



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

Cândido Patrick Escobar Nascimento

**FERTILIZAÇÃO À BASE DE AMINOÁCIDOS NA REDUÇÃO DO  
CONSUMO DE FERTILIZANTES MINERAIS, NUTRIÇÃO,  
PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE FRUTOS DE MANGUEIRA  
IRRIGADA NO VALE DO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO**

Petrolina-PE

2024

**CÂNDIDO PATRICK ESCOBAR NASCIMENTO**

**FERTILIZAÇÃO À BASE DE AMINOÁCIDOS NA REDUÇÃO DO  
CONSUMO DE FERTILIZANTES MINERAIS, NUTRIÇÃO,  
PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE FRUTOS DE MANGUEIRA  
IRRIGADA NO VALE DO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO**

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

Orientador: Prof. Dr. Augusto Miguel Nascimento Lima

Petrolina-PE

2024

N244f Nascimento, Cândido Patrick Escobar  
Fertilização à base de aminoácidos na redução do consumo de fertilizantes minerais, nutrição, produtividade e qualidade de frutos de mangueira irrigada no vale do submédio São Francisco / Cândido Patrick Escobar Nascimento. – Petrolina - PE, 2024.  
97 f.: il.; 29 cm.

Dissertação (Mestrado em Agronomia - Produção vegetal) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Ciências Agrárias, Petrolina-PE, 2024.

Orientador: Profº. Drº. Augusto Miguel Nascimento Lima.

Referências.

1. Bioestimulantes. 2. Adubação. 3. Manga. I. Título. II. Universidade Federal do Vale do São Francisco.

CDD 634.34

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

**FOLHA DE APROVAÇÃO**


Cândido Patrick Escobar Nascimento

**Fertilização à base de aminoácidos na redução do consumo de fertilizantes  
minerais, nutrição, produtividade e qualidade de frutos de mangueira irrigada no  
Vale do Submédio São Francisco**

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


Aprovado em: 04 de dezembro de 2023.

**Banca Examinadora**

Documento assinado digitalmente  
 **AUGUSTO MIGUEL NASCIMENTO LIMA**  
Data: 19/02/2024 15:02:37-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


---

Prof. Dr. Augusto Miguel Nascimento Lima, PPGA-PV/UNIVASF  
(Orientador)

Documento assinado digitalmente  
 **MARCOS SALES RODRIGUES**  
Data: 19/02/2024 15:17:08-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr. Marcos Sales Rodrigues, PPGA-PV/UNIVASF  
(Membro interno)

Documento assinado digitalmente  
 **ALESSANDRA MONTEIRO SALVIANO**  
Data: 20/02/2024 09:31:23-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

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

## **AGRADECIMENTOS**

À minha família, por todo o apoio e suporte durante a realização do curso.

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

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

Ao Professor Dr. Augusto Miguel Nascimento Lima pela a orientação e todas as informações e conhecimentos transmitidos.

À empresa Gamundi pela parceria e fornecimento dos produtos e materiais, bem como auxílio na condução dos trabalhos de campo.

À Fazenda Nogueira e a todos os envolvidos para realização do projeto em campo.

Ao companheiro de projeto, Lucas Araújo, por toda ajuda e trabalho em equipe, na realização das atividades de campo e de laboratório.

À Mônica Borges e Scheila Antunes por toda ajuda e gentileza nas análises de laboratório.

À Professora Dra. Karla dos Santos Melo de Souza por ceder o laboratório de Agroindústria para as análises de qualidade de frutos.

À Daniela Oliveira Neves (secretária) pelo cuidado, atenção e apreço com o corpo discente do programa.

Ao corpo docente do curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal, pelo incentivo e contribuição nos conhecimentos adquiridos.

“A aquisição de uma nova verdade é como a aquisição de um novo sentido, que torna o homem capaz e lhe permite o reconhecimento de um grande número de fenômenos que estão ocultos para os outros, como estavam no princípio para ele.”

Justus von Liebig

## RESUMO GERAL

Diante da crescente demanda dos mercados consumidores de manga e seus rigorosos padrões de qualidade, faz-se necessária a utilização de medidas que possibilitem melhoria e expansão da produção de mangueira, destacando-se a importância de otimizar o uso de fertilizantes, uma vez que, no cultivo irrigado, aproximadamente 30% do custo total da mangueira é proveniente desses insumos. Os fertilizantes à base de aminoácidos mostraram-se promissores ao impulsionar a absorção de nutrientes durante a fase de crescimento ativo da planta, especialmente em condições adversas. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da fertilização à base de aminoácidos na redução do consumo de fertilizantes minerais, nutrição, produtividade e qualidade de frutos de mangueira irrigada no Vale do Submédio São Francisco. O experimento foi conduzido em um pomar comercial de mangueira irrigada localizado em Petrolina-PE, sendo instalado em fatorial simples (2 x 5) com o delineamento em blocos ao acaso, apresentando 10 tratamentos com quatro repetições e quatro plantas por repetição. No fator A: Hendorar®, (sem e com), sendo este o fertilizante à base de aminoácidos; e no fator B: adubação mineral (20%; 40%; 60%; 80% e 100% da dose recomendada), que foi definida em função da análise do solo e demanda da cultura. Por conseguinte, foram determinados os teores foliares de macro e micronutrientes, produção, produtividade, exportação de nutrientes e características físico-químicas dos frutos de mangueira. Houve efeito significativo do fertilizante à base de aminoácidos e das doses de fertilizantes minerais nos teores foliares de K, Mg, Fe, Cu e Zn. A ordem decrescente dos teores foliares de macronutrientes foi Ca>N>Mg>K>P, enquanto que para os micronutrientes a sequência foi Mn>Fe>Zn>Cu. A aplicação do fertilizante à base de aminoácidos resultou em maior teor foliar de Zn. No entanto, a produção e produtividade de mangueira cv. Palmer não foram influenciadas pela aplicação de fertilizante à base de aminoácidos e doses de fertilizantes minerais. A aplicação do fertilizante à base de aminoácidos e diferentes doses de fertilizantes minerais influenciaram os parâmetros de qualidade dos frutos de mangueira, promovendo alterações nos índices de massa da casca, massa do caroço, espessura da casca, firmeza de polpa, umidade, sólidos totais, pH e vitamina C. A aplicação do fertilizante à base de aminoácidos proporcionou maior massa total dos frutos, massa da polpa, diâmetro transversal e relação SST/ATT. A ordem decrescente de exportação de macro e micronutrientes nos frutos de mangueira cv. Palmer foi a seguinte: K>N>P>Ca>Mg>Fe>Mn>Zn>Cu. Curiosamente, a aplicação do fertilizante à base de aminoácidos resultou em menor exportação de K, Ca e Mn nos frutos de mangueira. Com isto, a utilização de fertilizantes à base de aminoácidos apresenta uma abordagem viável para otimizar o cultivo de mangueira em condições semiáridas, oferecendo um método estratégico para aprimorar tanto o manejo da cultura quanto a eficiência de produção.

**Palavras-chave:** Bioestimulantes. Adubação. Macronutrientes. Produção. Sólidos solúveis. Exportação de nutrientes. *Mangífera indica* sp.

## ABSTRACT

Given the increasing demand from mango consumer markets and their stringent quality standards, it's essential to adopt measures that enhance and expand mango production. This includes the critical optimization of fertilizer use, which accounts for roughly 30% of total production costs in irrigated mango farming. Amino acid-based fertilizers show promise by boosting nutrient absorption during the plant's active growth phase, particularly under adverse conditions. This study aimed to assess the impact of amino acid-based fertilization on the reduction of mineral fertilizer usage and its effects on the nutrition, productivity, and fruit quality of irrigated mangoes in the Sub-middle São Francisco Valley. The research was conducted in a commercial mango orchard in Petrolina, Pernambuco, Brazil, utilizing a simple factorial design (2 x 5) in a randomized block arrangement, including 10 treatments with four replications, each containing four plants. Factor A involved the use of the amino acid-based fertilizer Hendosar® (with and without), and Factor B involved varying doses of mineral fertilization (20%, 40%, 60%, 80%, and 100% of the recommended dose), determined by soil analysis and crop requirements. The study measured the foliar levels of macro and micronutrients, yield, nutrient export, and the physicochemical properties of the mango fruits. A significant impact was observed from both the amino acid-based fertilizer and the doses of mineral fertilizer on the leaf levels of K, Mg, Fe, Cu, and Zn. The macronutrients in the leaves ranked in the order of Ca>N>Mg>K>P, and the micronutrients as Mn>Fe>Zn>Cu. Amino acid-based fertilization notably increased the leaf content of Zn. However, neither amino acid-based nor mineral fertilizer application significantly affected the production and productivity of the Palmer mango cultivar. Different doses of amino acid-based and mineral fertilizers did influence the fruit quality parameters, affecting the peel mass index, seed mass, peel thickness, pulp firmness, moisture content, total solids, pH, and vitamin C content. Hendosar application notably improved total fruit mass, pulp mass, transverse diameter, and the SST/ATT ratio. The nutrient export from Palmer mango fruits followed the sequence: K>N>P>Ca>Mg>Fe>Mn>Zn>Cu. Interestingly, Hendosar application resulted in a reduced export of K, Ca, and Mn in mango fruits. Conclusively, utilizing amino acid-based fertilizers presents a viable approach to optimizing mango cultivation under semi-arid conditions, offering a strategic method to enhance both crop management and production efficiency.

**Keywords:** Biostimulants. Fertilization. Macronutrients. Production. Soluble Solids. Nutrient Export. *Mangifera indica* sp.



## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 2

- Figura 1.** Dados climáticos registrados durante a execução do experimento em pomar comercial de mangueira 'Palmer' em Petrolina-PE.....38
- Figura 2.** Teores foliares de potássio (K) de mangueira 'Palmer' em função da fertilização à base de aminoácidos e diferentes doses de fertilizantes minerais .....46
- Figura 3.** Teores foliares de magnésio (Mg) (com Hendosar - A) (sem Hendosar - B) de mangueira 'Palmer' em função da fertilização à base de aminoácidos e diferentes doses de fertilizantes minerais .....48
- Figura 4.** Teores foliares de zinco (Zn) de mangueira 'Palmer' em função da fertilização à base de aminoácidos e diferentes doses de fertilizantes minerais .....50
- Figura 5.** Exportação de ferro (Fe) pelos frutos de mangueira 'Palmer' em função da fertilização à base de aminoácidos e diferentes doses de fertilizantes minerais .....57

### CAPÍTULO 3

- Figura 1.** Dados climáticos registrados durante a execução do experimento em pomar comercial de mangueira 'Palmer' em Petrolina-PE.....68
- Figura 2.** Umidade (A), sólidos totais (B) e pH (C) de frutos de mangueira cv. Palmer em função da fertilização à base de aminoácidos e diferentes doses de fertilizantes minerais .....82

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 2

<b>Tabela 1.</b> Atributos químicos do solo nas camadas de 0,0-0,2 e 0,2-0,4 m de profundidade antes da instalação do experimento.....	39
<b>Tabela 2.</b> Caracterização das frações granulométricas do solo nas camadas de 0,0-0,2 e 0,2-0,4 m de profundidade.....	39
<b>Tabela 3.</b> Teores foliares de macro e micronutrientes de mangueira 'Palmer' antes da instalação do experimento.....	40
<b>Tabela 4.</b> Quantidades de nutrientes aplicados na mangueira 'Palmer', correspondentes as respectivas doses de fertilizantes minerais.....	41
<b>Tabela 5.</b> Resumo da análise de variância para os teores foliares de macro e micronutrientes de mangueira 'Palmer' em função da fertilização à base de aminoácidos e diferentes doses de fertilizantes minerais.....	44
<b>Tabela 6.</b> Resumo da análise de variância para o número de frutos por planta e produção de mangueira 'Palmer' em função da fertilização à base de aminoácidos e diferentes doses de fertilizantes minerais.....	51
<b>Tabela 7.</b> Resumo da análise de variância para exportação de macro e micronutrientes pelos frutos de mangueira 'Palmer' em função da fertilização à base de aminoácidos e diferentes doses de fertilizantes minerais.....	53

### CAPÍTULO 3

<b>Tabela 1.</b> Atributos químicos do solo nas camadas de 0,0-0,2 e 0,2-0,4 m de profundidade antes da instalação do experimento.....	69
<b>Tabela 2.</b> Caracterização das frações granulométricas do solo nas camadas de 0,0-0,2 e 0,2-0,4 m de profundidade.....	69
<b>Tabela 3.</b> Teores foliares de macro e micronutrientes de mangueira 'Palmer' antes da instalação do experimento.....	70
<b>Tabela 4.</b> Quantidades de nutrientes aplicados na mangueira 'Palmer', correspondentes as respectivas doses de fertilizantes minerais.....	71
<b>Tabela 5.</b> Resumo da análise de variância para produtividade e características físicas de qualidade de frutos de mangueira cv. Palmer em função da fertilização à base de aminoácidos e diferentes doses de fertilizantes minerais.....	74

**Tabela 6.** Resumo da análise de variância para as características químicas de qualidade de frutos de mangueira cv. Palmer em função da fertilização à base de aminoácidos e diferentes doses de fertilizantes minerais.....80

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	14
<b>1. INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	14
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	16
2.1. A cultura da mangueira no Vale do Submédio do São Francisco .....	16
2.2. Nutrição da cultura da mangueira .....	18
2.3. Consumo médio de fertilizantes minerais .....	21
2.4. Fertilizantes à base de aminoácidos .....	25
<b>3. REFERÊNCIAS</b> .....	28
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	34
<b>FERTILIZAÇÃO À BASE DE AMINOÁCIDOS NO ESTADO NUTRICIONAL, PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO MINERAL DE FRUTOS DE MANGUEIRA ‘PALMER’ NO SEMIÁRIDO</b> .....	34
<b>RESUMO</b> .....	34
<b>ABSTRACT</b> .....	35
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	36
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	37
2.1. Descrição do local e condições de crescimento .....	37
2.2. Tratamentos e delineamento experimental .....	40
2.3. Análises experimentais .....	41
2.4. Análises estatísticas.....	42
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	42
3.1. Estado nutricional.....	42
3.2. Produção da mangueira .....	51
3.3. Exportação de nutrientes.....	52
<b>4. CONCLUSÕES</b> .....	58
<b>5. REFERÊNCIAS</b> .....	59
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	64
<b>PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE FRUTOS DE MANGUEIRA ‘PALMER’ EM FUNÇÃO DA FERTILIZAÇÃO À BASE DE AMINOÁCIDOS NO SEMIÁRIDO</b> .....	64
<b>RESUMO</b> .....	64
<b>ABSTRACT</b> .....	65
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	66
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	67

2.1. Descrição do local e condições de crescimento .....	67
2.2. Tratamentos e delineamento experimental .....	70
2.3. Análises experimentais .....	71
2.4. Análises estatísticas.....	72
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	73
3.1. Produtividade e características físicas dos frutos de mangueira .....	73
3.2. Características químicas dos frutos de mangueira .....	79
4. CONCLUSÕES .....	85
5. REFERÊNCIAS .....	86
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	91
APÊNDICE .....	92

## CAPÍTULO 1

### 1. INTRODUÇÃO GERAL

A fruticultura é um dos segmentos de grande relevância da agricultura brasileira em função, principalmente, das condições climáticas do Brasil, com destaque para a cultura da mangueira (*Mangifera indica* L.), considerada uma das frutíferas tropicais mais cultivadas (MORAES; SHINOHARA, 2022). O cultivo da mangueira no polo irrigado Juazeiro-BA/Petrolina-PE, localizado na região do Vale do Submédio São Francisco, tem grande destaque no agronegócio brasileiro por ser responsável por 27% da área destinada à colheita e 40% da produção nacional (IBGE/SIDRA/PAM, 2021). O volume exportado de manga no Brasil, no ano de 2021, foi correspondente a 272.560,2 toneladas (KIST et al., 2022).

Diante da crescente demanda dos mercados consumidores de manga e suas respectivas exigências sobre a qualidade dessa fruta, faz-se necessária à utilização de medidas que possibilitem melhoria e expansão da produção, visando redução de custos, viabilidade agrícola e sustentabilidade. Com isso, vale destacar a importância de otimizar o uso de fertilizantes, uma vez que, no cultivo irrigado, aproximadamente 30% do custo total da mangueira é proveniente desses insumos (ALMEIDA; GOMES, 2016). Além disso, o melhor aproveitamento dos fertilizantes, aliado ao equilíbrio entre os nutrientes, possibilita a máxima produção, a maior qualidade dos frutos, menor ocorrência de desordens fisiológicas, como o colapso interno, de comum ocorrência na mangueira (AULAR; NATALE, 2013), e menor risco de contaminação ambiental.

As condições edafoclimáticas da região do Vale do São Francisco também impõem desafios à produção de mangueira, uma vez que o semiárido é caracterizado por elevadas temperaturas, baixa pluviosidade, levando a altas taxas de evapotranspiração pelas plantas (ALVARES et al., 2013). Importante mencionar também que a maioria dos solos do Vale do Submédio São Francisco são pouco intemperizados, com textura predominantemente arenosa, muitas vezes rasos, ou com grande quantidade de sais em solução ou sódio trocável, favorecendo a ocorrência de problemas de salinização e sodificação (CARDOSO et al., 2017). A salinização é um processo em que ocorre a concentração de sais solúveis na solução do solo, podendo comprometer a disponibilidade de água e nutrientes para as plantas, por influenciar o potencial osmótico da solução do solo, enquanto altos níveis de sódio trocável podem ocasionar degradação da estrutura do solo, dispersão da argila e toxidez nas plantas (TAIZ et al., 2017). No Vale do Submédio São Francisco, uma expressiva área de cultivo de mangueira está sob solos arenosos, com baixa fertilidade natural, alta suscetibilidade à erosão, baixa capacidade de retenção de umidade e de

nutrientes, sendo classificado como solos frágeis (SILVA et al., 2020, SALVIANO et al., 2016).

O aumento da área de cultivo de mangueira no Vale do Submédio São Francisco, visando atender a diversos mercados consumidores, contribui para uma crescente dependência da exportação de fertilizantes (NOGUEIRA et al., 2023), o que torna necessário a implementação de práticas de manejo destinadas a otimizar o uso desse insumo. No ano de 2022, ocorreu um notável aumento nos valores dos fertilizantes pagos pelo Brasil, totalizando US\$ 24,74 bilhões, o que representa um acréscimo de 63,14% em relação aos gastos afetivos de 2021. O preço médio dos fertilizantes atingiu US\$ 649,00, sendo 77,92% superior ao valor médio de 2021 (VEGRO; ANGELO, 2023).

Diante disso, tem-se buscado alternativas para reduzir os prejuízos econômicos e ambientais que podem ocorrer no cultivo da mangueira em virtude dos fatores supracitados. Dentre as alternativas existentes, o uso de fertilizante à base de aminoácidos pode ser promissor por estimular as plantas durante a fase de crescimento ativo, principalmente em situações adversas ao desenvolvimento, como salinidade, altas temperaturas, ataque de pragas e doenças, conferindo-lhes uma maior tolerância (CASTRO; CARVALHO, 2014).

Os aminoácidos estão envolvidos em grande parte no metabolismo primário e secundário das plantas, ocasionando a síntese de compostos que influenciam na elevação da produção e qualidade dos frutos, bem como, pode promover o aumento da eficiência de absorção, transporte e assimilação de nutrientes (ALBUQUERQUE; DANTAS, 2010). Conforme Castro (2009), os aminoácidos são substâncias capazes de atuar como precursores de hormônios vegetais e como ativadores de enzimas e favorecem o aumento da tolerância das plantas aos estresses, diminuir o consumo de fertilizantes e elevar a produtividade. O uso de fertilizantes à base de aminoácidos não substitui a adubação com fertilizantes químicos, mas pode contribuir para a redução do seu consumo.

No Brasil, atualmente, os aminoácidos são largamente utilizados em hortaliças e frutíferas, tais como citros, cafeeiro e algodoeiro (BIOSOJA, 2014). No entanto, há uma escassez de trabalhos com o uso de fertilizante à base de aminoácidos na cultura da mangueira visando o manejo da fertilização com redução do consumo de fertilizantes minerais, aumento da produtividade e qualidade dos frutos nas condições edafoclimáticas do Vale do Submédio do São Francisco.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da fertilização à base de aminoácidos na redução do consumo de fertilizantes minerais, nutrição, produtividade, exportação de nutrientes e qualidade de frutos de mangueira irrigada na região do Vale do Submédio São Francisco.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. A cultura da mangueira no Vale do Submédio do São Francisco

A mangueira é uma espécie vegetal frutífera que pertence à família Anacardiaceae, sendo originária do Sul da Ásia e cultivada há mais de 4.000 anos (GUERRA et al., 2018). A manga é produzida mundialmente em grande escala e é uma das espécies de plantas introduzidas no Brasil que melhor se aclimataram (CARVALHO et al., 1997; DIAS et al., 2004). A mangicultura tem uma relevância muito grande no cenário econômico do país, proporcionando a criação de empregos e alavancando o desenvolvimento social (LIMA et al., 2021).

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de manga, com condições climáticas que beneficia a exploração comercial da fruta, na qual, no período de 2010 a 2015, foram exportadas cerca de 123.759 toneladas de manga anualmente no país, acarretando uma receita média anual de aproximadamente USD 122 milhões (MATOS et al., 2018; ADAMI et al., 2016). Neste mesmo período, os estados que apresentaram os maiores valores de exportação de manga foram Pernambuco, Bahia, Rio Grande do Norte e São Paulo, o que correspondeu, considerando a soma destes estados, a mais de 90% do total exportado pelo Brasil, sendo que os maiores percentuais de exportação foram provenientes dos estados nordestinos (ADAMI et al., 2016).

A região nordeste, especificamente o Vale do Submédio São Francisco, tem condições de temperatura, umidade, precipitação, radiação solar e vento propício para cultivo dessa frutífera e estas variáveis climáticas são fundamentais para que se obtenham frutos com coloração e sabor apreciados pelo mercado consumidor (MATOS et al., 2018). As condições climáticas presentes no Vale do Submédio São Francisco, aliadas às práticas de manejo, são propícias para o bom crescimento, desenvolvimento e produtividade de mangueira em qualquer época do ano.

A área destinada à colheita de manga no Brasil em 2021 foi de 76.889 ha<sup>-1</sup>, enquanto que na região Nordeste foi de 57.802 ha<sup>-1</sup>. Os estados de Pernambuco e da Bahia produziram, respectivamente, 444.750 t e 633.151 t de manga no ano de 2021 (IBGE/SIDRA/PAM, 2021). Como referência na média de produtividade de manga no Brasil, duas regiões do semiárido nordestino do país produtoras desta fruta destacam-se neste quesito, sendo, neste caso, a região do Vale do Submédio São Francisco de Pernambuco e da Bahia. Estas regiões, por sua vez, apresentam uma produção média de manga de 28.616 kg ha<sup>-1</sup> e 20.342 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente (IBGE/SIDRA/PAM, 2021). O cultivo de mangueira em pleno semiárido nordestino destacou-se no cenário nacional, não somente



pelo aumento da área cultivada e a quantidade de produção, mas, sobretudo pelos rendimentos elevados e a alta qualidade dos frutos produzidos. (CARVALHO et al., 1997; SANTOS et al., 2014).

Diversas variedades de mangueira são cultivadas no Brasil, como é o caso da 'Palmer', 'Tommy Atkins', 'Kent', Keitt e 'Haden', utilizadas com destaque na fruticultura do Vale do Submédio São Francisco, por apresentarem determinadas características distintas como frutas com facilidade ao transporte e manuseio, que possuem uma quantidade reduzida de fibras e menor incidência de desordens fisiológicas, frutas grandes, com uma ótima aparência e consistência, nutritivas e saborosas (CARVALHO JUNIOR et al., 2021). Ao passo que os produtores almejam por variedades mais resistentes à insetos pragas e microrganismos causadores de doenças, além de maior produtividade e qualidade dos frutos, pensando, dentre outros fatores, nas exigências de atributos de qualidade impostas pelos mercados consumidores (LIMA NETO et al., 2019).

Malaquias et al. (2007) afirmaram que a questão da escolha da cultivar é um fator de suma importância para a configuração do processo competitivo da mangicultura, considerando que se trata de uma cultura de longo prazo. A escolha da cultivar de mangueira deve estar relacionada com as preferências do mercado consumidor, que incluem frutos com elevada porcentagem de polpa e alto teor de sólidos solúveis, propriedades de grande importância para o processamento industrial, exigências impostas pelos mercados consumidores (GALLI et al., 2008). A escolha de cultivares que apresentam características físicas e fisiológicas fundamentais para a exportação trouxe destaque para a 'Palmer'. Esta cultivar apresenta boa produtividade, pós-colheita estável e resistência ao manuseio, o que é uma vantagem significativa durante o transporte e a manipulação pós-colheita. Isso ajuda a reduzir as perdas e a manter a qualidade dos frutos durante o processo logístico (LIMA NETO et al., 2019). Além disso, os frutos de mangueira 'Palmer' tendem a serem menos fibrosos, apresentando textura firme e carnosa, sendo estas características fundamentais para garantir a aceitação do consumidor e a preservação da qualidade (ARAUJO et al., 2017; CARVALHO JUNIOR et al., 2021).

Os solos arenosos, em que grande parte dos cultivos de mangueira do Vale do Submédio São Francisco está inserido, são caracterizados como frágeis, em função das suas características intrínsecas, sendo elas a textura arenosa, baixa disponibilidade de nutrientes, alta drenabilidade, reação ácida e estrutura em grãos simples (SALVIANO et al., 2016; ALBUQUERQUE et al., 2011). Essas características podem limitar o seu uso para fins agrícolas, no entanto, com a adoção de sistemas de irrigação associados ao uso simultâneo de fertilizantes e outras práticas agrícolas, esses solos vêm sendo amplamente

utilizados para a produção de frutíferas de alto valor comercial, com destaque para a mangueira, o que tem permitido impulsionar a economia da região. Nesses agrossistemas irrigados, entretanto, o uso indiscriminado de fertilizantes pode superar a capacidade de adsorção do solo e, assim, promover perdas de nutrientes por lixiviação, aumentando os custos de produção de mangueira e os riscos de contaminação do ambiente (CASTRO; HERNANI, 2015). Desse modo, requer o desenvolvimento de tecnologias que promovam a sustentabilidade e viabilidade de cultivo com redução de custo, principalmente com fertilizantes minerais.

Tendo em vista o elevado custo de produção de mangueira, influenciado pelo grande consumo de fertilizantes, estratégias de manejo, como a adoção da fertilização à base de aminoácidos, pode ser interessante no sentido de reduzir o uso dos fertilizantes químicos e que possam promover a manutenção da elevada produtividade e qualidade dos frutos, é essencial para os cenários atuais e futuros, visando a sustentabilidade do sistema de produção (MARIN et al., 2016; MEDEIROS et al., 2012).

## **2.2. Nutrição da cultura da mangueira**

A nutrição das plantas se fundamenta na absorção de elementos minerais em forma de íons a partir do solo. Esses elementos se dividem em macro e micronutrientes, categorizados de acordo com suas concentrações relativas nos tecidos vegetais. Independentemente disso, todos são considerados elementos essenciais, uma vez que desempenham papéis vitais na estrutura e metabolismo das plantas, e a sua ausência ou escassez resulta em anomalias no crescimento, desenvolvimento e reprodução, impedindo assim que as plantas completem seu ciclo de vida (FERNANDES et al., 2018; TAIZ et al., 2017).

O cultivo da mangueira na região do Vale do Submédio São Francisco demanda a aplicação de estratégias específicas, tais como a utilização de espaçamentos reduzidos e a implementação de técnicas de poda, visando otimizar o desenvolvimento de plantas mais compactas. Essas práticas resultam em uma aceleração no início da produção e uma precoce estabilização na colheita dos frutos (SILVA et al., 2004). O manejo abrange não apenas o crescimento das plantas, mas também a fase de floração, sendo conduzido por meio de cuidados como irrigação, aplicação de reguladores de crescimento e práticas de poda criteriosas. Esse conjunto de medidas possibilita a produção de frutos em qualquer época do ano, permitindo que os pomares produzam até duas vezes ao longo do ano (MOUCO, 2010).

Portanto, é crucial considerar as condições específicas do manejo da cultura, bem como as elevadas produtividades e as demandas dos mercados consumidores por frutos de qualidade ao desenvolver estratégias de nutrição e recomendação de adubação para a cultura da mangueira (CARVALHO JÚNIOR et al., 2021; CARVALHO et al., 1997). Adicionalmente, o cultivo de mangueira na região semiárida abrange uma variedade de solos, como Latossolos, Argissolos, Vertissolos e Neossolos Quartzarênicos, cada um com características físico-químicas distintas. Portanto, é imperativo adotar uma abordagem cuidadosa no manejo nutricional da cultura da mangueira nesse contexto (SILVA et al., 2004).

Para assegurar um manejo nutricional eficaz e um programa de adubação adequado, é fundamental possuir conhecimento acerca da fertilidade do solo, isto é, da disponibilidade de macro e micronutrientes, levando em consideração a viabilidade econômica da análise do solo (GAZOLA et al., 2014; BERNARDI et al., 2017). A análise química do solo desempenha um papel crucial ao orientar a calagem e a adubação. Ao ser complementada por análises foliares, torna-se possível desenvolver um programa de adubação específico para o cultivo de mangueiras, visando otimizar a produção, aprimorar a qualidade dos frutos e assegurar resultados economicamente favoráveis (SILVA et al., 2004).

A análise foliar é essencial para a detecção de possíveis deficiências nutricionais na cultura da mangueira. Isso se deve ao fato de que a mera presença adequada de nutrientes no solo não garante necessariamente sua absorção efetiva. Além disso, fatores como a acidez do solo, a salinidade e as interações entre nutrientes podem induzir variações indesejadas na absorção dos elementos (ADAK et al., 2019). Dessa forma, a diagnose foliar possibilita a avaliação da disponibilidade de determinados nutrientes, como o nitrogênio, que, por exemplo, não é adequadamente indicado pela análise do solo. Ademais, ela permite monitorar o equilíbrio nutricional, um aspecto crucial para alcançar altas produtividades e qualidade dos frutos (COSTA et al., 2011; ALCANTARA; PORTO, 2019).

A utilização de corretivos e fertilizantes de maneira efetiva proporciona melhores resultados quanto ao estado nutricional das plantas, aumentando a produtividade e qualidade dos frutos (FARIA et al., 2016). Costa et al. (2011) estudaram a caracterização nutricional da mangueira 'Tommy Atkins' em função da adubação nitrogenada em pomar comercial no município de Igaraçu-RN, observaram que ocorreu uma diminuição nos teores de P e K foliares na floração com o aumento da adubação nitrogenada. Já na frutificação, os teores de N e P apresentaram um leve crescimento e o teor de K diminuiu. Sendo assim, a ordem decrescente dos teores foliares de nutrientes da mangueira foi de  $N > K > P$  e a ordem decrescente de exportação de nutrientes para os frutos da mangueira foi de  $K > N > P$ .

