em função de bioestimulantes aplicados via foliar, observaram médias antes das aplicações no estado natural do pomar da cultivar de ‘Keitt’ em teores nutricionais da seguinte sequência em teores de exportação nutricional: Ca>N>K>P>Mg>Mn>B>Fe>Zn, com as seguintes médias: Ca= 15,60 g kg⁻¹; N= 13,49 g kg⁻¹; K= 8,90 g kg⁻¹; P= 1,54 g kg⁻¹; Mg= 1,50 g kg⁻¹; Mn= 171,78 mg kg⁻¹; B= 97,65 mg kg⁻¹; Fe= 41,28 mg kg⁻¹ e Zn= 15,08 mg kg⁻¹.

Rezende et al. (2022) avaliando o estado nutricional dos teores foliares de mangueira ‘Tommy Atkins’, encontraram a seguinte sequência da exportação de nutrientes:

Ca>N>K>Mg>P>S>Mn>Fe>B>Zn>Cu>Mo>Cl com os seguintes valores respectivos: Ca= 28,35 g kg⁻¹; N= 17,11 g kg⁻¹; K= 13,03 g kg⁻¹; Mg= 2,20 g kg⁻¹; P= 1,87 g kg⁻¹; S= 1,24 g. Kg⁻¹; Mn= 454,13 mg. Kg⁻¹; Fe= 237,09 mg. Kg⁻¹; B= 171,53 mg. Kg⁻¹; Zn= 10,64 mg. Kg⁻¹; Cu= 10,64 mg. Kg⁻¹; Mo= 1,65 mg. Kg⁻¹ e Cl= 0,32 mg. Kg⁻¹.

O porta-enxerto adotado no cultivo da mangueira também exerce influência no estado nutricional da cultivar copa. Nesse sentido, Ali Sarkhosh et al. (2021), avaliando o efeito de seis porta-enxertos sobre cinco cultivares copa de mangueira cultivadas no cerrado tropical do Norte da Austrália, concluíram que as interações entre os porta-enxertos e as copas avaliadas. Esses autores recomendam que o manejo de fertilizantes seja realizado conforme análise nutricional e considerando também o porta-enxerto adotado no pomar.

Zayan et al. (2020), avaliando o efeito da associação de quatro porta-enxertos sendo eles a socaria, gomera 3, sabre e hybrid 13/1 e a variedade de manga ‘Naomi’ sob copa avaliando o crescimento vegetativo e características radiculares, observaram efeito significativo direto das combinações de porta-enxerto e variedades copa tanto para o estado nutricional como no crescimento vegetativo, com maior capacidade de reduzir o acúmulo de sódio em suas folhas.

Dubey et al. (2021), avaliando crescimento, qualidade dos frutos, teor relativo de água, trocas gasosas foliares, teor de clorofila e os nutrientes minerais foliares de duas espécies semi vigorosas (Pusa srunima' e Pusa surya) e uma anã (Amrapali) enxertada em cinco porta-enxertos poliembriônicos, observaram que o porta-enxerto influenciou o vigor da copa e a produção de frutos, mas alterou minimamente a qualidade dos frutos. Todos os porta-enxertos apresentam melhor capacidade de absorção de N, P e K, mas baixa capacidade de absorção para Ca.

Amariz (2022), estudando a avaliação da partição de massa seca e o estado nutricional de mudas de mangueira cultivares ‘Shelly’, ‘Omer’ e ‘Agam’ enxertadas nos porta-enxertos poliembriônicos ‘Coquinho’ e ‘Espada’, concluiu que há efeito do porta-enxerto no estado nutricional da cultivar copa adotada para os nutrientes K, P e Cu. As cultivares copa apresentaram níveis suficientes dos nutrientes P, Ca, Cu e Fe e níveis insuficientes para N e K quando enxertadas em ‘Espada’ e ‘Coquinho’. O porta-enxerto ‘Coquinho’ proporcionou maiores teores foliares de Fe e Na para todas as cultivares copa avaliadas.

Na cultura da mangueira, o N é um elemento de extrema importância pois é responsável pela produção e tem interferência na qualidade dos frutos de mangueira, com maiores demandas

na fase vegetativa da planta, para desenvolvimento de surtos vegetativos/emissão de gemas florais/frutificação (SILVA et al., 2004). Moura (2021), avaliando o uso da microalga *Ascophyllum nodosum* no estado nutricional da mangueira 'Kent', observou que o efeito do N sob a mangueira é influenciado pelas doses aplicadas e que independentemente do tratamento, encontraram-se na faixa de suficiência de 12,0 – 14,0 g kg⁻¹, descrita por Quagio (1996) e Winston (2013).

O P é responsável pela função estrutural da arquitetura da planta e assim estimula o desenvolvimento radicular, tornando assim um nutriente pouco absorvido pela mangueira (TAIZ & ZEIGER, 2015). Faria et al. (2016), avaliando os teores de nutrientes em folhas de mangueira cv. Tommy Atkins na região do vale do São Francisco, observaram que os níveis de P foram maiores na floração, mas não houve diferença entre os ciclos nesta fase. Os teores de P para dois estádios de desenvolvimento da cultura e para os dois ciclos estudados variaram de 0,9 g kg⁻¹ para 1,3 g kg⁻¹.

O K é responsável pelos processos fotossintéticos, na respiração e na translocação da seiva, sendo essencial no estágio de frutificação da mangueira (VITTI & FORLI, 2002). Faria et al. (2016), avaliando os teores de nutrientes em folhas de mangueira cv. Tommy Atkins na região do Vale do São Francisco, observaram que os níveis de K diferiram entre os estádios de floração e frutificação em ambos ciclos, com valores maiores na fase da floração. As folhas de mangueira 'Tommy Atkins' apresentaram teores de K acima do considerado suficiente (5 g kg⁻¹ - 10 g kg⁻¹).

O Ca é um nutriente que possui função na estruturação da planta, promovendo uma maior resistência às membranas e as paredes celulares, tornando os frutos firmes, com melhor aparência, resistentes ao manuseio e ao transporte, reduzindo também o distúrbio fisiológico conhecido como amolecimento de polpa (VITTI & FORLI, 2002). Almeida et al. (2014) estudaram o efeito da ciclagem bioquímica de nutrientes em um pomar de mangueiras, cultivar Palmer. Foram determinados os teores de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) em folhas em diferentes estádios e foi resultado que o Ca apresentou os maiores teores nas folhas senescentes e de serapilheira e que não foram estaticamente diferentes entre si ($p \leq 0,01$).

O Mg em sua deficiência pode provocar redução no desenvolvimento, prematura desfolha e diminuição da produção na cultura da mangueira. As adubações com altas doses de Ca e de K provoca a diminuição da absorção do Mg (SILVA & FARIA, 2004). Sinha et al. (2017) avaliaram a variação do acumulado de nutrientes em plantas de mangueira, quanto a

cultivar e o estágio de maturação dos frutos, e encontraram acúmulo máximo de Mg (0,23 kg-1) na cultivar Mahmood Bahar.

O Cu e o Zn são micronutrientes e são tratados como componentes de enzimas e assim estimulam o crescimento e a frutificação, sendo os micronutrientes mais exportados pelos frutos da mangueira, após o Fe. O B é o micronutriente menos exportado pelos frutos de mangueira, mas é essencial na formação de paredes celulares e divisão celular (VITTI & FORLI, 2002). Silva et al. (2022) avaliaram a acumulação, partição e a eficiência de utilização de nutrientes em mangueira cv. Palmer de diferentes idades em pomares na região do Vale do São Francisco, relatando que o conteúdo de Cu foliar da planta aumentou exponencialmente à medida que as plantas envelheceram, e os conteúdos variaram de 14,36 mg planta⁻¹ em plantas com 1 ano de idade, para 399,29 mg planta⁻¹ em plantas com 12 anos.

Para o conteúdo de Zn foliar os teores demonstraram aumento com o desenvolvimento da mangueira. Os conteúdos foram 23,60; 109,96; 640,11; 931,46 e 2.171,33 mg planta⁻¹ para as respectivas idades das plantas de 1, 2, 4, 7 e 12 anos. O conteúdo de B nas plantas aumentou exponencialmente com a idade da planta, apresentando 9,40; 37,88; 198,89; 279,09 e 1.160,38 mg planta⁻¹ em plantas com idade de 1, 2, 4, 7 e 12 anos, respectivamente.

O Fe não é constituinte da molécula de clorofila, mas participa da sua formação. A quantidade de clorofila relaciona o conteúdo desse micronutriente prontamente solúvel na planta. O Fe é componente dos citocromos e ativador de enzimas, participando de processos de oxidação que liberam energia de açúcares e amidos, de reações de conversão de nitrato em amônio na planta e da síntese de proteínas. A deficiência é demonstrada pela clorose típica em folhas novas, por meio da formação de um reticulado verde das nervuras, em contraste com o amarelado do limbo foliar (SILVA et al., 2004). Silva et al. (2022) avaliaram o teor de Fe foliar nas plantas de mangueira ‘Palmer’ e relataram que houve aumento com a idade das plantas. A equação de regressão para os teores de Fe obteve função sob as idades das plantas (entre 1 e 12 anos) onde houver uma estimativa da acumulação de Fe entre as plantas, com 6.137,16; 5.216,99 e 3.897,87 mg planta⁻¹ de Fe nas respectivas idades de 16, 18 e 20 anos .

O Mn é considerado componente essencial para formação da clorofila e para formação, multiplicação e funcionamento do cloroplasto. Sua deficiência causa redução no crescimento, semelhante às deficiências de P e Mg (SILVA et al., 2004). Amariz (2022) avaliou a partição de massa seca e o estado nutricional de mudas mangueira cultivar ‘Shelly’, ‘Omer’ e ‘Agam’ enxertadas nos porta enxertos poliembriônicos ‘Coquinho’ e ‘Espada’ e reportou que os teores

foliares de Mn não foram afetados pelos fatores estudados de forma individual ou pela interação.

O Mo constitui o centro ativo da redutase do nitrato. Dessa forma, a deficiência desse micronutriente vai causar o excesso de nitrato, forma a qual o nitrogênio não pode ser incorporado e assim participando do complexo da nitrogenase, na síntese do ácido ascórbico e na síntese de açúcares (PROMIX, 2021).

REFERÊNCIAS

ALVAREZ, I.A.; CASTRO, P.R.C. In: CASTRO, P.R.C; KLUGE, R.A. **Ecofisiologia De fruteiras tropicais: Abacaxizeiro, maracujazeiro, mangueira, bananeira, cacauzeiro**. Nobel. 1998. p.48-67.

AMARIZ, R. A. **uso dos porta-enxertos coquinho e espada para cultivo de mangueiras israelenses no vale do São Francisco**. 2022. 90f. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Fitotecnia), Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, 2022.

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

BASTOS, D. C. Propagação. In: MOUCO, M. A. C. (org). **Cultivo da mangueira**. 3ª ed. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2015. (online). Acesso em: 16 de junho de 2022.

BENEVIDES, S. D. et al. Qualidade da manga e polpa da manga Ubá. **Revista Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 3, p. 571-578, 2008.

CHAVES, S. R. M.; SILVA, A. P.; SANTOS, D.; GOMES, E. M.; DANTAS, A. A.; ARAÚJO, J. L. Decomposição de materiais orgânicos em sistema de produção de manga orgânica, no semiárido Paraibano. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 29., 2010, Guarapari. **Anais...** Guarapari, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2010. CD ROM.

COSTA, J. G.; SANTOS, C. A. F. **Manga**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/manga/pre-producao/caracteristicas/cultivares/espada>.

Acesso em: 19/01/2023.

CUNHA, G. A. P. da. et al. **A cultura da manga**. 1. ed. Brasília: Embrapa-SPI, 1994. 54 p. (Coleção Plantar, 10).

DIAS, J. M. M.; ALEANDRE, R. S.; FELISMINO, D. C.; SIQUEIRA, D. L. **Propagação da mangueira**. In: ROZANE, D. E.; DAREZZO, R. J.; AGUIAR, R. L.; AGUILERA, G. H. A.; ZAMBOLIM, L. Ed. (s). *Manga – Produção integrada, industrialização e comercialização*. Viçosa. p. 79-133, 2004.

DONADIO, L. C. Variedades de mangueira. In: SÃO JOSÉ, A. R. (Coord.) et al. *Manga: tecnologia de produção de mercado*. Vitória da Conquista: DFZ/UESB, 2002. p. 32-56.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS. *Cultivo da videira: produção de mudas*. 2004. Disponível em: Acesso em: 19 jan. 2023.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS. *Cultivo da mangueira: propagação*. 2010. Disponível em: Acesso em: 19 jan. 2023.

FAO. FAOSTAT: Crops. Disponível em: Acesso em: 19 jan. 2023.

FARIA, L. N.; DONATO, S. L. R.; SANTOS, M. R.; CASTRO, L. G. nutrient contents in ‘tommy atkins’ mango leaves at flowering and fruiting stages. **Journal of the Brazilian Association of Agricultural Engineering**. v.36, n.6, p.1073-1085, 2016.

FONSECA, N. **Paclobutrazol e estresse hídrico no florescimento e produção da mangueira** (Mangifera indica L.) “Tommy Atkins”. Lavras: UFLA, 2002.

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

HAIDER, Z.; AHMAD, N.; DANISH, S.; IQBAL, J.; ALI, M. A.; CHAUDHRY, U. K. Effect of foliar application of boric acid on fruit quality and yield traits of mango. **Advances in Horticultural Science**, v. 33, n. 4, p. 457-464, 2019. <https://doi.org/10.13128/ahsc-8101>

JESUS, P.R.R. **Teste de tetrazólio para avaliação da viabilidade de embriões de mangueira ‘Espada’**. Dissertação de Mestrado, Universidade do Estado da Bahia, Juazeiro, Brasil, 50p. 2020.

LIEDGENS, M. M. **Modelos numéricos para a descrição do crescimento da planta de soja (Glycine max L. Merrill, cultivar IAC – 15) em condições sazonais diferenciadas**. 1993.

101 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1993.

LOBO, J. T.; CAVALCANTE, I. H. L.; LIMA, A. M. N.; VIEIRA, Y. A. C.; MODESTO, P. I. R.; CUNHA, J. G. Biostimulants on Nutritional Status and Fruit Production of Mango 'Kent' in the Brazilian Semiarid Region. **Hortscience**. V. 54, n. 9, p. 1501-1508, 2019.

MOURA, F.M. **Prolina e extrato de *Ascophyllum nodosum* no estado nutricional da mangueira 'Kent'**. 2021. 66 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, 2021.

PINTO, A. C. Q.; COSTA, J. G.; SANTOS, C. A. F. Principais variedades. In: GENÚ, P. J. C.; PINTO, C. A. Q. (Ed. Tecs.). **A cultura da mangueira**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p. 93-116.

PINTO, C. A. P.; DIAS, L. E.; ALVAREZ V., V. H.; CHOUDHURY, M. M.; VIEIRA, G. Avaliação de estado nutricional da mangueira Tommy Atkins no sub médio do vale do rio São Francisco: estabelecimento das normas DRIS. **Recursos Rurais, Santiago de Compostela**, v. 5, p. 5-13, 2009.

PRADO, R. M. **Nutrição e desordens fisiológicas na cultura da manga**. In: ROZANE, D. E.; Ribeiro, G. D. et al. (2005) Enxertia em fruteiras. Boletim técnico - Recomendações técnicas: Embrapa. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/859550/1/rt92enxertiadefruteiras.pdf>.

QUAGGIO, J. A. Adubação e calagem para mangueira e qualidade dos frutos. In: SÃO JOSÉ, A. R.; SOUZA, I. V. B.; MARTINS FILHOR, J.; MORAIS, O. M. (Ed.). **Manga, tecnologia de produção e mercado**. Vitória da conquista: DBZ/UESB, 1996. P. 106-135.

REZENDE, J. S. **Diagnose Nutricional e teor de ca-ligado em mangueira no submédio do Vale do São Francisco**. 2021. Tese (Doutorado em Ciência do Solo). Universidade Federal Rural do Pernambuco, Recife, 2021.

REZENDE, J.S.; FREIRE, F. J.; SILVA, S.R.V.; MUSSER, R.S.; CAVALCANTE, Í.H.L.; SALDANHA, E.C.M.; SANTOS, R.L.; CUNHA, J. C.C. Establishment of specific DRIS

standards for mango cultivars Tommy Atkins, Kent and Keitt compared to generic standards in the Sub-Middle São Francisco Valley. **Journal of Plant Nutrition**. 2022.

ROSSETO, C. J. et al. **Porta-enxerto resistente á seca-da-mangueira. Cultivar de manga IAC 101 coquinhos**. Boletim Técnico. Instituto agrônômico de Campinas. <https://www.iac.sp.gov.br/cultivares/inicio/Folders/Manga/manga%20coquinho.pdf>. 1994.

ROVIRA, L.A.; RENGIFO, C. Cultivo del manguero en Venezuela: I. Exigencias edafoclimáticas y zonas de mayor potencial para la producción. **Fonaiap Divulga, Caracas**, n.38, p.30-33. 1991.

SANTOS-SEREJO, J. A. dos. Classificação e descrição botânica. In: PEREIRA, M. E. C.; FONSECA, N.; SOUZA, F. V. D. (Eds.). **Manga: o produtor pergunta, a Embrapa responde. 1. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica**, 2005. cap. 1, p. 15-17. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

SENA, G. S. A.; SANTOS, D.; SILVA, A. P.; GOMES, E. V.; SOUSA, A. P. Produção e nutrição mineral de manga ‘Tommy Atkins’, em função da adubação orgânica e mineral, no semiárido da Paraíba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 32., 2009, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009. CD ROM.

SARKHOSH, A.; SHAHKOOMAHALLY, S.; ASIS, C.; MCCONCHIE, C. Influence of rootstocks on scion leaf mineral content in mango tree (*Mangifera indica* L.). **Horticulture, Environment, and Biotechnology**. V.1, p.1-11. 2021.

SILVA, D. J.; PERERA J. R.; MOUCO, M. A. C.; ALBUQUERQUE, J. A. S.; RAJI, B.V.;

SILVA, C.A. **Nutrição Mineral e Adubação da Mangueira em Condições Irrigadas**. Petrolina: Embrapa semi-Arído. 16 . 2004.

SILVA, D. J.; FARIA, C. M. B. **Nutrição, calagem e adubação**. In: MOUCO, M.A.C. (Editor). Cultivo da Mangueira. Sistemas de Produção da Manga. 2º Ed. Embrapa Semiárido.. 2004.

Versão Eletrônica.

SILVA, R. L.; FONTES, R. L. F.; NEVES, J. C. L.; LIMA, A. M. N. SOARES, E. M. B.;

CARVALHO, C. I. F. S.; CAVALCANTE, I. H. L. Nutrient partition and nutritional efficiency of mango cv. Palmer as a function of plant age in São Francisco Valley, Brazil. **Semina: Ciências Agrárias**. v. 43, n. 4, p. 1671-1694, 2022.

SINHA, R.; JAISWAL, U. S.; AHMAD, M. F.; MISHRA, P. K.; SINHA, S. Elemental accumulation in mango (*Mangifera indica* L.) as a function of maturity stage and variety. **Journal of Plant Nutrition**, v. 40, n.13, p. 1805-1815, 2017.

SINGH, S.; BRAHMACHARI, V. S.; JHA, K. K. Effect of calcium and polyethylene wrapping on storage life of mango. **Indian Journal Horticultural**, New Delhi, v. 55, n. 3, p. 218-222, 1995.

SIQUEIRA, K. M. M. et al. Estudo comparativo da polinização de *Mangifera indica* L. (Anacardiaceae) em cultivo convencional e orgânico na região do vale do submédio do São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n.2, p. 1-8, jun. 2008.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p. FLORESTA, Curitiba, PR, v. 45, n. 2, p. 303-314, 2015.

VITTI, G.C. & FORLI, F. Nutrição e adubação da manga - parte 1. Coopercitrus - **Revista Agropecuária**, Ed. 180, Piracicaba, SP. 2002.

ZAYAN, M., ELMORSY, A., ELYAZID, D.M.A., MAZEN, W.F.Y. Comparisons of Four Mango Rootstocks and Their Effect on Naomi Variety Growth and Nutritional Status. **Journal of Plant Production**. V.11, p.1007-1011. 2020.

CAPÍTULO I

PORTA-ENXERTO NO ESTADO NUTRICIONAL DE MUDAS DAS PRINCIPAIS CULTIVARES DE MANGUEIRA DO VALE DO SÃO FRANCISCO

RESUMO

A manga é a fruta mais exportada pelo Brasil, com avanço significativo de área cultivada nos últimos anos. Entretanto, os pomares têm sido constituídos por mudas produzidas pelo processo de enxertia, mas sem identificar o porta-enxerto mais adequado para cada cultivar, o que afeta a competitividade da mangicultura, visto que, o porta-enxerto afeta dentre outros fatores, o crescimento e a absorção de nutrientes da cultivar copa. Assim, objetivou-se com o presente estudo avaliar o estado nutricional das mudas de mangueira da ‘Palmer’, ‘Tommy Atkins’, ‘Kent’ e ‘Keitt’ enxertadas nos porta-enxertos poliembriônicos Capucho, Coquinho e Espada. O experimento foi desenvolvido entre outubro de 2019 a maio de 2020 no viveiro de fruticultura do Campus de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Vale do São Francisco, em Petrolina-PE, em esquema fatorial 3×4 , correspondentes a três porta-enxertos poliembriônicos (Espada, Capucho e Coquinho) e quatro cultivares copa (‘Palmer’, ‘Keitt’, ‘Kent’ e ‘Tommy Atkins’), com cinco repetições de dez plantas cada. Os teores foliares de macronutrientes (N, P, K, Ca), micronutrientes (Cu e Fe) e silício dependem da combinação copa (Tommy Atkins, Palmer, Keitt e Kent) x porta-enxerto (Espada, Capucho e Conquinho). Os teores foliares de S, Mg, B, Mn e Mo da copa são afetados pelo porta-enxerto adotado para propagação da mangueira. O efeito do porta-enxerto no estado nutricional das cultivares copa (Tommy Atkins, Palmer, Keitt e Kent) deve ser levado em consideração ao se interpretar a nutrição da cultura.

Palavras-Chave: macronutrientes; micronutrientes; nutrição mineral; estado nutricional, cultivares copa.

ABSTRACT

Mango is the fruit most exported by Brazil, with a significant increase in cultivated area in recent years. However, the orchards have been made up of seedlings produced by the grafting process, but without identifying the most suitable rootstock for each cultivar, which affects the competitiveness of mango cultivation, since the rootstock affects, among other factors, the growth and nutrient uptake of the canopy cultivar. Thus, the aim of the present study was to evaluate the nutritional status of 'Palmer', 'Tommy Atkins', 'Kent' and 'Keitt' mango seedlings grafted on polyembryonic rootstocks Capucho, Coquinho and Espada. The experiment was carried out between October 2019 and May 2020 in the fruit nursery of the Campus of Agricultural Sciences of the Federal University of Vale do São Francisco, in Petrolina-PE, in a 3×4 factorial scheme, corresponding to three polyembryonic rootstocks (Espada, Capucho and Coquinho) and four canopy cultivars ('Palmer', 'Keitt', 'Kent' and 'Tommy Atkins'), with five replicates of ten plants each. The foliar contents of macronutrients (N, P, K, Ca), micronutrients (Cu and Fe) and silicon depend on the scion combination (Tommy Atkins, Palmer, Keitt and Kent) x rootstock (Espada, Capucho and Conquinho). Leaf S, Mg, B, Mn and Mo levels in the canopy are affected by the rootstock adopted for mango propagation. The effect of rootstock on the nutritional status of scion cultivars (Tommy Atkins, Palmer, Keitt and Kent) must be taken into account when interpreting crop nutrition.

Keywords: macronutrients; micronutrients; mineral nutrition; nutritional status; Cultivars copa.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o sétimo maior produtor mundial de frutos de mangueira (*Mangifera indica* L.), com produção anual de aproximadamente 1.414.338 t, em 67.328 ha de área cultivada, com produtividade média de 21 t ha⁻¹ (ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTI FRUTICULTURA, 2021). A região do Vale do São Francisco é a responsável por 87% da manga exportada pelo Brasil (COMEXSTAT, 2021).

Os pomares comerciais de mangueira têm sido constituídos por mudas produzidas pelo processo de enxertia, e adotando como porta-enxerto, os materiais genéticos poliembriônicos disponíveis nas principais regiões produtoras, mas sem, necessariamente, comprovação científica que possibilite estabelecer aqueles mais adequados para cada cultivar copa. Para as cultivares de copas, as principais utilizadas são a ‘Rosa’, ‘Haden’, ‘Keitt’, ‘Kent’, ‘Tommy Atkins’ e ‘Palmer’ (COSTA & SANTOS, 2004). Assim, os principais porta-enxertos usados no Brasil são Espada, Coquinho, Capucho, Rosa, Carlota, Itamaracá, Coité, Ubá, Rosinha e Jasmim, com característica de vigor da planta, sistema radicular bastante desenvolvido, a grande disponibilidade de sementes e resistência à seca da mangueira (Dias et al 2004). A cultivar Espada’ é considerada o melhor material vegetal para a produção de porta-enxerto, pois obtém melhores condição em vigor, em produção de frutos, e baixa incidência em doença e ser tolerante a deficiência hídrica (MENDES, et al. 2020).

O porta-enxerto em mangueira tem a finalidade de promove a sustentação e o suprimento das cultivares de copa, estimular a produção de hormônios vegetais de crescimento e proteínas, além de participar na maior absorção de nutrientes minerais e de água, que são trocados entre as copas e o porta-enxerto (SHU et al. 2017; WANG et al. 2017). Assim, o uso de porta-enxertos selecionados tem apresentado efeitos positivos nas trocas gasosas de videira (*Vitis vinifera*) (BARRIOS-MASIAS et al., 2019), na frutificação de nectarina - (*Prunus persica*) (Forcada et al., 2020) e no estado nutricional de diversas fruteiras, como em macieira (*Malus domestica* Borkh) (Valverdi e Kalcsits, 2021), videira - (*Vitis vinífera*) (Verdugo- Vásquez et al., 2021), abacateiro – (*Persea americana*) (Lazare et al., 2020) e tangerineira – (*Citrus reticulata*) (Yildez et al., 2017). Especificamente para a mangueira reportam-se efeitos positivos do porta-enxerto no crescimento e desenvolvimento (ZAYAN, et al. 2020), produção (Reddy et al. 2003; Smith et al. 2008) e no estado nutricional da cultivar copa (ZAYAN et al. 2020; SARKHOSH, et al. 2021).

A mangueira é uma cultura bastante exigente em nutrientes e apresentada em ordem de exigência nutricional os elementos N>K>Ca>Mg>P>S para macronutrientes e Mn>Cu>Fe>Zn>B para micronutrientes (SILVA, et al. 2004). Por outro lado, embora os efeitos do porta-enxerto no estado nutricional da mangueira tenham sido estudados, as informações disponíveis não se referem às principais cultivares consumidas na Europa e nos Estados Unidos, e cultivadas no Brasil, como ‘Tommy Atkins’, ‘Kent’, ‘Keitt’ e ‘Palmer’ (ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTI FRUTICULTURA, 2021).

Portanto, ao selecionar o porta-enxerto para implantação de pomares de mangueira é importante considerar sua eficiência de absorção e uso de nutrientes em interação com a cultivar copa (AMIRI & FALLAHI, 2009). Nesse sentido, o presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o estado nutricional das mudas de mangueira ‘Palmer’, ‘Tommy Atkins’, ‘Kent’ e ‘Keitt’ enxertadas nos porta-enxertos poliembrionicos Capucho, Coquinho e Espada.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido entre outubro de 2019 a maio de 2020 no viveiro de fruticultura do Campus de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), em Petrolina-PE (9° 09’ S, 40° 22’ O e altitude de 365,5 m acima do nível do mar), onde o clima é classificado como clima semiárido quente (Bsh) (ALVARES, et al. 2013). Durante a execução do experimento os dados climáticos foram registrados em estação meteorológica automática instalada próximo ao viveiro, registrando-se a temperatura média do ar variando de 19°C (mínima) e a 35°C (máxima), com média de 22 °C; umidade relativa do ar média variando entre a mínima de 30% e a máxima de 38% com média de 30 a 70% e precipitação acumulada de 44,47 mm.

O experimento foi conduzido em blocos ao acaso, com tratamentos distribuídos em esquema fatorial 3 × 4, correspondentes a três porta-enxertos poliembrionicos (Espada, Capucho e Coquinho) e quatro cultivares copa (‘Palmer’, ‘Keitt’, ‘Kent’ e ‘Tommy Atkins’), com cinco repetições de dez plantas cada.

Os porta-enxertos Espada e Capucho foram obtidos em Petrolina-PE, enquanto o porta-enxerto Coquinho foi oriundo de Curaçá-BA, todos fornecidos por viveiro comerciais, já as cultivares copa foram oriundas do próprio campus da UNIVASF em Petrolina-PE.

As mudas foram conduzidas em viveiro coberto com tela de sombreamento 50% sob irrigação por microaspersão invertida com emissores de vazão 45 L h⁻¹, fornecendo água de forma diária, e seguindo as recomendações técnicas de Pinto e Genú (2002). As sementes dos porta-enxertos foram obtidas de frutos maduros da Capucho, Coquinho e Espada, após limpeza e secagem à sombra, foram semeadas em sacos polietileno com capacidade de 1 dm³, preenchidos com areia lavada e mantidas em ambiente protegido até atingirem ponto ideal para realização da enxertia que foi quando as plantas apresentaram caule com diâmetro entre 8 e 12 mm e comprimento de 30 cm acima do colo da planta.

Nas mudas, foram realizadas com aplicação de fertilizantes foliares junto com adjuvante foliar comercial e detergente neutro e os macro e micronutrientes usando como fonte Niphokan® com a dosagem de 1ml L⁻¹ de forma semanal (8,0% de N, 8,0% de K₂O, 1,0% de Ca, 1,0% de Mg, 0,50% de B, 0,20% de Cu, 0,50% de Mn, 1,0% de Zn) e via água de irrigação realizada uma vez a cada semana e uma calda de 100 L contendo 40 g de ureia (45,0% de N), 30 g de sulfato de potássio (50,0% de K₂O), 30 g de fosfato monomálico (MAP) (61,4% de P₂O₅ e 12,0% de N) e 50 ml de MOL TOP® biofertilizante (10,0% de carbono orgânico, 11,0% de N, 1,0% de K₂O, 6,0% de ácido fosforoso e 33,0% de ácido fúlvico). Realizou-se o controle manual de ervas daninhas e o manejo de pragas e doenças com agroquímicos registrados para a cultura da mangueira nessa fase, conforme nível de controle (MAPA, 2021).

