



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

HELTON DE SOUZA SILVA

**GOIABEIRA 'PALUMA' IRRIGADA COM ÁGUA SALINA E TRATADA COM
FERTILIZANTES DE EFEITO BIOESTIMULANTE**

**AREIA
2023**

HELTON DE SOUZA SILVA

**GOIABEIRA ‘PALUMA’ IRRIGADA COM ÁGUA SALINA E TRATADA COM
FERTILIZANTES DE EFEITO BIOESTIMULANTE**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba, como cumprimento dos requisitos parciais para obtenção do título de Doutor em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Ítalo Herbert Lucena Cavalcante

**AREIA
2023**

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S586g Silva, Helton de Souza.

Goiabeira 'paluma' irrigada com água salina e
tratada com fertilizantes de efeito bioestimulante /
Helton de Souza Silva. - Areia:UFPB/CCA, 2023.
100 f. : il.

Orientação: Ítalo Herbert Lucena Cavalcante.
Tese (Doutorado) - UFPB/CCA.

1. Agronomia. 2. Psidium guajava. 3. Lignosulfonato.
4. Extrato de algas. 5. Salinidade. I. Cavalcante,
Ítalo Herbert Lucena. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA

CDU 631/635(043.2)

HELTON DE SOUZA SILVA

GOIABEIRA 'PALUMA' IRRIGADA COM ÁGUA SALINA E TRATADA COM FERTILIZANTES DE EFEITO BIOESTIMULANTE

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba, como cumprimento dos requisitos parciais para obtenção do título de Doutor em Agronomia.

Aprovado em: 25 de Maio de 2023

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
gov.br ITALO HERBERT LUCENA CAVALCANTE
Data: 11/08/2023 16:34:49-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Presidente: Prof. Dr. Ítalo Herbert Lucena Cavalcante (UNIVASF)

Adilson P. de Souza

Examinador: Prof. Dr. Adilson Pereira de Souza (UFPB)

Documento assinado digitalmente
gov.br ANTONIO GUSTAVO DE LUNA SOUTO
Data: 16/08/2023 20:22:15-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Examinador: Prof. Dr. Antônio Gustavo de Luna Souto (UNIVASF)

Documento assinado digitalmente
gov.br FRANCISCO THIAGO COELHO BEZERRA
Data: 16/08/2023 08:31:30-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Examinador: Prof. Dr. Francisco Thiago Coelho Bezerra (UFPB)

Roberto Wagner Raposo

Examinador: Prof. Dr. Roberto Wagner Cavalcanti Raposo (UFPB)

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, pela força que tem me dado para superar os obstáculos, e pela paciência nos momentos de turbulência, pois sem ele não conseguiria alcançar meus sonhos.

Aos meus pais, Izeranildo de França Silva e Maria Helena de Souza Silva, pelo companheirismo, incentivo e exemplos de honestidade e perseverança.

A Universidade Federal da Paraíba, por proporcionar minha formação acadêmica com o grau de Doutor em agronomia.

Ao meu irmão Natanael de Souza Silva, pelo apoio nos momentos difíceis, não medindo esforços para ajudar.

Ao Professor Lourival Ferreira Cavalcante (*In memorian*), pelas orientações, ensinamentos e conversas ao longo do tempo de convivência.

Ao orientador Ítalo Herbert Lucena Cavalcante, pelas orientações e contribuições na minha formação acadêmica.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba, pelos ensinamentos.

Aos técnicos da Universidade Federal da Paraíba que me auxiliaram na pesquisa, em especial a Jandira.

Ao professor Adailson, pelo apoio, permitindo a livre utilização dos ambientes laboratórios e materiais utilizados na pesquisa.

A professora Luciana, coordenadora do Programa de Pós-graduação em Agronomia, pela disponibilidade e por me atender com gentileza.

A minha esposa Inacia, pelo incentivo, companheirismo e colaboração na pesquisa.

Aos colegas Francisco Thiago, Ewerton, João Everthon e Rayne pela contribuição na pesquisa.

Ao produtor rural Adriano pela disponibilidade e por aceitar desenvolver a pesquisa em sua propriedade.

Enfim, a todos que contribuíram de alguma forma ao longo desta caminhada, meus sinceros agradecimentos.

SILVA, HELTON DE SOUZA. D.S. Universidade Federal da Paraíba. Maio de 2023.
Goiabeira ‘Paluma’ irrigada com água salina e tratada com fertilizantes de efeito bioestimulante. Orientador: Ítalo Herbert Lucena Cavalcante

RESUMO

A goiabeira ‘Paluma’ apresenta elevado potencial produtivo, podendo alcançar 100 t ha^{-1} , no entanto, nos polos frutícolas do semiárido nordestino há forte limitação dessa produtividade, causada pelo estresse salino. Ultimamente empresas do setor agrícola têm lançado produtos com a promessa de atenuar o efeito do estresse salino sobre as plantas e de atuarem como melhorador do solo. Nessa temática, objetivou-se com este trabalho, avaliar o desempenho de fertilizantes de efeito bioestimulante aplicados via foliar e irrigação sobre os aspectos fisiológicos e nutricionais, qualidade e produtividade de frutos, sistema radicular e atributos químicos do solo de pomar de goiabeira ‘Paluma’ irrigado com água salina. Para os artigos I, II e IV o experimento consistiu em um fatorial 2×4 , o primeiro fator se refere as pulverizações com Aminoagro Raiz[®] (Sem e Com) o segundo fator é referente a aplicação de Codasal[®] e, ou Aminoagro Raiz[®] via irrigação (Sem, Codasal[®], Aminoagro Raiz[®] e Codasal[®] + Aminoagro Raiz[®]), os tratamentos foram distribuídos em blocos ao acaso com quatro repetições. No artigo III, para as variáveis relacionadas a salinidade e fertilidade do solo, aos tratamentos citados anteriormente acrescentou-se o fator profundidade do solo (0-20 e 20-40 cm), como subparcela, assim formando um fatorial $2 \times 4 \times 2$. Artigo I: As variáveis determinadas foram, índice de clorofila a, b e total e relação clorofila a/b. Também determinou-se variáveis relacionadas com a fluorescência da clorofila a e variáveis relacionadas com as trocas gasosas. Sendo constatado que não houve efeito significativo dos fertilizantes de efeito bioestimulante sobre essas variáveis fisiológicas. Artigo II: Determinou-se, os teores de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Zn e Na foliar em duas fases (Floração e Crescimento de frutos). Nos frutos determinou-se os teores e a exportação de N, P, K, Ca e Mg. Também se obteve o rendimento dos frutos. Verificou-se que o *status* nutricional e o rendimento dos frutos não foram melhorados pelos fertilizantes de efeito bioestimulante. Artigo III: A salinidade e a fertilidade do solo não foram afetadas pelos produtos. Quanto as seções de profundidade, constatou-se que o pH, P, K^+ , Ca^{+2} e Mg^{+2} trocável, Soma de Bases (SB), Capacidade de Troca Catiônica (CTC) e Matéria Orgânica (MO) foram superiores na camada de profundidade de 0-20 cm em comparação a profundidade do solo de 20-40 cm. Para as variáveis da salinidade, verificou-se que na camada de 0-20 cm a Condutividade Elétrica do extrato de saturação (CE_{es}) os teores de SO_4^{-2} , Cl^- , K^+ , Ca^{+2} e Mg^{+2} solúveis, foram superiores aos teores da camada de 20-40 cm. Adicionalmente, verificou-se que a fertilidade do solo foi comprometida pela evolução da salinidade durante o período experimental. Ainda foi avaliado a massa seca da raiz, e com o software SAFIRA realizou-se a determinação do comprimento, volume e área. Também se determinou a densidade de raiz. Evidenciou-se que os fertilizantes de efeito bioestimulantes não afetam o sistema radicular de goiabeira. Artigo IV: Avaliou-se os teores de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT, vitamina C, o pH, a firmeza, comprimento longitudinal (CL), comprimento transversal (CT), o formato (CL/CT) e massa fresca dos frutos. A aplicação foliar de Aminoagro Raiz[®] favoreceu a redução do CL, resultando na formação de frutos menos alongados; os fertilizantes de efeito bioestimulante causam redução do pH dos frutos de goiabeira; o Codasal[®] causa redução dos teores de sólidos solúveis. Considerando a qualidade global dos frutos, pode-se concluir que os produtos não melhoram a qualidade dos frutos de goiabeira ‘Paluma’ irrigada com água salina.

Palavras-Chave: *Psidium guajava*; lignosulfonato; extrato de algas; salinidade.

SILVA, HELTON DE SOUZA. D.S. Federal University of Paraíba. May 2023. **‘Paluma’ guava orchard irrigated with saline water and treated with fertilizers of biostimulant effect.** Advisor: Ítalo Herbert Lucena Cavalcante

ABSTRACT

The ‘Paluma’ guava tree has a high productive potential and can reach 100 t ha⁻¹, however, in the fruit-growing centers of the northeastern semi-arid region, the strong limitation of this productivity is caused by saline stress. Lately companies in the agricultural sector have launched products with the promise of mitigating the effect of saline stress on plants and of acting as a soil improver. In this theme, the objective of this work was to evaluate the application of Codasal[®] and Aminoagro Raiz[®] on the physiological and nutritional aspects, the fruit quality and productivity, the root system and the chemical attributes of the soil, of a ‘Paluma’ guava orchard irrigated with saline water. For articles I, II, and IV, the experiment consisted of a 2 x 4 factorial, the first factor refers to spraying with Aminoagro Raiz[®] (Without and With) the second factor refers to the application of Codasal[®] and, or Aminoagro Raiz[®] via irrigation (Without, Codasal[®], Aminoagro Raiz[®] and Codasal[®] + Aminoagro Raiz[®]), the treatments were distributed in randomized blocks with four replications. In article III, for the variables related to salinity and soil fertility, to the aforementioned treatments, the soil depth factor (0-20 and 20-40 cm) was added as a subplot, thus forming a 2 x 4 x 2 factorial. Article I: The determined variables were, chlorophyll a, b and total index and chlorophyll a/b ratio. Variables related to chlorophyll a fluorescence and variables related to gas exchange were also determined. It was found that there was no significant effect of fertilizers of biostimulant effect on these physiological parameters. Article II: It was determined the levels of N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Zn and Na in leaves in two periods (flowering and fruit growth). In the fruits, the levels and export of N, P, K, Ca and Mg were determined. Fruit yield was also obtained. It was found that nutritional status and fruit yield were not improved by fertilizers of biostimulant effect. Article III: It was found that the salinity and fertility of the soil were not affected by the products. As for the depth sections, it was verified that the pH, P, K⁺, Ca⁺² and Mg⁺² exchangeable, Sum of Bases (SB), Cation Exchange Capacity (CEC) and Organic Matter (OM) were higher in the layer depth of 0-20 cm compared to soil depth of 20-40 cm. For the salinity parameters, it was verified that in the 0-20 cm layer the Electrical Conductivity of the saturation extract (EC_{se}) the contents of SO₄⁻², Cl⁻, K⁺, Ca⁺² and Mg⁺² soluble, were higher than the contents of the 20-40 cm layer. Additionally, it was found that soil fertility was compromised by the evolution of salinity during the experimental period. The dry mass of the root was evaluated, and with the SAFIRA software, the determination of length, volume and area. Root density was also determined. It was evidenced that the fertilizers of biostimulant effect did not affect the guava root system. Article IV: Soluble solids (SS), titratable acidity (TA), ratio (SS/TA), vitamin C, pH, firmness, longitudinal length (LL), transverse length (TL), shape (LL/TL) and fresh mass of the fruits were evaluated. The foliar application of Aminoagro Raiz[®] favored the reduction of LL, resulting in the formation of less elongated fruits; fertilizers of biostimulant effect cause a reduction in the pH of guava fruits; Codasal[®] causes a reduction in the levels of soluble solids. Considering the overall quality of the fruits, it can be concluded that the products do not improve the quality of ‘Paluma’ guava fruits irrigated with saline water.

Keywords: *Psidium guajava*; lignosulfonate; seaweed extract; salinity.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL.....	9
REFERÊNCIAS.....	11
2 ARTIGO I: PARÂMETROS FISIOLÓGICOS DE GOIABEIRA ‘PALUMA’ IRRIGADA COM ÁGUA SALINA E TRATADA COM FERTILIZANTES DE EFEITO BIOESTIMULANTE.....	12
2.1 RESUMO.....	12
2.2 ABSTRACT.....	13
2.3 INTRODUÇÃO.....	13
2.4 MATERIAL E MÉTODOS.....	15
2.4.1 Localização e características da área experimental.....	15
2.4.2 Tratamentos e delineamento experimental.....	16
2.4.3 Correção do solo e adubações.....	17
2.4.4 Caracterização da água e a irrigação.....	17
2.4.5 Variáveis analisadas.....	18
2.4.5.1 Índice da clorofila.....	18
2.4.5.2 Fluorescência da clorofila a.....	18
2.4.5.3 Trocas gasosas.....	19
2.4.6 Análise estatística.....	20
2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
2.5.1 Índice de clorofila.....	20
2.5.2 Fluorescência da clorofila a.....	22
2.5.3 Trocas gasosas.....	26
2.6 CONCLUSÕES.....	28
REFERÊNCIAS.....	29
3 ARTIGO II: ESTADO NUTRICIONAL E PRODUTIVIDADE DE GOIABEIRA IRRIGADA COM ÁGUA SALINA E TRATADA COM FERTILIZANTES DE EFEITO BIOESTIMULANTE.....	35
3.1 RESUMO.....	35
3.2 ABSTRACT.....	35
3.3 INTRODUÇÃO.....	36
3.4 MATERIAL E MÉTODOS.....	38
3.4.1 Localização e características da área experimental.....	38

3.4.2	Tratamentos e delineamento experimental.....	39
3.4.3	Correção do solo e adubações.....	40
3.4.4	Caracterização da água e a irrigação.....	40
3.4.5	Amostragem das folhas.....	41
3.4.6	Análise das folhas e frutos.....	41
3.4.6.1	Digestão para análise de Na, S, Fe, Cu, Mn e Zn.....	41
3.4.6.2	Digestão para análise de N, P, K, Ca e Mg.....	42
3.4.6.3	Digestão para análise de B.....	42
3.4.6.4	Determinação de N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Cu, Mn, B e Zn.....	42
3.4.6.5	Determinação de S.....	42
3.4.7	Exportação de nutrientes.....	42
3.4.8	Produção de frutos por planta.....	43
3.4.9	Análise estatística.....	43
3.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
3.5.1	Teores nutricionais em folhas.....	43
3.5.2	Teores nutricionais em frutos e exportação com a colheita.....	53
3.5.3	Produção de frutos por planta.....	56
3.6	CONCLUSÕES.....	58
	REFERÊNCIAS.....	59
4	ARTIGO III: SALINIDADE E FERTILIDADE DO SOLO E SISTEMA RADICULAR DE GOIABEIRA ‘PALUMA’ IRRIGADA COM ÁGUA SALINA E TRATADA COM FERTILIZANTES DE EFEITO BIOESTIMULANTE.....	63
4.1	RESUMO.....	63
4.2	ABSTRACT.....	64
4.3	INTRODUÇÃO.....	64
4.4	MATERIAL E MÉTODOS.....	67
4.4.1	Localização e características da área experimental.....	67
4.4.2	Tratamentos e delineamento experimental.....	68
4.4.3	Correção do solo e adubações.....	69
4.4.4	Caracterização da água e a irrigação.....	70
4.4.5	Variáveis analisadas.....	70
4.4.5.1	Fertilidade do solo.....	70
4.4.5.2	Salinidade do solo.....	70
4.4.5.3	Sistema radicular.....	71

4.4.6 Análise estatística.....	71
4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	72
4.5.1 Fertilidade do solo.....	72
4.5.2 Salinidade do solo.....	77
4.5.3 Sistema radicular.....	78
4.6 CONCLUSÕES.....	79
REFERÊNCIAS.....	81
5 ARTIGO IV: QUALIDADE DO FRUTO DE GOIABEIRA ‘PALUMA’ IRRIGADA COM ÁGUA SALINA SOB APLICAÇÃO DE FERTILIZANTES DE EFEITO BIOESTIMULANTE.....	85
5.1 RESUMO.....	85
5.2 ABSTRACT.....	85
5.3 INTRODUÇÃO.....	86
5.4 MATERIAL E MÉTODOS.....	87
5.4.1 Localização e características da área experimental.....	87
5.4.2 Tratamentos e delineamento experimental.....	88
5.4.3 Correção do solo e adubações.....	89
5.4.4 Caracterização da água e a irrigação.....	89
5.4.5 Análise pós-colheita dos frutos.....	90
5.4.6 Análise estatística.....	90
5.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	91
5.6 CONCLUSÕES.....	96
REFERÊNCIAS.....	97
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	100

1 INTRODUÇÃO GERAL

A goiabeira ‘Paluma’, principal variedade cultivada no Brasil, tem aptidão tanto para o consumo *in natura* quanto para a industrialização, variedade de polpa vermelha, com potencial produtivo de 100 t ha⁻¹ (NATALE et al., 2002). A região Nordeste é responsável pela maior produção de goiaba do país, com 281.364 t da fruta e rendimento de 26,825 t ha⁻¹, no ano de 2021 (IBGE, 2023). Dentre os estados do Nordeste, verifica-se que a Paraíba ostenta o menor rendimento dessa fruta, com 7,170 t ha⁻¹, essa baixa produtividade é ocasionada, provavelmente, pela salinidade da água de irrigação. Para exemplificar, os municípios de Picuí e Nova Floresta, detém como principal fonte de água para a irrigação dos pomares, água de poço profundo com condutividade elétrica em torno de 3,0 dS m⁻¹, culminado numa produtividade de 5,00 t ha⁻¹ (IBGE, 2023).

Essa baixa produtividade da goiabeira obtida pelos produtores, ocasionada, principalmente, pelo elevado teor de sais da água de irrigação é corroborada por diversos pesquisadores, os quais relatam haver queda drástica na produção primária com utilização de água de irrigação com condutividade elétrica superior a 1,5 dS m⁻¹ (FERREIRA et al., 2001; CAVALCANTE et al., 2007; BEZERRA et al., 2018; BONIFÁCIL et al., 2018).

Apesar do comprovado efeito deletério da água com elevado teores de sais para a goiabeira, seu uso em regiões áridas e semiáridas é indispensável para a prática agrícola. Adicionalmente, o uso de água salina na irrigação, combinada com condições de drenagem deficiente do solo, baixo índice pluviométrico e elevadas taxas de evapotranspiração, culmina em rápida salinização dos solos, o que agrava o problema.

Tendo em vista a elevada contribuição da irrigação para a prática agrícola em regiões áridas e semiáridas, e os potenciais riscos inerentes ao seu uso em longo prazo, torna-se necessário o desenvolvimento de pesquisas que gerem ou validem tecnologias que atenuem os efeitos negativos do estresse salino às plantas e proporcione proteção dos solos no sistema produtivo.

Várias técnicas e produtos têm sido testados com vistas à mitigação dos efeitos negativos dos sais da água de irrigação sobre o solo e plantas, dentre estes se destaca o Aminoagro Raiz® e o Codasal®. O primeiro é composto por extratos de algas, substância definida como bioestimulante por promoverem, além dos fertilizantes, o crescimento das plantas quando aplicados em pequenas dosagens, referidos também como “potencializadores metabólicos”. Na composição dos extratos de algas utilizados na agricultura contém macro e

micronutrientes, aminoácidos, vitaminas, citocininas, auxinas e ácido abscísico (KHAN et al., 2009).

Em decorrência das elevadas concentrações de compostos de amônia quartenária como glicina betaína, o extrato de algas age como osmólitos e, ou afeta a expressão gênica aumentando a tolerância das plantas ao estresse salino e hídrico (EINSET e CONNOLLY, 2009; BLUNDEN et al., 2010). Outro mecanismo de defesa da planta ao estresse salino que pode estar relacionado a utilização do extrato de algas é alguma forma de seletividade iônica de absorção ou translocação (KUMAR, 2014).

O Codasal[®] é composto, principalmente, por lignosulfonato de cálcio, agente complexante de íons metálicos e surfactante. Quando aplicado via água de irrigação promove a complexação de elementos catiônicos, além de facilitar a lixiviação do excesso de sais da zona ativa do sistema radicular das plantas. Portanto, reduzindo as perdas de produção decorrentes da utilização de água com elevados teores de sais e atenuando os riscos de salinização do solo (CARASSO & ARIZ, 1958; MACDONALD, 2005).

A utilização simultânea de Aminoagro Raiz[®] e Codasal[®] promove maior tolerância das plantas ao estresse salino, por apresentarem mecanismos diferentes de atenuação dos efeitos danosos dos sais às plantas e solo, causando sinergismo favorável.

REFERÊNCIAS

- BEZERRA, I. L.; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; LIMA, G. S.; BARBOSA, J. L. Physiological indices and growth of 'paluma' guava under saline water irrigation and nitrogen fertigation. **Revista Caatinga**, v. 31, n. 4, p. 808-816, 2018.
- BLUNDEN, G.; MORSE, P. F.; MATHE, I.; HOHMANN, J.; CRITCHLEY, A. T.; MORRELL, S. Betaine yields from marine algal species utilized in the preparation of seaweed extracts used in agriculture. **Natural Product Communications**, v. 5, n. 4, p. 581-585, 2010.
- BONIFÁCIO, B. F.; NOBRE, R. G.; SOUSA, A. S.; GOMES, E. M.; SILVA, E. M. SOUSA, L. P. Efeitos da adubação potássica e irrigação com águas salinas no crescimento de porta-enxerto de goiabeira. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 4, p. 971-980, 2018.
- CARASSO, F. M.; ARIZ, Y. **Process for reclaiming and improving saline and alkaline soils**. Depositante: Fred M. Carasso e Yuma Ariz. 2.860.448. Depósito: 11 Abr. 1955. Concessão: 18 Nov. 1958.
- CAVALCANTE, Í. H. L.; CAVALCANTE, L. F.; HU, Y.; CAVALCANTE, M. Z. B. Water salinity and initial development of four guava (*Psidium guajava* L.) cultivars in North-eastern Brazil. **Journal of Fruit and Ornamental Plant Research**, v. 15, p. 71-80, 2007.
- EINSET, J.; CONNOLLY, E. L. Glycine betaine enhances extracellular processes blocking ROS signaling during stress. **Plant Signaling & Behavior**, v. 4, n. 3, p. 197-199, 2009.
- FERREIRA, R. G.; TÁVORA, F. J. A. F.; HERNANDEZ, F. F. F. Distribuição da matéria seca e composição química das raízes, caule e folhas de goiabeira submetida a estresse salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 1, p. 79-88, 2001.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal**. 2023. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457#resultado>> Acesso em: 24 de Jan. de 2023.
- KHAN, W.; RAYIRATH, U. P.; SUBRAMANIAN, S.; JITHESH, M. N.; RAYORATH, P.; HODGES, D. M.; CRITCHLEY, A. T.; CRAIGIE, J. S.; NORRIE, J.; PRITHIVIRAJ, B. Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 28, p. 386-399, 2009.
- KUMAR, A. **Activity and mechanisms of *Ascophyllum nodosum* extract induced salinity tolerance in tomato**. 2014. 124p. Dissertação - University of Dalhousie, Halifax, 2014.
- MACDONALD, A. E. D. **Conditioner-fertilizer composition for modifying and improving the structure of saline soils and/or alkaline soils**. Depositante: Adalberto Enrique Duarte MacDonald. US 2005/0022570 A1. Depósito: 29 Jul. 2004. Concessão: 03 de Fev. 2005.
- NATALE, W.; COUTINHO, E. L. M.; PEREIRA, F. M.; BOARETTO, A. E. Nutrients Foliar Content for High Productivity Cultivars of Guava in Brazil. **Acta Horticulturae**, n. 594, p. 383-386, 2002.

2 ARTIGO I: PARÂMETROS FISIOLÓGICOS DE GOIABEIRA ‘PALUMA’ IRRIGADA COM ÁGUA SALINA E TRATADA COM FERTILIZANTES DE EFEITO BIOESTIMULANTE

2.1 RESUMO

A água de irrigação com elevado teores de sais causa estresse osmótico e iônico às plantas, os quais refletem no aparato fotossintético, culminado em menor produção. Na tentativa de prevenir ou reverter esses danos, está havendo elevada difusão de bioestimulantes, no entanto é necessário mais conhecimento sobre a real eficiência desses produtos. Nesse sentido, objetivou-se com este trabalho avaliar a aplicação dos fertilizantes de efeito bioestimulante Codasal® e Aminoagro Raiz® nos parâmetros fisiológicos de goiabeira ‘Paluma’ irrigada com água salina. O experimento foi montado em esquema fatorial (2 x 4), referente as pulverizações com Aminoagro Raiz® (Sem e Com) e aplicação de Codasal® e, ou Aminoagro Raiz® via irrigação (Sem, Codasal®, Aminoagro Raiz® e Codasal® + Aminoagro Raiz®), os tratamentos foram distribuídos em blocos ao acaso com quatro repetições. Verificou-se que os fertilizantes de efeito bioestimulante não surtiram efeito no índice de clorofila a, b e total e na relação clorofila a/b. Também não houve efeito dos tratamentos sobre a fluorescência inicial da folha adaptada ao claro (Fo’), fluorescência máxima da folha adaptada ao claro (Fm’) e fluorescência em equilíbrio dinâmico (Fs), fluorescência inicial da folha adaptada ao escuro (Fo) e fluorescência máxima da folha adaptada ao escuro (Fm), fluorescência variável da folha adaptada ao claro (Fv’), fluorescência variável da folha adaptada ao escuro (Fv), rendimento quântico efetivo do PS II ($\Delta F/Fm'$), rendimento quântico efetivo do PS II alternativo (Fv'/Fm'), rendimento quântico potencial do PS II (Fv/Fm), Rendimento quântico associado a assimilação de CO₂ (ΦCO_2), taxa de transporte de elétrons (ETR), dissipação fotoquímica (qP); dissipação não fotoquímica (qN) e dissipação não fotoquímica alternativa (NPQ). Com relação as variáveis relacionadas as trocas gasosas (assimilação líquida de CO₂ (A), condutância estomática (gs), transpiração (E), concentração interna de CO₂ (Ci) e eficiência de uso da água (EUA)) os resultados foram semelhantes as demais variáveis, ou seja, ausência de efeito dos produtos. Portanto, os fertilizantes de efeito bioestimulante não afetaram as variáveis fisiológicas de goiabeira ‘Paluma’.

Palavras-chave: *Psidium guajava*; fotossíntese; fluorescência da clorofila a; salinidade; lignosulfonato; extrato de algas.

2.2 ABSTRACT

Irrigation water with high levels of salts causes osmotic and ionic stress to the plants, which reflect on the photosynthetic apparatus, culminating in lower production. In an attempt to prevent or reverse this damage, there is a high diffusion of biostimulants, however more knowledge is needed about the real efficiency of these products. In this sense, the objective of this work was to evaluate the application of the fertilizers of biostimulant effect Codasal[®] and Aminoagro Raiz[®] on the physiological parameters of ‘Paluma’ guava tree irrigated with saline water. The experiment was set up in a factorial scheme (2 x 4), referring to the spraying with Aminoagro Raiz[®] (Without and With) and the application of Codasal[®] and, or Aminoagro Raiz[®] via irrigation (Without, Codasal[®], Aminoagro Raiz[®] and Codasal[®] + Aminoagro Raiz[®]), the treatments were distributed in randomized blocks with four replications. It was found that the fertilizers of biostimulant effect had no effect on the chlorophyll a, b and total index and on the chlorophyll a/b ratio. There was also no effect of treatments on initial light-adapted leaf fluorescence (Fo’), maximum light-adapted leaf fluorescence (Fm’) and steady state fluorescence (Fs), initial dark-adapted leaf fluorescence (Fo) and maximum dark-adapted leaf fluorescence (Fm), light-adapted leaf variable fluorescence (Fv’), dark-adapted leaf variable fluorescence (Fv), PS II effective quantum yield ($\Delta F/Fm'$), alternative PS II effective quantum yield (Fv'/Fm'), PS II potential quantum yield (Fv/Fm), quantum yield associated with CO₂ assimilation (ΦCO_2), electron transport rate (ETR), photochemical dissipation (qP); non-photochemical dissipation (qN) and alternative non-photochemical dissipation (NPQ). Regarding the variables related to gas exchange (net CO₂ assimilation (A), stomatal conductance (gs), transpiration (E), internal CO₂ concentration (Ci) and water use efficiency (WUE), the results were similar to the other variables, that is, absence of effect of the products. Therefore, fertilizers of biostimulant effect did not affect the physiological variables of ‘Paluma’ guava tree.

Keywords: *Psidium guajava*; photosynthesis; chlorophyll a fluorescence; salinity; lignosulfonate; seaweed extract.

2.3 INTRODUÇÃO

A goiabeira (*Psidium guajva* L.) é uma fruteira perene de clima tropical e subtropical, cultivada em todas as regiões do Brasil. No entanto, é na região Nordeste do país que há a maior área explorada com essa cultura, responsável por 48% da área total cultivada, o que corresponde à 10.525 ha (IBGE, 2022). Apesar da excelente adaptabilidade climática à região Nordeste, o cultivo comercial da goiabeira nos polos frutícolas, na maioria instalados na região semiárida, é dependente de irrigação, na qual é comum o uso de água com elevado teor de sais ($CE \geq 1,5 \text{ dS m}^{-1}$) (MEDEIROS et al., 2003; LIMA et al., 2020).

Considerando que a goiabeira é uma cultura sensível à salinidade, apresentando salinidade limiar de $0,8 \text{ dS m}^{-1}$ para a água de irrigação (TÁVORA et al., 2001), a exposição das plantas a salinidade superior ao limite descrito causa queda de produção (BEZERRA et al., 2018a; BEZERRA et al., 2019a) em função de alterações fisiológicas expressas através de indicadores como o teor de clorofila (EBERT et al., 2002; GHALATI et al., 2020), fluorescência da clorofila (STEFANOV et al., 2022) e trocas gasosas (BEZERRA et al., 2018a; BEZERRA et al., 2018b).

A salinidade da água de irrigação é uma problemática que pode ser convvida nos polos frutícolas do Nordeste através de tecnologias que proporcionem às plantas resistência aos efeitos deletérios, como alternativa podemos destacar os bioestimulantes compostos de extrato de algas e, ou de lignosulfonato. Os extratos de algas, geralmente, têm elevadas concentrações de compostos de amônia quartenária como glicina betaína, agindo como osmólitos e, ou afeta a expressão gênica aumentando a tolerância das plantas ao estresse salino (EINSET e CONNOLLY, 2009; BLUNDEN et al., 2010). Outro mecanismo de defesa da planta ao estresse salino que pode estar relacionado a utilização do extrato de algas, é alguma forma de seletividade iônica de absorção ou translocação (KUMAR, 2014).

O lignosulfonato é um agente quelante e surfactante (HUANG et al., 2019) que promove a complexação de cátions, facilitando a sua lixiviação da zona ativa do sistema radicular. Adicionalmente, aumenta a resistência das plantas ao estresse salino (SILVA et al., 2020), tendo ação similar aos fito-hormônios (ERTANI et al., 2011; ERTANI et al., 2019), incrementando o crescimento e melhorando a eficiência do aparato fotossintético (KOK et al., 2021).

Alguns bioestimulantes contém cálcio complexado, esse nutriente pode aliviar os efeitos do estresse salino em plantas como relatado por Bezerra et al. (2020). Os mecanismos de atenuação do estresse salino pelo cálcio, possivelmente, é devido ao sinergismo com o nitrogênio (CAVALCANTE et al., 2014), pela sua atuação como mensageiro secundário

(EISENACH e ANGELI, 2017), desencadeando uma cascata de reações que contribuem para proteção da planta ao estresse salino e pela função estrutural, ligando-se a pectatos na parede celular, atuando na manutenção da estabilidade da membrana plasmática (BAI et al., 2009).

Nesse contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar a aplicação de fertilizantes de efeito bioestimulante fornecido via foliar e via água de irrigação nos índices de clorofila, fluorescência da clorofila e trocas gasosas da goiabeira ‘Paluma’ irrigada com água salina.

2.4 MATERIAL E MÉTODOS

2.4.1 Localização e características da área experimental

O experimento foi instalado em pomar comercial (6°26'29,2"S, 36°14'01,3"W) de goiabeira ‘Paluma’ com três anos de implantado, com mudas propagadas por estaquia, localizado no Sítio Boca da Mata, Município de Picuí, Estado da Paraíba, Brasil. O clima da região é do tipo BSh de acordo com a classificação de Köppen, ou seja, semiárido quente com chuvas de verão e outono (MASCARENHAS et al., 2005). A precipitação pluviométrica durante a execução do experimento encontra-se na tabela 1, obtendo-se o total de 595,5 mm acumulados de chuva (AESAs, 2020).

Tabela 1. Distribuição da precipitação pluviométrica (mm) durante o período do experimento

----- 2019 -----					----- 2020 -----		
Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março
9,6	4,9	13,8	1,0	0,0	76,2	83,7	406,3

Fonte: AESAs, 2020.