Em trabalho sobre a aplicação de bioestimulante, boro e aminoácidos na redução da formação de frutos estenoespermocárpicos, sua relação com o estado nutricional e produtividades de mangueira 'Palmer' em Petrolina-PE, Carvalho et al. (2023) observaram a seguinte ordem decrescente dos teores foliares de macronutrientes: Ca>K>N>Mg>P. Enquanto que para os teores foliares de micronutrientes a ordem decrescente foi Mn>B>Fe>Zn. Cavalcante et al. (2016), ao avaliarem o efeito da adubação com diferentes doses de cloreto de potássio (KCl) na produção de frutos e nos teores foliares de K de mangueira cv. Palmer no Vale do São Francisco, observaram que o aumento da dose de KCl até 300 g planta<sup>-1</sup> resultou no acréscimo do teor foliar de K, sendo imediatamente seguida por uma redução até a aplicação da dose mais alta de KCl de 450 g planta<sup>-1</sup>.

Para estabelecer um manejo nutricional eficaz na cultura da mangueira, é essencial considerar, além das análises de solo e foliar, o entendimento da exportação de nutrientes pelos frutos (DIAS et al., 2012). A maior proporção dos nutrientes essenciais para a planta está contida nos frutos, contribuindo significativamente, estimando-se em cerca de um terço ou mais das necessidades totais da planta. Com base na composição mineral de frutos de algumas variedades, a colheita principalmente extrai nitrogênio e potássio em maiores quantidades, seguidos por cálcio, magnésio, fósforo e enxofre (SANTOS et al., 2020; BORGES et al., 2020). Quanto aos micronutrientes, a exportação segue a seguinte ordem: Mn>Cu>Fe>Zn>B. Um ponto adicional crucial a ser destacado é que, para plantas perenes como a mangueira, a fertilização deve considerar também a quantidade de nutrientes retidos na planta, especialmente devido às práticas de poda, que resultam na remoção de nutrientes (SILVA et al., 2022).

O conhecimento e a obtenção das informações sobre as curvas de crescimento e exportações de nutrientes nas distintas fases de desenvolvimento dos frutos possibilita a melhoria do programa de monitoramento do estado nutricional das plantas e, assim, realizar a determinação das exigências nutricionais (DIAS et al., 2012). Nesse sentido, Souza (2007) procedeu um estudo em relação a curva de crescimento e exportação de nutrientes em frutos de mangueira das variedades Palmer, Haden e Tommy Atkins com o objetivo de determinar a curva de crescimento e a extração de nutrientes. O estudo foi conduzido em uma área de produção comercial de mangueira em Janaúba-MG. Os resultados mostraram que as curvas de crescimento dos frutos para as três variedades de mangueira apresentaram padrão sigmoidal. A ordem decrescente de extração de nutrientes minerais pelos frutos de mangueira cultivar Haden foi de K>N>Ca>Mg>S>P>Mn>Fe>Na>B>Zn>Cu. Ao mesmo tempo que na mangueira da variedade Palmer, o resultado foi de K>N>Ca>P>Mg>S>Mn>Na>Fe>Cu>B>Zn e na mangueira 'Tommy Atkins' a ordem foi de

K>N>Ca>P>Mg>S>Mn>Fe>Na>Cu>B>Zn. Os nutrientes que foram extraídos em maiores quantidades pelas três variedades foram na ordem de K>N>Ca.

Em trabalho realizado por Silva et al. (2022), com o objetivo de avaliar o acúmulo e partição de nutrientes e a eficiência nutricional em mangueira ‘Palmer’ com diferentes idades na região do Vale do São Francisco, foi observado a seguinte ordem decrescente de exportação de macro e micronutrientes pelos frutos: K>Mg>P>N>Ca>B>Cu>Zn>Mn>Fe. Os resultados deste estudo mostraram também que houve incremento no conteúdo acumulado dos macronutrientes nas plantas de mangueira ao longo dos anos, com superioridade para o N e o K, que obtiveram aumento acentuado em relação aos demais macronutrientes. Mn e Fe foram os micronutrientes mais acumulados nas plantas ao longo dos anos. Além disso, P, Mg, Cu, e B são os nutrientes com maior eficiência na produção de biomassa e frutos de mangueira ‘Palmer’.

Além dos macronutrientes, os micronutrientes também exercem funções fisiológicas muito importantes nas plantas. Para a cultura da mangueira, o boro, além de ser essencial para a produtividade, é o nutriente que mais afeta a qualidade dos frutos, e sua deficiência pode provocar distúrbios fisiológicos (AULAR; NATELE, 2013; LOBO et al., 2019a). Nesse sentido, Barbosa et al. (2016) realizaram um experimento em Casa Nova-BA, com o objetivo de avaliar a associação do boro com a incidência de frutos de manga ‘Palmer’ acometidos com a desordem fisiológica vulgarmente conhecida como “manguita” e seu efeito na produtividade de frutos. Os resultados demonstraram que existem evidências de que a deficiência de boro pode provocar o desenvolvimento de frutos acometidos por desordem fisiológica e que o manejo da adubação boratada é eficiente na redução desse problema e, ainda, influencia a produtividade e a qualidade de frutos de mangueira ‘Palmer’.

Avaliando a concentração de micronutrientes foliares em pomares de mangueira na região de Multan no Paquistão, Ahmed et al. (2020) observaram que as folhas de mangueira eram deficientes em micronutrientes devido à baixa disponibilidade destes no solo. Portanto, existe a necessidade de melhorar as propriedades químicas do solo, e a dose adequada de micronutrientes deve ser aplicada a cada estação para que haja suprimento suficiente durante todo o ciclo de crescimento e produção das plantas.

### **2.3. Consumo médio de fertilizantes minerais**

Em função das condições climáticas, como elevadas temperaturas e pluviosidade, a maioria dos solos do Brasil são muito intemperizados, ácidos, com baixa capacidade de troca de cátions (CTC), alto poder de fixação de fósforo e apresentam baixos teores de

macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (B, Zn e Cu) (CARDOSO et al., 2017; MATOS et al., 2018).

Além disso, uma expressiva área de solos brasileiros, como no Vale do Submédio do São Francisco, são arenosos, entre eles os Neossolos Quartzarênicos, com baixa capacidade de retenção de umidade e de nutrientes, caracterizando-se solos frágeis. Assim, o uso indiscriminado de defensivos e fertilizantes minerais em solos arenosos constitui uma grande preocupação, principalmente em áreas próximas das fontes hídricas, que são também destinadas para consumo humano e animal (SALVIANO et al., 2016). Diante disso, é importante que se faça a correção das características químicas do solo, que limitam o crescimento, o desenvolvimento e a produção das plantas, assim como o fornecimento adequado de nutrientes, por meio dos fertilizantes, que correspondem a cerca de 50% do aumento da produtividade (PANTANO et al., 2016; QUEIROZ et al., 2019).

O Brasil tem grande potencial para contribuir no aumento da oferta de alimentos no mundo e, bem como, para atender à crescente demanda interna de sua população. Assim, é justamente por isso, que a adequada gestão dos sistemas de produção agropecuários deve ter como base o fornecimento balanceado de nutrientes, de forma que possa suprir as necessidades das culturas e atender os rendimentos esperados (BOARETTO et al., 2014). Dessa maneira, o uso adequado de fertilizantes se tornou prática indispensável na luta mundial de combate à fome e a desnutrição, promovendo o aumento de produtividade agrícola e protegendo e preservando o meio ambiente, contribuindo para que os fertilizantes sejam um dos mais importantes insumos na agricultura moderna (BERNARDI et al., 2017; MARIN et al., 2016).

O consumo mundial de N, P e K, em 2018, alcançou, respectivamente, 114 milhões, 45 milhões e 33 milhões de toneladas, com taxa de crescimento médio anual de 1,8%. De acordo com a FAO, a demanda por fertilizantes N,  $P_2O_5$  e  $K_2O$  na América Latina manteve o padrão de crescimento dos últimos cinco anos com taxas anuais, respectivamente, de 3,3%; 3,6% e 3,0% (OECD e FAO, 2022). A maior parte desse consumo ocorre no Brasil, que é o quarto maior consumidor de fertilizantes do mundo, e, nas últimas décadas, o consumo tem crescido em média cerca de 6% ao ano (ANDA, 2014). A evolução da utilização desse insumo indica a crescente dependência das importações, uma vez que o consumo cresceu mais rapidamente que a produção nacional, tendo levado o país a importar mais de 70% dos fertilizantes consumidos (OLIVEIRA et al., 2019; SENA et al., 2014).

Nessa perspectiva, o Brasil apresenta uma grande dependência dos fertilizantes importados. As importações de fertilizantes fosfáticos, potássicos e nitrogenados tem

origem principalmente da Rússia. A agricultura brasileira é responsável atualmente por 7% do consumo global de fertilizantes, estando atrás apenas da China, Índia e Estados Unidos. Além disso, o país se encontra na quarta posição no consumo de nitrogênio e na terceira de fósforo, além de ocupar o segundo posto no consumo de potássio (ANDA, 2018; OLIVEIRA et al., 2019). Conforme explica o relatório da Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA, 2018), a entrega de fertilizantes ao mercado teve aumento de 3,3% comparando-se o período de janeiro a novembro de 2017 com o mesmo período de 2018. Na produção nacional, houve redução de 1,7%.

Apesar do aumento da demanda interna por fertilizantes para colaborar com o aumento da produção, houve, entretanto, redução na produção, com consequente redução na oferta interna. Isso reforça a ideia de que o Brasil apresenta dependência das importações de fertilizantes para suprir suas necessidades (ANDA, 2018; OLIVEIRA et al., 2019). Dessa forma, essa dependência constitui um grande problema para o agronegócio brasileiro.

A expansão da agricultura brasileira resultou em dificuldades para a indústria nacional de fertilizantes em acompanhar o ritmo de crescimento da demanda. As importações de matéria prima foram à solução encontrada para atender à demanda crescente do mercado interno (OLIVEIRA et al., 2019). Os principais exportadores de nitrogênio para o Brasil são os países da Ásia (42,4%), com destaque para a Rússia e a Ucrânia; do Leste Europeu (14%). O fósforo é um mineral essencial para a agricultura brasileira, uma vez que nossos solos são carentes deste nutriente. As maiores reservas mundiais deste mineral estão em países como Marrocos (60%), China (15%), Estados Unidos (4%), África do Sul (4%) e Jordânia (2%), que detêm 85% das reservas da rocha. O Brasil é o sétimo produtor mundial de fosfato e tem as maiores jazidas nos estados de Minas Gerais (73,8%), Goiás (8,3%) e São Paulo (7,3%) (CELLA e ROSSI, 2010; TEIXEIRA et al., 2015).

Já as reservas mundiais de potássio estão estimadas em aproximadamente dezesseis bilhões de toneladas. O Canadá com 60% e a Rússia com 14% são os países que mais detêm reservas. O Brasil possui a oitava maior reserva de potássio do mundo, situando-se na Amazonas (difícil exploração) e em Sergipe. Somando essas duas reservas, existe em torno de 1,5 bilhões de toneladas de mineral bruto, sendo um bilhão de toneladas lavráveis, contendo quase 200 milhões de toneladas de potássio. Dentre os principais minerais, o potássio caracteriza-se como aquele de maior restrição futura no Brasil, pois atualmente importa da Rússia e Belarus, 41%; do Canadá, 34%; da Alemanha e de Israel, 12% e Espanha, 1% (CELLA e ROSSI, 2010; TEIXEIRA et al., 2015).

A alta recente nos preços dos fertilizantes em escala global tem-se refletido em diversos segmentos e agentes econômicos, dentre eles, produtores de bens agrícolas, comerciantes e consumidores. Além disso, emerge a questão da dependência externa do Brasil em relação à produção desses insumos (NOGUEIRA et al., 2023). Segundo Nogueira et al. (2023), entre 2020 e 2022, os preços dos fertilizantes em todo o mundo sofreram um aumento significativo. Como reflexo desse aumento, os preços de diversos produtos agrícolas também apresentaram alta, como foi o caso do café, da soja, do trigo e do açúcar.

Ogino et al. (2021) realizaram um estudo com o intuito de analisar a dinâmica entre a quantidade consumida de fertilizantes minerais, o seu preço e o poder de compra ponderado pela produtividade de produtores do Centro-Oeste, região que apresenta o maior consumo de fertilizantes minerais e que concentra a maior produção agrícola do Brasil. Os resultados indicaram que a quantidade consumida é a variável mais endógena, e o preço, a mais exógena. As estimativas das funções impulso-resposta mostraram que o grupo dos fertilizantes potássicos apresentou maior sensibilidade da quantidade consumida e o poder de compra face a um choque nos preços. Por outro lado, os fertilizantes nitrogenados apresentaram a maior sensibilidade na quantidade consumida em resposta a um choque no poder de compra ponderado pela produtividade.

Embora o Brasil não esteja envolvido diretamente no conflito existente entre Rússia e Ucrânia, ele também sofre consequências negativas consideráveis. Na qual a principal delas é a elevação dos preços dos fertilizantes utilizados no nosso agronegócio, uma vez que o Brasil exige uma grande demanda de importação desse insumo, porque o que é produzido no país não é suficiente para manter a produção agrícola nacional, e a Rússia é a principal fornecedora de grande parte do que utilizamos. Responsável por uma extensa exportação de alimentos e matéria prima para diversas finalidades, o Brasil apresenta aproximadamente 30% do seu território coberto por áreas de colheita (MARUDI et al., 2022). Assim, com essa situação instável de valores e até mesmo a ausência de produtos para negociar possíveis compras, o agronegócio se vê em um cenário não muito otimista (MARUDI et al., 2022).

Neste contexto, é de suma importância a utilização mais intensiva de tecnologias avançadas na agricultura brasileira, especialmente nos grandes empreendimentos, visando o aumento da eficiência agrônômica e a racionalização do uso de fertilizantes, que podem ter seu emprego reduzido substancialmente em mais de 20% (ARTUZO et al., 2017), e, conseqüentemente, poder amenizar os impactos negativos causados pelo excesso e uso inadequado de fertilizantes no ambiente (BUENO et al., 2023). Dentre essas tecnologias, tem-se o uso dos fertilizantes à base de aminoácidos.



## 2.4. Fertilizantes à base de aminoácidos

Os fertilizantes à base de aminoácidos podem ser utilizados como um incremento para os programas de adubação, já que é composto também por nutrientes que estão presentes nos fertilizantes e que são comumente aplicados nas culturas para suprir as devidas necessidades nutricionais (TEKLIĆ et al., 2021). Além disso, a utilização de fertilizantes e bioestimulantes contendo aminoácidos podem contribuir para absorção de nutrientes, pois os aminoácidos apresentam a capacidade de facilitação da entrada dos íons minerais nas células das folhas e do sistema radicular das plantas, possibilitando o aumento da absorção e aproveitamento dos nutrientes minerais disponibilizados via foliar e no solo (GAZOLA et al., 2014). Os aminoácidos podem também facilitar ainda no processo de assimilação e de translocação dos nutrientes nas plantas (MUDO et al., 2020; ALCANTARA e PORTO, 2019).

A aplicação de fertilizantes à base de aminoácidos pode promover um aumento na qualidade e quantidade dos frutos, por intervirem positivamente no processo germinativo do grão de pólen, no vingamento dos frutos e na formação e fortificação do sistema radicular (GOBI et al., 2020). Com isso, vem sendo comprovado determinadas funções fisiológicas específicas promovidas pelos aminoácidos como, por exemplo, da glicina, que participa do processo de formação da clorofila, e do ácido glutâmico que é um aminoácido essencial para o crescimento, desenvolvimento e funcionamento dos meristemas na frutificação, além da prolina e da hidroxiprolina, que são responsáveis pela fertilidade do grão de pólen e pela fortificação e rigidez das paredes celulares (COSTA et al., 2018; GOBI et al., 2020).

O uso de fertilizantes à base de aminoácidos tem sido uma opção considerável, apresentando potencialidades de uso, pelo motivo de possuírem compostos ativos ou agentes orgânicos sem a presença de substâncias agrotóxicas, com a capacidade de atuar, seja direta ou indiretamente, sobre a totalidade ou uma parcela das plantas cultivadas, aumentando a sua produtividade, atuando como indutores de resistência, promotores de crescimento e ação protetora dos organismos vegetais, resultando, dessa forma, em maior eficiência nutricional e capacidade de realização de fotossíntese das culturas e, a partir disso, gerar maiores valores de produtividade e qualidade dos produtos agrícolas (GAZOLA et al., 2014; SOUZA; PERES, 2016).

Os fertilizantes à base de aminoácidos têm sido muito trabalhados e manuseados no setor agrícola, proporcionando uma quantidade considerável de resultados positivos, como é o caso do melhor crescimento e desenvolvimento das plantas (ALBUQUERQUE; DANTAS, 2010). Sabe-se que os aminoácidos atuam como estimuladores do metabolismo, no qual são incorporados rapidamente nas vias metabólicas, estimulando a síntese de

proteínas e de substâncias resultantes do metabolismo secundário, melhorando o transporte e armazenamento de nitrogênio. Há estudos relacionados ao uso de aminoácidos que evidenciam a promoção do enraizamento, responsável pelo bom desenvolvimento e produção das plantas, sejam aplicados via foliar ou radicular (SOUZA e PERES, 2016; CASTRO; CARVALHO, 2014).

Segundo Aular; Natale (2013), o estado nutricional adequado é essencial para o processo de frutificação da mangueira. Visto que os aminoácidos são substâncias que promovem mudanças fisiológicas e nutricionais por participarem do metabolismo primário e secundário das plantas, sintetizando uma diversidade de compostos que apresentam funções nas plantas que beneficiam o aumento da produção, a sua utilização no programa nutricional tem sido demonstrada promissora. Nesse contexto, Lobo et al. (2019a) realizaram um estudo na região semiárida brasileira com o objetivo de avaliar o efeito dos bioestimulantes sobre o estado nutricional e a produção de frutos de mangueiras 'Kent', observaram que o uso de bioestimulantes contendo nutrientes solúveis, L- $\alpha$ -aminoácidos, aminoácidos livres, extrato de algas *Lithothamnium* beneficia o estado nutricional e aumenta a produção de frutos de manga 'Kent'.

Lobo et al. (2019b) realizaram um trabalho no semiárido pernambucano com o objetivo de avaliar a produtividade e a qualidade pós-colheita dos frutos de manga 'Kent' em função da pulverização foliar de bioestimulantes, observaram que os bioestimulantes afetaram a produtividade e a qualidade dos produtos agrícolas, sendo que os bioestimulantes contendo nutrientes, L- $\alpha$ -aminoácidos, aminoácidos livres e extrato de algas *Lithothamnium* promoveram os maiores valores de produtividade dos frutos e manteve a qualidade pós-colheita dos frutos que, são exigidos especificamente pelo mercado europeu.

Conforme afirmam Soppelsa et al. (2019), os fertilizantes à base de aminoácidos e bioestimulantes são eficazes na promoção da produtividade de frutos em diversas espécies de vegetais, ao mesmo tempo que regulam diretamente as propriedades nutricionais e funcionais dos seus produtos agrícolas. As aplicações foliares de produtos à base de aminoácidos e bioestimulantes são eficazes na promoção do aumento dos teores de sólidos solúveis totais e dos teores de ácidos orgânicos de frutos de mangueira (LOBO et al., 2019b; ALY et al., 2019).

Dessa forma, Aly et al. (2019) estudaram o efeito da aplicação foliar de silicato de potássio e aminoácidos no crescimento, produtividade e qualidade dos frutos de mangueiras 'Keitt' em pomar de mangueira no Egito, concluindo que a aplicação foliar de silicato de potássio e de aminoácidos proporcionou o crescimento, a produtividade e a

qualidade dos frutos. Além disso, a utilização do silicato de potássio mais aminoácidos foi muito eficiente em promover o aumento do comprimento do broto (cm), espessura do broto (cm), área de folha (cm<sup>3</sup>), comprimento do fruto (cm), peso do fruto (g), volume do fruto (cm<sup>3</sup>), sólidos solúveis totais (%) e vitamina C (mg/100ml de suco).

A aplicação de aminoácidos vem sendo utilizada em grande escala nas mais diferentes espécies de plantas, como exemplo, laranjeira, videira, mangueira, meloeiro, trigo e cafeeiro (CASTRO; CARVALHO, 2014; ALBUQUERQUE; DANTAS, 2010); os produtos à base de aminoácidos proporcionam ganhos significativos em produtividade, trazendo, ainda, benefícios às culturas em situações adversas provocadas pelo clima, como, por exemplo, o déficit hídrico (PICOLLI et al., 2009). Segundo Silva et al. (2020), a aplicação de bioestimulante contendo extrato de leveduras e aminoácidos ameniza os efeitos negativos causados pelos fatores abióticos na mangueira cultivada em ambiente que apresenta clima semiárido, sendo que a pulverização foliar com bioestimulante durante a fase de maturação da parte aérea nesses cultivos, promove a redução dos efeitos negativos causados pelo estresse abiótico nas plantas.

Em trabalho realizado para avaliar a resposta da manga 'Banilejo' a aplicações foliares de um biostimulante à base de aminoácidos e potássio na região de Lajas, sudoeste de Porto Rico, Morales-Payan (2015) observou que as pulverizações repetidas de formulações contendo aminoácidos mais K<sub>2</sub>O podem ser úteis para aumentar a produtividade, tamanho médio da fruta e concentração de sólidos solúveis de mangueira cv. Banilejo.

Contudo, há uma carência muito grande de estudos sobre o manejo da fertilização de mangueira com fertilizantes à base de aminoácidos visando a redução do consumo de fertilizantes minerais, melhoria no estado nutricional e aumento da produtividade e qualidade de frutos de mangueira no Vale do Submédio São Francisco, com diminuição de impactos ambientais.

### 3. REFERÊNCIAS

ADAK, T.; KUMAR, K.; SINGH, V. K. Assessing micronutrient management and fertilizer doses on soil and foliar properties and yield in Dashehari mango grown orchard soils of subtropical region. **Tropical Plant Research**, v. 6, n. 3, p. 417-423, 2019.

ADAMI, A. C. O.; SOUSA, E. P.; FRICKS, L. B.; MIRANDA, S. H. G. Oferta de exportação de frutas do Brasil: o caso da manga e do melão, no período de 2004 a 2015. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 47, n. 4, p. 63-78, 2016.

AHMED, N.; UMER, A.; ALI, M. A.; IQBAL, J.; MUBASHIR, M.; GREWAL, A. G.; BUTT, B.; RASHEED, M. K.; CHAUDHRY, U. K. Micronutrients status of mango (*Mangifera indica*) orchards in Multan region, Punjab, Pakistan, and relationship with soil properties. **Open Agriculture**, v. 5, n. 1, p. 271-279, 2020.

ALBUQUERQUE, J. A.; ALMEIDA, J. A.; GATIBONI, L. C.; ELTZ, F. L. F. Atividades agrícolas de produção em solos frágeis no sul do Brasil. In: KLAUBERG FILHO, O.; MAFRA, A. L.; GATIBONI, L. C. (Ed.). Tópicos em ciência do solo. Viçosa, MG: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**. v. 7, p. 368-403. 2011.

ALBUQUERQUE, T. C. S.; DANTAS, B. F. **Aplicação foliar de aminoácidos e a qualidade das uvas cv. Benitaka**. Boa Vista-RR, Embrapa Roraima - Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 23, 19 p. 2010.

ALCANTARA, H. P.; PORTO, F. G. M. Influence of leaf fertilizer with amino acids on jiló crop. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 6, p. 5554-5563, 2019.

ALMEIDA, R. D.; GOMES, O. G. P. Análise econômica e avaliação financeira da cultura da manga no condomínio rural Tasso Ribeiro Jereissati no município de Mauriti-CE. **Conexões Ciência e Tecnologia**, v. 10, n. 3, p. 44-50, 2016.

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

ALY, M.; HARHASH, M. M.; MAHMOUD, R. I.; KABEL, S. A. Effect of foliar application of potassium silicate and amino acids on growth, yield and fruit quality of 'keitte' mango trees. **Journal of the Advances in Agricultural Researches**, v. 24, n. 2, p. 238-251, 2019.

ANDA, Associação Nacional para Difusão de Adubos. **Anuário estatístico do setor de fertilizantes**: São Paulo. 2014. Disponível em: <<http://www.anda.org.br/estatisticas.aspx>>. Acesso em: 07 de junho de 2023.

ANDA, Associação Nacional para Difusão de Adubos. **Anuário estatístico do setor de fertilizantes**: São Paulo. 2018. Disponível em: <http://www.anda.org.br>. Acesso em: 07 de junho de 2023.

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, p. 51-73, 2017.

ARTUZO, F. D.; FOGUESATTO, C. R.; SILVA, L. X. Agricultura de precisão: inovação para a produção mundial de alimentos e otimização de insumos agrícolas. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 13, n. 29, p. 146-161, 2017.

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

BARBOSA, L. F. S.; CAVALCANTE, Í. H. L.; LIMA, A. M. N. Desordem fisiológica e produtividade de mangueira cv. 'Palmer' associada à nutrição de boro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 38, p. 1-9, 2016.

BERNARDI, A. C.; BETTIOL, G. M.; GREGO, C. R.; ANDRADE, R. G.; RABELLO, L. M.; INAMASU, R. Y. Ferramentas de agricultura de precisão como auxílio ao manejo da fertilidade do solo. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 32, n. 1/2, p. 211-227, 2017.

BIOSOJA. Aminoácidos na agricultura sustentável. 2014. Disponível em: [www.biosoja.com.br/2010/index.html](http://www.biosoja.com.br/2010/index.html). Acesso em: 11/02/2022

BOARETTO, A. E.; ABREU JUNIOR, C. A.; LAVRES JUNIOR., J. Os desafios da nutrição mineral de plantas. In: PRADO, R.M.; WADT, P.G.S. **Nutrição e adubação de espécies florestais e palmeiras**. Jaboticabal: FCAV/CAPEL, p.27-53, 2014.

BORGES, A. L.; CORDEIRO, Z.; ZILTON, J. M. C. Sistema Orgânico de Produção de Manga para a Região da Chapada Diamantina, Bahia. **Sistema de Produção**, 49, 15 p. 2020.

BUENO, M. P.; ANDRADE, J. R. E.; DEMARCHI, P. H.; GONÇALVES, P. B.; MACEDO, K. G. Impasses da produção de fertilizantes no Brasil. **Revista de Gestão e Secretariado (Management and Administrative Professional Review)**, v. 14, n. 7, p. 11077-11091, 2023.

CARDOSO, J. A. F.; LIMA, A. M. N.; CUNHA, T. J. F.; RODRIGUES, M. S.; HERNANI, L. C.; CUNHA, J. C.; AMARAL, A. J. D.; OLIVEIRA NETO, M. B. D. Changing in chemical and physical attributes of a Sandy soil under irrigated mango cultivation in semiarid region. **Comunicata Scientiae**, v. 8, n. 3, p. 404-413, 2017.

CARVALHO, C. I. F. S.; CAVALCANTE, Í. H. L.; LIMA, A. M. N.; SILVA, R. L.; SILVA, K. A. D.; RODRIGUES, M. S. strategies to reduce the formation of stenospemocarpic mango fruits in the semiarid region. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 45, p. e-006, 2023.

CARVALHO, J. M.; MENDONÇA, M. C. A.; REIS, A. J. Produção de manga no Brasil e sua comercialização nos mercados interno e externo. **Organizações Rurais e Agroindustriais**, v. 9, n. 1, p. 1-8, 1997.

CARVALHO JÚNIOR, J. E. V.; MATOS FILHO, C. H. A.; GOMES, R. L. F.; ALMEIDA LOPES, Â. C.; LIMA, M. A. C.; NETO, F. P. L. Diversidade genética entre híbridos de mangueira no semiárido brasileiro. **Revista Caatinga**, v. 34, n. 3, p. 709-719, 2021.

CASTRO, P. R. C.; CARVALHO, M. E. A. Aminoácidos e suas aplicações na agricultura. 57. ed. Piracicaba: **Esalq**, 58 p. 2014.

CASTRO, P. R. C. Princípios da adubação foliar. Jaboticabal: **FUNEP**, p. 42, 2009.

CASTRO, S. S.; HERNANI, L. C. **Solos frágeis: caracterização, manejo e sustentabilidade**. Ed. 1. Brasília, DF : Embrapa Solos-Livro técnico (INFOTECA-E). 370 p. 2015.

CAVALCANTE, I. H. L.; LIMA, A. M. N.; CARNEIRO, M. A.; RODRIGUEZ, M. S.; SILVA, R. L. Potassium doses on fruit production and nutrition of mango (*Mangifera indica* L.) cv. Palmer. **Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia**, v. 34, n. 4, p. 385-399, 2016.

CELLA, D.; ROSSI, M. C. L. Análise do mercado de fertilizantes no Brasil. **Revista Interface Tecnológica**, v. 7, n. 1, p. 41-50, 2010.

COSTA, L. F. S.; FERREIRA, E. M.; JUNQUEIRA, P. H.; LOBO, L. M.; MUNIZ, C. O.; ISEPON, J. S. Características físico-químicas e produtividade da laranja 'Pera' em função da aplicação de aminoácidos em cobertura. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 10, n. 01, p. 53-62, 2018.

COSTA, M. E.; CALDAS, A. V. C.; OLIVEIRA, A. F. M.; GURGEL, M. T.; SILVA, R. M. Caracterização nutricional da mangueira 'Tommy Atkins' em função da adubação nitrogenada. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 7, n. 1, p. 16-22, 2011.

DIAS, A.; MUNIZ, J. A.; SAVIAN, T. V.; SILVA, F. F. Análise de resíduos do modelo von Bertalanffy ajustado aos dados de exportação de fósforo de frutos de mangueira (pp. 79). **Revista da Estatística da Universidade Federal de Ouro Preto**, v. 2, 2012.

DIAS, J. M. M.; ALEXANDRE, 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. **Manga: produção integrada, industrialização e comercialização**. Viçosa: UFV, 2004. p. 79-134. 2004.

FARIA, L. N.; DONATO, S. R. L.; SANTOS, M. R.; CASTRO, L. G. Nutrient contents in 'Tommy Atkins' mango leaves at flowering and fruiting stages. **Engenharia agrícola**, v. 36, p. 1073-1085, 2016.

FERNANDES, M. S.; SOUZA, S. R.; SANTOS, L. A. **Nutrição mineral de plantas**. 2. ed. Viçosa-MG: SBCS, 670 p. 2018.

GALLI, J. A.; MICHELOTTO, M. D.; SILVEIRA, L. C. P.; MARTINS, A. L. M. Qualidade de mangas cultivadas no Estado de São Paulo. **Bragantia**, v. 67, n. 3, p. 791-797, 2008.

GAZOLA, D.; ZUCARELI, C.; SILVA, R. R.; FONSECA, I. C. B. Aplicação foliar de aminoácidos e adubação nitrogenada de cobertura na cultura do milho safrinha. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 7, p. 700-707, 2014.