Para diagnosticar o estado nutricional das mudas, 4 folhas foram coletadas por planta aos 227 dias após a enxertia (DAE), seguindo as recomendações de Malavolta et al (1997). Após a coleta as folhas foram acondicionadas em sacos de papel e conduzidas para o Laboratório de Química e Fertilidade do Solo da Universidade Federal do Vale do São Francisco, onde após lavagem com água destilada, foram secas em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C até a obtenção de massa constante. Em seguida foram moídas em moinho de facas de aço inoxidável (tipo Willey) e armazenadas em recipiente hermeticamente fechado. A determinação dos teores de potássio (K), fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg), ferro (Fe), manganês (Mn), cobre (Cu) e zinco (Zn), boro (B), enxofre (S), sódio (Na) e silício (Si) foi realizada seguindo a metodologia de Silva (2009). Os teores de nitrogênio (N) foram determinados em soluções obtidas de extratos preparados por digestão sulfúrica, pelo método semi-micro-Kjeldahl e o fósforo (P), extraído por meio da digestão nitroperclórica, por colorimetria. Os teores de Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn e Mn foram obtidos a partir de leituras no espectrofotômetro de absorção atômica.

A extração do boro (B) foi efetuada através da incineração do material foliar em forno mufla na temperatura entre 550 e 650 °C e teve suas leituras realizadas no espectrofotômetro de leitura óptica. Os teores de Na e K foram extraídos por digestão por extrato em ácido nítrico a 65% e determinado por fotômetro de chamas, enquanto o Si do tecido vegetal foi solubilizado pela hidrólise e dissolução da matriz orgânica pelo hidróxido de sódio (NaOH) e pela oxidação subsequente, ocasionada pela solução de peróxido de hidrogênio (H₂O₂) e determinado no espectrofotômetro UV-visível.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% ($p < 0,05$) e 1% ($p < 0,01$) de probabilidade. Todas as análises foram realizadas no programa estatístico Sistema para Análise de Variância – SISVAR versão 5.6 (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme se pode observar na Tabela 1, o estado nutricional da mangueira foi dependente da cultivar copa, bem como, do porta-enxerto adotado para a propagação da cultura. A interação entre cultivares copa e os porta-enxertos de mangueira foi significativa para quase todos os macronutrientes estudados (N, P, K, Ca e Si), com exceção apenas para enxofre (S) e magnésio (Mg).

A interação entre cultivares de copa e os porta-enxertos sobre o estado nutricional das plantas pode indicar uma resposta diferencial de cada combinação de porta-enxerto e cultivar copa sobre o acúmulo de nutrientes, o que pode ser atribuído, em parte, ao vigor e potencial de absorção e translocação de nutrientes diferenciado tanto da copa quanto do sistema radicular de cada variedade (DUBEY et al. 2021).

Tabela 1. Síntese da análise de variância (valor 'F') para os teores foliares de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S), micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn, Zn), sódio e silício em função de diferentes porta-enxertos (PE) e cultivares copa (CC) de mangueira durante sua fase de muda.

Fontes de variação	N	P	K	S	Ca	Mg	B	Cu	Zn	Mn	Fe	Mo	Na	Si
	g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹							
Porta-enxerto (PE)	73,85**	16,79**	16,54**	10,78**	32,00**	4,41*	69,22**	29,48**	3,25 ^{ns}	89,81**	12,16**	4,95*	0,19 ^{ns}	3,00 ^{ns}
Espada	12,45c	1,32a	12,53a	0,99b	15,52a	2,48ab	67,52a	4,92b	78,12a	115,35b	58,32b	0,97ab	548,37a	926,87a
Capucho	15,03b	1,42a	9,59b	1,19a	14,33a	2,58a	62,25b	7,15a	72,57a	164,68b	65,30a	2,34a	544,33a	934,03a
Coquinho	15,83a	1,14b	9,79b	0,84b	9,94b	2,23b	63,58b	5,24b	87,38a	551,54a	64,94a	0,58b	538,28a	845,84a
Cultivar copa (CC)	6,82**	10,27**	23,63**	1,13 ^{ns}	3,35*	9,33**	0,503 ^{ns}	6,19**	7,33**	3,80*	5,57**	3,33*	3,59*	2,66 ^{ns}
Keitt	14,85a	1,48a	12,28a	1,06a	14,13a	2,50a	96,53a	6,3a	94,70a	310,35a	65,23a	0,87ab	547,41ab	907,01a
Palmer	13,81b	1,25b	12,81a	1,06a	13,98ab	2,78a	100,26a	6,01a	81,65ab	338,21a	65,61a	0,60b	576,56a	892,86a
Kent	14,01b	1,23b	9,31b	0,98a	13,21ab	2,40ab	90,61a	5,91a	63,15b	244,38b	61,28ab	1,15ab	535,58ab	969,30a
Tommy Atkins	15,08a	1,21b	8,15b	0,93a	11,73b	2,05b	103,73a	4,85b	77,93ab	215,83b	59,30b	2,57a	515,08b	839,81a
PE × CC	4,41**	5,17**	4,72**	2,13 ^{ns}	2,73*	1,55 ^{ns}	1,42 ^{ns}	4,45**	1,56 ^{ns}	0,76 ^{ns}	12,43**	1,73 ^{ns}	1,87 ^{ns}	10,13**
CV (%)	4,92	9,08	13,13	18,29	13,55	12,22	24,29	13,36	18,11	31,50	6,22	110,76	7,47	10,85

^{ns}: não significativo ($p < 0,05$); *: significativo a 5% de probabilidade ($p < 0,05$); **: significativo a 1% de probabilidade ($p < 0,01$); CV: Coeficiente de variação. Médias com as mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

Independentemente da cultivar copa avaliada, as menores médias para N foliar foram registradas para o porta-enxerto Espada, enquanto ‘Capucho’ e ‘Coquinho’ foram semelhantes entre si para as cultivares ‘Keitt’, ‘Palmer’ e ‘Kent’, e apenas para ‘Tommy Atkins’ o porta-enxerto ‘Coquinho’ foi superior aos demais (Figura 1A). Sarkhosh et al (2021) também registraram diferenças entre os porta-enxertos para os teores foliares de N, mas com valores médios variando entre 13,0 e 14,8 g kg⁻¹, portanto, inferior à registrada na Figura 1A. Cabe ressaltar que Sarkhosh et al (2021) avaliaram cultivares copa monoembriônicas e poliembriônicas, enquanto todas as cultivares avaliadas no presente estudo são monoembriônicas, o que destaca ainda mais os efeitos dos porta-enxertos no estado nutricional da cultivar copa, resultado também ressaltado por Zuazo et al. (2006) e Zayan et al. (2020).

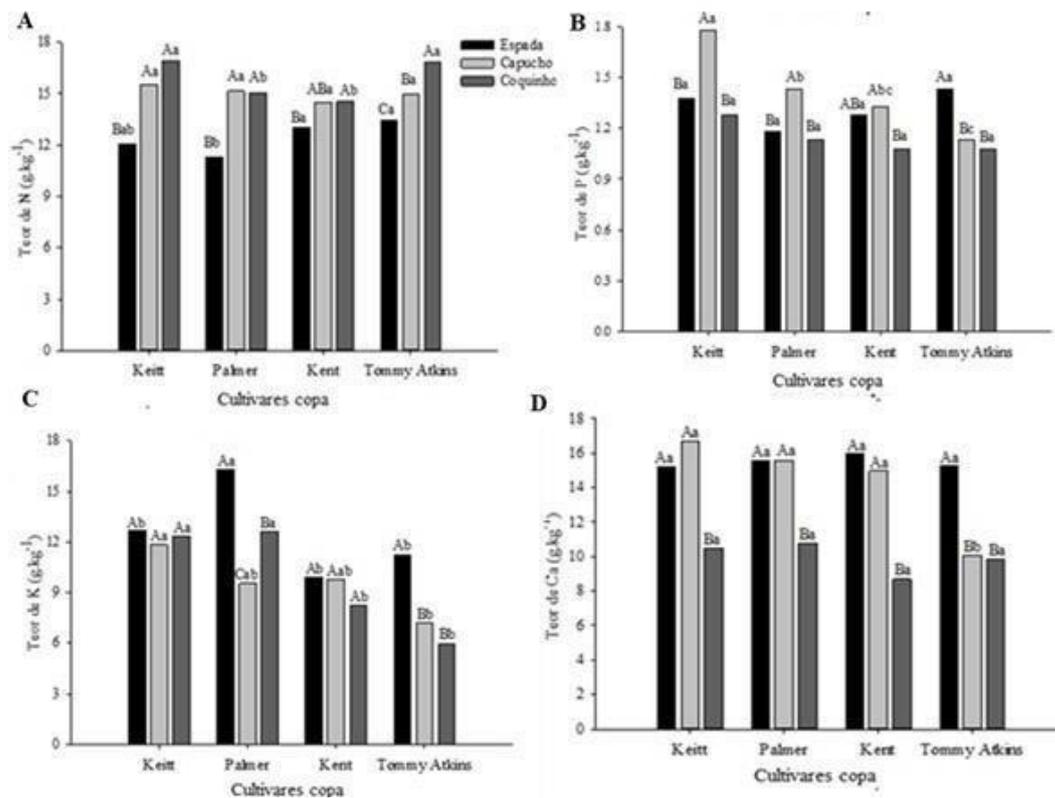


Figura 1. Teores foliares de N (A), P (B), K (C) e Ca (D) de mudas de mangueiras em função de cultivar copa (Keitt, Palmer, Kent ou Tommy Atkins) e porta-enxerto (Espada, Capucho ou Coquinho).

Letras maiúsculas iguais não diferem entre si para os porta-enxertos dentro da cultivar copa, e letras minúsculas iguais não diferem entre si para as cultivares copa para cada porta-enxerto pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

De acordo com a faixa de suficiência para N recentemente definida por Rezende et al. (2022), os teores de N nas plantas de todas as cultivares enxertadas no porta-enxerto Espada estão abaixo da faixa ótima, enquanto todas as cultivares copa enxertadas em ‘capucho’ e ‘coquinho’ apresentavam teores adequados (Tabela 2). Por outro lado, ao se considerar o critério de Quaggio (1996), ‘Keitt’, ‘Kent’ e ‘Tommy Atkins’ enxertadas em espada estariam em faixa de suficiência e apenas a ‘Palmer’ em todos os porta-enxertos estaria em deficiência ou excesso de N (Tabela 2), embora estes valores de referência tenham sido estabelecidos para plantas adultas.

Tabela 2. Valores médios e faixas de suficiência (Ref.¹ e Ref.²) para os teores foliares de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S) em função de diferentes porta-enxertos (PE) e cultivares copa de mangueira durante sua fase de muda.

		Macroutriente (g kg ⁻¹)																	
		N			P			K			Ca			Mg			S		
Copa	PE		Ref. ¹	Ref. ²		Ref. ¹	Ref. ²		Ref. ¹	Ref. ²		Ref. ¹	Ref. ²		Ref. ¹	Ref. ²		Ref. ¹	Ref. ²
	Espada	12,1			1,28			11,8			10,4			2,33			0,88		
Keitt	Capucho	15,5	12-14	14,4-21,5	1,38	0,8-1,6	1,6-2,2	12,3	5,0-10,0	10,8-24,6	15,2	20,0-35,0	23,5-30,4	2,38	2,5-5,0	2,0-2,5	0,88	0,8-1,8	1,4-2,3
	Coquinho	16,9			1,78			12,6			16,6			2,78			1,43		
	Espada	11,2			1,13			9,5			10,7			2,73			0,83		
Palmer*	Capucho	15,0	12-14	14,4-21,5	1,18	0,8-1,6	1,6-2,2	12,6	5,0-10,0	10,8-24,6	15,5	20,0-35,0	23,5-30,4	2,78	2,5-5,0	2,0-2,5	1,03	0,8-1,8	1,4-2,3
	Coquinho	15,3			1,43			16,2			15,5			2,83			1,33		
	Espada	13,0			1,08			8,2			8,6			1,93			0,88		
Kent	Capucho	14,4	12-14	13,4-16,7	1,28	0,8-1,6	1,7-2,1	9,7	5,0-10,0	14,0-17,9	15,0	20,0-35,0	18,0-30,6	2,53	2,5-5,0	2,2-2,8	0,98	0,8-1,8	1,0-2,1
	Coquinho	14,5			1,33			9,9			16,0			2,73			1,08		
	Espada	13,4			1,08			5,9			9,8			1,88			0,78		
Tommy Atkins	Capucho	15,0	12-14	14,4-18,2	1,13	0,8-1,6	1,5-2,3	7,2	5,0-10,0	11,1-14,9	10,01	20,0-35,0	24,1-35,8	2,03	2,5-5,0	1,5-2,1	0,93	0,8-1,8	1,0-1,9
	Coquinho	16,8			1,43			11,2			15,2			2,23			1,08		

PE: porta-enxerto; || média do tratamento; Ref.¹: Quaggio (1996); Ref.²: Rezende et al. (2022); *Como Rezende et al. (2022) não trabalhou com Palmeroptou-se por usa a faixa definida para Keitt.

Os diferentes efeitos dos porta-enxertos nos teores foliares de N das cultivares copa são relevantes devido à importância desse nutriente para a cultura, já que o N é o segundo nutriente mais demandado pela cultura (SILBER, et al. 2022), com efeitos manifestando-se especialmente durante a fase vegetativa da planta já que o N é componente estrutural de aminoácidos, fazendo parte de proteínas, enzimas e coenzimas, ácidos nucleicos e clorofila (XING, et al. 2019).

As cultivares ‘Palmer’, ‘Keitt’ e ‘Kent’ apresentaram maiores teores foliares de P quando enxertadas em Capucho, o qual foi semelhante à Espada quando nele se enxertou a ‘Kent’ (Figura 1B). Adicionalmente, apenas para ‘Tommy Atkins’ os teores foliares de P foram bastante superiores quando essa cultivar foi enxertada em Espada. Dubey et al. (2021) verificaram diferenças entre os porta-enxertos para os teores foliares de P, com valores médios variando entre 1,4 e 1,8 g kg⁻¹, com o resultado bastante semelhante à que foi registrada na Figura 1B. Dubey et al. (2021) que avaliou cultivares e porta-enxertos poliembriônicos, médias essas ressaltadas também por Dayal et al (2017) e Reddy et al (2003).

Em relação à faixa de suficiência para P definida por Rezende et al (2022), a ‘Keitt’ enxertada em coquinho foi a única que se enquadrou como suficiente (Tabela 2). Por outro lado, ao se considerar os critérios de Quaggio (1996), com exceção da ‘Keitt’ enxertada em Coquinho não se enquadrou dentro da faixa de suficiência ótima, apresentando excesso.

O P é um macronutriente de extrema importância para a mangueira pois é necessário ao crescimento e divisão celular, gerando assim desenvolvimento radicular, criando estrutura e forma para as plantas. Sua disponibilidade é necessária para que haja a diferenciação no tamanho das folhas, comprimento da inflorescência e duração da floração (SILVA, et al. 2004). Na função fisiológica o papel do P é desempenhado na fotossíntese, no metabolismo de açúcares, no armazenamento e transferência de energia, na divisão celular, no alargamento das células e na transferência da informação genética (SILVA, et al. 2015).

Os teores foliares de K não diferiram em função dos diferentes porta-enxertos para ‘Keitt’ e ‘Kent’, mas para as cultivares ‘Tommy Atkins’ e ‘Palmer’ houve superioridade do porta-enxerto Espada em relação aos demais (Figura 1C). Dubey et al (2017), avaliando cultivares de copa e de porta-enxertos de mangueiras, encontraram teores foliares do K entre 3,5 e 4,9 g kg⁻¹, valores abaixo do registrado na Figura 1C. Esses autores avaliaram três porta-enxertos poliembriônicos de sete anos de enxertia e com condições ambientais diferentes para cada época de avaliação. Valores semelhantes a esses também foram ressaltados por Zuazzo et al (2005) e Khankahdani et al (2006).

As concentrações foliares de K em relação as faixas de suficiência definidas por

Rezende et al. (2022) são muito variáveis (Tabela 2). Para a ‘Keitt’ todos os porta enxertos avaliados proporcionaram teores ótimos de K, enquanto na ‘Palmer’ apenas o porta enxerto Espada está fora da faixa ótima; na ‘Kent’ nenhum porta enxerto proporcionou valores suficientes; e na ‘Tommy Atkins’ apenas a coquinho se enquadrou na faixa foliar ótima. Por outro lado, ao se considerar o critério de Quaggio (1996), para a ‘Keitt’ todos os porta enxerto estão fora da faixa de suficiência, apresentando excesso; já na ‘Palmer’ apenas a enxertia com a Espada se enquadrou dentro da faixa ótima; enquanto a Kent é a única que apresenta valores ótimos quando enxertada em qualquer porta enxerto; e na ‘Tommy Atkins’ apenas o coquinho proporcionou excesso para o K.

O efeito do porta enxerto na nutrição é um componente importante no processo de absorção dos nutrientes, particularmente no caso do K, ao se considerar que esse macronutriente tem o papel exercido na fotossíntese, na produção de amido, na atividade enzimática e na resistência da planta a doenças, regulação de água na célula e no controle de perdas de água das folhas por transpiração e ainda atribuí às suas funções de melhorar o crescimento vegetativo da planta e promover a síntese e transferência de fotoassimilados para os frutos (ANSCHÜTZ, et al. 2014).

Para a avaliação dos teores foliares de S, observa-se que houve efeito apenas dos porta-enxertos estudados (Tabela 1), enquanto as cultivares de copa foram semelhantes entre si e a interação entre os fatores estudados não foi significativa (Tabela 1). Sarkhosh et al. (2021), avaliando a nutrição mineral em porta-enxertos de mangueira nativos da Austrália, também não encontraram interação significativa entre os porta-enxertos e as copas avaliadas, registrando valores de S foliares entre 0,095 e 0,111 g kg⁻¹, portanto bastante inferior aos contidos na Tabela 1.

Observando as faixas de suficiência para S definidas por Rezende et al. (2022), considera-se que o único porta-enxerto que apresentou suficiência foi Coquinho, para ‘Keitt’, ‘Kent’ e ‘Tommy Atkins’, enquanto para Quaggio (1996), apenas ‘Tommy Atkins’ em Espada não foi suficiente. O S desempenha algumas funções essenciais na mangueira assim como a formação dos aminoácidos (cisteína, cistina, metionina, taurina), e participa de processos metabólicos da fotossíntese, e está presente em coenzimas como a ferredoxina e na fixação biológica do nitrogênio (VIEIRA, 2018).

Para os teores foliares de Ca houve semelhança entre porta-enxerto Espada e Capucho que foram superiores à coquinho para todas as cultivares copa estudadas, com exceção à cultivar Tommy Atkins, com maior valor para a Espada (Figura 1D). Valores semelhantes foram registrados por Dubey et al. (2021), que avaliando combinações de porta-enxertos e cultivares de copa de mangueiras, verificaram que os teores foliares de Ca variaram de 12,9 e 18,1 g kg⁻¹, tendo uma amplitude semelhante da registrada na Figura 1D.

De acordo com a Tabela 2, sobre as faixas de suficiência do Ca definidas por Rezende et al (2022) e Quaggio (1996) observa-se que nenhuma cultivar se adequou, independentemente do porta-enxerto adotado.

O Ca é um nutriente altamente demandado pela mangueira cuja sua participação está diretamente ligada no desenvolvimento das células da planta (SILVA et al, 2004). Nos tecidos vegetais das mudas de mangueira o Ca é encontrado na forma de íon (Ca²⁺) e tem o papel de ligante a compostos estruturais de parede celular e de membranas, é encontrado em pectinas e lipídios e se tem papel de mensageiro secundário, em solução no citosol, desencadeando diversas respostas vegetais à estímulos ambientais; e ainda participa do equilíbrio iônico em organelas celulares como o vacúolo (MARSCHNER 2012 & BOUVIE, 2018).

Para as concentrações foliares de Mg, não houve interação entre os fatores avaliados, mas tanto as cultivares copa quanto os porta-enxertos afetaram os teores foliares de Mg (Tabela 1). O porta-enxerto Capucho apresentou superioridade, mas semelhante à Espada, enquanto que, dentre as cultivares copa, a “Palmer” foi superior, mas semelhante à ‘Keitt’ e ‘Kent’. Em comparação com a literatura, observa-se que valores inferiores foram encontrados por Sarkhosh et al (2021), que avaliando cultivares e porta-enxertos de mangueira nativas da Austrália, apresentaram valores de Mg entre 0,23 a 0,56 g kg⁻¹; Dayal et al. (2017), que avaliando diferentes cultivares e porta-enxertos de mangueira na Ásia encontraram valores entre 0,01 a 0,20 g kg⁻¹, portanto, bastante inferiores aos registrados na Tabela 1.

Com a relação as faixas de suficiência para Mg definidas por Rezende et al. (2022), as cultivares obtiveram respostas em funções dos porta-enxertos, assim tendo a ‘Keitt’ que apresentou ótimos valores, quando enxertada em Espada e na Capucho; Já na ‘Kent’ apresentou-se a Capucho e a Coquinho na faixa ótima; Para ‘Tommy Atkins’ a Espada e Capucho se adequaram melhor; e na ‘Palmer’ foi possível avaliar que nenhum dos porta enxertos se adequou na faixa de suficiência. Por outro lado, quando se avalia para a faixa de Quaggio (1996), se tem apenas a cultivar ‘Tommy Atkins’ que não se adequou dentro da faixa

de suficiência, assim tendo a 'Keitt' combinando com a Coquinho proporcionando suficiência; na 'Kent', houve suficiência quando enxertada em Capucho e Coquinho; e para a 'Palmer' foi suficiente em todos os porta enxertos

Destaca-se que o Mg é procedente do processo de intemperismo das rochas, liberando os minerais, e através de trocas catiônicas com a solução do solo e é muito pequena (PRADO, 2008). Esse nutriente participa da formação da molécula de clorofila e também no auxílio da absorção de outros nutrientes (FERREIRA et al. 2020).

De uma forma geral, as diferenças observadas nos teores foliares de nutrientes das cultivares copa em função do porta-enxerto adotado podem ser explicadas pelas diferenças genéticas entre e dentro de acessos de Espada e Coquinho cultivadas em diferentes regiões do Brasil (FALEIRO et al. 2012). De acordo com os autores, tais diferenças podem levar a efeitos diferenciados do porta-enxerto, mesmo utilizando acessos da mesma cultivar.

Outro fator importante que certamente influencia no potencial de absorção e translocação de nutrientes é a compatibilidade entre copa e porta-enxerto, que potencializa o vigor e desenvolvimento das plantas (CHAMLING et al. 2021; DUBEY et al. 2021). Entretanto, há uma grande escassez de informações sobre a capacidade de absorção de nutrientes pelas variedades de manga utilizadas como porta-enxerto (SAÚCO, 2019).

Dentre os micronutrientes avaliados (Tabela 1), a interação entre porta-enxerto e copa foi significativa apenas para cobre (Cu) e ferro (Fe).

Para o B houve superioridade do porta-enxerto Espada em relação aos demais, enquanto as cultivares copa avaliadas não interferiram nas concentrações foliares deste micronutriente (Tabela 1). Valores inferiores aos contidos na Tabela 1 foram encontrados por Sarkhosh et al. (2021), avaliando 6 variedades porta-enxertos de mudas de mangueiras os quais observaram médias variando de 24,57 a 43,76 mg kg⁻¹.

Para a faixa indicada por Quaggio (1996), Capucho e Espada promoveram suficiência para todas as copas estudadas, enquanto Coquinho proporcionou valores excessivos para todas as cultivares.

O B é considerado um micronutriente essencial para as plantas especialmente as frutíferas, pois participa de forma direta na polinização e no desenvolvimento de frutos e sendo essencial para a absorção e uso de Ca, considerado importante papel na resistência das paredes celulares (GENÚ & PINTO, 2002). A deficiência ocasionada pelo B resulta em pobre

florescimento e polinização, além disso ocasiona frutos de tamanho reduzido. Os sintomas de deficiência são vistos durante o florescimento, pois as plantas afetadas, produzem inflorescências deformadas. Além disso deficiência induz à formação de brotações de tamanho reduzido, com folhas pequenas e coriáceas (SILVA et al. 2004).

Tabela 3. Valores médios e faixas de suficiência (Ref.¹ e Ref.²) para os teores foliares de micronutrientes (B, Cu, Zn, Mn, Fe, Mo) em função de diferentes porta-enxertos (PE) e cultivares copa de mangueira durante sua fase de muda.

Copa	PE	Micronutriente (mg kg ⁻¹)																	
		B		Cu		Zn			Mn		Fe			Mo					
		Média	Ref. ¹	Ref. ²	Média	Ref. ¹	Ref. ²	Média	Ref. ¹	Ref. ²	Média	Ref. ¹	Ref. ²	Média	Ref. ¹	Ref. ²			
	Espada	67,68			4,93			93,87			123,18			123,18			0,88		
Keitt	Capucho	62,13	50-100	55-154,9	8,33	10-50	10,0-18,9	92,92	20-40	55,8-219,0	199,43	50-100	446,-713,3	199,43	50-200	91,5-165,6	1,24	-	0,9-3,2
	Coquinho	159,78			5,68			97,31			608,43			608,43			0,49		
	Espada	54,03			4,68			93,05			156,18			156,18			0,22		
Palmer*	Capucho	55,33		55-154,9	8,38	10-50	10,0-18,9	72,04		55,8-219,0	192,63	50-100	446,-713,3	192,63		1,5-165,6	1,25	-	0,9-3,2
	Coquinho	191,43			4,98			79,87			665,83			665,83			0,33		
	Espada	73,38			5,03			51,65			82,73			82,73			1,58		
Kent	Capucho	61,48	50-100	128,1-298,7	7,03	10-50	8,8-9,2	61,67	20-40	43,7-108,9	162,23	50-100	495,2-873,6	162,23	50-200	93,1-213,5	1,45		0,2-3,4
	Coquinho	136,98			5,68			76,15			488,18			488,18			0,43		
	Espada	74,98			5,05			73,68			99,33			99,33			1,19		
Tommy Atkins	Capucho	70,08	50-100	121,1-200,5	4,88	10-50	8,3-16,2	63,68	20-40	51,7-168,1	104,43	50-100	409,5-765,2	104,43	50-200	71,2-407,7	5,44	-	1,1-3,1
	Coquinho	166,13			4,63			96,21			488,18			443,73			1,08		

PE: porta-enxerto; Média: média do tratamento; Ref.¹: Quaggio (1996); Ref.²: Rezende et al. (2022); *Como Rezende et al. (2022) não trabalhou com Palmer optou-se por usar a faixa definida para Keitt.

Para os teores de Cu, as maiores médias foram proporcionadas pelo porta-enxerto Capucho para as copas ‘Keitt’, ‘Palmer’ e ‘Kent’, enquanto, a ‘Tommy Atkins’ não foi influenciada pelo porta-enxerto (Figura 2A). Sarkhosh et al. (2021), registraram diferenças entre os porta-enxertos para teores foliares de Cu, com variações entre 4,99 e 6,50 mg kg⁻¹, valores dentro da amplitude registrada na Figura 2A.

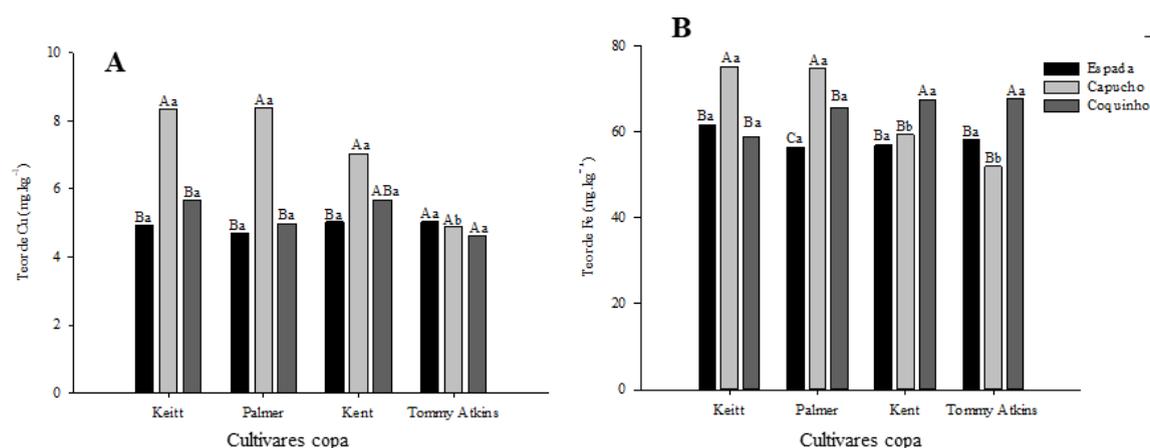


Figura 2. Teores foliares de Cu (A) e Fe (B) de mudas de mangueiras em função de cultivar copa (Keitt, Palmer, Kent ou Tommy Atkins) e porta-enxerto (Espada, Capucho ou Coquinho).

Letras maiúsculas comparam dados dos porta-enxertos dentro da cultivar copa, e letras minúsculas comparam dados das cultivares copa para cada porta-enxerto. Barras com as mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quanto à suficiência (Tabela 3), os teores de Cu de todas as cultivares enxertadas em qualquer porta-enxerto estão fora da faixa de suficiência descrita por Quaggio (1996) e Rezende et al. (2022). Provavelmente isso ocorreu em função da ausência de aplicação e fungicidas cúpricos durante a fase de produção de mudas, associado ao fato da aplicação foliar desse micronutriente contemplar o Cu mas em baixa concentração (fertilizante completo contendo 0,2% de Cu). Por outro lado, a exigência da mangueira em relação aos teores de Cu são pequenas, assim ocorrendo um menor risco de ocorrência de deficiências (SILVA et al. 2004).

Conforme observa-se na Tabela 1, os teores foliares de Zn foram influenciados apenas pela cultivar copa com superioridade para a ‘Keitt’ que apresentou valor médio 33,32% superior à ‘Kent’, cultivar com o menor teor foliar de Cu. Quanto à nutrição com Zn, Zuazo et al. (2006), avaliando combinações copa x porta-enxerto na Espanha, reportaram valores de Zn variando de 18 a 24 mg kg⁻¹, resultados com valores bastante inferiores ao presente estudo. Valores semelhantes também foram encontrados por Sarkhosh et al. (2021), que estudando cultivares

de copa monoembriônicas e poliembriônicas de mangueira nativas da Austrália obtiveram valores de Zn foliares variando entre 11,71 a 16,26 mg kg⁻¹.