O solo da área onde o pomar de goiabeira foi instalado em espaçamento de 6 x 6 m é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo (SIBCS, 2014). Antes do início do experimento realizou-se a amostragem do solo nas camadas de 0–20 e 20–40 cm para realizar a análise de fertilidade e física conforme manual de métodos da EMBRAPA (2017), também análise de salinidade conforme Richards (1954), os resultados estão apresentados na tabela 2.

Tabela 2. Atributos químicos (fertilidade e salinidade) e físicos de Latossolo Vermelho Amarelo cultivado com goiabeira ‘Paluma’ antes da aplicação dos tratamentos

Fertilidade												
Prof. (cm)	pH H ₂ O _(1:2,5)	P -- mg dm ⁻³ --	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ +Al ⁺³	Al ⁺³	Ca ⁺² cmol _c dm ⁻³	Mg ⁺²	SB	CTC	MOS -- g kg ⁻¹ --	
0-20	5,2	14,66	36,27	0,08	2,33	0,25	0,53	1,19	1,89	4,22	8,06	
20-40	4,6	6,58	32,00	0,08	2,06	0,50	0,20	0,89	1,25	3,31	3,71	
Física												
Prof. (cm)	Areia 2-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm	Argila < 0,002 mm	Ada	GF	Ds	Dp	Pt	Umidade (Mpa)			
	g kg ⁻¹			g kg ⁻¹	dag kg ⁻¹	kg m ⁻³	kg dm ⁻³	m ³ m ⁻³	g kg ⁻¹			
0-20	831	36	133	25	81,2	1,31	2,65	0,51	69	57	44	
20-40	801	25	174	25	85,6	1,21	2,67	0,55	77	64	49	
Salinidade												
Prof. (cm)	pH	CEes - dS m ⁻¹ -	SO ₄ ⁻²	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺ mmol _c L ⁻¹	K ⁺	CO ₃ ⁻²	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	RAS	Classificação
0-20	6,50	0,56	0,34	1,25	5,50	2,69	0,66	0,00	17,50	5,00	1,47	Normal
20-40	6,10	0,46	0,10	2,00	12,50	2,20	0,52	0,00	17,50	7,50	0,82	Normal

Fertilidade - P, K⁺, Na⁺: Extrator Mehlich 1; SB: Soma de bases trocáveis (Ca²⁺+Mg²⁺+K⁺+Na⁺); (H⁺+Al³⁺): Extrator acetato de cálcio 0,5 M; CTC: Capacidade de troca catiônica [SB + (H⁺+Al³⁺)]; Al³⁺, Ca²⁺, Mg²⁺: Extrator KCl 1 M; MOS: Matéria orgânica do solo pelo método Walkley-Black.

Atributos físicos – Ada: Argila dispersa em água; GF, Ds, Dp e Pt: Respectivamente grau de flocculação [GF = (argila – Ada/argila) x 100], densidade do solo, densidade de partícula e porosidade total [Pt = (Dp-Ds)/Dp].

Salinidade - CEes.: Condutividade Elétrica do extrato de saturação a 25 °C; RAS: Relação de Adsorção de Sódio {Na⁺/[(Ca²⁺+Mg²⁺)/2]^{1/2}}.

Fonte: Elaboração do autor, 2023.

2.4.2 Tratamentos e delineamento experimental

Os tratamentos foram organizados no esquema fatorial 2 x 4, referente, respectivamente, à aplicação foliar (com e sem) de Aminoagro Raiz[®] (BIO1) e à aplicação via água de irrigação dos seguintes fertilizantes de efeito bioestimulante: testemunha (sem bioestimulante), Codasal[®] (BIO2), BIO1 e BIO1 + BIO2. Assim, totalizando oito tratamentos. Os tratamentos foram dispostos em blocos ao acaso com quatro repetições, cada parcela experimental foi composta por cinco plantas, estabelecidas.

O Aminoagro raiz[®] é composto por resíduo orgânico agroindustrial de origem vegetal, extrato de algas, ureia, cloreto de potássio e água, cuja composição é carbono orgânico total (10%), aminoácidos livres (6,0%), lignosulfonato (2,6%), extrato de algas (2,0%), nitrogênio (11%) e potássio (1,0%). O outro fertilizante de efeito bioestimulante estudado foi o Codasal[®] composto por água; óxido de cálcio, lignosulfonatos e ácido nítrico. Com a seguinte composição relativa: cálcio (8,7%), lignosulfonatos (14,7%) e nitrogênio solúvel em água (6,0%).

As aplicações foliares do BIO1 foram realizadas aos 20, 62 e 132 dias após a poda de produção, na dose de 1,75 mL por planta, para essa finalidade preparou-se 60 litros de calda

com 280 mL do produto e aplicou-se com auxílio de pulverizador costal, com capacidade de 20 L, nas 160 plantas. As aplicações dos tratamentos via água de irrigação foram iniciadas aos 20 dias após a poda e repetidas quinzenalmente até completar 10 aplicações. Em cada aplicação utilizou-se 11,25 mL do BIO2 e 1,75 mL do BIO1 por planta. A quantidade de fertilizante de efeito bioestimulante de cada tratamento, via irrigação, foi diluída para 250 L de água e em seguida aplicada via microaspersão com vazão de 80 L h⁻¹. As respectivas doses de aplicação dos produtos foram realizadas de acordo com a recomendação dos fabricantes.

2.4.3 Correção do solo e adubações

A adubação mineral foi realizada semanalmente via fertirrigação, sendo aplicado 20 adubações, durante a safra, nas seguintes quantidades por planta: 44 g de N, 44 g de K e 2,44 g de P, usando como fonte ureia (45% de N), cloreto de potássio (60% de K₂O) e monoamônio fosfato (12% de N e 44% de P₂O₅). A adubação orgânica foi realizada após a poda de produção, sendo colocado 20 L de esterco bovino por planta, na projeção da copa. A análise química do esterco segue na tabela 3.

Tabela 3. Caracterização química do esterco bovino utilizado no experimento

C.O.	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Zn	Fe	Mn	B
g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹					
99,00	6,48	2,15	8,43	27,70	7,60	3,01	13,39	65,46	10.156,10	266,53	87,22

N, P, K, Ca e Mg: Digestão com H₂O₂ e H₂SO₄; S, Fe, Cu, Mn, Zn e Na: Digestão com HNO₃ e HClO₄; B: Extração por combustão via seca; C.O.: Oxidação via úmida com dicromato

Fonte: Elaboração do autor, 2023.

A correção do solo foi realizada conforme Santos e Quaggio (1996), visando elevar a saturação por bases para 70%, para tanto calculou-se a quantidade de corretivo para 8% (projeção da copa) da área total, a qual correspondeu a 700 g por planta de calcário dolomítico (41,68% CaO, 15,39% MgO, 100% de eficiência relativo e 113,74 de poder relativo de neutralização total - PRNT).

2.4.4 Caracterização da água e a irrigação

A irrigação foi realizada com água salina proveniente de poço profundo (Tabela 4), sendo aplicada lâmina de 80 L por planta com turno de rega de 36 h. Utilizou-se o sistema de microaspersão com vazão de 80 L h⁻¹.

Tabela 4. Análise de salinidade da água utilizada na irrigação

pH	CE dS m ⁻¹	SO ₄ ⁻²	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	K ⁺	CO ₃ ⁻²	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	RAS	Classificação
		----- mmol _e L ⁻¹ -----									
4,7	3,07	2,40	2,39	5,17	15,54	1,43	0,00	1,00	26,25	7,99	C4S3

C.E.: Condutividade Elétrica a 25 °C

RAS: Relação de Adsorção de Sódio

C4: Risco Multo Alto de Salinização

S3: Risco Alto de Sodicidade

Fonte: Elaboração do autor, 2023.

2.4.5 Variáveis analisadas

2.4.5.1 Índice da clorofila

A determinação da clorofila a, b e total foi realizada na época de plena produção de frutos, correspondente a 175 dias após a poda de produção. As leituras foram realizadas no terceiro par de folhas completamente desenvolvidas, contadas a partir do ápice, sendo realizada duas leituras por planta nas posições leste-oeste com clorofiLOG da Falker®. Também se calculou a razão entre a clorofila a e b.

2.4.5.2 Fluorescência da clorofila a

Na mesma data que foram realizadas as leituras do índice de clorofila, determinou-se a fluorescência da clorofila a, no terceiro par de folhas completamente desenvolvidas, contadas a partir do ápice, sendo realizada duas leituras por planta nas posições leste-oeste, com auxílio de fluorímetro modular, modelo 6400-40 da LI-COR, acoplado ao IRGA (Figura 1), nas folhas adaptadas ao claro foram quantificadas a fluorescência inicial (Fo'), fluorescência máxima (Fm') e fluorescência em equilíbrio dinâmico (Fs). Para adaptar as folhas ao escuro utilizou-se clipes foliares durante 30 minutos, e sequencialmente quantificou-se a fluorescência inicial da folha adaptada ao escuro (Fo) e fluorescência máxima da folha adaptada ao escuro (Fm).

Figura 1. Representação das leituras de troca gasosa e fluorescência da clorofila em goiabeira



Fonte: Elaboração do autor, 2023.

Após a obtenção dos dados de fluorescência, calculou-se a fluorescência variável da folha adaptada ao claro ($F_v' = F_m' - F_o'$); fluorescência variável da folha adaptada ao escuro ($F_v = F_m - F_o$); rendimento quântico efetivo do PS II ($\Delta F/F_m' = (F_m' - F_s)/F_m'$); rendimento quântico efetivo do PS II alternativo ($F_v'/F_m' = F_m' - F_o'/F_m'$) rendimento quântico potencial do PS II (F_v/F_m); rendimento quântico associado a assimilação de CO_2 ($\Phi CO_2 = (A - A_{dark})/I * \alpha_{leaf}$), em que: A é a taxa de assimilação líquida de CO_2 , A_{dark} é a taxa de assimilação líquida de CO_2 da folha adaptada ao escuro (ambas em μmol de CO_2 $m^{-2} s^{-1}$), I é a intensidade de fluxo de fótons incidente ($\approx 1.400 \mu mol$ de fótons $m^{-2} s^{-1}$) e α_{leaf} é absorvância foliar (0,87); taxa de transporte de elétrons ($ETR = ((F_m' - F_s)/F_m') f * I * \alpha_{leaf}$) (μmol $m^{-2} s^{-1}$), em que: f é a fração de quanta absorvida que é usada pelo fotossistema II, para este experimento considerou-se $f = 0,5$; Dissipação fotoquímica ($qP = (F_m' - F_s)/(F_m' - F_o')$); Dissipação não fotoquímica ($qN = (F_m - F_m')/(F_m - F_o')$) e Dissipação não fotoquímica alternativa ($NPQ = (F_m - F_m')/F_m'$).

2.4.5.3 Trocas gasosas

Concomitantemente a determinação da fluorescência da clorofila foi realizado as leituras de assimilação líquida de CO₂ (A, $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); condutância estomática (gs, $\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); transpiração (E, $\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e concentração interna de CO₂ (Ci, $\mu\text{mol mol}^{-1}$) utilizando-se analisador portátil de gás na fase infravermelho (IRGA) modelo LI-6400XT da LI-COR (Figura 1), adotando densidade de fluxo de fótons fotossintético (DFFF) de $1.400 \mu\text{mol de fótons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Com a obtenção de A e E foi calculado a eficiência de uso da água ($\text{EUA} = \text{A/E}$, $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ mmol}^{-1} \text{ de H}_2\text{O}$).

2.4.6 Análise estatística

Antes de proceder a análise de variância verificou-se a normalidade (Kolmogorov-Smirnov) e homoscedasticidade (Levene) dos dados, com o cumprimento desse critério realizou-se a análise de variância (F, $p \leq 0,05$) e teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$) com uso de pacote estatístico ExpDes.pt (FERREIRA et al., 2014) no software R CORE TEAM (2020).

2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.5.1 Índice de clorofila

A interação entre as formas de aplicação dos fertilizantes de efeito bioestimulante não foi significativa para os índices de clorofila a (C_{loa}), clorofila b (C_{lob}), clorofila total (C_{lot}) e relação clorofila a/clorofila b (C_{loa}/C_{lob}) de folhas de goiabeira (Tabela 5). Também é importante salientar que os tratamentos isolados não tiveram efeito sobre os índices avaliados (Tabela 5). A clorofila é o principal pigmento envolvido no processo fotossintético das plantas e qualquer alteração no seu teor (que está diretamente relacionado com o índice SPAD (Soil Plant Analysis Development)) (RUIZ-ESPINOZA et al., 2010) é um indicativo da magnitude do estresse sofrido pelas plantas (GHALATI et al., 2020).

Tabela 5. Valores de ‘F’ com as respectivas médias dos índices de clorofila a (Cloa), clorofila b (Clob), clorofila total (Clot) e relação clorofila a/clorofila b (Cloa/Clob) de folhas de goiabeira em função de formas de aplicação e tipo de fertilizante de efeito bioestimulante

Fonte de variação	Cloa	Clob	Clot	Cloa/Clob
AF (Valor ‘F’)	0,6039 ^{ns}	3,7449 ^{ns}	3,0747 ^{ns}	1,5746 ^{ns}
Sem	41,58a	14,73a	56,31a	2,85a
Com	40,99a	13,87a	54,86a	2,98a
AA (Valor ‘F’)	0,1654 ^{ns}	0,7653 ^{ns}	0,2779 ^{ns}	0,4979 ^{ns}
Testemunha	41,68a	13,89a	55,58a	3,01a
BIO2	40,96a	14,12a	55,08a	2,92a
BIO1	41,15a	14,39a	55,55a	2,88a
BIO1 + BIO2	41,35a	14,79a	56,14a	2,85a
AF x AA (Valor ‘F’)	0,2047 ^{ns}	1,7980 ^{ns}	0,1584 ^{ns}	1,5494 ^{ns}
CV (%)	5,2	8,73	4,19	9,72

ns: não significativo pelo teste de F a 5% de probabilidade; Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem entre si, pelo teste de F ou Scott-Knott ($p \leq 0,05$). FV = Fonte de variação; AF = aplicação foliar de BIO1; AA = aplicação via água de irrigação; BIO2 = fertilizante de efeito bioestimulante composto por cálcio (8,7%), lignosulfonatos (14,70%) e ácido nítrico (27%); BIO1 = fertilizante de efeito bioestimulante composto por carbono orgânico total (10%), aminoácidos livres (6,0%), lignosulfonatos (2,6%), extrato de algas (2,0%), nitrogênio (11%) e potássio (1,0%); CV: coeficiente de variação.

Fonte: Elaboração do autor, 2023.

Numerosos experimentos têm demonstrado o efeito negativo da salinidade sobre os teores de clorofila das plantas. Em trabalhos realizados por Ghalati et al. (2020) e Silva et al. (2017) com mudas de goiabeira, foi reportado que a salinidade da água de irrigação causa redução dos teores de clorofila a, b e total. Analogamente, Cardoso et al. (2020) e Nóbrega et al. (2020) relataram que a água de irrigação com elevada condutividade elétrica ($> 4,0 \text{ dS m}^{-1}$), causa redução no índice de clorofila das plantas. Em contraste, Cardoso et al. (2020), ainda, enfatizaram que o efeito danoso da água de irrigação com elevado teor de sais sobre a clorofila é atenuado com o uso de bioestimulante a base de extrato de algas. A aplicação de extratos de algas isolado ou combinado com ácidos fúlvicos também proporciona incremento no índice de clorofila total de goiabeira, com os valores variando de 41 a 56, próximos aos valores registrados no presente trabalho (MOSA et al., 2021). Adicionalmente, Ibrahim e Al-Sereh (2019), reportaram que a aplicação de bioestimulante a base de substâncias húmicas eleva o teor de clorofila de folhas de goiabeira.

Em experimento utilizando bioestimulante a base de extratos de algas, foi reportado que a aplicação foliar, proporciona incremento linear do índice de clorofila. No entanto, quando o bioestimulante é aplicado sob condições de estresse salino o índice de clorofila apresenta declínio na dose superior à 30 mL L^{-1} (SOUSA et al., 2018). No trabalho realizado por Nóbrega et al. (2021), os autores descreveram que a salinidade da água de irrigação causa declínio na relação entre a clorofila a e b, no entanto a aplicação de bioestimulante fabricado a

partir de extratos de *Ascophyllum nodosum* L., reverte o efeito do estresse salino causado sobre o teor de clorofila das plantas. É importante salientar que os valores da relação clorofila a/b do presente trabalho estão coerentes com os valores reportados por Lichtenthaler et al. (1981) para folhas de sombra, as quais apresentam relação clorofila a/b de aproximadamente 3/1.

2.5.2 Fluorescência da clorofila a

Para as variáveis relacionadas a fluorescência da clorofila, a interação entre as formas de aplicação dos fertilizantes de efeito bioestimulante não foi significativa (Tabela 6). Os tratamentos isolados também não apresentaram efeito significativo para as variáveis destacadas (Tabela 6). A fluorescência da clorofila é uma análise não destrutiva utilizada por numerosos cientistas para avaliar a integridade do aparato fotossintético em resposta a um estresse (por exemplo o estresse salino) (TSAI et al., 2019; SHIN et al., 2021; STEFANOV et al., 2022), e também serve como indicativo da capacidade da planta em reverter os efeitos do estresse em função da aplicação de um tratamento (ALKAHTANI et al., 2020; NÓBREGA et al., 2021; FEGHHENABI et al., 2022).

Tabela 6. Valores de 'F' com as respectivas médias das variáveis relacionadas a fluorescência da clorofila de folhas de goiabeira em função de formas de aplicação e tipo de fertilizante de efeito bioestimulante

Fonte de variação	Fo'	Fm'	Fs	Fo	Fm	Fv'	Fv	$\Delta F/Fm'$
AF (Valor 'F')	2,2975 ^{ns}	1,9528 ^{ns}	2,9501 ^{ns}	0,0823 ^{ns}	0,9149 ^{ns}	0,8293 ^{ns}	0,7017 ^{ns}	2,4646 ^{ns}
Sem	555,87a	1391,14a	1087,15a	250,00a	2601,78a	835,27a	2351,78a	0,20a
Com	584,94a	1467,98a	1180,11a	242,36a	2679,36a	883,03a	2437,00a	0,20a
AA (Valor 'F')	1,8333 ^{ns}	0,9397 ^{ns}	1,5211 ^{ns}	0,7735 ^{ns}	0,7009 ^{ns}	0,3961 ^{ns}	0,4087 ^{ns}	1,5669 ^{ns}
Testemunha	579,88a	1442,19a	1146,86a	250,74a	2698,29a	862,31a	2447,55a	0,21a
BIO2	596,34a	1499,33a	1222,69a	260,09a	2563,99a	902,99a	2303,90a	0,19a
BIO1	534,89a	1381,31a	1078,68a	262,05a	2697,20a	846,43a	2435,15a	0,22a
BIO1 + BIO2	570,51a	1395,40a	1086,29a	211,85a	2602,80a	824,88a	2390,95a	0,22a
AF x AA (Valor 'F')	1,1354 ^{ns}	0,8235 ^{ns}	0,4339 ^{ns}	2,0060 ^{ns}	1,1707 ^{ns}	1,0604 ^{ns}	0,9702 ^{ns}	0,1032 ^{ns}
CV (%)	9,51	10,88	13,50	30,59	8,69	17,26	12,02	16,44
Continuação	Fv'/Fm'	Fv/Fm	ΦCO_2	ETR	qP	qN	NPQ	
AF (Valor 'F')	0,0064 ^{ns}	0,2844 ^{ns}	0,3123 ^{ns}	2,4397 ^{ns}	1,5729 ^{ns}	0,0299 ^{ns}	0,1977 ^{ns}	
Sem	0,59 a	0,90a	0,015a	135,50a	0,38a	0,58a	0,90a	
Com	0,59a	0,91a	0,016a	123,71a	0,35a	0,58a	0,87a	
AA (Valor 'F')	0,3387 ^{ns}	0,4519 ^{ns}	1,2686 ^{ns}	1,5512 ^{ns}	1,4072 ^{ns}	1,4807 ^{ns}	2,2687 ^{ns}	
Testemunha	0,59a	0,90a	0,016a	127,66a	0,36a	0,58a	0,90a	
BIO2	0,60a	0,90a	0,016a	117,09a	0,33a	0,53a	0,74a	
BIO1	0,61a	0,90a	0,013a	136,60a	0,38a	0,61a	0,99a	
BIO1 + BIO2	0,58a	0,92a	0,017a	137,07a	0,39a	0,59a	0,91a	
AF x AA (Valor 'F')	1,5489 ^{ns}	1,4725 ^{ns}	1,2445 ^{ns}	0,1043 ^{ns}	0,3162 ^{ns}	1,0111 ^{ns}	2,1610 ^{ns}	
CV (%)	8,33	4,21	31,38	16,47	18,42	13,04	22,11	

ns: não significativo pelo teste de F a 5% de probabilidade; Médias seguidas por letras iguais na linha não diferem entre si, pelo teste de F ou Scott-Knott ($p \leq 0,05$). AF = aplicação foliar de BIO1; AA = aplicação via água de irrigação; BIO2 = fertilizante de efeito bioestimulante composto por cálcio (8,7%), lignosulfonatos (14,70%) e ácido nítrico (27%); BIO1 = fertilizante de efeito bioestimulante composto por carbono orgânico total (10%), aminoácidos livres (6,0%), lignosulfonatos (2,6%), extrato de algas (2,0%), nitrogênio (11%) e potássio (1,0%); CV: coeficiente de variação.

Fluorescência inicial da folha adaptada ao claro (Fo'), fluorescência máxima da folha adaptada ao claro (Fm') e fluorescência em equilíbrio dinâmico (Fs), fluorescência inicial da folha adaptada ao escuro (Fo) e fluorescência máxima da folha adaptada ao escuro (Fm), fluorescência variável da folha adaptada ao claro (Fv'), fluorescência variável da folha adaptada ao escuro (Fv), rendimento quântico efetivo do PS II ($\Delta F/Fm'$), rendimento quântico efetivo do PS II alternativo (Fv'/Fm'), rendimento quântico potencial do PS II (Fv/Fm), rendimento quântico associado a assimilação de CO₂ (ΦCO_2 ($\mu mo l \mu mol^{-1}$)), taxa de transporte de elétrons (ETR ($\mu mol m^{-2} s^{-1}$)), dissipação fotoquímica (qP); dissipação não fotoquímica (qN) e dissipação não fotoquímica alternativa (NPQ).

Fonte: Elaboração do autor, 2023.

A técnica de medição da fluorescência da clorofila em plantas tem como princípio do método a dissipação da energia da luz incidente sobre a folha na forma de calor, fluorescência e fotoquímica (HANELT, 2018).

Qualquer alteração numa das três formas de dissipação de energia luminosa pelas folhas reflete nas demais, portanto, a medida da fluorescência máxima da folha adaptada ao escuro (Fm) fornece um indicativo da ocorrência de alterações na dissipação fotoquímica e consequentemente sobre a integridade do aparato fotossintético. Isso pode ser evidenciado no trabalho de Feghhenabi et al. (2022), os quais reportaram que as plantas quando são

submetidas a estresse salino, ocorre aumento da Fm. Melo et al. (2017) também reportaram alteração da Fm causada pelo estresse salino da água de irrigação, no entanto, houve redução dos valores da Fm a medida que se elevou os níveis da condutividade elétrica da água. Adicionalmente, foi constatado por Nóbrega et al. (2021) que a salinidade da água de irrigação causa declínio da Fm de plantas, os mesmos autores, ainda, relataram que a adição de bioestimulante a base de extrato de algas eleva a Fm até a dose de 4,1 mL L⁻¹.

A fluorescência inicial da folha adaptada ao escuro (Fo) é outra medida básica da fluorescência da clorofila que pode ser utilizada para expressar a integridade do aparato fotossintético, Azevedo Neto et al., (2011) relataram que o Fo pode ser utilizado como indicativo de danos causados pela salinidade no aparato fotossintético das plantas. Em trabalho realizado por Melo et al. (2017), os autores reportaram que a salinidade da água de irrigação causa aumento da Fo em plantas. Em contraste foi reportado por Nóbrega et al., (2021), que a salinidade da água de irrigação causou declínio linear da Fo. Os mesmos autores enfatizaram que o bioestimulante a base de extratos de algas incrementa os valores de Fo até a dose de 3,6 mL L⁻¹.

A fluorescência variável (Fv) é mais sensível que a Fo e Fm em expressar possíveis danos causados pelo estresse salino (OLIVEIRA et al., 2018). No entanto, foi reportado por Bezerra et al., (2019b) que as três variáveis (Fo, Fm e Fv) não foram alteradas pelo estresse salino da água de irrigação com condutividade elétrica de 4,0 dS m⁻¹ em maracujazeiro. Já Nóbrega et al. (2021) reportaram que a salinidade da água de irrigação com condutividade elétrica de 5,5 dS m⁻¹ reduz em 8,2% a Fv de plantas quando comparada com as irrigadas com água com condutividade elétrica de 0,5 dS m⁻¹, os mesmos autores enfatizaram que a aplicação de bioestimulante a base de extratos de algas causa incremento na Fv.

Em estudos de salinidade a variável da fluorescência da clorofila mais utilizado para expressar possíveis alterações do aparato fotossintético é o rendimento quântico potencial do PSII (Fv/Fm) (SOUZA et al., 2021; SILVA et al., 2022; KHEDR et al., 2022). O estresse salino causa danos no aparato fotossintético que reflete na Fv/Fm (OLIVEIRA et al., 2018). No entanto, Silva et al. (2022) relatou que a utilização de bioestimulante a base de extrato de algas e ácidos fúlvicos incrementa a Fv/Fm em 4,38% de plantas sob estresse salino. O efeito de melhora na Fv/Fm também foi reportada por Khedr et al. (2022), em trabalho no qual utilizou ácidos húmicos em plantas cultivadas sob condições de estresse salino. Os autores supracitados registraram valores de Fv/Fm em torno de 0,8, inferiores ao Fv/Fm descrito neste

trabalho. Adicionalmente, foi relatado por Shin et al. (2021) que 0,8 é valor de F_v/F_m , normalmente encontrado em plantas não estressadas.

As variáveis básicas da fluorescência obtidos de folhas adaptadas a luz (fluorescência em equilíbrio dinâmico - F_s , fluorescência inicial - F_o' e fluorescência máxima - F_m') seguem o mesmo princípio dos obtidos nas folhas adaptadas ao escuro. No entanto, raramente, são utilizados para expressar a integridade do aparato fotossintético em trabalhos sobre salinidade em plantas. Já os seus análogos (rendimento quântico efetivo do PSII - $\Delta F/F_m'$ e rendimento quântico efetivo do PSII alternativo - F_v'/F_m') são utilizados com mais frequência para exprimir a proporção de energia luminosa que está sendo utilizada pelo fotossistema II, sendo um indicador de dano causado pelo estresse salino no aparato fotossintético. É possível constatar isso pelos resultados apresentados por Silva et al. (2011), Shin et al. (2021), Feghhenabi et al. (2022) e Stefanov et al. (2022), os quais relataram que a $\Delta F/F_m'$ e F_v'/F_m' de plantas decresceu em resposta ao estresse salino. Quando comparamos os valores de $\Delta F/F_m'$ (0,21) e F_v'/F_m' (0,59) registrados no presente estudo com os valores apresentados por Shin et al. (2021) constatou-se que os resultados de $\Delta F/F_m'$ está abaixo do recomendado para plantas com ausência de estresse salino, no entanto os valores de F_v'/F_m' estão coerentes para plantas não estressadas.

O rendimento quântico associado a assimilação de CO_2 (ΦCO_2) apresenta correlação linear com $\Delta F/F_m'$ e fornece uma estimativa da taxa de transporte linear de elétrons (ETR) (GENTY et al., 1989; PIETRINI e MASSACCI, 1998). Neste trabalho o valor médio de ΦCO_2 foi em torno de 0,016 μmol de $CO_2/\mu mol$ de fótons, fazendo o inverso pode-se encontrar a quantidade de energia necessário para reduzir 1 mol de CO_2 , a qual é aproximadamente 62,5 mol de fótons.

A ETR é um importante sensor de dano provocado pelo estresse salino em plantas, sendo reportado por vários cientistas que o estresse salino reduz a ETR (NETONDO et al., 2004; FENG et al., 2019; STEFANOV et al., 2022; FEGHHENABI et al., 2022). A aplicação de bioestimulante pode reverter o efeito maléfico da salinidade sobre a ETR, favorecendo seu incremento. No trabalho de Bulgari et al. (2019), os autores reportaram que a aplicação do bioestimulante Retrosal® causou efeito positivo na ETR de plantas sob estresse salino. Em trabalho realizado por Silva et al. (2022), no qual foi utilizado bioestimulante a base de extrato de algas e ácidos fúlvicos como atenuante do estresse salino, foi descrito que a aplicação do bioestimulante incrementou a ETR em 33,94%.

No que se refere a dissipação fotoquímica (qP), essa variável denota a proporção de excítons capturados pela quinona a (Qa) oxidada e sendo convertidas em energia química no centro de reação do PSII (KRAUSE e WEIS, 1991), portanto, fornece a proporção de centros de reação do PSII abertos (AZEVEDO NETO et al., 2011).

Quando a planta está sob estresse salino pode ocorrer decréscimo da qP em detrimento a outros processos de dissipação de energia luminosa, como reportado por Azevedo Neto et al. (2011) e Najar et al. (2018), que evidenciaram declínio nos valores da qP e aumento da dissipação não-fotoquímica (qN e NPQ) de plantas sob estresse salino. Adicionalmente, foi reportado por Shin et al. (2021) que o estresse salino severo e prolongado causa redução tanto da qP bem como da qN e NPQ.

2.5.3 Trocas gasosas

Não houve diferença significativa para a interação entre as formas de aplicação dos fertilizantes de efeito bioestimulante sobre a A, gs, E, Ci e EUA (Tabela 7). Também não houve efeito dos tratamentos isolados sobre as variáveis supracitadas (Tabela 7). Diversos cientistas têm demonstrado que o estresse salino causa alterações nas variáveis de trocas gasosas de goiabeira. Em trabalhos realizados por Bezerra et al. (2018a), (2018b) e (2018c) foi constatado que o estresse salino reduziu a A, gs, E, Ci e EUA de goiabeira. Em pesquisa realizada por Lacerda et al. (2022), os autores também reportaram que o estresse salino causa declínio nas variáveis de trocas gasosas de goiabeira.

Tabela 7. Valores de ‘F’ com as respectivas médias da assimilação líquida de CO₂ (A), condutância estomática (gs), transpiração (E), concentração interna de CO₂ (Ci) e eficiência de uso da água (EUA = A/E) de folhas de goiabeira em função de formas de aplicação e tipo de fertilizante de efeito bioestimulante

Fonte de variação	A _(μmol m⁻² s⁻¹)	gs _(mol m⁻² s⁻¹)	E _(mmol m⁻² s⁻¹)	Ci _(μmol mol⁻¹)	EUA _(μmol mmol⁻¹)
AF (Valor ‘F’)	2,2371 ^{ns}	1,3750 ^{ns}	0,9056 ^{ns}	0,1475 ^{ns}	0,2629 ^{ns}
Sem	19,37a	0,56a	9,06a	308,84a	2,18a
Com	18,16a	0,46a	8,57a	306,80a	2,14a
AA (Valor ‘F’)	1,3018 ^{ns}	0,9198 ^{ns}	1,2579 ^{ns}	0,5262 ^{ns}	0,2963 ^{ns}
Testemunha	18,03a	0,42a	8,19a	303,44a	2,22a
BIO2	18,02a	0,46a	8,45a	307,86a	2,17a
BIO1	19,09a	0,61a	9,28a	312,82a	2,11a
BIO1 + BIO2	19,92a	0,54a	9,33a	307,17a	2,15a
AF x AA (Valor ‘F’)	0,2353 ^{ns}	0,6269 ^{ns}	0,4238 ^{ns}	0,5233 ^{ns}	0,5619 ^{ns}
CV (%)	12,14	47,91	16,43	4,88	10,43

ns: não significativo pelo teste de F a 5% de probabilidade; Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem entre si, pelo teste de F ou Scott-Knott ($p \leq 0,05$). AF = aplicação foliar de BIO1; AA = aplicação via água de irrigação; BIO2 = fertilizante de efeito bioestimulante composto por cálcio (8,7%), lignosulfonatos (14,70%) e ácido nítrico (27%); BIO1 = fertilizante de efeito bioestimulante composto por carbono orgânico total (10%), aminoácidos livres (6,0%), lignosulfonatos (2,6%), extrato de algas (2,0%), nitrogênio (11%) e potássio (1,0%); CV: coeficiente de variação.

Fonte: Elaboração do autor, 2023.

Nos últimos anos foram publicados vários trabalhos destacando o efeito positivo da aplicação de bioestimulantes sob as trocas gasosas de plantas, como exemplo, pode-se destacar a pesquisa realizada por Zaremanesh et al. (2019), os quais avaliaram o efeito da aplicação de ácido húmico em plantas sob estresse salino, foi constatado que o ácido húmico ocasionou melhora na A, gs e E das plantas. A aplicação de bioestimulante a base de extratos de algas também proporcionou resultado positivo da A, gs e E de plantas sob estresse salino (ROUPHAEL et al., 2017). Para finalizar, foi relatado por Kok et al. (2021) que o bioestimulante lignosulfonato aumenta a atividade da enzima rubisco e torna as plantas mais resistentes aos estresses bióticos e abióticos.