GOBI, S. F.; KOHN, R. A. G.; HUBER, A. C. K. Eficiência de aminoácidos para fixação de frutos na cultura da oliveira *Olea europaea* L. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 9, p. 68338-68345, 2020.

GUERRA, M.; RUIZ, R.; PARDO, E. Diversidad genética de *Mangifera indica* (Anacardiaceae) en Valencia, Córdoba, Colombia, usando marcadores microsatélites. **Acta botánica mexicana**, n. 124, p. 0-0, 2018.

IBGE/SIDRA/PAM, **Produção Agrícola Municipal**, 2021. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 01 de junho de 2023.

KIST, B. B.; CARVALHO, C.; BIELING, R. R. Anuário Brasileiro de Horti&Fruti 2022. Santa Cruz do Sul : **Editora Gazeta Santa Cruz**, 96 p. 2022.

LIMA, J. R. F.; YURI, J. E.; MOUCO, M. D. C.; LEO, P. D. S.; COSTA-LIMA, T. C. Menos área cultivada, mais tecnologia na fruticultura de exportação: uva, manga e melão. In: **Tecnologias poupa-terra 2021**. Brasília, DF: Embrapa Semiárido-Capítulo em livro técnico (INFOTECA-E), 162 p. 2021.

LIMA NETO, F. P.; LIMA, M. A. C.; ISHIKAWA, F. H.; PARANHOS, J. G.; SOUZA, E. D. C. **Avaliação de híbridos de mangueira entre as variedades Tommy Atkins, Palmer e Keitt, em um ciclo, no Semiárido brasileiro**. In: Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 26. 2019.

LOBO, J. T.; CAVALCANTE, Í. 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, 2019a.

LOBO, J. T.; SOUSA, K. D. S. M.; NETO, V. B. D. P.; PEREIRA, R. N.; SILVA, L. D. S.; CAVALCANTE, Í. H. L. Biostimulants on fruit yield and quality of mango cv. Kent grown in Semiarid. **Journal of the American Pomological Society**, v. 73, n. 3, p. 152-160, 2019b.

MALAQUIAS, C. M. O.; OTSUKA, P. N.; BRITTO, W. S. F. **Variadaes no cultivo da manga: um estudo a partir da análise dos custos de produção no Vale do São Francisco**, Congresso Brasileiro de Custos – João Pessoa, n 14, 15 p. 2007.

MARIN, F. R.; PILAU, F. G.; SPOLADOR, H. F.; OTTO, R.; PEDREIRA, C. G. Intensificação sustentável da agricultura brasileira: cenários para 2050. **Revista de Política Agrícola**, v. 25, n. 3, p. 108-124, 2016.

MARUDI, R.; COLLOZZO, C.; VICENTE, K. D. P. T.; SANTOS, G. A. D., GUIMARÃES, B. L. **Aumento do preço de fertilizantes no Brasil: impactos do conflito entre Rússia e Ucrânia**. 11 p. 2022.

MATOS, R. M.; SILVA, P. F.; BORGES, V. E.; SOBRINHO, T. G.; NETO, J. D.; SABOYA, L. M. F. Potencial agroclimático para a cultura da mangueira no município de Barbalha-CE. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada-RBAI**, v. 12, n. 1, p. 2366-2373, 2018.

MEDEIROS, P. R. F.; DUARTE, S. N.; SILVA, Ê. F. F. Eficiência do uso de água e de fertilizantes no manejo de fertirrigação no cultivo do tomateiro sob condições de salinidade do solo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 7, n. 2, p. 344-351, 2012.

MORAES, C. R. L.; SHINOHARA, N. K. S. Diversidade frutífera no território da Universidade Federal Rural de Pernambuco–UFRPE Sede. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 10, p. e240111032628-e240111032628, 2022.

MORALES-PAYAN, J. P. Response of 'Banilejo' mango to foliar applications of a biostimulant based on free amino acids and potassium. **Acta Horticulturae**, n. 1075, p. 121-125, 2015.

MOUCO, M. A. C. **Cultivo de mangueira**. 2ª ed. Petrolina: Embrapa Semiárido, 111 p. 2010.

MUDO, L. E. D.; LOBO, J. T.; CARREIRO, D. D. A.; CAVACINI, J. A.; SILVA, L. D. S.; CAVALCANTE, Í. H. L. Leaf gas exchange and flowering of mango sprayed with biostimulant in semi-arid region. **Revista Caatinga**, v. 33, p. 332-340, 2020.

NOGUEIRA, G. H. F.; FERREIRA, D. M.; CONCEIÇÃO, M. O. Reflexos da alta nos preços dos fertilizantes. **AgroANALYSIS**, v. 43, n. 5, p. 26-27, 2023.

OECD; F. A. O. OECD-FAO. **Agricultural Outlook 2022-2031**. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/f1b0b29c-en>. Acesso em: 07 de junho de 2023.

OGINO, C. M.; COSTA JUNIOR, G.; POPOVA, N. D.; MARTINES FILHO, J. G. Poder de compra, preço e consumo de fertilizantes minerais: uma análise para o centro-oeste brasileiro. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 59, p. 1-19, 2021.

OLIVEIRA, M. P.; MALAGOLLI, G. A.; CELLA, D. Mercado de fertilizantes: dependência de importações do Brasil. **Revista Interface Tecnológica**, v. 16, n. 1, p. 489-498, 2019.

PANTANO, G.; GROSSELI, G. M.; MOZETO, A. A.; FADINI, P. S. Sustentabilidade no uso do fósforo: uma questão de segurança hídrica e alimentar. **Química Nova**, v. 39, p. 732-740, 2016.

PICOLLI, E. S.; MARCHIORO, V. S.; BELLAVAR, A.; BELLAVAR, A. Aplicação de produtos à base de aminoácidos na cultura do trigo. **Revista Cultivando o Saber**, v. 2, n. 4, p. 141-148, 2009.

QUEIROZ, G. C. M.; SILVA, F. W. A.; PORTELA, J. C.; OLIVEIRA, V. N. S.; SANTOS, M. V. Densidade e resistência do solo à penetração de raízes em agroecossistemas no semiárido brasileiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 14, n. 4, p. 497-505, 2019.

SALVIANO, A. M.; CUNHA, T. J. F.; OLSZEWSKI, N.; OLIVEIRA NETO, M. B.; GIONGO, V.; QUEIROZ, A. F.; MENEZES, F. J. S. Potencialidades e limitações para o uso agrícola de solos arenosos na região semiárida da Bahia. **Magistra**, v. 28, n. 2, p. 137-148, 2016.

SANTOS, A. M.; SANTOS, A. H.; FERNANDES, A. P. S.; SOARES, D. S. B.; PINTO, E. G.; MARTINS, W. F.; LEMES, A. C. Determinação dos teores de minerais em polpa de manga (mangifera indica L.) de diferentes cultivares. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 9, p. 71888-71895, 2020.

SANTOS, M. R. D.; MARTINEZ, M. A.; DONATO, S. L.; COELHO, E. F. Produtividade e fotossíntese da mangueira 'Tommy Atkins' sob déficit hídrico em região semiárida da Bahia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, p. 899-907, 2014.



SENA, M. C. D.; LEÃO, T. P.; VON BORRIES, G. F.; TURNES, O. Análise de formulações NPK fiscalizadas pelo mapa, de 2008 a 2010. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 4, p. 1207-1214, 2014.

SILVA, D. J.; 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**. Petrolina: Embrapa Semiárido, Circular Técnica 77, 13 p. 2004.

SILVA, M. A. D.; CAVALCANTE, Í. H.; MUDO, L. E.; PAIVA NETO, V. B. D.; CUNHA, J. G. D. Biostimulant alleviates abiotic stress of mango grown in semiarid environment. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 24, n. 7, p. 457-464, 2020.

SILVA, P. L. F.; OLIVEIRA, F. P.; MARTINS, A. F.; PEREIRA, W. E.; SANTOS, T. E. D.; AMARAL, A. J. Caracterização físico-hídrica de solos arenosos através da curva de retenção de água, índice S e distribuição de poros por tamanho. **Agrarian**, v. 13, n. 50, p. 478-492, 2020.

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, Í. 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.

SOPPELSA, S.; KELDERER, M.; CASERA, C.; BASSI, M.; ROBATSCHER, P.; MATTEAZZI, A.; ANDREOTTI, C. Foliar applications of biostimulants promote growth, yield and fruit quality of strawberry plants grown under nutrient limitation. **Agronomy**, v. 9, n. 9, p. 483, 2019.

SOUZA, F. V. **Curva de crescimento e exportação de nutrientes e sódio por frutos de mangueira Palmer, Haden e Tommy Atkins**. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 54 p. 2007.

SOUZA, L. R.; PERES, F. S. B. Uso de biofertilizantes à base de aminoácidos na produção de mudas de *Eucalyptus dunnii*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 36, n. 87, p. 211-218, 2016.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6. ed. Porto Alegre-RS: Artmed, 888 p. 2017.

TEIXEIRA, A. M. S.; GARRIDO, F. M. S.; MEDEIROS, M. E.; SAMPAIO, J. A. Estudo do comportamento térmico da rocha fonolito com fins à produção de fertilizantes. **Holos**, v. 5, p. 52-64, 2015.

TEKLIĆ, T.; PARAĐIKOVIĆ, N.; ŠPOLJAREVIĆ, M.; ZELJKOVIĆ, S.; LONČARIĆ, Z.; LISJAK, M. Linking abiotic stress, plant metabolites, biostimulants and functional food. **Annals of Applied Biology**, v. 178, n. 2, p. 169-191, 2021.

VEGRO, C. L. R.; ANGELO, J. A. Diversificação nas Origens de Fertilizantes Importados Suplanta a Escassez Causada pelo Conflito Russo-Ucraniano. **Análises e Indicadores do Agronegócio**, São Paulo, v. 18, n. 4, p. 1-8, 2023.

## CAPÍTULO 2

### FERTILIZAÇÃO À BASE DE AMINOÁCIDOS NO ESTADO NUTRICIONAL, PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO MINERAL DE FRUTOS DE MANGUEIRA 'PALMER' NO SEMIÁRIDO<sup>1</sup>

#### RESUMO

A fruticultura se tornou um dos segmentos de grande importância da agricultura brasileira, com a produção de manga liderando as exportações de frutas do país por vários anos. Essas exportações, principalmente para a União Europeia e os Estados Unidos, têm demonstrado uma significativa aceitação no mercado. No entanto, desafios como desequilíbrios nutricionais podem ocorrer devido ao manejo inadequado de fertilizantes, e aumentos recentes nos custos dos fertilizantes têm escalado ainda mais os custos de produção. Nesse contexto, a fertilização com aminoácidos pode ser uma solução sustentável, facilitando a absorção de nutrientes pelas plantas e reduzindo o uso excessivo de fertilizantes. Com isso, foi desenvolvido um estudo com o objetivo de avaliar o efeito da fertilização à base de aminoácidos no estado nutricional, produção e teores de nutrientes nos frutos de mangueira 'Palmer' cultivada no semiárido. O experimento foi instalado em fatorial simples (2 x 5) com o delineamento em blocos ao acaso, apresentando 10 tratamentos com quatro repetições e quatro plantas por repetição. No fator A: Hendorar® (sem e com), sendo este o fertilizante à base de aminoácidos; e no fator B: adubação mineral (20%; 40%; 60%; 80% e 100% da dose recomendada), definida em função da análise do solo e demanda da cultura. Assim, foram determinados os teores foliares de macro e micronutrientes, número de frutos por planta, produção e exportação de macro e micronutrientes nos frutos de mangueira. Houve efeito significativo do fertilizante à base de aminoácidos e das doses de fertilizantes minerais nos teores foliares de K, Mg, Fe, Cu e Zn. A ordem decrescente dos teores foliares de macronutrientes foi Ca>N>Mg>K>P, enquanto que para os micronutrientes a sequência foi Mn>Fe>Zn>Cu. A aplicação do fertilizante à base de aminoácidos resultou em maior teor foliar de Zn. O número de frutos por planta e a produção de mangueira cv. Palmer não foram influenciados pela aplicação de fertilizante à base de aminoácidos e doses de fertilizantes minerais. A ordem decrescente de exportação de macronutrientes nos frutos de mangueira foi K>N>P>Ca>Mg e para os micronutrientes foi Fe>Mn>Zn>Cu. A aplicação do fertilizante à base de aminoácidos resultou em menor exportação de K, Ca e Mn nos frutos de mangueira. O uso do fertilizante à base de aminoácidos emerge como uma estratégia de manejo promissora para otimizar o cultivo de mangueira no semiárido.

**Palavras-chave:** Adubação. Nutrição. Produtividade. Exportação de nutrientes. Bioestimulante. *Mangífera indica* sp.

---

<sup>1</sup> Artigo a ser submetido para publicação.

## ABSTRACT

Fruit growing has emerged as a pivotal segment of Brazilian agriculture, with mango production leading the country's fruit exports for several years. These exports, notably to the European Union and the United States, have demonstrated significant market acceptance. However, challenges such as nutritional imbalances can occur due to improper fertilizer management, and recent spikes in fertilizer costs have further escalated production expenses. In this scenario, amino acid fertilization presents a sustainable alternative, enhancing plant nutrient absorption and minimizing the need for excessive fertilizer application. To explore this, a study was conducted to assess the impact of amino acid fertilization on the nutritional status, yield, and nutrient content in 'Palmer' mangoes cultivated in the semi-arid region. The experiment utilized a simple factorial design (2 x 5) within a randomized complete block design, encompassing 10 treatments with four replications, each including four plants. Factor A involved the use of Hendosar® (with and without), an amino acid-based fertilizer, and Factor B consisted of varying mineral fertilization levels (20%, 40%, 60%, 80%, and 100% of the recommended dose), determined through soil analysis and crop requirements. The study measured foliar levels of macro and micronutrients, fruit count per plant, yield, and the export of nutrients in mango fruits. Significant impacts were noted from both the amino acid-based fertilizer and the various doses of mineral fertilizer on the leaf concentrations of K, Mg, Fe, Cu, and Zn. The hierarchy of macronutrient levels in leaves was Ca>N>Mg>K>P, with micronutrients following the order Mn>Fe>Zn>Cu. Application of the amino acid-based fertilizer notably increased Zn content in leaves. Neither the amino acid-based fertilizer nor the mineral fertilizer doses significantly affected the number of fruits per plant or the yield of the Palmer mango cultivar. The sequence for macronutrient export in mango fruits was K>N>P>Ca>Mg, and for micronutrients, it was Fe>Mn>Zn>Cu. Hendosar application resulted in a reduced export of K, Ca, and Mn from mango fruits. Thus, the application of Hendosar as an amino acid-based fertilizer emerges as a promising strategy for optimizing mango cultivation in semi-arid regions, offering a viable solution to manage production costs while ensuring sustainable agricultural practices.

**Keywords:** Fertilization. Nutrition. Yield. Nutrient export. Biostimulant. *Mangifera indica* sp.

## 1. INTRODUÇÃO

A fruticultura se tornou um dos segmentos de grande importância da agricultura brasileira devido, principalmente, às condições climáticas do Brasil, destacando-se a mangueira (*Mangifera indica* L.), considerada uma das frutíferas tropicais mais cultivadas no país (MORAES; SHINOHARA, 2022). Há vários anos, a manga produzida no Brasil está à frente das demais frutas que são produzidas no país em relação aos valores de exportação, apresentando aceitação considerável por parte dos mercados consumidores da União Europeia e Estados Unidos. A produtividade de manga no Brasil no ano de 2022 foi de 1,54 milhão de toneladas, exportando neste mesmo ano 231,36 mil toneladas de manga, gerando uma receita de US\$ 205,65 milhões (KIST; LIEBIG, 2023; IBGE/SIDRA/PAM, 2022).

A região Nordeste, sobretudo o Vale do São Francisco, se destaca por ser o maior produtor nacional de manga em regime irrigado, isso devido ao desenvolvimento de tecnologias de cultivo como técnicas de irrigação, uso eficiente de reguladores vegetais, uso de bioestimulantes, manejo do solo e da nutrição das plantas (SANTANA et al., 2022; IBGE/SIDRA/PAM, 2022). No entanto, no Vale do São Francisco, desordens fisiológicas, associadas à nutrição da planta, ocorrem com frequência na cultura da mangueira, como o colapso interno e a estenoespermocarpia, provocando redução da produtividade e qualidade dos frutos e, conseqüentemente, gerando sérios prejuízos aos produtores (BARBOSA et al., 2016). Além disso, uma expressiva área de cultivo de mangueira está sob solos arenosos, com baixa fertilidade natural, alta suscetibilidade à erosão, baixa capacidade de retenção de umidade e de nutrientes (SILVA et al., 2020; SALVIANO et al., 2016).

A expansão do cultivo de mangueira no Vale do São Francisco, para atender aos diferentes mercados consumidores, tem-se gerado uma dependência crescente da exportação de fertilizantes (NOGUEIRA et al., 2023), o que requer a implementação de práticas de manejo que venha otimizar o uso deste insumo. Além disso, em 2022, houve um forte incremento nos valores de fertilizantes pagos pelo Brasil, que totalizaram US\$ 24,74 bilhões, ou seja, incremento de 63,14% comparado ao gasto efetivo de 2021. O preço médio dos fertilizantes praticado alcançou US\$ 649,00, 77,92% superior ao valor médio obtido em 2021 (VEGRO; ANGELO, 2023).

Nesse contexto, o manejo da fertilização à base de aminoácidos pode contribuir para otimizar o uso de nutrientes pelas plantas, resultando na redução do consumo de fertilizantes minerais, sendo uma alternativa importante para superar os fatores que limitam e dificultam a produção de frutas. Os aminoácidos podem participar do processo de

estabilização química da matéria orgânica do solo (MOS), o que é importante em solos arenosos, além de contribuir na movimentação e transporte dos nutrientes no solo e facilitar a absorção e translocação dos mesmos pelas plantas, reduzindo o uso de fertilizantes, com produção mais sustentável (FERNANDES et al., 2018).

Os aminoácidos auxiliam no metabolismo da planta, pois são substâncias ligadas à síntese de proteínas, atuação na germinação, na floração, maturação dos frutos, atuação na fotossíntese, na síntese e ativação da clorofila, aumentando a eficiência deste processo. Atuam também na reserva de carboidratos, proteção das plantas, conferindo maior tolerância ao ataque de pragas e doenças, bem como ao estresse hídrico devido ao maior potencial de desenvolvimento do sistema radicular (GOBI et al., 2020; CARVALHO, 2020), contribuindo para produção de frutos de elevada qualidade.

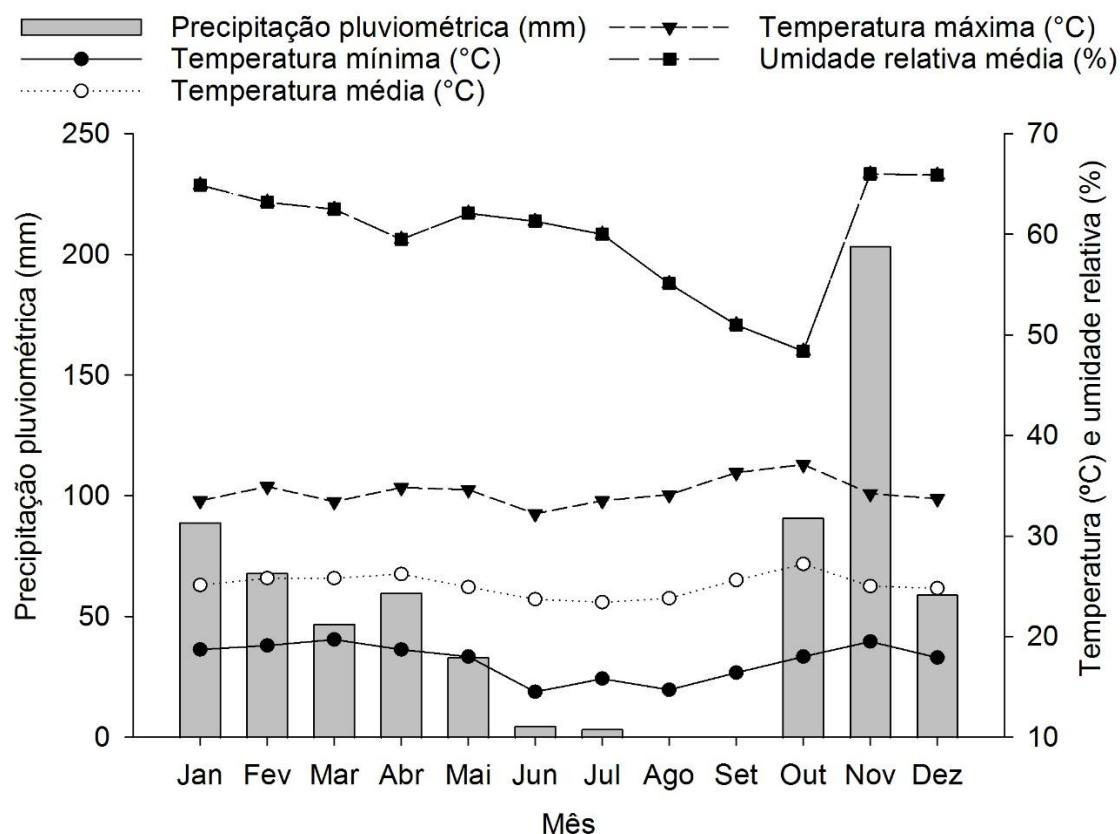
Nesse sentido, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da fertilização à base de aminoácidos no estado nutricional, produção e exportação de nutrientes nos frutos de mangueira cv. Palmer cultivada no semiárido.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Descrição do local e condições de crescimento**

O experimento foi conduzido entre os meses de janeiro a agosto de 2022, em pomar comercial de mangueira irrigada pertencente a Fazenda Nogueira, região do Vale do Submédio São Francisco, localizada no Projeto de Irrigação Senador Nilo Coelho - N5/Petrolina-PE, com coordenadas geográficas 09°21'43,5" latitude sul e 40°38'07,2" longitude oeste e a classe de solo Luvisolo Crômico Pálico Arênico (SANTOS et al., 2018). Foram avaliadas plantas da cultivar Palmer com 6 anos de idade, plantadas em espaçamento 3,5 x 2,0 m, com sistema de irrigação localizado por gotejamento em linha dupla. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo BSh', semiárido quente, com a estação chuvosa no verão e elevada evaporação, sendo que a precipitação apresenta valores inferiores a 500 mm (ALVARES et al., 2013).

Durante a execução do experimento, os dados climáticos referentes à precipitação pluviométrica, temperatura mínima, média e máxima e umidade relativa do ar foram registrados em estação meteorológica automática instalada no *Campus* de Ciências Agrárias da UNIVASF/Petrolina-PE (Figura 1).



**Figura 1.** Dados climáticos registrados durante a execução do experimento em pomar comercial de mangueira ‘Palmer’ em Petrolina-PE.

Antes da instalação do experimento, para caracterização inicial da fertilidade e da textura do solo, foram coletadas 20 amostras simples de solo para compor uma amostra composta nas camadas de 0,0-0,2 e 0,2-0,4 m de profundidade. As amostras de solo foram secas ao ar, destorroadas, homogêneas e passadas em peneira de malha de 2,0 mm para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA). Assim, foram determinados os valores de condutividade elétrica no extrato da pasta de saturação (CEes), pH (H<sub>2</sub>O), acidez potencial (H+Al), acidez trocável (Al<sup>3+</sup>) e teor de matéria orgânica do solo (MOS) (Tabela 1). Foram determinados também os teores de fósforo (P), potássio (K<sup>+</sup>), sódio (Na<sup>+</sup>), cálcio (Ca<sup>2+</sup>), magnésio (Mg<sup>2+</sup>), manganês (Mn<sup>2+</sup>), ferro (Fe<sup>2+</sup>), cobre (Cu<sup>2+</sup>) e zinco (Zn<sup>2+</sup>), e calculados a capacidade de troca de cátions (CTC<sub>pH7,0</sub>), soma de bases (SB) e saturação por bases (V%) (Tabela 1). A análise física consistiu em textura, sendo determinados os teores de areia, silte e argila (Tabela 2), pelo método da pipeta. Todas as análises foram realizadas segundo metodologia proposta em Teixeira et al. (2017).

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

Atributos químicos		Camada (m)	
		0,0-0,2	0,2-0,4
pH	H <sub>2</sub> O	6,15	6,12
CEes	dS m <sup>-1</sup>	0,61	0,61
MOS	g kg <sup>-1</sup>	14,1	10,8
P	mg dm <sup>-3</sup>	457,7	299,3
Ca <sup>2+</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	4,58	5,18
Mg <sup>2+</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	1,13	1,44
K <sup>+</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	0,53	0,38
Na <sup>+</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	0,24	0,12
Al <sup>3+</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	0,00	0,00
H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	0,98	0,73
CTC <sub>pH7,0</sub>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	7,46	7,84
Ca/CTC	%	61,39	66,07
Mg/CTC	%	15,15	18,37
K/CTC	%	7,10	4,85
SB	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	6,48	7,11
V	%	86,84	90,74
m	%	0,00	0,00
Fe <sup>2+</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	40,90	33,20
Mn <sup>2+</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	65,32	47,90
Cu <sup>2+</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	2,01	1,26
Zn <sup>2+</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	166,00	68,50

CEes: condutividade elétrica no extrato da pasta de saturação. MOS: matéria orgânica do solo. CTC<sub>pH7,0</sub>: capacidade de troca de cátions. SB: soma de bases. V: saturação por bases. m: saturação por alumínio.

**Tabela 2.** Caracterização das frações granulométricas do solo nas camadas de 0,0-0,2 e 0,2-0,4 m de profundidade.

Camada (m)	Areia	Silte	Argila
	g kg <sup>-1</sup>		
0,0-0,2	799,5	66,4	134,0
0,2-0,4	741,5	57,3	138,2

Antes da instalação do experimento, foram coletadas também amostras de folhas para a análise do estado nutricional das plantas. As amostras foram retiradas de todos os quadrantes da planta, a uma altura média da copa, coletando folhas do penúltimo fluxo vegetativo, e determinados os teores de macro (N, P, K, Ca, Mg) e micronutrientes (Mn, Fe, Zn, Cu), de acordo com Silva (2009).

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

Descrição	N	P	K	Ca	Mg	Mn	Fe	Zn	Cu
	g kg <sup>-1</sup>					mg kg <sup>-1</sup>			
	16,8	0,7	7,5	22,4	2,7	218,2	33,7	28,6	11,7
Quaggio (1996) <sup>1/</sup>	12-14	0,8-1,6	5-10	20-35	2,5-5	50-100	50-200	20-40	10-50

<sup>1/</sup> Teores de macro e micronutrientes foliares adequados para a cultura da mangueira.

## 2.2. Tratamentos e delineamento experimental

O experimento foi instalado em fatorial simples com o delineamento em blocos ao acaso, apresentando 10 tratamentos com quatro repetições e quatro plantas por unidade experimental. No fator A: fertilizante à base de aminoácidos, como fonte foi utilizado o produto Hendosar® (sem e com); e no fator B: adubação mineral (20%; 40%; 60%; 80% e 100% da dose recomendada), definida em função da análise do solo e demanda da cultura (produtividade esperada) (SILVA et al., 2004; MEDEIROS et al., 2014).

O produto Hendosar® é um fertilizante mineral misto à base de aminoácidos que garante apresentar em sua composição 3,5% de aminoácidos, 9% de nitrogênio, 6% de potássio, 7,15% de cálcio e 1,2% de magnésio. O Hendosar® foi aplicado em três fases da cultura da mangueira: 1) pré-florada, sendo aplicado associado com a aplicação de paclobutrazol (PBZ); 2) florada plena (FP); e 3) enchimento de fruto; sendo aplicado em cada fase 40 kg ha<sup>-1</sup> do produto, totalizando 120 kg ha<sup>-1</sup>, conforme recomendação do fabricante.

Os fertilizantes minerais utilizados neste experimento foram os comumente utilizados no pomar comercial de mangueira cv. Palmer, com variações apenas das doses. Na fase de pré-florada foram aplicados 257 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de potássio, 257 kg ha<sup>-1</sup> de algen (cálcio), 257 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de magnésio e 36 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de ferro. Enquanto que na fase de florada plena, foram aplicados 40 kg ha<sup>-1</sup> de ureia, 24 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de potássio, 570 kg ha<sup>-1</sup> de algen (cálcio) e 30 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de magnésio. Já na fase de enchimento de fruto não foi realizada adubação mineral. As quantidades de nutrientes aplicadas, correspondentes às doses de fertilizantes minerais, estão apresentados na tabela 4.



**Tabela 4.** Quantidades de nutrientes aplicados na mangueira ‘Palmer’, correspondentes as respectivas doses de fertilizantes minerais.

Nutrientes	Doses de fertilizantes				
	20	40	60	80	100
	-----%-----				
Quantidade de nutrientes					
-----kg ha <sup>-1</sup> -----					
Nitrogênio	3,60	7,20	10,80	14,40	18,00
Potássio	28,10	56,20	84,30	112,40	140,50
Cálcio	52,93	105,86	158,78	211,71	264,64
Magnésio	5,17	10,33	15,50	20,66	25,83
Ferro	1,44	2,88	4,32	5,76	7,20

As plantas em plena produção foram submetidas às práticas culturais recomendadas para a cultura da mangueira nas condições regionais de cultivo, seguindo as normas técnicas da produção integrada de manga, quanto a podas, manejo nutricional, controle de plantas invasoras, ponto de colheita e combate a pragas e doenças (GENÚ; PINTO, 2002).

Foi realizada a aplicação de paclobutrazol (PBZ) no solo na dose de 6 mL por metro de cobertura de copa das plantas para a regulação do processo de indução floral, aplicado posteriormente a emissão do segundo fluxo vegetativo, para suprimir a biossíntese de giberelinas, provocando a interrupção do crescimento vegetativo. No processo de indução floral, foram aplicados quatro pulverizações do produto Calcinit (nitrato de cálcio), sendo que na primeira e segunda aplicação foi utilizada uma concentração de 3% do produto e na terceira e quarta aplicação foi utilizada 2,5%.

### 2.3. Análises experimentais

Para a avaliação do estado nutricional das plantas, na fase de florada plena, foram coletadas amostras de folhas do penúltimo fluxo vegetativo das plantas, a uma altura mediana, nos quatro quadrantes da copa das duas plantas centrais de cada unidade experimental. As amostras de folhas foram acondicionadas em sacos de papel, em seguida, no laboratório, foram lavadas com água destilada, secas na estufa a 65-70°C até obtenção de peso constante e trituradas em moinho de facas para posterior extração dos nutrientes. A extração dos elementos químicos das amostras de folhas foi realizada pelo método da digestão seca em mufla. Nos extratos obtidos foram determinados os teores de fósforo (P) através da espectrofotometria de absorção molecular com azul-de-molibdênio; potássio (K) por fotometria de chama; cálcio (Ca) pelo método de volumetria de complexação com EDTA; magnésio (Mg), manganês (Mn), ferro (Fe), cobre (Cu), e zinco (Zn), por meio do método da espectrometria de absorção atômica, enquanto que o nitrogênio (N) foi

determinado pelo método Kjeldahl com extratos resultantes da digestão com ácido sulfúrico, conforme metodologia descrita por Silva (2009).