Todos os porta-enxertos proporcionaram concentrações suficiente de Zn para todas as cultivares copa, conforme Rezende et al. (2022), mas, ao se considerar o critério de Quaggio (1996), todos os tratamentos estavam em excesso para este micronutriente. O Zn é o 4º micronutriente mais exigido pela mangueira (SILVA et al. 2004), e é muito importante para a síntese do triptofano, pois é o precursor do ácido indolacético (AIA).

Apesar da ausência de interação significativa para Mn, os porta-enxertos e as cultivares copa afetaram os teores foliares de Mn (Tabela 1), com superioridade para Coquinho dentre os porta-enxertos e inferioridade para ‘Tommy Atkins’ dentre as cultivares copa. Sarkhosh et al. (2021) também registraram diferenças para porta-enxertos e cultivares copa para os teores foliares de Mn, encontrando valores entre 290,36 e 439,67 mg kg⁻¹, portanto, semelhantes aos contidos na Tabela 1. Resultados semelhantes aos de Sarkhosh et al. (2021) foram obtidos por Zuazo et al (2006) que avaliando a cultivar copa ‘Keitt’ em porta-enxertos diferentes, os quais observaram valores de Mn entre 166 a 249 mg kg⁻¹, com amplitude inferior ao registrado no presente estudo.

Quanto à suficiência, apenas o porta-enxerto Coquinho proporcionou valores dentro da faixa adequada definida por Rezende et al. (2022) para as cultivares copas Keitt, Palmer e Tommy Atkins. Ao se considerar o critério de Quaggio (1996) o oposto ocorre, apenas ‘Kent’ e ‘Tommy Atkins’ sob a espada que apresentaram valores suficientes e todos os demais situaram-se acima do considerado ideal para cada cultivar.

O Mn é o micronutriente mais exigido pela cultura da mangueira e se trata de um componente de forma essencial na formação da clorofila e na formação, multiplicação e funcionamento dos cloroplastos (SILVA et al. 2004).

Os teores foliares de Fe foram superiores para ‘Keitt’ e ‘Palmer’ quando se adotou Capucho como porta-enxerto, enquanto ‘Kent’ e ‘Tommy Atkins’ apresentaram resultados superiores para o porta-enxerto Coquinho (Figura 2B). Zuazo et al. (2008), avaliando o efeito dos porta-enxertos Gomera-1 e Gomera-3 (G1 e G3) na nutrição mineral de copa de mangueira cv. Osteen registraram diferenças entre os teores foliares de Fe, com variação entre 90 e 96 mg kg⁻¹, portanto, acima do que foi registrado na Figura 2B.

Em relação às faixas de suficiência de Fe para a mangueira recentemente definidas por Rezende et al. (2022), o porta-enxerto Espada promoveu valores suficientes para as cultivares

'Keitt' e Palmer, enquanto para 'Tommy Atkins' os valores ideais foram atingidos sobre Espada e Capucho (Tabela 3). É importante destacar que Coquinho proporcionou valores acima do ideal para todas as cultivares.

De acordo com Murgia et al. (2022), o Fe atua no processo de desenvolvimento da planta, pois faz parte do componente dos citocromos e do ativador de enzimas, fazendo participação no processos da oxidação de liberação da energia e nos açúcares e dos amidos, das reações de conversão de nitrato de amônio na planta e da síntese de proteínas. Além desses fatores outros processos celulares ocorrem, assim como a fotossíntese, respiração e a eliminação de espécies reativas de oxigênio que no qual dependem de níveis adequados de Fe.

Para as concentrações foliares de Mo (Tabela 1) houve diferenças entre porta-enxertos e entre cultivares copa, com destaque para o Capucho que apresentou valores bem superiores em relação a Coquinho. Para as cultivares copa, 'Tommy Atkins' apresentou-se como o maior valor para teor de Mo em tecido foliar com valor bastante superior à 'Palmer' que apresentou a menor média.

O porta-enxerto Capucho promoveu níveis adequados de Mo para 'Keitt' e 'Palmer', enquanto para 'Kent' todos os porta-enxertos foram eficientes e para 'Tommy Atkins' Capucho promoveu valor muito acima da faixa considerada adequada por Rezende et al. (2022).

O Mo faz parte de um número muito grande de reações no metabolismo da planta, e compõe uma enzima de forma essencial no metabolismo do nitrogênio: a redutase do nitrato, que ocorre em duas fases, sendo que na primeira fase catalisa a redução do nitrato (NO_3^-) a nitrito (NO_2^-). Essa enzima contém Mo como grupo prostético sendo a proteína principal do nutriente na planta. (MENGEL & KIRKBY, 1987).

As concentrações foliares de Na (Tabela 1), não variaram em função do porta-enxerto, mas dependeram a cultivar copa avaliada com inferioridade da 'Tommy Atkins' e superioridade da 'Palmer'. Moura, (2021) registrou diferenças em teores foliares de Na, avaliando o estado nutricional de mangueira Kent com e sem aplicação de prolina e de extrato de alga *Ascophyllum nodosum* com valores médios avaliados em 403,78 e 501,95 g kg⁻¹, em estudo conduzido sob as mesmas condições edafoclimáticas do presente trabalho. Souza (2007), avaliando teores foliares de macro, micronutrientes e Na nas mangueiras 'Haden', 'Tommy Atkins' e 'Palmer' em pleno florescimento encontrou médias variando entre 25,80 e 57,12 g kg⁻¹, portanto com amplitude bastante inferior à registrada na Tabela 1.

O Na é um elemento químico que está presente em altos teores nos solos e também nos

tecidos vegetais (Korndorfer, 2007) é um elemento que não é classificado como elemento benéfico, pois não se enquadra dentro dos critérios de essencialidade das plantas (FAQUIN, 2005).

Os teores foliares de Si nas cultivares de mangueira avaliadas foram influenciados de diferentes formas pelos respectivos porta-enxertos Espada, Capucho e Coquinho, enquanto houve superioridade do Coquinho para a ‘Keitt’, a espada foi melhor para a ‘Kent’ e o Capucho apresentou os melhores resultados para ‘Palmer’ e ‘Tommy Atkins’ (Figura 3). More et al. (2015) avaliaram o efeito de diferentes fontes de sílica no teor de nutrientes de folhas e frutos em diferentes estágios da manga e observaram teores foliares médios variando entre 206,00 a 303,20 mg kg⁻¹.

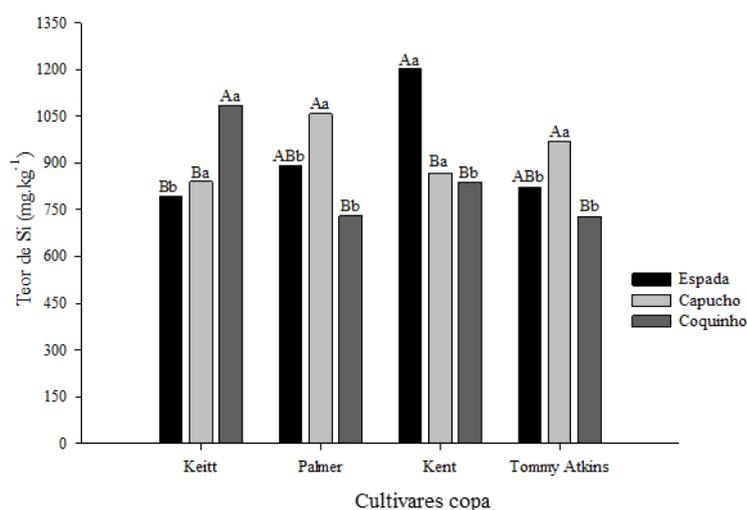


Figura 3. Teores foliares de Si de mudas de mangueiras em função de cultivar copa (Keitt, Palmer, Kent ou Tommy Atkins) e porta-enxerto (Espada, Capucho ou Coquinho). Letras maiúsculas comparam dados dos porta-enxertos dentro da cultivar copa, e letras minúsculas comparam dados das cultivares copa para cada porta-enxerto. Barras com as mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O Si é considerado um elemento benéfico, pois é capaz de diminuir os efeitos de alguns tipo de estresse, como o hídrico e a deficiência nutricional (HERNANDES-APAOLAZA, 2014). Nesse cenário quando se há a absorção do Si na planta sob estresse, é estimulada a defesa contra fatores de natureza bióticos ou abiótico. Os processos de absorção, transporte e redistribuição dos nutrientes favorecendo, o fim de aumentar a tolerância vegetal quanto a deficiência nutricional (MA & YAMAJI, 2006). Nesse sentido sua absorção acontece de forma que a defesa da planta se encontra sob algum tipo de estresse, favorecendo os processos de

absorção, transporte e redistribuição dos nutrientes (Ma e Yamaji, 2006). Em organismos vegetais que apresentam deficiência nutricional há o desencadeamento de uma série de distúrbios, metabólicos e celulares, sendo reduzidos com a aplicação de Si (MIRANDA, et al. 2018).

A absorção de nutrientes pelas plantas é determinada geneticamente pela capacidade de seletividade de transporte e acúmulo em tecidos, células ou compartimentos subcelulares específicos, e pode diferir entre indivíduos de uma mesma espécie de planta (MARSCHNER, 2012). O porta-enxerto pode influenciar a síntese de transportadores iônicos relacionados com à absorção e translocação de nutrientes para a parte aérea das plantas, o que favorece a absorção iônica (GONZALO et al. 2011). No entanto, os processos físicos, bioquímicos e fisiológicos relacionados com a absorção e translocação de nutrientes pelas plantas também são altamente complexos e variam entre espécies e para cada nutriente (MARSCHNER, 2012 & TAIZ et al. 2017).

Os resultados desta pesquisa indicam que a acumulação de nutrientes nas folhas de mangueiras é influenciada tanto pelo porta-enxerto como pela cultivar copa. Além disso, os efeitos das combinações de porta-enxerto e cultivar copa são dinâmicos para cada nutriente. Em parte, este comportamento diverge dos resultados observados por Sarkhosh et al. (2021), quando avaliando as variações nos nutrientes das folhas de diferentes cultivares de mangueira na Austrália ('B74', 'Kensington Pride', 'NMBP1243', 'NMBP1201' e 'NMBP4069') enxertadas em seis diferentes porta-enxertos ('B', 'KP', 'Mallapunyah', 'SabahBRF', 'Vellaikulamban' e 'Watertank'), não houve efeitos de interação significativos entre porta-enxerto e cultivar copa sobre os teores de nutrientes foliares.

Embora, o porta-enxerto 'Capucho' tenha se destacado com relação a 'Coquinho' no que se refere aos teores de S, Mg, B, Mn e Mo foliar, independentemente da cultivar copa, o estado nutricional das folhas foi muito variável para as diferentes combinações de porta-enxertos e cultivares copa, o que dificulta conclusões mais diretas. Além disso, as plantas requerem um equilíbrio complexo de nutrientes minerais em cada estágio de desenvolvimento para atingir o rendimento máximo (LÓPEZ-ARREDONDO, et al. 2013 & RAVISHANKAR et al. 2010). A exigência nutricional também varia dentro de uma mesma espécie (MARSCHNER, 2012).

É pertinente destacar que as faixas de suficiência adotadas para fins de comparação dos resultados gerados no presente trabalho foram definidas com base em fases fenológicas

diferentes e, portanto, faz-se uma ponderação necessária, pois os dados gerados nesse trabalho referem-se à fase de produção de mudas.

CONCLUSÃO

Os teores foliares de macronutrientes (N, P, K, Ca), micronutrientes (Cu e Fe) e silício dependem da combinação copa (Tommy Atkins, Palmer, Keitt e Kent) x porta-enxerto (Espada, Capucho e Coquinho);

Os teores foliares de S, Mg, B, Mn e Mo da copa são afetados pelo porta-enxerto adotado para propagação da mangueira;

O efeito do porta-enxerto no estado nutricional das cultivares copa (Tommy Atkins, Palmer, Keitt e Kent) deve ser levado em consideração ao se interpretar a nutrição da cultura.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L., SENTELHAS, P.C., GONÇALVES, J.L.M. Sparovek, G. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**. V.22, n.7, p. 11–728, 2013

AMIRI, M. E.; FALLAHI, E. Impact of Animal Manure on Soil Chemistry, Mineral Nutrients, Yield, and Fruit Quality in 'Golden Delicious' Apple. **Journal of Plant Nutrition**. v. 32, n.1, p. 610-617. 2009.

ANSCHÜTZ, U.; BECKER, D.; SHABALA, S. Going beyond nutrition: Regulation of potassium homeostasis as a common denominator of plant adaptive responses to environment. **Journal of Plant Physiology**. V.171, n.1, p. 1-13, 2014.

Anuário brasileiro de horti & fruti 2021. 2021. Santa Cruz do Sul,1: ISSN 2107-0897.

APAOLOZA, L. H. Can silicon partially alleviate micronutrient deficiency in plants? A review. **Planta**. V.240, n.1, p. 447-460, 2014.

BALLY, I. S. E. Advances in research and development of mango industry. **Revista Brasileira de Fruticultura**. V. 33, n. 1, p. 57-63, 2011.

BENNETT, W. F. Plant nutrient utilization and diagnostic plant symptoms. In: BENNETT, F.W. Nutrient deficiencies & toxicities in crop plants. **Sainte Paul: APS Press**. V.1, n.1, p.1-7, 1998.

BORKERT, C.M.; PAVAN, M.A.; BATAGLIA, O.C. Disponibilidade e avaliação de elementos catiônicos: ferro e manganês. In: FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. DA.; RAIJ, B. VAN; ABREU, C.A. de. **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq/Fapesp/Potafós, 2001. p.151-185. 2001.

BRASIL/MDIC/COMEX STAT – Estatísticas do Comércio Exterior Disponível em: . Acesso em: 21 de Março de 2022.

BROWN, P.H.; SHELP, B.J. Boron mobility in plants. *Plant and Soil*. V. 193, p. 85-101. 1997.
BOUVIE, F. Efeitos do cálcio extracelular na germinação de Tetrásporos de *Gelidium floridanum*. 2018. 80f. **Dissertação** (Mestre em Biologia Celular) - Programa de Pós Graduação em Biologia Celular e do Desenvolvimento, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2018.

CHAMLING, N., BHOWMICK, N., & EKKA, J. P. Rootstock: A Boon In Fruit Production. *In: GHOSH, S., ROUT, R. K., BAKSHI, B. Cutting-edge Perspectives in Agricultural and Allied Sciences (Vol II). Vol II, Chisinau: Scholars' Press, v.43, p.281-306, 2021.*

COMEXSTAT. *Base de dados de exportação de frutas*. 2021. Disponível em:

<<http://comexstat.mdic.gov.br/pt/home> >. Acesso em: 01/09/2021.

COSTA, I. J. S. M. C. T.; PEREIRA, G. P.; MIZOBUTSI, V. M.; MAIA, J. F.; SILVA, J. A. A.; OLIVEIRA, M. B.; OLIVEIRA, V. N. R.; SOUZA, S.; NIETSCHE, E. F.; SANTOS, G. H.; KORNDORFER. Influence of silicon fertilization on 'Palmer' mango tree cultivation. **Acta Horticulturae**. V.1075, p. 229-234. 2015.

COSTA, J. G.; SANTOS, C. A. F. **Cultivo Da Mangueira - Cultivares**. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Manga/CultivodaMangueira/cultivares>. Acesso em 21 de Março de 2022.

DAYAL, V.; DUBEY, A.K.; SINGH, S.K.; SHARMA, R.M.; PANDEY, R.N. Effect of polyembryonic rootstocks on leaf mineral composition of five cultivars under Inceptisol. **Indian Journal of Horticulture**. V.74, p.210-213, 2017.

DUTTA, P.; AHMED, B.; KUNDU, S. Effect of different sources of potassium on yield, quality, and leaf mineral content of mango in west Bengal. *Better Crops – South Asia*, p. 16-18, 2011. research directions. **Journal of Cleaner Production**. V. 142, p. 1119-1130. 2017.

DUBEY, A. K.; SHARMA, R. M.; KUMAR, A. Long term performance of mango varieties on five polyembryonic rootstocks under subtropical conditions: effect on vigour, yield, fruit quality and nutrient acquisition. **Scientia Horticulturae**. V.280, p.109-134, 2021.

FALEIRO, F. G.; LIMA NETO, F. P.; BRAGA, M. F.; JUNQUEIRA, N. T. V.;

SCANAVACA JUNIOR, L.; ROSSETO, C. J. Variabilidade genética entre e dentro de variedades de mangueira utilizadas como porta-enxerto com base em marcadores Rápido. **In: Anais do Congresso Brasileiro de Fruticultura, 22.**, Bento Gonçalves: SBF, 2012.

FAQUIN, V. Nutrição mineral de plantas. Lavras: UFLA/FAEPE, 2005.183 p. FERNANDES,

F. M. & NASCIMENTO, V. M. Fertilidade do solo e nutrição da mangueira. *In: ROZANE, D. E.; DAREZZO, L. D.; AGUIAR, R. L.; AGUILERA, G. H. A.; ZAMBOLIM, L. Manga produção integrada, industrialização e comercialização*. Viçosa: UFV, 179-198. 2005.

FERREIRA, D. F. **Programa Sisvar análises estatísticas**. Lavras: Editora UFLA-Departamento de Ciências Exatas, 2011. 66 p.

FERREIRA, C. P.; CRAVO, M. S.; FERREIRA, E. V. O. 2020. Fertilizantes Minerais. Parte 1. Cap. 6. Pag. 73. In: BRASIL, E. C.; CRAVO, M. DA S.; VIÉGAS, I. J. M. Recomendações de calagem e adubação para o estado do Pará. Embrapa Amazônia Oriental-Livro técnico (INFOTECA-E). 2. ed. Brasília, DF, 419.

FLOWERS, T. J., COLMER, T. D. 2008. Salinity tolerance in halophytes. **New Phytologist**. 179: 945-963. 2008.

FORCADA, C.F.I. REIG, G., MESTE, L., MIGNARD, P., BETRÁN, J.A., MORENO, M.A. Scion × Rootstock Response on Production, Mineral Composition and Fruit Quality under Heavy-Calcareous Soil and Hot Climate. **Agronomy**. V.8, p.1-22, 2020.

FOY, C.D.; SCOTT, B.J.; FISHER, J.A. Genetic differences in plant tolerance to manganese toxicity. In: GRAHAM, R.D.; HANNAM, R.J.; UREN, N.C. (Ed.). **Manganese in soils and plants**. 1:293-307. 1988.

HAAK, E; KVIKLYS, D; LEPSIS, J. Comparison of cydonia and pyrus rootstocks in Estonia, Latvia and Lithuania. *Sodininkyste ir darzininkyste*, V.25, P. 322–326, 2006.

GENÚ, P.J. DE C.; PINTO, A.C. DE A. *A Cultura da mangueira*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 454 .

GONZALO, M. J.; MORENO, M. Á.; GOGORCENA, Y. Physiological responses and differential gene expression in Prunus rootstocks under iron deficiency conditions. **Journal of plant physiology**. V.168, p.887-893, 2011.

KHANKAHDANI, H.H.; HASANPOUR, A.A.; BOUTALEBI, A. Effects of different rootstocks on vegetative growth, dry matter and mineral concentration of Mexican lime (*Citrus aurantifolia* Swingle), **Seed and Plant**. V.22, p.155-66, 2006.

KORNDORFER, G. H. **Elementos benéficos**. In: Fernandes, M. S. (Ed.) *Nutrição mineral de plantas*. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. 355-374.

LAZERE, S.; HABERMAN, A.; YERMIYAHU, U. Avocado rootstock influences scion leaf mineral content. **Archives of agronomy and soil Science**. V.66, p.1399-1409, 2020.

LÓPEZ-ARREDONDO, D. L.; LEYVA-GONZÁLEZ, M. A.; ALATORRE-COBOS, F.; HERRERA-ESTRELLA, L. Biotechnology of nutrient uptake and assimilation in plants. **International Journal of Developmental Biology**, v. 57, n. 6-7-8, p. 595-610, 2013.

LORETI, F.; MASSAI, R.; FEI, C.; CINELLI, F. **Performance of "Conference" cultivar on**

several quince and pear rootstocks: preliminary results. 2002.

MA, J.F.; YAMAJI, N. Silicon Uptake and Accumulation in Higher Plants. **Trends In Plant Sciences**, v.11, p.392-397, 2006.

MALAVOLTA, E. **Elementos na nutrição mineral de plantas.** São Paulo: Agronômica/Ceres, 1980. 251 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.** Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

MARSCHNER, H. **Marschner's mineral nutrition of higher plants.** Academic press, 3° ed., 2011.

MARSCHNER'S, P. **Mineral nutrition of higher plants.** 3rd ed. Washington: Academic Press. 906 p. 2012.

MASIAS, F.H.B., KNIPFER, T., WALKER, M.A., MCELDRONE, A.J. Differences in hydraulic traits of grapevine rootstocks are not conferred to a common *Vitis vinifera* scion. **Functional Plant Biology**. V.46, p.228-235, 2019.

Mendes, A. M. S. et al. **Sistema Orgânico de Produção de Manga para a Região da Chapada Diamantina,** Bahia. Cruz das Almas: EMBRAPA. 2020

MENGUEL, K., KIRKIBY, E.A. Príncipes of plant nutrition. **Worblanpen – Bern: International Potash Institute**, 687. 1987.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Defesa Agropecuária, 2022. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br>. Acesso em: 10 Set. 2022.

MORE, S. S.; N. B. GOKHALE, S. E.; SHINDE G. N. KORAKE. Effect of different sources of silica on nutrient content of leaves and fruit at different stages of Alphonso mango (*Mangifera indica* L.) in lateritic soil. **Journal of Progressive Agriculture**. V.2, p1-9, 2015.

MOURA, F.M. Prolina e extrato de *Ascophyllum nodosum* no estado nutricional da mangueira 'Kent'. 2021. 66 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, 2021.

MURGIA, I.; MARZORATI, F.; VIGANI, G.; MORANDINI, P. Plant iron nutrition: the long road from soil to seeds. **Journal of Experimental Botany**. V.6, p.1809-1824. 2022.

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

PERICA, S.; BELLALLOUI, N.; GREVE, C.; HU, H.; BROWN, P.H.. Boron transport and soluble carbohydrate concentrations in olive. **Journal of the American Society Horticultural Science**. V.126, p.291-296, 2001.

PINTO, A. C. D. Q.; SAÚCO, V. G.; MITRA, S. K.; FERREIRA, F. R. Mango propagation. **Revista Brasileira de Fruticultura**. V.40, p.586-602, 2018.

- PINTO, A.C. DE Q.; GENUÍ, P.J. DE C. **A cultura da mangueira**. Propagação e padrão da muda. Embrapa, 2002.
- POORTER, H.; NAGEL, O. The role of biomass allocation in the growth response of plants to different levels of light, CO₂, nutrients and water: a quantitative review. **Functional Plant Biology**. V.27, p.1191-1199, 2000.
- Prado, R. M. **Nutrição De Plantas**. São Paulo: Editora UNESP. 2008.
- RAIJ, B.V. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 420. 2011.
- RAVISHANKAR, H.; KAILASH, K.; ATUL, S.; TARUN, A. Integrated nutrient management in Mango and Guava. **Indian Journal of Fertilisers**. V.6, p.12-21, 2010.
- REDDY, Y.; KURIAN, R.M.; RAMACHANDER, P.; SINGH, G.; KOHLI, R. Longterm effects of rootstocks on growth and fruit yielding patterns of ‘Alphonso’ mango (*Mangifera indica* L.). **Scientia Horticulturae**. V.97, p.95–108, 2003.
- REZENDE, J.S.; FREIRE, F. J.; SILVA, S.R.V.; MUSSER, R.S.; CAVALCANTE, Í.H.L.; SALDANHA, E.C.M.; SANTOS, R.L.; CUNHA, J. C.C. Establishment of specific DRIS standards for mango cultivars Tommy Atkins, Kent and Keitt compared to generic standards in the Sub-Middle São Francisco Valley. **Journal of Plant Nutrition**. 2022.
- SARKHOSH, A.; SHAHKOOMAHALLY, S.; ASIS, C.; MCCONCHIE, C. Influence of rootstocks on scion leaf mineral content in mango tree (*Mangifera indica* L.). **Horticulture, Environment, and Biotechnology**. V.1, p.1-11. 2021
- SAÚCO, V. G. Mango rootstock, a review. **Acta Horticulturae**. V.1244; p.1-16. 2019.
- SCRASE-FIELD, S. A. M. G.; KNIGHT, M. R. Calcium: just a chemical switch? Current Opinion in. **Plant Biology**. V.6, p.500-506, 2003.
- SILVA, A.R. da. Melhoramento genético para resistência à toxidez de alumínio e manganês no Brasil: antecedentes, necessidades e possibilidades. **Ciência e Cultura**. V.28, p.147-149. 1976.
- SILVA, D. J.; PERERA J. R.; MOUCO, M. A. C.; ALBUQUERQUE, J. A. S.; RAJI, B.V.; SILVA, C.A. **Nutrição Mineral e Adubação da Mangueira em Condições Irrigadas**. Petrolina: Embrapa semi-Arído. 16 . 2004.
- SILVA, F. C. S. et al. (Ed.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009.
- SILVA, R.B., BARBOSA, W.S.S., NETO, A.J.C., CESAR, D.N., SANTOS, W.E., NETO, A.L.S. Crescimento e produtividade de cultivares de coentro sob adubação Fosfatada. In: **Inovagri International Metting** (INOVAGRI). 3., Fortaleza, 2015.
- SHU, B.; LIU, L.; JUE, D.; WANG, Y.; WEI, Y.; SHI, S. Effects of avocado (*Persea americana* Mill.) scion on arbuscular mycorrhizal and root hair development in rootstock. **Archives of Agronomy and Soil Science**. V.63, p.1951–1962, 2017.

- SMITH, M.W., HOULT, M.D., BRIGHT, J. Rootstock affects yield, yield efficiency, and harvest rate of “Kensington Pride” mango. **HortScience**, v.38, p.273–276, 2008.
- SOTIROPOULOS T. Performance of the pear (*Pyrus communis*) cultivar William’s Bon Chretien grafted on seven rootstocks. **Australian Journal of Experimental Agriculture**. V.46, p.701–705, 2006.
- SOUZA, F.V. Curva de crescimento e exportação de nutrientes e Sódio por frutos de mangueira Palmer, Haden e Tommy Atkins. 2007. 64 f. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2007.
- TADDA, S.A.; MUHAMMAD, M. MANGA. A.A.; YAHAYA, S.U. Epicotyl Grafting In Mango (*Mangifera Indical*) As Influenced By Length Of Scion, Scion Type And Rootstock. **Bayero Journal of Pure and Applied Sciences**. V.11, p. 1-13, 2018.
- TAGLIAVINI, M. Measuring Root Surface Area and Mean Root Diameter of Peach Seedlings by Digital Image Analysis. **HortScience**. V.28, p.1-10, 1993.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. Porto Alegre, RS: Artmed, 6a ed. 2017.
- VALVERDI, N., KALCSITS, L. Rootstock Affects Scion Nutrition and Fruit Quality during Establishment and Early Production of ‘Honeycrisp’ Apple. **HortScience**. V.56, n. 2, p. 1-9. 2021.
- VÁSQUEZ, N.V., SOUBLETT, E.V., GAMBOA,G.G., ALMAN, M.A. 2021. Spatial Variability of Production and Quality in Table Grapes ‘Flame Seedless’ Growing on a Flat Terrain and Slope Site. **Horticulturae**. 7: 1-13. 2021.
- WANG, J. JIANG, L. WU, R. Plant grafting: how genetic exchange promotes vascular reconnection. **New Phytologist**. 214: 56–65. 2017.
- YILDIZ, E., KAPLANKIRAN, M. & UYGUR, V. Rootstock Induced Seasonal Changes of N, P and K Nutrient Levels in Satsuma Mandarin cvs. ‘Okitsu’, ‘Clausellina’ and ‘Silverhill’. **Erwerbs-Obstbau**. V. 60, p. 67–73, 2018.
- YILDIZ, D, P.; AYERS, S.; PHILLIPS,L. Factors associated with posttraumatic stress symptoms (PTSS) 4-6 weeks and 6 months after birth: A longitudinal population-based study. **Journal of Affective Disorders**. V.1, p 221, 2017.
- ZAYAN, M., ELMORSY,A., ELYAZID, D.M.A., MAZEN, W.F.Y. Comparisons of Four Mango Rootstocks and Their Effect on Naomi Variety Growth and Nutritional Status. **Journal of Plant Production**. V.11, p.1007-1011. 2020.
- ZUAZO-DURAN, V.H., AGUILAR-RUIZ, J., MARTINEZ R, A. Fruit yield, plant growth and nutrient status in mango effect of rootstocks. **International Journal of Fruit Science**. V.5, p.3-21, 2005.

ZUAZO, V. H. D., PLEGUEZUELO, C. R. R., TARIFA, D.F. Fruit yield, growth and leaf-nutrient status of mangoes grafted on two rootstocks in a marginal growing area (South-East Spain). **Fruits**. V.61, p.163–170, 2006.

ZUAZO, V. H. D; RODRIGUEZ, C. R. Soil-Erosion and Runoff Prevention by Plant Covers: A Review. **Agronomy for Sustainable Development**. V.28, p.1-12, 2008.