É possível afirmar a partir dos resultados das avaliações fisiológicas que o estresse salino não foi suficiente para causar danos ao aparato fotossintético das plantas de goiabeira, isso ocorreu, possivelmente, pela ocorrência de chuvas no período que antecedeu as avaliações fisiológicas, possibilitando uma condição de ausência de estresse salino devido a lixiviação dos sais do solo. Portanto, na ausência de estresse os efeitos dos bioestimulantes podem ser anulados ou amenizados como relatado por Carmo et al. (2021), por esse motivo as variáveis fisiológicas de goiabeira ‘Paluma’ não foram afetadas significativamente pelos fertilizantes de efeito bioestimulante.

2.6 CONCLUSÕES

A aplicação do Aminoagro raiz[®] via foliar ou Aminoagro raiz[®] e Codasal[®] via irrigação não afeta os índices de clorofila, a fluorescência da clorofila a e as trocas gasosas de goiabeira ‘Paluma’ irrigada com água salina. A ausência de efeito dos fertilizantes de efeito bioestimulante sobre as variáveis fisiológicas pode ter ocorrido em função da época que foram feitas as leituras, período com presença de precipitação pluviométrica, portanto, reduzindo ou eliminando o efeito danoso dos sais da água de irrigação sobre as plantas.

REFERÊNCIAS

- ALKAHTANI, M. D. F.; ATTIA, K. A.; HAFEZ, Y. M.; KHAN, N.; EID, A. M.; ALI, M. A. M.; ABDELAAL, K. A. A. Chlorophyll fluorescence parameters and antioxidant defense system can display salt tolerance of salt acclimated sweet pepper plants treated with chitosan and plant growth promoting rhizobacteria. **Agronomy**, v. 10, n. 8, p. 1-20, 2020.
- Agência executiva de gestão de águas - AESA. **Meteorologia – Chuvas**. 2020. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/meteorologia-chuvas/formdate=20201122&produto=municipio&periodo=personalizado>> Acesso em: 22 de Nov. de 2020.
- AZEVEDO NETO, A. D.; PEREIRA, P. P. A.; COSTA, D. P.; DOS SANTOS, A. C. C. Fluorescência da clorofila como uma ferramenta possível para seleção de tolerância à salinidade em girassol. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 4, p. 893-897, 2011.
- BAI, J. G.; XU, P. L.; ZONG, C. S.; WANG, C. Y. Effects of Exogenous Calcium on Some Postharvest Characteristics of Cut Gladiolus. **Agricultural Sciences in China**, v. 8, n. 3, p. 293–303, 2009.
- BEZERRA, I. L.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; BARBOSA, J. L.; FÁTIMA, R. T.; ELIAS, J. J.; SOUZA, L. P.; AZEVEDO, F. L. Physiological alterations and production of guava under water salinity and nitrogen fertilizer application. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 39, n. 5, p. 1945-1956, 2018a.
- BEZERRA, I. L.; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; LIMA, G. S.; BARBOSA, J. L. Physiological indices and growth of ‘Paluma’ guava under saline water irrigation and nitrogen fertigation. **Revista Caatinga**, v. 31, n. 4, p. 808-816, 2018b.
- BEZERRA, I. L.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; LIMA, G. S.; SANTOS, J. B.; FERNANDES, P. D. Interaction between soil salinity and nitrogen on growth and gaseous exchanges in guava. **Revista Ambiente e Água**, v. 13, n. 3, e2130, 2018c.
- BEZERRA, I. L.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; LIMA, G. S.; LACERDA, C. F.; LIMA, B. G. F.; BONIFÁCIO, B. F. Water salinity and nitrogen fertilization in the production and quality of guava fruits. **Bioscience Journal**, v. 35, n. 3, p. 837-848, 2019a.
- BEZERRA, M. A. F.; CAVALCANTE, L. F.; BEZERRA, F. T. C.; SILVA, A. R.; OLIVEIRA, F. F.; MEDEIROS, S. A. S. Saline water, pit coating and calcium fertilization on chlorophyll, fluorescence, gas exchange and production in passion fruit. **Journal of Agricultural Science**, v. 11, n. 2, p. 319-329, 2019b.
- BEZERRA, M. A. F.; CAVALCANTE, L. F.; BEZERRA, F. T. C.; PEREIRA, W. E.; NASCIMENTO NETO, E. C. Calcium as salinity mitigator on the production components of passion fruit cultivated in protected pits. **Revista Caatinga**, v. 33, n. 2, p. 500 - 508, 2020.
- BLUNDEN, G.; MORSE, P. F.; MATHE, I.; HOHMANN, J.; CRITCHLEY, A. T.; MORRELL, S. Betaine yields from marine algal species utilized in the preparation of seaweed extracts used in agriculture. **Natural Product Communications**, v. 5, n. 4, p. 581-585, 2010.

BULGARI, R.; TRIVELLINI, A.; FERRANTE, A. Effects of two doses of organic extract-based biostimulant on greenhouse lettuce grown under increasing NaCl concentrations. **Frontiers in Plant Science**, v. 9, 1870, 2019.

CARMO, M. A. P.; CARVALHO, M. L. M.; SANTOS, H. O.; ROCHA, D. K.; OLIVEIRA, J. A.; SOUZA, V. F.; GUARALDO, M. M. S.; MESQUITA, C. A. M. Bioestimulantes aplicados em sementes e plantas de milho doces sob condições de estresse abiótico. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 3, p. 31727-31741, 2021.

CAVALCANTE, L. F.; LOPES, E.; DINIZ, A. A.; SEABRA FILHO, G. Q.; DANTAS, T. A. G.; NUNES, J. C. Produção e composição mineral do maracujazeiro amarelo com adubação foliar de cálcio-primeira safra. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 35, n.1, p.69-80, 2014.

CARDOSO, A. P. M.; MOURA, E. A.; OLIVEIRA, L. M.; MENDONÇA, L. M. F.; FIGUEIREDO, F. R. A.; CELEDÔNIO, W. F.; MENDONÇA, V. Production of formosa papaya seedlings irrigated with wastewater and application of biostimulant. **Comunicata Scientiae**, v. 11, e3153, 2020.

EISENACH, C.; ANGELI, A. Ion transport at the vacuole during stomatal movements. **Plant Physiology**, v. 175, n. 1, p. 520-530, 2017.

LIMA, B. R.; OLIVEIRA, E. P.; DONATO JÚNIOR, E. P.; BEBÉ, F. V. Uso e qualidade de água subterrânea utilizada por agricultores familiares no Território Sertão Produtivo, Estado da Bahia, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 7, n. 16, p. 679-689, 2020.

MASCARENHAS, J. C.; BELTRÃO, B. A.; SOUZA JUNIOR, L. C.; MORAIS, F.; MENDES, V. A.; MIRANDA, J. L. F. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea: Diagnóstico do município de Picuí, estado da Paraíba**. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005. 10 p.

EBERT, G.; EBERLE, J.; ALI-DINAR, H.; LÜDDERS, P. Ameliorating effects of $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ on growth, mineral uptake and photosynthesis of NaCl-stressed guava seedlings (*Psidium guajava* L.). **Scientia Horticulturae**, v. 93, p. 125-135, 2002.

EINSET, J.; CONNOLLY, E. L. Glycine betaine enhances extracellular processes blocking ROS signaling during stress. **Plant Signaling & Behavior**, v. 4, n. 3, p. 197-199, 2009.

EMBRAPA SOLOS – Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 3ª ed. Brasília, EMBRAPA. 2017. 573p.

ERTANI, A.; FRANCIOSO, O.; TUGNOLI, V.; RIGHI, V.; NARDI, S. Effect of commercial lignosulfonate-humate on *Zea mays* L. metabolism. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, p. 11940-11948, 2011.

ERTANI, A.; NARDI, S.; FRANCIOSO, O.; PIZZEGHELLO, D.; TINTI, A.; SCHIAVON, M.; Metabolite-targeted analysis and physiological traits of *Zea mays* L. in response to application of a leonardite-humate and lignosulfonate-based products for their evaluation as potential biostimulants. **Agronomy**, v. 9, p. 1-19, 2019.

FEGHHENABI, F.; HADI, H.; KHODAVERDILOO, H.; VAN GENUCHTEN, M. T.; LAKE, L. Quantitative evaluation of silicon applications on wheat response to salinity: changes in photosynthetic pigments, chlorophyll fluorescence parameters, yield and yield components. **Crop & Pasture Science**, 2022.

FENG, X.; GUO, K.; YANG, C.; LI, J.; CHEN, H.; LIU, X. Growth and fruit production of tomato grafted onto wolfberry (*Lycium chinense*) rootstock in saline soil. **Scientia Horticulturae**, v. 255, p. 298-305, 2019.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. ExpDes: An R Package for ANOVA and Experimental Designs. **Applied Mathematics**, v. 5, p. 2952-2958, 2014.

GENTY, B.; BRIANTAIS, J. M.; BAKER, N. R. The relationship between the quantum yield of photosynthetic electron transport and quenching of chlorophyll fluorescence. **Biochimica et Biophysica Acta**, v. 990, n. 1, p. 87-92, 1989.

GHALATI, R. E.; SHAMILI, M.; HOMAEI, A. Effect of putrescine on biochemical and physiological characteristics of guava (*Psidium guajava* L.) seedlings under salt stress. **Scientia Horticulturae**, v. 261, 108961, 2020.

HANELT, D. Photosynthesis assessed by chlorophyll fluorescence. In: HÄDER D. P., ERZINGER G. S. (ed) **Bioassays Advanced Methods and Applications**. Elsevier, 2018, p.169-198

HUANG, J.; FU, S.; GAN, L. **Lignin Chemistry and Applications**. Amsterdam, Elsevier. 2019. 270p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal**. 2022. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457>> Acesso em: 29 de Set. de 2022.

IBRAHIM, M. A.; AL-SEREH, E. A. Effect of foliar spray with potassium humate and green tea extract on some of the vegetative characteristics of guava (*Psidium guajava* L. cv. local) seedlings. **Plant Archives**, v. 19, Supplement 1, p. 404-408, 2019.

KHEDR, R. A.; SOROUR, S. G. R.; ABOUKHADRAH, S. H.; EL SHAFEY, N. M.; ELSALAM, H. E. A.; EL-SHARNOUBY, M. E.; EL-TAHAN, A. M. Alleviation of salinity stress effects on agro-physiological traits of wheat by auxin, glycine betaine, and soil additives. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 29, p. 534–540, 2022.

KUMAR, A. **Activity and mechanisms of *Ascophyllum nodosum* extract induced salinity tolerance in tomato**. 2014. 124p. Dissertação - University of Dalhouse, Halifax, 2014.

KOK, A. D. X.; TAN, N. P.; ABDULLAH, W. M. A. N. W.; TANG, C. N.; LOW, L. Y.; YUSWAN, M. H.; ABDULLAH, J. O.; LAI, K. S. Sodium lignosulfonate improves shoot growth of *Oryza sativa* via enhancement of photosynthetic activity and reduced accumulation of reactive oxygen species. **Scientific Reports**, v. 11, 13226, 2021.

KRAUSE, H.; WEIS, E. Chlorophyll fluorescence and photosynthesis: the basics. **Annual Review Plant Physiology**, v. 42, p. 313-349, 1991.

LACERDA, C. N.; LIMA, G. S.; SOARES, L. A. A.; FATIMA, R. T.; GHEYI, H. R.; AZEVEDO, C. A. V. Morphophysiology and production of guava as a function of water salinity and salicylic acid. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.26, n.6, p. 451-458, 2022.

LICHTENTHALER, H. K.; BUSCHMANN, C.; DÖLL, M.; FIETZ, H.-J.; BACH, T.; KOZEL, U.; MEIER, D.; RAHMSDORF, U. Photosynthetic activity, chloroplast ultrastructure, and leaf characteristics of high-light and low-light plants and of sun and shade leaves. **Photosynthesis Research**, v. 2, p. 115–141, 1981.

MEDEIROS, J. F.; LISBOA, R. A.; OLIVEIRA, M.; SILVA JÚNIOR, M. J.; ALVES, L. P. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, n. 3, p. 469-472, 2003.

MELO, H. F.; SOUZA, E. R.; CUNHA, J. C. Fluorescence of chlorophyll a and photosynthetic pigments in *Atriplex nummularia* under abiotic stresses. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.21, n.4, p.232-237, 2017.

MOSA, W. F. A.; SAS-PASZT, L.; GÓRNIK, K.; ALI, H. M.; SALEM, M. Z. M. Vegetative growth, yield and fruit quality of guava (*Psidium guajava* L.) cv. Maamoura as affected by biostimulants. **BioResources**, v. 16, n. 4, p. 7379-7399, 2021.

NAJAR, R.; AYDI, S.; SASSI-AYDI, S.; ZARAI, A.; ABDELLY, C. Effect of salt stress on photosynthesis and chlorophyll fluorescence in *Medicago truncatula*, **Plant Biosystems**, 2018.

NETONDO, G. W.; ONYANGO, J. C.; BECK, E. Sorghum and salinity: II. gas exchange and chlorophyll fluorescence of sorghum under salt stress. **Crop Science**, v. 44, p. 806-811, 2004.

NÓBREGA, J. S.; BRUNO, R. L. A.; FIGUEIREDO, F. R. A.; SILVA, T. I.; FÁTIMA, R. T.; RIBEIRO, J. E. S.; FERREIRA, J. T. A.; NASCIMENTO, R. G. S. Acúmulo de biomassa e pigmentos fotossintéticos em plantas de *Mesosphaerum suaveolens* (L.) Kuntze sob estresse salino e doses de ácido salicílico. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 5, e121953286, 2020.

NÓBREGA, J. S.; FÁTIMA, R. T.; FERREIRA, J. T. A.; FIGUEIREDO, F. R. A.; MELO, M. F.; CELEDÔNIO, W. F.; PAIVA, F. J. S.; DIAS, T. J. Photochemical efficiency, biomass and chlorophyll of phyális under salinity and biostimulant. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 16, n. 2, e9047, 2021.

OLIVEIRA, W. J.; SOUZA, E. R.; SANTOS, H. R. B.; SILVA, Ê. F. F.; DUARTE, H. H. F.; MELO, D. V. M. Fluorescência da clorofila como indicador de estresse salino em feijão caupi. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 12, n. 3, p. 2592 - 2603, 2018.

PIETRINI, F.; MASSACCI, A. Leaf anthocyanin content changes in *Zea mays* L. grown at low temperature: Significance for the relationship between the quantum yield of PSII and the apparent quantum yield of CO₂ assimilation. **Photosynthesis Research**, v. 58, p. 213–219, 1998.

RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils**. USDA - United States Department of Agriculture, 1954. N°. 60, 166p.

ROUPHAEL, Y.; DE MICCO, V.; ARENA, C.; RAIMONDI, G.; COLLA, G.; DE PASCALE, S. Effect of *Ecklonia maxima* seaweed extract on yield, mineral composition, gas exchange, and leaf anatomy of zucchini squash grown under saline conditions. **Journal of Applied Phycology**, v. 29, p. 459–470, 2017.

RUIZ-ESPINOZA, F. H.; MURILLO-AMADOR, B.; HERNÁNDEZ, J. L. G.; FENECH-LARIOS, L.; RUEDA-PUENTE, E. O.; TROYO-DIÉGUEZ, E.; KAYA, C.; BELTRÁN-MORALES, A. Field evaluation of the relationship between chlorophyll content in basil leaves and a portable chlorophyll meter (SPAD-502) readings. **Journal of Plant Nutrition**, v. 33, n. 3, p. 423–438, 2010.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna, Austria, R Foundation for Statistical Computing, 2020.

SANTOS, R. R.; QUAGGIO, J. A. Goiaba. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1996. p. 143. (Boletim Técnico, 100)

SHIN, Y. K.; BHANDARI, S. R.; LEE, J. G. Monitoring of salinity, temperature, and drought stress in grafted watermelon seedlings using chlorophyll fluorescence. **Frontiers in Plant Science**, v. 12, 786309, 2021.

SILVA, E. N.; RIBEIRO, R. V.; SILVA, S. L. F.; VIÉGAS, R. A.; SILVEIRA, J. A. G. Salt stress induced damages on the photosynthesis of physic nut young plants. **Scientia Agricola**, v. 68, n. 1, p. 62–68, 2011.

SILVA, E. M.; NOBRE, R. G.; SOUZA, L. P.; PINHEIRO, F. W. A.; LIMA, G. S.; GHEYI, H. R.; ALMEIDA, L. L. S. Physiology of ‘Paluma’ guava under irrigation with saline water and nitrogen fertilization. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 38, n. 2, p. 623–634, 2017.

SILVA, H. S.; CAVALCANTE, L. F.; SILVA, E. C.; OLIVEIRA, G. M.; SOUZA, A. P.; ANDRADE, R. A. Codasal® atenua os efeitos deletérios da salinidade da água de irrigação em melanciaira. In: INOVAGRI Meeting Virtual, 2020, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: INOVAGRI, 2020. Disponível em: <https://icolibri.com.br/2020/public/biblioteca/inovagri-meeting-virtual-2020/RES2190141>. Acesso em: 25 de jan. de 2022.

SILVA, B. A.; CASTRO, C. S.; SILVA, J. S.; COSTA, R. S.; CARDOSO, F. B.; MESQUITA, R. O. A biostimulant based on algae extract and fulvic acids is able to improve photosynthetic performance and mitigate the effects of salinity in soybean. **Biology Life Sciences Forum**, v. 1, n. 92, 2022.

Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SIBCS). 4. ed. Brasília: Embrapa, 2014. 393p.

SOUSA, L. V.; RIBEIRO, R. M. P.; SANTOS, M. G.; OLIVEIRA, F. S.; FERREIRA, H.; GERÔNIMO, F. R. R.; ARAÚJO, A. G. R.; SILVA, T. I.; BARROS JÚNIOR, A. P. Physiological responses of cowpea (*Vigna unguiculata*) under irrigation with saline water and biostimulant treatment. **Journal of Agricultural Science**, v. 10, n. 12, p. 24-33, 2018.

SOUZA, A. C.; ZANDONADI, D. B.; SANTOS, M. P.; CANELLAS, N. O. A.; SOARES, C. P.; IRINEU, L. E. S. S.; REZENDE, C. E.; SPACCINI, R.; PICCOLO, A.; OLIVARES, F. L.; CANELLAS, L. P. Acclimation with humic acids enhances maize and tomato tolerance to salinity. **Chemical and Biological Technologies in Agriculture**, v. 8, n. 40, 2021.

STEFANOV, M. A.; RASHKOV, G. D.; APOSTOLOVA, E. L. Assessment of the photosynthetic apparatus functions by chlorophyll fluorescence and p700 absorbance in C3 and C4 plants under physiological conditions and under salt stress. **International Journal Molecular Sciences**, v. 23, 3768, 2022.

TÁVORA, F. J. A. F.; FERREIRA, R. G.; HERNANDEZ, F. F. F. Crescimento e relações hídricas em plantas de goiabeira submetidas a estresse salino com NaCl. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 2, p. 441-446, 2001.

TSAI, Y. C.; CHEN, K. C.; CHENG, T. S.; LEE, C.; LIN, S. H.; TUNG, C. W. Chlorophyll fluorescence analysis in diverse rice varieties reveals the positive correlation between the seedlings salt tolerance and photosynthetic efficiency. **BMC Plant Biology**, v. 19, 403, 2019.

ZAREMANESH, H.; EISVAND, H. R.; AKBARI, N.; ISMAILI, A.; FEIZIAN, M. Effects of different humic acid and salinity levels on some traits of khuzestani savory (*Satureja khuzistanica* Jamzad). **Applied Ecology and Environmental Research**, v. 17, n. 3, p. 5409-5433, 2019.

3 ARTIGO II: ESTADO NUTRICIONAL E PRODUTIVIDADE DE GOIABEIRA IRRIGADA COM ÁGUA SALINA E TRATADA COM FERTILIZANTES DE EFEITO BIOESTIMULANTE

3.1 RESUMO

A obtenção de altas produtividades em goiabeira é conseguida, entre outros fatores, pela nutrição mineral balanceada com níveis nutricionais foliares em faixas adequadas. O estresse salino causa desbalanço nutricional que pode vir acompanhado de toxidez, causando danos e queda de rendimento, com a aplicação de produtos como os bioestimulantes a planta pode adquirir um novo estado de homeostase nutricional, assim podendo obter produtividade satisfatória, mesmo sob condições estressantes. Portanto, objetivou-se com esse trabalho avaliar o estado nutricional e produtividade de goiabeira ‘Paluma’ irrigada com água salina e tratada com fertilizantes de efeito bioestimulante. O experimento foi montado em esquema fatorial (2 x 4), referente as pulverizações com Aminoagro Raiz[®] (Sem e Com) e a aplicação de Codasal[®] e, ou Amianoagro Raiz[®] via irrigação (Sem, Codasal[®], Aminoagro Raiz[®] e Codasal[®] + Aminoagro Raiz[®]), os tratamentos foram distribuídos em blocos ao acaso com quatro repetições. Realizou-se a determinação de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Zn e Na foliar em duas fases fenológicas (Floração e Crescimento de frutos). Nos frutos determinou-se os teores e a exportação de N, P, K, Ca e Mg. Também obteve-se o rendimento dos frutos. Verificou-se que os tratamentos não melhoraram o *status* nutricional da goiabeira ‘Paluma’, e nem o rendimento dos frutos.

Palavras-chave: *Psidium guajava*; macro e micronutrientes; rendimento; lignosulfonato; extratos de algas.

3.2 ABSTRACT

Obtaining high productivity in guava is achieved, among other factors, by mineral nutrition balanced with foliar nutritional levels in appropriate ranges. Salt stress causes nutritional imbalance that can be accompanied by toxicity, causing damage and yield drop. With the application of products such as biostimulants, the plant can acquire a new state of nutritional homeostasis, thus being able to obtain satisfactory productivity, even under stressful conditions. Therefore, the objective of this work was to evaluate the nutritional status and

productivity of ‘Paluma’ guava tree irrigated with saline water and treated with fertilizers of biostimulant effect. The experiment was set up in a factorial scheme (2 x 4), referring to the spraying with Aminoagro Raiz[®] (Without and With) and the application of Codasal[®] and, or Aminoagro Raiz[®] via irrigation (Without, Codasal[®], Aminoagro Raiz[®] and Codasal[®] + Aminoagro Raiz[®]), the treatments were distributed in randomized blocks with four replications. The determination of leaf N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Zn and Na was carried out in two phenologic phases (Flowering and Fruit growth). In the fruits, the levels and export of N, P, K, Ca and Mg were determined. Fruit yield was also obtained. It was verified that the treatments did not improve the nutritional status of the ‘Paluma’ guava tree, nor the fruit yield.

Keywords: *Psidium guajava*; macro and micronutrients; yield; lignosulfonate; seaweed extracts.

3.3 INTRODUÇÃO

O cultivo da goiabeira é largamente difundido na região Nordeste do Brasil, com área plantada de 10.525 ha em 2020, o que corresponde a 48% da área total cultivada no país (IBGE, 2022). A maioria dessa área plantada com goiabeira está localizada na região semiárida do Nordeste brasileiro, apresentando condições climáticas favoráveis, porém, a água utilizada na irrigação, geralmente, tem elevados teores de sais ($\geq 1,5$ dS m⁻¹) (MEDEIROS et al., 2003; LIMA et al., 2020), o que pode levar a salinização dos solos e limitar a produtividade.

A variedade de goiabeira que mais se destaca na região Nordeste é a ‘Paluma’, possui dupla aptidão, polpa vermelha, formato piriforme e potencial produtivo de 100 t ha⁻¹ (NATALE et al., 2002). Apesar do elevado potencial produtivo, o rendimento médio dessa variedade nos polos frutícolas que irrigam predominantemente com água salina ($\approx 3,0$ dS m⁻¹), a exemplo do município de Nova Floresta-PB, é em torno de 6,00 t ha⁻¹, estando bem a baixo da produtividade média da região Nordeste que é em torno de 26 t ha⁻¹ (IBGE, 2022).

A queda da produtividade das culturas provocado pelo estresse salino é consequência da redução do potencial osmótico da solução do solo e do desequilíbrio iônico decorrente das elevadas concentrações de Na⁺ e Cl⁻ e das alterações nas relações entre os nutrientes, acarretando numa cascata de distúrbios fisiológicos e metabólicos (WILLADINO e CAMARA, 2010).

Em condições ótimas de cultivo os teores foliar dos nutrientes da goiabeira ‘Paluma’ para alcançar a máxima produtividade são de, 20-23 g kg⁻¹ de N; 1,4-1,8 g kg⁻¹ de P; 14-17 g kg⁻¹ de K; 7-11 g kg⁻¹ de Ca; 3,4-4,0 g kg⁻¹ de Mg; 2,5-3,5 g kg⁻¹ de S; 20-25 mg kg⁻¹ de B; 20-40 mg kg⁻¹ de Cu; 60-90 mg kg⁻¹ de Fe; 40-80 mg kg⁻¹ de Mn; 25-35 mg kg⁻¹ de Zn (NATALE et al., 2002). No entanto, sob condições de estresse salino a manutenção desses teores é mais difícil em função dos efeitos adversos dos sais (GRATTAN e GRIEVE, 1999). Neste sentido, Ebert et al. (2002) afirmaram que o estresse salino com NaCl, causou redução do teor de N, K e Ca e aumentou o teor de Na em mudas de goiabeira. Chiveu et al. (2020) também reportaram que o estresse salino reduz os teores nutricionais de folhas de goiabeira, sendo afetado os teores de K, P, Mg, S, B e Fe.

Com relação aos teores de macro e micronutrientes do fruto de goiabeira ‘Paluma’, Natale et al. (2002) descreveu os seguintes valores: 8,5 g kg⁻¹ de N; 0,9 g kg⁻¹ de P; 11,3 g kg⁻¹ de K; 0,7 g kg⁻¹ de Ca; 0,8 g kg⁻¹ de Mg; 0,8 g kg⁻¹ de S; 5 mg kg⁻¹ de B; 10 mg kg⁻¹ de Cu; 14 mg kg⁻¹ de Fe; 14 mg kg⁻¹ de Mn e 14 mg kg⁻¹ de Zn. O mesmo autor relatou que para cada tonelada de fruto fresco é extraído e exportado com a colheita 1.179 g de N; 121 g de P; 1.554 g de K; 94 g de Ca; 107 g de Mg; 107 g de S; 0,67 g de B; 1,34 g de Cu; 1,88 g de Fe; 1,88 g de Mn e 1,88 g de Zn.

A salinidade causa alterações nos teores nutricionais não apenas das folhas mas também dos frutos, como pode ser verificado pelos resultados de Keutgen e Pawelzik (2008), os quais reportaram que o estresse salino eleva o teor de íons tóxicos (Na e Cl) nos frutos e de nutrientes como N, K e Zn. Já Rouphael et al. (2017) relatou que o estresse salino afeta os teores de Ca e Mg de frutos, mas não tem efeito sobre os teores de K e P.

Considerando os danos ocasionados pelo estresse salino, torna-se necessário a realização de pesquisas com o intuito de atenuar seus efeitos deletérios. Nessa temática, ultimamente tem-se dado destaque ao uso de bioestimulantes como uma alternativa viável para conter os efeitos do estresse sobre a nutrição de plantas e consequentemente elevar a produtividade. No trabalho realizado por Rouphael et al. (2017), os autores relataram que bioestimulante a base de extratos de algas elevou os teores de K e reduziu os de Na em folhas de plantas, adicionalmente elevou a produtividade de frutos. Em trabalho realizado por Mutale-joan et al. (2021), foi reportado pelos autores que a aplicação de extrato de microalgas-cianobactérias recupera a homeostase nutricional de plantas sob estresse salino.

As substâncias húmicas e compostos análogos como o lignosulfonato são outra classe de bioestimulantes largamente utilizadas como atenuadores do estresse salino em plantas, em

pesquisa realizada com bioestimulante a base de lignosulfonato de cálcio, foi retratado que o bioestimulante confere maior resistência às plantas ao estresse salino, elevando a produtividade e reduzindo o teor de Na nos tecidos (ELSAWY et al., 2022). No trabalho de Çimrin et al. (2010) foi reportado que a aplicação de ácido húmico elevou os teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Mn e Cu e reduziu os teores de Na dos tecidos de plantas sob estresse salino.

Considerando o que foi exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar o desempenho de fertilizantes de efeito bioestimulante aplicados via foliar e irrigação sobre a produção de frutos e no estado nutricional de goiabeira ‘Paluma’ irrigada com água salina.

3.4 MATERIAL E MÉTODOS

3.4.1 Localização e características da área experimental

O experimento foi instalado em pomar comercial (6°26'29,2"S, 36°14'01,3"W) de goiabeira ‘Paluma’ com três anos de implantado, com mudas propagadas por estaquia, localizado no Sítio Boca da Mata, Município de Picuí, Estado da Paraíba, Brasil. O clima da região é do tipo BSh de acordo com a classificação de Köppen, ou seja, semiárido quente com chuvas de verão e outono (MASCARENHAS et al., 2005). A precipitação pluviométrica durante a execução do experimento encontra-se na tabela 1, obtendo-se o total de 595,5 mm acumulados de chuva (AESAs, 2020).

Tabela 1. Distribuição da precipitação pluviométrica (mm) durante o período do experimento

----- 2019 -----					----- 2020 -----		
Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março
9,6	4,9	13,8	1,0	0,0	76,2	83,7	406,3

Fonte: AESAs, 2020.

O solo da área onde o pomar de goiabeira foi instalado em espaçamento de 6 x 6 m é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo (SIBCS, 2014). Antes do início do experimento realizou-se a amostragem do solo nas camadas de 0–20 e 20–40 cm para realizar a análise de fertilidade e física conforme manual de métodos da EMBRAPA (2017), também análise de salinidade conforme Richards (1954), os resultados estão apresentados na tabela 2.

Tabela 2. Atributos químicos (fertilidade e salinidade) e físicos de Latossolo Vermelho Amarelo cultivado com goiabeira ‘Paluma’ antes da aplicação dos tratamentos

Fertilidade												
Prof. (cm)	pH H ₂ O _(1:2,5)	P -- mg dm ⁻³ --	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ +Al ⁺³	Al ⁺³	Ca ⁺² cmol _c dm ⁻³	Mg ⁺²	SB	CTC	MOS -- g kg ⁻¹ --	
0-20	5,2	14,66	36,27	0,08	2,33	0,25	0,53	1,19	1,89	4,22	8,06	
20-40	4,6	6,58	32,00	0,08	2,06	0,50	0,20	0,89	1,25	3,31	3,71	
Física												
Prof. (cm)	Areia 2-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm	Argila < 0,002 mm	Ada	GF	Ds	Dp	Pt	Umidade (Mpa)			
	----- g kg ⁻¹ -----			g kg ⁻¹	dag kg ⁻¹	kg m ⁻³	kg dm ⁻³	m ³ m ⁻³	----- g kg ⁻¹ -----			
0-20	831	36	133	25	81,2	1,31	2,65	0,51	69	57	44	
20-40	801	25	174	25	85,6	1,21	2,67	0,55	77	64	49	
Salinidade												
Prof. (cm)	pH	CEes - dS m ⁻¹ -	SO ₄ ⁻²	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	K ⁺	CO ₃ ⁻²	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	RAS	Classificação
		----- mmol _c L ⁻¹ -----										
0-20	6,50	0,56	0,34	1,25	5,50	2,69	0,66	0,00	17,50	5,00	1,47	Normal
20-40	6,10	0,46	0,10	2,00	12,50	2,20	0,52	0,00	17,50	7,50	0,82	Normal

Fertilidade - P, K⁺, Na⁺: Extrator Mehlich 1; SB: Soma de bases trocáveis (Ca²⁺+Mg²⁺+K⁺+Na⁺); (H⁺+Al³⁺): Extrator acetato de cálcio 0,5 M; CTC: Capacidade de troca catiônica [SB + (H⁺+Al³⁺)]; Al³⁺, Ca²⁺, Mg²⁺: Extrator KCl 1 M; MOS: Matéria orgânica do solo pelo método Walkley-Black.

Atributos físicos – Ada: Argila dispersa em água; GF, Ds, Dp e Pt: Respectivamente grau de flocculação [GF = (argila – Ada/argila) x 100], densidade do solo, densidade de partícula e porosidade total [Pt = (Dp-Ds)/Dp].

Salinidade - CEes.: Condutividade Elétrica do extrato de saturação a 25 °C; RAS: Relação de Adsorção de Sódio {Na⁺/[(Ca²⁺+Mg²⁺)/2]^{1/2}}.

Fonte: Elaboração do autor, 2023.

3.4.2 Tratamentos e delineamento experimental

Os tratamentos foram organizados no esquema fatorial 2 x 4, referente, respectivamente, à aplicação foliar (com e sem) de Aminoagro Raiz[®] (BIO1) e à aplicação via água de irrigação dos seguintes fertilizantes de efeito bioestimulante: testemunha (sem bioestimulante), Codasal[®] (BIO2), BIO1 e BIO1 + BIO2. Assim, totalizando oito tratamentos. Os tratamentos foram dispostos em blocos ao acaso com quatro repetições, cada parcela experimental foi composta por cinco plantas, estabelecidas.