Para a determinação da produção, foram colhidos apenas os frutos com tamanho mínimo de 15 cm e maturidade fisiológica, definida a partir da coloração da polpa (creme amarela), utilizando escala de coloração indicada pelo Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura (2004). A colheita foi realizada manualmente, no período da manhã, sendo realizada a contagem e pesagem dos frutos para quantificação da produção, multiplicando-se o número médio de frutos por planta pelo seu respectivo peso médio.

Após a colheita, quatro frutos por repetição foram conduzidos ao laboratório para determinação dos teores de macro e micronutrientes. No laboratório, os frutos foram lavados com utilização de detergente neutro e sanitizados com solução de hipoclorito de sódio ( $200 \text{ mg L}^{-1}$ ) durante 15 minutos, sendo separados em casca, polpa e caroço (semente), secos em estufa a  $65\text{-}70^\circ\text{C}$  até atingir peso constante, para a obtenção da matéria seca. Em seguida, as amostras de casca, polpa e caroço foram trituradas em moinho de facas para posterior extração dos nutrientes. A extração dos elementos químicos nos frutos de mangueira foi realizada pelo método da digestão seca em mufla. Nos extratos obtidos foram determinados os teores de macro (N, P, K, Ca, Mg) e micronutrientes (Mn, Fe, Cu e Zn), conforme metodologia proposta por Silva (2009).

## **2.4. Análises estatísticas**

Os dados obtidos foram submetidos aos testes de homocedasticidade de Cochran, Bartlett e Hartley e normalidade dos resíduos de Jarque-Bera. Posteriormente, foi realizada a análise de variância pelo teste F. Os tratamentos sem e com fertilizante à base de aminoácidos foram submetidos ao teste de média de Tukey à 5% de probabilidade. Para a determinação da melhor dose de adubação mineral, os dados referentes às doses de fertilizantes foram submetidos à análise de regressão. Todas as análises foram realizadas através do software Speed Stat (CARVALHO et al., 2020).

## **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **3.1. Estado nutricional**

Houve efeito significativo da interação do fertilizante à base de aminoácidos e das doses de fertilizantes minerais para os teores foliares de K, Mg, Fe, Cu e Zn (Tabela 5). A ordem decrescente dos teores foliares de macronutrientes foi a seguinte:  $\text{Ca} > \text{N} > \text{Mg} > \text{K} > \text{P}$ . Silva et al. (2022) observaram teores foliares de macronutrientes em mangueira na ordem

decrecente de  $K > N > Ca > Mg > P$ , ao avaliarem a acumulação e distribuição de nutrientes e a eficiência nutricional em mangueira 'Palmer' de diferentes idades no Vale do São Francisco. Na determinação dos teores foliares de nutrientes em mangueira 'Tommy Atkins' durante as fases de floração e frutificação na região do Vale do São Francisco, Faria et al. (2016) observaram a seguinte ordem decrescente dos teores foliares de macronutrientes na fase de floração:  $N > Ca > K > Mg > P$ .

**Tabela 5.** Resumo da análise de variância para os teores foliares de macro e micronutrientes de mangueira 'Palmer' em função da fertilização à base de aminoácidos e diferentes doses de fertilizantes minerais.

Fonte de variação	N	P	K	Ca	Mg	Mn	Fe	Cu	Zn
	-----g kg <sup>-1</sup> -----					-----mg kg <sup>-1</sup> -----			
Fertilizante à base de aminoácidos (Hendosar)	0,03 <sup>ns</sup>	0,14 <sup>ns</sup>	0,34 <sup>ns</sup>	0,44 <sup>ns</sup>	1,55 <sup>ns</sup>	0,51 <sup>ns</sup>	4,42 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>	23,00 <sup>**</sup>
Com Hendosar	14,99±0,43	0,71±0,018	3,91±0,12	28,05±0,56	6,11±0,54	167,82±10,11	45,90±1,14	6,92±0,17	32,46±0,91a
Sem Hendosar	15,14±0,33	0,72±0,014	4,06±0,10	27,30±0,47	4,63±0,37	150,02±13,08	41,55±0,63	7,05±0,12	24,76±0,44b
Doses de fertilizantes minerais	0,21 <sup>ns</sup>	0,52 <sup>ns</sup>	3,36 <sup>*</sup>	1,34 <sup>ns</sup>	2,02 <sup>ns</sup>	0,50 <sup>ns</sup>	0,19 <sup>ns</sup>	16,05 <sup>**</sup>	9,99 <sup>**</sup>
20%	15,23±0,32	0,74±0,011	4,20±0,04	29,12±0,68	6,74±0,45	158,30±11,05	44,55±0,61	7,50±0,07	28,67±0,84
40%	14,75±0,37	0,73±0,022	3,41±0,11	25,36±0,26	2,25±0,05	156,94±12,85	44,12±1,48	4,50±0,16	19,37±0,59
60%	14,46±0,57	0,69±0,017	3,44±0,11	27,40±0,61	6,25±0,42	157,84±10,21	41,97±1,28	7,10±0,10	32,89±0,88
80%	15,44±0,47	0,68±0,014	4,58±0,15	28,65±0,59	6,65±0,89	132,97±13,40	43,95±0,33	8,06±0,22	33,61±0,43
100%	15,45±0,18	0,73±0,018	4,30±0,17	27,87±0,45	4,96±0,51	188,55±10,49	44,03±0,73	7,79±0,18	28,49±0,65
Interação	1,37 <sup>ns</sup>	0,80 <sup>ns</sup>	2,58 <sup>°</sup>	0,87 <sup>ns</sup>	5,62 <sup>**</sup>	0,09 <sup>ns</sup>	3,11 <sup>*</sup>	33,53 <sup>**</sup>	15,44 <sup>**</sup>
CV (%)	18,31	15,14	20,50	12,89	69,89	49,76	14,99	14,52	17,75

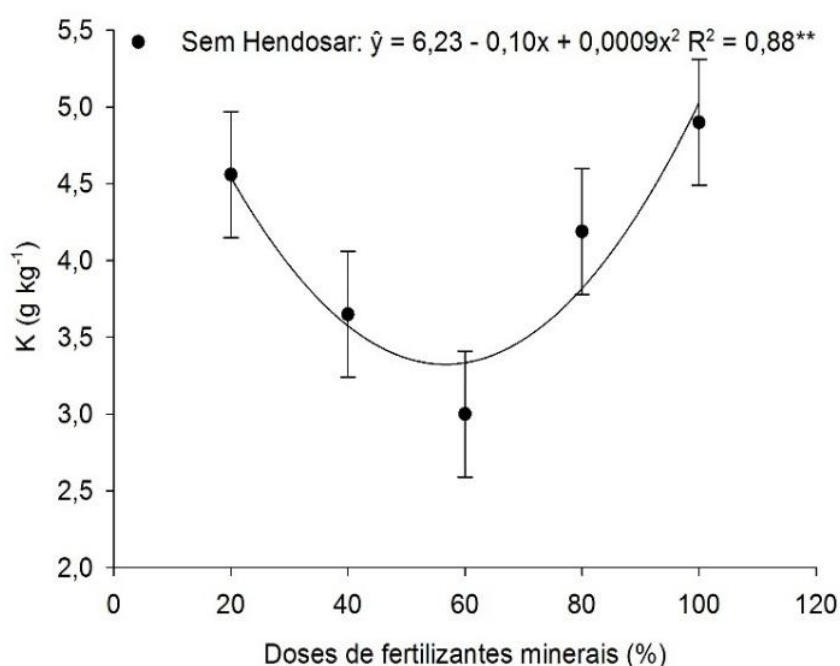
Interações foram consideradas como não significativas apenas quando o P-valor associado a elas foram maiores que 0,250 (PERECIN; CAGNELUTTI FILHO, 2008);  
<sup>ns</sup> = não significativo; <sup>\*\*</sup> = significativo a 1% de probabilidade; <sup>\*</sup> = significativo a 5% de probabilidade; <sup>°</sup> = significativo a 25% de probabilidade; média ± erro padrão;  
 CV = coeficiente de variação.

Os teores foliares de N variaram de 14,46 a 15,45 g kg<sup>-1</sup>, estando acima do teor foliar recomendado para a cultura da mangueira (12-14 g kg<sup>-1</sup>), de acordo com Quaggio (1996). Os teores foliares de N obtidos neste estudo foram superiores aos observados por Almeida et al. (2014), ao determinar os teores foliares de macronutrientes em mangueira 'Palmer' em São Paulo-SP, na qual os teores foliares de N variaram de 7,00 a 13,90 g kg<sup>-1</sup>. O teor foliar de N observado antes da instalação do experimento pode ter contribuído para a manutenção dos teores foliares deste nutriente na fase de floração das plantas acima do teor foliar recomendado para mangueira (Tabela 3). O N desempenha um papel crucial na produção de proteínas e clorofila, fundamentais para a fotossíntese, aumentando a capacidade da planta em capturar energia solar e produzir mais carboidratos. Além disso, níveis foliares adequados de N podem resultar em um aumento na produção de folhas, o que é benéfico para o processo de desenvolvimento das plantas (COSTA et al., 2011). Por outro lado, o excesso de N pode provocar uma redução na produção de flores e frutos, uma vez que a planta direciona muita energia para o crescimento vegetativo em detrimento da reprodução (IZIDORO et al., 2023).

Os teores foliares de P na mangueira variaram de 0,68 a 0,74 g kg<sup>-1</sup>, estando abaixo da faixa de suficiência para a cultura da mangueira (0,8-1,6 g kg<sup>-1</sup>), conforme estabelecido por Quaggio (1996). Os teores foliares de P do presente trabalho foram superiores aos obtidos por Carvalho et al. (2023), com variação de 0,09 a 0,30 g kg<sup>-1</sup>, avaliando o potencial de perda de produtividade de mangueira cv. Palmer devido à estenoespermocarpia, sua relação com o estado nutricional das plantas e a produtividade em Petrolina-PE. A presença de P em concentrações elevadas no solo (Tabela 1) não garantiu sua efetiva disponibilidade para as plantas. Isso pode ter ocorrido provavelmente devido o P no solo ter se ligado a elementos, como é o caso do íon Fe, uma vez que o P pode formar complexos com íons metálicos, consistindo em compostos insolúveis, dificultando a absorção pelas raízes das plantas (SANTOS et al., 2016). Além disso, o P na solução do solo pode se ligar ao Ca (formando P-Ca) não sendo absorvido pelas plantas (OLIVEIRA et al., 2021). O P é um componente fundamental dos ácidos nucleicos, como o DNA e o RNA, que são essenciais para o armazenamento e a transmissão de informações genéticas e síntese de proteínas. O P também auxilia na ativação de enzimas e na síntese de moléculas como o ATP (FERNANDES et al., 2018; AULAR; NATALE, 2013).

Para os teores foliares de K, verifica-se ajuste significativo ao modelo de regressão quadrática em função das doses de fertilizantes minerais sem Hendosar (Figura 2), com uma redução de 34,21% da dose de 20% para a dose de 60% de fertilizantes minerais, seguida de um aumento até a dose de 100% dos fertilizantes minerais (Figura 2). Os teores

foliares de K variaram de 3,41 a 4,58 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 6), estando abaixo dos valores considerados adequados para a cultura da mangueira (5,0-10,0 g kg<sup>-1</sup>), conforme proposto por Quaggio (1996). Possivelmente, a textura do solo arenosa (Tabela 2) contribuiu para elevadas perdas de K por lixiviação, resultando em baixos teores foliares de K (WERLE et al., 2008). Cavalcante et al. (2016), ao avaliarem os teores de K em folhas de mangueira cv. Palmer em função da aplicação de diferentes doses de cloreto de potássio em Casa Nova-BA, observaram teores foliares de K superiores aos obtidos neste experimento, com valores variando de 7,40 a 9,20 g kg<sup>-1</sup>.

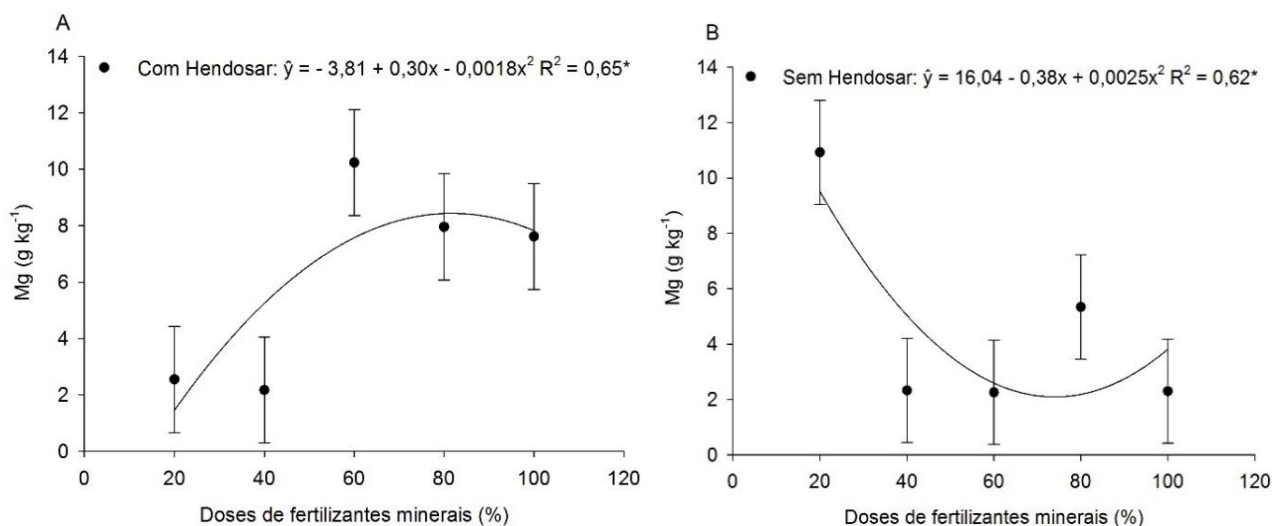


**Figura 2.** Teores foliares de potássio (K) de mangueira 'Palmer' em função da fertilização à base de aminoácidos e diferentes doses de fertilizantes minerais.

O K exerce uma função fundamental na manutenção da pressão osmótica das células, auxiliando na regulação da absorção de água pelas raízes das plantas, sendo essencial para evitar a desidratação das células e manter a turgidez das folhas e dos caules (RAVEN et al., 2014; AULAR; NATALE, 2013). O K também desempenha uma função vital na manutenção do equilíbrio iônico nas células das plantas, evitando a acumulação excessiva de outros íons, como o Na. Esse equilíbrio é particularmente relevante em áreas de cultivo sujeitas à salinidade do solo (TAIZ et al., 2017). O K tem um impacto significativo na qualidade dos frutos, principalmente a cor, o tamanho e a vida útil. A deficiência de K pode levar a frutos de menor qualidade, tamanho e sabor (PRADO et al., 2012).

Os teores foliares de Ca variaram de 25,36 a 29,12 g kg<sup>-1</sup>, estando dentro da faixa considerada adequada para a cultura da mangueira (20,0-35,0 g kg<sup>-1</sup>) (QUAGGIO, 1996). Os adequados teores de Ca no solo, antes da instalação do experimento (Tabela 1), além da fertilização cálcica realizada durante o ciclo de cultivo da mangueira (Tabela 4), contribuiu para o adequado teor foliar de Ca na planta. Avaliando o efeito da aplicação de doses de calcário no estado nutricional de mangueira cv. Palmer em São Paulo-SP, Politi (2012) observaram teores foliares de Ca inferiores (12,37 a 13,74 g kg<sup>-1</sup>) aos obtidos neste trabalho. O Ca é um componente essencial da parede celular das plantas, formando ligações entre as pectinas, contribuindo para a manutenção da estrutura das células e promovendo a firmeza e integridade da parede celular, como também está envolvido no transporte de outros nutrientes nas plantas, auxiliando na regulação da absorção de íons e nutrientes essenciais, como K e Mg, pelas raízes (DIÓGENES et al., 2015; RAVEN et al., 2014). Na cultura da mangueira, o Ca é fundamental para a formação de frutos de qualidade, contribuindo para a integridade e firmeza da polpa. Nesse sentido, a relação equilibrada entre Ca/N é essencial para evitar distúrbios fisiológicos como o colapso interno e o apodrecimento da ponta floral (tip burn), levando a folhas distorcidas, afetando as extremidades dos frutos e resultando na redução da qualidade e da produção dos frutos de mangueira (SHIVASHANKAR, 2014; PRADO et al., 2012).

Os teores foliares de Mg ajustaram-se significativamente ao modelo de regressão quadrático em função das doses de fertilizantes minerais com e sem Hendsar (Figura 3). Observa-se um aumento de 66,54% nos teores foliares de Mg da dose de 20% para a dose de 100% dos fertilizantes minerais com Hendsar (Figura 3A). Comportamento oposto foi observado sem aplicação do Hendsar, com a redução de 78,96% da menor para a maior dose de fertilizantes minerais (Figura 3B).



**Figura 3.** Teores foliares de magnésio (Mg) (com Hendosar - A) (sem Hendosar - B) de mangueira 'Palmer' em função da fertilização à base de aminoácidos e diferentes doses de fertilizantes minerais.

O aumento dos teores foliares de Mg, decorrente de maior disponibilização de nutrientes às plantas, pode ser atribuído à ação dos aminoácidos, complexando o Mg, tornando-o mais solúvel e disponível no solo, o que facilita a absorção pelas raízes das plantas (FERNANDES et al., 2018). Além disso, os aminoácidos podem influenciar a permeabilidade da membrana das células radiculares, permitindo uma maior movimentação de íons de Mg para o interior das células vegetais. Nesse contexto, a melhoria da absorção de Mg pode, por sua vez, beneficiar a absorção de outros nutrientes, dado que o Mg desempenha uma função fundamental na ativação de enzimas envolvidas no metabolismo de nutrientes (SOUZA; PERES, 2016). Os teores foliares de Mg variaram de 2,25 a 6,74 g kg<sup>-1</sup>, estando fora da faixa considerada adequada para a cultura da mangueira (2,5 e 5,0 g kg<sup>-1</sup>), conforme estabelecido por Quaggio (1996).

Para os teores foliares de micronutrientes na mangueira, a ordem decrescente foi Mn>Fe>Zn>Cu. Faria et al. (2016) observaram ordem decrescente dos teores foliares de micronutrientes (Mn>Fe>Zn>Cu) na fase de floração similar ao deste trabalho, ao avaliar os teores foliares de nutrientes de mangueira 'Tommy Atkins' na região do Vale do São Francisco. Do mesmo modo, Silva et al (2022), em estudo sobre a acumulação e distribuição de nutrientes e a eficiência nutricional em mangueira 'Palmer' no Vale do São Francisco, observaram a seguinte ordem decrescente dos teores foliares de micronutrientes: Mn>Fe>Zn>Cu.

Os teores foliares de Mn variaram de 132,97 a 188,55 mg kg<sup>-1</sup>, estando acima da faixa considerada adequada para a cultura da mangueira (50-100 mg kg<sup>-1</sup>)



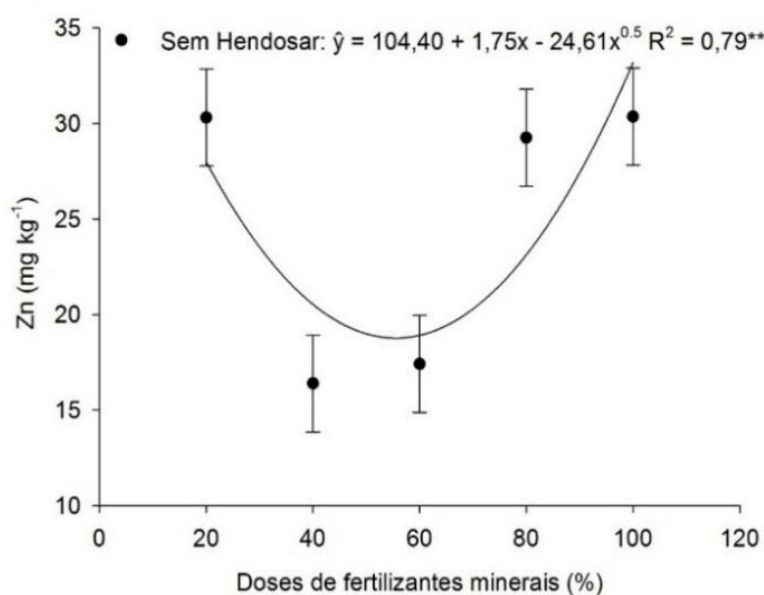
(QUAGGIO,1996). Os teores foliares de Mn foram inferiores aos observados por Carvalho et al. (2023) (192,00 a 249,48 mg kg<sup>-1</sup>), em estudo sobre o potencial de perda de produtividade de mangueira 'Palmer' por estenoespermocarpia, sua relação com o estado nutricional das plantas e a produtividade em Petrolina-PE. O Mn pode existir em diferentes estados de oxidação no solo, incluindo Mn<sup>2+</sup> (Mn divalente) e Mn<sup>4+</sup> (Mn tetravalente). A forma solúvel em água é Mn<sup>2+</sup>, enquanto Mn<sup>4+</sup> tende a ser insolúvel. Assim, a irrigação diária no cultivo de mangueira pode ter contribuído para a redução do Mn e a liberação do mesmo para o solo na forma solúvel, sendo mais facilmente absorvido pelas plantas, causando o aumento dos teores foliares deste nutriente (SILVA; MENEZES, 2010). O excesso de Mn pode prejudicar a absorção de outros nutrientes essenciais, como Ca e Mg, além de causar um desequilíbrio entre os micronutrientes nas plantas, o que, por sua vez, pode afetar negativamente o crescimento e o desenvolvimento das plantas (AHMED et al., 2020).

Para os teores foliares de Fe, não houve ajuste de modelo de regressão com explicação biológica para a interação do fertilizante à base de aminoácidos e doses de fertilizantes minerais. Os teores foliares de Fe variaram de 41,55 a 45,90 mg kg<sup>-1</sup>, estando abaixo da faixa considerada adequada para a cultura da mangueira (50-200 mg kg<sup>-1</sup>), conforme Quaggio (1996). Em estudo sobre a avaliação do estado nutricional de mangueira 'Palmer' em São Paulo-SP, Rozane et al. (2007) observaram teores foliares de Fe (35,50 a 40,50 mg kg<sup>-1</sup>) inferiores aos deste trabalho. A concentração de P em excesso no solo (Tabela 1) pode ter formado complexos com o Fe. Dessa forma, essa complexação acabou resultando em formas de Fe menos solúveis, tornando-o menos disponível para as plantas (OUVIREZ et al., 2010). A deficiência de Fe geralmente se manifesta primeiro nas folhas jovens, resultando em uma condição de clorose, que se caracteriza pela formação de um padrão de reticulação verde nas folhas, com as nervuras foliares destacando-se em verde enquanto a lâmina foliar fica amarelada (PRADO et al., 2012). No entanto, cabe ressaltar que não foram observados sintomas de deficiência de Fe nas plantas de mangueira. A deficiência de Fe pode estar relacionada ao pH do solo de 6,13 na camada de 0,0-0,4m (Tabela 1), estando acima da faixa de pH considerada adequada para a cultura da mangueira (5,5-6,0) (SILVA et al., 2004).

Houve interação significativa entre o fertilizante à base de aminoácidos e as doses de fertilizantes minerais para os teores foliares de Cu, porém sem ajuste a modelo de regressão com explicação biológica (Tabela 5). Os teores foliares de Cu variaram de 4,50 a 8,06 mg kg<sup>-1</sup>, estando abaixo dos valores considerados adequados para a cultura da mangueira (10-50 mg kg<sup>-1</sup>), conforme Quaggio (1996), no entanto, não foi observado

sintomas de deficiência nas plantas de mangueira. Politi (2012) observaram teores foliares de Cu superiores aos deste trabalho, com médias de 19,88 a 24,46 mg kg<sup>-1</sup>, na avaliação do efeito da aplicação de doses de calcário no estado nutricional de mangueira 'Palmer' em São Paulo-SP. O Cu atua como um cofator em diversas enzimas envolvidas em processos metabólicos nas plantas, incluindo a formação de lignina, uma substância que fortalece as paredes celulares. Além disso, o Cu é um componente vital nos sistemas enzimáticos relacionados ao transporte de elétrons na cadeia respiratória, o que é crucial para a síntese de energia nas células vegetais (FERNANDES et al., 2018).

Para os teores foliares de Zn, observa-se ajuste significativo ao modelo de regressão de raiz quadrada em função das doses de fertilizantes minerais sem Hendosar, com valores médios variando de 19,37 a 33,61 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 5, Figura 4), havendo um decréscimo do teor foliar de Zn de 42,55% da dose de 20% para a dose de 60% de fertilizantes minerais, seguido de acréscimo até a dose de 100% de fertilizantes minerais. Rozane et al. (2007) observaram teores foliares de Zn variando de 12,67 a 16,17 mg kg<sup>-1</sup>, ao avaliar o estado nutricional de mangueira 'Palmer' em São Paulo-SP. De maneira geral, os teores foliares de Zn deste trabalho estão dentro da faixa considerada adequada para a mangueira (20-40 mg kg<sup>-1</sup>) (QUAGGIO, 1996). O Zn é essencial para a síntese de clorofila nas plantas e atua como componente em várias enzimas que desempenham funções fundamentais em diversos processos metabólicos, incluindo a síntese de proteínas, o metabolismo de carboidratos e o crescimento celular (TAIZ et al., 2017; AHMED et al., 2020).



**Figura 4.** Teores foliares de zinco (Zn) de mangueira 'Palmer' em função da fertilização à base de aminoácidos e diferentes doses de fertilizantes minerais.

### 3.2. Produção da mangueira

Não houve efeito significativo do fertilizante à base de aminoácidos e das doses de fertilizantes minerais sobre o número de frutos por planta e a produção de mangueira cv. Palmer (Tabela 6). Possivelmente, isto ocorreu em função da elevada fertilidade do solo antes da instalação do experimento, com valores de Ca/CTC, Mg/CTC e K/CTC de 63,73; 16,76 e 5,98%, respectivamente, além da saturação por bases (V) de 88,79% na camada de 0,0-0,4 m de profundidade (Tabela 1). De acordo com Bear; Toth et al. (1948), o balanço ideal de cátions no complexo de troca deve estar ocupado por 65% de  $\text{Ca}^{2+}$ , 10% de  $\text{Mg}^{2+}$  e 5% de  $\text{K}^+$ , perfazendo uma saturação por bases igual a 80%. Além disso, antes da instalação do experimento, de maneira geral, os teores foliares de macro e micronutrientes da mangueira estavam dentro ou acima da faixa de suficiência estabelecido por Quaggio (1996), o que limita a possibilidade de resposta a adubação (COSTA et al., 2011).

**Tabela 6.** Resumo da análise de variância para o número de frutos por planta e produção de mangueira ‘Palmer’ em função da fertilização à base de aminoácidos e diferentes doses de fertilizantes minerais.

Fonte de variação	Número de frutos por planta	Produção (kg planta <sup>-1</sup> )
Fertilizante à base de aminoácidos (Hendosar)	0,60 <sup>ns</sup>	0,65 <sup>ns</sup>
Com Hendosar	45,25±1,11	27,03±0,67
Sem Hendosar	47,20±1,45	28,27±0,86
Doses de fertilizantes minerais	0,47 <sup>ns</sup>	0,61 <sup>ns</sup>
20%	46,44±1,65	28,95±1,04
40%	49,38±1,17	29,14±0,69
60%	45,94±1,38	27,25±0,82
80%	44,50±0,71	26,68±0,40
100%	44,88±1,50	26,23±0,88
Interação	0,34 <sup>ns</sup>	0,21 <sup>ns</sup>
CV (%)	17,26	17,44

Interações foram consideradas como não significativas apenas quando o P-valor associado a elas foram maiores que 0,250 (PERECIN; CAGNELUTTI FILHO, 2008); <sup>ns</sup> = não significativo; média ± erro padrão; CV = coeficiente de variação.

O número de frutos por planta de mangueira variou de 44,50 a 49,38 (Tabela 6), sendo inferior aos valores de 72,00 a 226,25, observados por Silva et al. (2014), ao avaliar a eficiência de diferentes concentrações do regulador vegetal uniconazole (UCZ) aplicado via solo e via foliar na indução do florescimento de mangueira ‘Palmer’, com espaçamento

de plantio de 7,0 x 4,0 m, em Petrolina-PE. Espaçamentos de plantio menores, como no presente trabalho (3,5 x 2,0 m), resulta em maior número de plantas por hectare, normalmente com um menor número de frutos por planta (CAVICHIOLO et al., 2014). Contudo, ressalta-se que, segundo esses autores, houve uma correlação inversa entre a quantidade e o peso dos frutos de mangueira, isto é, quanto maior o número de frutos menor foi o seu peso, devido à competição por carboidratos entre os frutos de mangueira. Fatores climáticos desfavoráveis, como longos períodos de temperaturas elevadas, exposição à intensa radiação solar, entre outros elementos climáticos adversos, podem prejudicar a polinização, a floração e o desenvolvimento dos frutos (SOUZA et al., 2018; BARBOSA et al., 2016).

A produção de mangueira variou de 26,23 a 29,14 kg planta<sup>-1</sup> (Tabela 6), sendo inferior aos valores observados por Lima et al. (2016), com médias variando de 23,65 a 57,98 kg planta<sup>-1</sup>, ao estudar o efeito da aplicação de diferentes doses de uniconazole (UCZ) na indução floral, produção e características físico-químicas dos frutos de mangueira 'Palmer', com espaçamento de plantio de 7,0 x 5,0 m, em Minas Gerais. Oldoni et al. (2018), avaliando a produção e qualidade de frutos de mangueira cv. Palmer em função do manejo de adubação boratada em Casa Nova-BA, com espaçamento de plantio de 7,0 x 7,0 m, observaram valores de produção de 104,24 a 151,64 kg planta<sup>-1</sup>.

### **3.3. Exportação de nutrientes**

A fertilização em plantas perenes normalmente é realizada com o objetivo de repor os macros e micronutrientes removidos pela colheita, contribuindo para a sustentabilidade da produção. Para a exportação de macro e micronutrientes nos frutos de mangueira, observa-se interação significativa entre o fertilizante à base de aminoácidos e as doses de fertilizantes minerais apenas para os micronutrientes Fe, Cu e Zn (Tabela 7). Além disso, houve efeito individual significativo do fertilizante à base de aminoácidos para K, Ca e Mn (Tabela 7).

**Tabela 7.** Resumo da análise de variância para exportação de macro e micronutrientes pelos frutos de mangueira 'Palmer' em função da fertilização à base de aminoácidos e diferentes doses de fertilizantes minerais.