CAPÍTULO II

PORTA-ENXERTOS NO ESTADO NUTRICIONAL DAS PRINCIPAIS CULTIVARES DE MANGUEIRA EM CULTIVO ADENSADO DURANTE A FASE DE ESTABELECIMENTO NO CAMPO

RESUMO

A cultura da mangueira é considerada no Brasil a sexta fruta mais produzida, ocupando a sétima posição em nível mundial. A produção de pomares de mangueira em forma econômica normalmente acontece a partir do terceiro ano após o transplante das mudas em campo, nesse caso é essencial a escolha de cultivares e de porta-enxertos a serem plantadas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o estado nutricional de mangueiras ‘Palmer’, ‘Tommy Atkins’, ‘Kent’ e ‘Keitt’ enxertadas nos porta-enxertos poliembriônicos Capucho, Coquinho e Espada durante a fase de estabelecimento em cultivo adensado no Vale do São Francisco. O experimento foi desenvolvido entre maio de 2020 a fevereiro de 2022 em pomar experimental do setor de fruticultura do Campus de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Vale do São Francisco, localizado no Perímetro Irrigado Nilo Coelho, em Petrolina-PE. O experimento foi conduzido em esquema fatorial 4×3 , correspondentes a quatro cultivares copa (‘Keitt’, ‘Palmer’, ‘Kent’ e ‘Tommy Atkins’) e três cultivares de porta-enxertos poliembriônicos (Espada, Capucho e Coquinho), com cinco repetições e duas plantas por parcela. Para a determinação dos efeitos do porta-enxertos em cada cultivar de mangueira, foram realizadas três coletas de folhas para se determinar o estado nutricional das plantas. As coletas foram realizadas aos 180, 360, 540 dias após o transplante (DAT), que corresponderam aos meses de novembro de 2020 (1ª coleta), maio de 2021 (2ª coleta) e novembro de 2021 (3ª coleta). Os teores foliares de macronutrientes (K, Ca e Mg), micronutriente (Zn) e sódio aos 180 DAT; macronutrientes (N e Ca) e micronutriente (Zn) aos 360 DAT; e macronutrientes (Ca e Mg) e micronutriente (Zn) aos 540 DAT dependem da combinação copa (Tommy Atkins, Palmer, Keitt e Kent) x porta-enxerto (Espada, Capucho e Coquinho). O efeito do cultivo adensado com as principais combinações de cultivares de copa e porta-enxertos deve ser levado em consideração ao se interpretar a nutrição da cultura durante os primeiros anos de plantio do pomar.

Palavras-Chave: Nutrição Mineral; macronutriente; micronutriente; poliembriônicos; manga.

ABSTRACT

The mango crop is considered the sixth most produced fruit in Brazil, occupying the seventh position worldwide. The production of mango orchards in an economical way usually happens from the third year after transplanting the seedlings in the field, in this case it is essential to choose the cultivars and rootstocks to be planted. The objective of this work was to evaluate the nutritional status of 'Palmer', 'Tommy Atkins', 'Kent' and 'Keitt' mangoes grafted on polyembryonic rootstocks Capucho, Coquinho and Espada during the establishment phase in dense cultivation in Vale do São Paulo. Francis. The experiment was carried out between May 2020 and February 2022 in an experimental orchard of the fruit growing sector of the Campus of Agricultural Sciences of the Federal University of Vale do São Francisco, located in the Nilo Coelho Irrigated Perimeter, in Petrolina-PE, The experiment was conducted in 4×3 factorial scheme, corresponding to four scion cultivars ('Keitt', 'Palmer', 'Kent' and 'Tommy Atkins') and three cultivars of polyembryonic rootstocks (Espada, Capucho and Coquinho), with five replications and two plants per plot. To determine the effects of the rootstock on each mango cultivar, three leaf collections were carried out to determine the nutritional status of the plants. The collections were carried out at 180, 360, 540 days after transplantation (DAT), which correspond to the months of November 2020 (1st collection), May 2021 (2nd collection) and November 2021 (3rd collection). The leaf contents of macronutrients (K, Ca and Mg), micronutrients (Zn) and sodium at 180 DAT; macronutrients (N and Ca) and micronutrients (Zn) at 360 DAT; and macronutrients (Ca and Mg) and micronutrients (Zn) at 540 DAT depend on the canopy (Tommy Atkins, Palmer, Keitt and Kent) x rootstock (Espada, Capucho and Coquinho) combination. The effect of dense cultivation with the main combinations of scion cultivars and rootstocks must be taken into account when interpreting crop nutrition during the first years of planting in the orchard.

Keywords: Mineral nutrition; macronutrient; micronutrient; polyembryony; mango.

INTRODUÇÃO

A manga é a sexta fruta mais produzida no Brasil, que é o sétimo maior produtor mundial dessa fruta (FAOSTAT, 2023). Quanto a produção voltada à exportação, a cultura da mangueira apresenta área, produção e quantidades crescentes especialmente produzidas no Vale do São Francisco, responsável em 2021 por 87% das mangas exportadas pelo Brasil (ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTI FRUTICULTURA, 2022).

Para a formação de pomares de mangueira a escolha das variedades a serem produzidas pode ser influenciada por diversos fatores, tanto relacionados a fatores ligados à produção, quanto da fisiologia das próprias frutas ou do mercado consumidor, nesse caso é recomendado as cultivares que apresentam boas produções, coloração atraente do fruto, boa palatabilidade e pouca ou nenhuma fibra, além de boa resistência ao manuseio e ao transporte como ‘Tommy Atkins’, ‘Keitt’, ‘Kent’ e ‘Palmer’ (ARAUJO et al., 2017).

Além da seleção da cultivar copa a ser produzida, deve-se selecionar criteriosamente também o porta-enxerto, que deve ser produzido com sementes e substratos livres de pragas e doenças (COUTINHO, 2014), e que proporcionem à cultivar copa as condições necessárias ao crescimento, desenvolvimento e produção de frutos com qualidade. Os porta-enxertos mais utilizados na mangicultura brasileira são Espada, Coquinho, Capucho, Rosa, Carlota, Itamaracá, Coité, Ubá, Rosinha e Jasmim (DIAS et al., 2004). Entretanto, estudos que possam indicar qual o porta-enxerto mais adequado para a cultivar copa adotada e a influência dos porta-enxertos no estado nutricional da mangueira ainda são muito incipientes e escassos na literatura, destacando-se os trabalhos de Ali Sarkhosh et al. (2021), que avaliou o efeito de seis porta-enxertos sobre cinco cultivares de mangueira cultivadas na Austrália; Zayan et al. (2020), que avaliou a associação de quatro porta-enxertos, Socaria, Gomera 3, sabre e Hybried 13/1; Amariz (2022) que estudou o estado nutricional de mudas de mangueira de combinações com porta-enxertos poliembriônicos ‘Coquinho’ e ‘Espada’.

Informações geradas em condições de campo e para cultivos adensados constituem, ainda nos dias de hoje, uma lacuna na literatura científica, principalmente quanto ao estado nutricional da copa, variável que é influenciada pelo porta-enxerto, conforme concluíram que houve interações significativas entre porta-enxerto e fatores de copa e que as concentrações de nutrientes nas folhas variaram entre porta-enxertos e cultivares copas (Sarkhosh et al., 2021).

Já Zayan et al. (2020) afirmaram que houve efeito significativo direto das combinações de porta-enxerto e variedades copas sobre o estado nutricional e crescimento vegetativo e teve maior capacidade de reduzir o acúmulo de sódio em suas folhas. Amariz, (2022) concluiu que houve efeito do porta-enxerto no estado nutricional (teores de K, P e Cu foliares) da cultivar copa. A mangueira é uma cultura que demanda grandes quantidades de nutrientes para elevadas produtividades.

Rezende et al. (2022), avaliando os níveis crítico e a faixa de suficiência de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Zn, Mo e Cl em cultivos de mangueira Tommy Atkins, Kent e Keitt no Vale do Submédio São Francisco pelos métodos Boundary Line e Mathematical Chance, concluíram que os teores ótimos de nutrientes para as cultivares de mangueira pelos métodos estudados estiveram próximos dos teores médios da população de alta produtividade, assim como a faixa nutricional que apresentaram valores acima dos recomendados na literatura, sugerindo que esses métodos eram mais consistentes e expressou melhor o manejo regional da cultura da mangueira no Vale do Submédio São Francisco. Silva et al. (2022), avaliando a acumulação, partição e a eficiência de utilização de nutrientes em mangueira cv. Palmer em diferentes idades em pomares da região do Vale do São Francisco, observaram que a copa da mangueira Palmer acumula principalmente os macro e micronutrientes e o compartimento partição dentro do dossel ocorre na sequência: folha > galho fino > galho grosso. Com o envelhecimento da planta, os macronutrientes N e K e os micronutrientes Mn e Fe apresenta o maior acúmulo nas plantas da cultivar Palmer. O P, Mg, Cu e B são os nutrientes mais eficientes para gerar produção de biomassa e frutas nos pomares. Registrando-se as seguintes ordens decrescentes de exigências para os macronutrientes N > K > P > Ca > Mg > S e Mn > Zn > Cu > Fe > B para os micronutrientes. Embora existam diferenças consideráveis para as faixas de suficiência entre as cultivares estudadas, as sequências de demandas nutricionais permanecem inalteradas conforme a copa adotada.

Nesse sentido, o presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o estado nutricional de mangueiras ‘Palmer’, ‘Tommy Atkins’, ‘Kent’ e ‘Keitt’ enxertadas nos porta-enxertos poliembrionicos Capucho, Coquinho e Espada durante a fase de estabelecimento em cultivo adensado no Vale do Submédio São Francisco.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no período entre maio de 2020 a fevereiro de 2022 em pomar experimental do setor de fruticultura do Campus de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Vale do São Francisco, localizado no Perímetro Irrigado Nilo Coelho, em Petrolina-PE (9° 09' S, 40° 22' O e a uma altitude de 365,5 m acima do nível do mar), no semiárido pernambucano. O clima da região é classificado como BSw, semiárido quente, com precipitação média anual de 481,7 mm e o solo é classificado como Argissolo amarelo ditrocoeso arênico (ALVARES et al., 2013).

Durante a execução do experimento, os dados meteorológicos referentes à temperatura (máxima, mínima e média), umidade relativa do ar, radiação solar global e pluviosidade foram registrados a partir da estação meteorológica automática da UNIVASF, instalada no Campus de Ciências Agrárias (Figura 1).

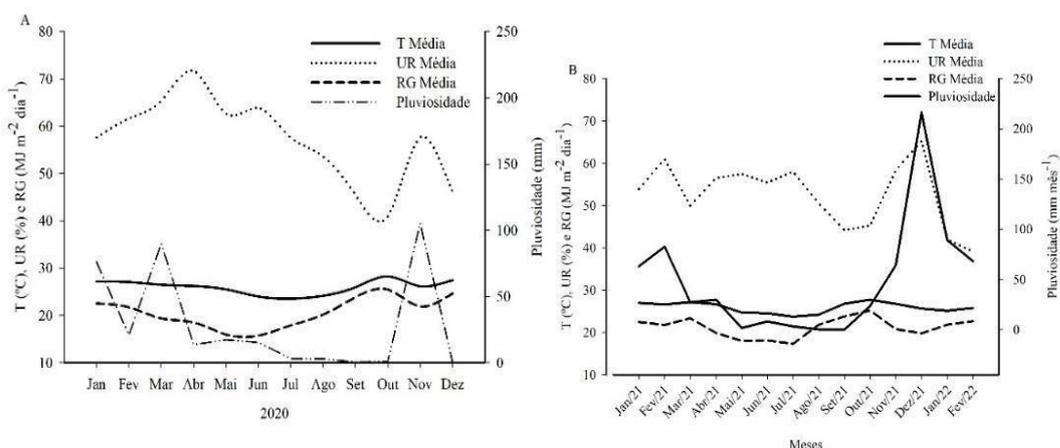


Figura 1. Dados de temperatura (T °C), umidade relativa do ar (UR%), radiação solar global ($\text{MJ m}^{-2} \text{dia}^{-1}$) e pluviosidade (mm) registrados durante a realização do experimento (2020 A, e 2021B).

Antes da instalação do experimento, foram coletadas amostras de solo para determinação de pH, P+, K+, Ca²⁺, Mg²⁺, H+Al, Cu, Mn, Fe e Zn (Caracterização inicial). O preparo do solo foi realizado aos 60 dias antes do transplântio das mudas e consistiu de duas arações e uma gradagem. O preparo das covas foi conforme a análise de solo da caracterização inicial assim como a recomendação de adubação para a fase inicial da cultura, seguindo as metodologias escritas por Silva (2009) (Tabela 1), e demanda da cultura, considerando as condições regionais de cultivo (CAVALCANTE et al., 2018).

Tabela 1. Caracterização inicial da química do solo coletado na profundidade de 0 - 0,30 m do pomar experimental de mangueira.

pH	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺ +Al ³⁺	CTC	V	Cu	Mn	Fe	Zn	
H ₂ O	mg dm ⁻³	cmolc dm ⁻³						%	mg dm ⁻³				
7,10	119,6	1,11	0,08	2,16	0,82	0,14	4,31	96,7	0,96	12,4	53,0	1,9	

Extrator Mehlich⁻¹(HCl + H₂SO₄): P, K, Na, Cu, Mn, Fe e Zn; Extrator KCl 1 M.: Ca, Mg e Al; V: percentagem de saturação de bases; CTC = Capacidade de troca de cátions.

O experimento foi conduzido em esquema fatorial 4 × 3, correspondentes a quatro cultivares copa ('Keitt', 'Palmer', 'Kent' e 'Tommy Atkins') e três cultivares de porta-enxertos poliembriônicos (Espada, Capucho e Coquinho), com cinco repetições e duas plantas por parcela ao total de 120 plantas com 5 blocos e 12 tratamentos.

Os porta-enxertos Espada e Capucho foram obtidos em Petrolina-PE, enquanto o porta-enxerto Coquinho foi oriundo de Curaçá-BA, todos fornecidos por viveiro comerciais credenciados pelo MAPA (Ministério da Agricultura, Pesca e Abastecimento), já as cultivares copa foram oriundas do próprio Campus da UNIVASF em Petrolina-PE.

O transplantio foi realizado no dia 20 de maio de 2020, e as plantas foram dispostas em espaçamento de 4,0 m entre plantas e 2,0 m entre linhas, irrigadas diariamente pelo sistema localizado de gotejamento com um gotejador a cada 0,5 m e vazão individual de 2,33 L/h. As práticas culturais foram realizadas conforme recomendação para a cultura da mangueira nas condições regionais de cultivo, seguindo as Normas Técnicas da Produção Integrada de Manga definidas por Lopes et al. (2008), quanto a podas, manejo nutricional via fertirrigação, controle de plantas invasoras, ponto de colheita e combate a pragas e doenças.

Na adubação de fundação, foram adicionados por cova 444,4 g de superfosfato simples (18,0% de P₂O₅, 18,0% de Ca e 10,0% de S), 10,0 g de sulfato de potássio (51,0% K₂O e 18,0% de S), 50,0 g de Agro BR-12 (S (3,9%), B (1,8%), Cu (1,0%), Mn (2,0%), Zn (9,0%)), 10,0 g de sulfato de magnésio (9,0% Mg, 12,0% S) e 20 litros de esterco.

Durante a execução experimental o suprimento de nutrientes para as plantas foi realizado via fertirrigação fornecendo quantidades que variaram a cada poda de formação e houve aumento a cada fase vegetativa das plantas, tendo o aumento das

doses de fertilizantes a cada poda de formação que ao final do ciclo experimental as quantidades fornecidas por planta chegaram aos seguintes valores: 12,33 g de N por planta na forma de uréia (45% de N) e nitrato de cálcio (14% de N), 4,29 g de Ca advindo do nitrato de cálcio (28% de Ca), 5,25 g de Mg por planta sendo a fonte sulfato de magnésio (14% de Mg), 5,61 g de K na forma de sulfato de potássio (51% de K) e 5,37g de fósforo tendo como fonte o fosfato monoamônico (48% de P₂O₅). No total da fase experimental os fertilizantes citados foram adicionados com 96 ml de MOL TOP® biofertilizante (10,0% de carbono orgânico, 11,0% de N, 1,0% de K₂O, 6,0% de ácido fosforoso e 33,0% de ácido fúlvico).

Os micronutrientes foram adicionados por meio de pulverizações foliares quinzenais com fertilizante Niphokan contendo 10% de nitrogênio, 8% de fósforo (P₂O₅), 8% de potássio (K₂O), 1% de cálcio (Ca), 0,5 % de magnésio (Mg), 0,5% de boro (B), 0,2% de cobre (Cu), 0,5% de manganês (Mn) e 0,5% zinco (Zn). As podas das plantas de mangueira foram realizadas com 50, 140, 230, 320, 440 e 540 (DAT), referentes aos meses de setembro e dezembro de 2020, março, junho, novembro de 2021 e fevereiro de 2022.

Para a determinação dos efeitos dos porta-enxertos em cada cultivar de mangueira, foram realizadas três coletas de folhas para se determinar o estado nutricional das plantas. As coletas de folhas foram realizadas aos 180, 360, 540 dias após o transplante (DAT), que corresponderam aos meses de novembro de 2020 (1ª coleta), maio de 2021 (2ª coleta) e novembro de 2021 (3ª coleta).

Foram coletadas 8 folhas nas duas parcelas por cada tratamento dentro do bloco, seguindo os critérios de Malavolta et al. (1997), sendo acondicionadas em sacos de papelão conduzidas para o Laboratório de Química e Fertilidade do Solo da Universidade Federal do Vale do São Francisco. Após lavagem com água destilada, as folhas foram secas em estufa com circulação forçada de ar a 60°C até massa constante, moídas em moinho de facas de aço inoxidável (tipo Willey) e armazenadas em recipiente hermeticamente fechado.

Foram pesadas 0,5 g dessas amostras que foram mineralizadas por digestão seca para determinação dos teores de macro e micronutrientes. A determinação dos teores de potássio (K), fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg), ferro (Fe), manganês (Mn), cobre (Cu), zinco (Zn) e sódio (Na) foi realizada conforme a metodologia de Silva (2009). Os teores de nitrogênio (N) foram determinados em soluções obtidas de extratos

preparados por digestão sulfúrica, pelo método semi-micro-Kjeldahl e o fósforo (P), extraído por meio da digestão nitroperclórica, por colorimetria. Os teores de Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn foram obtidos a partir de leituras no espectrofotômetro de absorção atômica. Os teores de Na e K foram extraídos por digestão por extrato em ácido nítrico a 65% e determinado por fotômetro de chamas. E para o teor de P foi obtido a partir da extração em ácido nítrico a 65% e submetido a solução de molibdato de amônio e assim determinado em leitura no espectrofotômetro de absorção molecular.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% ($p < 0,05$) e 1% ($p < 0,01$) de probabilidade. Todas as análises foram realizadas no programa estatístico Sistema para Análise de Variância – SISVAR versão 5.6 (Ferreira, 2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Tabela 2, houve interação significativa entre a cultivar copa x porta-enxerto para todos os macronutrientes avaliados em pelo menos uma data de avaliação, com exceção para o fósforo (P).

Tabela 2. Síntese da análise de variância (valor ‘F’) para os teores foliares de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg) (g kg^{-1}) aos 180, 360 e 540 dias após o transplântio em função de diferentes porta-enxertos (PE) e cultivares de copa (C) de mangueira em cultivo adensado durante a fase de estabelecimento no campo.

Fontes de variação	N			P			K			Ca			Mg (g kg^{-1})		
	180-d	360-d	540-d	180-d	360-d	540-d	180-d	360-d	540-d	180-d	360-d	540-d	180-d	360-d	540-d
Porta-enxerto (PE)	11,52**	5,44**	1,42 ^{ns}	1,22 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,15**	1,27 ^{ns}	7,06**	0,15**	2,85 ^{ns}	5,67**	7,45**	3,84*	3,15 ^{ns}	15,40**
Espada	18,00b	18,18ab	17,36a	0,72a	0,58a	13,09a	9,06a	8,12a	13,09a	26,43a	26,43b	32,56a	2,33b	3,24a	2,44a
Capucho	17,93b	18,85a	19,67a	0,59a	0,57a	13,34a	8,79a	4,49b	13,34a	31,96a	28,21ab	29,25ab	2,77a	3,43a	2,70a
Coquinho	20,12a	16,14b	18,70a	0,64a	0,57a	13,43a	7,78a	5,09b	13,43a	29,50a	32,90a	26,12b	2,38ab	2,52a	2,08b
Cultivar copa (C)	9,43**	2,11 ^{ns}	2,75 ^{ns}	0,43 ^{ns}	2,32 ^{ns}	6,77**	0,74 ^{ns}	8,46**	6,77**	0,27 ^{ns}	7,75**	34,36**	7,95**	0,38 ^{ns}	10,37**
Keitt	17,00b	17,41a	18,81a	0,60a	0,57a	15,00a	8,70a	5,33b	15,00a	30,00a	26,50ab	21,29c	2,43b	2,89a	2,71a
Palmer	19,44a	18,67a	19,04a	0,62a	0,57a	11,91b	7,68a	4,49b	11,91b	29,12a	24,25b	40,16a	3,07a	3,06a	2,19b
Kent	19,94a	18,37a	20,45a	0,68a	0,63a	13,70ab	9,05a	4,25b	13,70ab	30,12a	33,37a	26,33b	2,20b	2,90a	2,12b
Tommy Atkins	18,34ab	16,43a	16,01a	0,70a	0,51a	12,54b	8,72a	9,52a	12,54b	27,95a	32,62ab	29,45ab	2,27b	3,21a	2,60a
PE × C	1,77 ^{ns}	3,98**	0,25 ^{ns}	1,04 ^{ns}	0,66 ^{ns}	1,19 ^{ns}	4,64**	6,02**	1,19 ^{ns}	2,85*	3,92*	18,74**	2,45**	0,46 ^{ns}	2,88*
CV (%)	7,89	13,64	20,86	37,69	19,49	13,61	27,9	49,62	13,61	22,40	19,22	16,09	19,57	35,43	13,16

^{ns}: não significativo ($p < 0,05$); *: significativo a 5% de probabilidade ($p < 0,05$); **: significativo a 1% de probabilidade ($p < 0,01$); CV: Coeficiente de variação. Médias com as mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$). 180-d: 180 dias após o transplântio; 360-d: 360 dias após o transplântio; 540-d: 540 dias após o transplântio.

Os teores de N foliares foram influenciados isoladamente por porta-enxertos e cultivares copas aos 180 DAT e pela interação porta-enxerto x cultivar copa aos 360 DAT (Figura 2), mas na última avaliação (aos 540 DAT), não houve efeito dos tratamentos sobre o N foliar (Tabela 2).

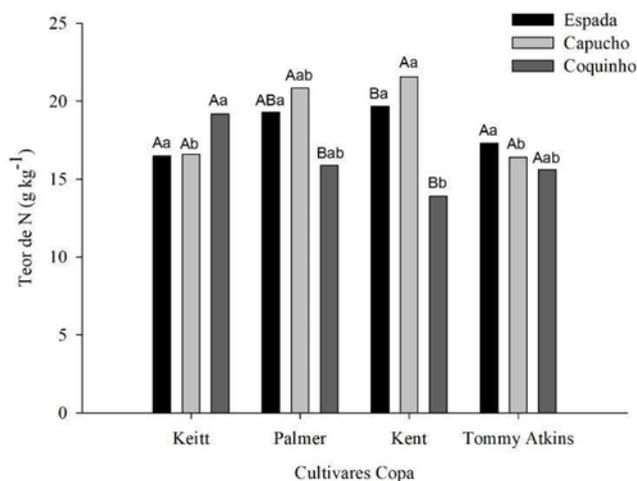


Figura 2. Teores de N foliares aos 360 DAT em plantas de mangueiras em pomar adensado em função de cultivares copa (Keitt, Palmer, Kent ou Tommy Atkins) e porta-enxerto (Espada, Capucho ou Coquinho).

Letras maiúsculas iguais não diferem entre si para os porta-enxertos dentro da variedade copa, e letras minúsculas iguais não diferem entre si para as variedades copa para cada porta-enxerto pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. DAT: Dias após transplantio.

Dubey et al. (2021), avaliando a nutrição mineral em porta-enxertos de mangueiras K-3 e Olour encontraram interação significativa entre cultivares copa x porta-enxertos, registrando valores entre 1,19 a 13,5 g kg⁻¹, portanto inferiores aos observados na Tabela 1. Resultados semelhantes ao de Dubey et al. (2021), foram encontrados por Abdalla et al. (2022).

De acordo a Tabela 3, aos 180 DAT os teores de N foliares nas plantas das cultivares ‘Keitt’ e ‘Palmer’ enxertadas em todos os porta-enxertos estão dentro da faixa ótima, enquanto a cultivar ‘Kent’ enxertada em todos os porta-enxertos estão fora da faixa ótima, já na ‘Tommy Atkins’ apenas o porta-enxerto Coquinho estaria de fora da faixa de suficiência (Rezende et al., 2022). Já aos 360 DAT, conforme critério de Rezende et al. (2022), os teores de N foliares nas plantas das cultivares ‘Keitt’, ‘Palmer’ e ‘Tommy Atkins’ enxertadas em todos os porta-enxertos estão dentro da faixa de suficiência, enquanto para a cultivar copa ‘Kent’, apenas o porta-enxerto Coquinho proporcionou valores ideais. Por fim, aos 540 DAT, os teores de N foliares das cultivares ‘Keitt’ e

‘Palmer’ para todos os porta-enxertos estão dentro da faixa de suficiência. Por outro lado, os teores de N foliares da cultivar ‘Kent’ para todos os porta-enxertos estavam fora da faixa de suficiência.

Tabela 3. Valores médios e faixa de suficiência para os teores foliares de macronutrientes (N, P, K, Ca e Mg) (g.Kg^{-1}) aos 180, 360 e 540 dias após o transplante em função de diferentes porta-enxertos (PE) e cultivares de copa (CC) de mangueira em cultivo adensado durante

Copa	PE	N				P				K				Ca				Mg			
		180-d	360-d	540-d	FS	180-d	360-d	540-d	FS	180-d	360-d	540-d	FS	180-d	360-d	540-d	FS	180-d	360-d	540-d	FS
Keitt	Espada	15,17	16,48	17,92		0,73	0,54	0,60		9,35	6,10	14,12		28,12	26,62	26,12		2,05	3,15	2,67	
	Capucho	17,55	16,59	20,37	14,4-21,5	0,52	0,59	0,61	1,6-2,2	6,19	4,76	16,25	10,8-24,6	34,50	25,50	19,00	23,5-30,4	2,40	3,34	2,90	2,0-2,5
	Coquinho	18,27	19,18	18,15		0,55	0,58	0,56		10,57	5,14	14,62		27,37	27,37	18,75		2,83	2,18	2,55	
Palmer*	Espada	18,72	19,28	18,62		0,50	0,61	0,59		7,93	4,81	11,87		24,75	25,87	44,50		3,07	3,18	2,27	
	Capucho	18,77	20,86	18,76	14,4-21,5	0,73	0,57	0,69	1,6-2,2	7,94	4,84	12,00	10,8-24,6	30,00	21,00	26,50	23,5-30,4	3,52	3,80	2,34	2,0-2,5
	Coquinho	20,84	15,89	19,74		0,64	0,53	0,59		7,19	3,82	11,87		32,62	25,87	49,50		2,62	2,80	1,96	
Kent	Espada	19,96	19,67	19,21		0,81	0,64	0,65		8,13	3,90	13,62		21,00	30,55	24,00		1,92	3,31	2,47	
	Capucho	17,92	21,56	21,59	13,4-16,7	0,54	0,57	0,52	1,7-2,1	13,02	4,68	14,00	14,0-17,9	33,37	28,87	35,25	18,0-30,6	2,84	2,70	2,31	2,2-2,8
	Coquinho	21,94	13,89	20,54		0,69	0,68	0,56		6,02	4,17	13,50		36,00	40,50	19,75		1,84	2,70	1,58	
Tommy Atkins	Espada	18,10	17,29	13,72		0,86	0,50	0,65		10,83	14,66	12,75		31,87	22,50	35,62		2,29	3,33	2,34	
	Capucho	17,48	16,39	17,95	14,4-18,2	0,57	0,55	0,44	1,5-2,3	7,99	3,66	11,12	11,1-14,9	30,00	37,50	36,25	24,1-35,8	2,30	3,89	3,23	1,5-2,1
	Coquinho	19,46	15,61	16,38		0,68	0,48	0,74		7,35	7,25	13,75		22,00	37,87	16,50		2,23	2,40	2,22	

PE: porta enxerto; 180-d: 180 dias após o transplante; 360-d: 360 dias após o transplante; 540-d: 540 dias após o transplante. FS: Rezende et al. (2022); *Como Rezende et al. (2022) não trabalhou com Palmer optou-se por usar a faixa definida para Keitt, a fase de estabelecimento.

Um dos nutrientes mais demandados pela mangueira é o N com efeito direto no crescimento e no desenvolvimento da cultura, auxiliando na distribuição dos fotoassimilados, e modificando assim a fisiologia e a morfologia do vegetal (QUEIROGA et al., 2007). O N é constituinte de proteínas, ácidos nucléicos, clorofila e enzimas essenciais no desenvolvimento celular e no crescimento radicular (COSTA, 2014). No efeito da adubação nitrogenada ocorre que na fase vegetativa a mangueira faz relação com surtos vegetativos/emissão de gemas florais/frutificação (SILVA et al., 2004).

Os teores de P foliares foram afetados pelos porta-enxertos adotados aos 540 DAT (Tabela 2). Quanto às cultivares copas, aos 540 DAT houve superioridade da 'Keitt' em relação às cultivares Palmer e Tommy Atkins. Em estudo realizado com as cultivares Omer, Agam e Shelly, Amariz (2022) registrou efeito do porta-enxerto nos teores de P foliares. Comparativamente aos dados da literatura científica, os valores registrados no presente trabalho são compatíveis aos reportados por Sarkhosh et al. (2021) para as cultivares NMBP1243, NMBP1201, NMBP4069, B74 e KP e por Zuazo et al. (2006) para as cultivares Osteen, Year, Keitt.

Em relação à faixa de suficiência, para os teores de P foliares definida por Rezende et al. (2022) contida na Tabela 3, todas as cultivares encontraram-se deficientes, independentemente do porta-enxerto usado. O P participa de inúmeros compostos essenciais nos tecidos vegetais. Dessa forma, o P é importante na fotossíntese, respiração, armazenamento e transferência de energia (ATP), divisão e crescimento celular (DECHEN; NACHTIGALL, 2007).

Os teores de K foliares foram afetados pela interação cultivar copa x porta-enxerto aos 180 e 360 DAT, bem como houve efeito individual isolado dos porta-enxertos e da cultivar copa aos 540 DAT (Tabela 2). Os efeitos em níveis foliares de K também foram observados por Torres (2019), que avaliou o estado nutricional em diferentes fases do ciclo de produção e a produtividade da mangueira cv. Palmer sob aplicação de ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e ácidos orgânicos em Petrolina – PE, observando valores entre 2,5 a 30 g kg⁻¹. Os teores de K foliares observados no presente trabalho são bastante inferiores à faixa de 28,0 a 55,2 g kg⁻¹ registrada por Wang et al. (2022), em trabalho realizado na região semiárida do Egito, e inferiores aos de Dubey et al. (2021) e Amariz (2022).