O Aminoagro raiz[®] é composto por resíduo orgânico agroindustrial de origem vegetal, extrato de algas, ureia, cloreto de potássio e água, cuja composição é carbono orgânica total (10%), aminoácidos livres (6,0%), lignosulfonato (2,6%), extrato de algas (2,0%), nitrogênio (11%) e potássio (1,0%). O outro fertilizante de efeito bioestimulante estudado foi o Codasal[®] composto por água; óxido de cálcio, lignosulfonatos e ácido nítrico. Com a seguinte composição relativa: cálcio (8,7%), lignosulfonatos (14,7%) e nitrogênio solúvel em água (6,0%).

As aplicações foliares do BIO1 foram realizadas aos 20, 62 e 132 dias após a poda de produção, na dose de 1,75 mL por planta, para essa finalidade preparou-se 60 litros de calda

com 280 mL do produto e aplicou-se com auxílio de pulverizador costal, com capacidade de 20 L, nas 160 plantas. As aplicações dos tratamentos via água de irrigação foram iniciadas aos 20 dias após a poda e repetidas quinzenalmente até completar 10 aplicações. Em cada aplicação utilizou-se 11,25 mL do BIO2 e 1,75 mL do BIO1 por planta. A quantidade de fertilizante de efeito bioestimulante de cada tratamento, via irrigação, foi diluída para 250 L de água e em seguida aplicada via microaspersão com vazão de 80 L h⁻¹. As respectivas doses de aplicação dos produtos foram realizadas de acordo com a recomendação dos fabricantes.

3.4.3 Correção do solo e adubações

A adubação mineral foi realizada semanalmente via fertirrigação, sendo aplicado 20 adubações, durante a safra, nas seguintes quantidades por planta: 44 g de N, 44 g de K e 2,44 g de P, usando como fonte ureia (45% de N), cloreto de potássio (60% de K₂O) e monoamônio fosfato (12% de N e 44% de P₂O₅). A adubação orgânica foi realizada após a poda de produção, sendo colocado 20 L de esterco bovino por planta, na projeção da copa. A análise química do esterco segue na tabela 3.

Tabela 3. Caracterização química do esterco bovino utilizado no experimento

C.O.	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Zn	Fe	Mn	B
g kg ⁻¹							mg kg ⁻¹				
99,00	6,48	2,15	8,43	27,70	7,60	3,01	13,39	65,46	10.156,10	266,53	87,22

N, P, K, Ca e Mg: Digestão com H₂O₂ e H₂SO₄; S, Fe, Cu, Mn, Zn e Na: Digestão com HNO₃ e HClO₄; B: Extração por combustão via seca; C.O.: Oxidação via úmida com dicromato

Fonte: Elaboração do autor, 2023.

A correção do solo foi realizada conforme Santos e Quaggio (1996), visando elevar a saturação por bases para 70%, para tanto calculou-se a quantidade de corretivo para 8% (projeção da copa) da área total, a qual correspondeu a 700 g por planta de calcário dolomítico (41,68% CaO, 15,39% MgO, 100% de eficiência relativo e 113,74 de poder relativo de neutralização total – PRNT).

3.4.4 Caracterização da água e a irrigação

A irrigação foi realizada com água salina proveniente de poço profundo (Tabela 4), sendo aplicada lâmina de 80 L por planta com turno de rega de 36 h. Utilizou-se o sistema de microaspersão com vazão de 80 L h⁻¹.

Tabela 4. Análise de salinidade da água utilizada na irrigação

pH	CE dS m ⁻¹	SO ₄ ⁻²	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	K ⁺	CO ₃ ⁻²	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	RAS	Classificação
		----- mmol _e L ⁻¹ -----									
4,7	3,07	2,40	2,39	5,17	15,54	1,43	0,00	1,00	26,25	7,99	C4S3

C.E.: Condutividade Elétrica a 25 °C

RAS: Relação de Adsorção de Sódio

C4: Risco Muito Alto de Salinização

S3: Risco Alto de Sodicidade

Fonte: Elaboração do autor, 2023.

3.4.5 Amostragem das folhas

As amostragens das folhas foram realizadas em duas fases fenológicas, no pleno florescimento das plantas e aos 70 dias após o pleno florescimento. Coletou-se o terceiro par de folhas desenvolvidas, intactas e livres de qualquer tipo de dano, na região do terço médio da copa, nas posições dos quatro pontos cardiais da planta (NATALE et al., 1994).

Em seguida, as folhas foram lavadas em água corrente e enxaguadas em água destilada, acomodadas em sacos de papel e postas para secar em estufa de circulação de ar a 65±5 °C até atingir peso constante. Após secas, as folhas foram moídas em moinho de facas e armazenadas para realizar as determinações analíticas.

3.4.6 Análise das folhas e frutos

3.4.6.1 Digestão para análise de Na, S, Fe, Cu, Mn e Zn

As amostras foram digeridas pela mistura de ácido nítrico com clorídrico na proporção de 1:3 (v/v) (MCGRATH e CUNLIFFE, 1985). Inicialmente tomou-se um grama da amostra em tubo de digestão e adicionou-se 3 ml de HNO₃ + 9 ml de HCl, deixou-se em repouso por 16 h. Sequencialmente, agitou-se levemente e levou-se as amostras para o bloco digestor à temperatura de 100 °C durante 1 h, elevou-se a temperatura para 135 °C, permanecendo até restar 1 ml do ácido. Os tubos foram retirados do bloco e adicionou-se mais 1 ml de HNO₃ + 3 ml de HCl, as amostras foram devolvidas ao bloco digestor à temperatura de 100 °C, após 1 h elevou-se a temperatura para 135 °C, permanecendo até restar 1 ml do ácido, repetiu-se o procedimento mais duas vezes até que o extrato resultante estivesse lípido. Finalizada a digestão, realizou-se a dissolução com água deionizada para o volume final de 20 ml e filtrou-se em papel-filtro quantitativo.

3.4.6.2 Digestão para análise de N, P, K, Ca e Mg

Para a determinação de N, P, K, Ca e Mg realizou-se a digestão com ácido sulfúrico e peróxido de hidrogênio, como descrito por Tedesco et al. (1995).

3.4.6.3 Digestão para análise de B

Digestão via seca em forno mufla, como descrito por Tedesco et al. (1995).

3.4.6.4 Determinação de N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Cu, Mn, B e Zn

O nitrogênio foi determinado pelo método de Kjeldahl e o teor dos demais elementos foi obtido por espectrometria, conforme metodologia descrita por Tedesco et al. (1995).

3.4.6.5 Determinação de S

Para a análise do S tomou-se uma alíquota de 1 ml do extrato em copos de 50 ml, adicionou-se 9 ml de água deionizada, 1 ml HCl contendo 20 mg L⁻¹ de S e 0,5 g da mistura de BaCl+Gelatina, previamente moída em almofariz, na proporção de 3,3/1 (m/m), agitou-se a mistura até dissolver o BaCl+Gelatina, deixou-se em repouso por 5 minutos e efetuou-se a leitura em espectrofotômetro ajustado com comprimento de onda de 420 nm (CARMO et al., 2000).

3.4.7 Exportação de nutrientes

A exportação de nutrientes foi obtida pela seguinte equação:

$$EN = TN * MS$$

Onde:

EN = Exportação do nutriente no fruto (g t⁻¹ de fruto fresco);

TN = Teor do nutriente no fruto (g kg⁻¹);

MS = Massa seca do fruto (kg t⁻¹).

3.4.8 Produção de frutos por planta

Os frutos de cada parcela foram colhidos no estágio de maturação 3 (CAVALINI et al., 2006) e pesados em balança digital.

3.4.9 Análise estatística

Os dados foram avaliados quanto a normalidade (Kolmogorov-Smirnov) e a homogeneidade (Levene) das variâncias. Cumprindo esse pressuposto, realizou-se a análise de variância e de acordo com significância do teste de F ($p \leq 0,05$) procedeu-se o teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$), utilizando o pacote estatístico ExpDes.pt (FERREIRA et al., 2014) no software R CORE TEAM (2020).

3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.5.1 Teores nutricionais em folhas

A interação entre as formas de aplicação dos fertilizantes de efeito bioestimulante e os tratamentos isolados não tiveram efeito significativo sobre os teores de N das folhas na floração, tendo um teor médio de $23,40 \text{ g kg}^{-1}$ (Tabela 5). Já na fase de crescimento dos frutos a interação entre a aplicação foliar e via irrigação dos fertilizantes de efeito bioestimulante foi significativa, sendo constatado redução do teor de N das folhas que receberam aplicação de BIO1 via foliar com BIO1 + BIO2 via irrigação (Figura 1A).

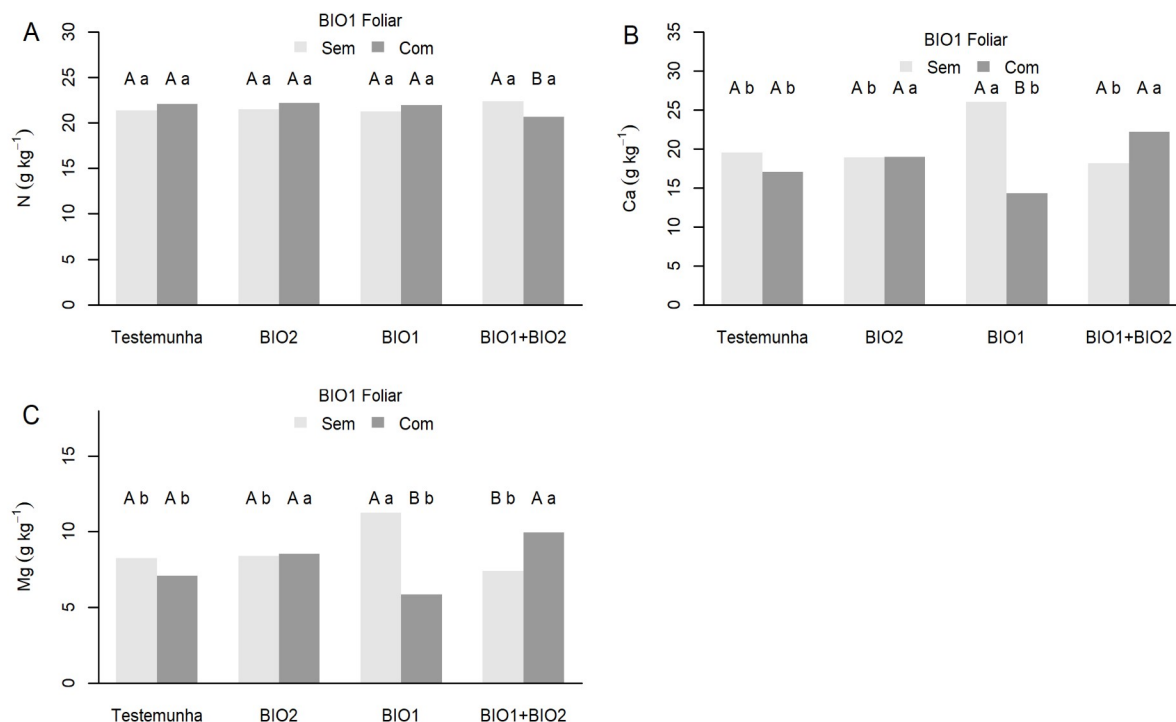
Tabela 5. Valores de ‘F’ com as respectivas médias dos macronutrientes (g kg⁻¹) de folhas de goiabeira, coletadas na plena floração (PF) e no crescimento dos frutos (CF) (70 dias após o florescimento), em função de formas de aplicação e tipo de fertilizante de feito bioestimulante

Fonte de variação	N		P		K		Ca		Mg		S	
	PF	CF	PF	CF	PF	CF	PF	CF	PF	CF	PF	CF
AF (Valor ‘F’)	2,5022 ^{ns}	0,0998 ^{ns}	0,0263 ^{ns}	0,3108 ^{ns}	0,0001 ^{ns}	24,8365*	3,7235 ^{ns}	6,3547*	0,8420 ^{ns}	3,1067 ^{ns}	1,8093 ^{ns}	0,1451 ^{ns}
Sem	23,00a	21,60a	2,07a	1,93a	18,49a	17,72a	8,36a	20,60a	4,23a	8,82a	3,95a	3,74a
Com	23,80a	21,70a	2,05a	1,89a	18,50a	15,56b	6,75a	18,10b	3,98a	7,85a	4,48a	3,65a
AA (Valor ‘F’)	0,4939 ^{ns}	0,2017 ^{ns}	0,5098 ^{ns}	0,7422 ^{ns}	0,8571 ^{ns}	0,4665 ^{ns}	0,4765 ^{ns}	0,8985 ^{ns}	0,0916 ^{ns}	0,6734 ^{ns}	3,2895*	0,5189 ^{ns}
Testemunha	23,22a	21,70a	2,06a	1,94a	18,96a	16,29a	7,93a	18,30a	4,05a	7,67a	3,72a	3,58a
BIO2	23,73a	21,80a	2,13a	1,90a	18,61a	16,54a	7,96a	18,90a	4,08a	8,45a	4,99a	3,91a
BIO1	23,66a	21,60a	2,03a	1,84a	17,81a	16,72a	6,73a	20,20a	4,23a	8,55a	3,67a	3,54a
BIO1 + BIO2	22,98a	21,50a	2,02a	1,97a	18,63a	17,00a	7,62a	20,20a	4,08a	8,67a	4,45a	3,74a
AF x AA (Valor ‘F’)	1,4679 ^{ns}	4,0042*	0,1599 ^{ns}	0,2191 ^{ns}	0,0503 ^{ns}	1,4622 ^{ns}	1,8252 ^{ns}	11,3812*	0,8999 ^{ns}	9,1104*	0,6018 ^{ns}	1,4671 ^{ns}
CV (%)	6,13	4,00	9,98	10,03	8,06	7,37	27,06	14,47	18,73	18,67	23,56	17,99

* e ns: Significativo e não significativo, respectivamente, pelo teste de F a 5% de probabilidade; Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem entre si, pelo teste de F ou Scott-Knott ($p \leq 0,05$). AF = aplicação foliar de BIO1; AA = aplicação via água de irrigação; BIO2 = fertilizante de efeito bioestimulante composto por cálcio (8,7%), lignosulfonatos (14,70%) e ácido nítrico (27%); BIO1 = fertilizante de efeito bioestimulante composto por carbono orgânico total (10%), aminoácidos livres (6,0%), lignosulfonatos (2,6%), extrato de algas (2,0%), nitrogênio (11%) e potássio (1,0%); CV: coeficiente de variação.

Fonte: Elaboração do autor, 2023.

Figura 1. Teor de nitrogênio (A), cálcio (B) e magnésio (C) de folhas de goiabeira, coletadas no crescimento dos frutos (CF) (70 dias após o florescimento), em função de formas de aplicação e tipo de fertilizante de efeito bioestimulante



Letras iguais maiúsculas para aplicação via foliar e letras iguais minúsculas entre os tratamentos via irrigação não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$); BIO2 = fertilizante de efeito bioestimulante composto por cálcio (8,7%), lignosulfonatos (14,70%) e ácido nítrico (27%); BIO1 = fertilizante de efeito bioestimulante composto por carbono orgânico total (10%), aminoácidos livres (6,0%), lignosulfonatos (2,6%), extrato de algas (2,0%), nitrogênio (11%) e potássio (1,0%).

Fonte: Elaboração do autor, 2023.

Ao se considerar que a salinidade reduz o teor de N das folhas de goiabeira (EBERT et al., 2002), pode-se inferir, a partir dos teores de N encontrados neste trabalho, que a adubação nitrogenada foi adequada para as condições de estresse salino ao qual o pomar foi exposto, especialmente porque em todos os tratamentos nas duas épocas de coleta das folhas, é possível evidenciar que os teores de N estão de acordo com os valores considerados adequados por Natale et al. (2002) (20 a 23 g kg⁻¹) para goiabeira ‘Paluma’. Com relação aos efeitos dos bioestimulantes sobre o teor de N, na literatura científica há registros de resultados opostos aos encontrados neste trabalho, como exemplo pode-se destacar o trabalho de Rady et al. (2016), que reportaram que a aplicação de ácidos húmicos eleva o teor de N de plantas sob estresse salino. Em trabalho realizado por Mutale-joan et al. (2021) utilizando bioestimulante a base de microalgas-cianobactérias, foi evidenciado que o produto eleva a absorção de N em até 182,95% de plantas sob estresse salino.

Não houve efeito significativo da interação entre as formas de aplicação e dos tratamentos isolados sobre o teor de P foliar, em ambas as fases de coleta das folhas (Tabela 5). O teor médio de P na floração foi $2,06 \text{ g kg}^{-1}$ e na fase de crescimento dos frutos foi de $1,91 \text{ g kg}^{-1}$, próximo aos valores recomendados por Natale et al. (2002) para goiabeira ‘Paluma’ ($1,4$ a $1,8 \text{ g kg}^{-1}$). No trabalho realizado por Chiveu et al. (2020), os autores reportaram que a salinidade reduz os teores de P foliar de goiabeira. Portanto, a adubação fosfatada realizada neste trabalho foi adequada para as condições de estresse salino que a cultura foi submetida.

Apesar de não ter havido efeito dos fertilizantes de efeito bioestimulante sobre o teor de P da goiabeira, pesquisas recentes afirmam que há incremento do teor de P com a aplicação de bioestimulantes a base de substâncias húmicas e extrato de algas. Esse resultado pode ser verificado em trabalho de Rocha et al. (2019), os quais relataram que a aplicação de bioestimulante a base de substâncias húmicas incrementa o teor de P de goiabeira. Resultado similar foi reportado por Mutale-joan et al. (2021), com a aplicação de bioestimulante a base de microalgas-cianobactérias, sendo registrado o incremento de 78,35% na absorção de P por plantas sob estresse salino.

Para o K, na fase da floração não houve efeito significativo da interação entre as formas de aplicação e tão pouco dos tratamentos isolados, tendo como valor médio $18,50 \text{ g kg}^{-1}$ (Tabela 5), próximo ao valor reportado por Natale et al. (2002) como sendo o ideal para essa cultivar de goiabeira (14 a 17 g kg^{-1}). Já na fase de crescimento dos frutos não houve efeito da interação entre as formas de aplicação, no entanto a aplicação foliar de BIO1 reduziu o teor de K das folhas (Tabela 5). O teor de K das folhas na fase de crescimento dos frutos variou de $15,56$ a $17,72$, esses teores são considerados adequados de acordo com Natale et al. (2002).

A salinidade da água de irrigação não afetou negativamente os teores de K, isso pode está relacionado a uma nutrição potássica adequada para as condições estressantes, considerando que o estresse salino causa redução dos teores de K em goiabeira (EBERT et al., 2002; CHIVEU et al., 2020). A respeito da aplicação dos bioestimulantes, há relatos na literatura científica, contrastantes com o obtido neste trabalho, sendo reportado que a aplicação de ácidos húmicos via foliar e solo (KHALED e FAWY, 2011), de putrescina e ácido húmico via foliar (AHMED et al., 2013), de lignosulfonato de cálcio via irrigação (ELSAWY et al., 2022) e de bioestimulante fabricado a partir de microalgas-cianobactérias via irrigação (MUTALE-JOAN et al., 2021) incrementam o teor de K em plantas sob estresse salino.

Com relação ao teor de Ca, a interação entre as formas de aplicação dos fertilizantes de efeito bioestimulante e os tratamentos isolados não diferiram estatisticamente para as folhas coletadas na fase da floração (Tabela 5), apresentando valor médio de $7,56 \text{ g kg}^{-1}$, considerado adequado segundo Natale et al. (2002). Nas folhas coletadas na fase do crescimento dos frutos, houve interação significativa entre a aplicação via foliar e a aplicação via irrigação dos fertilizantes de efeito bioestimulante. Constatando-se que a aplicação de BIO1 via irrigação aumenta o teor de Ca foliar, no entanto quando a aplicação via irrigação de BIO1 é aliada a aplicação foliar, ocorre decréscimo do teor de Ca, apresentando os menores valores do nutriente (Figura 1B). Na época de crescimento dos frutos os teores de Ca variaram de $14,32$ a $26,02 \text{ g kg}^{-1}$, acima do recomendado por Natale et al. (2002) para goiabeira ‘Paluma’ (7 a 11 g kg^{-1}).

Sob condições de estresse salino o teor de Ca de folhas de goiabeira pode permanecer inalterado (CHIVEU et al., 2020) ou decrescerem (EBERT et al., 2002). A respeito do efeito de bioestimulantes sobre o teor de Ca de plantas os resultados na literatura científica são adversos. No trabalho realizado por Ahmed et al. (2013), observou-se que a aplicação foliar de ácidos húmicos e putrescina causa decréscimo no teor de cálcio foliar de plantas sob estresse salino. Já no trabalho de Gulmezoglu e İzci (2020), os autores constataram que a aplicação de ácido húmico via foliar e, ou solo causa aumento do teor de cálcio de plantas sob estresse salino. Em contraste foi reportado por Mutale-joan et al. (2021), que a aplicação de bioestimulante a base de microalgas-cianobaterias não afeta o teor de Ca de plantas sob estresse salino.

O teor de Mg teve comportamento semelhante ao de Ca. Na fase da floração, o teor de Mg não foi afetado pela interação entre as formas de aplicação dos fertilizantes de efeito bioestimulante e tão pouco pelos tratamentos isolados (Tabela 5), apresentando valor médio de $4,11 \text{ g kg}^{-1}$, que segundo Natale et al. (2002) é considerado adequado. A interação entre a aplicação via foliar e via irrigação dos fertilizantes de efeito bioestimulante afetou o teor de Mg nas folhas coletadas na fase do crescimento dos frutos (Tabela 5). A aplicação de BIO1 via irrigação proporcionou o maior teor de Mg nas folhas. Quando o BIO1 aplicado via irrigação foi combinado com a aplicação foliar, ocorreu redução dos teores de Mg (Figura 1C). Os teores de Mg das folhas de goiabeira ‘Paluma’ na fase do crescimento dos frutos variou entre $5,85$ a $11,25 \text{ g kg}^{-1}$, acima do recomendado por Natale et al. (2002) para essa cultivar de goiabeira ($3,4$ a $4,0 \text{ g kg}^{-1}$).

Dependendo da magnitude do estresse salino pode ocorrer declínio do teor de Mg foliar de goiabeira (CHIVEU et al., 2020). Em trabalho realizado por Liu et al. (2020), os autores constataram que o estresse salino causa decréscimo no teor de Mg de romãzeira. Neste trabalho, mesmo sob estresse salino o teor de Mg foi superior ao recomendado para a cultura em estudo, esse acúmulo elevado de Mg na goiabeira, possivelmente, foi favorecido pela calagem e pela água de irrigação com elevados teores de Mg (Tabela 4). Quanto a aplicação dos bioestimulantes, verificou-se na literatura que a utilização de ácidos húmicos promovem aumento do teor de Mg de plantas sob estresse salino (ÇIMRIN et al., 2010). Já no trabalho de Rouphael et al. (2017) os autores verificaram que a aplicação foliar de extratos de algas em plantas sob estresse salino não altera o teor de Mg.

Em ambas as fases de amostragem das folhas, a interação entre as formas de aplicação dos fertilizantes de efeito bioestimulante e os tratamentos isolados não foram estatisticamente significativos para o teor de S (Tabela 5). Os teores médios de S foi de 4,22 e 3,69 g kg⁻¹ para as folhas coletadas nas fases da floração e crescimento dos frutos, respectivamente. Esses teores são próximos aos considerados adequados por Natale et al. (2002) para goiabeira ‘Paluma’ (2,5 a 3,5 g kg⁻¹).

O estresse salino com cloreto causa redução dos teores foliares de S em goiabeira (CHIVEU et al., 2020) e em romãzeira (LIU et al., 2020). No presente trabalho é possível verificar, que a salinidade da água de irrigação de 3,07 dS m⁻¹ não afetou o teor de S das plantas de goiabeira ao ponto de haver discrepância com a faixa recomendada para a cultura, indicando que a adubação e o sulfato contido na água de irrigação e no solo foram suficientes para manter as plantas nutridas adequadamente. Em se tratando da aplicação de bioestimulantes, na literatura há relatos que a aplicação de ácidos húmicos e extratos de algas incrementam o teor de S de plantas sob estresse salino (ÇIMRIN et al., 2010; EL-SHARKAWY et al., 2017).

O teor de sódio na fase da floração foi afetado significativamente pela interação entre a aplicação foliar e a aplicação via irrigação dos fertilizantes de efeito bioestimulante (Tabela 6), sendo constatado que a aplicação do BIO1 via foliar com BIO1 ou BIO1+BIO2 via irrigação favorece o aumento do teor de Na (Figura 2A). A interação entre as formas de aplicação dos fertilizantes de efeito bioestimulante não foi significativa para o teor de Na das folhas na fase do crescimento dos frutos. Foi possível constatar que o BIO1 aplicado via foliar ou pela irrigação promove o incremento do teor de Na das folhas (Tabela 6).

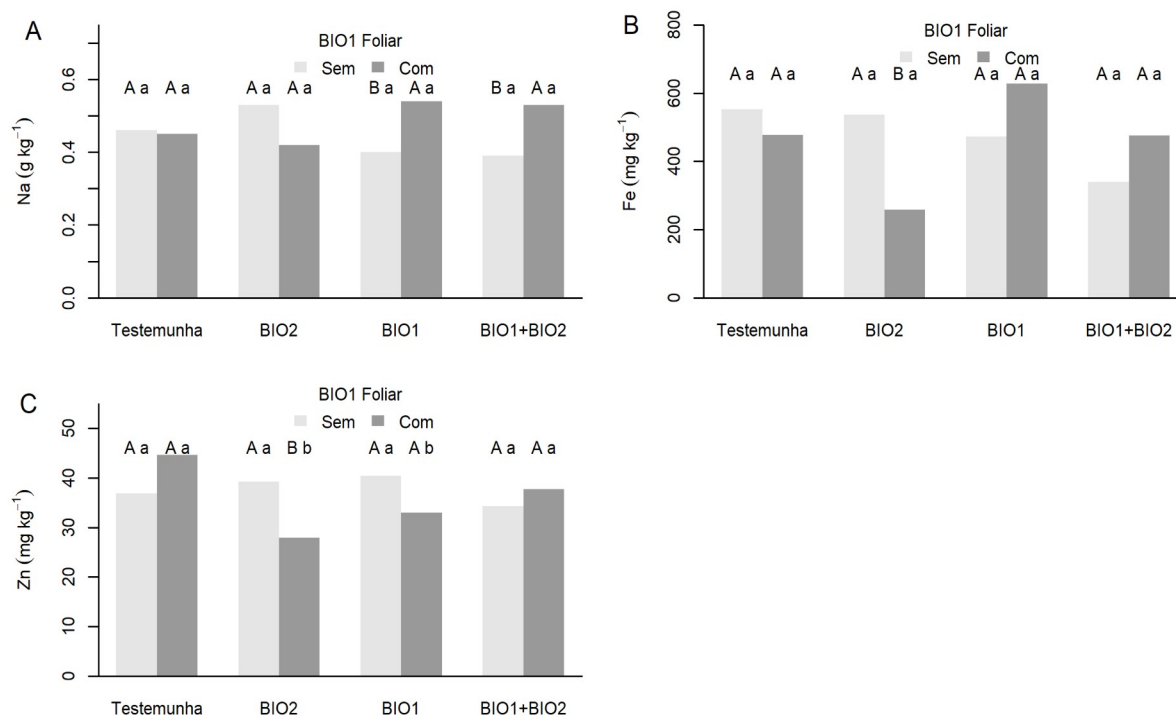
Tabela 6. Valores de ‘F’ com as respectivas médias do teor de Sódio (g kg^{-1}) e micronutrientes (mg kg^{-1}) de folhas de goiabeira, coletadas na plena floração (PF) e no crescimento dos frutos (CF) (70 dias após o florescimento), em função de formas de aplicação e tipo de fertilizante de defeito bioestimulante

Fonte de variação	Na		B		Fe		Cu		Mn		Zn	
	PF	CF	PF	CF	PF	CF	PF	CF	PF	CF	PF	CF
AF (Valor ‘F’)	1,6837 ^{ns}	7,6989*	1,7689 ^{ns}	5,2204*	0,2386 ^{ns}	9,1681*	0,0096 ^{ns}	8,3467*	0,1853 ^{ns}	3,5155 ^{ns}	0,5525 ^{ns}	0,8523 ^{ns}
Sem	0,44a	0,58b	67,56a	110,61b	485,00a	308,76a	13,30a	6,79a	76,18a	149,22a	53,16a	37,70a
Com	0,49a	0,67a	72,34a	118,25a	472,00a	257,17b	13,48a	5,46b	78,49a	135,73a	50,85a	35,40a
AA (Valor ‘F’)	0,0896 ^{ns}	3,7748*	1,4247 ^{ns}	0,1961 ^{ns}	2,2641 ^{ns}	2,0301 ^{ns}	0,2348 ^{ns}	0,7516 ^{ns}	1,1924 ^{ns}	0,7780 ^{ns}	1,3757 ^{ns}	2,9242 ^{ns}
Testemunha	0,46a	0,56b	66,68a	113,46a	528,00a	311,17a	14,01a	5,78a	74,81a	133,29a	54,49a	40,20a
BIO2	0,47a	0,60b	65,83a	114,74a	417,00a	292,86a	12,19a	6,03a	82,72a	146,62a	54,59a	33,60a
BIO1	0,47a	0,72a	74,10a	116,39a	561,00a	258,20a	13,29a	6,70a	79,67a	143,60a	52,45a	35,40a
BIO1 + BIO2	0,46a	0,63b	73,18a	113,13a	407,00a	268,22a	13,83a	5,99a	70,74a	145,27a	46,90a	36,00a
AF x AA (Valor ‘F’)	3,5700*	3,1909 ^{ns}	0,0578 ^{ns}	1,4609 ^{ns}	4,4343*	1,4559 ^{ns}	2,3088 ^{ns}	1,7038 ^{ns}	1,0532 ^{ns}	0,3507 ^{ns}	2,6557 ^{ns}	3,9429*
CV (%)	19,12	15,72	14,54	8,26	26,70	15,34	28,68	21,21	17,04	16,06	15,61	13,26

* e ns: Significativo e não significativo, respectivamente, pelo teste de F a 5% de probabilidade; Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem entre si, pelo teste de F ou Scott-Knott ($p \leq 0,05$). AF = aplicação foliar de BIO1; AA = aplicação via água de irrigação; BIO2 = fertilizante de efeito bioestimulante composto por cálcio (8,7%), lignosulfonatos (14,70%) e ácido nítrico (27%); BIO1 = fertilizante de efeito bioestimulante composto por carbono orgânico total (10%), aminoácidos livres (6,0%), lignosulfonatos (2,6%), extrato de algas (2,0%), nitrogênio (11%) e potássio (1,0%); CV: coeficiente de variação.

Fonte: Elaboração do autor, 2023.

Figura 2. Teor de sódio (A) e ferro (B) de folhas coletadas na plena floração e de zinco (C) de folhas de goiabeira coletadas no crescimento dos frutos (CF) (70 dias após o florescimento), em função de formas de aplicação e tipo de fertilizante de efeito bioestimulante



Letras iguais maiúsculas para aplicação via foliar e letras iguais minúsculas entre os tratamentos via irrigação não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$); BIO2 = fertilizante de efeito bioestimulante composto por cálcio (8,7%), lignosulfonatos (14,70%) e ácido nítrico (27%); BIO1 = fertilizante de efeito bioestimulante composto por carbono orgânico total (10%), aminoácidos livres (6,0%), lignosulfonatos (2,6%), extrato de algas (2,0%), nitrogênio (11%) e potássio (1,0%).

Fonte: Elaboração do autor, 2023.

Apesar dos fertilizantes de efeito bioestimulante não terem contribuído para a redução dos teores de Na foliar, possivelmente a correção do solo e adubação equilibrada realizada no experimento possibilitou que houvesse maior discriminação pelas plantas da absorção de Na, ou seja, a competição entre os nutrientes aplicados e o Na, no sítio de absorção, favoreceu para que o sódio não atingisse níveis tóxicos às plantas. De acordo com Chiveu et al. (2020) é possível visualizar sintomas de toxicidade por NaCl em goiabeira a partir da salinidade da água de irrigação de $2,80 \text{ dS m}^{-1}$, o qual corresponde ao um acúmulo médio de Na foliar de $3,16 \text{ g kg}^{-1}$. Ferreira et al. (2001) também relataram danos por NaCl em goiabeira sob estresse salino da água a partir de $4,5 \text{ dS m}^{-1}$, traduzindo em um teor foliar de Na de $4,2 \text{ g kg}^{-1}$.

Ao contrário dos resultados obtidos com o presente trabalho, na literatura há relatos que bioestimulantes podem favorecer o mecanismo de exclusão de sódio tóxico às plantas, a título de exemplo destacamos o trabalho de Çimrin et al. (2010), com o qual foi constatado que a

aplicação de ácido húmico favorece o decréscimo de Na foliar de plantas. Em trabalho realizado por Elsaywy et al. (2022), os autores reportaram que a aplicação de bioestimulante a base de lingnosulfonato de cálcio também reduz o teor de Na foliar. Semelhante aos trabalhos citados, Rouphael et al. (2017) relataram que a aplicação de extratos de algas via foliar promovem o decréscimo no teor de Na foliar de plantas sob estresse de NaCl.