Fonte de variação	N	P	K	Ca	Mg	Mn	Fe	Cu	Zn
	-----kg ha <sup>-1</sup> -----					-----g ha <sup>-1</sup> -----			
Fertilizante à base de aminoácidos (Hendosar)	0,34 <sup>ns</sup>	0,50 <sup>ns</sup>	6,06 <sup>*</sup>	16,25 <sup>**</sup>	1,06 <sup>ns</sup>	11,00 <sup>**</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	0,21 <sup>ns</sup>	0,59 <sup>ns</sup>
Com Hendosar	62,91±2,76	27,01±1,10	111,44±3,94b	23,20±0,91b	8,62±0,28	271,60±20,00b	504,88±26,57	65,82±3,00	151,49±8,34
Sem Hendosar	59,83±1,88	28,55±0,95	133,65±4,40a	30,91±1,21a	9,39±0,43	482,34±50,55a	517,58±21,67	68,50±2,78	136,58±6,45
Doses de fertilizantes minerais	0,35 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>	0,89 <sup>ns</sup>	0,74 <sup>ns</sup>	0,56 <sup>ns</sup>	0,67 <sup>ns</sup>	3,52 <sup>*</sup>	1,21 <sup>ns</sup>	1,38 <sup>ns</sup>
20%	56,22±2,28	27,51±1,31	116,18±4,57	29,21±1,29	8,22±0,31	357,41±32,03	705,17±41,05	79,31±4,40	186,75±17,13
40%	61,65±1,28	28,85±0,60	120,68±2,97	27,18±1,22	8,94±0,23	477,36±47,88	529,69±21,26	67,65±2,52	126,71±3,37
60%	60,83±2,10	27,30±0,92	129,15±3,94	25,45±1,10	9,02±0,31	335,00±34,36	439,74±13,48	64,36±3,11	140,64±5,77
80%	65,96±1,94	28,69±0,87	135,09±3,01	24,98±0,63	9,99±0,42	374,09±27,91	483,86±24,49	62,08±2,51	143,41±4,70
100%	62,18±4,05	26,56±1,44	111,64±6,38	28,45±1,10	8,85±0,51	340,99±34,21	397,67±20,34	62,39±1,92	122,66±5,76
Interação	0,41 <sup>ns</sup>	0,35 <sup>ns</sup>	0,91 <sup>ns</sup>	0,80 <sup>ns</sup>	0,84 <sup>ns</sup>	0,88 <sup>ns</sup>	2,29 <sup>°</sup>	3,20 <sup>*</sup>	1,43 <sup>*</sup>
CV (%)	27,34	24,76	23,29	22,36	26,57	53,31	35,10	27,41	42,57

Interações foram consideradas como não significativas apenas quando o P-valor associado a elas foram maiores que 0,250 (PERECIN; CAGNELUTTI FILHO, 2008);  
<sup>ns</sup> = não significativo; <sup>\*\*</sup> = significativo a 1% de probabilidade; <sup>\*</sup> = significativo a 5% de probabilidade; <sup>°</sup> = significativo a 25% de probabilidade; média ± erro padrão;  
 CV = coeficiente de variação.

A ordem decrescente de exportação de macronutrientes nos frutos de mangueira foi  $K > N > P > Ca > Mg$  e para os micronutrientes foi  $Fe > Mn > Zn > Cu$ . Avaliando a exportação de macro e micronutrientes pelos frutos de mangueira das variedades Palmer, Tommy Atkins e Espada Vermelha em Taquaritinga-SP, Leão Neto (2019) observou a seguinte ordem decrescente para exportação de macro e micronutrientes nos frutos de mangueira 'Palmer':  $K > N > Ca > P > Mg > Fe > Mn > Cu > Zn$ . Da mesma forma, Souza (2007), ao determinar a curva de crescimento e a exportação de nutrientes por frutos de mangueira 'Haden', 'Palmer' e 'Tommy Atkins' em Janaúba-MG, verificou a ordem decrescente de macro e micronutrientes pelos frutos de mangueira 'Palmer':  $K > N > Ca > P > Mg > Mn > Fe > Cu > Zn$ .

Para a exportação de N nos frutos de mangueira, os valores variaram de 56,22 a 65,96 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 7), estando acima dos valores observados por Silva et al. (2022), na qual a exportação de N nos frutos variou de 6,89 a 53,13 kg ha<sup>-1</sup>, na avaliação da partição de biomassa e de nutrientes e a eficiência nutricional em mangueira 'Palmer' cultivada na região do Vale do Submédio São Francisco. O efeito não significativo do fertilizante à base de aminoácidos e diferentes doses de fertilizantes minerais na exportação de N nos frutos de mangueira pode ser atribuído à manutenção dos teores foliares de N em níveis satisfatórios, assegurando uma oferta consistente desse nutriente para os frutos (FONSECA et al., 2021).

A exportação de P nos frutos de mangueira variou de 26,56 a 28,85 kg ha<sup>-1</sup> (15,53 a 17,21 kg t<sup>-1</sup>) (Tabela 7). Leão Neto (2019), determinando a exportação de macro e micronutrientes pelos frutos de algumas variedades de mangueira em Taquaritinga-SP, obteve exportação média de P nos frutos de mangueira 'Palmer' (0,09 kg t<sup>-1</sup>) inferior ao observado neste trabalho.

Para a exportação de K pelos frutos de mangueira, verificou-se efeito individual significativo para o fertilizante à base de aminoácidos, com maior valor observado sem a aplicação de Hendosar (133,65 kg ha<sup>-1</sup>) (Tabela 7). O fornecimento de aminoácidos às plantas pode ter influenciado a mobilidade ou translocação de K para outras partes das plantas, resultando em uma melhor redistribuição do K nos diferentes tecidos das plantas, levando a redução na acumulação deste nutriente nos frutos (ALCANTARA; PORTO, 2019). O K é um nutriente vital para o desenvolvimento e a qualidade dos frutos de mangueira. Muitas enzimas envolvidas no metabolismo celular de manga requerem teores adequados de íons K para funcionar eficientemente (SANTANA et al., 2022). O K exerce uma função fundamental na regulação do equilíbrio osmótico nas células dos frutos, influenciando a pressão osmótica, ajudando na manutenção da turgescência celular e evitando problemas como a murcha dos frutos (SANTANA et al., 2022). Além disso, O K é

essencial para o crescimento e desenvolvimento celular nos frutos de mangueira, estando envolvido na divisão, alongação e diferenciação celular, contribuindo para o tamanho e a forma dos frutos (DIOGENES et al., 2015).

Houve efeito individual significativo do fertilizante à base de aminoácidos na exportação de Ca pelos frutos de mangueira, com o maior valor observado para o tratamento sem aplicação de Hendosar ( $30,91 \text{ kg ha}^{-1}$ ) (Tabela 7). A exportação de Ca nos frutos de mangueira variou de  $23,20$  a  $30,91 \text{ kg ha}^{-1}$ . A aplicação de aminoácidos pode influenciar a absorção de outros nutrientes além do Ca, criando competição entre diferentes íons no solo. Com isso, os aminoácidos podem ter facilitado a absorção de outros nutrientes em detrimento do Ca, reduzindo a distribuição de Ca pelo floema, resultando em menor disponibilidade de Ca para os frutos (PICOLLI et al., 2009; BRANDÃO FILHO et al., 2018).

Em trabalho realizado por Silva et al. (2008), com o objetivo de avaliar o efeito da aplicação pré-colheita de cálcio na qualidade e no teor de nutrientes de frutos de mangueira 'Tommy Atkins' em Petrolina-PE, foi observado que houve maior incidência de colapso interno nos frutos que apresentaram as maiores relações N/Ca e K/Ca. De acordo com os autores do estudo, as relações observadas entre N, K e Ca podem ser explicadas pelo fato de que o N e o K são absorvidos e distribuídos com rapidez nos órgãos e tecidos vegetais tanto pelo floema quanto pelo xilema. Enquanto que a absorção de Ca, por sua vez, é bem menos eficiente, podendo ser inibida pelo excesso de K. Além disso, os vasos do floema, maior provedor de nutrientes para os frutos, via de regra, contêm altas concentrações de K e concentrações de Ca muito baixas. A deficiência de Ca nos frutos pode ser causada não somente pela baixa absorção, mas também pela competição entre os pontos de crescimento da planta e dos frutos pelo Ca disponível. Níveis elevados de N, resultam em uma redução da concentração de Ca no floema, aumentando o risco de que a concentração de Ca nos frutos seja reduzida para valores abaixo do nível crítico necessário à manutenção da integridade da membrana e estabilidade da parede celular (RAVEN et al., 2014; SILVA et al., 2008).

Essa movimentação de Ca diminui nos frutos à medida que estes vão se desenvolvendo, contribuindo também para o surgimento da desordem fisiológica chamada de "fundo preto". Essa condição é referida como "fundo preto" devido à aparência escurecida da extremidade inferior do fruto afetado (PIRES et al., 2009). O conteúdo adequado de Ca nos frutos de mangueira é essencial para a manutenção da consistência dos mesmos, pois este nutriente é vital para a formação e estabilidade da parede celular, proporcionando integridade estrutural às células dos frutos. Uma parede celular rígida é

fundamental para a resistência do fruto a lesões mecânicas e patógenos (IZIDORO et al., 2023; CARVALHO, 2020).

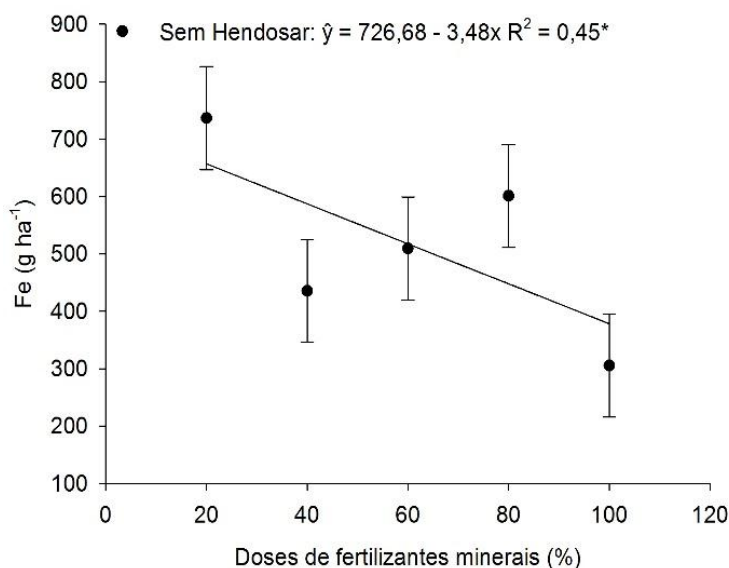
Os valores de exportação de Mg nos frutos de mangueira variaram de 8,22 a 9,99 kg ha<sup>-1</sup> (5,13 a 6,00 kg t<sup>-1</sup>) (Tabela 7), sendo superior ao observado por Leão Neto (2019), na qual a exportação média de Mg pelos frutos de mangueira cv. Palmer foi de 0,06 kg t<sup>-1</sup>, em estudo sobre a determinação da exportação de macro e micronutrientes pelos frutos de diferentes variedades de mangueira em Taquaritinga-SP. Embora não tenha sido observado efeito significativo da aplicação de aminoácidos na exportação de Mg, a concentração deste nutriente nos frutos é satisfatória (SOUZA, 2007). O transporte eficiente de Mg para os frutos é muito importante, pois o Mg está intrinsecamente ligado aos processos fisiológicos que sustentam o crescimento e o desenvolvimento dos frutos. O Mg atua como cofator para várias enzimas envolvidas em processos metabólicos, incluindo a síntese de carboidratos, proteínas e ácidos nucleicos nos frutos (IZIDORO et al., 2023). Adicionalmente, o Mg participa do processo de formação de pigmentos nos frutos, contribuindo para sua cor, bem como, estando envolvido na síntese de compostos aromáticos, influenciando o aroma dos frutos maduros (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A exportação de Mn nos frutos de mangueira foi maior no tratamento sem a aplicação de Hendosar (482,34 g ha<sup>-1</sup>), com valores médios variando de 271,60 a 482,34 g ha<sup>-1</sup> (Tabela 7). Em estudo sobre a avaliação da partição de biomassa e de nutrientes e a eficiência nutricional em mangueira 'Palmer' irrigada na região do Submédio Vale do São Francisco, Silva (2018) observaram que a exportação de Mn pelos frutos variou de 20,16 a 127,71 g ha<sup>-1</sup>, sendo inferior a exportação de Mn observada neste trabalho.

Para a exportação de Fe nos frutos de mangueira, observa-se ajuste significativo ao modelo de regressão linear em função das doses de fertilizantes minerais sem aplicação de Hendosar, com valores médios variando de 397,67 a 705,17 g ha<sup>-1</sup> (Tabela 7, Figura 5), na qual verifica-se uma redução de 58,56% na exportação de Fe pelos frutos de mangueira da dose de 20% para a dose de 100% dos fertilizantes minerais (Figura 5). A redução da exportação de Fe nos frutos de mangueira em consequência do aumento da disponibilidade de minerais às plantas pode ser explicada pela competição entre os nutrientes em função do aumento dos teores foliares de outros nutrientes, como o Mn, influenciando a absorção, transporte e distribuição do Fe na planta (SILVA; MENEZES, 2010; AHMED et al., 2020). Além disso, a presença de certos nutrientes em excesso no solo pode levar à formação de complexos que interferem na absorção de Fe. A presença de fosfatos em excesso no solo da área de mangueira (Tabela 1), pode ter contribuído para a formação de complexos



insolúveis com o Fe, tornando-o menos disponível para as plantas (FERNANDES et al., 2018).



**Figura 5.** Exportação de ferro (Fe) pelos frutos de mangueira ‘Palmer’ em função da fertilização à base de aminoácidos e diferentes doses de fertilizantes minerais.

Houve interação significativa entre o fertilizante à base de aminoácidos e as doses de fertilizantes minerais para a exportação de Cu pelos frutos de mangueira, porém sem ajuste a modelo de regressão com explicação biológica (Tabela 7). Os valores de exportação de Cu nos frutos de mangueira variaram de 62,08 a 79,31 g ha<sup>-1</sup> (Tabela 7). Silva et al. (2022), avaliando a partição de biomassa e de nutrientes e a eficiência nutricional em mangueira ‘Palmer’ cultivada na região do Vale do Submédio São Francisco, observaram valores de exportação de Cu nos frutos variando de 2,75 a 41,26 g ha<sup>-1</sup>, sendo inferiores aos resultados obtidos neste estudo. A utilização de aminoácidos e fertilizantes minerais pode promover uma sinergia que melhora a absorção e utilização geral de nutrientes pelas plantas. Isso pode ter resultado em uma distribuição mais eficiente de Cu nos tecidos das plantas, levando ao aumento da concentração desse mineral nos frutos (TAIZ et al., 2017). O Cu é um cofator em diversas enzimas antioxidantes, como a superóxido dismutase (SOD). Essa enzima exerce um papel fundamental na proteção das células contra danos oxidativos, contribuindo para a saúde geral da planta e a qualidade dos frutos (REVEN et al., 2014; DUKARE et al., 2022).

Em relação à exportação de Zn pelos frutos de mangueira, houve interação significativa entre o fertilizante à base de aminoácidos e as doses de fertilizantes minerais, mas sem ajuste a modelo de regressão com explicação biológica (Tabela 7). Os valores de

exportação de Zn pelos frutos de mangueira variaram de 122,66 a 186,75 g ha<sup>-1</sup> (Tabela 7). A aplicação de aminoácidos e fertilizantes minerais pode melhorar a absorção e transporte de Zn nos frutos de mangueira. Assim a presença combinada desses componentes pode ter otimizado os processos de transporte e translocação de Zn dentro da planta, influenciando diretamente sua acumulação nos frutos. O Zn é um nutriente essencial para o crescimento e desenvolvimento adequado dos frutos. Sua importância está relacionada a diversas funções vitais no metabolismo e na fisiologia das plantas (SOUZA; PERES, 2016; TAIZ et al., 2017). O Zn é importante para o desenvolvimento das estruturas reprodutivas das plantas, incluindo flores e frutos, sendo necessário para a síntese de alguns hormônios vegetais, como auxinas, que desempenham um papel crítico na regulação do crescimento e formação dos órgãos reprodutivos das plantas (RAVEN et al., 2014; TAIZ et al., 2017).

Os resultados de exportação de nutrientes nos frutos de mangueira destacam a importância de monitorar e manter o estado nutricional adequado das plantas para otimizar a produção de frutos de qualidade desejada pelo consumidor. Com isso, as informações referentes a exportação de nutrientes pelos frutos de mangueira são fundamentais para o desenvolvimento de um programa de adubação e nutrição eficaz para a cultura da mangueira nas condições semiáridas. Compreender as quantidades de nutrientes que são removidos do solo pela colheita dos frutos é crucial para garantir a reposição adequada desses nutrientes, evitando deficiências que podem comprometer a qualidade e a produção dos frutos (SOUZA; PERES, 2016; COSTA et al., 2011). Adicionalmente, baseando-se nas quantidades específicas de nutrientes exportadas pelos frutos, é possível formular fertilizantes personalizados que atendam às demandas nutricionais das plantas. Isso pode incluir a escolha de fertilizantes com composições específicas e ajustes nas doses de aplicação (DIAS et al., 2012).

#### **4. CONCLUSÕES**

O estado nutricional da cultura da mangueira cv. Palmer é influenciado pela aplicação do fertilizante à base de aminoácidos e diferentes doses de fertilizantes minerais. A aplicação do fertilizante à base de aminoácidos promove maior teor foliar de Zn. Para o fertilizante à base de aminoácidos (com Hendosar), o acréscimo das doses de fertilizantes minerais promove aumento nos teores foliares de Mg.

Para as condições em que o estudo foi desenvolvido, o número de frutos por planta e a produção de frutos de mangueira cv. Palmer não é influenciada pela aplicação de fertilizante à base de aminoácidos e diferentes doses de fertilizantes minerais.

A ordem decrescente de exportação de macro e micronutrientes nos frutos de mangueira cv. Palmer é a seguinte: K>N>P>Ca>Mg>Fe>Mn>Zn>Cu. A aplicação do fertilizante à base de aminoácidos (Hendosar) promove menor exportação de K, Ca e Mn nos frutos de mangueira.

A utilização do fertilizante à base de aminoácidos (Hendosar) emerge como uma estratégia de manejo promissora para aprimorar o cultivo de mangueira em condições semiáridas.

## 5. REFERÊNCIAS

AHMED, N.; UMER, A.; ALI, M. A.; IQBAL, J.; MUBASHIR, M.; GREWAL, A. G.; BUTT, B.; RASHEED, M. K.; CHAUDHRY, U. K. Micronutrients status of mango (*Mangifera indica*) orchards in Multan region, Punjab, Pakistan, and relationship with soil properties. **Open Agriculture**, v. 5, n. 1, p. 271-279, 2020.

ALCANTARA, H. P.; PORTO, F. G. M. Influence of leaf fertilizer with amino acids on jiló crop. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 6, p. 5554-5563, 2019.

ALMEIDA, C. X.; PITA JUNIOR, J. L.; ROZANE, D. E.; SOUZA, H. A.; HERNANDES, A.; NATALE, W.; FERRAUDO, A. S. Ciclagem de nutrientes em mangueira. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 1, p. 259-266, 2014.

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

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

BARBOSA, L. F. S.; CAVALCANTE, Í. H. L.; LIMA, A. M. N. Desordem fisiológica e produtividade de mangueira cv. Palmer associada à nutrição de boro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 38, n. 1, p. 1-9, 2016.

BEAR, F. E.; TOTH, S. J. Influence of calcium on availability of other soil cations. **Soil Science**, v. 65, n. 1, p. 69-74, 1948.

BRANDÃO FILHO, J. U. T.; FREITAS, P. S. L.; BERIAN, L. O. S.; GOTO, R. **Hortaliças-fruto**. Maringá: EDUEM, 535 p. 2018.

CARVALHO, A. M. **Estímulo do fertilizante à base de aminoácidos na absorção de nutrientes e no crescimento do tomateiro**. Dissertação (mestrado). Universidade Estadual Paulista (Unesp), Jaboticabal. 33 p. 2020.

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

CARVALHO, C. I. F. S.; CAVALCANTE, Í. H. L.; LIMA, A. M. N.; SILVA, R. L.; SILVA, K. A. D.; RODRIGUES, M. S. strategies to reduce the formation of stenospemocarpic mango fruits in the semiarid region. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 45, n. 6, p. 1-13, 2023.

CAVALCANTE, I. H. L.; LIMA, A. M. N.; CARNEIRO, M. A.; RODRIGUEZ, M. S.; SILVA, R. L. Potassium doses on fruit production and nutrition of mango (*Mangifera indica* L.) cv. Palmer. **Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia**, v. 34, n. 4, p. 385-399, 2016.

CAVICHIOLO, J. C.; KASAI, F. S.; NASSER, M. D. Produtividade e características físicas de frutos de *Passiflora edulis* enxertado sobre *Passiflora gibertii* em diferentes espaçamentos de plantio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 1, p. 243-247, 2014.

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

COSTA, M. E.; CALDAS, A. V. C.; OLIVEITA, A. F. M.; GURGEL, M. T.; SILVA, R. M. Caracterização nutricional da mangueira 'Tommy Atkins' em função da adubação nitrogenada. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 7, n. 1, p. 16-22, 2011.

DIAS, A.; MUNIZ, J. A.; SAVIAN, T. V.; SILVA, F. F. Análise de resíduos do modelo von Bertalanffy ajustado aos dados de exportação de fósforo de frutos de mangueira. **Revista da Estatística da Universidade Federal de Ouro Preto**, v. 2, p. 79-89, 2012.

DIÓGENES, A. D. M. G.; FIGUEIRÊDO; R. M. F.; SOUSA, A. B. B. Análise comparativa de polpas de manga 'Haden' integral e formulada. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 36, p. 30-34, 2015.

DUKARE, A.; BIBWE, B.; SAMOTA, M. K.; DAWANGE, S.; KUMAR, M.; LORENZO, J. M. Assessment of bioactive compounds, physicochemical properties, and microbial attributes of hot air-dried mango seed kernel powder: An approach for quality and safety evaluation of hot air-dried mango seed kernel powder. **Food Analytical Methods**, v. 15, n. 10, p. 2675-2690, 2022.

FARIA, L. N.; DONATO, S. L.; SANTOS, M. R. D.; CASTRO, L. G. nutrient contents in 'Tommy Atkins' mango leaves at flowering and fruiting stages. **Engenharia agrícola**, v. 36, n. 6, p. 1073-1085, 2016.

FERNANDES, M. S.; SOUZA, S. R.; SANTOS, L. A. **Nutrição mineral de plantas**. 2. ed. Viçosa-MG: SBCS, 670 p. 2018.

FONSECA, A. A. O.; JESUS, R. S.; CARNEIRO, C. N.; SILVA, S. M. P. C.; HANSEN, D. S.; VALENTIM, S. S. Aspectos biométricos e químicos dos frutos da manga (*Mangifera indica* L.) variedade 'Carlota'. **Diversitas Journal**, v. 6, n. 2, p. 1853-1870, 2021.

GENÚ, P.J.C.; PINTO, A. C. A. **A Cultura da Mangueira**. 1. ed. Brasília: Embrapa Inf. Tecnológica, 452 p. 2002.

GOBI, S. F.; KOHN, R. A. G.; HUBER, A. C. K. Eficiência de aminoácidos para fixação de frutos na cultura da oliveira *Olea europaea* L. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 9, p. 68338-68345, 2020.

IBGE/SIDRA/PAM, **Produção Agrícola Municipal**, 2022. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 09 de setembro de 2023.

IZIDORO, M.; LEONEL, M.; LEONEL, S.; LOSSOLI, N. A. B.; CÂNDIDO, H. T.; ZÜGE, P. G. U.; ASSIS, J. L. D. J. Nutritional and technological properties of pulp and peel flours from different mango cultivars. **Food Science and Technology**, v. 43, p. 1-10, 2023.

KIST, B. B.; BIELING, R. R. Anuário Brasileiro de Horti & Fruti 2023. Santa Cruz do Sul: **Editora Gazeta Santa Cruz**, 108 p. 2023.

LEÃO NETO, R. R. **Exportação de nutrientes por diferentes variedades de manga - Espada Vermelha, Palmer e Tommy Atkins**. Monografia (Especialização em Fertilidade do solo e nutrição de plantas) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 24 p. 2019.

LIMA, G. M. S.; PEREIRA, M. C. T.; OLIVEIRA, M. B.; NIETSCHE, S.; MIZOBUTSI, G. P.; PUBLIO FILHO, W. M.; MENDES, D. S. Floral induction management in 'Palmer' mango using uniconazole. **Ciencia Rural**, v. 46, n. 8, p. 7, 2016.

MEDEIROS, P. V.; ANDRADE, G.; PEREIRA, R.; MENDONÇA, V.; FONSECA, J. Production of Mango Tree Fruit 'Tommy Atkins' Fertilized with Superphosphate in the city of Assú-RN. **Applied Research & Agrotechnology**, v. 7, n. 3, p. 7-16, 2014.

MORAES, C. R. L.; SHINOHARA, N. K. S. Diversidade frutífera no território da Universidade Federal Rural de Pernambuco–UFRPE Sede. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 10, p. 1-16, 2022.

NOGUEIRA, G. H. F.; FERREIRA, D. M.; CONCEIÇÃO, M. O. Reflexos da alta nos preços dos fertilizantes. **AgroANALYSIS**, v. 43, n. 5, p. 26-27, 2023.

OLDONI, F. C. A.; LIMA, A. M. N.; CAVALCANTE, Í. H. L.; SOUSA, K. D. S. M. D.; CARNEIRO, M. A.; CARVALHO, I. R. B. D. Boron fertilizing management on fruit production and quality of mango cv. Palmer in semiarid. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 40, n. 3, p. 1-8, 2018.

OLIVEIRA, L. C. A.; CARNEIRO, M. D. A.; LITTER, F. A.; CARVALHO, M. A. C.; YAMASHITA, O. M.; CAIONE, G. Frações de fósforo em função do uso de fertilizantes fosfatados em distintas classes de solo. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 14, n. 4, p. 1-15, 2021.

OURIVES, O. E. A.; SOUZA, G. M.; TIRITAN, C. S.; SANTOS, D. H. Fertilizante orgânico como fonte de fósforo no cultivo inicial de *Brachiaria brizantha* cv. Marandú. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 40, n. 2, p. 126-132, 2010.

PICOLLI, E. S.; MARCHIORO, V. S.; BELLAVAR, A.; BELLAVAR, A. Aplicação de produtos à base de aminoácido na cultura do trigo. **Revista Cultivando o Saber**, v. 2, n. 4, p. 141-148, 2009.

PIRES, R.; FURLANI, P. R.; SAKAI, E.; LOURENÇÃO, A. L.; SILVA, E. A.; TORRE NETO, A.; MELO, A. M. Desenvolvimento e produtividade do tomateiro sob diferentes frequências de irrigação em estufa. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 2, p. 228-234, 2009.

POLITI, L. S. **Efeito residual do calcário no solo, no estado nutricional e na produtividade da mangueira cv. Palmer**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal-SP. p 59. 2012.

PRADO, R. M.; CAIONE, G.; SILVA, D. J. Macronutrients and micronutrients deficiency symptoms in mango. **Mango cultivation in different countries. Studium Press LLC, Jodhpur, India**, p. 470-478, 2012.

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

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.; MORAES, O. M. (Ed.). **Manga**, Tecnologia de produção e mercado. Vitória da Conquista: DBZ/UESB, p. 106-135, 1996.

RAVEN, P. H.; EICHHORN, S. E.; EVERT, R. F. **Biologia Vegetal** - 8ª Edição. Guanabara Koogan. Rio de Janeiro. 876 p. 2014.

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

SALVIANO, A. M.; CUNHA, T. J. F.; OLSZEWSKI, N.; OLIVEIRA NETO, M. B.; GIONGO, V.; QUEIROZ, A. F.; MENEZES, F. J. S. Potencialidades e limitações para o uso agrícola de solos arenosos na região semiárida da Bahia. **Magistra**, v. 28, n. 2, p. 137-148, 2016.

SANTANA, E. A.; MEDEIROS, J. F.; CAVALCANTE, Í. H. L.; LOBO, J. T. Physiological indices and chlorophyll in 'Palmer' mango submitted to sources of potassium. **Temas Agrarios**, v. 27, n. 2, p. 411-422, 2022.

SANTOS, H. C.; OLIVEIRA, F. H.; SOUZA, A. P. D.; SALCEDO, I. H.; SILVA, V. D. Disponibilidade de fósforo em função do seu tempo de contato com diferentes solos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 11, p. 996-1001, 2016.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAÚJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 4<sup>o</sup> ed. Brasília-DF: EMBRAPA, 345 p. 2018.

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

SILVA, D. J.; CHOUDHURY, M. M.; MENDES, A. M. S.; DANTAS, B. F. Efeito da aplicação pré-colheita de cálcio na qualidade e no teor de nutrientes de manga 'Tommy Atkins'. **Revista Brasileira de fruticultura**, v. 30, n. 1, p. 74-78, 2008.

SILVA, D. J.; 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**. Circular Técnica 77, Petrolina: Embrapa Semiárido, 13 p. 2004.

SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. ed. 2. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 627 p. 2009.

SILVA, K. K. A.; ONO, E. O.; MOUCO, M. A. C.; NOGUEIRA, G. J.; SOUZA, R. J. M.; SILVA, N. C.; SILVA, R. D. C. B. Uniconazole no florescimento e produção da mangueira (*Mangifera indica* L.) cv. Palmer. **Magistra**, v. 26, n. 4, p. 505-514, 2014.

SILVA, P. L. F.; OLIVEIRA, F. P.; MARTINS, A. F.; PEREIRA, W. E.; SANTOS, T. E. D.; AMARAL, A. J. Caracterização físico-hídrica de solos arenosos através da curva de retenção de água, índice S e distribuição de poros por tamanho. **Agrarian**, v. 13, n. 50, p. 478-492, 2020.

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, Í. 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.

SILVA, R. L. **Partição de biomassa e de nutrientes e eficiência nutricional em mangueira 'Palmer' irrigada na região do Submédio Vale do São Francisco**. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, p. 64. 2018.

SILVA, T. O.; MENEZES, R. S. C. Disponibilidade de micronutrientes catiônicos em solo arenoso após adubação orgânica. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 3, p. 328-335, 2010.

SOUZA, F. V. **Curva de crescimento e exportação de nutrientes e sódio por frutos de mangueira Palmer, Haden e Tommy Atkins**. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Ciência do Solo) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal-SP, p. 64. 2007.

SOUZA, L. R.; PERES, F. S. B. Uso de biofertilizantes à base de aminoácidos na produção de mudas de *Eucalyptus dunnii*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 36, n. 87, p. 211-218, 2016.

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

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6. ed. Porto Alegre-RS: Artmed, 888 p. 2017.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. G.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise de solos**. 3. ed. Brasília-DF: Embrapa, 573 p. 2017.