Embora com valores distintos de K foliares entre as datas de avaliação, o comportamento dos dados, de forma geral são semelhantes em ambas as datas de

avaliação, ou seja, para ‘Keitt’ o porta enxerto ‘Capucho’ apresentou sempre os menores valores de K foliares, mas por outro lado esse porta-enxerto foi mais eficiente para Palmer e Kent, enquanto para ‘Tommy Atkins’ o porta-enxerto ‘Espada’ foi bastante superior aos demais porta enxertos, independentemente da data de avaliação (Figura 3).

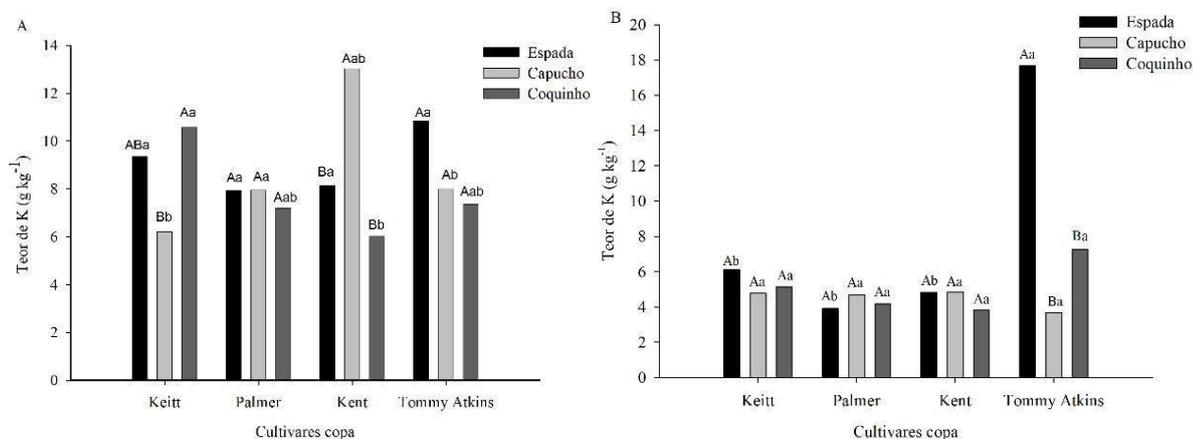


Figura 3. Teores de K foliares com 180 (A) e 360 DAT (B) em plantas de mangueiras em função de cultivares copa (Keitt, Palmer, Kent ou Tommy Atkins) e porta-enxerto (Espada, Capucho ou Coquinho).

Letras maiúsculas iguais não diferem entre si para os porta-enxertos dentro da variedade copa, e letras minúsculas iguais não diferem entre si para as variedades copa para cada porta-enxerto pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. DAT: Dias após transplântio.

Quanto às faixas de suficiência definida por Rezende et al. (2022), as cultivares Keitt, Palmer e Kent apresentaram suficiência apenas aos 540 DAT, sendo ‘Keitt’ e ‘Palmer’ para todos os porta enxertos e ‘Kent’ apenas quando enxertada em ‘Capucho’ (Tabela 3). ‘Tommy Atkins’ foi a única cultivar que já apresentou suficiência em K aos 360 DAT, mas, nesse caso apenas para ‘Espada’, enquanto aos 540 DAT todos os porta-enxertos proporcionaram níveis adequados de K foliares.

O K nos tecidos vegetais é ativador de várias enzimas como a ribulose-1,5- bisfosfato carboxilase/oxigenase, conhecida Rubisco; ATPase, e a quinase pirúvica, com reflexos na respiração e fotossíntese, além de afetar a abertura e fechamento dos estômatos, além de atuar na manutenção da turgidez celular e na translocação e armazenamento de assimilados (HANSEL, et al., 2021).

Especificamente para a mangueira, o K é considerado um dos nutrientes mais exportados em quantidade pela mangueira assim como o N (SILVA et al., 2002), e assim se

relacionando ao teor de amido nas folhas, à fotossíntese, ao transporte de carboidratos, à circulação da seiva, à regulação hídrica e osmótica da planta (SILVA et al., 2002; MARSCHNER, 2012).

O Ca foi o único macronutriente influenciado pela interação cultivar copa x porta-enxerto em todas as datas de avaliação (Tabela 2). Observa-se na Figura 4 grande variação dos efeitos do porta-enxerto em cada cultivar copa avaliada, i.e., os resultados da primeira data de avaliação não se repetiram, necessariamente, aos 540 DAT, com exceção da ‘Keitt’ que não foi influenciada pelo porta-enxerto. Por outro lado, para a ‘Palmer’ aos 540 DAT os porta enxerto ‘Espada’ e ‘Coquinho’ foram semelhantes e superiores à ‘Capucho’, enquanto aos 360 DAT Capucho e Coquinho foram Iguais para a cultivar ‘Tommy Atkins’ e aos 540 DAT os porta enxerto Espada e Capucho foram iguais para a ‘Tommy Atkins. É pertinente destacar, ainda, os diferentes comportamentos com entre as datas de avaliação para cada combinação cultivar copa x porta-enxerto, dada a drástica redução dos valores de Ca foliares proporcionados especialmente pela ‘Coquinho’ entre os 360 e 540 DAT para ‘Keitt’, ‘Kent’ e ‘Tommy Atkins’.

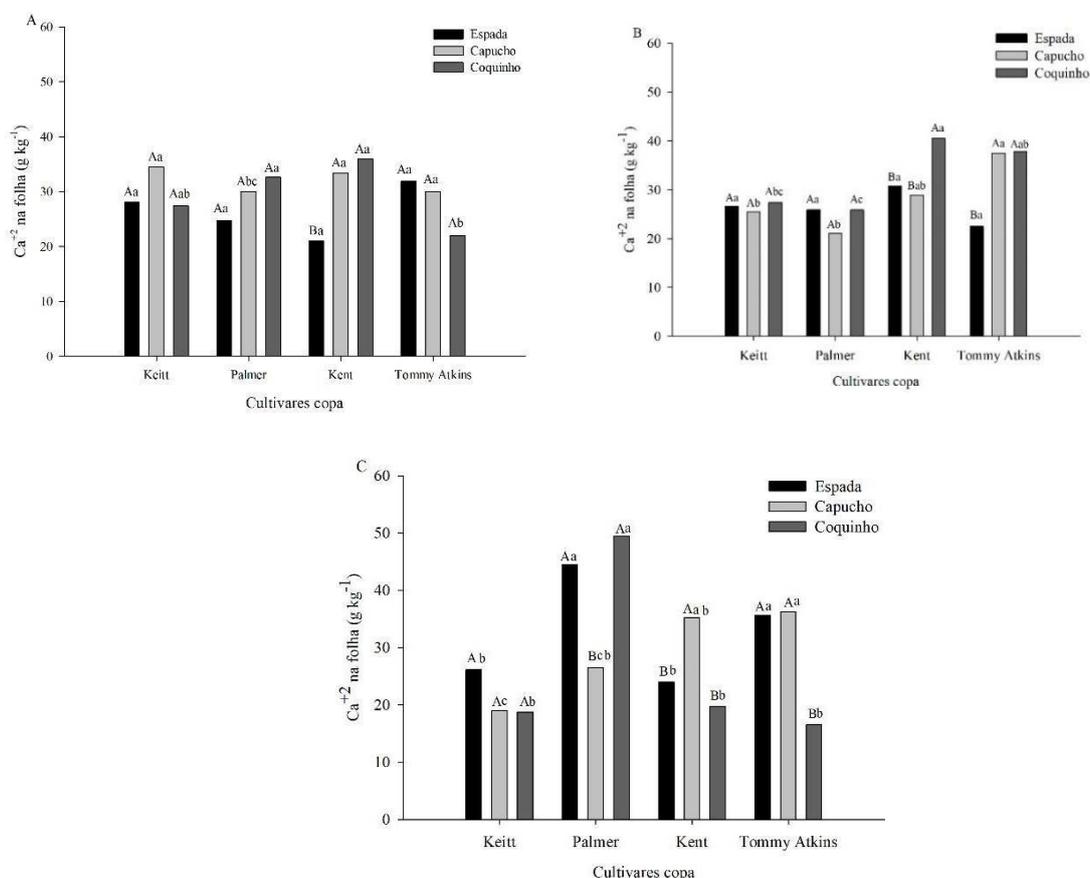


Figura 4. Teores de Ca foliares com 180 (A), 360 (B), 540 DAT (C) de plantas mangueiras em função de cultivares copa (Keitt, Palmer, Kent ou Tommy Atkins) e porta-enxerto (Espada, Capucho ou Coquinho).

Letras maiúsculas iguais não diferem entre si para os porta enxertos dentro da variedade copa, e letras minúsculas iguais não diferem entre si para as variedades copa para cada porta-enxerto pelo teste de Tukeya 5% de probabilidade. DAT: Dias após transplântio.

Os efeitos do porta-enxerto nos teores de Ca foliares foram também registrados por Amariz (2022), que avaliando o estado nutricional de mudas mangueiras ‘Shelly’, ‘Omer’ e ‘Agam’ enxertadas nos porta-enxertos poliembriônicos ‘Coquinho’ e ‘Espada’, registrou médias variando entre 27,18 a 29,46 g kg⁻¹, portanto semelhantes ao registrado pelo presente estudo. Silva et al. (2022), avaliando a eficiência nutricional de mangueira irrigada na região do Vale do Submédio São Francisco em diferentes idades, apresentaram médias de teores de Ca foliares em pomar de mangueira ‘Palmer’ adensado com dois anos após o transplântio de 25 g kg⁻¹, valores que são semelhantes ao presente estudo, principalmente quando se tem o porta-enxerto Espada.

De acordo com a Tabela 3, sobre as faixas de suficiência do Ca definidas por Rezende et al (2022) houveram resultados bastante específicos quanto às cultivares copa em cada porta-enxerto e em cada data de avaliação. Aos 540 DAT (última data de avaliação) para ‘Keitt’ o Ca foliar apenas esteve na faixa ideal quando enxertada em ‘Espada’, enquanto ‘Palmer’ os porta enxerto Espada e Coquinho estavam acima da faixa de suficiência e na ‘Kent’ apresentaram valores dentro da faixa de suficiência para todos os porta-enxertos com excerto para a Capucho e ‘Tommy Atkins’ apenas não estava na faixa de suficiência quando enxertada em ‘Coquinho’.

Teores suficientes de Ca na planta são fundamentais, pois esse nutriente apresenta função estrutural, que se liga aos pectatos na parede celular, onde atua na manutenção da estabilidade da membrana plasmática (BAI et al., 2009), além de ser mensageiro secundário, envolvido na regulação de processos fisiológicos (DENNESS et al., 2011). Paralelamente, o Ca pode desencadear inúmeros processos morfofisiológicos como divisão e alongamento celular, polarização e alongamento do tubo polínico, ramificação de raízes, germinação de sementes, fotossíntese, movimento estomático, resposta aos tropismos, senescência, apoptose, estando envolvido também no ritmo circadiano, que controla vários processos fisiológicos (CAMPOS, 2019).

Os teores de Mg foliares dependeram da interação cultivar copa x porta-enxerto aos 180 e 540 DAT (Tabela 5). Conforme a Figura 5 os teores de Mg foliares de ‘Keitt’ não foram afetados pelo porta-enxerto, enquanto para a ‘Palmer’ apenas aos 180 DAT; para a cultivar

‘Kent’ as menores médias de Mg foliares foram registradas em ‘Coquinho’ e para ‘Tommy Atkins’ a superioridade da ‘Capucho’ se destaca aos 540 DAT.

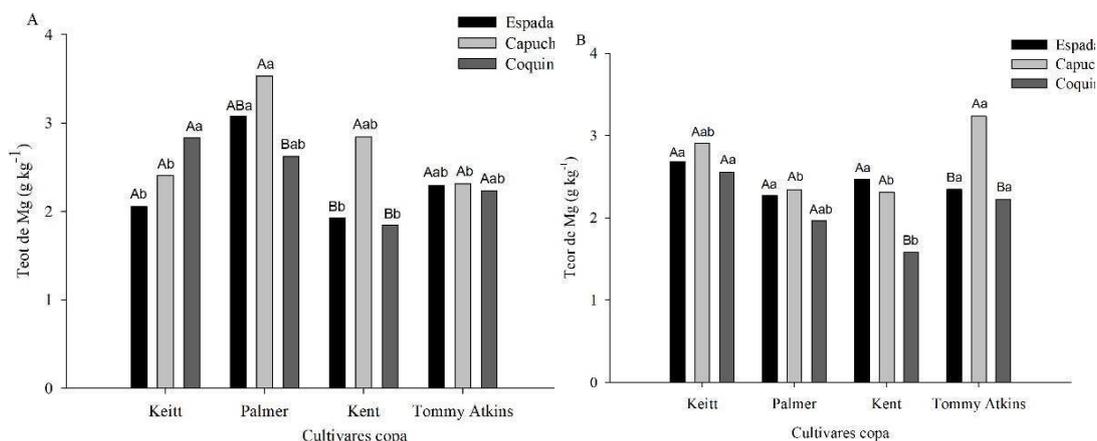


Figura 5. Teores de Mg foliares com 180 (A) e 540 DAT (B) em plantas de mangueiras em função de cultivares copa (Keitt, Palmer, Kent ou Tommy Atkins) e porta-enxerto (Espada, Capucho ou Coquinho).

Letras maiúsculas iguais não diferem entre si para os porta-enxertos dentro da variedade copa, e letras minúsculas iguais não diferem entre si para as variedades copa para cada porta-enxerto pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. DAT: Dias após transplantio.

Silva et al. (2014) registraram valores que foram semelhantes aos registrados para o presente estudo para o cultivo de mangueiras no município de Petrolina-PE, havendo efeitos entre porta-enxertos e registrando teores de Mg foliares, com variações entre 1,78 e 2,24 g kg⁻¹. Cavalcante et al. (2018), especificamente para ‘Palmer’, observaram teores de Mg foliares entre 1,20 a 1,50 g Kg⁻¹.

Com a relação à faixa de suficiência de Mg definida por Rezende et al (2022), as cultivares apresentaram resultados dependentes da data de avaliação e do porta-enxerto usado (Tabela 3). As cultivares ‘Keitt’ e ‘Tommy Atkins’, aos 540 DAT, apresentaram valores médios excessivos quando enxertadas em qualquer porta-enxerto, enquanto na mesma data de avaliação as cultivares ‘Palmer’ e ‘Kent’ estavam deficientes quando enxertadas em ‘Coquinho’.

O Mg é importante que esteja em níveis adequados na planta, pois este é constituinte da molécula de clorofila, controla o pH da célula, está presente na síntese de proteínas do crescimento vegetal, tem participação na ativação das enzimas que estão envolvidas na

respiração, assim como a fotossíntese e em todas as etapas que são envolvidas na transferência de grupos fosfatos (fosfatases e ATPases) (TATAGIBA et al., 2016; SOUSA, 2021).

Quanto aos micronutrientes avaliados, apenas observou interação significativa entre pota-enxerto e cultivar copa para os teores de Zn foliares em todas as datas de avaliação e para o elemento Na aos 180 DAT (Tabela 4).

Tabela 4. Síntese da análise de variância (valor ‘F’) para os teores de micronutrientes foliares (Cu, Zn, Mn, Fe) (mg. Kg^{-1}) e Na (g. Kg^{-1}) aos 180, 360 e 540 dias após o transplante em função de diferentes porta-enxertos (PE) e cultivares de copa (CC) de mangueira em cultivo adensado durante a fase de estabelecimento no campo.

Fontes de variação	Cu			Zn			Mn			Fe			Na		
	180-d	360-d	540-d												
Porta-enxerto (PE)	6,79**	17,57**	51,92**	4,19*	8,25**	1,11 ^{ns}	36,94**	4,24*	0,47 ^{ns}	0,10 ^{ns}	1,35 ^{ns}	11,18**	9,96**	1,07 ^{ns}	1,00 ^{ns}
Espada	7,75a	7,53a	6,70a	59,63a	53,75a	26,18a	97,13b	205,96ab	144,72a	74,04a	88,20a	61,17a	0,15a	0,10	0,00a
Capucho	6,29b	6,18b	4,44b	51,30b	55,98a	25,09a	104,90b	181,89b	152,61a	74,87a	82,88a	53,43b	0,14a	0,11	0,00a
Coquinho	5,82b	6,30b	2,56c	55,04ab	37,00b	25,06a	161,01a	225,16a	140,53a	77,03a	99,91a	51,94b	0,10b	0,17	0,00a
Cultivar copa (CC)	2,87 ^{ns}	7,66**	6,79**	0,32 ^{ns}	2,19 ^{ns}	6,83**	7,65**	1,04 ^{ns}	0,97 ^{ns}	1,23 ^{ns}	0,29 ^{ns}	7,96**	0,89 ^{ns}	0,59 ^{ns}	1,00 ^{ns}
Keitt	7,35a	7,11a	5,81a	54,78a	55,84a	27,15a	126,69ab	207,68a	145,43a	74,29a	90,94a	59,86a	0,13a	0,11a	0,00a
Palmer	7,18a	6,43ab	4,51b	55,75a	47,20a	23,74b	144,43a	220,14a	160,41a	72,31a	88,12a	57,95a	0,14a	0,18a	0,00a
Kent	5,87a	7,16a	3,93b	53,82a	41,31a	23,98b	107,89b	191,58a	138,82a	84,33a	96,55a	55,44a	0,12a	0,12a	0,00a
Tommy Atkins	6,08a	5,97b	4,02b	56,94a	51,29a	26,90a	105,05b	197,96a	139,17a	70,30a	85,71a	48,80b	0,12a	0,11a	0,00a
PE × CC	0,31 ^{ns}	0,66 ^{ns}	1,10 ^{ns}	1,55*	3,41**	4,10**	1,39 ^{ns}	0,18 ^{ns}	2,26 ^{ns}	1,54 ^{ns}	0,34 ^{ns}	1,79 ^{ns}	3,03*	0,88 ^{ns}	1,00 ^{ns}
CV (%)	23,21	10,71	25,21	14,72	29,55	9,53	18,95	20,61	24,31	25,77	33,19	10,67	21,56	113,13	692,82

^{ns}: não significativo ($p < 0,05$); *: significativo a 5% de probabilidade ($p < 0,05$); **: significativo a 1% de probabilidade ($p < 0,01$); CV: Coeficiente de variação. Médias com as mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$). 180-d: 180 dias após o transplante; 360-d: 360 dias após o transplante; 540-d: 540 dias após o transplante.

Os teores de Cu foliares dependeram isoladamente do porta-enxerto e da cultivar copa adotados, com valores médios superiores para ‘Espada’ em todas as datas de avaliação (Tabela 4). Quanto à comparação entre as cultivares copa, a ‘Keitt’ apresentou valores de Cu foliares superiores às demais cultivares em todas as datas de avaliação. Sarkhosh et al. (2021) também registraram efeito do porta-enxerto sobre os teores de Cu foliares, com valores variando entre 4,99 a 6,50 mg kg⁻¹. Amariz (2022), em estudo realizado com cultivares israelenses nos porta-enxertos ‘Espada’ e ‘Capucho’, relatou efeito significativo. De acordo com a Tabela 5, que contém as faixas de suficiência para Cu foliares definidas por Rezende et al. (2022), observa-se que nenhuma cultivar copa apresentou teores de Cu foliares dentro da faixa de suficiência, independentemente do porta-enxerto adotado e da data de avaliação.

Tabela 5. Valores médios e faixa de suficiência para os teores de micronutrientes foliares (Cu, Zn, Mn e Fe) (mg kg^{-1}) aos 180, 360 e 540 dias após o transplante em função de diferentes porta-enxertos (PE) e cultivares de copa (CC) de mangueira em cultivo adensado durante a fase de estabelecimento.

Copa	PE	Cu				Zn				Mn				Fe				PE:
		180-d	360-d	540-d	FS	180-d	360-d	540-d	FS	180-d	360-d	540-d	FS	180-d	360-d	540-d	FS	
Keitt	Espada	8,32	7,75	8,14		65,24	60,39	28,74		99,56	205,04	149,29		77,15	88,21	63,87		
	Capucho	7,56	6,67	5,78	10,0-18,9	45,34	59,81	24,78	55,8-219,0	100,96	182,44	133,03	446,3	67,85	82,58	57,97	91,5-165,6	
	Coquinho	6,18	6,91	3,51		53,76	47,32	27,92		179,55	235,57	153,97	713,3	77,87	102,05	57,73		
Palmer*	Espada	8,37	7,08	6,77		57,39	53,48	24,15		121,03	220,81	160,06		84,76	86,80	66,17		
	Capucho	6,68	6,08	4,20	10,0-18,9	54,98	57,32	22,06	55,8-219,0	116,68	195,11	138,38	446,3	94,72	75,05	49,72	91,5-165,6	
	Coquinho	6,49	6,14	2,56		54,90	30,81	25,03		195,58	244,51	182,79	713,3	85,20	102,61	57,97		
Kent	Espada	7,36	8,43	6,03		53,57	56,86	25,81		89,12	204,89	139,03		73,09	99,54	60,78		
	Capucho	5,45	6,33	4,47	8,8-9,2	55,29	55,36	26,23	43,7-108,9	102,35	170,88	167,06	495,2	94,72	81,32	56,82	93,1-213,5	
	Coquinho	4,82	6,74	1,29		52,59	11,70	19,91		132,21	198,96	110,36	873,6	85,20	108,80	48,73		
Tommy Atkins	Espada	6,93	6,87	5,87		62,31	44,29	26,04		78,83	193,12	130,49		61,15	78,35	53,85		
	Capucho	5,49	5,65	3,30	8,3-16,2	49,60	51,42	27,29	51,7-168,1	99,61	179,15	171,99	409,5	80,30	92,58	49,22	71,2-407,7	
	Coquinho	5,81	5,40	2,87		58,91	58,15	27,37		136,70	221,61	115,02	765,2	69,46	86,20	43,33		

porta enxerto; 180-d: 180 dias após o transplante; 360-d: 360 dias após o transplante; 540-d: 540 dias após o transplante. FS: Rezende et al. (2022); *Como Rezende et al. (2022) não trabalhou com Palmer optou-se por usar a faixa definida para Keitt.

O Cu é um micronutriente que se associa a enzimas envolvidas em reações de tipo redox ($\text{Cu}^{2+} + e^- \rightleftharpoons \text{Cu}^+$), sendo considerado o principal complexo de citocromo oxidase da cadeia de transporte de elétrons mitocondrial (respiração). Apesar dessa importância, a exigência da mangueira em relação ao Cu é pequena, assim ocorrendo um menor caso de ocorrência de deficiências (SILVA, et al., 2004).

Os teores de Zn foliares apresentaram grande oscilação especialmente aos 360 DAT, com valores significativamente menores proporcionados pelo ‘Coquinho’ para ‘Keitt’, ‘Palmer’ e ‘Kent’ (Figura 6). Aos 540 DAT a única diferença significativa foi registrada para a ‘Kent’ que continuou apresentando menor teor de Zn foliar quando enxertada em ‘Coquinho’ e, portanto, fica explícito que o manejo desse nutriente para essa situação deve ser diferenciado.

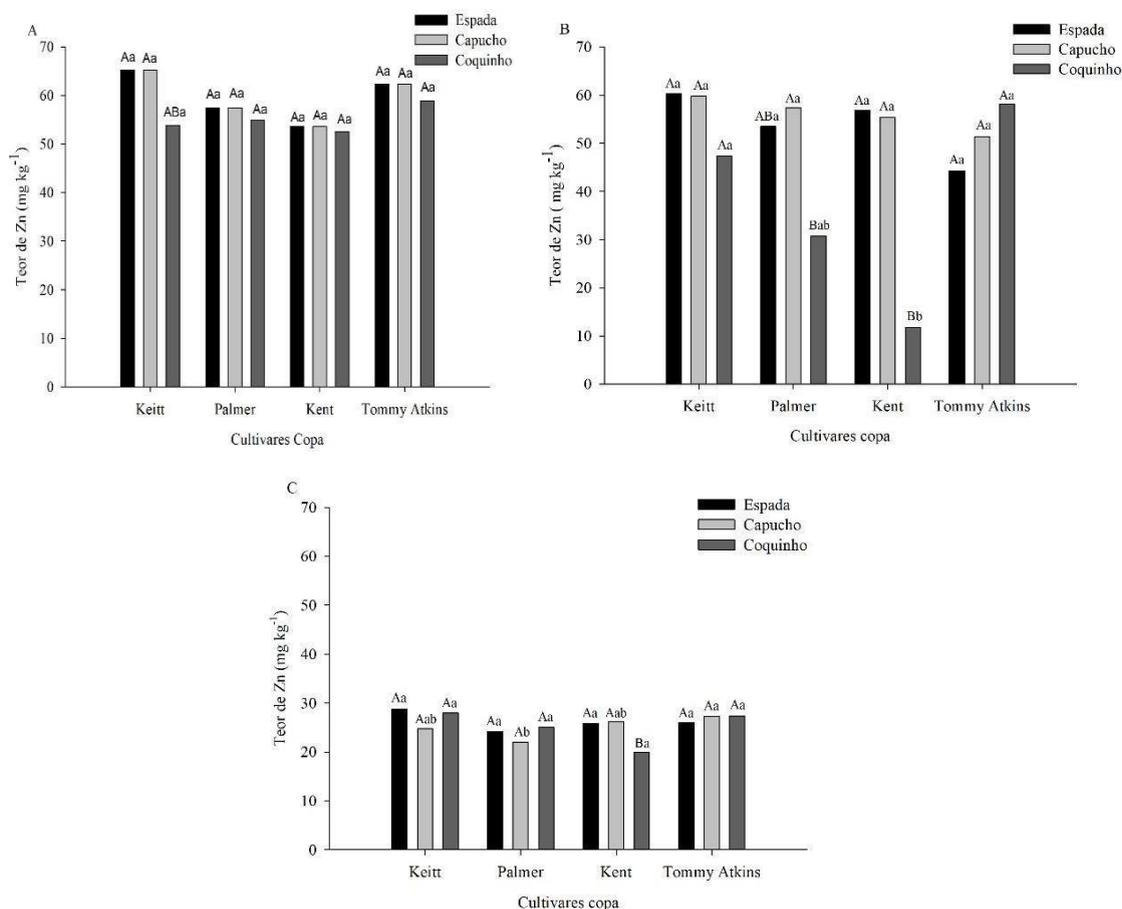


Figura 6. Teores de Zn foliares aos 180 (A), 360 (B), 540 DAT (C) em plantas de mangueiras em função da cultivares copa (Keitt, Palmer, Kent ou Tommy Atkins) e porta-enxerto (Espada, Capucho ou Coquinho).

Letras maiúsculas iguais não diferem entre si para os porta-enxertos dentro da variedade copa, e letras minúsculas iguais não diferem entre si para as variedades copa para cada porta-enxerto pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados médios do presente trabalho são inferiores aos registrados por Zuazo et al. (2006), que avaliando quatro cultivares de porta-enxertos Gomera-1, Gomera-3, Terebintina e 13/1, verificaram que os teores de Zn foliares variaram de 16 a 20 mg kg⁻¹, tendo uma amplitude bastante inferior à registrada na Tabela 4. Souza (2007), determinando a curva de crescimento, extração de nutrientes e sódio por frutos de mangueira Palmer, Haden e Tommy Atkins, observou valores com médias variando de 19 a 31 mg kg⁻¹, portanto inferiores aos observados aos 180 e 360 DAT, mas semelhantes aos de 540 DAT no presente trabalho.

De uma forma geral, os valores médios de Zn foliares apresentaram decréscimo com o avanço das datas de avaliação, em todas as cultivares copas estudadas, o que denota necessidade de ajustes do programa nutricional aplicado para a fase de estabelecimento da cultura. Essa observação é ainda mais pertinente ao se considerar a importância do Zn para a planta, pois esse nutriente atua tanto para as plantas quanto para os seres humanos (DE SOUZA et al., 2021).

Nas plantas, o Zn é importante, pois faz parte da síntese de proteínas e se relaciona ao metabolismo dos lipídios, carboidratos e ácidos nucleicos (DAS et al., 2018). Nesse sentido, esse micronutriente é participante no controle da diferenciação e multiplicação celular, da biossíntese de clorofila, processos respiratórios e fotossintéticos (BROADLEY et al., 2012), e, conseqüentemente, afeta características agrônômicas (COSTA, 2021). O Zn atua junto ao Fe e ao Mn na formação da clorofila e sendo essencial para a síntese das proteínas. Fazendo parte assim de uma auxina, o ácido indol acético (AIA), que, por sua vez está associado ao volume celular. Dessa forma as plantas deficientes apresentam células menores e em menor número, ocorrendo então o encurtamento dos internódios, além de o limbo foliar aumentar sua espessura e ficar quebradiço (SILVA et al. 2004).

Aos 540 DAT nenhuma cultivar copa apresentou valores médios de Zn foliares considerados suficientes por Rezende et al. (2022), conforme se pode observar na Tabela 5.

Os teores de Mn foliares apenas foram influenciados individualmente pelos porta-enxertos ou cultivares copas, aos 180 e 360 DAT, com superioridade para ‘Coquinho’ dentre os porta-enxertos e ‘Palmer’ dentre as cultivares copa avaliadas (Tabela 4).

De acordo com a Tabela 5, que contém as faixas de suficiência para Mn definidas por Rezende et al. (2022), observa-se que nenhuma cultivar copa se adequou, independentemente do porta-enxerto adotado e da data de avaliação, inclusive, os valores

de Mn foliares estão bem abaixo do recomendado para a cultura da mangueira, embora a faixa de suficiência tenha sido determinada em outra fase fenológica da cultura e, portanto, é possível inferir que para a fase vegetativa de estabelecimento da mangueira, provavelmente os valores recomendados por Rezende et al. (2022) seja excessivos.

O Mn é o micronutriente mais exigido pela cultura da mangueira, que embora os solos do semiárido normalmente apresentem valores satisfatórios (SILVA et al., 2004), é comum a prática de adubação com esse nutriente devido à elevada demanda da cultura, bem como por constituir um componente importante na formação da clorofila e na formação, multiplicação e funcionamento dos cloroplastos (GOMES, 2019). Adicionalmente, várias enzimas da fase escura da fotossíntese são ativadas pelo o Mn sendo a descarboxilase, desidrogenase e oxidase (ALEJANDRO et al., 2020), tanto em plantas que fixam o carbono via C_3 , quanto naquela que fazem via C_4 ; bem como a enzima málica e a carboxiquinase fosfoenopirúvica parecem ter exigência por Mn (MALAVOLTA, 2006; SILVA & BERTI, 2022).