Em ambas as fases das plantas não houve efeito da interação entre as formas de aplicação dos fertilizantes de efeito bioestimulante sobre os teores de B (Tabela 6). A aplicação dos fertilizantes de efeito bioestimulante não alteraram o teor de B das folhas coletadas na fase de floração (Tabela 6), no entanto o teor de B das folhas na fase do crescimento dos frutos foi incrementado com a aplicação de BIO1 via foliar (Tabela 6). O teor médio do B na fase da floração foi de 69,95 mg kg⁻¹, já na fase do crescimento dos frutos o teor de B variou de 110,61 a 118,25 mg kg⁻¹. Os valores observados neste trabalho são superiores aos valores considerados adequados por Natale et al. (2002) para goiabeira ‘Paluma’ (20 a 40 mg kg⁻¹).

O elevado teor de B verificado no presente estudo pode estar relacionado a salinidade da água de irrigação, no entanto não visualizou-se sintomas de toxidez por B no pomar. Apesar de ser comum a ocorrência de toxidez por B em regiões áridas e semiáridas que irrigam com água salina (GRATTAN e GRIEVE, 1999) devido a composição das águas conterem elevados teores de B, foi verificado no trabalho realizado por Chiveu et al. (2020) que o estresse salino com NaCl provocou redução dos teores de B foliar de goiabeira. Freire et al. (2015), também reportou que a salinidade da água de irrigação causa redução na absorção de B.

A interação entre as formas de aplicação dos fertilizantes de efeito bioestimulante foi significativa para o teor de Fe das folhas coletadas na floração (Tabela 6), havendo redução do teor de Fe quando a aplicação foliar de BIO1 foi realizada em conjunto a aplicação via irrigação de BIO2 (Figura 2B). Para a fase de crescimento dos frutos não houve efeito da interação entre as formas de aplicação sobre o teor de Fe das folhas (Tabela 6). O teor de Fe das folhas na fase de crescimento dos frutos decresceu com a aplicação foliar de BIO1 (Tabela 6). Os teores médios de Fe das folhas na floração variaram entre 257,23 a 628,14 mg kg⁻¹ e das folhas na fase do crescimento dos frutos o teor de Fe variou de 257,17 a 311,17 mg kg⁻¹. Tais valores são bem superiores aos considerados adequados por Natale et al. (2002) para essa cultivar de goiabeira (60 a 90 mg kg⁻¹).

Esses valores elevados de Fe podem ter sido consequência da adubação orgânica, tendo em vista que o teor de Fe do esterco utilizado na fertilização foi de 10.156,10 mg kg⁻¹ (Tabela

3). Ainda é importante salientar que as plantas não apresentaram sintomas de toxidez por ferro. Com relação ao efeito da salinidade sobre o teor de Fe, foi relatado por Chiveu et al. (2020) que o estresse salino com NaCl causa redução do teor de Fe em goiabeira. Já Souza et al. (2020a) constataram que a salinidade da água de irrigação elevada favorece o aumento do teor de Fe foliar. Em trabalho realizado por Merwad (2020), foi reportado que a aplicação foliar de bioestimulantes favorece a absorção de Fe em plantas sob estresse salino, o que também foi registrado com a aplicação de ácidos húmicos, via solo e foliar (KHALED e FAWY, 2011).

Os teores de Cu das folhas coletadas na floração não foram afetados pela interação entre as formas de aplicação dos fertilizantes de feito bioestimulante e tão pouco pelos tratamentos isolados (Tabela 6), sendo registrado o teor médio de $13,39 \text{ mg kg}^{-1}$, inferior ao recomendado por Natale et al. (2002) para goiabeira ‘Paluma’, que é de 20 a 40 mg kg^{-1} . Na fase do crescimento dos frutos, não houve efeito da interação entre as formas de aplicação dos produtos sobre o teor de Cu foliar, no entanto a aplicação foliar de BIO1 reduziu o teor de Cu (Tabela 6). Os teores médios de Cu das folhas coletadas na fase de crescimento dos frutos variaram de $5,46$ a $6,79 \text{ mg kg}^{-1}$, inferior ao sugerido por Natale et al, (2002). Apesar dos teores de Cu se encontrarem a baixo do recomendado para a cultura, as plantas não apresentaram sintomas de deficiência. Conforme Rady et al. (2016) o estresse salino reduz os teores de Cu foliar, no entanto a aplicação de ácidos húmicos pode reverter o efeito negativo da salinidade. Çimrin et al. (2010) também relataram efeito positivo da aplicação de ácido húmico no teor de Cu de plantas sob estresse salino.

Não houve efeito da interação entre as formas de aplicação dos fertilizantes de efeito bioestimulante e muito menos para os tratamentos isolados sobre os teores de Mn das folhas, em ambas as fases de amostragem (Tabela 6), sendo registrado os teores médios de $77,26$ e $142,24 \text{ mg kg}^{-1}$ para as folhas coletadas nas fases de floração e crescimento dos frutos, respectivamente. O teor de Mn das folhas coletadas na floração é considerado adequado, no entanto o teor de Mn das folhas amostradas na fase do crescimento dos frutos é superior ao indicado por Natale et al. (2002) (40 a 80 mg kg^{-1}). Na literatura científica há resultados contrastantes quanto ao efeito da salinidade sobre os teores foliares de Mn (RADY et al., 2016; CHIVEU et al., 2020; LIU et al., 2020), enquanto, a aplicação de bioestimulante há concordância, conforme os trabalhos de Rady et al. (2016) e Çimrin et al. (2010), os quais descrevem que a aplicação de ácido húmico eleva os teores de Mn em plantas sob estresse salino.

A interação entre as formas de aplicação dos fertilizantes de efeito bioestimulante e os tratamentos isolados não influenciaram o teor de Zn das folhas na floração (Tabela 6), apresentando o teor médio de 52,12 mg kg⁻¹. O valor adequado de Zn para goiabeira ‘Paluma’ de acordo com Natale et al. (2002) é de 25 a 35 mg kg⁻¹. A interação entre as formas de aplicação dos fertilizantes de efeito bioestimulante afetou o teor de Zn na fase de crescimento dos frutos (Tabela 6), havendo decréscimo do teor de Zn com a aplicação do BIO1 via foliar com o BIO2 ou BIO1 via irrigação (Figura 2C). Os teores médios de Zn das folhas amostradas na fase de crescimento dos frutos variaram de 27,95 a 44,61 mg kg⁻¹ (Tabela 6). Portanto, todos os tratamentos apresentaram valores suficientes ou superiores ao recomendado para essa variedade de goiabeira (NATALE et al. 2002). No que se refere aos efeitos do estresse salino sobre o teor de Zn, na literatura há resultados divergentes, havendo aumento do teor (LIU et al. 2020), redução (RADY et al., 2016) e ausência de efeito (CHIVEU et al., 2020). Com relação aos efeitos dos bioestimulantes, de modo geral, tem proporcionado incremento na absorção de Zn (ÇIMRIN et al., 2010; RADY et al., 2016; MERWAD, 2020).

Ao analisar o estado nutricional da goiabeira, verifica-se que as plantas estão adequadamente nutridas, isso foi proporcionado pela correção do solo e manejo da adubação mineral e orgânica, impedindo que salinidade da água de irrigação causasse estresse iônico e por consequência desbalanço nutricional. Essa afirmativa é corroborada pela pesquisa realizada por Khan et al. (2016), esses autores relataram que a nutrição adequada com N, P, K e Zn combinado com aplicação de esterco, favorece a redução do teor de Na foliar e incremento de N, P, K e Zn, culminado com maior resistência das plantas ao estresse salino. Adicionalmente, foi relatado por Freire et al. (2013) que biofertilizante de esterco bovino proporciona atenuação do estresse salino pela manutenção do equilíbrio nutricional das plantas. Dessa forma, o estresse salino da água de irrigação foi atenuado pelo manejo imposto às plantas, fazendo com que o efeito bioestimulante fosse suplantado.

3.5.2 Teores nutricionais em frutos e exportação com a colheita

A interação entre as formas de aplicação dos fertilizantes de efeito bioestimulante não foram significativas para os teores de N, K, Ca e Mg dos frutos, bem como os tratamentos isolados, também não afetaram os teores de N, K e Mg (Tabela 7).

Tabela 7. Valores de ‘F’ com as respectivas médias dos teores de macronutrientes (N, P, K Ca e Mg) (g kg^{-1}) de frutos de goiabeira, em função de formas de aplicação e tipo de fertilizante de efeito bioestimulante

Fonte de variação	N	P	K	Ca	Mg
AF (Valor ‘F’)	2,8400 ^{ns}	1,7446 ^{ns}	0,0830 ^{ns}	14,910*	0,8385 ^{ns}
Sem	12,24a	1,45a	20,47a	1,61a	0,60a
Com	12,90a	1,54a	20,61a	1,23b	0,62a
AA (Valor ‘F’)	0,3461 ^{ns}	1,6322 ^{ns}	1,2540 ^{ns}	0,1209 ^{ns}	0,4889 ^{ns}
Testemunha	12,42a	1,50a	20,94a	1,47a	0,63a
BIO2	12,34a	1,38a	19,86a	1,39a	0,59a
BIO1	12,84a	1,53a	20,36a	1,41a	0,61a
BIO1 + BIO2	12,67a	1,54a	21,01a	1,42a	0,61a
AF x AA (Valor ‘F’)	3,0482 ^{ns}	3,5688*	2,9567 ^{ns}	1,0142 ^{ns}	2,7264 ^{ns}
CV (%)	8,76	10,92	6,62	19,39	10,52

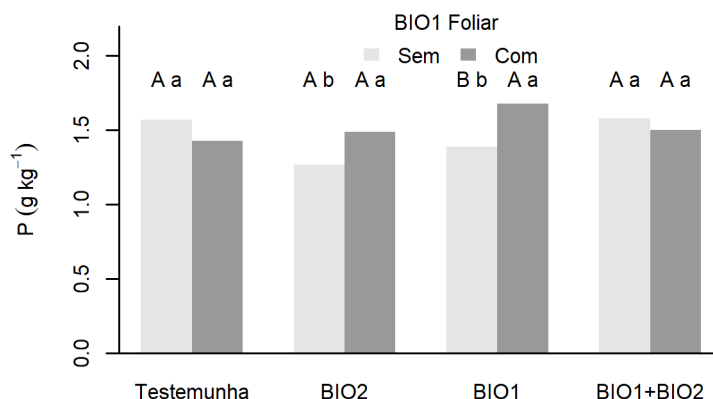
* e ns: Significativo e não significativo, respectivamente, pelo teste de F a 5% de probabilidade; Médias seguidas por letras iguais na coluna, não diferem entre si, pelo teste de F ou Scott-Knott ($p \leq 0,05$). AF = aplicação foliar de BIO1; AA = aplicação via água de irrigação; BIO2 = fertilizante de efeito bioestimulante composto por cálcio (8,7%), lignosulfonatos (14,70%) e ácido nítrico (27%); BIO1 = fertilizante de efeito bioestimulante composto por carbono orgânico total (10%), aminoácidos livres (6,0%), lignosulfonatos (2,6%), extrato de algas (2,0%), nitrogênio (11%) e potássio (1,0%); CV: coeficiente de variação.

Fonte: Elaboração do autor, 2023.

O teor médio de nitrogênio nos frutos foi de $12,57 \text{ g kg}^{-1}$, valor acima do registrado por Natale et al. (2002) ($8,5 \text{ g kg}^{-1}$). Esse teor de nitrogênio superior ao reportado por Natale et al. (2002) pode ter sido proporcionado pela salinidade da água de irrigação, tendo em vista que a salinidade da água de irrigação causa incremento no teor de N do fruto, (KEUTGEN e PAWELZIK, 2008; GURGEL et al., 2008). A aplicação de bioestimulantes também pode causar incremento nos teores de N dos frutos de plantas sob estresse salino, como reportado por Turan et al. (2021).

A interação entre a aplicação foliar e via irrigação foi significativa para o teor de P dos frutos (Tabela 7), tendo maior teor de P no fruto, as plantas que receberam BIO1 via foliar com BIO1 via irrigação e os menores teores para as plantas tratadas, apenas, com BIO2 ou BIO1 via irrigação (Figura 3). Os teores de P dos frutos variaram de 1,27 a $1,68 \text{ g kg}^{-1}$, valores superiores ao reportado por Natale et al. (2002) para frutos de goiabeira ‘Paluma’ ($0,9 \text{ g kg}^{-1}$). A salinidade pode causar efeitos adversos nos teores de P de frutos, foi relatado por Keutgen e Pawelzik (2008) que o estresse salino causa aumento no teor de P de frutos, já Gurgel et al. (2008) relatou que o estresse salino severo reduz o teor de P de frutos. No entanto, a aplicação de bioestimulantes pode incrementar o teor de P de frutos de plantas sob estresse salino (TURAN et al., 2021).

Figura 3. Teor de fósforo de fruto de goiabeira, em função de formas de aplicação e tipo de fertilizante de efeito bioestimulante



Letras iguais maiúsculas para aplicação via foliar e letras iguais minúsculas entre os tratamentos via irrigação não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$); BIO2 = fertilizante de efeito bioestimulante composto por cálcio (8,7%), lignosulfonatos (14,70%) e ácido nítrico (27%); BIO1 = fertilizante de efeito bioestimulante composto por carbono orgânico total (10%), aminoácidos livres (6,0%), lignosulfonatos (2,6%), extrato de algas (2,0%), nitrogênio (11%) e potássio (1,0%).

Fonte: Elaboração do autor, 2023.

Com relação ao K do fruto, registrou-se o teor médio de $20,54 \text{ g kg}^{-1}$, superior ao valor reportado por Natale et al. (2002) para essa variedade de goiabeira, o qual foi de $11,3 \text{ g kg}^{-1}$. Gurgel et al. (2008) relataram que o estresse salino severo causa redução do teor de potássio de frutos, no entanto, Keutgen e Pawelzik (2008) apresentaram resultados contrários. Quanto ao efeito da aplicação de bioestimulantes sobre o teor de K de frutos, há resultados controversos na literatura. No trabalho de Turan et al. (2021) foi descrito que a aplicação de bioestimulantes incrementa o teor de K de frutos de plantas sob estresse salino, já Di Stasio et al. (2020) reportaram resultado oposto.

Quanto ao teor de Ca do fruto, houve redução com a aplicação do BIO1 via foliar, não havendo efeito dos tratamentos via irrigação sobre o teor de Ca (Tabela 7). O teor de cálcio dos frutos variou de $1,23$ a $1,61 \text{ g kg}^{-1}$, bem superior ao valor reportado por Natale et al. (2002) para esse fruto ($0,7 \text{ g kg}^{-1}$). A salinidade severa pode aumentar (GURGEL et al., 2008) ou reduzir (KEUTGEN e PAWELZIK, 2008) os teores de Ca de frutos, havendo efeito atenuante da salinidade sobre os teores de Ca com a aplicação de bioestimulantes (KEUTGEN e PAWELZIK, 2008). Corroborando com os resultados deste trabalho, Di Stasio et al. (2020), relataram que a aplicação de bioestimulantes também causa redução nos teores de Ca de frutos.

O teor médio de magnésio dos frutos foi de 0,61 g kg⁻¹, próximo ao valor reportado por Natale et al. (2002), o qual foi 0,8 g kg⁻¹, para a mesma cultivar de goiabeira. Em trabalho realizado por Gurgel et al. (2008) evidenciou-se que o teor de Mg de frutos são reduzidos pela salinidade severa, o mesmo resultado foi reportado por Keutgen e Pawelzik (2008). No entanto, com a aplicação de bioestimulantes há incremento do teor de Mg mesmo sob estresse salino. Já Di Stasio et al. (2020) enfatizaram que a aplicação de bioestimulantes provoca redução no teor de Mg de frutos de plantas sob estresse salino.

A interação entre a aplicação foliar e via irrigação dos fertilizantes de efeito bioestimulante não foi significativa para a exportação de nutrientes (Tabela 8). O tratamento com BIO1 via foliar reduziu a exportação de K e Ca, não havendo efeito sobre a exportação de N, P e Mg (Tabela 8). Com relação a aplicação dos fertilizantes de efeito bioestimulante via irrigação, não houve efeito significativo sobre a exportação de N, P, K, Ca e Mg (Tabela 8). Quando se compara a exportação de nutrientes do presente trabalho com os resultados reportados por Natale et al. (2002), para a mesma cultivar de goiabeira, apenas a exportação de Mg foi inferior aos resultados do referido autor.

Tabela 8. Valores de ‘F’ com as respectivas médias da exportação de macronutrientes (N, P, K Ca e Mg) (g t⁻¹) de frutos de goiabeira, em função de formas de aplicação e tipo de fertilizante de efeito bioestimulante

Fonte de variação	N	P	K	Ca	Mg
AF (Valor ‘F’)	0,0394 ^{ns}	0,0268 ^{ns}	8,1197*	20,8939*	0,3970 ^{ns}
Sem	1.679a	199a	2.809a	222a	82a
Com	1.670a	198a	2.668b	160b	80a
AA (Valor ‘F’)	0,6281 ^{ns}	2,3594 ^{ns}	2,6546 ^{ns}	0,2290 ^{ns}	0,7867 ^{ns}
Testemunha	1.679a	202a	2.826a	200a	84a
BIO2	1.632a	182a	2.631a	185a	78a
BIO1	1.722a	205a	2.738a	191a	81a
BIO1 + BIO2	1.666a	202a	2.759a	187a	80a
AF x AA (Valor ‘F’)	2,0423 ^{ns}	2,9299 ^{ns}	2,0805 ^{ns}	0,9533 ^{ns}	2,2927 ^{ns}
CV (%)	7,95	9,8	5,12	20,12	10,34

* e ns: Significativo e não significativo, respectivamente, pelo teste de F a 5% de probabilidade; Médias seguidas por letras iguais na coluna, não diferem entre si, pelo teste de F ou Scott-Knott ($p \leq 0,05$). AF = aplicação foliar de BIO1; AA = aplicação via água de irrigação; BIO2 = fertilizante de efeito bioestimulante composto por cálcio (8,7%), lignosulfonatos (14,70%) e ácido nítrico (27%); BIO1 = fertilizante de efeito bioestimulante composto por carbono orgânico total (10%), aminoácidos livres (6,0%), lignosulfonatos (2,6%), extrato de algas (2,0%), nitrogênio (11%) e potássio (1,0%); CV: coeficiente de variação.

Fonte: Elaboração do autor, 2023.

3.5.3 Produção de frutos por planta

A interação entre as formas de aplicação dos fertilizantes de efeito bioestimulante e os tratamentos isolados não exerceram efeitos significativos sobre a produção de frutos por planta (Tabela 9), obtendo-se em média 41,63 kg planta⁻¹, correspondendo a uma produtividade de 11,50 t ha⁻¹. Essa produtividade é bem inferior a registrada para a região Nordeste, que é em torno de 26 t ha⁻¹ (IBGE, 2022). A baixa produtividade obtida nesta pesquisa é atribuída a baixa floração e aborto floral, que possivelmente, foi ocasionada pelo estresse osmótico, considerando que a fase de floração das plantas coincidiu com a época de irrigação exclusivamente com água salina (CE=3,07 dS m⁻¹). Esse resultado é respaldado por Shrivastava e Kumar (2015), os quais reportaram que o estresse salino afeta a microesporogênese e o alongamento dos filamentos do estame, causa aborto de óvulos e senescência de embriões fertilizados.

Tabela 9. Valores de ‘F’ com as respectivas médias da produção de frutos por planta, em função de formas de aplicação e tipo de fertilizante de efeito bioestimulante

Fonte de variação	Produção (kg planta ⁻¹)
AF (Valor ‘F’)	0,9468 ^{ns}
Sem	43,52a
Com	39,73a
AA (Valor ‘F’)	0,4357 ^{ns}
Testemunha	42,23a
BIO2	39,04a
BIO1	44,95a
BIO1 + BIO2	40,28a
AF x AA (Valor ‘F’)	0,7049 ^{ns}
CV (%)	26,52

ns: Não significativo pelo teste de F a 5% de probabilidade; Médias seguidas por letras iguais na coluna, não diferem entre si, pelo teste de F ou Scott-Knott ($p \leq 0,05$). AF = aplicação foliar de BIO1; AA = aplicação via água de irrigação; BIO2 = fertilizante de efeito bioestimulante composto por cálcio (8,7%), lignosulfonatos (14,70%) e ácido nítrico (27%); BIO1 = fertilizante de efeito bioestimulante composto por carbono orgânico total (10%), aminoácidos livres (6,0%), lignosulfonatos (2,6%), extrato de algas (2,0%), nitrogênio (11%) e potássio (1,0%); CV: coeficiente de variação.

Fonte: Elaboração do autor, 2023.

A ausência de efeito dos fertilizantes de efeito bioestimulante sobre a produção de frutos, pode ter sido ocasionada pela baixa quantidade de aplicações que antecedeu o início da floração. Tendo em vista que a aplicação de bioestimulantes incrementam a produção de diferentes espécies de plantas sob estresse salino. Em trabalho realizado por Turan et al. (2021) foi reportado que bioestimulantes a base de substâncias húmicas eleva a produtividade de frutos de tomateiro sob estresse salino. Nos trabalhos de Souza et al. (2020b) e Hernández-Herrera, et al. (2022) também evidenciou-se que bioestimulantes a base de extratos de algas eleva a produtividade, respectivamente, de abobrinha e tomate sob estresse salino.

3.6 CONCLUSÕES

Com exceção do cobre, os demais nutrientes foliares (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Fe, Mn e Zn) se encontram na faixa de suficiência ou superior ao recomendado para a cultura. O manejo adotado no experimento com adubação mineral e orgânica equilibrada, proporcionou nutrição adequada às plantas, com isso o efeito bioestimulante dos produtos foi suplantado. Com relação a produção de frutos, apesar das plantas estarem bem nutridas, o estresse osmótico causado pela salinidade da água de irrigação favoreceu a baixa floração e aborto de flores, impedindo que elevadas produtividades fossem atingidas. A ausência de efeito dos produtos sobre a produção foi ocasionada pelo baixo número de aplicações antes da fase de floração.

REFERÊNCIAS

- Agência executiva de gestão de águas - AESA. **Meteorologia – Chuvas**. 2020. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/meteorologia-chuvas/formdate=20201122&produto=municipio&periodo=personalizado>> Acesso em: 22 de Nov. de 2020.
- AHMED, A. H. H.; DARWISH, E.; HAMODA, S. A. F.; ALOBAIDY, M. G. Effect of putrescine and humic acid on growth, yield and chemical composition of cotton plants grown under saline soil conditions. **American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences**, v. 13, n. 4, p. 479-497, 2013.
- CARMO, C. A. F. S.; ARAÚJO, W. S.; BERNARDI, A. C. C.; SALDANHA, M. F. C. **Métodos de análise de tecidos vegetais utilizados na Embrapa Solos**. - Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 41 p. – (Embrapa Solos. Circular Técnica; 6).
- CAVALINI, F. C. JACOMINO, A. P.; LOCHOSKI, M. A.; KLUGE, R. A.; ORTEGA, E. M. M. Maturity indexes for ‘Kumagai’ and ‘Paluma’ guavas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 2, p. 176-179, 2006.
- CHIVEU, J.; UBBENJANS, U.; KEHLENBECK, K.; PAWELZIK, E.; NAUMANN, M. Partitioning of dry matter and minerals in Kenyan common guava under salt stress: implications for selection of adapted accessions for saline soils. **Forests, Trees and Livelihoods**, v. 29, n. 2, p. 99-118, 2020.
- ÇIMRIN, K. M.; TÜRKMEN, Ö.; TURAN, M.; TUNCER, B. Phosphorus and humic acid application alleviate salinity stress of pepper seedling. **African Journal of Biotechnology**, v. 9, n. 36, p. 5845-5851, 2010.
- DI STASIO, E.; CIRILLO, V.; RAIMONDI, G.; GIORDANO, M.; ESPOSITO, M.; MAGGIO, A. Osmo-priming with seaweed extracts enhances yield of salt-stressed tomato plants. **Agronomy**, v. 10, 1559, 2020.
- EBERT, G.; EBERLE, J.; ALI-DINAR, H.; LÜDDERS, P. Ameliorating effects of $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ on growth, mineral uptake and photosynthesis of NaCl-stressed guava seedlings (*Psidium guajava* L.). **Scientia Horticulturae**, v. 93, p. 125-135, 2002.
- EL-SHARKAWY, M.; EL-BESHSBESHY, T.; AL-SHAL, R.; MISSAOUI, A. Effect of plant growth stimulants on alfalfa response to salt stress. **Agricultural Sciences**, v. 8, p. 267-291, 2017.
- ELSAWY, H. I. A.; ALHARBI, K.; MOHAMED, A. M. M.; UEDA, A.; ALKAHTANI, M.; ALHUSNAIN, L.; ATTIA, K. A.; ABDELAAL, K.; SHAHEIN, A. M. E. A. Calcium lignosulfonate can mitigate the impact of salt stress on growth, physiological, and yield characteristics of two barley cultivars (*Hordeum vulgare* L.). **Agriculture**, v. 12, 1459, 2022.
- EMBRAPA SOLOS – Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 3ª ed. Brasília, EMBRAPA. 2017. 573p.

- FERREIRA, R. G.; TÁVORA, F. J. A. F.; HERNANDEZ, F. F. F. Distribuição da matéria seca e composição química das raízes, caule e folhas de goiabeira submetida a estresse salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 1, p. 79-88, 2001.
- FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. ExpDes: An R Package for ANOVA and Experimental Designs. **Applied Mathematics**, v. 5, p. 2952-2958, 2014.
- FREIRE, J. L. O.; CAVALCANTE, L. F.; DIAS, T. J. DANTAS, M. M. M.; MEDEIROS, L. P. M.; AZEVEDO, T. A. O. Micronutrient content in soil and leaf tissue of yellow passion fruit under the use of attenuators of saline stress. **Agropecuária Técnica**, v. 36, n. 1, p. 65-81, 2015.
- FREIRE, J. L. O.; CAVALCANTE, L. F.; NASCIMENTO, R.; REBEQUI, A. M. Teores de clorofila e composição mineral foliar do maracujazeiro irrigado com águas salinas e biofertilizante. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 36, n. 1, p. 57-70, 2013.
- GRATTAN, S. R.; GRIEVE, C. M. Salinity-mineral nutrient relations in horticultural crops. **Scientia Horticulturae**, 78, 127-157, 1999.
- GURGEL, M. T.; GHEYI, H. R.; OLIVEIRA, F. H. T.; FERNANDES, P. D.; SILVA, F. V. Nutrição de cultivares de meloeiro irrigadas com águas de baixa e alta salinidade. **Revista Caatinga**, v. 21, n. 5, p. 36-43, 2008.
- GULMEZOGLU, N.; IZCI, E. Ionic responses of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants under salinity stress and humic acid applications. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca**, v. 48, n. 3, p. 1317-1331, 2020.
- HERNÁNDEZ-HERRERA, R. M.; SÁNCHEZ-HERNÁNDEZ, C. V.; PALMEROS-SUÁREZ, P.A.; OCAMPO-ALVAREZ, H.; SANTACRUZ-RUVALCABA, F.; MEZA-CANALES, I.D.; BECERRIL-ESPINOSA, A. Seaweed extract improves growth and productivity of tomato plants under salinity stress. **Agronomy**, v. 12, 2495, 2022.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal**. 2022. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457>> Acesso em: 29 de Set. de 2022.
- KHALED, H.; FAWY, H. A. Effect of different levels of humic acids on the nutrient content, plant growth, and soil properties under conditions of salinity. **Soil & Water Research**, v. 6, n. 1, p. 21–29, 2011.
- KHAN, H. R.; ASHRAF, M.; SHAHZAD, S. M.; IMTIAZ, M.; AZIZ, A.; PIRACHA, M. A.; SIDDIQUI, A. R. Additional application of plant nutrients with farm yard manure for improving the adaptation of cotton crop to salinity stress. **Journal of Applied Agriculture and Biotechnology**, v. 1, n. 2, p. 48-57, 2016.
- KEUTGEN, A. J.; PAWELZIK, E. Quality and nutritional value of strawberry fruit under long term salt stress. **Food Chemistry**, v. 107, p. 1413-1420, 2008.
- LIMA, B. R.; OLIVEIRA, E. P.; DONATO JÚNIOR, E. P.; BEBÉ, F. V. Uso e qualidade de água subterrânea utilizada por agricultores familiares no Território Sertão Produtivo, Estado

da Bahia, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 7, n. 16, p. 679-689, 2020.

LIU, C.; ZHAO, X.; YAN, J.; YUAN, Z.; GU, M. Effects of salt stress on growth, photosynthesis, and mineral nutrients of 18 pomegranate (*Punica granatum*) cultivars. **Agronomy**, v. 10, n. 27, 2020.

MASCARENHAS, J. C.; BELTRÃO, B. A.; SOUZA JUNIOR, L. C.; MORAIS, F.; MENDES, V. A.; MIRANDA, J. L. F. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea: Diagnóstico do município de Picuí, estado da Paraíba**. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005. 10 p.

MCGRATH, S. P.; CUNLIFFE, C. H. A simplified method for the extraction of the metals Fe, Zn, Cu, Ni, Cd, Pb, Cr, Co and Mn from soils and sewage sludges. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 36, n. 9, p. 794-798, 1985.

MERWAD, A-R. M. A. Mitigation of salinity stress effects on growth, yield and nutrient uptake of wheat by application of organic extracts. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 51, n. 9, p. 1150-1160, 2020.

MEDEIROS, J. F.; LISBOA, R. A.; OLIVEIRA, M.; SILVA JÚNIOR, M. J.; ALVES, L. P. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, n. 3, p. 469-472, 2003.

MUTALE-JOAN, C.; RACHIDI, F.; MOHAMED, H. A.; EL MERNISSI, N.; AASFAR, A.; BARAKATE, M.; MOHAMMED, D.; SBABOU, L.; EL ARROUSSI, H. Microalgae-cyanobacteria-based biostimulant effect on salinity tolerance mechanisms, nutrient uptake, and tomato plant growth under salt stress. **Journal of Applied Phycology**, v. 33, p. 3779-3795, 2021.

NATALE, W., COUTINHO, E. L. M., BOARETTO, A. E., BANZATTO, D. A. Influência da época de amostragem na composição química das folhas de goiabeira (*Psidium guajava* L.). **Revista de Agricultura**, v. 69, n. 3, p. 247-255, 1994.

NATALE, W.; COUTINHO, E. L. M.; PEREIRA, F. M.; BOARETTO, A. E. Nutrients foliar content for high productivity cultivars of guava in Brazil. **Acta Horticulturae**, v. 594, p. 383-386, 2002.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna, Austria, R Foundation for Statistical Computing, 2020.

RADY, M. M.; ABD EL-MAGEED, T. A.; ABDURRAHMAN, H. A.; MAHDI, A. H. Humic acid application improves field performance of cotton (*Gossypium barbadense* L.) under saline conditions. **The Journal of Animal & Plant Sciences**, v. 26, n 2, p. 487-493, 2016.

RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils**. USDA - United States Department of Agriculture, 1954. N°. 60, 166p.

ROCHA, L. F.; CAVALCANTE, L. F.; NUNES, J. C.; CAVALCANTE, Í. H. L.; BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z. Crop management advances for nutritional status and fruit yield of guava in semiarid, **Journal of Plant Nutrition**, v. 42, n. 8, p. 1-11, 2019.

ROUPHAEL, Y; DE MICCO, V.; ARENA, C.; RAIMONDI, G.; COLLA, G.; DE PASCALE, S. Effect of *Ecklonia maxima* seaweed extract on yield, mineral composition, gas exchange, and leaf anatomy of zucchini squash grown under saline conditions. **Journal of Applied Phycology**, v. 29, p. 459–470, 2017.

SANTOS, R.R.; QUAGGIO, J.A. Goiaba. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1996. p.143. (Boletim Técnico, 100)

Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SIBCS). 4. ed. Brasília: Embrapa, 2014. 393p.

SHRIVASTAVA, P.; KUMAR R. Soil salinity: A serious environmental issue and plant growth promoting bacteria as one of the tools for its alleviation. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 22, p. 123-131, 2015.

SOUZA, J. T. A.; CAVALCANTE, L. F.; NUNES, J. C.; ARAÚJO, D. L.; OLIVEIRA, F. F. Soil salinity, micronutrients and passion fruit production irrigated with saline water and using organomineral fertilization. **Scientia Plena**, 16, n. 7, 070205, 2020a.

SOUZA, M. W. L.; TORRES, S. B.; OLIVEIRA, F. A.; MARQUES, I. C. S.; PEREIRA, K. T. O.; GUIMARÃES, Í. T. Saline-water irrigation and plant growth regulator application on zucchini fruit yield and quality. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.24, n.10, p. 679-684, 2020b.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H. & VOLKWEISS, S.J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2.ed., Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p. (Boletim Técnico, 5)

TURAN, T.; YILDIRIM, E.; EKINCI, M.; ARGIN, S. Effect of biostimulants on yield and quality of cherry tomatoes grown in fertile and stressed soils. **HORTSCIENCE**, v. 56, n. 4, p. 414-423, 2021.

WILLADINO, L.; CAMARA, T. R. Tolerância das plantas à salinidade: aspectos fisiológicos e bioquímicos. **Enciclopédia Biosfera**, v. 6, N. 11; P. 1-23, 2010.