VEGRO, C. L. R.; ANGELO, J. A. Diversificação nas Origens de Fertilizantes Importados Suplanta a Escassez Causada pelo Conflito Russo-Ucraniano. **Análises e Indicadores do Agronegócio**, São Paulo, v. 18, n. 4, p. 1-8, 2023.

WERLE, R.; GARCIA, R. A.; ROSOLEM, C. A. Lixiviação de potássio em função da textura e da disponibilidade do nutriente no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 2297-2305, 2008.

### CAPÍTULO 3

## PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE FRUTOS DE MANGUEIRA 'PALMER' EM FUNÇÃO DA FERTILIZAÇÃO À BASE DE AMINOÁCIDOS NO SEMIÁRIDO<sup>2</sup>

### RESUMO

O uso generalizado de fertilizantes minerais na produção vegetal é notavelmente alto, muitas vezes devido ao manejo inadequado das práticas de fertilização, comprometendo a qualidade do solo, a produtividade das plantas, a qualidade das frutas e potencialmente prejudicando o meio ambiente. Diante desse cenário, a fertilização à base de aminoácidos apresenta uma alternativa convincente, visando reduzir a dependência de fertilizantes minerais. Ela melhora a utilização de nutrientes através do efeito quelante, que aprimora a absorção e o transporte de nutrientes dentro da planta quando os aminoácidos são aplicados juntamente com os nutrientes. Com base nisso, foi desenvolvido um experimento com o objetivo de avaliar o efeito da fertilização à base de aminoácidos associado às doses de fertilizantes minerais na produtividade e qualidade de frutos de mangueira 'Palmer' cultivada em Petrolina-PE. O experimento foi instalado em fatorial simples (2 x 5) com o delineamento em blocos ao acaso, apresentando 10 tratamentos com quatro repetições e quatro plantas por repetição. No fator A: Hendorar®, (sem e com), sendo este o fertilizante à base de aminoácidos; e no fator B: adubação mineral (20%; 40%; 60%; 80% e 100% da dose recomendada), que foi definida em função da análise do solo e demanda da cultura. Foi avaliada a produtividade, bem como determinado os atributos físicos e químicos de qualidade dos frutos, tais como: massa total, massa da casca, polpa e caroço; diâmetro longitudinal e transversal; espessura da casca; firmeza de polpa; umidade; sólidos totais; pH; sólidos solúveis totais - SST; acidez total titulável - ATT; relação SST/ATT e vitamina C. A produtividade de mangueira 'Palmer' não foi influenciada pela aplicação de fertilizante à base de aminoácidos e diferentes doses de fertilizantes minerais. No entanto, a aplicação do fertilizante à base de aminoácidos associada a diferentes doses de fertilizantes minerais influenciou os parâmetros de qualidade dos frutos de mangueira 'Palmer', promovendo alterações nos índices de massa da casca, massa do caroço, espessura da casca, firmeza de polpa, umidade, sólidos totais, pH e vitamina C. A aplicação do fertilizante à base de aminoácidos proporcionou maior massa total dos frutos, massa da polpa, diâmetro transversal e relação SST/ATT em relação a não aplicação do Hendorar. Para o fertilizante à base de aminoácidos, a dose de 60% dos fertilizantes minerais promoveu acréscimo nos teores de sólidos totais e pH dos frutos. Assim, a adoção do manejo de adubação com fertilizante à base de aminoácidos pode ser uma alternativa importante para o cultivo sustentável de mangueira no semiárido.

**Palavras-chave:** Adubação. Macronutrientes. Bioestimulantes. Produção. Sólidos solúveis totais. *Mangifera indica* L.

---

<sup>2</sup> Artigo a ser submetido para publicação.



## ABSTRACT

The widespread use of mineral fertilizers in plant production is notably high, often due to mismanagement of fertilization practices. This can compromise soil quality, plant productivity, fruit quality, and potentially harm the environment. Against this backdrop, amino acid-based fertilization presents a compelling alternative, aiming to reduce reliance on mineral fertilizers. It enhances nutrient utilization through the chelating effect, which improves nutrient absorption and transport within the plant when amino acids are applied alongside nutrients. In light of this, an experiment was conducted to assess the impact of amino acid-based fertilization in combination with varying doses of mineral fertilizers on the yield and fruit quality of 'Palmer' mango in Petrolina, Pernambuco, Brazil. Employing a simple factorial design (2 x 5) within a randomized complete block design, the study involved 10 treatments with four replications, each including four plants. Factor A examined the presence or absence of Hendosar®, an amino acid-based fertilizer, while Factor B varied the doses of mineral fertilization (20%, 40%, 60%, 80%, and 100% of the recommended amount), determined by soil analysis and crop needs. The study evaluated yield and analyzed physical and chemical fruit quality attributes, including total mass, peel mass, pulp mass, seed mass, longitudinal and transverse diameters, peel thickness, pulp firmness, moisture content, total solids, pH, total soluble solids (TSS), titratable acidity (TA), the TSS/TA ratio, and vitamin C content. The yield of 'Palmer' mango was not significantly affected by the application of amino acid-based fertilizer or the various doses of mineral fertilizers. However, the combined use of amino acid-based fertilizer with different mineral fertilizer doses did influence the quality parameters of 'Palmer' mango fruits, inducing changes in peel mass index, seed mass, peel thickness, pulp firmness, moisture, total solids, pH, and vitamin C content. Application of Hendosar resulted in higher total fruit mass, pulp mass, transverse diameter, and TSS/TA ratio compared to the control. Specifically, a 60% dose of mineral fertilizers alongside Hendosar increased the levels of total solids and fruit pH. Thus, integrating amino acid-based fertilizer into fertilization management represents a valuable approach for enhancing mango cultivation in semi-arid regions, offering a sustainable alternative to traditional mineral fertilizer use.

**Keywords:** Fertilization. Macronutrients. Biostimulants. Production. Total soluble solids. *Mangifera indica* L.

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil se destaca no cultivo de mangueira (*Mangifera indica* L.), sendo um dos maiores países produtores dessa cultura, na qual, segundo a pesquisa agrícola municipal IBGE/SIDRA/PAM (2020), entre 2019 e 2020, os pomares colhidos de manga foram expandidos em 6,6%, para 71,8 mil hectares, e a produtividade, em 10,4%, para 1,57 milhão de toneladas, sendo a sexta fruta mais produzida no país, passando a ocupar esta posição também em nível mundial. A área de cultivo de mangueira avançou mais de 3,3% nas principais regiões produtoras, em especial no Nordeste, destacando-se o Vale do São Francisco, com a ampliação dos plantios além dos novos perímetros irrigados, apresentando aumento de 4,0% e alcançando 51 mil hectares em 2021 (KIST et al., 2022). Além disso, em 2021, o Brasil obteve um valor expressivo de exportação de manga, com 272.560,2 toneladas (KIST et al., 2022).

Embora os valores de produção e exportação de manga obtidos sejam elevados, tem-se aumentado as exigências de qualidade pelos consumidores desta fruta. Porém, existe a incidência frequente de distúrbios fisiológicos como é o caso do colapso interno e da estenoespermocarpia, que provocam perdas significativas de produção e qualidade de manga (SHIVASHANKAR, 2014). Têm-se indicadores de que uma das prováveis causas das desordens fisiológicas é o desequilíbrio nutricional, proveniente do manejo inadequado da fertilidade do solo e da disponibilização dos nutrientes minerais às plantas (GARDE-CERDÁN et al., 2023). Nesse contexto, o manejo inadequado de fertilizantes minerais pode comprometer a produtividade e a qualidade dos frutos, além de causar danos ao meio ambiente (SILVA et al., 2014).

A progressiva expansão da área cultivada com mangueira no Brasil, associada ao aumento das tecnologias empregadas nos cultivos, visando o incremento da produtividade, tem exigido crescentes importações de fertilizantes (VEGRO; ANGELO, 2023). Em 2022, apesar das importações de fertilizantes pelo Brasil terem recuado 8,30% em relação ao ano anterior, contabilizando 38,12 milhões de toneladas, houve, no entanto, forte incremento nos valores pagos pelo produto, que totalizaram US\$ 24,74 bilhões, ou seja, incremento de 63,14% comparado ao gasto efetivo de 2021. Ao longo de 2022, o preço médio dos fertilizantes praticado alcançou US\$ 649,00, 77,92% superior ao valor médio obtido em 2021 (VEGRO; ANGELO, 2023).

Nesse sentido, a utilização de aminoácidos no manejo dos nutrientes, de forma equilibrada, tem mostrado ser uma alternativa importante e eficiente na redução das incidências de determinadas doenças dos cultivos agrícolas, aumentando a produtividade e melhorando a qualidade dos frutos (PRADO, 2008).

A fertilização à base de aminoácidos visando a redução do consumo de fertilizantes é uma alternativa interessante, pois é possível obter um melhor aproveitamento dos nutrientes disponibilizados em função da ação dos aminoácidos, que têm um efeito quelante nos nutrientes (FERNANDES et al., 2018; TAIZ et al., 2017). Quando aplicado os aminoácidos em conjunto com nutrientes, a absorção e o transporte dentro da planta são facilitados (FERNANDES et al., 2018).

A importância dos aminoácidos para a planta está ligada ao metabolismo primário e secundário. Estes monômeros orgânicos são essenciais para a síntese de muitos compostos importantes para a produção e qualidade dos frutos (SOPPELSA et al., 2019). O equilíbrio dos compostos fenólicos é muito importante para a composição dos frutos, como a manga. A antocianina, o principal pigmento para coloração dos frutos, é produzida a partir do aminoácido fenilalanina. O aminoácido asparagina e o glutamato unem os dois importantes ciclos metabólicos da planta, os ciclos de carbono e nitrogênio, e têm influência tanto sobre os carboidratos quanto sobre as proteínas. A glicina é um aminoácido que inibe a aparente fotorrespiração feita pelas plantas C3, como as mangueiras, promovendo a eficiência da fotossíntese com maior teor de carboidratos, conferindo aumento na produtividade (TAIZ et al., 2017; ALY et al., 2019).

Apesar de existirem estudos mostrando os efeitos da fertilização à base de aminoácidos na produtividade e qualidade dos frutos para várias culturas agrícolas (NANINI; BUENO, 2017), o efeito da fertilização à base de aminoácidos na redução do consumo de fertilizantes, na produtividade e qualidade de frutos de mangueira nas condições semiáridas são escassos.

Dessa forma, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da fertilização à base de aminoácidos associado às doses de fertilizantes minerais na produtividade e qualidade de frutos de mangueiras 'Palmer' cultivadas no Vale do Submédio São Francisco.

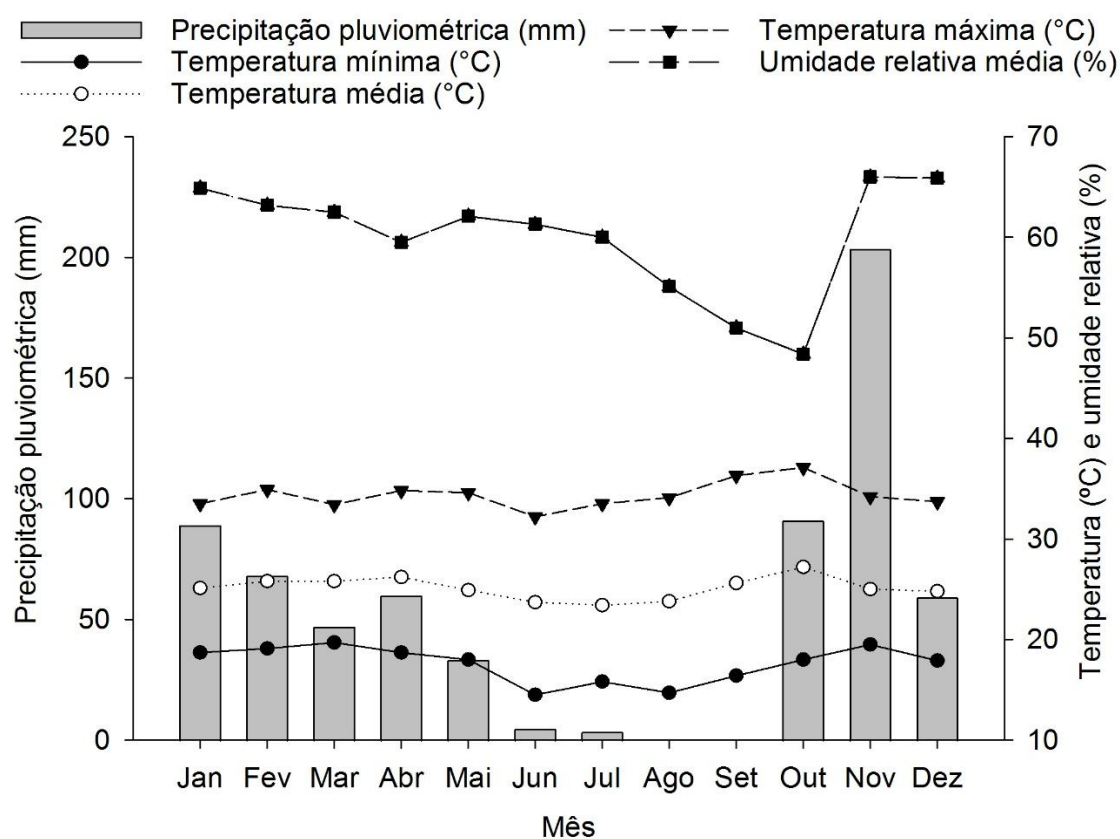
## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Descrição do local e condições de crescimento**

O experimento foi conduzido entre os meses de janeiro a agosto de 2022, em pomar comercial de mangueira irrigada pertencente a Fazenda Nogueira, região do Vale do Submédio São Francisco, localizada no Projeto de Irrigação Senador Nilo Coelho - N5/Petrolina-PE, com coordenadas geográficas 09°21'43,5" latitude sul e 40°38'07,2" longitude oeste e a classe de solo Luvissoilo Crômico Pálico Arênico (SANTOS et al. 2018). Foram avaliadas plantas da cultivar Palmer com 6 anos de idade, plantadas em

espaçamento 3,5 x 2,0 m, com sistema de irrigação localizado por gotejamento em linha dupla. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo BSh', semiárido quente, com a estação chuvosa no verão e elevada evaporação, sendo que a precipitação apresenta valores inferiores a 500 mm (ALVARES et al., 2013).

Durante a execução do experimento, os dados climáticos referentes à precipitação pluviométrica, temperatura mínima, média e máxima e umidade relativa do ar foram registrados em estação meteorológica automática instalada no *Campus* de Ciências Agrárias da UNIVASF/Petrolina-PE (Figura 1).



**Figura 1.** Dados climáticos registrados durante a execução do experimento em pomar comercial de mangueira 'Palmer' em Petrolina-PE.

Antes da instalação do experimento, para caracterização inicial da fertilidade e da textura do solo, foram coletadas 20 amostras simples de solo para compor uma amostra composta nas camadas de 0,0-0,2 e 0,2-0,4 m de profundidade. As amostras de solo foram secas ao ar, destorroadas, homogeneizadas e passadas em peneira de malha de 2,0 mm para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA). Assim, foram determinados os valores de condutividade elétrica no extrato da pasta de saturação (CEes), pH (H<sub>2</sub>O), acidez potencial (H+Al), acidez trocável (Al<sup>3+</sup>) e teor de matéria orgânica do solo (MOS) (Tabela 1). Foram

determinados também os teores de fósforo (P), potássio (K<sup>+</sup>), sódio (Na<sup>+</sup>), cálcio (Ca<sup>2+</sup>), magnésio (Mg<sup>2+</sup>), manganês (Mn<sup>2+</sup>), ferro (Fe<sup>2+</sup>), cobre (Cu<sup>2+</sup>) e zinco (Zn<sup>2+</sup>), e calculados a capacidade de troca de cátions (CTC<sub>pH7,0</sub>), soma de bases (SB) e saturação por bases (V%) (Tabela 1). A análise física consistiu em textura, sendo determinados os teores de areia, silte e argila (Tabela 2), pelo método da pipeta. Todas as análises foram realizadas segundo metodologia proposta em Teixeira et al. (2017).

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

Atributos químicos		Camada (m)	
		0,0-0,2	0,2-0,4
pH	H <sub>2</sub> O	6,15	6,12
CEes	dS m <sup>-1</sup>	0,61	0,61
MOS	g kg <sup>-1</sup>	14,1	10,8
P	mg dm <sup>-3</sup>	457,7	299,3
Ca <sup>2+</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	4,58	5,18
Mg <sup>2+</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	1,13	1,44
K <sup>+</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	0,53	0,38
Na <sup>+</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	0,24	0,12
Al <sup>3+</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	0,00	0,00
H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	0,98	0,73
CTC <sub>pH7,0</sub>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	7,46	7,84
Ca/CTC	%	61,39	66,07
Mg/CTC	%	15,15	18,37
K/CTC	%	7,10	4,85
SB	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	6,48	7,11
V	%	86,84	90,74
m	%	0,00	0,00
Fe <sup>2+</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	40,90	33,20
Mn <sup>2+</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	65,32	47,90
Cu <sup>2+</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	2,01	1,26
Zn <sup>2+</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	166,00	68,50

CEes: condutividade elétrica no extrato da pasta de saturação. MOS: matéria orgânica do solo. CTC<sub>pH7,0</sub>: capacidade de troca de cátions. SB: soma de bases. V: saturação por bases. M: saturação por alumínio.

**Tabela 2.** Caracterização das frações granulométricas do solo nas camadas de 0,0-0,2 e 0,2-0,4 m de profundidade.

Camada (m)	Areia	Silte	Argila
	g kg <sup>-1</sup>		
0,0-0,2	799,5	66,4	134,0
0,2-0,4	741,5	57,3	138,2

Antes da instalação do experimento, foram coletadas também amostras de folhas para a análise inicial do estado nutricional das plantas. As amostras foram retiradas de

todos os quadrantes da planta, a uma altura média da copa, removendo as folhas do penúltimo fluxo, e determinados os teores de macro (N, P, K, Ca, Mg) e micronutrientes (Mn, Fe, Zn, Cu) (Tabela 3), de acordo com Silva (2009).

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

Descrição	N	P	K	Ca	Mg	Mn	Fe	Zn	Cu
	g kg <sup>-1</sup>					mg kg <sup>-1</sup>			
	16,8	0,7	7,5	22,4	2,7	218,2	33,7	28,6	11,7
Quaggio (1996) <sup>1/</sup>	12-14	0,8-1,6	5-10	20-35	2,5-5	50-100	50-200	20-40	10-50

<sup>1/</sup> Teores de macro e micronutrientes foliares adequados para a cultura da mangueira.

## 2.2. Tratamentos e delineamento experimental

O experimento foi instalado em fatorial simples com o delineamento em blocos ao acaso, apresentando 10 tratamentos com quatro repetições e quatro plantas por unidade experimental. No fator A: fertilizante à base de aminoácidos, como fonte foi utilizado o produto Hendosar® (sem e com); e no fator B: adubação mineral (20%; 40%; 60%; 80% e 100% da dose recomendada), definida em função da análise do solo e demanda da cultura (produtividade esperada) (SILVA et al., 2004; MEDEIROS et al., 2014).

O produto Hendosar® é um fertilizante mineral misto à base de aminoácidos que garante apresentar em sua composição 3,5% de aminoácidos, 9% de nitrogênio, 6% de potássio, 7,15% de cálcio e 1,2% de magnésio. O Hendosar® foi aplicado em três fases da cultura da mangueira: 1) pré-florada, sendo aplicado associado com a aplicação de paclobutrazol (PBZ); 2) florada plena (FP); e 3) enchimento de fruto; sendo aplicado em cada fase 40 kg ha<sup>-1</sup> do produto, totalizando 120 kg ha<sup>-1</sup>, conforme recomendação do fabricante.

Os fertilizantes minerais utilizados neste experimento foram os comumente utilizados no pomar comercial de mangueira cv. Palmer, com variações apenas das doses. Na fase de pré-florada foram aplicados 257 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de potássio, 257 kg ha<sup>-1</sup> de algen (cálcio), 257 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de magnésio e 36 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de ferro. Enquanto que na fase de florada plena, foram aplicados 40 kg ha<sup>-1</sup> de ureia, 24 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de potássio, 570 kg ha<sup>-1</sup> de algen (cálcio) e 30 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de magnésio. Já na fase de enchimento de fruto não foi realizada adubação mineral. As quantidades de nutrientes aplicados, correspondentes às doses de fertilizantes minerais, estão apresentados na tabela 4.

**Tabela 4.** Quantidades de nutrientes aplicados na mangueira ‘Palmer’, correspondentes as respectivas doses de fertilizantes minerais.

Nutrientes	Doses de fertilizantes				
	20	40	60	80	100
	-----%-----				
Quantidade de nutrientes					
-----kg ha <sup>-1</sup> -----					
Nitrogênio	3,60	7,20	10,80	14,40	18,00
Potássio	28,10	56,20	84,30	112,40	140,50
Cálcio	52,93	105,86	158,78	211,71	264,64
Magnésio	5,17	10,33	15,50	20,66	25,83
Ferro	1,44	2,88	4,32	5,76	7,20

As plantas em plena produção foram submetidas às práticas culturais recomendadas para a cultura da mangueira nas condições regionais de cultivo, seguindo as normas técnicas da produção integrada de manga, quanto a podas, manejo nutricional, controle de plantas invasoras, ponto de colheita e combate a pragas e doenças (GENÚ; PINTO, 2002).

Foi realizada a aplicação de paclobutrazol (PBZ) no solo na dose de 6 mL por metro de cobertura de copa das plantas para a regulação do processo de indução floral, aplicado posteriormente a emissão do segundo fluxo vegetativo, para suprimir a biossíntese de giberelinas, provocando a interrupção do crescimento vegetativo. No processo de indução floral, incluíram-se quatro pulverizações do produto Calcinit (nitrato de cálcio), sendo que na primeira e segunda aplicação foi utilizada uma concentração de 3% do produto e na terceira e quarta aplicação foi utilizada 2,5%.

### 2.3. Análises experimentais

Para a determinação da produtividade, foram colhidos apenas os frutos com tamanho mínimo de 15 cm e maturidade fisiológica, definida a partir da coloração da polpa (creme amarela), utilizando escala de coloração indicada pelo Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura (2004). A colheita foi realizada manualmente, no período da manhã, sendo realizada a pesagem dos frutos para quantificação da produtividade, multiplicando-se a produção de frutos por planta pelo número de plantas por hectare (t ha<sup>-1</sup>).

Após a colheita, quatro frutos por repetição foram conduzidos ao laboratório de Agroindústria da UNIVASF, Campus Ciências Agrárias, Petrolina-PE, para realização das análises físico-químicas de qualidade. No laboratório, os frutos foram lavados com utilização de detergente neutro, e logo em seguida, sanitizados com solução de hipoclorito de sódio (200 mg L<sup>-1</sup>) durante 15 minutos. Após este processo, os frutos foram

armazenados em câmara incubadora Bio-Oxygen Demand (BOD) a uma temperatura de 10°C por quinze dias e 25°C durante sete dias para completar o processo de amadurecimento, simulando o procedimento de armazenamento dos frutos destinados à exportação.

Em seguida, foram realizadas avaliações quanto às características físico-químicas dos frutos no estágio 4 de maturação, seguindo a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008), concernentes as seguintes variáveis: massa total dos frutos, massa da casca, polpa e caroço, utilizando-se balança de precisão, sendo os valores expressos em g; umidade de polpa, determinada pelo método da secagem de polpa em estufa a 70°C até obtenção de massa constante em g, expresso em %; sólidos totais (ST) determinado em função dos dados da massa da matéria seca em g, sendo o valor expresso em %; diâmetro longitudinal (DL), transversal (DT) e a espessura da casca, determinados com paquímetro digital, e expresso em mm; firmeza de polpa determinada com penetrômetro digital (expresso em Newtons, N); o pH, determinado a partir da leitura direta das amostras em pHmetro eletrônico; sólidos solúveis totais, determinado por leitura direta em refratômetro ABBE (SST, expresso em °Brix); acidez total titulável, determinado pelo método de volumetria por titulação com indicador fenolftaleína, utilizando-se a solução de hidróxido de sódio 0,1 M e o indicador de fenolftaleína 1% (ATT, expresso em g de ácido cítrico 100 g de polpa<sup>-1</sup>); ácido ascórbico, determinado pelo método de volumetria por titulação com a solução de ácido oxálico 1% e a solução de 2,6 – diclorofenolindofenol-sódio (DCF<sub>I</sub>) (AA, expresso em mg de ácido ascórbico 100 g de polpa<sup>-1</sup>) e *ratio* SST/ATT, obtido por relação direta.

#### **2.4. Análises estatísticas**

Os dados obtidos foram submetidos aos testes de homocedasticidade de Cochran, Bartlett e Hartley e normalidade dos resíduos de Jarque-Bera. Posteriormente, foi realizada a análise de variância pelo teste F. Os tratamentos sem e com fertilizante à base de aminoácidos foram submetidos ao teste de média de Tukey à 5% de probabilidade. Para a determinação da melhor dose de adubação mineral, os dados referentes às doses de fertilizantes foram submetidos à análise de regressão. Todas as análises foram realizadas através do software Speed Stat (CARVALHO et al., 2020).



### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1 Produtividade e características físicas dos frutos de mangueira**

Não houve efeito significativo do fertilizante à base de aminoácidos e das doses de fertilizantes minerais na produtividade da cultura da mangueira (Tabela 5). Para as características físicas de qualidade dos frutos, houve interação significativa entre o fertilizante à base de aminoácidos e as doses de fertilizantes minerais para massa da casca, massa do caroço, espessura da casca e firmeza de polpa (Tabela 5). Foi observado efeito individual significativo do fertilizante à base de aminoácidos nas massas total e da polpa dos frutos e no diâmetro transversal (Tabela 5).

**Tabela 5.** Resumo da análise de variância para produtividade e características físicas de qualidade de frutos de mangueira cv. Palmer em função da fertilização à base de aminoácidos e diferentes doses de fertilizantes minerais.

Fonte de variação	Produtividade (t ha <sup>-1</sup> )	Massa total dos frutos (g)	Massa da casca (g)	Massa da polpa (g)	Massa do caroço (g)	Diâmetro longitudinal (mm)	Diâmetro transversal (mm)	Espessura da casca (mm)	Firmeza de polpa (N)
Fertilizante à base de aminoácidos (Hendosar)	0,65 <sup>ns</sup>	7,13 <sup>*</sup>	0,00 <sup>ns</sup>	15,41 <sup>**</sup>	7,77 <sup>**</sup>	1,17 <sup>ns</sup>	5,27 <sup>*</sup>	1,18 <sup>ns</sup>	3,07 <sup>ns</sup>
Com Hendosar	38,61±0,95	543,11±7,50a	120,68±2,24	353,28±5,90a	69,16±0,75b	149,86±1,12	89,47±0,40a	1,20±0,04	12,67±0,32
Sem Hendosar	40,36±1,23	503,74±7,15b	120,86±2,29	307,61±5,93b	75,26±1,16a	147,72±0,81	87,52±0,41b	1,13±0,02	11,54±0,30
Doses de fertilizantes minerais	0,61 <sup>ns</sup>	0,49 <sup>ns</sup>	2,33 <sup>ns</sup>	1,22 <sup>ns</sup>	4,64 <sup>**</sup>	0,60 <sup>ns</sup>	0,94 <sup>ns</sup>	1,46 <sup>ns</sup>	3,87 <sup>*</sup>
20%	41,35±1,48	541,53±3,62	112,50±1,34	352,00±3,71	77,03±0,64	151,10±0,67	89,71±0,16	1,15±0,03	12,50±0,28
40%	41,61±0,99	519,94±11,33	130,53±3,30	316,91±8,32	72,50±1,52	149,07±1,51	89,18±0,60	1,05±0,03	11,24±0,38
60%	38,91±1,17	523,88±6,55	113,41±2,20	332,84±4,62	77,63±1,46	149,43±0,80	87,83±0,34	1,23±0,04	14,34±0,30
80%	38,09±0,58	522,03±9,60	120,84±2,26	332,97±7,62	68,22±0,64	147,77±1,10	87,55±0,59	1,11±0,03	10,68±0,25
100%	37,46±1,26	509,75±5,35	126,56±2,21	317,50±5,32	65,69±0,51	146,57±0,74	88,21±0,34	1,25±0,02	11,77±0,36
Interação	0,21 <sup>ns</sup>	0,34 <sup>ns</sup>	4,15 <sup>**</sup>	0,55 <sup>ns</sup>	1,65 <sup>~</sup>	0,46 <sup>ns</sup>	0,74 <sup>ns</sup>	1,52 <sup>~</sup>	2,63 <sup>°</sup>
CV (%)	17,44	8,91	12,16	11,13	9,58	4,22	3,03	17,28	16,83

Interações foram consideradas como não significativas apenas quando o P-valor associado a elas foram maiores que 0,250 (PERECIN; CAGNELUTTI FILHO, 2008);  
<sup>ns</sup> = não significativo; <sup>\*\*</sup> = significativo a 1% de probabilidade; <sup>\*</sup> = significativo a 5% de probabilidade; <sup>~</sup> = significativo a 10% de probabilidade; <sup>°</sup> = significativo a 25% de probabilidade; média ± erro padrão; CV = coeficiente de variação.

A produtividade de mangueira variou de 37,46 a 41,61 t ha<sup>-1</sup> (Tabela 5), sendo superior à média de produtividade do Polo Petrolina/Juazeiro, situado no Vale do Submédio São Francisco, que é de 25,00 t ha<sup>-1</sup> (MAPA, 2021). Além disso, os valores médios de produtividade obtidos neste experimento foram superiores à média nacional, que é de 19,82 t ha<sup>-1</sup> (IBGE/SIDRA/PAM, 2022). Souza et al. (2018), em estudo acerca do manejo da fertirrigação com diferentes doses de paclobutrozol (PBZ) para indução floral de mangueira 'Palmer' em Petrolina-PE, observaram valores de produtividade (15,38 a 30,36 t ha<sup>-1</sup>) inferiores aos deste trabalho. Os aminoácidos desempenham várias funções fisiológicas específicas como, por exemplo, da glicina, que participa do processo de formação da clorofila, e do ácido glutâmico que é um aminoácido essencial para o crescimento, desenvolvimento e funcionamento dos meristemas na frutificação, além da prolina e da hidroxiprolina, que estão envolvidas na fertilidade do grão de pólen e na fortificação e rigidez das paredes celulares, contribuindo positivamente na obtenção de valores elevados de produtividade dos frutos (ALCANTARA; PORTO, 2019; GOBI et al., 2020).