Os teores de Fe foliares apenas foram afetados isoladamente pelos porta-enxertos e cultivares copa na última data de avaliação (540 DAT) (Tabela 4). Dentre os porta-enxertos, a ‘Espada’ se destacou com superioridade entre os demais; e dentre as cultivares copa a ‘Tommy Atkins’ apresentou o menor valor de Fe foliar.

Quanto à suficiência de Fe, apenas o porta-enxerto ‘Capucho’ proporcionou níveis adequados desse micronutriente, mas apenas aos 180 DAT (Rezende et al., 2022), pois nas demais datas de avaliação todas as cultivares copa em quaisquer porta-enxertos estavam deficientes em Fe.

De uma forma geral, é pertinente destacar que as faixas de suficiência recomendadas por Rezende et al. (2022) foram definidas para outro período fenológico da cultura, entre a pré-florada e o florescimento pleno, e portanto, a comparação precisa ser ponderada dada a falta de recomendação específica para a fase de estabelecimento da cultura da mangueira, independentemente de cultivar.

O Fe está envolvido na fotossíntese, respiração, fixação de N e síntese de DNA e de hormônios (SAHRAWAT, 2004). Por outro lado, quando as plantas estão submetidas a concentrações elevadas de Fe, há acúmulo de grandes quantidades desse micronutriente em seus tecidos e, conseqüentemente, sintomas típicos de toxicidade, como amarelecimento e, ou bronzeamento das folhas e escurecimento das raízes (SIQUEIRA-SILVA et al., 2012). Especificamente para a cultura da mangueira, o Fe faz parte como componente dos citocromos e de ativador de enzimas, dessa forma, participando de

processos de oxidação e liberando energia de açúcares e amidos, de reações de conversão de nitrato em amônio na planta e da síntese de proteínas. Sua deficiência se manifesta pela clorose típica em folhas novas, por meio da formação de um reticulado verde das nervuras, em contraste com o amarelado do limbo foliar (SILVA et al., 2004).

Os teores de Na foliares foram influenciados pela interação porta-enxerto e cultivar copa aos 180 DAT, enquanto nas demais datas de avaliação não houve efeito algum (Tabela 4). Aos 180 DAT para a ‘Keitt’ houve superioridade da ‘Espada’ e coquinho e para as demais cultivares (Figura 7).

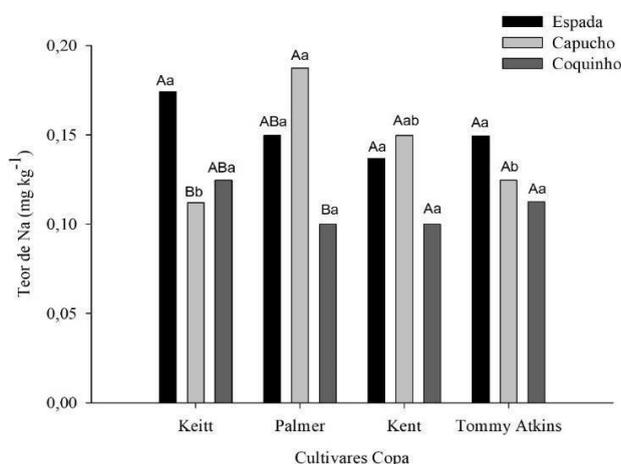


Figura 7. Teores de Na foliares em plantas mangueiras em cultivo adensado em função de cultivares copa (Keitt, Palmer, Kent ou Tommy Atkins) e porta-enxerto (Espada, Capucho ou Coquinho) aos 180 DAT.

Letras maiúsculas iguais não diferem entre si para os porta enxertos dentro da variedade copa, e letras minúsculas iguais não diferem entre si para as variedades copa para cada porta-enxerto pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. DAT: Dias após transplantio.

Filho (2003) registrou diferença nos teores de Na foliares, avaliando cultivares de mangueira em condições de salinidade, registrando para a testemunha valores entre 0,38 e 0,65 g kg⁻¹, portanto com amplitude superior à registrada para a Tabela 4.

O excesso de sais de sódio, além de trazer prejuízos às propriedades físicas e químicas do solo, provoca a redução generalizada do crescimento das plantas cultivadas provocando sérios prejuízos à atividade agrícola (CAVALCANTE et al., 2010). Nesse sentido, o grau ou a concentração de sais são os determinantes para esta redução variando de acordo com a espécie, podendo ser o fato de estar relacionado com a tolerância de cada espécie à salinidade (GHEY et al., 2016). A salinidade é considerada como a situação de excesso de sais solúveis, sódio trocável ou ambos em horizontes ou camada superficiais,

afetando o desenvolvimento vegetal (CERQUEIRA et al., 2021).

CONCLUSÕES

De acordo com as datas de avaliações para os teores de micronutrientes e sódio foliares, há efeito das combinações de cultivares copa (Tommy Atkins, Palmer, Keitt e Kent) x porta-enxerto (Espada, Capucho e Coquinho) aos 180 dias após o transplante para os elementos P, Ca, Mg, Zn e Na; aos 360 dias após o transplante para os elementos N, K, Ca e Zn e aos 540 dias após o transplante para os elementos Ca, Mg e Zn.

Os teores de micronutrientes foliares da cultivar copa são afetados pelo porta-enxerto aos 180 dias após o transplante para os elementos N, Mg e Mn; 360 dias após o transplante para os elementos K, Ca e Zn e aos 540 dias após o transplante para os elementos Ca, Mg, Cu, Zn e Fe.

O efeito do porta-enxerto no estado nutricional das cultivares copa (Tommy Atkins, Palmer, Keitt e Kent) na fase de estabelecimento de pomares deverá ser considerado na interpretação da nutrição da cultura e planejamento de adubações.

REFERENCIAS

ABDALLA, F.; ELWAKEEL, H.; OSMAN, S.;MANSOUR, N. Improvement of Growth and Productivity of Mango Trees Using some Growth stimulants under salinity conditions. **Arab Universities Journal of Agricultural Sciences**. v.30, n.1, p. 129-139, 2022.

ALEJANDRO, S.; HÖLLER, S.; MEIER, B. PEITER, E. Manganese in plants: from acquisition to subcellular allocation. *Frontiers in Plant Science*, v. 11, p. 300, 2020.

AMARIZ, R. A. uso dos porta-enxertos coquinho e espada para cultivo de mangueiras israelenses no vale do são Francisco. 2022. 90f. **Dissertação** (Programa de Pós- graduação em Fitotecnia), Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, 2022.

Anuário Brasileiro de Horti&Fruti 2022 / Benno Bernardo Kist... [et al.]. – Santa Cruz do Sul : Editora Gazeta Santa Cruz, 2022. 96 p. : il. ISSN 2107-0897.

ARAÚJO, D. O.; MORAES, J. A. A.; CARVALHO, J. L. M. fatores determinantes na mudança do padrão de produção e consumo da manga no mercado nacional. **Revista em agronegócio e meio ambiente**. v. 10, n. 1, p. 51-73, 2017.

BAI, J. G.; XU, P. L.; ZONG, C. S.; WANG, C. Y. Effects of Exogenous Calcium on Some Postharvest Characteristics of Cut Gladiolus. **Agricultural Sciences in China**, v. 8, n. 3, p. 293–303, 2009.

CERQUEIRA, P. R. S.; LACERDA, C. F.; ARAUJO, C. C. L.; GHEYI, H. R. SIMÕES, W. L. Agricultura irrigada em ambientes salinos. Brasília : Codevasf, 2021. 363 p : il.

BROADLEY, M. R. et al. **Function of nutrients: micronutrients**. In: MARSCHNER, P. (Ed.) *Marschner's mineral nutrition of higher plants*. 3 ed. London: Academic Press, 2012. p. 191-248.

CAMPOS, F. G. Cálculo E Sinalização Do Restabelecimento Vegetal Após Estresse Mecânico. 2019. 102f. **Tese** (Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas), Universidade estadual Paulista, Botucatu, 2019.

CAVALCANTE, L. F. et al. Fontes e níveis da salinidade da água na formação de mudas de mamoeiro cv. Sunrise solo. *Semina: Ciências Agrárias*, v.31, p.1281- 1290, 2010.

COSTA, A. R. **Nutrição Mineral Em Plantas Vasculares**. Ed. Escola de Ciências e Tecnologia da Universidade de Évora, 2014.

COSTA, A. S. **Caracteres Agronômicos e nutricionais de hortaliças não convencionais em função da aplicação de Zinco**. 2021. 67f. **Disertação** (Pós-Graduação em Fitotecnia), Universidade federal de Lavras, Lavras, 2021.

COUTINHO, G. produção de porta-enxertos de mangueira cultivar coquinho. 2014. 65p. **Dissertação** (Pós-Graduação em Agronomia), Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2014.

DAS, S. K.; AVASTHE, R. K.; SINGH, M.; DUTTA, S.K.; ROY, A. Zinc in plant-soil system and management strategy. **Agrica**, v. 7, n. 1, p. 1-6, 2018.

DE SOUZA, B. C. O. Q. et al. Biofortificação de mudas de cariru (*Talinum triangulare*) com zinco e seus benefícios ao crescimento e desenvolvimento. **Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 64, 2021.

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Elementos requeridos à nutrição das plantas. In: NOVAIS, R. F. et al. **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 91-132.

DENNESS, L.; MCKENNA, J. F.; SEGONZAC, C.; WORMIT, 91 A.; MADHOU, P.; BENNETT, M.; MANSFIELD, J.; ZIPFEL, C.; HAMANN, T. Cell wall damage-induced lignin biosynthesis is regulated by a reactive oxygen species- and jasmonic acid-dependent process in Arabidopsis. **Plant physiology**, v. 156, n. 3, p. 1364 – 1374, 2011.

DIAS, J. M.M .; ALEXANDRE, R. S.; FELISMINO. D. C.; SIQUEIRA. D. L. **Propagação da mangueira**. In: ROZANE, D. E. Et al., (Org.). Manga – Produção Integrada, Industrialização e comercialização. Viçosa : UFV, 2004, 604p.

DUBEY, A. K., SHARMA, R. M., & KUMAR, A. Long term performance of mango varieties on five polyembryonic rootstocks under subtropical conditions: effect on vigour, yield, fruit quality and nutrient acquisition. **Scientia Horticulturae**, v. 280, p. 109-944, 2021.

FAOSTAT (2023), On-line database, FAO. <http://faostat.fao.org/>.

FERREIRA, R. G.; et al. Distribuição da matéria seca e composição química das raízes, caule e folhas de goiabeira submetida a estresse salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 1, p. 79-88, 2001.

FILHO, L.A.M. Tolerância De sete variedades de mangueira ao estresse salino. 2003. 141p. **Tese** (Pós-graduação em Fitotecnia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; FILHO, E. G. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudo básico e aplicados**. 2 ed. Fortaleza., INCTSal, 2016. 504p. il.

GOMES, S. A. M. Avaliação da eficiência da adubação nas culturas da Soja e Milho. Orientador: Samuel Antônio Matias Gomes 2019. 51 f. **TCC (GRADUAÇÃO)**-Curso de Agronomia, campus universitário do Araguaia, Universidade Federal do Mato Grosso, Barra do Garças, 2019.

HANSEL, F. D. et al. **Nutrição Mineral como aliada das plantas na tolerância a estresses Ambientais**. Informações Agronômicas NPCT N° 9 – MARÇO/2021.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira de Potássio e do Fósforo, 1997. 319 p.

MARSCHNER'S, P. **Mineral nutrition of higher plants**. 3rd ed. Washington: Academic

Press. 906 p. 2012.

QUEIROGA, R.C.F.; PUIATTI, M.; FONTES, P.C.R.; CECON, P.R.; FINGER, F.L.

Influência de doses de nitrogênio na produtividade e qualidade do melão *Cantalupensis* sob ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 4, p. 550- 556, 2007.

REZENDE, J. S.; FREIRE, F. J.; DA SILVA, S. R. V.; MUSSER, R.S.; CAVALCANTE, Í. H. L.; SALDANHA, E. C. M.; DOS SANTOS, RENATO L.; CUNHA, J. C. Establishment of specific DRIS standards for mango cultivars Tommy Atkins, Kent and Keitt compared to generic standards in the Sub-Middle São Francisco Valley. **Journal of Plant Nutrition**, v. 45, p. 1-28, 2022.

SAHRAWAT, K. L. Iron toxicity in wetland rice and the role of other nutrients. **Journal Plant Nutrition**, v. 27, p. 1471-1504, 2004.

SARKHOSH, A.; SHAHKOOMAHALLY, S.; ASIS, C.; MCCONCHIE, C. Influence of rootstocks on scion leaf mineral content in mango tree (*Mangifera indica* L.). **Horticulture, Environment, and Biotechnology**. V.1, p.1-11. 2021.

SILVA, D. J.; QUAGGIO, J. A.; PINTO, P. A. da C.; PINTO, A. C. Q. de; MAGALHÃES, A. F. de J. Nutrição e adubação. In: GENUÍ, P. J. de C.; PINTO, A. C. Q. de (Ed.). A cultura da mangueira. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p. 191-221.

SILVA, J. D.; PEREIRA, J. R.; MOUCO, M. A. C; ALBUQUERQUE, J. A. S.; RAIJ, B. V.; SILVA, C. A. Nutrição Mineral e Adubação da Mangueira em Condições Irrigadas. 1.ed. Circular Técnica, **Embrapa Semi-Árido**, Petrolina, 2004.

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

SILVA, L. M.; BERTI, M. P. S. Manganês no solo e nas plantas: uma revisão. **Scientific Electronic Archive**, v.15, n.3, p. 21-25, 2022.

SILVA, R. L.; FONTES, R. L. F.; NEVES, J. C. L.; LIMA, A. M. N. SOARES, E. M. ; CARVALHO, C. I. F. S.; CAVALCANTE, I. H. L. Nutrient partition and nutritional efficiency of mango cv. Palmer as a function of plant age in São Francisco Valley, Brazil. **Semina: Ciências Agrárias**. v. 43, n. 4, p. 1671-1694, 2022.

SIQUEIRA-SILVA, A. I. et al. Iron plaque formation and morphoanatomy of roots from species of resting subjected to excess iron. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 78, p. 265-275, 2012.

SOUSA, F. F. Nodulação, Nutrição, Crescimento e Produtividade de duas cultivares de feijão-comum em resposta ao magnésio. 2021. 72f. **Dissertação** (Programa de pós- graduação em Agronomia – Agricultura), Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2021.

SOUZA, F.V. Curva de crescimento e exportação de nutrientes e Sódio por frutos de mangueira Palmer, Haden e Tommy Atkins. 2007. 64 f. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho”, Jaboticabal,2007.

TATAGIBA, S. D.; DAMATTA, F. M.; RODRIGUES, F. A. “Magnesium Decreases Leaf Scald Symptoms on Rice Leaves and Preserves Their Photosynthetic Performance.”

Plant Physiology and Biochemistry. v. 108, p. 49–56, 2016.

TORRES, A. P. Ácidos orgânicos na nutrição, produtividade e qualidade de frutos de mangueira cv. Palmer no vale do São Francisco. 2019.83f. **Dissertação** (Programa de Pós-graduação em Fitotecnia), Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina,2019.

WANG,J.; DING,Z.; HUGAIL,A.A.A.; HUI,Y.; HE, Y.; REICHMAN,S.M.; GHONEIM,A,M.; EISSA, M.A.; ZAID, E.A.A.A. Potassium Source and Biofertilizer Influence K Release and Fruit Yield of Mango (*Mangifera indica* L.): A Three-Year FieldStudy in Sandy Soils. **Sustainability**. v.14,n.9766, p.2-16, 2022.

ZAYAN, M.; ELMORSY,A.; ELYAZID, D.M.A.; MAZEN, W.F.Y. Comparisons of Four Mango Rootstocks and Their Effect on Naomi Variety Growth and Nutritional Status. **Journal of Plant Production**. v. 11, n.1, p. 1007-1011, 2020.

ZUAZO, V. H. D., PLEGUEZUELO, C. R. R., TARIFA, D.F. Fruit yield, growth and leaf-nutrient status of mangoes grafted on two rootstocks in a marginal growing area (South-East Spain). **Fruits**. V.61, p.163–170, 2006.

CAPÍTULO III

FERTILIDADE DO SOLO EM CULTIVO ADENSADO DE MANGUEIRAS DURANTE A FASE DE ESTABELECIMENTO NO CAMPO EM FUNÇÃO DO PORTA-ENXERTO

RESUMO

Os avanços em pesquisa que interage a nutrição mineral em diferentes combinações de copa e porta enxerto contribuem na recomendação de fertilizantes, e dessa forma faz reduzir os custos, aumenta a produtividade e permite ampliação do cultivo para os diferentes tipos de solo. Objetivou-se com o presente estudo avaliar a fertilidade do solo de um pomar adensado de mangueira ‘Palmer’, ‘Tommy Atkins’, ‘Kent’ e ‘Keitt’ enxertadas nos porta enxertos poliembriônicos Capucho, Coquinho e Espada. O experimento foi conduzido em esquema fatorial 4×3 , correspondentes a quatro cultivares copa (‘Keitt’, ‘Palmer’, ‘Kent’ e ‘Tommy Atkins’) e três cultivares de porta-enxertos poliembriônicos (Espada, Capucho e Coquinho), com cinco repetições e duas plantas por parcela. Foram realizadas três coletas de solos para se determinar o estado nutricional das plantas. As coletas foram realizadas aos 180, 360, 540 dias após o transplante (DAT), que corresponderam aos meses de novembro de 2020 (1ª coleta), maio de 2021 (2ª coleta) e novembro de 2021 (3ª coleta). Aos 180 DAT verificou-se interação para potencial hidrogeniônico (pH) e acidez total (H+Al); para 360 DAT, gerou interação do macronutriente Cálcio (Ca^+) e o micronutriente Cobre (Cu), e com 540 DAT, houve interação para pH. Os teores médios dos macronutrientes P, K, Ca e Mg e dos micronutrientes Zn, Mn, Fe, Cu e os elementos Na, pH e H+Al foi independente da data de coleta encontrando-se de acordo com os valores adequados para o crescimento das cultivares de copa de mangueira.

Palavras-Chave: *Anacardiaceae*; pomar adensado; atributos químicos do solo; macronutrientes; micronutrientes.

ABSTRACT

Advances in research that interacts with mineral nutrition in different combinations of crown and rootstock contribute to the recommendation of fertilizers, thus reducing costs, increasing productivity and allowing expansion of cultivation for different types of soil. The objective of the present study was to evaluate the soil fertility of a dense orchard of 'Palmer', 'Tommy Atkins', 'Kent' and 'Keitt' mango grafted on polyembryonic rootstocks Capucho, Coquinho and Espada. The experiment was conducted in a 4×3 factorial scheme, corresponding to four scion cultivars ('Keitt', 'Palmer', 'Kent' and 'Tommy Atkins') and three cultivars of polyembryonic rootstocks (Espada, Capucho and Coquinho), with five replications and two plants per plot. Three soil samples were taken to determine the nutritional status of the plants. The collections were carried out at 180, 360, 540 days after transplantation (DAT), which correspond to the months of November 2020 (1st collection), May 2021 (2nd collection) and November 2021 (3rd collection). At 180 DAT there was an interaction for hydrogen ion potential (pH) and total acidity (H+Al); for 360 DAT, it generated interaction of the macronutrient Calcium (Ca⁺) and the micronutrient Copper (Cu), and with 360 DAT, there was interaction for pH. The average contents of the macronutrients P, K, Ca and Mg and of the micronutrients Zn, Mn, Fe, Cu and the elements Na, pH and H+Al were independent of the collection date, being in agreement with the appropriate values for growth of mango canopy cultivars.

Keywords: *Anacardiaceae*, soil fertility, dense Orchard, nutritional contents.

INTRODUÇÃO

A cultura da mangueira (*Mangifera indica* L.) faz parte da classe das dicotiledôneas e da família Anacardiaceae, dentre as quais é a mais importante de forma econômica no vale do São Francisco e nutricional (SIQUEIRA et al., 2019). A área de produção da cultura da mangueira tem avançado nos últimos anos. Segundo a Pesquisa Agrícola Municipal (PAM) do IBGE, entre os anos de 2019 e 2020, os pomares colhidos de mangueira foram expandidos em 6,6%, para 71,8 mil hectares, e a produção, em 10,4%, para 1,57 milhão de toneladas, com aumento da produtividade em território nacional (IBGE, 2022).

A expansão da cultura da mangueira tem ocorrido adotando-se mudas propagadas pelo processo de enxertia, usando como porta-enxerto a material genético disponível na região, sem entretanto, conhecer qual o mais recomendado para cada cultivar copa e suas peculiaridades quanto a copa, vigor e demanda nutricional (SILVA et al. 2004).

Os avanços em pesquisas envolvendo nutrição em diferentes combinações copa e porta-enxerto contribuem para recomendação de genótipos mais adequados às condições edafoclimáticas de uma região, com isso a recomendação racional de fertilizantes, na redução de custos e na mortalidade de plantas, melhora a qualidade dos frutos, aumenta a produtividade e permite ampliar o cultivo para diferentes tipos de solo (ROMBOLÀ et al., 2012). Paralelamente, os porta-enxertos por apresentarem demandas nutricionais diferentes também afetam a fertilidade do solo de forma distinta onde os pomares estão cultivados, conforme destacaram Nascimento et al. (2018), que concluíram que a fertilidade do solo interfere na expressão genética dos porta-enxertos de cultivares de videira. O porta-enxerto IAC 576, altamente vigoroso, apresenta maior absorção de P. O porta-enxerto Harmony, de baixo vigor, apresenta baixa absorção de K e Ca, dessa forma afirmando que houve efeito do sistema de condução no estado nutricional das videiras e na fertilidade do solo.

A fertilidade do solo é considerada um dos fatores determinantes para se obter uma boa produção e qualidade de manga (RAGHUPATHI & BHARGAVA, 1997). Nesse caso a utilização correta de fertilizantes (quantidade, forma, época de aplicação e fonte), além de proporcionar ao produtor menores custos para a implantação e a condução da cultura, pode diminuir os riscos de contaminação ambiental dos solos (PINTO, et al., 2009).

Especificamente, para a mangueira, a qualidade do solo é um fator fundamental para obtenção de elevadas produtividades e adequada qualidade de frutos. Os solos considerados ideais para a cultura da mangueira devem apresentar média fertilidade, textura arenosa até argilosa, porém preferencialmente areno-argilosa, profundos, permeáveis, bem drenados, ligeiramente ácidos, mecanizáveis e com faixa de pH ideal entre 5,5 a 6,8. No Vale do São Francisco, no Polo Petrolina/Juazeiro, a mangueira é cultivada em diferentes tipos de solos, sendo mais frequentes nas classes dos Vertissolos, Argissolos, Latossolos e Neossolos Quartzarênicos (SILVA & GOMES., 2004). Adicionalmente, destaca-se, segundo Silva et al. (2002), que os nutrientes mais requeridos e demandados pela cultura da mangueira são N>K>Ca>Mg>P>S (macronutrientes) e Mn>Cu>Fe>Zn>B (micronutrientes), estando conforme a faixa nutricional encontrado por Rezende et al. (2022).

Assim, o presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a fertilidade do solo de um pomar adensado de mangueira cv. ‘Palmer’, ‘Tommy Atkins’, ‘Kent’ e ‘Keitt’ enxertadas nos porta-enxertos poliembriônicos Capucho, Coquinho e Espada.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no período entre maio de 2020 a fevereiro de 2022 em pomar experimental do setor de fruticultura do Campus de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Vale do São Francisco, localizado no Perímetro Irrigado Nilo Coelho, em Petrolina-PE (9° 09’ S, 40° 22’ O e a uma altitude de 365,5 m acima do nível do mar), no semiárido pernambucano. O clima da região é classificado como BSw_h, semiárido quente, com precipitação média anual de 481,7 mm e o solo é classificado como Argissolo amarelo ditrocoeso arênico (ALVARES et al., 2013).

Durante a execução do experimento, os dados meteorológicos referentes à temperatura (máxima, mínima e média), umidade relativa do ar, radiação solar global e pluviosidade foram registrados a partir da estação meteorológica automática da UNIVASF, instalada no Campus de Ciências Agrárias (Figura 1).

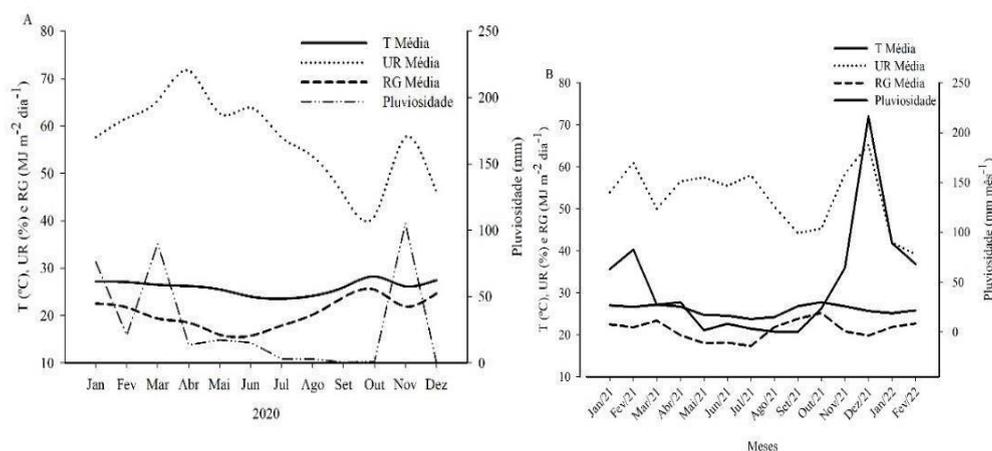


Figura 1. Dados de temperatura (T °C), umidade relativa do ar (UR%), radiação solar global ($\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$) e pluviosidade (mm) registrados durante a realização do experimento (2020 A, e 2021B).

Antes da instalação do experimento, foram coletadas amostras de solo para determinação de pH, P^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , H^+Al , Cu, Mn, Fe e Zn (Caracterização inicial). O preparo do solo foi realizado aos 60 dias antes do transplante das mudas e consistiu de duas arações e uma gradagem. O preparo das covas foi conforme a análise de solo da caracterização inicial assim como a recomendação de adubação para a fase inicial da cultura, seguindo as metodologias escritas por Silva (2009) (Tabela 1), e demanda da cultura, considerando as condições regionais de cultivo (CAVALCANTE et al., 2018).

Tabela 1. Caracterização inicial da química do solo coletado na profundidade de 0 - 0,30 m do pomar experimental de mangueira.

pH	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺ +Al ³⁺	CTC	V	Cu	Mn	Fe	Zn
H ₂ O	mg dm ⁻³	cmolc dm ⁻³						%	mg dm ⁻³			
7,10	119,6	1,11	0,08	2,16	0,82	0,14	4,31	96,7	0,96	12,4	53,0	1,9

Extrator Mehlich⁻¹(HCl + H₂SO₄): P, K, Na, Cu, Mn, Fe e Zn; Extrator KCl 1 M.: Ca, Mg e Al; V: percentagem de saturação de bases; CTC = Capacidade de troca de cátions.

O experimento foi conduzido em esquema fatorial 4×3 , correspondentes a quatro cultivares copa ('Keitt', 'Palmer', 'Kent' e 'Tommy Atkins') e três cultivares de porta-enxertos poliembriônicos (Espada, Capucho e Coquinho), com cinco repetições e duas plantas por parcela totalizando 120 plantas com 5 blocos e 12

tratamentos.

Os porta-enxertos Espada e Capucho foram obtidos em Petrolina-PE, enquanto o porta-enxerto Coquinho foi oriundo de Curaçá-BA, todos fornecidos por viveiro comerciais credenciados pelo MAPA (Ministério da Agricultura, Pesca e Abastecimento), já as cultivares copa foram oriundas do próprio Campus da UNIVASF em Petrolina-PE.

O transplântio foi realizado no dia 20 de maio de 2020, e as plantas foram dispostas em espaçamento de 4,0 m entre plantas e 2,0 m entre linhas, irrigadas diariamente pelo sistema localizado de gotejamento com um gotejador a cada 0,5 m e vazão individual de 2,33 L/h. As práticas culturais foram realizadas conforme recomendação para a cultura da mangueira nas condições regionais de cultivo, seguindo as Normas Técnicas da Produção Integrada de Manga definidas por Lopes et al. (2008), quanto a podas, manejo nutricional via fertirrigação, controle de plantas invasoras, ponto de colheita e combate a pragas e doenças.

Na adubação de fundação, foram adicionados por cova 444,4 g de superfosfato simples (18,0% de P_2O_5 , 18,0% de Ca e 10,0% de S), 10,0 g de sulfato de potássio (51,0% K_2O e 18,0% de S), 50,0 g de Agro BR-12 (S (3,9%), B (1,8%), Cu (1,0%), Mn (2,0%), Zn (9,0%)), 10,0 g de sulfato de magnésio (9,0% Mg, 12,0% S) e 20 litros de esterco.

Durante a execução experimental o suprimento de nutrientes para as plantas foi realizado via fertirrigação fornecendo quantidades que variaram a cada poda de formação e houve aumento a cada fase vegetativa das plantas, tendo o aumento das doses de fertilizantes a cada poda de formação que ao final do ciclo experimental as quantidades fornecidas por planta chegaram aos seguintes valores: 12,33 g de N por planta na forma de uréia (45% de N) e nitrato de cálcio (14% de N), 4,29 g de Ca advindo do nitrato de cálcio (28% de Ca), 5,25 g de Mg por planta sendo a fonte sulfato de magnésio (14% de Mg), 5,61 g de K na forma de sulfato de potássio (51% de K) e 5,37g de fósforo tendo como fonte o fosfato monoamônico (48% de P_2O_5). No total da fase experimental os fertilizantes citados foram adicionados com 96 ml de MOL TOP[®] biofertilizante (10,0% de carbono orgânico, 11,0% de N, 1,0% de K_2O , 6,0% de ácido fosforoso e 33,0% de ácido fúlvico).

Os micronutrientes foram adicionados por meio de pulverizações foliares quinzenais com fertilizante Niphokan contendo 10% de nitrogênio, 8% de fosforo

(P₂O₅), 8% de potássio (K₂O), 1% de cálcio (Ca), 0,5 % de magnésio (Mg), 0,5% de boro (B), 0,2% de cobre (Cu), 0,5% de manganês (Mn) e 0,5% zinco (Zn).