4 ARTIGO III: SALINIDADE E FERTILIDADE DO SOLO E SISTEMA RADICULAR DE GOIABEIRA ‘PALUMA’ IRRIGADA COM ÁGUA SALINA E TRATADA COM FERTILIZANTES DE EFEITO BIOESTIMULANTE

4.1 RESUMO

Apesar de a irrigação ser uma forte aliada para a produção agrícola, o seu manejo inadequado, principalmente, quando atrelado a condições como elevada condutividade elétrica ($CE \geq 0,75$) da água de irrigação, elevada evapotranspiração e baixa pluviosidade, causa problemas como salinização dos solos e por consequência perda de rendimento das culturas. Atualmente, o mercado dispõe de produtos que prometem atenuar os efeitos da salinização sobre o solo. Portanto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a aplicação de Codasal® e Aminoagro Raiz® na salinidade e fertilidade do solo e no sistema radicular de goiabeira ‘Paluma’ irrigada com água salina. O experimento foi montado em esquema fatorial, com subparcela ($2 \times 4 \times 2$), as parcelas foram representadas, respectivamente, pela aplicação de pulverizações com Aminoagro Raiz® (Sem e Com) e aplicação de Codasal® e, ou Aminoagro Raiz® via irrigação (Sem, Codasal®, Aminoagro Raiz® e Codasal® + Aminoagro Raiz®), as subparcelas foram constituídas pelas profundidades de amostragem do solo (0-20 e 20-40 cm). Utilizou-se o delineamento em blocos ao acaso com quatro repetições. Verificou-se que a salinidade e a fertilidade do solo não foram melhoradas pelos produtos. Quanto as seções de profundidade, o pH, P trocável, K^+ trocável, Ca^{+2} trocável, Mg^{+2} trocável, Soma de Bases (SB), Capacidade de Troca Catiônica (CTC) e Matéria Orgânica (MO) foram superiores na camada de profundidade de 0-20 cm em comparação com a profundidade do solo de 20-40 cm. Para as variáveis relacionada com a salinidade, evidenciou-se que na camada de 0-20 cm a Condutividade Elétrica do extrato de saturação (CE_{es}) os teores de SO_4^{-2} , Cl^- , K^+ , Ca^{+2} e Mg^{+2} solúveis, foram superiores aos teores da camada de 20-40 cm. Adicionalmente, verificou-se que a fertilidade do solo foi comprometida pela evolução da salinidade durante o período experimental. Para as variáveis do sistema radicular não teve o fator profundidade do solo, sendo avaliado a massa seca da raiz, e com o software SAFIRA realizou-se a determinação do comprimento, volume e área e determinou-se a densidade de raiz. Os produtos testados não afetam o sistema radicular de goiabeira.

Palavras-chave: *Psidium guajava*; atributos químicos do solo; saúde do solo; lignosulfonato; extrato de algas.

4.2 ABSTRACT

Although irrigation is a strong ally for agricultural production, its inadequate management, especially when linked to conditions such as high electrical conductivity ($EC \geq 0.75$) of irrigation water, high evapotranspiration and low rainfall, causes problems such as salinization soils and consequently loss of crop yields. Currently, the market has products that promise to mitigate the effects of salinization on soil. Therefore, the aim of this study was to evaluate the application of Codasal® and Aminoagro Raiz® on salinity and soil fertility and on the root system of 'Paluma' guava tree irrigated with saline water. The experiment was set up in a factorial scheme, with subplots ($2 \times 4 \times 2$), the plots were represented, respectively, by the application of sprays with Aminoagro Raiz® (Without and With) and application of Codasal® and, or Aminoagro Raiz® via irrigation (Without, Codasal®, Aminoagro Raiz® and Codasal® + Aminoagro Raiz®), the subplots were constituted by soil sampling depths (0-20 and 20-40 cm). A randomized block design with four replications was used. It was found that salinity and soil fertility were not affected by the products. As for the depth sections, it was verified that the pH, exchangeable P, exchangeable K^+ , exchangeable Ca^{+2} , exchangeable Mg^{+2} , Sum of Bases (SB), Cation Exchange Capacity (CEC) and Organic Matter (OM) were higher in layer depth of 0-20 cm compared to soil depth of 20-40 cm. For the salinity parameters, it was verified that in the 0-20 cm layer the Electrical Conductivity of the saturation extract (EC_{se}) the contents of SO_4^{-2} , Cl^- , K^+ , Ca^{+2} and Mg^{+2} soluble, were higher than the contents of the 20-40 cm layer. Additionally, it was found that soil fertility was compromised by the evolution of salinity during the experimental period. For the root system variables, there was no soil depth factor, the root dry mass was evaluated, and with the SAFIRA software, the determination of length, volume and area and root density. The products do not affect the guava root system.

Keywords: *Psidium guajava*; soil chemical attributes; soil health; lignosulfonate; seaweed extract.

4.3 INTRODUÇÃO

O crescimento populacional exerce forte pressão sobre a demanda por alimentos, a qual impulsiona o aumento da produtividade agrícola através do surgimento de variedades de plantas mais produtivas e resistentes, adoção de nutrição mineral equilibrada e utilização de

irrigação. Estima-se que a irrigação pode incrementar a produtividade das culturas em mais de 100% em comparação com o cultivo em sequeiro. Atualmente, a agricultura irrigada é responsável por 45% da produção de alimentos, com uma área que corresponde a 22% do total cultivado (FAO, 2023).

É notória a importância da irrigação para a segurança alimentar do planeta, havendo casos que o cultivo agrícola é permitido apenas com uso de irrigação, como ocorre nas regiões áridas e semiáridas. No entanto, nessas regiões é preciso ter cuidados extras com o manejo da irrigação, com objetivo de evitar a salinização do solo. A salinização é um processo que ocorre naturalmente, no entanto o uso de água salina na irrigação, aplicação de quantidade de água insuficiente para lixiviar os sais, combinada com condições de drenagem deficiente do solo, baixa precipitação pluviométrica e elevadas taxas de evapotranspiração aceleram o processo. O excesso de sais no solo causa elevadas perdas na produção primária, evoluindo para desertificação da área afetada. Estima-se que 20% da área irrigada no mundo são afetadas por sais (CHERLET et al., 2018).

O processo de degradação do solo pelo uso de água na irrigação com elevado teores de sais se dá através de alterações nos atributos químicos do solo como o aumento da condutividade elétrica do extrato de saturação (CAVALCANTE et al., 2018a; SUDDARTH et al., 2019), aumento da razão de adsorção de sódio (RAS), da porcentagem de sódio trocável (PST), do teor de cloreto (SUDDARTH et al., 2019), do sódio, potássio, cálcio e magnésio do extrato de saturação (GONÇALVES et al., 2011).

A medida que a salinização do solo progride a fertilidade é severamente comprometida, a água de irrigação com excesso de sódio e cloreto causa desbalanço dos elementos do solo, provocando o deslocamento de íons como o potássio, cálcio e magnésio do sítio de troca, acarretando no aumento de seus teores na solução do solo, processo que favorece a lixiviação e, ou precipitação dos nutrientes (GARCIA et al., 2008). No trabalho realizado por Dias et al. (2015), os autores constataram que o uso de água salina na irrigação em maracujazeiro causa redução da disponibilidade de cálcio no solo. Foi constatado por Fernandes et al. (2008) que a irrigação de bananeira com água salina de origem calcária causa aumento do pH e da condutividade elétrica do solo, reduz a acidez potencial e promove desequilíbrios nutricionais que limitam a produtividade da cultura.

No caso da goiabeira as condições de salinidade e fertilidade do solo precisam estarem em níveis compatíveis com o exigido pela cultura para que seja possível atingir a produtividade máxima, sendo assim, recomenda-se que a condutividade elétrica do extrato de

saturação esteja igual ou inferior a $1,2 \text{ dS m}^{-1}$ (TÁVORA et al., 2001), a saturação por bases (Ca, Mg e K) precisa estar em torno de 50% na linha de plantio (NATALE et al., 2007), também foi reportado pelo mesmo autor que a máxima produtividade da goiabeira foi obtida com teores de cálcio e magnésio do solo em torno de 3 e $1 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, respectivamente. Valores semelhantes foram recomendados por Prado e Natale (2004) para o cálcio e por Santos e Quaggio (1996) para o magnésio do solo. É importante salientar que a goiabeira se desenvolve em uma faixa ampla de pH do solo, no entanto é desejável que o pH se encontre na faixa de 5 a 6, para alcançar maiores produtividades (BOURDELLES e ESTANOVE, 1967).

Com relação aos teores de potássio no solo, foi observado em trabalho recente, realizado no semiárido paraibano, que a cultura atinge a máxima produtividade com o teor de potássio disponível em torno de 115 mg dm^{-3} (CAVALCANTE et al., 2018b e 2019). Em experimento realizado por Santos et al. (2021) testando doses de fósforo em goiabeira ‘Paluma’, constatou-se que houve incremento da produtividade da cultura com o aumento do teor de fósforo disponível no solo, até o valor em torno de 92 mg dm^{-3} .

Na tentativa de melhorar a fertilidade dos solos propensos a salinização, várias empresas estão lançando no mercado, produtos que atuam como condicionadores do solo. Na composição desses condicionadores contém lignosulfonato, complexante orgânico que atua como um agente seletivo de íons. Com a aplicação desse produto o excesso de sais contidos na água de irrigação e na solução do solo são complexados pelo lignosulfonato, impedindo que sejam absorvidos pelas plantas ou que ocorra acúmulo subsequente de sais da irrigação, agindo preventivamente. Melhora as características físicas do solo, facilitando a lixiviação do sódio prejudicial ao solo e as plantas em elevadas concentrações (MACDONALD, 2005).

A goiabeira quando cultivada sob estresse salino o crescimento radicular é prejudicado, havendo redução de mais de 10% da biomassa da raiz para cada acréscimo de 1 dS m^{-1} da condutividade elétrica (CE) da água de irrigação (CAVALCANTE et al., 2010). A alteração negativa do sistema radicular causada pela salinidade, pode maximizar o efeito do estresse, por limitar o crescimento, assim impedindo que as raízes atinjam camadas do solo mais profundas, prejudicando a absorção de água e nutrientes. Os mesmos produtos utilizados como condicionadores do solo, afetam as plantas diretamente, agindo como bioestimulante e por consequência provocando o efeito de melhora no comprimento, diâmetro e na biomassa de raiz de plantas (LUCINI et al., 2018; NANDHINIDEVI et al., 2020).

Considerando a problemática do uso de água com elevado teor de sais na agricultura e o possível efeito melhorador dos bioestimulantes, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a aplicação de Codasal® e Aminoagro Raiz® via foliar e irrigação na salinidade e fertilidade do solo e no sistema radicular de goiabeira ‘Paluma’ irrigada com água salina.

4.4 MATERIAL E MÉTODOS

4.4.1 Localização e características da área experimental

O experimento foi instalado em pomar comercial (6°26'29,2"S, 36°14'01,3"W) de goiabeira ‘Paluma’ com três anos de implantado, com mudas propagadas por estaquia, localizado no Sítio Boca da Mata, Município de Picuí, Estado da Paraíba, Brasil. O clima da região é do tipo BSh de acordo com a classificação de Köppen, ou seja, semiárido quente com chuvas de verão e outono (MASCARENHAS et al., 2005). A precipitação pluviométrica durante a execução do experimento encontra-se na tabela 1, obtendo-se o total de 595,5 mm acumulados de chuva (AESA, 2020).

Tabela 1. Distribuição da precipitação pluviométrica (mm) durante o período do experimento

----- 2019 -----					----- 2020 -----		
Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março
9,6	4,9	13,8	1,0	0,0	76,2	83,7	406,3

Fonte: AESA, 2020.

O solo da área onde o pomar de goiabeira foi instalado em espaçamento de 6 x 6 m é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo (SIBCS, 2014). Antes do início do experimento realizou-se a amostragem do solo nas camadas de 0–20 e 20–40 cm para realizar a análise de fertilidade e física conforme manual de métodos da EMBRAPA (2017), também análise de salinidade conforme Richards (1954), os resultados estão apresentados na tabela 2.

Tabela 2. Atributos químicos (fertilidade e salinidade) e físicos de Latossolo Vermelho Amarelo cultivado com goiabeira ‘Paluma’ antes da aplicação dos tratamentos

Fertilidade												
Prof. (cm)	pH H ₂ O _(1:2,5)	P -- mg dm ⁻³ --	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ +Al ⁺³	Al ⁺³	Ca ⁺² cmol _c dm ⁻³	Mg ⁺²	SB	CTC	MOS -- g kg ⁻¹ --	
0-20	5,2	14,66	36,27	0,08	2,33	0,25	0,53	1,19	1,89	4,22	8,06	
20-40	4,6	6,58	32,00	0,08	2,06	0,50	0,20	0,89	1,25	3,31	3,71	
Física												
Prof. (cm)	Areia 2-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm	Argila < 0,002 mm	Ada	GF	Ds	Dp	Pt	Umidade (Mpa)			
	----- g kg ⁻¹ -----			g kg ⁻¹	dag kg ⁻¹	kg m ⁻³	kg dm ⁻³	m ³ m ⁻³	----- g kg ⁻¹ -----			
0-20	831	36	133	25	81,2	1,31	2,65	0,51	69	57	44	
20-40	801	25	174	25	85,6	1,21	2,67	0,55	77	64	49	
Salinidade												
Prof. (cm)	pH	CEes - dS m ⁻¹ -	SO ₄ ⁻²	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	K ⁺	CO ₃ ⁻²	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	RAS	Classificação
		----- mmol _c L ⁻¹ -----										
0-20	6,50	0,56	0,34	1,25	5,50	2,69	0,66	0,00	17,50	5,00	1,47	Normal
20-40	6,10	0,46	0,10	2,00	12,50	2,20	0,52	0,00	17,50	7,50	0,82	Normal

Fertilidade - P, K⁺, Na⁺: Extrator Mehlich 1; SB: Soma de bases trocáveis (Ca²⁺+Mg²⁺+K⁺+Na⁺); (H⁺+Al³⁺): Extrator acetato de cálcio 0,5 M; CTC: Capacidade de troca catiônica [SB + (H⁺+Al³⁺)]; Al³⁺, Ca²⁺, Mg²⁺: Extrator KCl 1 M; MOS: Matéria orgânica do solo pelo método Walkley-Black.

Atributos físicos – Ada: Argila dispersa em água; GF, Ds, Dp e Pt: Respectivamente grau de floculação [GF = (argila – Ada/argila) x 100], densidade do solo, densidade de partícula e porosidade total [Pt = (Dp-Ds)/Dp].

Salinidade - CEes.: Condutividade Elétrica do extrato de saturação a 25 °C; RAS: Relação de Adsorção de Sódio {Na⁺/[(Ca²⁺+Mg²⁺)/2]^{1/2}}.

Fonte: Elaboração do autor, 2023.

4.4.2 Tratamentos e delineamento experimental

Para as variáveis relacionada a fertilidade e salinidade os tratamentos foram organizados no esquema fatorial com parcela subdividida (2 x 4 x 2) as parcelas foram, respectivamente, a aplicação foliar (com e sem) de Aminoagro Raiz[®] (BIO1) e à aplicação via água de irrigação dos seguintes fertilizantes de efeito bioestimulante: testemunha (sem bioestimulante), Codasal[®] (BIO2), BIO1 e BIO1 + BIO2. As subparcelas foram compostas pela profundidade de amostragem do solo (0-20 e 20-40 cm). Assim, totalizando-se 16 tratamentos. Os tratamentos foram dispostos em blocos ao acaso com quatro repetições, cada parcela experimental foi composta por cinco plantas, estabelecidas. Para as variáveis do sistema radicular não há o fator profundidade do solo.

O Aminoagro raiz[®] é composto por resíduo orgânico agroindustrial de origem vegetal, extrato de algas, ureia, cloreto de potássio e água, cuja composição é carbono orgânica total (10%), aminoácidos livres (6,0%), lignosulfonato (2,6%), extrato de algas (2,0%), nitrogênio (11%) e potássio (1,0%). O outro fertilizante de efeito bioestimulante estudado foi o Codasal[®] composto por água; óxido de cálcio, lignosulfonatos e ácido nítrico. Com a seguinte

composição relativa: cálcio (8,7%), lignosulfonatos (14,7%) e nitrogênio solúvel em água (6,0%).

As aplicações foliares do BIO1 foram realizadas aos 20, 62 e 132 dias após a poda de produção, na dose de 1,75 mL por planta, para essa finalidade preparou-se 60 litros de calda com 280 mL do produto e aplicou-se com auxílio de pulverizador costal, com capacidade de 20 L, nas 160 plantas. As aplicações dos tratamentos via água de irrigação foram iniciadas aos 20 dias após a poda e repetidas quinzenalmente até completar 10 aplicações. Em cada aplicação utilizou-se 11,25 mL do BIO2 e 1,75 mL do BIO1 por planta. A quantidade de fertilizante de efeito bioestimulante de cada tratamento, via irrigação, foi diluída para 250 L de água e em seguida aplicada via microaspersão com vazão de 80 L h⁻¹. As respectivas doses de aplicação dos produtos foram realizadas de acordo com a recomendação dos fabricantes.

4.4.3 Correção do solo e adubações

A adubação mineral foi realizada semanalmente via fertirrigação, sendo aplicado 20 adubações, durante a safra, nas seguintes quantidades por planta: 44 g de N, 44 g de K e 2,44 g de P, usando como fonte ureia (45% de N), cloreto de potássio (60% de K₂O) e monoamônio fosfato (12% de N e 44% de P₂O₅). A adubação orgânica foi realizada após a poda de produção, sendo colocado 20 L de esterco bovino por planta, na projeção da copa. A análise química do esterco segue na tabela 3.

Tabela 3. Caracterização química do esterco bovino utilizado no experimento

C.O.	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Zn	Fe	Mn	B
g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹					
99,00	6,48	2,15	8,43	27,70	7,60	3,01	13,39	65,46	10.156,10	266,53	87,22

N, P, K, Ca e Mg: Digestão com H₂O₂ e H₂SO₄; S, Fe, Cu, Mn, Zn e Na: Digestão com HNO₃ e HClO₄; B: Extração por combustão via seca; C.O.: Oxidação via úmida com dicromato

Fonte: Elaboração do autor, 2023.

A correção do solo foi realizada conforme Santos e Quaggio (1996), visando elevar a saturação por bases para 70%, para tanto calculou-se a quantidade de corretivo para 8% (projeção da copa) da área total, a qual correspondeu a 700 g por planta de calcário dolomítico (41,68% CaO, 15,39% MgO, 100% de eficiência relativo e 113,74 de poder relativo de neutralização total - PRNT).

4.4.4 Caracterização da água e a irrigação

A irrigação foi realizada com água salina proveniente de poço profundo (Tabela 4), sendo aplicada lâmina de 80 L por planta com turno de rega de 36 h. Utilizou-se o sistema de microaspersão com vazão de 80 L h⁻¹.

Tabela 4. Análise de salinidade da água utilizada na irrigação

pH	CE dS m ⁻¹	SO ₄ ⁻²	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	K ⁺	CO ₃ ⁻²	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	RAS	Classificação
4,7	3,07	2,40	2,39	5,17	15,54	1,43	0,00	1,00	26,25	7,99	C4S3

C.E.: Condutividade Elétrica a 25 °C

RAS: Relação de Adsorção de Sódio

C4: Risco Muito Alto de Salinização

S3: Risco Alto de Sodicidade

Fonte: Elaboração do autor, 2023.

4.4.5 Variáveis analisadas

4.4.5.1 Fertilidade do solo

A fertilidade do solo (pH, P, K⁺, Na⁺, Ca⁺², Mg⁺², H + Al, matéria orgânica (MO), soma de bases (SB) e capacidade de troca catiônica (CTC)) foi determinada de acordo com o manual de métodos de análise de solo da EMBRAPA (2017). Sendo o pH determinado em água na proporção 1:2,5; na determinação de P, K⁺ e Na⁺ utilizou-se extrator Mehlich 1, para Ca⁺² e Mg⁺² o extrator utilizado foi KCl a 1M, o extrator utilizado para H + Al foi acetato de cálcio 0,5 M e matéria orgânica determinada pelo método de Walkley-Black. A amostragem do solo foi realizada em 19 de dezembro de 2019, correspondente a 124 dias após a poda de produção. A coleta do solo foi feita nas camadas de 0-20 e 20-40 cm de profundidade, na projeção da copa de uma planta por parcela e duas subamostras por planta, coletadas em lados opostos.

4.4.5.2 Salinidade do solo

Para análise de salinidade utilizou-se do mesmo solo amostrado para a análise da fertilidade. Sendo realizada a análise das seguintes variáveis na pasta saturada: pH, Condutividade elétrica do extrato de saturação (CE_{es}), SO₄⁻², Cl⁻, HCO₃⁻, Na⁺, K⁺, Ca⁺², Mg⁺², razão de adsorção de sódio (RAS) e porcentagem de sódio trocável (PST), de acordo com o método proposto por Richards (1954).

4.4.5.3 Sistema radicular

As raízes foram coletadas em 04 de janeiro de 2020 (140 dias após a poda de produção), na seção de profundidade do solo de 0-20 cm, a 50 cm de distância do caule da goiabeira, sendo coletadas duas amostras por planta em lados opostos, em uma planta por parcela com auxílio de sonda amostradora (SONDATERRA® SR-100). O amostrador é um monolítico tubular de 1,0 m de comprimento confeccionado em aço carbono com 0,2 cm de espessura, diâmetro interno de 5,5 cm e graduado de 10 em 10 cm.

As raízes foram separadas do solo por flotação, para isso, cada amostra foi colocada em balde de 20 L contendo água, manualmente realizou-se a desagregação do solo, permitindo que as raízes ficassem suspensas. A coleta das raízes foi realizada com a passagem da água sobre peneira de 35 mesh.

Após a separação das raízes do solo, foram colocadas sobre papel absorvente, e com auxílio de pinça retirou-se restos de galhos, folhas, insetos e outros detritos. Posteriormente, acomodou-se as raízes em sacos de papel com as respectivas identificações, sendo colocadas para secar em estufa de circulação de ar a 65°C até atingir peso constante. Em seguida, determinou-se a massa seca em balança analítica. A massa seca da raiz foi expressa em kg planta⁻¹, considerando a profundidade de 0,2 m e o raio de 1 m, correspondente a área molhada sob a copa da planta.

Sequencialmente à eliminação das impurezas, as raízes foram colocadas sobre papel branco, isento manchas. As raízes foram distribuídas sobre o papel evitando sobreposição. Em cada amostra foi tirado três fotografias, havendo objeto de tamanho conhecido (Ex.: régua) para servir de parâmetro no momento de manipular as imagens. As fotografias foram manipuladas com o Software Safira 1.1 (JORGE e RODRIGUES, 2008) para obtenção da área (m² planta⁻¹), volume (dm³ planta⁻¹) e comprimento (m² planta⁻¹) de raiz. Considerando-se a raiz contida na profundidade de 0,2 m e no raio de 1 m sob a copa.

A densidade de raiz (kg dm⁻³) foi obtida pela razão entre a massa seca com o volume de raiz.

4.4.6 Análise estatística

Os dados foram avaliados quanto a normalidade (Kolmogorov-Smirnov) e homoscedasticidade (Levene) das variâncias. Cumprindo esse pressuposto, realizou-se a análise de variância e de acordo com significância do teste de F ($p \leq 0,05$) procedeu-se o teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$), para as variáveis relacionadas a salinidade e fertilidade do solo utilizou-se o software SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2011), e as variáveis do sistema radicular utilizou-se o pacote estatístico ExpDes.pt (FERREIRA et al., 2014) no software R CORE TEAM (2020).

4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.5.1 Fertilidade do solo

A interação entre as formas de aplicação dos fertilizantes de efeito bioestimulante e a profundidade do solo não foi significativa para o pH do solo. A aplicação dos fertilizantes de efeito bioestimulante via irrigação e foliar não afetou o pH do solo, havendo alteração apenas com a profundidade do solo (Tabela 5). O maior valor de pH registrado na camada superficial foi ocasionado pela aplicação do calcário em superfície. Ao comparar os valores de pH do solo das camadas de 0-20 e 20-40 cm com os valores do início do experimento verifica-se que houve aumento em ambas as camadas de 16 e 20 %, respectivamente. A faixa de pH encontrada neste trabalho (entre 5 e 6) é considerada ideal para o cultivo de goiabeira, segundo Bourdelles e Estanove (1967). De acordo Alvarez V. et al. (1999) a faixa de pH observada nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm é classificado como bom, ou seja, adequado para a maioria das culturas.

Tabela 5. Valores de ‘F’ com as respectivas médias dos parâmetros da fertilidade do solo de pomar de goiabeira ‘Paluma’, em função de formas de aplicação, tipo de fertilizante de efeito bioestimulante e profundidade do solo

Fonte de variação	pH	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	H ⁺ +Al ⁺³	SB	CTC	MO
		--- mg dm ⁻³ ---					cmol _c md ⁻³			- g kg ⁻¹ -
AF (Valor ‘F’)	0,02 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,31 ^{ns}	2,03 ^{ns}	0,48 ^{ns}	3,57 ^{ns}	0,00 ^{ns}	1,86 ^{ns}	2,29 ^{ns}	0,63 ^{ns}
Sem	5,78a	63,90a	139,28a	0,90a	0,94a	1,04a	2,19a	3,23a	5,43a	6,90a
Com	5,79a	64,89a	135,48a	0,81a	0,87a	0,95a	2,19a	2,98a	5,17a	6,53a
AA (Valor ‘F’)	1,91 ^{ns}	2,09 ^{ns}	1,59 ^{ns}	1,09 ^{ns}	2,58 ^{ns}	2,17 ^{ns}	2,64 ^{ns}	2,32 ^{ns}	2,60 ^{ns}	1,24 ^{ns}
Testemunha	5,80a	70,13a	144,35a	0,88a	0,90a	1,02a	2,35a	3,17a	5,52a	7,24a
BIO2	5,64a	60,87a	136,44a	0,87a	0,79a	0,92a	2,22a	2,93a	5,15a	6,05a
BIO1	5,72a	51,46a	125,51a	0,76a	0,80a	0,96a	2,15a	2,84a	4,99a	6,60a
BIO1 + BIO2	5,99a	75,12a	143,21a	0,90a	1,12a	1,08a	2,06a	3,48a	5,54a	6,98a
AF x AA (Valor ‘F’)	0,45 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,88 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,25 ^{ns}	1,59 ^{ns}	2,28 ^{ns}	0,48 ^{ns}	0,27 ^{ns}	0,68 ^{ns}
CV (%) Parcela	7,42	44,87	19,98	27,80	43,43	19,82	13,76	24,21	12,89	27,65
P (Valor ‘F’)	33,31*	52,17*	47,48*	24,08*	129,59*	64,77*	3,32 ^{ns}	113,50*	142,09*	154,67*
0-20	6,03a	82,10a	153,14a	0,98a	1,21a	1,18a	2,28a	3,76a	6,04a	8,66a
20-40	5,54b	46,69b	121,61b	0,73b	0,59b	0,82b	2,10a	2,45b	4,56b	4,78b
AF X P (Valor ‘F’)	0,06 ^{ns}	0,74 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,38 ^{ns}	1,05 ^{ns}	2,06 ^{ns}	3,34 ^{ns}	1,58 ^{ns}	7,04*	2,41 ^{ns}
AA X P (Valor ‘F’)	0,39 ^{ns}	3,37*	0,49 ^{ns}	0,09 ^{ns}	2,17 ^{ns}	1,10 ^{ns}	0,48 ^{ns}	1,17 ^{ns}	0,63 ^{ns}	1,25 ^{ns}
AF X AA X P (Valor ‘F’)	0,20 ^{ns}	0,43 ^{ns}	0,56 ^{ns}	0,26 ^{ns}	0,55 ^{ns}	0,42 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,45 ^{ns}	0,37 ^{ns}	1,12 ^{ns}
CV (%) Subparcela	5,87	30,45	13,32	23,36	24,17	17,67	17,58	15,74	9,35	18,59

* e ns: Significativo e não significativo, respectivamente, pelo teste de F a 5% de probabilidade; Médias seguidas por letras iguais na coluna, não diferem entre si, pelo teste de F ou Scott-Knott ($p \leq 0,05$). SB = soma de bases; CTC = capacidade de troca catiônica; MO = matéria orgânica; AF = aplicação foliar de BIO1; AA = aplicação via água de irrigação; P = profundidade do solo; BIO2 = fertilizante de efeito bioestimulante composto por cálcio (8,7%), lignosulfonatos (14,70%) e ácido nítrico (27%); BIO1 = fertilizante de efeito bioestimulante composto por carbono orgânico total (10%), aminoácidos livres (6,0%), lignosulfonatos (2,6%), extrato de algas (2,0%), nitrogênio (11%) e potássio (1,0%); CV: coeficiente de variação.

Fonte: Elaboração do autor, 2023.

Com relação ao P houve efeito da interação entre a aplicação dos fertilizantes de efeito bioestimulante via irrigação com a profundidade do solo (Tabela 5). A aplicação do BIO2 e BIO1, isolados, via irrigação, causou declínio nos teores de P trocável, na profundidade de 0-20 cm do solo. Na camada superficial do solo (0-20 cm) o teor de P trocável foi superior em relação a camada do solo de 20-40 cm (Tabela 6). Os valores de P em média foram incrementados em 460% para a camada de 0-20 cm e 610% para a camada de 20-40, em relação aos valores iniciais. Considerando os teores de P trocável da camada de 0-20 cm e comparando com os teores reportados por Santos et al. (2021) para atingir a máxima produtividade da cultura, pode-se inferir que o teor de P trocável não foi limitante para o tratamento testemunha e para o BIO1+BIO2. A classificação de disponibilidade de P reportada por Alvarez V. et al. (1999) atribui como muito bom o teor de P trocável (Mehlich 1) encontrado nesta pesquisa, ou seja, acima do nível crítico.

Tabela 6. Teor de fósforo disponível (mg dm^{-3}) do solo de pomar de goiabeira ‘Paluma’, em função da aplicação via irrigação de fertilizantes de efeito bioestimulantes e da profundidade do solo

P (cm)	Testemunha	AA		
		BIO2	BIO1	BIO1+BIO2
0-20	92,49Aa	74,14Ab	59,02Ab	102,77Aa
20-40	47,77Ba	47,60Ba	43,91Aa	47,48Ba

Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de F ou Scott-Knott ($p \leq 0,05$) AA = aplicação via água de irrigação; P = profundidade do solo; BIO2 = fertilizante de efeito bioestimulante composto por cálcio (8,7%), lignosulfonatos (14,70%) e ácido nítrico (27%); BIO1 = fertilizante de efeito bioestimulante composto por carbono orgânico total (10%), aminoácidos livres (6,0%), lignosulfonatos (2,6%), extrato de algas (2,0%), nitrogênio (11%) e potássio (1,0%).

No que se refere ao teor de K trocável, verificou-se ausência de efeito da interação entre os tratamentos. A aplicação dos fertilizantes de efeito bioestimulante tanto via foliar e via irrigação não afetaram o teor de K do solo. Com relação ao efeito da profundidade do solo sobre o teor de K trocável, verificou-se que na camada de 0-20 cm o teor de K foi superior ao registrado na camada de 20-40 cm (Tabela 5). Quando se compara o teor de K trocável com os valores iniciais, percebe-se que houve incremento de 322 e 280% para as camadas de 0-20 e 20-40 cm, respectivamente. Nos trabalhos realizados por Cavalcante et al. (2018b e 2019), o rendimento máximo da goiabeira foi registrado com o teor de K trocável de 115 mg dm^{-3} , inferior ao valor observado na camada de 0-20 cm do presente trabalho, que foi $153,14 \text{ mg dm}^{-3}$. O teor de K trocável ($153,14 \text{ mg dm}^{-3}$) do presente trabalho é classificado como muito bom (ALVAREZ V. et al., 1999). Portanto, fica evidente que o teor de K trocável não foi limitante para o pomar de goiabeira.

O teor de Na trocável não foi afetado pela interação entre os tratamentos e nem pela aplicação via foliar ou via irrigação dos fertilizantes de efeito bioestimulante. No entanto, a profundidade do solo afetou o teor de Na trocável, sendo registrado o maior teor na camada de 0-20 cm (Tabela 5). Do início do experimento até a amostragem do solo (final do período de estiagem) é possível visualizar elevado incremento do teor de Na trocável, em torno de 12 vezes para a camada de 0-20 e nove vezes para a camada de 20-40 cm. Mesmo com o considerável incremento no Na trocável do solo, causado, principalmente, pela qualidade da água de irrigação, não visualizou-se sintomas de toxidez nas plantas.

Ao se analisar o efeito dos tratamentos sobre o teor de Ca^{+2} trocável, verificou-se que a interação entre os tratamentos e a aplicação dos fertilizantes de efeito bioestimulante não afetou o seu teor no solo. Com relação a profundidade do solo, verificou-se que na camada de 0-20 cm o teor de Ca^{+2} trocável foi superior ao teor da seção de profundidade de 20-40 cm

(Tabela 5). O acúmulo de Ca^{+2} trocável na camada superficial do solo foi ocasionado pela aplicação do calcário em superfície. Houve incremento de 128 e 195% para as camadas de 0-20 e 20-40 cm de profundidade, respectivamente, em relação aos teores iniciais. O teor de Ca^{+2} trocável considerado adequado para goiabeira é em torno de $3 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ (NATALE et al., 2007; PRADO e NATALE, 2004). Apesar dos teores observados no presente trabalho estarem a baixo do recomendado, as plantas não apresentaram sintomas de deficiência.