É plausível que a elevada fertilidade do solo, antes da instalação do experimento, tenha desempenhado um papel relevante nos elevados valores de produtividade da mangueira, evidenciado pelos valores significativos de Ca/CTC, Mg/CTC e K/CTC, os quais são, respectivamente, 63,73%, 16,76% e 5,98%. Além disso, a saturação por bases (V), na camada de 0,0-0,4 m de profundidade, é igual a 88,79% (Tabela 1). Essa condição inicial pode ter influenciado também a ausência de resposta da produtividade da mangueira diante da aplicação de fertilizante à base de aminoácidos e das doses de fertilizantes minerais. Segundo Bear; Toth et al. (1948), o equilíbrio ideal de cátions no complexo de troca deve ser de 65% de Ca<sup>2+</sup>, 10% de Mg<sup>2+</sup>, e 5% de K<sup>+</sup>, totalizando um valor de V igual a 80%. Adicionalmente, é relevante destacar que, antes da instalação do experimento, os teores foliares de macro e micronutrientes da mangueira, de maneira geral, situavam-se dentro ou acima da faixa de suficiência estabelecida por Quaggio (1996), o que, por sua vez, limita as possibilidades de resposta à adubação.

Para a massa total dos frutos, a aplicação do fertilizante à base de aminoácidos (Hendosar) resultou em maior valor desta variável (543,11 g) em relação ao tratamento sem Hendosar (503,74 g) (Tabela 5). Os valores de massa total dos frutos observados neste trabalho foram similares aos obtidos por Costa et al. (2019), em trabalho sobre a avaliação da qualidade de frutos de mangueira 'Palmer' e 'Tommy Atkins' em diferentes estádios de maturação utilizando espectroscopia portátil no Vale do Submédio São Francisco, na qual os valores variaram de 485,04 a 586,66 g para os frutos de mangueira 'Palmer'.

O mercado internacional é cada vez mais exigente em relação à qualidade e à responsabilidade social e econômica na produção de manga. Dessa forma, os padrões de exigência de qualidade e características dos frutos para mercados de países europeus, por exemplo, são considerados para fins de comparação e adequação (ARAÚJO; GARCIA, 2012). De acordo com a Comissão Econômica das Nações Unidas para a Europa (UNECE, 2017), na qual apresenta a norma FFV-45 referente ao controle de qualidade comercial de manga, informa que os frutos devem apresentar no mínimo 100 g para exportação, possuindo classificação de acordo com a massa dos frutos: classe de tamanho A (100-350 g), classe de tamanho B (351-550 g), classe de tamanho C (551-800 g) e classe de tamanho D (> 800 g). Com isso, a massa total de frutos de mangueira do presente trabalho se enquadra na classe de tamanho B.

Apesar de ter ocorrido interação significativa entre o fertilizante à base de aminoácidos e as doses de fertilizantes minerais para massa da casca, não houve ajuste a modelo de regressão com explicação biológica (Tabela 5). Os valores da massa da casca dos frutos variaram de 112,50 a 130,53 g, com o valor médio de 120,77 g, correspondendo a 23,07% da massa total dos frutos (Tabela 5). O rendimento médio da casca dos frutos de mangueira observado neste trabalho foi superior ao obtido por Souza et al. (2018), em estudo realizado com o objetivo de avaliar as características físico-químicas e compostos bioativos de frutos de mangueira em condições subtropicais no estado de São Paulo, observando-se rendimento médio de casca de frutos de mangueira 'Palmer' de 8,03%. O rendimento da massa de casca de frutos de mangueira observado neste estudo pode ter sido influenciado pelo suprimento de aminoácidos, uma vez que estes ácidos orgânicos compõem proteínas e enzimas, além de participarem da síntese de hormônios vegetais que regulam o crescimento e o desenvolvimento das células da casca dos frutos (MORALES-PAYAN, 2015; FONSECA et al., 2021).

Alguns aminoácidos são precursores de compostos secundários nas plantas, como polifenóis e taninos. Estes compostos, por sua vez, podem estar presentes na casca dos frutos contribuindo para o aumento da sua massa (MORALES-PAYAN, 2015; GOBI et al., 2020). Importante ressaltar que a casca dos frutos é a parte que mais recebe energia através da luz solar, protegendo o interior dos frutos das adversidades climáticas, por isso, contém elevada quantidade de fibra (RYBKA et al., 2018).

A aplicação do fertilizante à base de aminoácidos (Hendosar) resultou em maior valor da massa da polpa (353,28 g) em relação a não aplicação do Hendosar (307,61 g) (Tabela 5). O rendimento médio de polpa de manga 'Palmer' obtido foi de 63,13%, sendo inferior ao valor observado por Reis et al. (2021), na qual a variedade Palmer apresentou o percentual

de polpa de 72,34%, em trabalho realizado com o objetivo de avaliar os atributos físicos, químicos e sensoriais de frutos de variedades de mangueiras cultivadas em sistema orgânico de produção na região da Chapada Diamantina-BA. Em estudo realizado com o objetivo de avaliar o efeito da aplicação de boro nas características físico-químicas de frutos de diferentes variedades de mangueira em Pindorama-SP, Galli et al. (2013) observaram que os frutos de mangueira 'Palmer' apresentaram rendimento médio de polpa de 82,40%. No entanto, o rendimento de polpa de manga acima de 60% é considerado bom não somente do ponto de vista da eficiência de produção dos frutos, mas também em relação a boa aceitação no mercado e aproveitamento para o processamento agroindustrial e consumo in natura (ARAÚJO et al., 2017).

Os aminoácidos quando são absorvidos pelas plantas, podem ser utilizados na síntese de proteínas, que são necessárias para a formação de novas células, incluindo as células da polpa de manga (FERNANDES et al., 2018). Além disso, alguns aminoácidos participam de processos bioquímicos e fisiológicos da regulação dos hormônios vegetais, que controlam o crescimento e o desenvolvimento das células dos frutos. A regulação hormonal adequada pode promover incremento na massa da polpa de manga (TAIZ et al., 2017).

Houve interação significativa entre o fertilizante à base de aminoácidos e as doses de fertilizantes minerais para massa do caroço, no entanto sem ajuste a modelo de regressão com explicação biológica (Tabela 5). Os valores médios da massa do caroço dos frutos de mangueira 'Palmer' variaram de 65,69 a 77,63 g, com rendimento médio da massa do caroço de 13,80%, estando acima do valor obtido por Souza et al. (2018), que avaliaram as características físico-químicas e compostos bioativos de frutos de mangueira em condições subtropicais em São Paulo, na qual os frutos de mangueira 'Palmer' apresentaram rendimento médio da massa do caroço de 9,12%. As proteínas são moléculas fundamentais para o crescimento das plantas. O fornecimento de aminoácidos às plantas pode servir como fonte adicional para a síntese de proteínas para o endocarpo e a semente, estimulando seu crescimento (MORALES-PAYAN, 2015; GOBI et al., 2020). Adicionalmente, alguns aminoácidos, como o ácido glutâmico e a glicina, estão envolvidos na regulação do crescimento das plantas, influenciando as vias de sinalização que afetam o crescimento e o desenvolvimento das sementes, contribuindo assim para o aumento da massa do caroço dos frutos (TAIZ et al., 2017).

Para o diâmetro transversal (DT) dos frutos, a aplicação do fertilizante à base de aminoácidos (Hendosar) resultou em maior valor (89,47 mm) em relação ao tratamento sem Hendosar (87,52 mm) (Tabela 5). Os valores de diâmetro longitudinal (DL) de manga

variaram de 146,57 a 151,10 mm, enquanto que o diâmetro transversal (DT) variou de 87,52 a 89,71 mm (Tabela 5). Resultados semelhantes são descritos por Aly et al. (2019), em estudo sobre o efeito da aplicação foliar de silicato de potássio e aminoácidos no crescimento, produtividade e qualidade de frutos de mangueira 'keitt' em Beheira, Egito, na qual obtiveram a seguinte variação dos valores médios, respectivamente, para DL e DT de manga: 116,00 a 191,00 mm e 74,00 a 112,00 mm.

Segundo Araújo; Garcia (2012), os consumidores da União Europeia preferem mangas de tamanho médio, com maior aceitação para calibre de número 8 e 9. As variedades de mangueira que consistem em frutos com formato mais alargado, como é o caso da Palmer, apresentam maiores vantagens mercadológicas (ARAÚJO; GARCIA, 2012). Os frutos com maiores diâmetros observado para o tratamento com Hendsar pode ser devido ao fornecimento adequado de aminoácidos às plantas, promovendo aumento da concentração de substratos monômeros necessários para a síntese de proteínas nos frutos, bem como maior disponibilização de esqueletos de carbono. Com isso, o aumento de substratos pode ter causado alteração na relação entre fonte e dreno, induzindo a planta a produzir frutos com maior tamanho e massa (FERNANDES et al., 2018; ALY et al., 2019).

Em relação a espessura da casca dos frutos, embora tenha apresentado interação significativa entre o fertilizante à base de aminoácidos e as doses de fertilizantes minerais, não houve ajuste a modelo de regressão com explicação biológica (Tabela 5). A espessura da casca dos frutos de mangueira variou de 1,05 a 1,25 mm (Tabela 5). Oldoni et al. (2018), estudando o efeito da adubação com boro na produção e qualidade físico-química de frutos de mangueira 'Palmer' em Casa Nova-BA, obtiveram valores de espessura de casca de manga superiores aos valores observados neste experimento, com valores médios de 1,97 a 2,33 mm. Frutos que apresentam casca bastante delgada, consistem em alta sensibilidade ao manuseio e tendem a sofrer danos internos na polpa, provocando redução na consistência estrutural, facilitando a ocorrência de degradação da estrutura física interna e diminuição de período de estocagem (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Houve interação significativa entre o fertilizante à base de aminoácidos e as doses de fertilizantes minerais para a firmeza de polpa, mas sem ajuste a modelo de regressão com explicação biológica (Tabela 5). Os valores de firmeza de frutos de mangueira variaram de 10,68 a 14,34 N (Tabela 5), sendo estes valores inferiores aos obtidos por Lima et al. (2016) ao avaliarem a influência de diferentes doses de uniconazole (UCZ) na indução floral, produção e características físico-químicas dos frutos de mangueira 'Palmer' em Minas Gerais-MG, com médias de 74,72 a 145,27 N. Avaliando a qualidade de frutos de mangueira 'Palmer' e 'Tommy Atkins' em diferentes estádios de maturação utilizando

espectroscopia portátil no Vale do Submédio São Francisco, Costa et al. (2019) observaram que a firmeza dos frutos decresceu com o avanço da maturação, passando de 138,84 N no estágio 1 para 6,83 N no estágio 4 para frutos de mangueira 'Palmer'. Essa mudança pode ser resultado das atividades enzimáticas que aumentam o metabolismo de carboidratos da parede celular da polpa de manga (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Segundo Trindade et al. (2015), na fase de maturação, ocorre a conversão de amido em açúcares solúveis, o decréscimo no teor de amido durante a maturação é característico em manga. Simultaneamente, a acidez é reduzida, levando a degradação das paredes celulares, tornando-se assim a polpa de manga menos firme.

### **3.2. Características químicas dos frutos de mangueira**

Para as características químicas de qualidade de frutos de mangueira, houve interação significativa entre o fertilizante à base de aminoácidos e as doses de fertilizantes minerais para umidade, sólidos totais, pH e vitamina C (Tabela 6). Além disso, houve efeito individual significativo do fertilizante à base de aminoácidos para a acidez total titulável (ATT) e a relação SST/ATT.

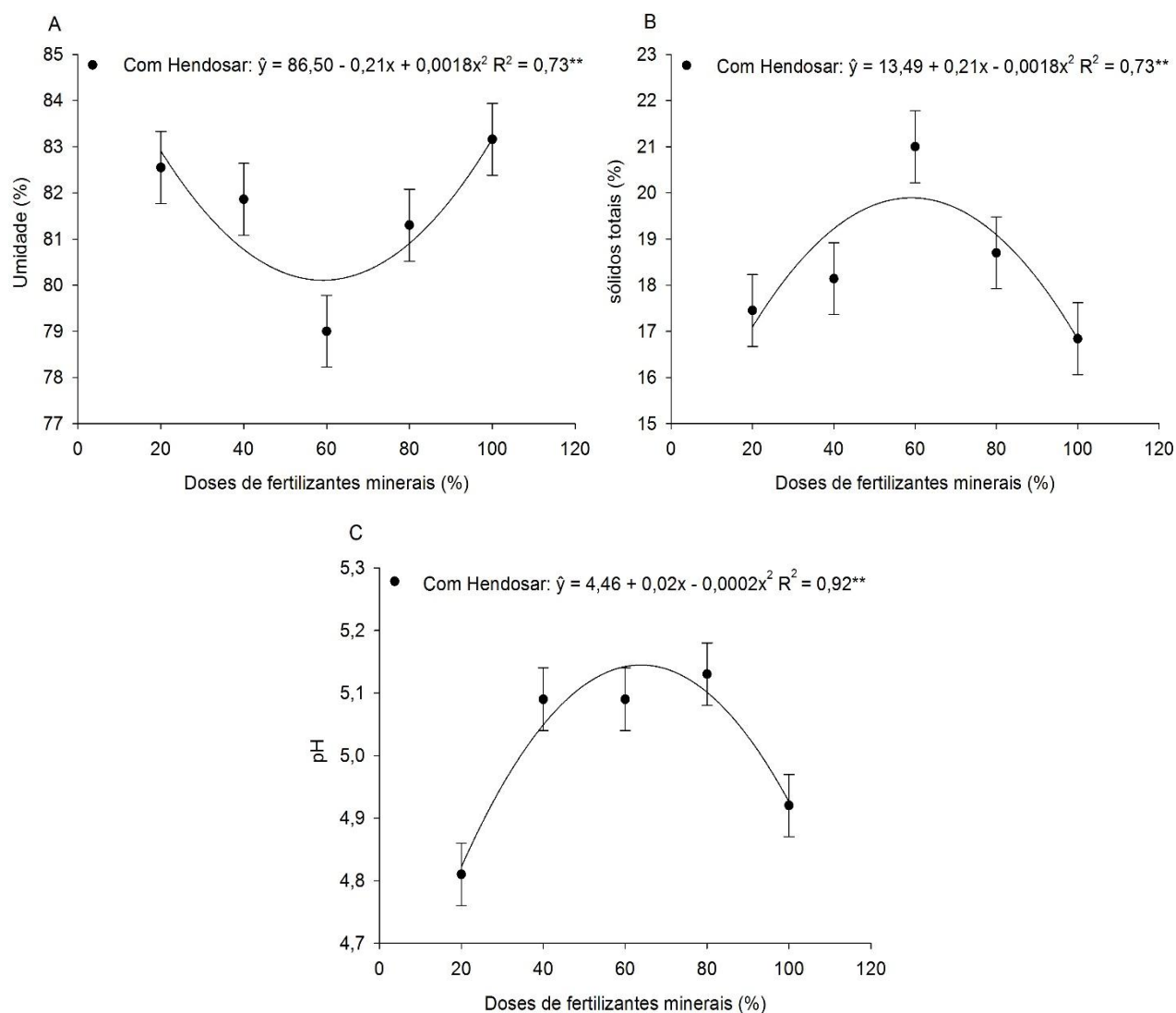
**Tabela 6.** Resumo da análise de variância para as características químicas de qualidade de frutos de mangueira cv. Palmer em função da fertilização à base de aminoácidos e diferentes doses de fertilizantes minerais.

Fonte de variação	Umidade (%)	Sólidos Totais (%)	pH	Sólidos Solúveis Totais (°Brix)	Acidez Total Titulável (g de ácido cítrico 100 g de polpa <sup>-1</sup> )	Relação SST/ATT	Vitamina C (mg de ácido ascórbico 100 g de polpa <sup>-1</sup> )
Fertilizante à base de aminoácidos (Hendosar)	0,52 <sup>ns</sup>	0,52 <sup>ns</sup>	5,07 <sup>*</sup>	1,94 <sup>ns</sup>	89,15 <sup>**</sup>	69,93 <sup>**</sup>	32,46 <sup>**</sup>
Com Hendosar	81,57±0,23	18,43±0,23	5,01±0,02b	15,42±0,18	0,14±0,003b	111,46±2,76a	24,13±0,66b
Sem Hendosar	81,93±0,25	18,07±0,25	5,08±0,02a	15,95±0,17	0,23±0,005a	70,41±1,61b	31,97±0,60a
Doses de fertilizantes minerais	2,82 <sup>*</sup>	2,82 <sup>*</sup>	4,35 <sup>**</sup>	0,58 <sup>ns</sup>	1,72 <sup>ns</sup>	1,61 <sup>ns</sup>	7,23 <sup>**</sup>
20%	83,21±0,24	16,79±0,24	4,92±0,01	15,69±0,17	0,19±0,002	88,65±1,35	32,11±0,47
40%	80,93±0,19	19,07±0,19	5,11±0,02	15,30±0,14	0,16±0,005	103,23±3,29	30,07±0,82
60%	81,51±0,20	18,49±0,20	5,11±0,03	15,76±0,12	0,19±0,006	89,14±2,45	26,22±0,62
80%	82,03±0,28	17,97±0,28	5,05±0,01	15,49±0,26	0,20±0,006	86,55±2,11	21,72±0,75
100%	81,08±0,30	18,92±0,30	5,03±0,02	16,18±0,20	0,19±0,004	87,11±1,75	30,15±0,50
Interação	10,19 <sup>**</sup>	10,19 <sup>**</sup>	4,98 <sup>**</sup>	1,03 <sup>ns</sup>	0,80 <sup>ns</sup>	1,07 <sup>ns</sup>	4,29 <sup>**</sup>
CV (%)	1,90	8,51	2,02	7,80	16,16	17,07	15,51

Interações foram consideradas como não significativas apenas quando o P-valor associado a elas foram maiores que 0,250 (PERECIN; CAGNELUTTI FILHO, 2008);  
<sup>ns</sup> = não significativo; <sup>\*\*</sup> = significativo a 1% de probabilidade; <sup>\*</sup> = significativo a 5% de probabilidade; média ± erro padrão; CV = coeficiente de variação.



Para a umidade de polpa de manga, houve ajuste significativo ao modelo de regressão quadrática em função das doses de fertilizantes minerais somente com Hendosar (Figura 2A). Houve uma redução do teor de umidade dos frutos de mangueira de 3,55% da dose de 20% para a dose de 60% de fertilizantes minerais, voltando a aumentar até a dose de 100% dos fertilizantes minerais. Os valores médios de umidade dos frutos de mangueira variaram de 80,93 a 83,21% (Tabela 6), sendo semelhantes aos valores observados por Cunha et al. (2022) para os frutos de mangueira 'Palmer' (79,28 a 85,95%), na avaliação do potencial hiperglicêmico de diferentes variedades de mangueira nos diferentes estágios de maturação em Teresina-PI. Segundo esses autores, dados da literatura mostram que o valor médio de umidade de frutos de mangueira 'Palmer' é de cerca de 79,70%. A umidade está relacionada com a qualidade e a estabilidade dos frutos, pois este atributo é um fator limitante para a resistência ao transporte, podendo acarretar perdas quantitativas e qualitativas, uma vez que os processos de estocagem, embalagem e processamento podem ser comprometidos (BARBOSA et al., 2023). A umidade da polpa de manga acima de 80,00% pode implicar em maior perecibilidade dos frutos após a colheita, caso sejam manuseados de maneira inadequada, refletindo na redução do seu estado de preservação (CUNHA et al., 2022).



**Figura 2.** Umidade (A), sólidos totais (B) e pH (C) de frutos de manga cv. Palmer em função da fertilização à base de aminoácidos e diferentes doses de fertilizantes minerais.

Em relação aos teores de sólidos totais da polpa de manga, foi obtido ajuste significativo ao modelo de regressão quadrática em função das doses de fertilizantes minerais com Hendosar, com valores médios variando de 16,79 a 19,07% (Tabela 6, Figura 2B), havendo um aumento dos teores de sólidos totais de 3,55% da dose de 20 para a dose de 60% de fertilizantes minerais. Os valores de sólidos totais obtidos neste estudo foram semelhantes aos valores observados por Carvalho et al. (2004) na determinação da produção, resistência às doenças e mosca-das-frutas e características físicas e químicas dos frutos de diferentes variedades de manga em São Paulo-SP, apresentando valor médio de sólidos totais nos frutos de manga 'Palmer' de 20,37%. A determinação de sólidos totais é aplicável a diversos tipos de produtos vegetais cuja concentração de carboidratos é elevada e em polpa de frutos de manga a sua determinação é muito

importante, pois a partir dessas informações é possível entender o grau de preservação dos frutos (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). Os valores de sólidos totais de manga observados neste trabalho estão de acordo com a Instrução Normativa da legislação brasileira Nº 01, de 07 de janeiro de 2000, que estabelece o regulamento técnico para a fixação dos padrões de identidade e qualidade para a polpa de fruta, na qual preconiza um mínimo de 14,00% de sólidos totais na polpa de manga (SILVA FILHO et al., 2015).

O manejo de nutrição das plantas desempenha um papel essencial na determinação da qualidade dos frutos, pois a quantidade e a composição dos nutrientes fornecidos às plantas afetam diretamente o desenvolvimento dos frutos e a acumulação de compostos em sua polpa, já que os nutrientes são necessários para a síntese de carboidratos nas plantas. Conseqüentemente, os carboidratos provenientes da fotossíntese são destinados para os frutos, onde são utilizados para manter as atividades metabólicas fundamentais ou para a síntese e acúmulo de carboidratos de reserva, influenciando nos teores de sólidos totais dos frutos (FERNANDES et al., 2018; CUNHA et al., 2022).

Para o pH da polpa de manga 'Palmer', houve ajuste significativo ao modelo de regressão quadrática em função das doses de fertilizantes minerais apenas com Hendosar (Figura 2C), com valores médios variando de 4,92 a 5,11 (Tabela 6). Observa-se que houve aumento do valor de pH da polpa dos frutos de mangueira com acréscimo das doses de fertilizantes minerais (Figura 2C). O aumento da disponibilidade de nutrientes pode afetar a capacidade das plantas de absorver água e nutrientes do solo e de realizar processos metabólicos. Isso, por sua vez, pode influenciar o equilíbrio ácido-base nas células, levando a produção de compostos ácidos ou alcalinos nos frutos e, eventualmente, determinando o seu pH (FERNANDES et al., 2018). Um fornecimento maior de nutrientes às plantas pode afetar o funcionamento das enzimas envolvidas na regulação do pH celular (TAIZ et al., 2017). Os valores médios de pH da polpa dos frutos de mangueira obtidos neste estudo estão em conformidade com a Instrução Normativa da legislação brasileira Nº 01, de 07 de janeiro de 2000, que estabelece o valor mínimo de pH da polpa de 3,50 para qualidade de comercialização dessa fruta (SILVA FILHO et al., 2015). Oliveira et al. (2015), estudando o efeito da aplicação de paclobutrazol na produção e qualidade dos frutos de mangueira 'Palmer' em Minas Gerais-MG, verificaram uma variação de pH de 3,90 a 4,40. Enquanto que Barbosa et al. (2023), observaram uma média de pH da polpa de manga de 4,39 a 4,64, em experimento sobre o efeito do bioestimulante Kamab-26® nas características físico-químicas dos frutos de mangueira cv. Kent em Juazeiro-BA.

Os valores de sólidos solúveis totais (SST) dos frutos de mangueira 'Palmer' variaram de 15,30 a 16,18 °Brix (Tabela 6), estando de acordo com o valor adequado

definido para SST pela Instrução Normativa da legislação brasileira Nº 01, de 07 de janeiro de 2000, cujo valor mínimo é de 11,00 °Brix (SILVA FILHO et al., 2015). Os valores de SST obtidos neste trabalho foram superiores aos observados por Galli et al. (2013), na avaliação do efeito da aplicação de boro nas características físico-químicas de frutos de diferentes variedades de mangueira em Pindorama-SP, com valores de 12,00 a 12,80 °Brix nos frutos de mangueira 'Palmer'. Oliveira et al. (2015), observaram médias de SST variando de 8,50 a 18,60 °Brix, em estudo sobre a aplicação de paclobutrazol na produção e qualidade dos frutos de mangueira 'Palmer' em Minas Gerais-MG. O aumento de SST na fase de maturação pode ser explicada pela conversão de sólidos, como carboidratos de reserva, em monossacarídeos e dissacarídeos como é o caso da glicose, frutose e sacarose, por exemplo, resultando na elevação da concentração de carboidratos solúveis totais (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Assim, este aumento pode ser ainda maior depois dos frutos alcançarem a maturidade (JHA et al., 2006).

Observa-se que houve efeito individual significativo para o fertilizante à base de aminoácidos na acidez total titulável (ATT), em que o maior valor foi observado sem a aplicação de Hendorar (0,23 g de ácido cítrico 100 g de polpa<sup>-1</sup>) (Tabela 6), com valores médios variando de 0,14 a 0,23 g de ácido cítrico 100 g de polpa<sup>-1</sup>, estando de acordo com o padrão de qualidade de manga estabelecido pela a Instrução Normativa da legislação brasileira Nº 01, de 07 de janeiro de 2000 para ATT, com valor máximo de 0,32 g de ácido cítrico 100 g de polpa<sup>-1</sup> (SILVA FILHO et al., 2015). Os valores de ATT observados neste estudo foram inferiores aos de Lima et al. (2016), com valores de 0,87 a 1,05 g de ácido cítrico 100 g de polpa<sup>-1</sup>, na avaliação do efeito da aplicação de diferentes doses de uniconazole (UCZ) na indução floral, produção e características físico-químicas dos frutos de mangueira 'Palmer' em Minas Gerais-MG. Ademais, estudos com manga revelam que as variedades Palmer e Tommy Atkins, são caracterizadas por apresentarem valores médios de ATT baixos, com 0,11 e 0,19 g de ácido cítrico 100 g de polpa<sup>-1</sup> em frutos maduros, respectivamente (COSTA et al., 2019; LUCENA et al., 2007).

Embora os aminoácidos presentes na polpa possam ser convertidos em ácido acético e ácido láctico, além da interação que podem fazer com outros ácidos, alterando a composição e a força dos ácidos totais presentes na polpa de manga, levando ao aumento da ATT, o excesso de degradação ácida que ocorre no processo de maturação fisiológica dos frutos, com maior consumo de ácidos orgânicos na respiração celular, associado aos altos níveis de pH na polpa, reduzem bastante os valores de ATT (CHITARRA; CHITARRA, 2005; CORDEIRO et al., 2014).

A relação SST/ATT dos frutos de manga variou de 70,41 a 111,43, apresentando também efeito individual significativo para o fertilizante à base de aminoácidos, com o maior valor observado com a aplicação de Hendorar (111,46) (Tabela 6). Silva et al. (2014), ao avaliar a eficiência de diferentes concentrações do regulador vegetal uniconazole (UCZ) aplicado via solo e foliar na indução do florescimento de manga cv. Palmer em Petrolina-PE, observaram valores inferiores da relação SST/ATT de 4,25 a 8,11. Costa et al. (2017), estudando os parâmetros físico-químicos durante a maturação de frutos de manga 'Tommy Atkins' em Juazeiro-BA, observaram que o aumento de SST e a redução de ATT à medida que o período de maturação dos frutos avançou, resultou em acréscimo na relação SST/ATT. Além de ser influenciada pelo estágio de maturação, a relação SST/ATT é também determinante para a palatabilidade durante o período de amadurecimento, uma vez que valores mais baixos implicam em sabor menos agradável (Cavalini et al., 2015). A obtenção do valor elevado da relação SST/ATT para o tratamento com Hendorar deste trabalho pode ser explicado pela maior concentração de aminoácidos na polpa dos frutos, e estes ao serem metabolizados e convertidos em carboidratos através de processos bioquímicos, proporciona o aumento dos teores de sólidos solúveis totais na polpa da manga e, conseqüentemente, aumentando o valor da relação SST/ATT (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Não houve ajuste de modelo de regressão com explicação biológica para o efeito dos fertilizantes minerais nos teores de vitamina C. A aplicação do fertilizante à base de aminoácidos (Hendorar) resultou em menor valor de vitamina C (24,13 mg de ácido ascórbico 100 g de polpa<sup>-1</sup>) em relação à sem aplicação do Hendorar (31,97 mg de ácido ascórbico 100 g de polpa<sup>-1</sup>). Os valores de vitamina C variaram de 21,72 a 32,11 mg de ácido ascórbico 100 g de polpa<sup>-1</sup> (Tabela 6). Oldoni et al. (2018) observaram valores de vitamina C similares aos obtidos neste trabalho, com médias de 22,37 a 33,23 mg de ácido ascórbico 100 g de polpa<sup>-1</sup> para a manga 'Palmer'. Com o avanço da maturação, os frutos sintetizam enzimas oxidativas, como a ácido ascórbico oxidase, polifenoloxidase e a peroxidase, que degradam a vitamina C. Adicionalmente, à medida que os frutos amadurecem, há o aumento na taxa de respiração, o que pode resultar em um maior consumo de vitamina C (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

#### **4. CONCLUSÕES**

Para as condições em que o estudo foi desenvolvido, a aplicação de fertilizante à base de aminoácidos e diferentes doses de fertilizantes minerais não promovem alteração na produtividade de manga cv. Palmer.

A aplicação do fertilizante à base de aminoácidos e diferentes doses de fertilizantes minerais influenciam os parâmetros de qualidade dos frutos de mangueira 'Palmer', promovendo alterações nos índices de massa da casca, massa do caroço, espessura da casca, firmeza de polpa, umidade, sólidos totais, pH e vitamina C. A aplicação do fertilizante à base de aminoácidos (Hendosar) proporciona maior massa total dos frutos, massa da polpa, diâmetro transversal e relação SST/ATT. Para o fertilizante à base de aminoácidos (com Hendosar), a dose de 60% dos fertilizantes minerais promove acréscimo nos teores de sólidos totais e pH dos frutos, efeito contrário foi observado para umidade dos frutos.

Considerando a importância do manejo sustentável na produção de mangueiras no semiárido, o uso do fertilizante à base de aminoácidos (Hendosar) emerge como uma alternativa relevante, oferecendo potencial para otimizar os resultados no cultivo da mangueira cv. Palmer em condições semiáridas.

## 5. REFERÊNCIAS

ALCANTARA, H. P.; PORTO, F. G. M. Influence of leaf fertilizer with amino acids on jiló crop. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 6, p. 5554-5563, 2019.

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

ALY, M. A.; HARHASH M. M.; MAHMOUD R. I.; KABEL S. A. Effect of Foliar Application of Potassium Silicate and Amino Acids on Growth, Yield and Fruit Quality of 'keitte' Mango Trees. **Journal of the Advances in Agricultural Researches**, v. 24, n. 2, p. 238-251, 2019.

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, p. 51-73, 2017.

ARAÚJO, J. L. P.; GARCIA, J. L. L. Estudo do mercado de manga na União Europeia. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 43, n. 2, p. 289-308, 2012.

BARBOSA, K. S.; SOUSA, K. D. S. M.; SOUZA, C.; SOUZA, G., CAVALCANTE, Í. H. L.; SILVA, V. P.; PEREIRA, W. B. Influência da aplicação de bioestimulantes em mangueira cv. Kent na qualidade físico-química dos frutos. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 6, n. 2, p. 1403-1416, 2023.