As podas das plantas de mangueira foram realizadas com 50, 140, 230, 320, 440 e 540 (DAT), referentes aos meses de setembro e dezembro de 2020, março, junho, novembro de 2021 e fevereiro de 2022.

Para a determinação dos efeitos dos porta-enxertos em cada cultivar de mangueira, foram realizadas três coletas de solos para se avaliar a fertilidade do solo do pomar. As coletas de solo foram realizadas aos 180, 360, 540 dias após o transplante (DAT), que corresponderam aos meses de novembro de 2020 (1ª coleta), maio de 2021 (2ª coleta) e novembro de 2021 (3ª coleta).

Amostras de solo foram coletadas na projeção da copa das mangueiras, na profundidade de 0-30 cm, seguindo os critérios de Malavolta et al. (1997). As amostras de solo foram acondicionadas em sacos de plástico e conduzidas para o Laboratório de Química e Fertilidade do Solo da Universidade Federal do Vale do São Francisco, onde foram secas ao ar, destorroadas, homogeneizadas e passadas em peneira de malha de 2,0 mm obtendo-se a terra fina seca ao ar (TFSA).

Foram realizadas análises químicas do solo para fins de fertilidade determinando, conforme a seguir: pH em água, 1:2,5 (v/v); acidez potencial (H + Al) (extração com acetato de cálcio e dosagem por titulometria com NaOH 1 mol L⁻¹); Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ (extração com KCl 1 mol L⁻¹) e dosagem de Ca²⁺ e Mg²⁺ por espectrofotometria de absorção atômica, assim como os micronutrientes Zn²⁺, Cu²⁺, Fe²⁺ e Mn²⁺; o Al por titulometria com NaOH 0,125 mol L⁻¹); P, K⁺, Na⁺, Zn²⁺, Cu²⁺, Fe²⁺ e Mn²⁺ por extração com Mehlich⁻¹, e dosagem de P por colorimetria (Braga e Defelippo, 1974), e K⁺ e Na⁺, por fotometria de emissão de chama.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% (p < 0,05) e 1% (p < 0,01) de probabilidade. Todas as análises foram feitas no programa estatístico Sistema para Análise de Variância – SISVAR versão 5.6 (Ferreira, 2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Tabela 2, houve interação significativa entre cultivar copa x porta-enxerto apenas para o cálcio trocável (Ca^{2+}) aos 360 DAT. Além disso, houve interação significativa entre cultivar copa x porta-enxerto apenas para o teor de cobre trocável (Cu^{2+}) aos 360 DAT (Tabela 3). Comportamento semelhante foi observado para o pH aos 180 e 540 DAT e para H^+Al aos 180 e 360 DAT (Tabela 4).

Tabela 2. Síntese da análise de variância (valor ‘F’) para os teores de P (mg dm^{-3}), K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} ($\text{cmol}_c/\text{dm}^3$) aos 180, 360 e 540 dias após o transplante em função de diferentes porta-enxertos (PE) e cultivares de copa (CC) de mangueira em cultivo adensado durante a fase de estabelecimento no campo.

Fontes de variação	P			K^+			Ca^{2+}			Mg^{2+}		
	180-d	360-d	540-d	180-d	360-d	540-d	180-d	360-d	540-d	180-d	360-d	540-d
Porta-enxerto (PE)	0,28 ^{ns}	0,27 ^{ns}	3,17 ^{ns}	1,99 ^{ns}	0,55 ^{ns}	0,10 ^{ns}	17,77 ^{**}	56,37 ^{**}	0,31 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,43 ^{ns}	0,27 ^{ns}
Espada	170,24a	491,51a	74,88a	0,20a	0,25a	0,12a	8,68a	3,04c	4,47a	1,37a	0,51a	0,27a
Capucho	173,42a	500,29a	46,57a	0,25a	0,23a	0,13a	7,94a	5,06b	4,02a	1,27a	0,58a	0,27a
Coquinho	215,40a	508,08a	50,77a	0,26a	0,26a	0,13a	6,51b	6,09a	3,84 a	1,33a	0,62a	0,32b
Cultivar copa (CC)	1,34 ^{ns}	0,55 ^{ns}	2,24 ^{ns}	1,43 ^{ns}	0,27 ^{ns}	2,45 ^{ns}	4,83 ^{**}	4,06 [*]	1,18 ^{ns}	0,71 ^{ns}	0,57 ^{ns}	0,31 ^{ns}
Keitt	244,21a	498,87a	53,07a	0,22a	0,25a	0,17a	8,35a	4,04b	5,08a	1,45a	0,59a	0,28a
Palmer	202,46a	485,30a	51,42a	0,28a	0,24a	0,11a	8,19a	4,98a	3,69a	1,33a	0,55a	0,25a
Kent	95,47a	497,61a	45,97a	0,22a	0,23a	0,10a	7,00b	4,77ab	3,42a	1,24a	0,48a	0,29a
Tommy Atkins	203,27a	518,02a	79,16a	0,23a	0,26a	0,13a	7,30ab	5,13a	4,26a	1,24a	0,66a	0,33a
PE × CC	1,15 ^{ns}	0,64 ^{ns}	3,17 ^{ns}	0,82 ^{ns}	0,58 ^{ns}	0,81 ^{ns}	2,21 ^{ns}	6,99 ^{**}	0,98 ^{ns}	0,82 ^{ns}	0,43 ^{ns}	0,90 ^{ns}
CV (%)	101,95	12,52	74,88a	36,25	38,33	48,39	13,56	17,47	56,73	30,69	57,87	66,72

^{ns}: não significativo ($p < 0,05$); ^{*}: significativo a 5% de probabilidade ($p < 0,05$); ^{**}: significativo a 1% de probabilidade ($p < 0,01$); CV: Coeficiente de variação. Médias com as mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$). d: Dias após o transplante.

Tabela 3. Síntese da análise de variância (valor ‘F’) para os teores de Cu^{2+} , Zn^{2+} , Mn^{2+} e Fe^{2+} (mg/dm^3) aos 180, 360 e 540 dias após o transplântio em função de diferentes porta-enxertos (PE) e cultivares de copa (CC) de mangueira em cultivo adensado durante a fase de estabelecimento no campo.

Fontes de variação	Cu^{2+}			Zn^{2+}			Mn^{2+}			Fe^{2+}		
	180-d	360-d	540-d	180-d	360-d	540-d	180-d	360-d	540-d	180-d	360-d	540-d
Porta-enxerto (PE)	0,35 ^{ns}	1,12 ^{ns}	10,67 ^{**}	0,70 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,43 ^{ns}	0,52 ^{ns}	1,07 ^{ns}	6,85 ^{**}	1,86 ^{ns}	0,29 ^{ns}
Espada	0,21a	0,30a	0,36a	0,29a	0,45a	0,45a	13,90a	23,29a	20,53a	19,17b	46,78a	29,03a
Capucho	0,25a	0,30a	0,18b	0,14a	0,44a	0,44a	12,97a	20,25a	15,73a	27,06a	45,97a	31,07a
Coquinho	0,23a	0,33a	0,09b	0,37a	0,45a	0,45a	16,08a	23,82a	18,25a	22,04ab	41,24a	27,98a
Cultivar copa (C)	0,54 ^{ns}	2,24 ^{ns}	0,39 ^{ns}	0,39 ^{ns}	0,23 ^{ns}	0,23 ^{ns}	1,22 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,37 ^{ns}	1,44 ^{ns}	0,91 ^{ns}	0,21 ^{ns}
Keitt	0,20a	0,27a	0,22a	0,38a	0,45a	0,45a	18,80a	23,04a	19,66a	23,97a	47,40a	34,81a
Palmer	0,21a	0,32a	0,26a	0,20a	0,46a	0,46a	12,62a	21,65a	17,78a	22,98a	45,54a	28,39a
Kent	0,25a	0,34a	0,21a	0,16a	0,47a	0,47a	13,14a	21,79a	16,05a	19,70a	41,67a	24,60a
Tommy Atkins	0,26a	0,31a	0,15a	0,33a	0,40a	0,40a	12,61a	23,46a	19,20a	24,37a	44,05a	29,63a
PE × CC	0,78 ^{ns}	2,70 [*]	0,39 ^{ns}	1,19 ^{ns}	0,66 ^{ns}	0,66 ^{ns}	0,92 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,29 ^{ns}	1,97 ^{ns}	0,48 ^{ns}	0,56 ^{ns}
CV (%)	57,68	23,33	77,22	206,12	53,22	53,22	66,06	47,89	50,89	26,82	19,65	39,56

ns: não significativo ($p < 0,05$); *: significativo a 5% de probabilidade ($p < 0,05$); **: significativo a 1% de probabilidade ($p < 0,01$); CV: Coeficiente de variação. Médias com as mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$). d: Dias após o transplântio.

Tabela 4. Síntese da análise de variância (valor ‘F’) para pH (H₂O), condutividade elétrica (Ce) (dS/m), acidez potencial (H+Al) e acidez trocável (Al³⁺) (cmol_c) aos 180, 360 e 540 dias após o transplante em função de diferentes porta-enxertos (PE) e cultivares de copa (CC) de mangueira em cultivo adensado durante a fase de estabelecimento no campo.

Fontes de variação	pH			CE			Na			H+Al			Al		
	180-d	360-d	540-d	180-d	360-d	540-d	180-d	360-d	540-d	180-d	360-d	540-d	180-d	360-d	540-d
Porta-enxerto (PE)	3,04**	3,59*	1,36 ^{ns}	0,72 ^{ns}	0,43 ^{ns}	0,94 ^{ns}	0,37 ^{ns}	1,76 ^{ns}	3,86*	0,98 ^{ns}	10,17**	0,24 ^{ns}	0,97 ^{ns}	4,14*	3,82*
Espada	6,63b	6,34b	5,76a	0,08a	0,10a	0,06a	0,01a	0,05a	0,01b	1,50a	3,50a	2,02a	0,00a	0,41ab	0,41b
Capucho	6,80a	6,40ab	5,83a	0,07a	0,08a	0,04a	0,00a	0,05a	0,03a	1,48a	2,19a	2,27a	0,01a	0,48a	0,51ab
Coquinho	6,70ab	6,64a	5,70a	0,08a	0,09a	0,06a	0,01a	0,07a	0,02ab	1,33a	2,06a	2,10a	0,02a	0,36b	0,23a
Cultivar copa (C)	6,29**	0,68 ^{ns}	3,03*	1,28 ^{ns}	0,64 ^{ns}	0,87 ^{ns}	1,84 ^{ns}	0,84 ^{ns}	2,27 ^{ns}	2,66 ^{ns}	0,57 ^{ns}	0,66 ^{ns}	0,73 ^{ns}	0,60 ^{ns}	0,66 ^{ns}
Keitt	6,49b	6,37a	5,88a	0,09a	0,11a	0,06a	0,03a	0,06a	0,03a	1,60a	2,80a	2,21a	0,00a	0,40a	1,12a
Palmer	6,79a	6,54a	5,76ab	0,08a	0,10a	0,05a	0,00a	0,05a	0,03a	1,50a	2,32a	2,43a	0,01a	0,45a	0,42a
Kent	6,78a	6,51a	5,61b	0,07a	0,08a	0,04a	0,00a	0,05a	0,02a	1,2a	2,49a	1,95a	0,01a	0,40a	1,28a
Tommy Atkins	6,78a	6,42a	5,76ab	0,07a	0,09a	0,06a	0,01a	0,07a	0,01a	1,5a	2,72a	1,92a	0,03a	0,43a	1,40a
PE × C	3,40**	1,99 ^{ns}	5,93**	2,11 ^{ns}	0,49 ^{ns}	0,66 ^{ns}	1,13 ^{ns}	0,48 ^{ns}	2,25 ^{ns}	4,61**	4,06**	0,63 ^{ns}	1,68 ^{ns}	1,65 ^{ns}	0,41 ^{ns}
CV (%)	3,01	5,17	3,91	34,6	54,47	77,58	271,09	58,79	68,45	27,62	38,76	47,86	250,72	27,58	197,50

^{ns}: não significativo (p < 0,05); *: significativo a 5% de probabilidade (p < 0,05); **: significativo a 1% de probabilidade (p < 0,01); CV: Coeficiente de variação. Médias com as mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (p < 0,05). d: Dias após o transplante.

Os teores de fósforo (P) disponíveis no solo aos 180, 360, 540 DAT não foram afetados pelos porta-enxertos e cultivares de copa, com médias de 186,35; 409,96 e 57,41 mg dm⁻³ e 180,71; 493,91 e 58,85 mg dm⁻³, respectivamente (Tabela 2). Nesse sentido, observa-se que, independentemente da época da coleta de solo na área experimental, os teores de P disponíveis estavam adequados, conforme Ribeiro et al. (1999) e Sobral et al. (2015). Ao comparar os teores de P disponíveis com os teores adequados de 60 – 80 mg kg⁻¹ (para a cultura da mangueira (Winston, 2007), estavam adequados aos 180 e 360 DAT e um pouco abaixo aos 540 DAT.

Os teores de P disponíveis no solo aos 180 e 360 DAT estão muito acima dos teores considerados adequados é explicado pois a capacidade de adsorção de P é diminuída com o aumento da concentração do P em função da capacidade da fertilidade do solo (WHALEN & CHANG, 2002), e da capacidade de adsorção dos colóides do solo em diminuir em presença dos ácidos orgânicos liberados pela presença da matéria orgânica no pomar (FRANCHINI et al., 2001). Outro fator, que deverá ser considerado, é a liberação de nutrientes dos materiais orgânicos durante o processo de mineralização, que depende das características da espécie, e especialmente da relação C/N; bem como, da localização e da forma em que esses nutrientes se encontram no tecido vegetal (GIACOMINI et al., 2003). No caso do P, na planta está associado ao componente orgânico do tecido vegetal (MARSCHNER, 1995), e sua liberação depende da decomposição pelos microrganismos do solo.

Já com 540 DAT, os teores de P o solo do pomar adensado diminuiu em comparação a 180 e 360 DAT, devido o maior crescimento das cultivares de mangueira, proporcionando maior absorção de P pelas plantas, cujo nutriente P é o quarto elemento mais exportado pela a cultura da Mangueira (SOUSA, 2007; LEÃO NETO 2019).

É pertinente destacar a adubação fosfatada que foi realizada no pomar, pois é comum a aplicação de P no início do segundo ano de cultivo (aos 360 DAT), o que certamente influenciou os elevados valores registrado nessa data de avaliação, independentemente da cultivar copa ou do porta-enxerto usado.

Os teores de potássio (K⁺) trocáveis dentre as datas de 180, 360 e 540 DAT, também não foram significativos pelo teste de Tukey (P<0,05), para os portas-enxertos, com médias de 0,24; 0,25 e 0,13 cmol_c/dm³ e para as cultivares de copa com valores médios de 0,24; 0,25 e 0,13 cmol_c dm⁻³, respectivamente (Tabela 2). Para Winston (2007), o teor de K⁺ trocável considerado é adequado na faixa de 0,15 e 0,20 cmol_c/dm³, específico para a cultura da Mangueira. Assim, os teores estavam adequados aos 180 e 360 DAT e deficiente aos 540 DAT.

No entanto, CAVALCANTE 2008 recomenda elevar o K do solo para 0,22 cmol_c/dm³. Com isso, o solo do experimento estava adequado para o cultivo da mangueira, com exceção

de 540 DAT que foi devido ao maior crescimento e, conseqüentemente, a maior absorção de K^+ pelas cultivares de mangueira. Conforme Volf et al. (2022), entre os nutrientes essenciais, o K desempenha um papel fundamental na fisiologia das plantas e na dinâmica solo-planta de vários nutrientes. São necessárias recomendações criteriosas de K^+ para assegurar que o equilíbrio entre nutrientes catiônicos e micronutrientes, especialmente em solos arenosos, e ainda, conforme Liang et al. (2021), a presença de K também pode contribuir para melhorar a estabilidade estrutural do solo.

Os menores teores de K^+ foram obtidas com 540 DAT (0,10 a 0,17 $cmol/dm^3$), possivelmente, devido maior absorção de K^+ pelas as cultivares, no qual o K é o elemento mais exportado pela cultura da mangueira, conforme Souza (2007), Leão Neto (2019), Costa et al. (2021).

Os teores de Ca^{+2} aos 180 DAT dependeram de forma isolada das cultivares copa e dos porta-enxertos (Tabela 2). Para os porta-enxertos, o maior teor de Ca^{+2} no solo foi constatado para a Espada e a Capucho, sendo superior em comparação a Coquinho; já para as cultivares decopa as maiores médias para os teores de Ca^{+2} foram apresentadas em 'Keitt' e na 'Palmer', as quais não diferiram entre si pelo teste de Tukey (Tabela 2). Aos 360 DAT, os teores de Ca^{+2} foram influenciados pela interação cultivar copa x porta-enxertos, com 'Coquinho' apresentado os melhores resultados e semelhantes à 'Capucho' no solo cultivado com 'Palmer', 'Kent' e 'Tommy Atkins', enquanto para 'Keitt' a superioridade isolada foi de 'Coquinho'. (Figura 2). Por fim, aos 540 DAT é possível observa-se que não houve resultados significativos para nenhuma fonte de variação (Tabela 2).

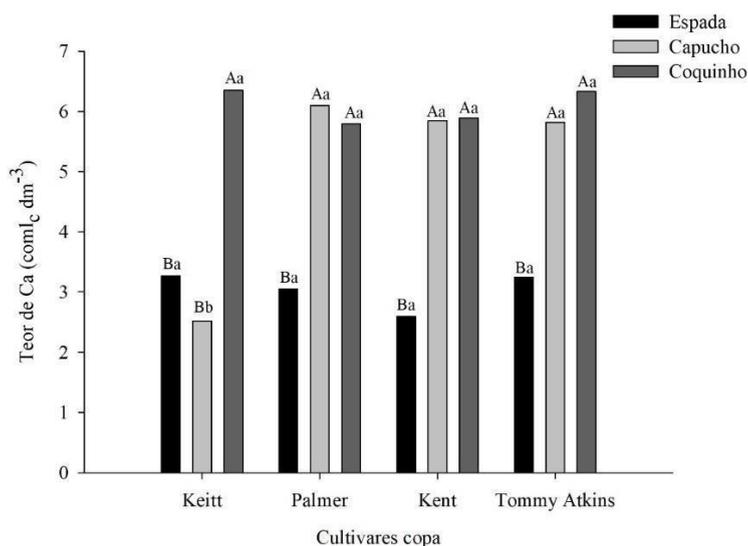


Figura 2. Teores de Ca^{2+} do solo com 360 DAT em função de cultivares copa (Keitt, Palmer, Kent ou Tommy Atkins) e porta-enxerto (Espada, Capucho ou Coquinho).

Letras maiúsculas iguais não diferem entre si para os porta-enxertos dentro da variedade copa, e letras minúsculas iguais não diferem entre si para as variedades copa para cada porta-enxerto pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os teores de Ca^{+2} foi influenciado pelas fontes, pois, estavam acima de $3,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, considerado alto, conforme Winston (2007) e Sobral et al. (2015), exceto para o porta-enxerto Capucho na cultivar ‘Keitt’ e para o porta-enxerto Espada na cultivar ‘Kent’, ambas, com 360 DAT, sendo justificável, pois o Ca^{+2} é o 3º elemento mais exportado pela cultura da mangueira (LEÃO NETO 2019), e com 360 DAT, os portas-enxertos estavam em pleno crescimento, necessitando de maior demanda de Ca^{+2} .

Em comparação com os teores de K^+ e Ca^{+2} , os menores teores de K^+ foram aos 540 DAT e para o Ca^{+2} aos 360 DAT, isto pode ter ocorrido devido o antagonismo entre os elementos, o excesso de um inibe o outro e vice-versa, corroborando com Sukkaew et al. (2022) ao afirmarem que Ca e K são nutrientes essenciais para o crescimento das plantas, mas os efeitos antagônicos entre eles podem reduzir o rendimento das culturas, inclusive da mangueira. Deve-se ponderar ainda, que a fonte de Ca usada no experimento foi nitrato de cálcio, enquanto a adubação potássica com a fonte sulfato de potássio, mas ambos foram aplicados exclusivamente via fertirrigação.

Callili et al. (2022), avaliando os efeitos de porta-enxertos e teores de K^+ na fenologia e a demanda térmica da videira, concluíram que a adubação com K em concentrações variadas não apresentou efeito sobre a fenologia ou demanda térmica da cv. Niagara Rosada, quando havia grande quantidade de K disponível no solo. Rato et al. (2008), avaliando os efeitos

induzidos por dois diferentes porta-enxertos de ameixeira (GF8-1 e GF10-2) em dois diferentes solos (Haplic Luvisol e Vertic Luvisol) no crescimento, produção de frutos, composição mineral e qualidade dos frutos de ameixas, concluíram que não houve efeito significativo do porta-enxerto sobre os teores de K, N, P e Mg dos frutos. No entanto, a concentração de P no solo influenciou o teor de P na polpa do fruto.

Independentemente, da época de coleta, não houve efeito para nenhuma fonte de variação nos teores de Mg^{2+} (Tabela 2). Para Leão Neto (2015), os teores de Mg^{2+} ideais devem ser iguais ou superiores a $0,3 \text{ cmol/dm}^3$ e para Winston (2007) na faixa de $0,75-1,25 \text{ cmol/dm}^3$, considerando o pleno crescimento das culturas, e não limitando os rendimentos da mangueira. No entanto, os teores de Mg^{2+} estavam abaixo de $1,6 \text{ cmol/dm}^3$, portanto, considerados baixos para Leão Neto (2015) e adequados para Winston (2007) para a cultura da mangueira.

Comparativamente, os teores de Ca^{2+} estavam em excesso, assim podendo diminuir os teores de Mg^{2+} no complexo de troca catiônica no solo. Essa interação é denominada de inibição competitiva, conforme Malavolta et al. (1997), o excesso de cálcio em relação ao magnésio na solução do solo pode inibir a absorção de Mg^{2+} , assim como o excesso de magnésio pode prejudicar a absorção de cálcio, o mesmo ocorrendo com relação ao potássio.

Outro fator importante, é a relação Ca/Mg, considerada ideal para a relação de 3 a 5:1, de forma que a planta aproveite ao máximo ambos os nutrientes sem que um interfira no uso do outro. Com isso, a relação média no solo do pomar adensado está superior a 10/1, o que causa desequilíbrio nutricional, causando inibição de absorção Mg^{2+} pelas plantas. Para Guimarães Júnior et al. (2013), a inter-relação entre os nutrientes Ca e Mg na fertilidade do solo está relacionada às suas propriedades químicas próximas, como o raio iônico, valência, grau de hidratação e mobilidade, fazendo com que haja competição pelos sítios de adsorção no solo, e na absorção pelas raízes. Entretanto, ao se considerar o equilíbrio de bases (Albrecht, 2011) para a cultura da mangueira, Winston (2007) definir os seguintes valores para as proporções dos cátions de CTC, $Na^+ = <1\%$; $K^+ = 5\%$; $Ca^+ = 65-80\%$; $Mg^+ = 15$ a 20% .

Para Prezotti & Guarçoni (2013), os solos com boas características de fertilidade geralmente apresentam as seguintes proporções de nutrientes na CTC: $K^+ = 3$ a 5% $Ca^{2+} = 50$ a 70% $Mg^{2+} = 10$ a 15% $Na^+ = < 5\%$. Ao analisar a saturação de Ca^{2+} estaria adequada, já o Mg^{2+} e o K^+ poderiam limitar o crescimento das cultivares de copa de mangueira, o que significa que os teores de Mg^{2+} e K^+ deveriam ser aumentados através da fertilização.

A distribuição das bases da CTC (Capacidade de Troca Catiônica), a média total foi independente da fonte de variação, no qual apresentando os valores de $2,39\%$ de K^+ , $64,70\%$

de Ca^{2+} , 8,51% de Mg^{2+} , 0,34% de Na^{+} e 24,06% de H + Al.

Para a avaliação dos teores de cobre (Cu^{2+}), conforme a data de 180 DAT, não houve efeito significativo para nenhuma fonte de variação pelo teste F ($<0,05$) (Tabela 3). Analisando a Figura 3, referente a 360 DAT, pode-se observar que o teor de Cu^{2+} foi dependente da cultivar de copa, assim como dos porta-enxertos que foram implantados para o desenvolvimento do pomar. Os maiores teores de Cu^{2+} foram no porta-enxerto Coquinho nas cultivares copa ‘Palmer’; Capucho e Espada nas cultivares ‘Keitt’, ‘Kent’ e ‘Tommy Atkins’, que não diferiram entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$). Por fim, observa-se que aos 540 DAT, o maior valor de Cu^{2+} foi no porta-enxerto Espada, diferindo estatisticamente dos porta-enxertos Coquinho e Capucho ($P < 0,0$), (Tabela 3).

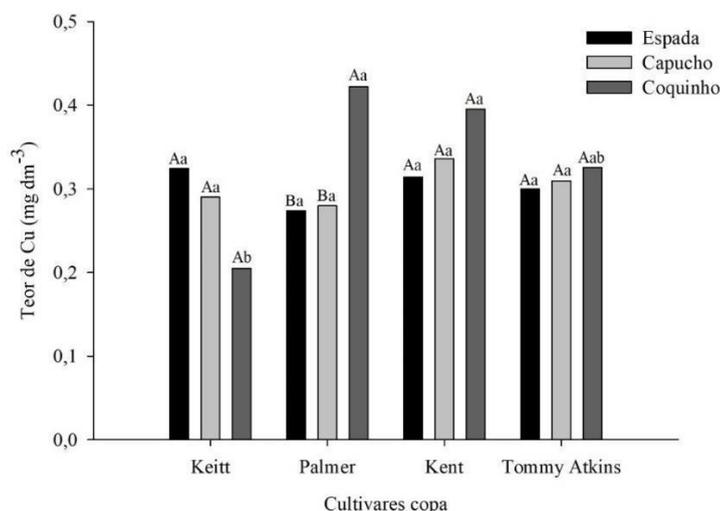


Figura 3. Teores de Cu^{+} do solo referente aos 360 DAT em função de cultivares copa (Keitt, Palmer, Kent ou Tommy Atkins) e porta-enxerto (Espada, Capucho ou Coquinho).

Letras maiúsculas iguais não diferem entre si para os porta enxertos dentro da variedade copa, e letras minúsculas iguais não diferem entre si para as variedades copa para cada porta-enxerto pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para Ribeiro et al. (1999), os solos com teores de Cu^{2+} menor do que $0,3 \text{ mg dm}^{-3}$, na faixa de $0,4 - 0,7 \text{ mg dm}^{-3}$ e maior que $1,8 \text{ mg dm}^{-3}$, são considerados muito baixo, baixo e alto, respectivamente. Para Winston (2007), os teores Cu^{2+} considerados adequados deverão estar na faixa de $0,3 - 10 \text{ mg kg}^{-1}$ para o bom desenvolvimento da mangueira. Aos 180 DAT, o teor médio de Cu^{2+} no solo foi de $0,23 \text{ mg kg}^{-1}$, considerado deficiente. Aos 360 DAT, os teores de Cu^{2+} estavam adequados, exceto para cultivar Keitt no porta-enxerto Coquinho e para a cultivar Palmer nos porta-enxertos ‘Espada’ e ‘Capucho’. Por fim, aos 540 DAT, os teores de Cu^{2+} estavam na faixa adequada no porta-enxerto ‘Espada’ e deficientes nos porta-enxertos ‘Capucho’ e ‘Coquinho’; já para as cultivares copa, os teores de Cu^{2+} estavam deficientes.

Para a avaliação dos teores de zinco (Zn^{2+}), conforme as datas de 180, 360 e 540 DAT, não houveram resultados significativos para nenhuma fonte de variação (Tabela 3). Conforme Fageria (2000), os teores adequados de Zn^{2+} no solo variam de 0,5 a 5 $mg\ kg^{-1}$, pelo extrator Mehlich¹, e de 0,3 a 4 $mg\ kg^{-1}$ pelo o extrator DTPA (ácido dietilenotriaminopentaacético). Com isso, os teores de Zn^{2+} através do extrator de Mehlich¹, contidos na Tabela 3, estão abaixados considerados adequados e/ou próximo do limite inferior, cujos valores variam de 0,40 a 0,47 $mg\ dm^{-3}$. Essa limitação do solo quanto ao Zn^{2+} fica ainda mais evidente ao se comparar com a faixa ótima preconizada por Winton (2007), que é de 2 – 15 $mg\ dm^{-3}$ para a cultura da mangueira. Para Beves et al. (2022), a deficiência de Zn^{2+} no solo limita o rendimento das culturas. Muitas vezes, essa deficiência está relacionada a baixa disponibilidade e a fácil lixiviação do Zn^{2+} nos solos, conforme relata Li et al. (2022), a aplicação de fertilizantes minerais com fonte de Zn nos solos pode levar a um desperdício devido à lixiviação rápida e à baixa utilização pelas plantas. Em consonância, Gorian et al. (2022) afirmam que de todos os micronutrientes, o Zn^{2+} é o mais deficiente no nos solos.

Para os teores de manganês (Mn^{2+}), aos 180, 360 e 540 DAT, também não houveram resultados significativos para nenhuma fonte de variação pelo teste F ($<0,05$) (Tabela 3), com valores médios de 14,31; 33,68 e 18,17 $mg\ kg^{-1}$ para os porta-enxertos e 12,67; 17,03 e 22,25 $mg\ kg^{-1}$ para as cultivares copa, respectivamente. Os teores médios de Mn^{2+} observados estão na faixa de interpretação de disponibilidade como alto $> 12\ mg$ (RIBEIRO et al., 1999), mas conforme Winston (2007), especificamente para a mangueira, os teores Mn^{2+} , são considerados adequado na faixa de 4-50 $mg\ kg^{-1}$. Assim, os teores de Mn^{2+} do presente trabalho estavam adequados para o cultivo da mangueira. Para Alejandro et al. (2020), o Mn^{2+} é um micronutriente importante para o crescimento e desenvolvimento das plantas e sustenta os papéis metabólicos dentro de diferentes compartimentos das células vegetais.