Quanto ao teor de Mg^{+2} trocável, foi possível evidenciar que as interações entre as formas de aplicação dos fertilizantes de efeito bioestimulante e a profundidade do solo não foram significativas. Os fertilizantes de efeito bioestimulante aplicados via foliar e via água de irrigação não afetaram o teor de Mg^{+2} trocável do solo. Na camada superficial o teor de Mg^{+2} trocável foi superior a camada de 20-40 cm (Tabela 5). A aplicação de calcário em superfície e a água de irrigação, possivelmente, possibilitou o maior teor Mg^{+2} trocável na camada de 0-20 cm do solo. Observa-se que o teor de Mg^{+2} trocável é semelhante ao registrado no início do experimento. Ao se avaliar os níveis de Mg^{+2} trocável no solo, considera-se que os valores encontrados são adequados para a cultura de acordo com Santos e Quaggio (1996) e Natale et al. (2007).

Com relação a acidez potencial ($\text{H} + \text{Al}$) não houve diferença significativa para as interações entre os tratamentos e tão pouco para os tratamentos isolados (Tabela 5). Ao comparar os valores do início do experimento (Tabela 2) com os valores ao final do período de estiação (Tabela 5), observa-se que são semelhantes. A acidez potencial obtida neste trabalho ($2,19 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) é classificada como baixa de acordo com Alvarez V. et al. (1999). A acidez potencial fornece a magnitude do poder tampão do solo em relação ao quantitativo de corretivo para alterar o pH do solo em uma unidade, ou seja, quanto maior a acidez potencial do solo maior será a quantidade de corretivo para mudar o pH do solo em uma unidade.

A interação entre os tratamentos não foi significativa para a soma de bases (SB), também não houve efeito da aplicação dos fertilizantes de efeito bioestimulante sobre essa variável. A camada do solo de 0-20 cm apresentou maior valor de SB em comparação com a de 20-40 cm (Tabela 5). Em relação ao valor inicial da SB, as camadas de 0-20 e 20-40 cm foram incrementadas em 99 e 96 %, respectivamente. Esse incremento na SB se deu pela calagem e pela irrigação com água com elevado teor de Na^+ , contribuindo para o aumento no teor de $\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2}$ e do Na^+ trocável do solo. No trabalho de Freitas et al. (2007), os autores relataram que o aumento nos valores de SB é favorecido pela água de irrigação com elevado teores de Na. Em experimento realizado por Suddarth et al. (2019) utilizando água salina na

irrigação, foi constatado que o incremento na soma de bases está diretamente correlacionado com o aumento do teor de Na^+ trocável.

Com relação à capacidade de troca catiônica (CTC), houve efeito da interação, aplicação foliar do fertilizante de efeito bioestimulante com a profundidade do solo (AF X P) (Tabela 5). O maior valor de CTC do solo foi registrado na camada de 0-20 cm no tratamento que não recebeu o BIO1 (Tabela 7). Ao comparar os valores da CTC das camadas de 0-20 e 20-40 cm com os valores do início do experimento (Tabela 2), observa-se que houve incremento de 43 e 38%, respectivamente. Esse aumento na CTC foi causado pela calagem e pelo acúmulo de sódio trocável proveniente da água de irrigação. O solo onde foi instalado o experimento tem mais de 80% de areia e baixo teor de matéria orgânica (ALVAREZ V. et al., 1999), mesmo assim a faixa de CTC encontrada (4,52 a 6,33 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) é classificado como média (ALVAREZ V. et al., 1999).

Tabela 7. Capacidade de troca catiônica (CTC, $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) do solo de pomar de goiabeira ‘Paluma’, em função da aplicação foliar de BIO1 e da profundidade do solo

P (cm)	AF	
	Sem	Com
0-20	6,33Aa	5,74Ab
20-40	4,52Ba	4,59Ba

Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de F ou Scott-Knott ($p \leq 0,05$) AF = aplicação foliar de BIO1; P = profundidade do solo; BIO1 = fertilizante de efeito bioestimulante composto por carbono orgânico total (10%), aminoácidos livres (6,0%), lignosulfonatos (2,6%), extrato de algas (2,0%), nitrogênio (11%) e potássio (1,0%).

Fonte: Elaboração do autor, 2023.

As interações entre os tratamentos não foram significativas para o teor de matéria orgânica do solo, bem como as aplicações dos fertilizantes de efeito bioestimulante não exerceram efeito significativo sobre a matéria orgânica do solo. Apenas a profundidade do solo foi significativa para o teor de matéria orgânica, havendo maior teor de matéria orgânica para a camada de 0-20 cm de profundidade (Tabela 5). A deposição de matéria orgânica na camada superficial do solo, seja pela adubação orgânica ou pelo acúmulo de resíduos culturais, acarreta em incremento da matéria orgânica na camada de 0-20 cm, proporcionando entre outros benefícios a elevação da CTC do solo (CIOTTA et al., 2003). Os valores de matéria orgânica obtidos ao final do período de estiagem (Tabela 5) são próximos aos valores registrados no início do experimento (Tabela 2). Indicando que a adubação orgânica pouco influenciou nessa variável, possivelmente devido a elevada atividade microbiana, promovendo a completa decomposição da matéria orgânica lábel.

4.5.2 Salinidade do solo

A interação entre os tratamentos não foi significativa para as variáveis relacionada a salinidade do solo (Tabela 8). No que concerne a aplicação dos fertilizantes de efeito bioestimulante, não houve efeito significativo (Tabela 8). Ao se analisar as seções de profundidade, na camada superficial (0-20 cm) a CE_{es} foi maior que os valores da seção de profundidade de 20-40 cm, os teores de SO_4^{2-} , Cl^- , K^+ , Ca^{+2} e Mg^{+2} tiveram o mesmo comportamento. Já o pH, Na^+ , HCO_3^- , a RAS e a PST não diferiram entre as seções de profundidade do solo (Tabela 8).

Tabela 8. Valores de ‘F’ com as respectivas médias dos parâmetros da salinidade do solo de pomar de goiabeira ‘Paluma’, em função de formas de aplicação, tipo de fertilizante de efeito bioestimulante e profundidade do solo

Fonte de variação	pH	CE_{es} -dS m ⁻¹	SO_4^{2-}	HCO_3^-	Cl^-	K^+	Na^+	Ca^{+2}	Mg^{+2}	RAS	PST	Classificação ¹
			mmolc dm ⁻³								-- % --	
AF (Valor ‘F’)	0,01 ^{ns}	1,88 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,52 ^{ns}	1,05 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,63 ^{ns}	4,81 ^{ns}	0,32 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,74 ^{ns}	-
Sem	6,61a	5,37a	2,96a	13,39a	69,60a	6,47a	34,94a	11,71a	17,74a	9,01a	16,36a	Salino Sódico
Com	6,62a	4,86a	2,96a	12,93a	65,69a	6,61a	32,78a	9,74a	17,00a	8,92	15,61a	Salino Sódico
AA (Valor ‘F’)	0,46 ^{ns}	0,66 ^{ns}	2,71 ^{ns}	0,55 ^{ns}	0,66 ^{ns}	2,60 ^{ns}	1,62 ^{ns}	0,78 ^{ns}	0,46 ^{ns}	1,35 ^{ns}	0,55 ^{ns}	-
Testemunha	6,68a	5,13a	2,99a	12,93a	69,91a	6,32a	32,49a	10,50a	16,87a	8,69a	15,94a	Salino Sódico
BIO2	6,52a	5,23a	2,81a	13,08a	68,66a	7,07a	35,92a	10,68a	17,51a	9,44a	16,68a	Salino Sódico
BIO1	6,64a	4,70a	2,71a	12,77a	63,04a	5,72a	29,68a	9,90a	16,56a	8,13a	15,13a	Salino Sódico
BIO1 + BIO2	6,61a	5,40a	3,30a	13,86a	68,98a	7,02a	37,34a	11,82a	18,54a	9,61a	16,20a	Salino Sódico
AF X AA (Valor ‘F’)	0,53 ^{ns}	0,96 ^{ns}	1,26 ^{ns}	1,93 ^{ns}	1,34 ^{ns}	2,30 ^{ns}	0,46 ^{ns}	0,47 ^{ns}	0,80 ^{ns}	0,29 ^{ns}	0,52 ^{ns}	-
CV (%) Parcela	6,10	28,63	21,54	19,84	22,60	24,25	32,06	33,61	29,77	26,33	21,94	-
P (Valor ‘F’)	0,48 ^{ns}	13,16*	8,72*	3,74 ^{ns}	10,11*	5,04*	3,38 ^{ns}	39,32*	6,66*	0,22 ^{ns}	0,09 ^{ns}	-
0-20	6,64a	5,59a	3,20a	14,09a	73,04a	7,08a	36,51a	12,67a	18,92a	9,11a	16,09a	Salino Sódico
20-40	6,59a	4,65b	2,71b	12,22a	62,26b	6,00b	31,21a	8,79b	15,82b	8,83a	15,89a	Salino Sódico
AF X P (Valor ‘F’)	1,10 ^{ns}	0,90 ^{ns}	0,64 ^{ns}	2,60 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,24 ^{ns}	1,90 ^{ns}	0,72 ^{ns}	0,28 ^{ns}	0,61 ^{ns}	-
AA X P (Valor ‘F’)	0,91 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,40 ^{ns}	1,68 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,81 ^{ns}	0,58 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,64 ^{ns}	0,56 ^{ns}	0,25 ^{ns}	-
AF X AA X P (Valor ‘F’)	0,84 ^{ns}	0,35 ^{ns}	0,67 ^{ns}	0,54 ^{ns}	0,41 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,51 ^{ns}	0,59 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,19 ^{ns}	-
CV (%) Subparcela	4,81	20,30	22,58	29,47	20,05	29,45	34,07	23,09	27,60	27,10	17,39	-

¹Richards (1954); * e ns: Significativo e não significativo, respectivamente, pelo teste de F a 5% de probabilidade; Médias seguidas por letras iguais na coluna, não diferem entre si, pelo teste de F ou Scott-Knott (p≤0,05). CE_{es} = condutividade elétrica do extrato de saturação; RAS = razão de adsorção de sódio; PST = porcentagem de sódio trocável; AF = aplicação foliar de BIO1; AA = aplicação via água de irrigação; P = profundidade do solo; BIO2 = fertilizante de efeito bioestimulante composto por cálcio (8,7%), lignosulfonatos (14,70%) e ácido nítrico (27%); BIO1 = fertilizante de efeito bioestimulante composto por carbono orgânico total (10%), aminoácidos livres (6,0%), lignosulfonatos (2,6%), extrato de algas (2,0%), nitrogênio (11%) e potássio (1,0%); CV: coeficiente de variação.

Fonte: Elaboração do autor, 2023.

Ao comparar os valores de pH e HCO_3^- do extrato de saturação ao final do período de estiagem (Tabela 8) com os valores obtidos no início do experimento (Tabela 2), verificou-se que os valores são semelhantes. No entanto, para as demais variáveis da salinidade houve uma brusca elevação nos valores. A CE_{es} , SO_4^{2-} , Cl^- , K^+ , Na^+ , Ca^{+2} e Mg^{+2} sofreu elevação em torno de 10, 9,5, 14,5, 10,7, 13,6, 10, 3,5 vezes, respectivamente, em relação aos valores iniciais, considerando a camada de 0-20 cm do solo.

O solo passou de não salino ou normal ($\text{CE}_{\text{es}} < 4,00 \text{ dS m}^{-1}$ e $\text{PST} < 15\%$) para ser classificado como salino sódico ($\text{CE}_{\text{es}} \geq 4,00 \text{ dS m}^{-1}$ e $\text{PST} \geq 15\%$), conforme classificação de Richards (1954). Vários trabalhos têm enfatizado esse efeito da irrigação com água salina sobre o solo, em trabalho realizado por Souza et al. (2016) com maracujazeiro irrigado com água salina ($\text{CE}=4,0 \text{ dS m}^{-1}$), constatou-se que o solo foi salinizado ao longo do experimento, passando de não salino para salino. Resultado semelhante foi reportado por Pereira Filho et al. (2017) em solo cultivado com feijão caupi.

Em trabalho realizado por Gonçalves et al. (2011), com o objetivo de avaliar as alterações químicas de um Neossolo Flúvico do semiárido de Pernambuco cultivado com três cultivares de tomateiro irrigado com água salina, constatou-se que o aumento da salinidade da água de irrigação incrementou a CE_{es} e os teores de Ca^{+2} , Na^+ , Mg^{+2} e K^+ do extrato de saturação.

4.5.3 Sistema radicular

Não houve efeito significativo da interação entre as formas de aplicação dos fertilizantes de efeito bioestimulante e dos tratamentos isolados sobre o comprimento, área, volume, massa seca e densidade de raiz (Tabela 9). Na literatura científica há pouquíssimas informações sobre o efeito da salinidade sobre o sistema radicular de goiabeira principalmente com trabalhos conduzidos em campo, os poucos trabalhos disponíveis se restringem a avaliação de mudas cultivadas em vasos, como é caso do trabalho de Cavalcante et al. (2010), o qual relatou que o houve declínio linear do comprimento e massa seca de raiz de goiabeira irrigada com água salina. Adicionalmente, os autores relataram que a adição de biofertilizante bovino atenua o efeito deletério da água de irrigação sobre o sistema radicular da goiabeira.

Tabela 9. Valores de ‘F’ com as respectivas médias do Comprimento (m planta⁻¹), área (m² planta⁻¹), volume (dm³ planta⁻¹), massa seca (kg planta⁻¹) e densidade (kg dm⁻³) de raiz de goiabeira ‘Paluma’ em função de formas de aplicação e tipo de fertilizante de efeito bioestimulante

Fonte de variação	Comprimento	Área	Volume	Massa Seca	Densidade
AF (Valor ‘F’)	0,05 ^{ns}	1,00 ^{ns}	2,57 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,49 ^{ns}
Sem	4.900,97a	10,07a	2,61a	0,71a	0,35a
Com	4.997,76a	11,41a	3,67a	0,75a	0,31a
AA (Valor ‘F’)	2,55 ^{ns}	1,57 ^{ns}	1,13 ^{ns}	1,13 ^{ns}	0,01 ^{ns}
Testemunha	5.538,53a	12,85a	4,20a	0,84a	0,33a
BIO2	3.938,60a	8,79a	2,78a	0,59a	0,33a
BIO1	5.039,88a	10,36a	2,91a	0,76a	0,32a
BIO1 + BIO2	5.280,43a	10,96a	2,75a	0,73a	0,34a
AF x AA (Valor ‘F’)	3,01 ^{ns}	2,19 ^{ns}	3,01 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,43 ^{ns}
CV (%)	25,20	35,33	59,63	36,88	52,48

ns: não significativo pelo teste de F a 5% de probabilidade; Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem entre si, pelo teste de F ou Scott-Knott ($p \leq 0,05$). AF = aplicação foliar de BIO1; AA = aplicação via água de irrigação; BIO2 = fertilizante de efeito bioestimulante composto por cálcio (8,7%), lignosulfonatos (14,70%) e ácido nítrico (27%); BIO1 = fertilizante de efeito bioestimulante composto por carbono orgânico total (10%), aminoácidos livres (6,0%), lignosulfonatos (2,6%), extrato de algas (2,0%), nitrogênio (11%) e potássio (1,0%); CV: coeficiente de variação.

Fonte: Elaboração do autor, 2023.

Em trabalho realizado por Gurgel et al. (2007) com duas variedades de porta-enxerto de goiabeira (Rica e Ogawa) irrigadas com água salina, constatou-se que houve decréscimo de mais de 70% da massa seca da raiz quando as plantas foram submetidas a irrigação com água de 4,5 dS m⁻¹ em comparação com as plantas que receberam água de condutividade de 0,5 dS m⁻¹. No trabalho realizado por Ferreira et al. (2001), os autores também evidenciaram declínio na massa seca do sistema radicular de goiabeira submetida a estresse salino de NaCl.

Apesar de neste trabalho os bioestimulantes não terem afetado o sistema radicular, alguns cientistas têm obtido êxito na utilização desses produtos como atenuadores do efeito do estresse salino sobre o sistema radicular de plantas. É o caso do trabalho de Campobenedetto et al. (2021), o qual testou o bioestimulante VIVEMA TWIN[®] em plantas sob estresse salino e obteve aumento da massa e comprimento das raízes de tomateiro em 24 e 23%, respectivamente. Lucini et al. (2018), também evidenciaram aumento da matéria seca, comprimento e área superficial de raiz de plantas tratadas com o bioestimulante Quik-link[®].

4.6 CONCLUSÕES

Os fertilizantes de efeito bioestimulante aplicados via pulverização e irrigação não melhoram os atributos químicos do solo, as doses aplicadas, possivelmente, foram

insuficientes para causar alguma alteração nos atributos avaliados. A camada de 0-20 cm apresenta maior teor de nutrientes, SB, CTC, MO, CE_{es} e teor de sais solúveis em comparação com a camada do solo de 20-40 cm. A irrigação com água salina causa salinização e sodificação, depreciando a fertilidade. O sistema radicular das goiabeiras não é afetado pelos produtos aplicados.

REFERÊNCIAS

- Agência executiva de gestão de águas - AESA. **Meteorologia – Chuvas**. 2020. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/meteorologia-chuvas/formdate=20201122&produto=municipio&periodo=personalizado>> Acesso em: 22 de Nov. de 2020.
- ALVAREZ V., V. H.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A. S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed) **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**, 5ª Aproximação, Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 25-32
- BOURDELLES, J.; ESTANOVE, P. La goyave aux. Antilles. **Fruits**, v. 22, p. 397-412, 1967.
- CAMPOBENEDETTO, C.; MANNINO, G.; BEEKWILDER, J.; CONTARTESE, V.; KARLOVA, R.; BERTEA, C. M. The application of a biostimulant based on tannins affects root architecture and improves tolerance to salinity in tomato plants. **Scientific Reports**, v. 11, n. 354, 2021.
- CAVALCANTE, L. F.; VIEIRA, M. S.; SANTOS, A. F.; OLIVEIRA, W. M.; NASCIMENTO, J. A. M. Água salina e esterco bovino líquido na formação de mudas de goiabeira cultivar Paluma. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 1, p. 251-261, 2010.
- CAVALCANTE, L. F.; SANTOS, C. J. O.; HOLANDA, J. S.; LIMA NETO, A. J.; SOUTO, A. G. L.; DANTAS, T. A. G. Produção de maracujazeiro amarelo no solo com calcário e potássio sob irrigação com água salina. **Irriga**, v. 23, n. 4, p. 727-740, 2018a.
- CAVALCANTE, A. C. P.; CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, A. G.; BERTINO, A. M. P.; BERTINO, A. M. P.; FERREIRA, N. M. Chemical properties of the soil fertilized with potassium and calcium in guava cultivation cv. 'Paluma'. **Australian Journal of Crop Science**, v. 12, n. 09, p. 1486-1491, 2018b.
- CAVALCANTE, A. C. P.; CAVALCANTE, L. F.; BERTINO, A. M. P.; CAVALCANTE, A. G.; LIMA NETO, A. J.; FERREIRA, N. M. Adubação com potássio e cálcio na nutrição e produção de goiabeira 'Paluma'. **Revista Ceres**, v. 66, n.1, p. 054-062, 2019.
- CHERLET, M.; HUTCHINSON, C.; REYNOLDS, J.; HILL, J.; SOMMER, S.; VON MALTITZ, G. (Eds.), **World Atlas of Desertification**, Publication Office of the European Union, Luxembourg, 2018.
- CIOTTA, M. N.; BAYER, C.; FONTOURA, S. M. V.; ERNANI, P. R.; ALBUQUERQUE, J. A. Matéria orgânica e aumento da capacidade de troca de cátions em solo com argila de atividade baixa sob plantio direto. **Ciência Rural**, v. 33, n. 6, p.1161 - 1164, 2003.
- DIAS, T. J.; FREIRE, J. L. O.; CAVALCANTE, L. F.; NASCIMENTO, E. S.; DANTAS, L. A.; DANTAS, M. M. M. Atributos químicos do solo irrigado com águas salinas e uso de mitigadores do estresse salino no maracujazeiro amarelo. **Revista Principia**, n. 27, p. 19-29, 2015.

EMBRAPA SOLOS – Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 3ª ed. Brasília, EMBRAPA. 2017. 573p.

FAO- Food and Agriculture Organization of the United Nations. **FAOSTAT**. Disponível em <<https://www.fao.org/faostat/en/#data/RL>> Acesso em: 03 de Jan. de 2023.

FERNANDES, L. A.; RAMOS, S. J.; VALADARES, S. V.; LOPES, P. S. N.; FAQUIN, V. Fertilidade do solo, nutrição mineral e produtividade da bananeira irrigada por dez anos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 11, p. 1575-1581, 2008.

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

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. ExpDes: An R Package for ANOVA and Experimental Designs. **Applied Mathematics**, v. 5, p. 2952-2958, 2014.

FREITAS, E. V. S.; FERNANDES, J. G.; CAMPOS, M. C. C.; FREIRE, M. B. G. S. Alterações nos atributos físicos e químicos de dois solos submetidos à irrigação com água salina. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 7, n. 1, p. 21-28, 2007.

GARCIA, G. O.; MARTINS FILHO, S.; REIS, E. F.; MORAES, W. B.; NAZÁRIO, A. A. Alterações químicas de dois solos irrigados com água salina. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 1, p. 7-18, 2008.

GONÇALVES, I. V. C.; FREIRE, M. B. G. S.; SANTOS, M. A.; SANTOS, E. R.; FREIRE, F. J. Alterações químicas de um Neossolo Flúvico irrigado com águas salinas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 3, p. 589-596, 2011.

GURGEL, M. T.; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D.; SANTOS, F. J. S.; NOBRE, R. G. Crescimento inicial de porta-enxertos de goiabeira irrigados com águas salinas. **Revista Caatinga**, v. 20, n. 2, p. 24-31, 2007.

JORGE, L. A. C.; RODRIGUES, A. F. O. **Safira**: sistema de análise de fibras e raízes. São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2008. 20 p. (Embrapa Instrumentação Agropecuária. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 24)

LUCINI, L.; ROUPHAEL, Y.; CARDARELLI, M.; BONINI, P.; BAFFI, C.; COLLA, G. A vegetal biopolymer-based biostimulant promoted root growth in melon while triggering brassinosteroids and stress-related compounds. **Frontiers in Plant Science**, v. 9, 2018.

MASCARENHAS, J. C.; BELTRÃO, B. A.; SOUZA JUNIOR, L. C.; MORAIS, F.; MENDES, V. A.; MIRANDA, J. L. F. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea: Diagnóstico do município de Picuí, estado da Paraíba**. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005. 10 p.

MACDONALD, A. E. D. **Conditioner-fertilizer composition for modifying and improving the structure of saline soils and/or alkaline soils**. Depositante: Adalberto Enrique Duarte MacDonald. US 2005/0022570 A1. Depósito: 29 Jul. 2004. Concessão: 03 de Fev. 2005.

NATALE, W.; PRADO, R. M.; ROZANE, D. E.; ROMUALDO, L. M. Efeitos da calagem na fertilidade do solo e na nutrição e produtividade da goiabeira. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 31, p. 1475-1485, 2007.

NANDHINIDEVI, P.; RAJKUMAR, M.; SURESHKUMAR, R.; SENDHILNATHAN, R.; UMA MAHESWARI, T. Influence of plant growth regulators and organic substances on rooting of guava cutting cv. Lucknow-49. **Plant Archives**, v. 20, n. 2, p. 6856-6858, 2020.

PEREIRA FILHO, J. V.; BEZERRA, F. M. L.; SILVA, T. C.; PEREIRA, C. C. M. S.; CHAGAS, K. L. Alteração química do solo cultivado com feijão caupi sob salinidade e dois regimes hídricos. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 11, n. 8, p. 2206 - 2216, 2017.

PRADO, R. M.; NATALE, W. Calagem na nutrição de cálcio e no desenvolvimento do sistema radicular da goiabeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 10, p. 1007-1012, 2004.

RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils**. USDA - United States Department of Agriculture, 1954. N°. 60, 166p.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna, Austria, R Foundation for Statistical Computing, 2020.

SANTOS, R. R.; QUAGGIO, J. A. Goiaba. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1996. p.143. (Boletim Técnico, 100)

SANTOS, G. P.; PEREIRA, W. E.; LIMA, R. L. S.; BRITO NETO, J. F.; DIAS, B. O.; DIAS, T. J. Soil fertility and yield of ‘Paluma’ guava fertilized with phosphorus, cattle manure, and boron. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 25, n. 4, p. 228-234, 2021.

Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SIBCS). 4. ed. Brasília: Embrapa, 2014. 393p.

SOUZA, J. T. A.; CAVALCANTE, L. F.; NUNES, J. C.; BEZERRA, F. T. C.; NUNES, J. A. S.; SILVA, A. R.; ORESKA, D.; CAVALCANTE, A. G. Effect of saline water, bovine biofertilizer and potassium on yellow passion fruit growth after planting and on soil salinity. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 32, p. 2994-3003, 2016.

SUDDARTH, S. R. P.; FERREIRA, J. F. S.; CAVALCANTE, L. F.; FRAGA, V. S.; ANDERSON, R. G.; HALVORSON, J. J.; BEZERRA, F. T. C.; MEDEIROS, S. A. S.; COSTA, C. R. G.; DIAS, N. S. Can humic substances improve soil fertility under salt stress and drought conditions?. **Journal of Environmental Quality**, v. 48, p. 1605–1613, 2019.

TÁVORA, F. J. A. F.; FERREIRA, R. G.; HERNANDEZ, F. F. F. Crescimento e relações hídricas em plantas de goiabeira submetidas a estresse salino com NaCl. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 2, p. 441-446, 2001.

5 ARTIGO IV: QUALIDADE DO FRUTO DE GOIABEIRA ‘PALUMA’ IRRIGADA COM ÁGUA SALINA SOB APLICAÇÃO DE FERTILIZANTES DE EFEITO BIOESTIMULANTE

5.1 RESUMO

A qualidade do fruto da goiabeira pode ser afetada negativamente pela salinidade, podendo causar redução dos teores de vitaminas e no tamanho do fruto, a aplicação de bioestimulantes tem sido uma alternativa na melhoria da qualidade desse fruto. Portanto, objetivou-se com esse trabalho avaliar a aplicação dos fertilizantes de efeito bioestimulante Codasal® e Aminoagro Raiz® na qualidade do fruto de goiabeira ‘Paluma’ irrigada com água salina. O experimento foi montado em esquema fatorial (2 x 4), referente as pulverizações com Aminoagro Raiz® (Sem e Com) e a aplicação de Codasal® e, ou Aminoagro Raiz® via irrigação (Sem, Codasal®, Aminoagro Raiz® e Codasal® + Aminoagro Raiz®), os tratamentos foram distribuídos em blocos ao acaso com quatro repetições. Avaliou-se os teores de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT, vitamina C, o pH, a firmeza, comprimento longitudinal (CL), comprimento transversal (CT), formato (CL/CT) e massa fresca dos frutos. A aplicação foliar de Aminoagro Raiz® favoreceu a redução do CL, resultando na formação de frutos menos alongados; os fertilizantes de efeito bioestimulante causam redução do pH dos frutos de goiabeira; o Codasal® causa redução dos teores de sólidos solúveis. Considerando a qualidade global dos frutos, pode-se concluir que os fertilizantes de efeito bioestimulante não melhoram a qualidade dos frutos de goiabeira ‘Paluma’ irrigada com água salina.

Palavras-chave: *Psidium guajava*; vitamina C; salinidade; lignosulfonato; extrato de algas.

5.2 ABSTRACT

The quality of the guava fruit can be negatively affected by salinity, which can cause a reduction in the levels of vitamins and size, the application of biostimulants has been an alternative in improving the quality of this fruit. Therefore, the objective of this work was to evaluate the application of the fertilizers of biostimulant effect Codasal® and Aminoagro Raiz® in the quality of the ‘Paluma’ guava fruit irrigated with saline water. The experiment was set up in a factorial scheme (2 x 4), referring to the spraying with Aminoagro Raiz® (Without and With) and the application of Codasal® and, or Aminoagro Raiz® via irrigation

(Without, Codasal[®], Aminoagro Raiz[®] and Codasal[®] + Aminoagro Raiz[®]), the treatments were distributed in randomized blocks with four replications. The contents of soluble solids (SS), titratable acidity (TA), ratio (SS/TA), vitamin C, pH, firmness, longitudinal length (LL), transverse length (TL), shape (LL/TL) and fruit fresh mass were evaluated. The foliar application of Aminoagro Raiz[®] favored the reduction of LL, resulting in the formation of less elongated fruits; fertilizers of biostimulant effect cause a reduction in the pH of guava fruits; Codasal[®] causes a reduction in the levels of soluble solids. Considering the overall quality of the fruits, it can be concluded that the fertilizers of biostimulants effect do not improve the quality of 'Paluma' guava fruits irrigated with saline water.

Keywords: *Psidium guajava*; vitamin C; salinity; lignosulfonate; seaweed extract.

5.3 INTRODUÇÃO

A goiaba é uma fruta multiuso, pode ser consumida *in natura* e utilizada na indústria para a fabricação de sucos, doces, geleias, entre outros produtos. Tem elevado teor de vitaminas, nutrientes e fibras, portanto, seu consumo *in natura* é estimulado para suprir as necessidades nutricionais. Além de proporcionar economia com aditivos químicos para a indústria de processamento (LIMA et al., 2002).

No caso da goiaba 'Paluma' o teor médio de vitamina C é em torno de 90 mg de ácido ascórbico por 100 g de polpa, o de sólidos solúveis é de 10,4 °Brix, a acidez titulável é 0,63% de ácido cítrico e a relação SS/AT é em torno de 17,63, o pH é em torno de 3,88, o comprimento longitudinal (CL) é em torno de 6,29 cm, comprimento transversal (CT) é em torno de 5,57 cm, o formato (CL/CT) é cerca de 1,13 e a massa fresca é em média de 104,80 g (LIMA et al., 2002). Esses teores de vitamina C, sólidos solúveis, acidez titulável, pH e as características físicas podem ser alterados devido às condições aos quais o cultivo é submetido, inclusive salinidade de água de irrigação, como constatado por Bezerra et al. (2019) e Lima et al. (2020), causando depreciação da qualidade do fruto, principalmente, pela redução do teor de vitamina C e do seu tamanho.

Uma alternativa para conter a depreciação dos frutos, causado pelo estresse salino, seria a aplicação de bioestimulantes (STASIO et al., 2018). Em trabalho realizado por Mosa et al. (2021), os autores relataram que a aplicação de bioestimulantes a base de extratos de algas e ácido fúlvico melhoram os teores de açúcares, sólidos solúveis e vitamina C de goiaba. Melhora na qualidade de frutos de goiabeira também foi relatada por Aly et al. (2021) com a

aplicação de extratos de algas e por Almutairi et al. (2022) pela aplicação combinado, via foliar, de ácido glutâmico, arginina e glicina.

Desse modo, objetivou-se com este estudo avaliar a aplicação de fertilizantes de efeito bioestimulante via foliar e irrigação sob a qualidade de frutos de goiabeira ‘Paluma’ irrigada com água salina.

5.4 MATERIAL E MÉTODOS

5.4.1 Localização e características da área experimental

O experimento foi instalado em pomar comercial (6°26'29,2"S, 36°14'01,3"W) de goiabeira ‘Paluma’ com três anos de implantado, com mudas propagadas por estaquia, localizado no Sítio Boca da Mata, Município de Picuí, Estado da Paraíba, Brasil. O clima da região é do tipo BSh de acordo com a classificação de Köppen, ou seja, semiárido quente com chuvas de outono e verão (MASCARENHAS et al., 2005). A precipitação pluviométrica durante a execução do experimento encontra-se na tabela 1, obtendo-se o total de 595,5 mm acumulados de chuva (AESAs, 2020).

Tabela 1. Distribuição da precipitação pluviométrica (mm) durante o período do experimento

----- 2019 -----					----- 2020 -----		
Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março
9,6	4,9	13,8	1,0	0,0	76,2	83,7	406,3

Fonte: AESAs, 2020.

O solo da área onde o pomar de goiabeira foi instalado em espaçamento de 6 x 6 m é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo (SIBCS, 2014). Antes do início do experimento realizou-se a amostragem do solo nas camadas de 0–20 e 20–40 cm para realizar a análise de fertilidade e física conforme manual de métodos da EMBRAPA (2017), também análise de salinidade conforme Richards (1954), os resultados estão apresentados na tabela 2.