BEAR, F. E.; TOTH, S. J. Influence of calcium on availability of other soil cations. **Soil Science**, v. 65, n. 1, p. 69-74, 1948.

CARVALHO, A. M. X. D.; MENDES, F. Q.; MENDES, F. Q.; TAVARES, L. D. F. SPEED Stat: a free, intuitive, and minimalist spreadsheet program for statistical analyses of experiments. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 20, n. 3, p. 1-6, 2020.

CARVALHO, C. R. L.; ROSSETTO, C. J.; MANTOVANI, D. M. B.; MORGANO, M. A.; CASTRO, J. V. D.; BORTOLETTO, N. Avaliação de cultivares de mangueira selecionadas pelo Instituto Agrônômico de Campinas comparadas a outras de importância comercial. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 2, p. 264-271, 2004.

CAVALINI, F. C.; JACOMINO, A. P.; TREVISAN, M. J.; MIGUEL, A. C. A. Ponto de colheita e qualidade de goiabas 'Kumagai' e 'Paluma'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 1, p. 64-72, 2015.

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

CORDEIRO, M. H. M.; MIZOBUTSI, G. P.; SILVA, N. M.; OLIVEIRA, M. B.; MOTA, W. F.; SOBRAL, R. R. S. Conservação pós-colheita de manga var. Palmer com uso de 1-metilciclopropeno. **Magistra**, v. 26, n. 2, p. 103-114, 2014.

COSTA, J. D. S.; FIGUEIREDO NETO, A.; ALMEIDA, F. C.; COSTA, M. S.; BORGES, G. S. C.; SOUSA, K. S. M.; QUIRINO, A. K. R. Componentes principais de parâmetros físico-químicos de mangas cv. Tommy Atkins durante a maturação. **Espacios**, v. 38, n. 16, p. 1-11, 2017.

COSTA, J. D. S.; FIGUEIREDO NETO, A.; COSTA, M. S.; GOMES, J. P.; SILVA, J. C.; SILVA, E. P. Maturação de mangas 'Palmer' e 'Tommy Atkins' avaliadas por espectroscopia baseada no índice DA. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v. 20, n. 1, p. 10. 2019.

CUNHA, K. T.; MENDES, T. D. S. R.; COSTA, C. L. S. Detecção de carboidratos de baixo peso molecular em diferentes variedades de manga, em dois estágios de maturação. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 2, p. 1-10, 2022.

FERNANDES, M. S.; SOUZA, S. R.; SANTOS, L. A. **Nutrição mineral de plantas**. 2. ed. Viçosa-MG: SBCS, 670 p. 2018.

FONSECA, A. A. O.; JESUS, R. S.; CARNEIRO, C. N.; SILVA, S. M. P. C.; HANSEN, D. S.; VALENTIM, S. S. Aspectos biométricos e químicos dos frutos da manga (*Mangifera indica* L.) variedade 'Carlota'. **Diversitas Journal**, v. 6, n. 2, p. 1853-1870, 2021.

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

GARDE-CERDÁN, T.; GONZÁLEZ-LÁZARO, M.; URBINA, D. A. O.; URTURI, I. S.; ROMÁN, S. M. S.; MURILLO-PEÑA, R.; TORRES-DIÁZ, L. L.; PÉREZ-ALVEZ, E. P.; FERNÁNDEZ, V. Foliar Applications of Calcium, Silicon and Their Combination: A Tool to Improve Grape Composition and Quality. **Applied Sciences**, v. 13, n. 12, p. 7217, 2023.

GENÚ, P.J.C.; PINTO, A. C. A. **A Cultura da Mangueira**. 1. ed. Brasília: Embrapa Inf. Tecnológica, 452 p. 2002.

GOBI, S. F.; KOHN, R. A. G.; HUBER, A. C. K. Eficiência de aminoácidos para fixação de frutos na cultura da oliveira *Olea europaea* L. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 9, p. 68338-68345, 2020.

IBGE/SIDRA/PAM, **Produção Agrícola Municipal**, 2022. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 09 de setembro de 2023.

IBGE/SIDRA/PAM, **Produção Agrícola Municipal**, 2020. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 25 de junho de 2023.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**: métodos físico-químicos para análises de alimentos. 4 ed. Brasília: Ministério da Saúde, 1020 p. 2008.

JHA, S. N.; KINGSLEY, A. R. P.; CHOPRA, S. Physical and mechanical properties of mango during growth and storage for determination of maturity. **Journal of Food engineering**, v. 72, n. 1, p. 73-76, 2006.

KIST, B. B.; CARVALHO, C.; BIELING, R. R. Anuário Brasileiro de Horti & Fruti 2022. Santa Cruz do Sul : **Editora Gazeta Santa Cruz**, 96 p. 2022.

LIMA, G. M. S.; PEREIRA, M. C. T.; OLIVEIRA, M. B.; NIETSCHKE, S.; MIZOBUTSI, G. P.; PUBLIO FILHO, W. M.; MENDES, D. S. Floral induction management in 'Palmer' mango using uniconazole. **Ciencia Rural**, v. 46, n. 8, p. 7, 2016.

LUCENA, E. M. P. D.; ASSIS, J. S. D.; ALVES, R. E.; SILVA, V. C. M. D.; ENÉIAS FILHO, J. Alterações físicas e químicas durante o desenvolvimento de mangas 'Tommy Atkins' no vale do São Francisco, Petrolina-PE. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 1, p. 96-101, 2007.

MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **AGROSTAT – Estatística de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro**. 2021. Disponível em: <<http://indicadores.agricultura.gov.br/index.htm>>. Acesso em: 05 de setembro de 2023.

MEDEIROS, P. V.; ANDRADE, G.; PEREIRA, R.; MENDONÇA, V.; FONSECA, J. Production of Mango Tree Fruit 'Tommy Atkins' Fertilized with Superphosphate in the city of Assú-RN. **Applied Research & Agrotechnology**, v. 7, n. 3, p. 7-16, 2014.

MORALES-PAYAN, J. P. Response of 'Banilejo' mango to foliar applications of a biostimulant based on free amino acids and potassium. **Acta Horticulturae**, v. 12, n. 1075, p. 121-125, 2015.

NANINI, G. S. S. C.; BUENO, C. E. Influência de fertilizante foliar com aminoácidos na cultura do tomate, em cultivo protegido. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v. 31, p. 1-1532. 2017.

OLDONI, F. C. A.; LIMA, A. M. N.; CAVALCANTE, Í. H. L.; SOUSA, K. D. S. M. D.; CARNEIRO, M. A.; CARVALHO, I. R. B. D. Boron fertilizing management on fruit production and quality of mango cv. Palmer in semiarid. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 40, n. 3, p. 1-8, 2018.

OLIVEIRA, M. B.; PEREIRA, M. C. T.; MIZOBUTSI, G. P.; MAIA, V. M.; SILVA, J. F.; OLIVEIRA, J. A. A.; COSTA, I.J.S.; NIETSCHKE, S.; SANTOS, E.F.; MOUCO, M. D. C. Paclobutrazol and tip pruning in the management of 'Palmer' mango trees in the semi-arid region of Brazil. **Acta horticulturae**, v. 1075, n. 16, p. 149-156, 2015.

PRADO, R. M. **Nutrição de Plantas**. 1. ed. São Paulo: Editora UNESP, v.1. 407 p. 2008.



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

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.; MORAES, O. M. (Ed.). **Manga**, Tecnologia de produção e mercado. Vitória da Conquista: DBZ/UESB, p. 106-135, 1996.

REIS, R. C.; VIANA, E. D. S.; FONSECA, N.; ALMEIDA, J. M.; RODRIGUES FILHO, J. A. D. A.; GUEDES, I. S. A. Physical, chemical and sensory attributes of fruits of ten mango varieties grown under organic production system. **Revista Caatinga**, v. 34, n. 2, p. 452-459, 2021.

RYBKA, A. C.; LIMA, A.; NASSUR, R. C. Caracterização da farinha da casca de diferentes cultivares de manga. **Enciclopédia Biosfera**, v. 15, n. 27, p. 12-21, 2018.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAÚJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 4<sup>o</sup> ed. Brasília-DF: EMBRAPA, 345 p. 2018.

SHIVASHANKAR, S. Physiological disorders of mango fruit. **Horticultural Reviews**: v. 42, p. 313-348, 2014.

SILVA, D. J.; 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**. Circular Técnica 77, Petrolina: Embrapa Semiárido, 13 p. 2004.

SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. ed. 2. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, p. 627. 2009.

SILVA FILHO, E. D.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; MELO QUEIROZ, A. J.; BRASILEIRO, J. L. O. Variáveis físicas, químicas e reológicas da polpa integral da manga cv. Haden. **Revista Engenharia na Agricultura-Reveng**, v. 23, n. 5, p. 397-405, 2015.

SILVA, J. P.; NASCIMENTO, C. W.; SILVA, D. J.; CUNHA, K. P.; BIONDI, C. M. Changes in soil fertility and mineral nutrition of mango orchards in São Francisco Valley, Brazil. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 1, p. 42-48, 2014.

SILVA, K. K. A.; ONO, E. O.; MOUCO, M. A. C.; NOGUEIRA, G. J.; SOUZA, R. J. M.; SILVA, N. C.; SILVA, R. D. C. B. Uniconazole no florescimento e produção da mangueira (*Mangifera indica* L.) cv. Palmer. **Magistra**, v. 26, n. 4, p. 505-514, 2014.

SOPPELSA, S.; KELDERER, M.; CASERA, C.; BASSI, M.; ROBATSCHER, P.; MATTEAZZI, A.; ANDREOTTI, C. Foliar applications of biostimulants promote growth, yield and fruit quality of strawberry plants grown under nutrient limitation. **Agronomy**, v. 9, n. 9, p. 1-22, 2019.

SOUZA, J. M. A.; LEONEL, S.; MODESTO, J. H.; FERRAZ, R. A.; GONÇALVES, B. H. L. Fruit physicochemical and antioxidant analysis of mango cultivars under subtropical conditions of Brazil. **Journal of Agricultural Science and Technology**, v. 20, n. 2, p. 321-331, 2018.

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

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre-RS: Artmed, 888 p. 2017.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. G.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise de solos**. 3. ed. Brasília-DF: Embrapa, 573 p. 2017.

TRINDADE, D. C. G. D.; LIMA, M. A. C. D.; ASSIS, J. S. D. Ação do 1-metilciclopropeno na conservação pós-colheita de manga 'Palmer' em diferentes estádios de maturação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, n. 9, p. 753-762, 2015.

UNECE, United Nations Economic Commission for Europe. **STANDARD FFV-45 concerning the marketing and commercial quality control of mangoes**. Geneva, Switzerland. 8 p. 2017.

VEGRO, C. L. R.; ANGELO, J. A. Diversificação nas Origens de Fertilizantes Importados Suplanta a Escassez Causada pelo Conflito Russo-Ucraniano. **Análises e Indicadores do Agronegócio**, São Paulo, v. 18, n. 4, p. 1-8, 2023.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso do fertilizante à base de aminoácidos associado às diferentes doses de fertilizantes minerais promove respostas na nutrição da cultura da mangueira cv. Palmer.

Apesar de não promover resposta sobre a produção e produtividade da mangueira cv. Palmer, considerando-se apenas um único ciclo de produção, o uso do fertilizante à base de aminoácidos (Hendosar) promove maior massa total dos frutos, massa da polpa, diâmetro transversal e relação SST/ATT.

O uso do fertilizante à base de aminoácidos pode ser uma estratégia de manejo interessante para otimizar o cultivo de mangueira cv. Palmer em condições semiáridas.

## APÊNDICE

Atributos químicos do solo, nas camadas de 0,0-0,2 e 0,2-0,4 m de profundidade, em função da fertilização à base de aminoácidos e diferentes doses de fertilizantes minerais.

Tratamento	Repetição	Profundidade (m)	pH	CE (dS m <sup>-1</sup> )	MOS (g kg <sup>-1</sup> )	P (mg dm <sup>-3</sup> )	K <sup>+</sup>	----- (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) -----		
								Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>
1	1	0,0-0,2	5,52	0,16	11,94	367,56	0,12	7,00	2,80	0,04
1	2	0,0-0,2	5,75	0,20	12,85	490,30	0,15	8,80	4,20	0,03
1	3	0,0-0,2	6,30	0,11	13,04	283,50	0,09	7,20	2,00	0,05
1	4	0,0-0,2	6,53	0,11	14,08	429,96	0,10	8,80	3,20	0,03
1	1	0,2-0,4	5,65	0,18	9,00	212,84	0,12	6,00	2,40	0,02
1	2	0,2-0,4	5,98	0,17	9,79	323,21	0,12	6,80	3,20	0,03
1	3	0,2-0,4	6,37	0,11	10,53	195,82	0,10	7,80	2,80	0,03
1	4	0,2-0,4	6,66	0,10	11,26	195,31	0,09	8,80	2,20	0,02
2	1	0,0-0,2	6,31	0,25	12,67	522,80	0,18	8,60	3,60	0,04
2	2	0,0-0,2	6,11	0,38	12,43	400,57	0,24	9,20	3,60	0,04
2	3	0,0-0,2	6,69	0,20	13,65	302,58	0,15	8,40	2,00	0,05
2	4	0,0-0,2	6,63	0,22	12,00	283,50	0,12	13,60	2,40	0,03
2	1	0,2-0,4	6,52	0,20	10,28	329,40	0,18	7,60	2,40	0,04
2	2	0,2-0,4	6,25	0,28	9,92	241,21	0,13	7,40	2,20	0,03
2	3	0,2-0,4	6,83	0,14	12,12	165,91	0,10	6,80	2,60	0,02
2	4	0,2-0,4	6,82	0,17	10,28	290,72	0,10	10,80	2,20	0,03
3	1	0,0-0,2	6,43	0,68	11,32	230,38	0,36	7,40	2,40	0,03
3	2	0,0-0,2	6,39	0,63	11,75	330,94	0,28	7,40	3,80	0,03
3	3	0,0-0,2	6,71	0,35	11,51	264,93	0,18	7,40	2,20	0,02
3	4	0,0-0,2	6,45	0,65	10,65	302,06	0,24	12,60	3,80	0,03
3	1	0,2-0,4	6,45	0,34	9,79	121,56	0,23	6,00	2,00	0,02
3	2	0,2-0,4	6,63	0,22	9,12	137,03	0,15	4,40	1,40	0,02

3	3	0,2-0,4	6,77	0,18	8,14	108,66	0,14	7,60	2,40	0,02
3	4	0,2-0,4	6,83	0,21	8,02	190,67	0,13	9,00	2,20	0,02
4	1	0,0-0,2	6,71	0,29	11,38	328,88	0,24	9,80	1,80	0,03
4	2	0,0-0,2	6,57	0,39	11,26	236,57	0,23	9,40	1,80	0,02
4	3	0,0-0,2	6,70	0,27	10,83	387,16	0,18	16,80	2,80	0,03
4	4	0,0-0,2	6,78	0,38	11,02	297,42	0,29	11,80	2,00	0,03
4	1	0,2-0,4	6,76	0,21	7,71	164,88	0,19	6,80	1,60	0,03
4	2	0,2-0,4	6,75	0,24	9,49	160,24	0,18	5,60	2,40	0,02
4	3	0,2-0,4	6,82	0,18	8,63	241,21	0,14	10,20	2,80	0,03
4	4	0,2-0,4	6,86	0,28	8,81	283,50	0,26	9,00	3,40	0,03
5	1	0,0-0,2	6,97	0,27	10,10	280,92	0,18	7,80	4,00	0,03
5	2	0,0-0,2	6,82	0,41	10,16	530,02	0,23	9,40	2,00	0,03
5	3	0,0-0,2	6,98	0,32	11,08	370,14	0,20	14,00	2,60	0,02
5	4	0,0-0,2	6,67	0,52	10,53	541,88	0,33	14,20	3,60	0,04
5	1	0,2-0,4	7,04	0,19	7,96	170,55	0,14	7,00	1,80	0,02
5	2	0,2-0,4	7,01	0,22	9,06	253,58	0,26	7,00	3,00	0,03
5	3	0,2-0,4	6,99	0,23	10,10	222,64	0,16	8,00	3,40	0,02
5	4	0,2-0,4	6,84	0,35	8,39	323,72	0,24	12,40	2,20	0,03
6	1	0,0-0,2	6,86	0,10	8,81	360,86	0,09	7,80	2,20	0,03
6	2	0,0-0,2	6,85	0,08	8,26	293,30	0,09	7,60	2,40	0,03
6	3	0,0-0,2	6,63	0,13	6,24	236,57	0,09	8,00	2,40	0,05
6	4	0,0-0,2	6,49	0,16	7,83	389,74	0,15	10,00	1,40	0,05
6	1	0,2-0,4	6,87	0,07	6,12	163,33	0,07	6,40	1,20	0,03
6	2	0,2-0,4	6,88	0,07	6,92	191,18	0,09	7,20	0,80	0,05
6	3	0,2-0,4	6,77	0,10	4,90	138,58	0,09	7,00	1,00	0,05
6	4	0,2-0,4	6,61	0,12	6,12	213,36	0,13	8,00	1,60	0,05
7	1	0,0-0,2	6,31	0,49	7,65	451,11	0,23	10,00	2,00	0,06
7	2	0,0-0,2	6,41	0,42	11,57	504,74	0,23	11,00	2,40	0,08
7	3	0,0-0,2	6,93	0,28	6,12	307,74	0,16	6,60	2,40	0,05
7	4	0,0-0,2	6,63	0,33	10,04	466,58	0,12	9,40	2,20	0,06
7	1	0,2-0,4	6,36	0,47	6,73	308,77	0,28	7,80	1,20	0,06

7	2	0,2-0,4	6,53	0,30	10,59	378,91	0,20	10,40	1,60	0,07
7	3	0,2-0,4	6,94	0,29	6,00	209,23	0,16	6,80	1,40	0,05
7	4	0,2-0,4	6,67	0,26	6,55	222,12	0,15	8,40	1,60	0,05
8	1	0,0-0,2	6,68	0,42	7,04	462,97	0,20	8,40	3,80	0,06
8	2	0,0-0,2	7,03	0,29	5,88	405,72	0,15	7,40	2,20	0,06
8	3	0,0-0,2	6,94	0,23	9,43	277,82	0,12	11,20	3,60	0,06
8	4	0,0-0,2	6,70	0,40	11,45	308,77	0,24	14,00	3,40	0,06
8	1	0,2-0,4	6,62	0,38	5,39	202,01	0,27	7,00	3,20	0,05
8	2	0,2-0,4	6,99	0,25	3,98	156,11	0,19	6,00	3,60	0,05
8	3	0,2-0,4	7,09	0,20	7,04	195,31	0,18	9,60	2,80	0,05
8	4	0,2-0,4	6,85	0,36	7,77	270,60	0,33	11,60	5,20	0,03
9	1	0,0-0,2	6,82	0,23	12,36	331,46	0,13	8,20	4,20	0,03
9	2	0,0-0,2	6,50	0,29	13,71	369,62	0,12	10,00	2,20	0,02
9	3	0,0-0,2	6,95	0,15	7,71	249,97	0,06	8,40	3,60	0,02
9	4	0,0-0,2	6,77	0,18	12,55	396,44	0,12	12,80	3,20	0,03
9	1	0,2-0,4	6,61	0,16	6,18	176,22	0,17	5,60	1,60	0,02
9	2	0,2-0,4	6,68	0,24	8,39	246,36	0,11	8,20	2,20	0,02
9	3	0,2-0,4	7,07	0,14	4,59	208,72	0,10	6,40	1,60	0,01
9	4	0,2-0,4	6,86	0,17	9,24	281,43	0,17	10,80	2,80	0,02
10	1	0,0-0,2	5,81	0,56	11,20	387,67	0,25	9,80	2,40	0,03
10	2	0,0-0,2	6,09	0,58	11,75	448,01	0,29	10,80	2,20	0,04
10	3	0,0-0,2	6,17	0,94	13,65	415,52	0,34	12,20	2,80	0,05
10	4	0,0-0,2	6,68	0,55	10,77	386,13	0,16	9,20	1,40	0,03
10	1	0,2-0,4	6,28	0,36	8,57	445,95	0,15	9,60	1,00	0,03
10	2	0,2-0,4	6,24	0,53	7,71	314,44	0,27	8,00	1,80	0,03
10	3	0,2-0,4	6,37	0,46	9,30	334,55	0,25	8,40	1,60	0,02
10	4	0,2-0,4	6,75	0,32	7,77	218,00	0,16	7,00	2,00	0,02

Tratamento 1: Com Hendsar + 20% da dose de fertilizantes. Tratamento 2: Com Hendsar + 40% da dose de fertilizantes. Tratamento 3: Com Hendsar + 60% da dose de fertilizantes. Tratamento 4: Com Hendsar + 80% da dose de fertilizantes. Tratamento 5: Com Hendsar + 100% da dose de fertilizantes. Tratamento 6: Sem Hendsar + 20% da dose de fertilizantes. Tratamento 7: Sem Hendsar + 40% da dose de fertilizantes. Tratamento 8: Sem Hendsar + 60% da dose de fertilizantes. Tratamento 9: Sem Hendsar + 80% da dose de fertilizantes. Tratamento 10: Sem Hendsar + 100% da dose de fertilizantes. CE: condutividade elétrica. MOS: matéria orgânica do solo.

Tratamento	Repetição	Profundidade (m)	H+Al	Al <sup>3+</sup>	CTC <sub>pH7,0</sub>	V	Mn <sup>2+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>
			----- (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) -----			(%)	----- (mg dm <sup>-3</sup> ) -----			
1	1	0,0-0,2	1,05	0,21	11,01	90,46	61,44	35,45	1,38	14,98
1	2	0,0-0,2	0,75	0,41	13,93	94,62	54,01	30,66	0,87	12,70
1	3	0,0-0,2	0,60	0,41	9,94	93,96	32,89	46,91	0,76	22,20
1	4	0,0-0,2	0,75	0,41	12,88	94,18	69,20	37,45	1,29	19,10
1	1	0,2-0,4	0,90	0,21	9,59	89,05	48,63	48,63	0,74	10,23
1	2	0,2-0,4	0,60	0,21	10,90	93,12	26,93	26,93	1,36	8,81
1	3	0,2-0,4	0,60	0,21	11,33	94,70	65,34	65,34	0,84	9,11
1	4	0,2-0,4	0,90	0,21	11,86	93,68	52,60	52,60	0,75	14,93
2	1	0,0-0,2	1,05	0,82	13,47	92,20	49,27	31,33	1,62	11,05
2	2	0,0-0,2	1,20	0,62	14,28	91,60	69,76	42,07	1,30	17,07
2	3	0,0-0,2	0,75	0,62	11,70	93,59	44,44	41,96	1,10	9,23
2	4	0,0-0,2	0,75	0,41	16,90	95,56	73,68	42,14	0,78	14,25
2	1	0,2-0,4	1,35	0,82	11,27	90,68	61,00	61,00	0,76	26,42
2	2	0,2-0,4	1,35	0,62	10,96	89,05	39,26	39,26	1,33	13,80
2	3	0,2-0,4	0,75	0,62	10,27	92,70	43,64	43,64	0,78	17,61
2	4	0,2-0,4	1,05	0,41	13,88	94,60	73,15	73,15	0,66	12,05
3	1	0,0-0,2	0,90	0,62	11,09	91,88	71,28	47,45	1,33	22,46
3	2	0,0-0,2	1,20	0,62	12,71	90,56	95,19	40,06	1,49	19,19
3	3	0,0-0,2	1,35	0,62	11,15	87,89	41,02	36,11	1,10	14,51
3	4	0,0-0,2	1,05	0,82	17,72	94,07	51,37	43,26	0,84	9,77
3	1	0,2-0,4	1,20	0,62	9,15	90,16	29,50	29,50	1,26	12,79
3	2	0,2-0,4	1,35	0,41	7,17	83,26	32,41	32,41	1,23	16,43
3	3	0,2-0,4	1,05	0,41	11,51	88,27	47,91	47,91	1,07	10,97
3	4	0,2-0,4	1,20	0,62	12,40	91,53	66,29	66,29	0,58	9,17
4	1	0,0-0,2	1,65	0,21	13,52	87,80	30,93	38,68	1,96	12,58
4	2	0,0-0,2	1,05	0,41	12,50	91,60	78,68	29,82	0,98	10,87
4	3	0,0-0,2	1,65	0,41	21,46	92,31	47,31	26,93	1,42	25,53
4	4	0,0-0,2	1,35	0,41	15,47	91,27	56,95	51,77	1,23	17,55
4	1	0,2-0,4	1,35	0,41	10,27	83,93	59,48	59,48	1,26	11,96

4	2	0,2-0,4	1,05	0,41	9,25	88,65	51,44	51,44	0,67	7,50
4	3	0,2-0,4	1,65	0,62	14,82	88,87	32,22	32,22	0,73	16,07
4	4	0,2-0,4	1,35	0,62	14,04	90,38	40,20	40,20	0,59	21,90
5	1	0,0-0,2	0,90	0,62	12,91	93,03	86,89	46,85	1,37	21,81
5	2	0,0-0,2	1,35	0,82	13,01	89,62	35,75	36,67	1,06	31,25
5	3	0,0-0,2	1,65	0,82	18,47	91,07	34,68	42,32	1,55	16,40
5	4	0,0-0,2	1,80	0,82	19,97	90,99	66,00	32,62	0,85	13,09
5	1	0,2-0,4	1,05	0,41	9,86	90,87	47,43	47,43	0,81	10,86
5	2	0,2-0,4	1,35	0,62	11,64	88,40	39,70	39,70	0,70	27,02
5	3	0,2-0,4	1,50	0,41	13,23	87,53	32,31	32,31	0,31	16,47
5	4	0,2-0,4	1,95	0,41	16,67	89,20	50,85	50,85	0,41	11,12
6	1	0,0-0,2	1,50	0,21	11,62	87,09	62,90	38,91	1,40	20,33
6	2	0,0-0,2	1,65	0,21	11,77	85,98	54,20	37,43	1,51	29,52
6	3	0,0-0,2	1,50	0,21	12,04	87,54	46,48	39,94	1,25	43,92
6	4	0,0-0,2	1,80	0,21	13,40	86,57	70,44	27,35	1,05	20,29
6	1	0,2-0,4	1,50	0,21	9,20	83,70	47,25	47,25	1,18	16,88
6	2	0,2-0,4	1,80	0,41	9,79	83,15	29,35	29,35	1,37	17,25
6	3	0,2-0,4	1,65	0,41	9,64	84,44	55,19	55,19	0,91	19,28
6	4	0,2-0,4	2,10	0,41	11,58	84,46	48,06	48,06	1,15	13,62
7	1	0,0-0,2	2,40	0,21	14,69	83,66	95,80	27,62	1,23	69,09
7	2	0,0-0,2	2,55	0,41	16,26	84,32	81,83	28,46	1,07	45,82
7	3	0,0-0,2	2,10	0,41	11,31	81,43	48,41	48,38	1,43	53,58
7	4	0,0-0,2	1,65	0,41	13,43	87,71	44,70	32,93	1,17	76,86
7	1	0,2-0,4	2,25	0,00	11,74	79,56	64,69	64,69	1,07	19,58
7	2	0,2-0,4	2,55	0,00	14,82	82,79	66,88	66,88	1,09	62,22
7	3	0,2-0,4	2,55	0,00	10,51	80,02	50,19	50,19	1,35	54,72
7	4	0,2-0,4	1,80	0,00	11,85	86,08	55,52	55,52	1,05	70,37
8	1	0,0-0,2	1,35	0,62	13,81	90,22	77,86	32,07	1,28	59,17
8	2	0,0-0,2	0,90	0,41	10,71	91,60	58,04	43,21	1,36	72,01
8	3	0,0-0,2	1,05	0,41	16,03	93,45	36,49	46,47	1,66	114,23
8	4	0,0-0,2	1,20	0,62	18,90	93,65	72,91	31,64	0,62	60,57



8	1	0,2-0,4	1,20	0,21	11,87	88,63	41,95	41,95	1,22	38,77
8	2	0,2-0,4	0,75	0,21	10,74	91,62	62,39	62,39	1,43	52,95
8	3	0,2-0,4	1,20	0,21	13,68	92,32	53,27	53,27	0,62	60,47
8	4	0,2-0,4	1,50	0,21	18,36	93,46	35,70	35,70	1,08	60,41
9	1	0,0-0,2	1,05	0,41	13,61	92,29	77,73	48,47	1,24	106,13
9	2	0,0-0,2	0,75	0,41	13,09	94,27	60,24	37,55	1,35	93,63
9	3	0,0-0,2	0,60	0,41	12,68	95,27	74,74	36,70	0,91	100,27
9	4	0,0-0,2	1,05	0,62	17,20	93,90	45,92	36,49	0,74	67,52
9	1	0,2-0,4	1,05	0,41	8,44	87,56	61,94	61,94	0,60	56,70
9	2	0,2-0,4	1,05	0,41	11,28	93,35	40,35	40,35	1,05	90,44
9	3	0,2-0,4	0,90	0,41	8,71	93,11	68,50	68,50	0,66	94,38
9	4	0,2-0,4	0,90	0,41	14,84	92,92	64,79	64,79	0,71	84,76
10	1	0,0-0,2	1,05	0,41	13,53	92,24	75,02	48,25	1,49	164,35
10	2	0,0-0,2	1,05	0,41	14,38	92,70	56,14	36,95	1,46	212,52
10	3	0,0-0,2	1,20	0,62	16,59	92,77	51,34	41,50	0,86	153,22
10	4	0,0-0,2	1,05	0,41	11,84	91,13	87,26	42,77	1,29	208,72
10	1	0,2-0,4	1,05	0,41	11,83	91,12	74,16	74,16	1,59	95,27
10	2	0,2-0,4	0,90	0,41	11,15	90,58	50,88	50,88	1,31	124,20
10	3	0,2-0,4	1,05	0,41	11,47	89,54	38,45	38,45	0,88	183,12
10	4	0,2-0,4	1,20	0,21	10,23	89,74	71,07	71,07	1,21	133,60

Tratamento 1: Com Hendsar + 20% da dose de fertilizantes. Tratamento 2: Com Hendsar + 40% da dose de fertilizantes. Tratamento 3: Com Hendsar + 60% da dose de fertilizantes. Tratamento 4: Com Hendsar + 80% da dose de fertilizantes. Tratamento 5: Com Hendsar + 100% da dose de fertilizantes. Tratamento 6: Sem Hendsar + 20% da dose de fertilizantes. Tratamento 7: Sem Hendsar + 40% da dose de fertilizantes. Tratamento 8: Sem Hendsar + 60% da dose de fertilizantes. Tratamento 9: Sem Hendsar + 80% da dose de fertilizantes. Tratamento 10: Sem Hendsar + 100% da dose de fertilizantes. H+Al: acidez potencial. Al<sup>3+</sup>: acidez trocável. CTC<sub>pH7,0</sub>: capacidade de troca de cátions. V: saturação por bases.