O Mn tem seu papel na cultura na mangueira por funciona como parte da enzima vegetale ativa diversas funções metabólicas e faz parte da constituição da piruvato carboxilase. Está envolvido no processo de oxidação-redução na fotossíntese, componente necessário no fotossistema II, onde participa da fotólise. Além disso, faz parte da atividade da oxidase do ácido indol acético, que então oxida o ácido indol acético nas plantas. Os sintomas característicos de deficiência de Mn é a clorose em tecidos jovens que aparece como pequenas manchas amarelas (SILVA & UCHIDA et al. 2000).

Conforme a Tabela 3, referente aos 180 DAT, é possível observar que o teor de ferro (Fe^{2+}) foi dependente dos porta- enxertos, com superioridade para os porta-enxertos Coquinho e Capucho, que não diferiram entre si. Nas datas de 360 e 540 DAT é possível observar-se que

não houve resultados significativos para nenhuma fonte de variação pelo teste F ($<0,05$). Para Ribeiro et al. (1999), os solos com teores de Fe^{2+} na faixa de 19 – 30 mg dm^{-3} , 31 – 45 mg dm^{-3} e acima de 45 mg dm^{-3} são considerados médio, bom e alto, respectivamente. Comparativamente, aos 180 DAT, os teores de Fe^{2+} estavam médios, aos 360 DAP, estavam altos e 540 DAT estavam entre médio e bom. Para Winston (2007), o teor de Fe^{2+} são adequados na faixa de 4- 100 mg kg^{-1} , específico para a cultura da mangueira. Dessa forma, os teores de Fe^{2+} estariam como adequados para as cultivares de mangueira, cujos valores médios 22,75; 44,66 e 29,36 mg kg^{-1} para porta-enxertos e de 22,75; 44,66 e 29,38 mg kg^{-1} para cultivares copas de mangueira, respectivamente. Esse resultado é relevante pois, conforme Jocoski et al. (2016), o Fe^{2+} é um micronutriente essencial, quando em excesso pode causar redução no crescimento e, conseqüentemente, na produtividade das plantas, inclusive em cultivares de copa de mangueira.

Ao avaliar os valores de pH durante o período experimental, observa-se que aos 180 DAT, houve efeito da interação porta-enxerto e cultivares de copa, indicando dependência dos fatores, cujos maiores valores médios foram para as cultivares ‘Kent’, ‘Palmer’ e ‘Tommy Atkins’ cultivadas nos porta-enxertos Capucho, Coquinho e Espada, que não diferiram entre si pelo Teste Tukey ($P < 0,05$); porém, o menor valor médio de pH foi para cultivar ‘Keitt’ com o porta-enxerto Espada (Figura 4A). Aos 360 DAT, os maiores valores de pH foram para os porta-enxertos Capucho e Coquinho, mas sem diferença estatística entre si; já para as cultivares copa não houve diferença significativa (Tabela 3). Por fim, aos 540 DAT os maiores valores de pH foram registrados para a cultivar ‘Keitt’ com os porta-enxertos Coquinho e para a ‘Tommy Atkins’ no porta-enxerto Espada (Figura 4B).

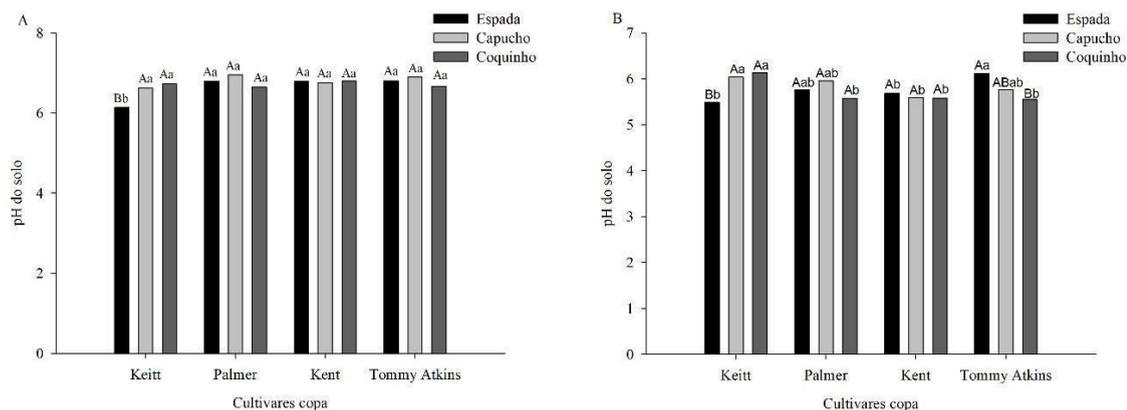


Figura 4. Valores de pH no solo aos 180 (A) e 540 DAT (B) de mangueiras em função de cultivares copa (Keitt, Palmer, Kent ou Tommy Atkins) e porta-enxerto (Espada, Capucho ou Coquinho).

Letras maiúsculas iguais não diferem entre si para os porta-enxertos dentro da variedade copa, e letras minúsculas iguais não diferem entre si para as variedades copa para cada porta-enxerto pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O pH, é a característica do solo que mais limita a produção das culturas e a faixa de pH ideal varia entre 6,0 – 7,0 para a maioria das culturas (MALAVOLTA, 1980; BEZERRA, 2002). Vale salientar que a planta absorve seus nutrientes diretamente da solução do solo. O pH dessa solução afeta a eficiência da absorção de nutrientes pelas células das raízes da planta e, assim, afetam sua produtividade (MALAVOLTA, 1980; MARSCHNER, 1995). À medida que o valor de pH decresce, a absorção relativa de cátions (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , NH_4) diminui e a de ânions (NO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , MoO_4^-) aumenta, ocorrendo o inverso quando o pH da solução atinge valores superiores a 7,0 (LUZ et al. 2002). Assim, em ambas datas, os valores de pH encontram-se adequados, variando entre 6,0 - 7,0, adequado para a maioria das frutíferas, inclusive a cultivada mangueira. Nessa faixa de pH, os elementos essenciais no complexo de troca do solo encontram-se disponíveis na solução solo em proporções adequadas para o bom rendimento das culturas. Por outro lado, a recomendação especificamente para a mangueira de Winston (2007) é uma faixa de 5,5 a 7 e ao se considerar esse critério, o pH do pomar, independentemente da fonte de variação, estavam adequados para o cultivo da mangueira.

Observa-se uma redução gradativa dos valores de pH entre os 180 e 540 DAT, o que provavelmente ocorreu em função das fontes sulfuradas de fertilizantes usadas no experimento, Além disso, a medida que as plantas vão absorvendo nutrientes (cátions trocáveis) o pH vai diminuindo. pois conforme IPNI (2013), o potencial acidificante do sulfato de amônio é maior em virtude que todo o N contido na formulação do adubo é convertido em nitrato. Para Powlson e Dawson (2022), o sulfato de amônio é amplamente utilizado como fertilizante de enxofre (S),

constituindo cerca de 50% de uso global de S. Dentro do manejo do N, é bem conhecido que o amônio-fertilizantes à base (NH_4^+) volatiliza em solos com $\text{pH} > 7$, mas isso tem sido negligenciado na tomada de decisão sobre a fertilização com S.

Em relação aos valores médios de condutividade elétrica (CE), não houve influência dos porta-enxertos ou das cultivares copa no cultivo adensado na fase de estabelecimento da mangueira, com respectivas médias de 0,09; 0,06 e 0,06 dS m^{-1} para os porta-enxertos e 0,09; 0,05 e 0,05 dS m^{-1} para as cultivares de copa, respectivamente. Para Antunes et al. (2022) a CE indica a concentração de sais presentes na solução e fornece uma estimativa da salinidade presente nos substratos. De acordo com Minami e Salvador (2010), são considerados valores CE superiores a 3,4 dS m^{-1} muito alta, valores de 2,25 a 3,39 dS m^{-1} são altos, valores de 1,8 a 2,24 dS m^{-1} são ligeiramente altos, valores de 0,5 a 1,79 dS m^{-1} são moderados, os valores entre 0,15 e 0,49 dS m^{-1} são baixos e os valores abaixo de 0,14 dS m^{-1} são considerados muito baixo. Para Winston (2007), a CE ideal para o cultivo da mangueira deverá estar inferior a 0,2 dS m^{-1} .

¹. Dessa forma, as fase de estabelecimento da mangueira nos primeiros anos de cultivo apresentaram valores de Ce baixa, indicando que não há problemas de salinidade na área experimental.

Nas datas de 180 e 360 DAT é possível observar-se que não houve resultados significativos para nenhuma fonte de variação em relação aos teores de sódio (Na^+) (Tabela 4). Aos 540 DAT, houve efeito isolado para porta-enxertos, obtendo maior teor de Na^+ em solos cultivados com o porta-enxerto ‘Capucho’, não diferindo de Coquinho.

O índice médio de saturação de sódio (ISNa) aos 180 e 360 DAT foi de 0,45%. Aos 540DAT, O ISNa foi de 1,10%, tanto para portaenxerto, como para as cultivares copa, indicando que o pomar não tem problemas de sodicidade, conforme RICHARDS (1970), um solo é considerado sódico quando apresenta ISNa superior a 15%.

Para a avaliação dos valores de acidez potencial ($\text{H}^+\text{+Al}$), aos 180 e 360 DAT, houve efeito da interação entre os porta-enxertos e cultivares de copa, indicando dependências dos fatores pelo teste F (0,01 e 005), médias detendo superioridade em 180 DAT, não houve diferenças para a Keitt. Para a Kent, a espada foi igual a coquinho e para o porta enxerto coquinho na cultivar ‘Tommy Atkins’, que não apresentaram diferença significativa entre si pelo teste Tukey P (<0,05) (Figura 5A). Aos 360 DAT, os valores de $\text{H}^+\text{+Al}$ foram os mais elevados para o porta-enxerto Espada para as cultivares ‘Keitt’, ‘Palmer’, ‘kent’ e ‘Tommy Atkins’, e capucho, dessa forma apresentando o melhor resultado na cultivar ‘Keitt’ e Coquinho, o melhor desempenho na cultivar ‘Tommy Atkins’, que não houve significância entre si pelo Teste Tukey (Figura 5B)..

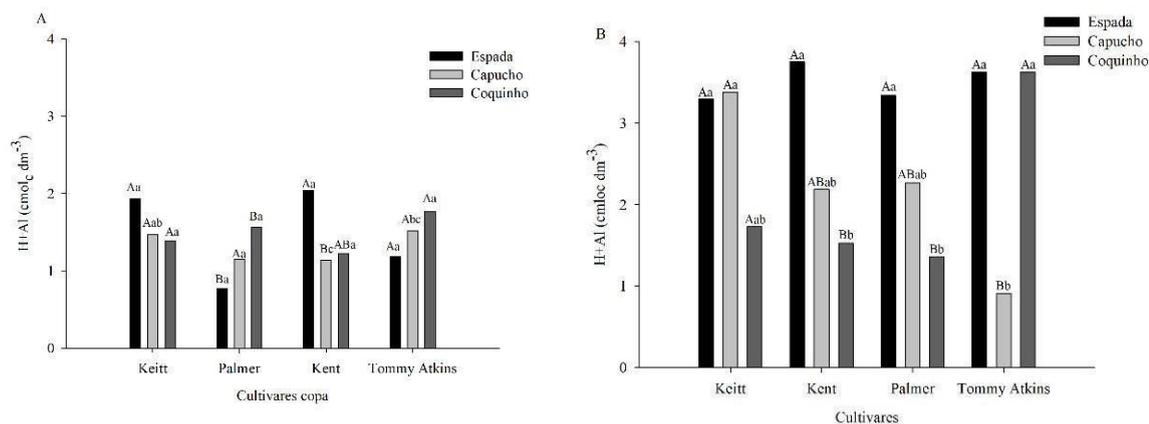


Figura 5. Valores de H + Al do solo aos 180 e 360 DAT em função de cultivares copa (Keitt, Palmer, Kent ou Tommy Atkins) e porta-enxerto (Espada, Capucho ou Coquinho).

Letras maiúsculas iguais não diferem entre si para os porta-enxertos dentro da variedade copa, e letras minúsculas iguais não diferem entre si para as variedades copa para cada porta-enxerto pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para Samac e Tesfaye (2003), a condição do H^+ é o fator responsável pelo aumento das concentrações tóxicas de hidrogênio e alumínio na solução do solo, proporcionando perda de rendimento pelas culturas, inclusive a mangueira. No presente trabalho, os valores de H+Al estavam baixos, que não causaram a acidez no pomar; pois, a faixa de pH encontravam 6,0-7,0 sem causar problemas de acidez do solo.

Para os teores de alumínio (Al^{3+}), aos 360 e 540 DAT, houve efeito dos porta-enxertos, mas com resultados diferentes, ou seja, aos 360 DAT houve superioridade do porta-enxerto Capucho, e não diferindo da Espada, enquanto aos 540 DAT, os maiores valores foram determinados por Capucho e Coquinho (Tabela 4). Os valores de Al^{3+} no solo estavam baixos aos 180 e 360 DAT, independente da fonte de variação. No entanto, aos 540 DAT, os teores de Al^{3+} no solo estavam altos no porta enxerto ‘Coquinho’ e nas cultivares ‘Keitt’, ‘Kent’ e ‘Tommy Atkins’, conforme Sobral et al. (2015), valores $< 0,05 \text{ cmol}_c$ e $> 1,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, dm^{-3} , considerados baixos e altos, respectivamente. Mesmo com esses valores, o pH variou de 5,5- 7,0. Assim, conforme Caires (2014), o pH maior do que 5,0, todo o Al^{3+} já estará hidrolisado, predominante na forma de $Al(OH)^0$ sem causa toxidez às plantas. Com isso, o solo cultivado apresenta reação neutra para alcalina e não estavam dominados pelos íons hidrogênio ou alumínio. Com isso, os locais permanentes de permuta de cargas encontravam-se ocupados primordialmente por bases permutáveis, em que tanto os íons hidrogênio como os íons hidróxido de alumínio foram substituídos, na sua maioria pelos cátions permutáveis Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+ .

Para Shetty et al. (2020), a toxicidade do Al^{3+} é um problema grave para as plantas de

cultivo agrícola, especialmente devido à acidificação excessiva do solo causada pela agricultura intensiva contínua e pelas condições ambientais modificadas com as alterações climáticas globais. Em consonância, Singh et al. (2017), a toxicidade do Al^{3+} interfere com a disponibilidade das plantas, a absorção, o transporte e a utilização de nutrientes essenciais, tais como fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), Fe, molibdênio (Mo) e boro (B).

CONCLUSÃO

Os solos cultivados com porta-enxertos Espada, Capucho e Coquinho e as cultivares copa Keitt, Kent, Palmer e Tommy Atkins aos 180, 360 e 540 dias após o transplante apresentam valores adequados de Ca^{2+} , Cu^{2+} , pH e H^+Al para o cultivo da mangueira.

Os porta-enxertos Espada e Capucho aos 540 dias após o transplante tem tendência maior de acidificação do solo cultivado com a mangueira durante a fase de estabelecimento da cultura no campo.

Os valores de condutividade elétrica, P, K^+ , Mg^{2+} , H^+Al , Zn^{2+} e Mn^{2+} , independente da data de avaliação (180, 360, 540 dias após o transplante), não são influenciados pela interação dependem de cultivares de copa (Tommy Atkins, Palmer, Keitt e Kent) e de porta-enxerto (Espada, Capucho e Coquinho). Os atributos químicos do solo sempre são influenciados pelas plantas (absorção de nutrientes, deposição de resíduos).

REFERÊNCIAS

ALEJANDRO, S.; HÖLLER, S.; MEIER, B. PEITER, E. Manganese in plants: from acquisition to subcellular allocation. **Frontiers in Plant Science**, v. 11, p. 300, 2020.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L., SENTELHAS, P. C., GONÇALVES, J. D. M., & SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.

AMARIZ, R. A. uso dos porta-enxertos coquinho e espada para cultivo de mangueiras israelenses no vale do são Francisco. 2022. 90f. **Dissertação** (Programa de Pós-graduação em Fitotecnia), Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, 2022.

ANTUNES, L.F.S.; VAZ, A.F.S.; MARTELLETO, A.P.; LEAL, M.A.A.; ALVES, R.S.; FERREIRA, T.S.; RUMJANEK, N.G.; CORREIA, M.E.F.; ROSA, R.C.C.; GUERRA, J.G.M. Sustainable organic substrate production using millicompost in combination with different plant residues for the cultivation of *Passiflora edulis* seedlings. **Environmental Technology & Innovation**, v. 28, p. 1 -13, 2022.

ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTI&FRUTI. 2022 – Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2022. 96 p.

BEVIS, L.; KIM, K.; GUERENA, D. Soil zinc deficiency and child stunting: Evidence from Nepal. **Journal of Health Economics**, v. 87, p. n.p , 2023.

CAIRO, E.F. **Manejo da Acidez do Solo**. In: PROCHONOW, L.I.; CASARIN, V.; STIPP, S.R. (Eds). Boas Práticas para o uso de eficiente de fertilizantes: contexto mundial e técnicas de suporte. Piracicaba: IPNI, v1, 2014 p. 281-338.

CALLILI, D. Adubação Potássica Em Videiras ‘Niagara Rosada’ Cultivadas Sobre Diferentes Porta-Enxertos. 2020. 82 f. Dissertação (Pós Graduação em Agronomia (Horticultura), Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2020.

CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, I. H. L.; SANTOS, G. D. Micronutrient and sodium foliar contents of yellow passion plants as a function of biofertilizers. **Fruits**. v.63, n.1, p.1-8, 2008.

CAVALCANTE, Í. H. L.; SANTOS, G. N. F.; SILVA, M. A.; MARTINS, R. S.; LIMA, A. M. N.; MODESTO, P. I. R.; ALCOBIA, A. M.; SILVA, T. R. S.; AMARIZ, R. A.; BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z. A new approach to induce mango shoot maturation in Brazilian semi-arid environment. **Journal of Applied Botany and Food Quality**, v. 91, p.281-286, 2018.

COSTA, M.E.; CALDAS, A. V. C.; SOUZA, W. C. M.; GURGEL, M. T.; SILVA, R.M. Caracterização nutricional da mangueira Tommy Atkins sob adubação potássica. **Revista Verde**, v.6, n.2, p. 125-130, 2011.

- COSTA, R. R. da; RODRIGUES, A. A. M.; VASCONCELOS, C. A. F. de; COSTA, J. P. D.; LIMA, M. A. C. de. Trellis systems, rootstocks and season influence on the phenolic composition of Chenin Blanc grape. **Scientia Agricola**, v. 77, n. 3, 2020. e20180207.
- CORDEIRO, M. C. R. et al. Identificação da origem genética de plântulas em semente poliembriônicas de mangueira (*Mangifera indica*, L.) cv. Rosinha por meio de marcadores RAPD. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n.3, p. 454-457, 2006.
- FAGERIA, N.K. Níveis adequados e tóxicos de zinco na produção de arroz, feijão, milho, soja e trigo em solo de cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.3, p.390-395, 2000.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: um guia dos seus procedimentos de comparações múltiplas Bootstrap. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 2, 2014.
- FRANCHINI, J.C.; GONZALEZ-VILA, F.J.; CABRERA, F.; MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A. Rapid transformations of plant water soluble organic compounds in relation to cation mobilization in an acid Oxisol. **Plant and Soil**, v.231, p.55-63, 2001.
- FRANCHINI, J.C.; GONZALEZ-VILA, F.J.; CABRERA, F.; MIYAZAWA, M. & PAVAN, M.A. Rapid transformations of plant water-soluble organic compounds in relation to cation mobilization in an acid Oxisol. **Plant Soil**, v.231, n.1, p. 55-63, 2001.
- GIACOMINI, S.J.; AITA, C.; HÜBNER, A.P.; LUNKES, A.; GUIDINI, E.; AMARAL, E.B. do. Liberação de fósforo e potássio durante a decomposição de resíduos culturais em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.1097-1104, 2003.
- GORAIN, B.; PAUL, S.; PARIHA. **Role of soil microbes in micronutrient solubilization**. In: SINGH, H.; VAISHNAY, A. New and Future Developments in Microbial Biotechnology and Bioengineering, Elsevier, 2022, p. 131-150.
- GUIMARÃES JÚNIOR, M.P.A.; SANTOS, A.C; ARAÚJO, A.S.; OLIVEIRA, L.B.T.; RODRIGUES, M.O.D.; MARTINS, A.D. Relação Ca:Mg do corretivo da acidez do solo e as características agrônomicas de plantas forrageiras. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.14, n.3, p.460-471, 2013.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível na internet via <. Acesso em: 19 de dez. 2022.>.
- IPNI. International Plant Nutrition Institute. **4C Nutrição de plantas: um manual para melhorar o manejo da nutrição de plantas**. Piracicaba: IPNI, 2013, 134 p.
- JACOMINO, A.P. **ENXERTIA DE PLANTAS FRUTIFERAS**. ESALQ, 2012.
- JUCOSKI, G.O.; CAMBRAIA, J.; RIBEIRO, C.; OLIVEIRA, J.A. Excesso de ferro sobre o crescimento e a composição mineral em *Eugenia uniflora* L. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 4, p. 720-728, 2016.
- LEÃO NETO, R.R. **Exportação de nutrientes por diferentes variedades de magueira - Espada Vermelha, Palmer e Tommy Atkins**. 24 f. 2019. Monografia (Especialista Curso de Especialização em Fertilidade dos Solos e Nutrição de plantas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2019.
- LI, J.; GONZALEZ, O.; LENS, P.N.L.; FERRER, I.; LAING, G.D. Assessment of selenium and zinc enriched sludge and duckweed as slow-release micronutrient biofertilizers for *Phaseolus vulgaris* growth. **Journal of Environmental Management**, v. 324, p. np, 2022.

- LIANG, X.; RENGASAMY, P.; SMERNIK, R.; MOSLEY, L.M. Does the high potassium content in recycled winery wastewater used for irrigation pose risks to soil structural stability? **Agricultural Water Management**, v. 243, p. 1-8, 2021.
- LOPES, P. R. C. et al. Normas técnicas e documentos de acompanhamento da Produção Integrada de Manga. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2008. 72p.
- LUZ, M.J.S.; FERREIRA, G.B.; BEZERRA, J.R.C. **Adubação e Correção do Solo: Procedimentos a Serem Adotados em Função dos Resultados da Análise do Solo**. Embrapa:Brasília, circular técnico 63, 2002, 32 p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira de Potassa e do Fósforo, 1997. 319 p.
- MALAVOLTA, E.A. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo, Ceres, 1980, 251p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London, Academic Press, 1995. 889p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. New York: Academic Press, 1995. 674p.
- MINAMI, K. e SALVADOR, E. D. **Substrato para plantas**. Piracicaba - SP: Editora Degaspari, 2010, 226 p.
- NASCIMENTO, C. P. E.; SANTOS, R. S.; SOUZA, P. C.; SILVA, D. J. Estado nutricional de videiras ‘Syrah’ em função de porta-enxerto e sistema de condução. Anais da XIII Jornada de Iniciação Científica da Embrapa Semiárido. 2018.
- PINTO, P. A. C.; DIAS, L. E.; ALVAREZ, V. V. H.; CHOUDHURY, M. M.; VIEIRA, G. Avaliação de estado nutricional da mangueira Tommy Atkins no submédio do vale do rio São Francisco: estabelecimento das normas DRIS. **Recursos Rurais**. V. 1, n. 5, p.5-13, 2009.
- POWLSON, D.; DAWSON, C.J. Use of ammonium sulphate as a sulphur fertilizer: Implications for ammonia volatilization. **Soil Use Manage**, v. 32, p. 622-634, 2022
- PREZOTTI, L.C.; GUARÇONI M., A. **Guia de interpretação de análise de solo e foliar**. Vitória, ES: Incaper, 2013. 104 p.
- QUAGGIO, J. A. Adubação e calagem para a mangueira e qualidade dos frutos. In: SÃO JOSÉ, A. R.; SOUZA, I. V. B.; MARTINS FILHO, J.; MORAIS, O. M. (Ed.) **Manga, tecnologia de produção e mercado**. Vitória da Conquista:DBZ/UESB, 1996. p.106-135.
- RAGHUPATHI, H.B. & BHARGAVA, B.S. Preliminary diagnostic soil fertility norms for Alphonso mango (*Mangifera indica* L.). **Journal of the Indian Society of Soil Science**. V.45, n. 3, p. 534-536, 1997.
- RATO, A. E.; AGULHEIRO, A. C.; BARROSO, J. M.; RIQUELME, F. Soil and rootstock influence on fruit quality of plums (*Prunus domestica* L.). *Scientia Horticulturae*, v. 118, n. 3, p. 218-222, 2008.
- REIGHARD, G.L.; BRIDGES, W.; RAUH, B.; MAYER, N.A. Prunus rootstocks influence peach leaf and fruit nutrient content. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 984, p.117-124,

2013.

REZENDE, J. S.; FREIRE, F. J.; DA SILVA, S. R. V.; MUSSER, R.S.; CAVALCANTE, Í. H. L.; SALDANHA, E. C. M.; DOS SANTOS, RENATO L.; CUNHA, J. C. Establishment of specific DRIS standards for mango cultivars Tommy Atkins, Kent and Keitt compared to generic standards in the Sub-Middle São Francisco Valley. **Journal of Plant Nutrition**, v. 45, p. 1-28, 2022.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. S. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359 p.

RICHARDS, L. A. **Diagnóstico y rehabilitación de Suelos salinos y sodicos**. Departamento de Agricultura dos Estados Unidos da América, Manual de Agricultura n. 60, 1970. 172 p.

ROMBOLÀ, A.D.; SORRENTI, G.; MARODIN, G.A.B.; DE PIERI, A.Z.; BARCA, E. Nutrição e manejo do solo em fruteiras de caroço em regiões de clima temperado. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.33, n.2, p.639-654, 2012.

SAMAC, D. A.; TEFAYE, M. Plant improvement for tolerance to aluminum in acid soils—A review. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v. 75, p. 189-207, 2003.

SHETTY, R.; VIDYA, C.S.N; VIDYA, N.B; LUX, A.; VACULÍK, M. Aluminum toxicity in plants and its possible mitigation in acid soils by biochar: A review. **Science of the total Environment**, v. 756, p. 1-47, 2020.

SILVA, J. A.; UCHIDA, R. Essential Nutrients for Plant Growth: Nutrient Functions and Deficiency Symptoms. *Plant Nutrient Management in Hawaii's Soils*, A. 2000.

SILVA, D. J.; QUAGGIO, J. A.; PINTO, P. A. C.; PINTO, A. C. Q.; MAGALHÃES, A. F. J. Nutrição e Adubação. In: GENUÍ, P. J. C.; PINTO, C. A. Q. (Ed.). **A cultura da mangueira**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p.191-222.

SILVA, M. S. L.; GOMES, T. C. A. Cultivo da mangueira. In: _____(org.). *Sistema de Produção*. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2004.

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

SINGH, S.; TRIPATHI, D.K.; SINGH, S.; SHARMA, S., DUBEY, N.K., CHAUHAN, D.K., VACULÍK, M. Toxicity of aluminium on various levels of plant cells and organism: A review. **Environmental and Experimental Botany**, v. 137, p. 177–193, 2017.

SIQUEIRA, D.L.; SALOMÃO, L.C.C.; BOREM, A. **Manga: do plantio a colheita**. Viçosa: UFV, 2019. SOBRAL, L.F.; BARRETTO, M.C.V.; SILVA, A.J.; ANJOS, J.L. **Guia Prático para Interpretação de Resultados de Análises de Solo**. Aracujá: Embrapa, Documentos 26, 2015, 15 p.

SOBRAL, L.F.; BARRETTO, M.C.; SILVA, A.J.; ANJOS, J.L. **Guia prático para interpretação de resultados de Análises de solo**. Embrapa Tabuleiros Costeiros: Aracaju, 2015 (Documentos 206).

- SOUZA, F. V. **Curva de crescimento e exportação de nutrientes e sódio por frutos de mangueira Palmer, Haden e Tommy Atkins**. 2007. 54 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrômicas, Botucatu, 2007.
- SUKKAEW, W. THANACHIT, S.; ANUSONTPORNERM, S.; ANUSONTPORNERM, I. Response of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) to calcium and potassium in a humid tropical upland loamy sand soil. **Annals of Agricultural Sciences**, v. 67, p. 204-210, 2022.
- VITTI, G. C.; VIEIRA, J. L. In: **Encontro Nacional de Plantio Direto na Palha**, 15., 2016, Goiânia. Anais... Goiânia: Embrapa/UFG/MAPA, 2016.
- VOLF, M.R.; SILVA, W.B.; SILVÉRIO, A.D.; SANTOS, L.G.; TIRITAM C.S. Effect of potassium fertilization in sandy soil on the content of essential nutrients in soybean leaves. **Annals of Agricultural Sciences**, v. 67, p. 99-106, 2022.
- WHALEN, J.K.; CHANG, C. Phosphorus sorption capacities of calcareous soils receiving cattle manure applications for 25 years. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.33, p.1011-1026, 2002.
- WINSTON, T. Understanding crop nutrition: A guide for Australian mango growers. Retrieved from. 2007. <https://www.horticulture.com.au/globalassets/hort-innovation/resourceassets/mg15006-understanding-croplnutrition-mango.pdf>

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No atual estudo consta que as principais combinações de porta-enxerto e cultivares decopa trabalhadas pelo os produtores de mangueira do Vale do Submédio São Francisco apresentam diferentes respostas para os aspectos nutricionais durante a fase fase de mudas e durante a fase de estabelecimento em pomar adensado para os teores de macro e micronutrientes foliares e para a fertilidade do solo.

A multiplicidade de respostas durante a fase de mudas quanto para as diferentes épocas de coletas e podas de formação na fase de estabelecimento do pomar no campo demonstra que o sistema radicular das combinações de cultivar copa e porta-enxerto de mangueira é muito dinâmico, pois a absorção de nutrientes fornecidos para as mudas, apresenta um maior desenvolvimento e crescimento para as plantas de mangueira, dessa forma facilita um programa de adubação para o manejo da cultura.

Os porta-enxertos influenciam diretamente no crescimento, desenvolvimento e estabelecimento de mudas de mangueira ‘Keitt’, ‘Palmer’, ‘Kent’ e ‘Tommy Atkins’, sendo os porta-enxerto Espada, Capucho e Coquinho proporcionando os maiores valores nutricionais em estudo para o cultivo no Vale do Submédio São Francisco.

Entretanto, é necessário o desenvolvimento de novas pesquisas para acompanhar o desenvolvimento dessas plantas e avaliar o florescimento, frutificação e produtividade em condição de campo, buscando a sustentabilidade do sistema produtivo de mangueira no Vale do Submédio São Francisco.