Tabela 2. Atributos químicos (fertilidade e salinidade) e físicos de Latossolo Vermelho Amarelo cultivado com goiabeira ‘Paluma’ antes da aplicação dos tratamentos

Fertilidade												
Prof. (cm)	pH H ₂ O _(1:2,5)	P -- mg dm ⁻³ --	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ +Al ⁺³	Al ⁺³	Ca ⁺² cmol _c dm ⁻³	Mg ⁺²	SB	CTC	MOS -- g kg ⁻¹ --	
0-20	5,2	14,66	36,27	0,08	2,33	0,25	0,53	1,19	1,89	4,22	8,06	
20-40	4,6	6,58	32,00	0,08	2,06	0,50	0,20	0,89	1,25	3,31	3,71	
Física												
Prof. (cm)	Areia 2-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm	Argila < 0,002 mm	Ada	GF	Ds	Dp	Pt	Umidade (Mpa)			
	g kg ⁻¹			g kg ⁻¹	dag kg ⁻¹	kg m ⁻³	kg dm ⁻³	m ³ m ⁻³	g kg ⁻¹			
0-20	831	36	133	25	81,2	1,31	2,65	0,51	69	57	44	
20-40	801	25	174	25	85,6	1,21	2,67	0,55	77	64	49	
Salinidade												
Prof. (cm)	pH	CEes - dS m ⁻¹ -	SO ₄ ⁻²	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺ mmol _c L ⁻¹	K ⁺	CO ₃ ⁻²	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	RAS	Classificação
0-20	6,50	0,56	0,34	1,25	5,50	2,69	0,66	0,00	17,50	5,00	1,47	Normal
20-40	6,10	0,46	0,10	2,00	12,50	2,20	0,52	0,00	17,50	7,50	0,82	Normal

Fertilidade - P, K⁺, Na⁺: Extrator Mehlich 1; SB: Soma de bases trocáveis (Ca²⁺+Mg²⁺+K⁺+Na⁺); (H⁺+Al³⁺): Extrator acetato de cálcio 0,5 M; CTC: Capacidade de troca catiônica [SB + (H⁺+Al³⁺)]; Al³⁺, Ca²⁺, Mg²⁺: Extrator KCl 1 M; MOS: Matéria orgânica do solo pelo método Walkley-Black.

Atributos físicos – Ada: Argila dispersa em água; GF, Ds, Dp e Pt: Respectivamente grau de floculação [GF = (argila – Ada/argila) x 100], densidade do solo, densidade de partícula e porosidade total [Pt = (Dp-Ds)/Dp].

Salinidade - CEes.: Condutividade Elétrica do extrato de saturação a 25 °C; RAS: Relação de Adsorção de Sódio {Na⁺/[(Ca²⁺+Mg²⁺)/2]^{1/2}}.

Fonte: Elaboração do autor, 2023.

5.4.2 Tratamentos e delineamento experimental

Os tratamentos foram organizados no esquema fatorial 2 x 4, referente, respectivamente, à aplicação foliar (com e sem) de Aminoagro Raiz[®] (BIO1) e à aplicação via água de irrigação dos seguintes fertilizantes de efeito bioestimulante: testemunha (sem bioestimulante), Codasal[®] (BIO2), BIO1 e BIO1 + BIO2. Assim, totalizando-se oito tratamentos. Os tratamentos foram dispostos em blocos ao acaso com quatro repetições, cada parcela experimental foi composta por cinco plantas, estabelecidas.

O Aminoagro raiz[®] é composto por resíduo orgânico agroindustrial de origem vegetal, extrato de algas, ureia, cloreto de potássio e água, cuja composição é carbono orgânica total (10%), aminoácidos livres (6,0%), lignosulfonato (2,6%), extrato de algas (2,0%), nitrogênio (11%) e potássio (1,0%). O outro fertilizante de efeito bioestimulante estudado foi o Codasal[®] composto por água; óxido de cálcio, lignosulfonatos e ácido nítrico. Com a seguinte composição relativa: cálcio (8,7%), lignosulfonatos (14,7%) e nitrogênio solúvel em água (6,0%).

As aplicações foliares do BIO1 foram realizadas aos 20, 62 e 132 dias após a poda de produção, na dose de 1,75 mL por planta, para essa finalidade preparou-se 60 litros de calda

com 280 mL do produto e aplicou-se com auxílio de pulverizador costal, com capacidade de 20 L de calda, nas 160 plantas. As aplicações dos tratamentos via água de irrigação foram iniciadas aos 20 dias após a poda e repetidas quinzenalmente até completar 10 aplicações. Em cada aplicação utilizou-se 11,25 mL do BIO2 e 1,75 mL do BIO1 por planta. A quantidade de fertilizante de efeito bioestimulante de cada tratamento, via irrigação, foi diluída para 250 L de água e em seguida aplicada via microaspersão com vazão de 80 L h⁻¹. As respectivas doses de aplicação dos produtos foram realizadas de acordo com a recomendação dos fabricantes.

5.4.3 Correção do solo e adubações

A adubação mineral foi realizada semanalmente via fertirrigação, sendo aplicado 20 adubações, durante a safra, nas seguintes quantidades por planta: 44 g de N, 44 g de K e 2,44 g de P, usando como fonte ureia (45% de N), cloreto de potássio (60% de K₂O) e monoamônio fosfato (12% de N e 44% de P₂O₅). A adubação orgânica foi realizada após a poda de produção, sendo colocado 20 L de esterco bovino por planta, na projeção da copa. A análise química do esterco segue na tabela 3.

Tabela 3. Caracterização química do esterco bovino utilizado no experimento

C.O.	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Zn	Fe	Mn	B
g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹					
99,00	6,48	2,15	8,43	27,70	7,60	3,01	13,39	65,46	10.156,10	266,53	87,22

N, P, K, Ca e Mg: Digestão com H₂O₂ e H₂SO₄; S, Fe, Cu, Mn, Zn e Na: Digestão com HNO₃ e HClO₄; B: Extração por combustão via seca; C.O.: Oxidação via úmida com dicromato

Fonte: Elaboração do autor, 2023.

A correção do solo foi realizada conforme Santos e Quaggio (1996), visando elevar a saturação por bases para 70%, para tanto calculou-se a quantidade de corretivo para 8% (projeção da copa) da área total, a qual correspondeu a 700 g por planta de calcário dolomítico (41,68% CaO, 15,39% MgO, 100% de eficiência relativo e 113,74 de poder relativo de neutralização total - PRNT).

5.4.4 Caracterização da água e a irrigação

A irrigação foi realizada com água salina proveniente de poço profundo (Tabela 4), sendo aplicada lâmina de 80 L por planta com turno de rega de 36 h. Utilizou-se o sistema de microaspersão com vazão de 80 L h⁻¹.

Tabela 4. Análise de salinidade da água utilizada na irrigação

pH	CE dS m ⁻¹	SO ₄ ⁻²	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	K ⁺	CO ₃ ⁻²	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	RAS	Classificação
		----- mmol _e L ⁻¹ -----									
4,7	3,07	2,40	2,39	5,17	15,54	1,43	0,00	1,00	26,25	7,99	C4S3

C.E.: Condutividade Elétrica a 25 °C

RAS: Relação de Adsorção de Sódio

C4: Risco Muito Alto de Salinização

S3: Risco Alto de Sodicidade

Fonte: Elabora do autor, 2023

5.4.5 Análise pós-colheita dos frutos

Para a análise de qualidade dos frutos, realizou-se a amostragem de forma aleatória no dia 14 de março de 2020 (210 dias após a poda de produção), coletando-se cinco frutos por parcela no estádio de maturação 3 (CAVALINI et al., 2006), tendo-se o cuidado de colher frutos livres de danos. Os frutos foram acomodados em caixas e transportados cuidadosamente para o laboratório de Fruticultura de Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (CCA/UFPB), em veículo com ar-condicionado, evitando a ocorrência de danos.

No laboratório os frutos foram lavados em água corrente e selecionou-se três frutos uniformes por unidade experimental para determinar as variáveis físico-químicas e físicas. O teor de vitamina C (mg de ácido ascórbico por 100 g de polpa) foi determinado pelo método de Tillmans modificado (BRASIL, 2005); o teor de sólidos solúveis (SS, %) foi determinado com refratômetro óptico portátil diretamente na polpa homogeneizada; a acidez titulável (AT, g de ácido cítrico por 100 g de polpa) foi determinada por titulometria (BRASIL, 2005); também foi determinada a relação SS/AT; o pH foi determinado diretamente na polpa homogeneizada com pHmetro digital; a firmeza (N) foi determinada em dois pontos em lados opostos do fruto, na região equatorial, com penetrômetro de bancada; o comprimento longitudinal (CL, cm) e transversal (CT, cm) foram determinados com paquímetro digital; o formato do fruto foi determinado pela razão entre o CL/CT (LIMA et al., 2002) e a massa fresca dos frutos foi determinada em balança digital de precisão.

5.4.6 Análise estatística

Realizou-se a avaliação dos dados quanto a normalidade (Kolmogorov-Smirnov) e homoscedasticidade (Levene), após o cumprimento desse critério procedeu-se a análise de

variância (F, $p \leq 0,05$) e sequencialmente ao teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$) com uso do pacote estatístico ExpDes.pt (FERREIRA et al., 2014) no software R.

5.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de vitamina C não foram afetados pela interação entre as formas de aplicação e tão pouco pelos tratamentos isolados (Tabela 5). Registrou-se o teor médio de vitamina C de 36,46 mg/100 g de polpa. Na literatura há uma ampla faixa de teor de vitamina C para goiabeira ‘Paluma’, com valores variando de 12,16 a 143,94 mg/100g de polpa (BEZERRA et al., 2019; LACERDA et al., 2022). A instrução normativa nº 37 de 2018 da secretária de defesa agropecuária estabelece que o teor mínimo de vitamina C para polpa de goiaba é de 24 mg/100g de polpa (BRASIL, 2018). Portanto, o teor de vitamina C obtido neste trabalho está compatível com a literatura e com as exigências normativas.

Tabela 5. Valores de ‘F’ com as respectivas médias da Vitamina C (Vit. C, mg/100 g), sólidos solúveis (SS, %), acidez titulável (AT, g de ácido cítrico/ 100 g), relação SS/AT, pH, firmeza (N), comprimento longitudinal (CL, cm), comprimento transversal (CT, cm), formato (CL/CT) e massa fresca (g) de frutos de goiabeira ‘Paluma’ em função de formas de aplicação e tipo de fertilizante de efeito bioestimulante

Fonte de variação	Vit. C	SS	AT	SS/AT	pH	Firmeza	CL	CT	Formato	Massa
AF (Valor ‘F’)	2,5564 ^{ns}	0,0686 ^{ns}	0,5786 ^{ns}	0,5048 ^{ns}	24,2552*	0,3825 ^{ns}	4,5101*	0,6050 ^{ns}	5,6920*	0,0716 ^{ns}
Sem	35,16a	10,91a	0,77a	14,26a	3,58a	20,15a	7,76a	6,55a	1,18a	376,25a
Com	37,75a	10,97a	0,75a	14,82a	3,42b	21,06a	7,46b	6,48a	1,15b	371,00a
AA (Valor ‘F’)	2,3050 ^{ns}	3,1569*	0,8562 ^{ns}	1,2028 ^{ns}	3,1010*	1,4776 ^{ns}	0,4735 ^{ns}	0,2374 ^{ns}	0,8190 ^{ns}	1,0044 ^{ns}
Testemunha	39,79a	11,19a	0,79a	14,21a	3,58a	20,39a	7,51a	6,51a	1,15a	399,63a
BIO2	34,31a	10,43b	0,75a	14,13a	3,47b	22,84a	7,61a	6,46a	1,18a	353,75a
BIO1	34,96a	11,38a	0,74a	15,83a	3,45b	20,67a	7,74a	6,57a	1,18a	376,50a
BIO1 + BIO2	36,76a	10,75b	0,77a	13,98a	3,48b	18,53a	7,58a	6,53a	1,16a	364,63a
AF x AA (Valor ‘F’)	0,7083 ^{ns}	1,4869 ^{ns}	0,7631 ^{ns}	0,8902 ^{ns}	3,4646*	1,1091 ^{ns}	0,5737 ^{ns}	1,7833 ^{ns}	0,7328 ^{ns}	1,0991 ^{ns}
CV (%)	12,55	6,17	10,23	15,36	2,67	19,91	5,31	3,92	3,39	14,85

* e ns: Significativo e não significativo, respectivamente, pelo teste de F a 5% de probabilidade; Médias seguidas por letras iguais na coluna, não diferem entre si, pelo teste de F ou Scott-Knott ($p \leq 0,05$). AF = aplicação foliar de BIO1; AA = aplicação via água de irrigação; BIO2 = fertilizante de efeito bioestimulante composto por cálcio (8,7%), lignosulfonatos (14,70%) e ácido nítrico (27%); BIO1 = fertilizante de efeito bioestimulante composto por carbono orgânico total (10%), aminoácidos livres (6,0%), lignosulfonatos (2,6%), extrato de algas (2,0%), nitrogênio (11%) e potássio (1,0%); CV: coeficiente de variação.

Fonte: Elaboração do autor, 2023.

O teor de vitamina C da goiabeira ‘Paluma’ pode ser afetado por fatores climáticos (SOUZA et al., 2010), nutricionais (SATANA et al., 2020), pelo estágio de maturação (LIMA et al., 2008) e por estresses bióticos e abióticos, com destaque para o estresse salino que pode

causar redução do teor de vitamina C de goiaba ‘Paluma’ em 50% em relação aos frutos de plantas não estressadas (LACERDA et al., 2022). Forte redução do teor de vitamina C, causado pelo estresse salino, também foi reportado por Bezerra et al. (2019) e Lima et al. (2020) em frutos de goiabeira e aceroleira, respectivamente.

Vários autores têm destacado o efeito benéfico de bioestimulantes no teor de vitamina C de goiabeira, como exemplo podemos destacar Santana et al. (2020) com aplicação via irrigação de biofertilizante bovino, Harhash et al. (2019) e Aly et al. (2021) com aplicação de extratos de algas via foliar, Mosa et al. (2021) com aplicação via solo de ácidos fúlvicos e extratos de algas e Almutairi et al. (2022) com a aplicação foliar, combinada, de ácido glutâmico, arginina e glicina.

Com relação aos teores de sólidos solúveis a interação entre as formas de aplicação dos fertilizantes de efeito bioestimulante não foi significativa, havendo redução do SS apenas com a aplicação de BIO2 e BIO1+BIO2 via irrigação (Tabela 5). Os teores de SS variaram de 10,43 a 11,38%, essa faixa de valor é compatível com os valores reportados por Lima et al. (2002), Lima et al. (2008), Ramos et al. (2010), Bezerra et al. (2019) e Lacerda et al. (2022) e a cima do descrito por Cavalini et al. (2006) para a mesma variedade de goiabeira. É importante salientar que a faixa de valores de SS obtidas com este trabalho estão acima do mínimo exigido pela instrução normativa nº 37 de 2018, que é de 7,00% (BRASIL, 2018).

A salinidade também exerce influência sobre o teor de SS de frutos, causando sua redução (BEZERRA et al., 2019; TURAN et al., 2021) ou incremento (LIMA et al., 2020), sendo descrito por Turan et al. (2021) que a aplicação de bioestimulantes eleva o teor de SS de frutos de plantas sob estresse salino ou não. Adicionalmente, foi relatado por Harhash et al. (2019) e Aly et al. (2021), que a aplicação de extratos de algas via foliar eleva os teores de SS, Mosa et al. (2021) evidenciaram resultados semelhantes com a aplicação via solo de ácidos fúlvicos e extratos de algas. Já Paula et al. (2022) reportaram que a aplicação de extratos de algas via foliar causa redução do teor de SS de frutos.

Não houve efeito da interação e dos tratamentos isolados sobre a AT (Tabela 5), sendo registrado o valor médio de 0,76 g de ácido cítrico/100 g de polpa. Esse valor de AT, de modo geral, está acima dos valores publicados pela literatura científica (LIMA et al., 2002; CAVALINI et al., 2006; LIMA et al., 2008; RAMOS et al., 2010; LACERDA et al., 2022), para a goiabeira ‘Paluma’. Considerando que o estresse salino pode causar aumento da AT (LIMA et al., 2020), o valor elevado de AT registrado neste trabalho pode ter sido ocasionado pela salinidade da água de irrigação. O limite mínimo de AT preconizado pela instrução

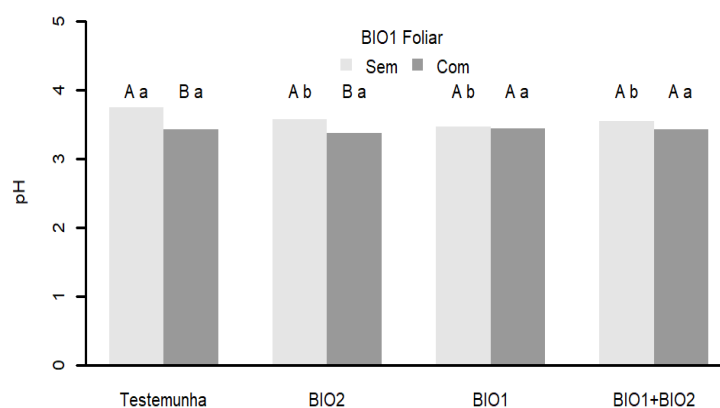
normativa nº 37 de 2018 é de 0,4 g de ácido cítrico/100 g de polpa (BRASIL, 2018). Logo, o valor de AT do presente trabalho está de acordo com a norma técnica.

Recentemente, foram publicados trabalhos destacando o efeito de bioestimulantes sobre a acidez titulável de goiaba, foi reportado nesses trabalhos que a aplicação de extrato de algas via foliar (HARHASH et al., 2019; ALY et al., 2021), a aplicação via solo de ácidos fúlvicos e extratos de algas (MOSA et al., 2021) e que a aplicação foliar, combinada, de ácido glutâmico, arginina e glicina (ALMUTAIRI et al., 2022) reduzem os valores de AT.

A relação SS/AT fornece um indicativo do sabor dos frutos, de modo geral, quanto mais alto o seu valor, mais adocicado e palatável será o fruto. Os valores de SS/AT registrados neste trabalho não foram afetados pela interação entre as formas de aplicação dos fertilizantes de efeito bioestimulante e tão pouco pelos tratamentos isolados (Tabela 5). O valor médio obtido foi de 14,54, o qual é compatível com o descrito por Cavalini et al. (2006) e Satana et al. (2020) e inferior aos valores apresentados por Lima et al. (2002) e por Ramos et al. (2010) para a mesma variedade de goiabeira. A relação SS/AT de goiabeira pode ser incrementada pela aplicação de biofertilizante bovino via irrigação (SANTANA et al., 2020) ou pela aplicação foliar, combinada, de ácido glutâmico, arginina e glicina (ALMUTAIRI et al., 2022).

A interação entre as formas de aplicação dos fertilizantes de efeito bioestimulante foi significativa para o pH (Tabela 5). Ao analisar o efeito da interação sobre os valores de pH, os menores valores de pH foi observado para os tratamentos que receberam fertilizantes de efeito bioestimulante e o maior valor de pH para o tratamento testemunha (Figura 1). O valor de pH do tratamento testemunha (3,74) está de acordo com o valor reportado por Lima et al. (2002) (3,88) para goiaba 'Paluma'. Já os demais tratamentos apresentaram valores de pH inferiores à 3,60. Os valores de pH descritos neste trabalho estão próximos ao mínimo exigido pela instrução normativa nº 37 de 2018, que é de 3,50 (BRASIL, 2018). Desse modo, os frutos estão de acordo com o que preconiza a norma técnica supracitada.

Figura 1. pH de frutos de goiabeira em função de formas de aplicação e tipo de fertilizante de efeito bioestimulante



Letras iguais maiúsculas para aplicação via foliar e letras iguais minúsculas entre os tratamentos via irrigação não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$); BIO2 = fertilizante de efeito bioestimulante composto por cálcio (8,7%), lignosulfonatos (14,70%) e ácido nítrico (27%); BIO1 = fertilizante de efeito bioestimulante composto por carbono orgânico total (10%), aminoácidos livres (6,0%), lignosulfonatos (2,6%), extrato de algas (2,0%), nitrogênio (11%) e potássio (1,0%).

Fonte: Elaboração do autor, 2023.

Foi constatado por Lima et al. (2020) que a salinidade afeta o pH de acerola, causando sua redução. Já no trabalho de Bezerra et al. (2019) a salinidade não causou efeito sobre o pH de frutos de goiabeira. A aplicação conjunta dos bioestimulantes Tecamin Brix® e Tecamin Flower® atenua o efeito do estresse salino sobre os frutos, promovendo entre outros benefícios o incremento dos valores de pH (MAACH et al., 2021).

A firmeza dos frutos não foi afetada pela interação entre as formas de aplicação dos fertilizantes de efeito bioestimulante e muito menos pelos fatores isolados (Tabela 5). O valor médio da firmeza foi de 20,61 N, esse valor é compatível com o registrado por Cavalini et al. (2006) para goiaba ‘Paluma’ no estágio de maturação 5 (cor da casca amarela), ou seja, os frutos estavam com firmeza abaixo do esperado para o estágio de maturação que foram avaliados (3, cor da casca verde amarelada). O valor da firmeza encontrado neste trabalho também é inferior ao reportado por Lima et al. (2008) para mesma cultivar de goiabeira no estágio de maturação 3. A elevada precipitação pluviométrica no período de colheita dos frutos (Tabela 1) pode ter ocasionado redução na firmeza (SOUZA et al., 2010).

Essa variável (Firmeza) de qualidade é indicador do estado de maturidade. É afetada pela estrutura da parede celular, tamanho da célula, turgidez e propriedades da membrana (CHAPMAN et al., 2012; HUANG et al., 2018). Em plantas sob estresse salino é possível aumentar a firmeza dos frutos com a aplicação conjunta dos bioestimulantes Tecamin Brix® e

Tecamin Flower® (MAACH et al., 2021). A aplicação combinado, via foliar, de ácido glutâmico, arginina e glicina (ALMUTAIRI et al., 2022), de extratos de algas via foliar (ALY et al., 2021) e a aplicação combinada, via solo, de ácidos fúlvicos e extratos de algas (MOSA et al., 2021) aumentam a firmeza de frutos de goiabeira.

Quanto as dimensões (comprimento longitudinal (CL) e transversal (CT)) e o formato dos frutos, não houve efeito da interação entre as formas de aplicação dos tratamentos, ocorreu redução do comprimento longitudinal do fruto com a aplicação de BIO1 via foliar, impactando no formato dos frutos, os quais apresentaram formato menos alongado com a aplicação de BIO1 foliar (Tabela 5). O CL variou entre 7,46 a 7,76 cm, o CT teve valor médio de 6,52 cm e o formato dos frutos variou de 1,15 a 1,18. Esses valores de CL, CT e formato são superiores aos valores reportados por Lima et al. (2002) e Ramos et al. (2010) para a mesma variedade de goiabeira. Indicando frutos como tamanho superior aos dos autores supracitados.

Foi reportado por Bezerra et al. (2019) que o estresse salino impacta no tamanho dos frutos de goiabeira ‘Paluma’, causando redução no CL e CT. Neste trabalho, mesmo com a irrigação com água salina os frutos apresentaram tamanho superior aos valores reportados na literatura (LIMA et al., 2002; RAMOS et al., 2010). A aplicação de bioestimulantes podem impactar nas dimensões dos frutos, provocando incremento do CL e do CT, como reportado por Aly et al. (2021) e Almutairi et al. (2022) para frutos de goiabeira, resultados opostos ao encontrado neste trabalho.

No que concerne a massa fresca dos frutos, observou-se que a interação entre as formas de aplicação dos fertilizantes de efeito bioestimulante não foram significativas e tão pouco os tratamentos isolados (Tabela 5). Sendo obtido o valor médio de massa fresca de fruto de 373,63 g. Esse valor é superior aos valores relatados na literatura para a mesma variedade de goiabeira (LIMA et al., 2002; LIMA et al., 2008; RAMOS et al., 2010), como era de se esperar devido as maiores dimensões já retratadas anteriormente.

No trabalho de Bezerra et al. (2019) a salinidade causou redução na massa fresca de frutos, devido a redução do tamanho, o que não foi observado nesta pesquisa, a qual obteve frutos com massa fresca superior ao reportado na literatura (LIMA et al., 2002; LIMA et al., 2008; RAMOS et al., 2010) para a mesma variedade de goiabeira. Com relação ao efeito de bioestimulantes sobre a massa fresca de frutos de goiabeira foi reportado que a aplicação de extratos de algas via foliar (ALY et al., 2021) e de ácido glutâmico, arginina e glicina combinadas, via foliar (ALMUTAIRI et al., 2022) incrementam os valores dessa variável.

5.6 CONCLUSÕES

A aplicação de Codashal[®] isolado ou com Aminoagro Raiz[®] via irrigação causa redução no teor de sólidos solúveis. Os fertilizantes de efeito bioestimulante causam redução do pH dos frutos de goiabeira. O Aminoagro Raiz[®] aplicado via foliar causa redução do comprimento longitudinal do fruto, resultando em frutos com formato menos alongado. Ao se avaliar a qualidade global dos frutos, conclui-se que os fertilizantes de efeito bioestimulante não melhoram a qualidade dos frutos de goiabeira ‘Paluma’ irrigada com água salina. Os atributos de qualidade avaliados neste trabalho estão acordo com o que preconiza a norma técnica vigente para goiaba.

REFERÊNCIAS

- Agência executiva de gestão de águas. **Meteorologia – Chuvas**. 2020. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/meteorologia-chuvas/formdate=20201122&produto=municipio&periodo=personalizado>> Acesso em: 22 de Nov. de 2020.
- ALY, M. A.; HARHASH, M. M.; AWAD, R. M.; EL-AZEEM, H. A. Spraying marine algae extracts and some growth regulators to enhance fruit set, yield and fruit quality of winter guava. **Journal of the Advances in Agricultural Researches**, v. 26, n. 4, p. 319-327, 2021.
- ALMUTAIRI, K. F.; SALEH, A. A.; ALI, M. M.; SAS-PASZT, L.; ABADA, H. S.; MOSA, W. F. A. Growth performance of guava trees after the exogenous application of amino acids glutamic acid, arginine, and glycine. **Horticulturae**, v. 8, 1110, 2022.
- BEZERRA, I. L.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; LIMA, G. S.; LACERDA, C. F.; LIMA, B. G. F.; BONIFÁCIO, B. F. Water salinity and nitrogen fertilization in the production and quality of guava fruits. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 35, n. 3, p. 837-848, 2019.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa Nº 24, de 08 de Setembro de 2005. Manual Operacional de Bebidas e Vinagres. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 20 set. 2005. Seção 1, p.11.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa Nº 37, de 01 de Outubro de 2018. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 08 out. 2018. Seção 1, p.23.
- CAVALINI, F. C. JACOMINO, A. P.; LOCHOSKI, M. A.; KLUGE, R. A.; ORTEGA, E. M. M. Maturity Indexes For ‘Kumagai’ And ‘Paluma’ Guavas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 176-179, 2006.
- CHAPMAN, N. H.; BONNET, J.; GRIVET, L.; LYNN, J.; GRAHAM, N.; SMITH, R.; SUN, G.; WALLEY, P.G.; POOLE, M.; CAUSSE, M.; KING, G. J.; BAXTER, C.; SEYMOUR, G. B. High-resolution mapping of a fruit firmness-related quantitative trait locus in Tomato reveals epistatic interactions associated with a complex combinatorial locus. **Plant Physiology**, v.159, n. 4, p. 1644–1657, 2012.
- EMBRAPA SOLOS – Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 3ª ed. Brasília, EMBRAPA. 2017. 573p.
- FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. ExpDes: An R Package for ANOVA and Experimental Designs. **Applied Mathematics**, v. 5, p. 2952-2958, 2014.
- HARHASH, M. M.; SHAMA, S. M.; GHAZAL, K. F. R. Effect of spraying moringa, seaweed extract and potassium on yield and fruit quality of the winter guava ‘Maamoura’ cultivar. **Journal of the Advances in Agricultural Researches**, v. 24, n. 1, p. 132-145, 2019.
- HUANG, Y.; LU, R.; CHEN, K. Prediction of firmness parameters of tomatoes by portable visible and near-infrared spectroscopy. **Journal of Food Engineering**, v. 222, p. 185 - 198, 2018.

- LACERDA, C. N.; LIMA, G. S.; SOARES, L. A. A.; SILVA, A. A. R.; GHEYI, H. R.; SILVA, F. A. Post-harvest fruit quality of grafted guava grown under salt stress and salicylic acid application. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 26, n. 10, p. 713-721, 2022.
- LIMA, M. A. C.; ASSIS, J. S.; GONZAGA NETO, L. Caracterização dos frutos de goiabeira e seleção de cultivares na região do submédio são francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 273-276, 2002.
- LIMA, M. A. C.; BASSOI, L. H.; SILVA, D. J.; SANTOS, P. S.; PAES, P. C.; RIBEIRO, P. R. A.; DANTAS, B. F. Effects of levels of nitrogen and potassium on yield and fruit maturation of irrigated guava trees in the São Francisco Valley. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 1, p. 246-250, 2008.
- LIMA, G. S.; SILVA, A. R. P.; SÁ, F. V. S.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. A. Physicochemical quality of fruits of west indian cherry under saline water irrigation and phosphate fertilization. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 33, n. 1, p. 217 - 225, 2020.
- MAACH, M.; BOUDOUASAR, K.; AKODAD, M.; SKALLI, A.; MOUMEN, A.; BAGHOUR, M. Application of biostimulants improves yield and fruit quality in tomato. **International Journal of Vegetable Science**, v. 27, n. 3, p. 288-293, 2021.
- MASCARENHAS, J. C.; BELTRÃO, B. A.; SOUZA JUNIOR, L. C.; MORAIS, F.; MENDES, V. A.; MIRANDA, J. L. F. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea: Diagnóstico do município de Picuí, estado da Paraíba**. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005. 10 p.
- MOSA, W. F. A.; SAS-PASZT, L.; GÓRNIK, K.; ALI, H. M.; SALEM, M. Z. M. Vegetative growth, yield, and fruit quality of guava (*Psidium guajava* L.) cv. Maamoura as affected by some biostimulants. **BioResources**, v. 16, n. 4, p. 7379-7399, 2021.
- PAULA, B. S.; FELTRIM, D.; ENGEL, D. C. H.; BAPTISTELLA, J. L. C.; RODRIGUES, M.; ENGEL, E.; MAZZAFERA, P. Algae-based biostimulants increase yield and quality of mini tomatoes under protected cultivation. **JSFA Reports**, v. 2, n. 4, p. 1-6, 2022.
- RAMOS, D. P.; SILVA, A. C.; LEONEL, S.; COSTA, S. M.; DAMATTO JÚNIOR, E. R. Produção e qualidade de frutos da goiabeira ‘Paluma’, submetida à diferentes épocas de poda em clima subtropical. **Revista Ceres**, v. 57, n.5, p. 659-664, 2010.
- RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils**. USDA - United States Department of Agriculture, 1954. Nº.: 60, 166p.
- SANTANA, E. A.; LIMA, D. D.; SOUZA, C.; FIGUEIREDO NETO, A.; CAVALCANTE, Í. H. L.; SOUSA, K. S. M. Post-harvest storage of ‘Paluma’ guavas produced by plants fertirrigated with nitrogen and biofertilizer. **Comunicata Scientiae**, v. 11: e3121, 2020.
- SANTOS, R. R.; QUAGGIO, J. A. Goiaba. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para**

o Estado de São Paulo. Campinas: Instituto Agrônômico, 1996. p.143. (Boletim Técnico, 100)

SOUZA, M. E.; SILVA, A. C.; SOUZA, A. P.; TANAKA, A. A.; LEONEL, S. Influência das precipitações pluviométricas em atributos físico-químicos de frutos da goiabeira ‘Paluma’ em diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 2, p. 637-646, 2010.

STASIO, E. D.; OOSTEN, M. J. V.; SILLETTI, S.; RAIMONDI, G.; DELL’AVERSANA, E.; CARILLO, P.; MAGGIO, A. *Ascophyllum nodosum*-based algal extracts act as enhancers of growth, fruit quality, and adaptation to stress in salinized tomato plants. **Journal of Applied Phycology**, v. 30, p. 2675 – 2686, 2018.

Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SIBCS). 4. ed. Brasília: Embrapa, 2014. 393p.

TURAN, T.; YILDIRIM, E.; EKINCI, M.; ARGIN, S. Effect of biostimulants on yield and quality of cherry tomatoes grown in fertile and stressed soils. **HORTSCIENCE**, v. 56, n. 4, p. 414-423, 2021.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de haver fortes indícios, respaldado pela literatura científica, que bioestimulantes causam efeitos positivos nas culturas agrícolas, principalmente sob estresse. No presente trabalho não evidenciou-se efeito positivo da aplicação dos fertilizantes de efeito bioestimulante Aminoagro Raiz[®] e Codasal[®] em goiabeira ‘Paluma’ irrigada com água salina. Para as variáveis fisiológicas a época que foi realizada as medições, proporcionou às plantas ausência de estresse pela ocorrência de chuvas, fazendo com que os efeitos dos produtos fossem anulados. A goiabeira recebeu nutrição mineral e orgânica equilibrada, o que refletiu em plantas bem nutridas e não responsivas a aplicação dos fertilizantes de efeito bioestimulante. Ainda que os produtos aplicados proporcionem efeito condicionador ao solo, a dose utilizada no experimento não foi suficiente para casuar melhora nos atributos químicos avaliados. Em pesquisas futuras é necessário investigar o efeito desses produtos em situação de estresse salino aliado ao manejo sem adubação orgânica e com doses de fertilizantes minerais, para confirmar as suposições listadas ao longo do texto.