

**ESTADO NUTRICIONAL E PRODUTIVIDADE DA GOIABEIRA (PSIDIUM
GUAJAVA L.) IRRIGADO COM ÁGUA SALINA E TRATADO COM
BIOESTIMULANTES**



<https://doi.org/10.56238/arev7n1-253>

Data de submissão: 30/12/2024

Data de publicação: 30/01/2025

Helton de Souza Silva

Doutor em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias
E-mail: heltonssilva@gmail.com

Lourival Ferreira Cavalcante

Doutor em Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade de São Paulo, (in memoriam)

Italo Herbert Lucena Cavalcante

Doutor em Agronomia pela Universidade Estadual Paulista
E-mail: italo.cavalcante@univasf.edu.br

Rayane Amaral de Andrade

Doutoranda em Manejo do Solo e da Água pela Universidade Federal do Semiárido
E-mail: rayane_agronomia@hotmail.com

Adailson Pereira de Souza

Doutora em Fitotecnia pela Universidade Federal de Viçosa
E-mail: adailson.ufpb@yahoo.com.br

Francisco Thiago Coelho Bezerra

Doutor em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba
E-mail: bezerra_ftc@yahoo.com.br

Antônio Gustavo de Luna Souto

Doutora em Fitotecnia pela Universidade Federal de Viçosa
E-mail: guslusso@hotmail.com

Roseilton Fernandes dos Santos

Doutor em Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade Federal de Viçosa
E-mail: roseilton.fernandes@academico.ufpb.br

RESUMO

A obtenção de alta produtividade em goiaba é alcançada, entre outros fatores, por meio de nutrição mineral balanceada com níveis nutricionais foliares em faixas adequadas. O estresse salino causa desequilíbrio nutricional que pode ser acompanhado de toxicidade, causando danos e queda na produtividade. Com a aplicação de produtos como bioestimulantes, a planta pode adquirir um novo estado de homeostase nutricional, podendo assim obter produtividade satisfatória, mesmo em condições estressantes. Portanto, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o estado nutricional e a produtividade da goiabeira 'Paluma' irrigada com água salina e tratada com bioestimulantes. O experimento foi instalado em esquema fatorial (2 x 4), referente à pulverização com Aminoagro Raiz® (Sem e Com) e à aplicação de Codasal® e, ou Amianoagro Raiz® via irrigação (Sem, Codasal®,

Aminoagro Raiz® e Codusal® + Aminoagro Raiz®), os tratamentos foram distribuídos em blocos casualizados com quatro repetições. A determinação das folhas N, P, K, Ca, Mg, S, B,, Fe, Mn, Zn e Na foi realizada em duas fases fenológicas (Floração e Crescimento dos frutos). Nos frutos, foram determinados os teores e a exportação de N, P, K, Ca e Mg. A produção de frutos também foi obtida. Verificou-se que os tratamentos não melhoraram o estado nutricional da goiabeira 'Paluma', nem a produção de frutos.

Palavras-chave: Psidium Guajava. Macro e Micronutrientes. Rendimento. Lignossulfonato. Extratos de algas marinhas.

1 INTRODUÇÃO

O cultivo da goiaba é difundido na região Nordeste do Brasil, com uma área plantada de 10.525 ha em 2020, o que corresponde a 48% da área total cultivada no país (IBGE, 2022). A maior parte dessa área plantada com goiaba está localizada na região semiárida do Nordeste brasileiro, com condições climáticas favoráveis; no entanto, a água utilizada para irrigação geralmente apresenta altos teores de sais ($\geq 1,5 \text{ dS m}^{-1}$) (MEDEIROS et al., 2003; LIMA et al., 2020), o que pode levar à salinização do solo e limitar a produtividade.

A variedade de goiaba que mais se destaca na região Nordeste é a 'Paluma', que possui dupla aptidão, polpa vermelha, formato de pêra e potencial produtivo de 100 t ha^{-1} (NATALE et al., 2002). Apesar do alto potencial produtivo, a produtividade média dessa variedade em fruticulturas que irrigam predominantemente com água salina ($\approx 3,0 \text{ dS m}^{-1}$), como no município de Picuí-PB, Brasil, é em torno de $6,00 \text{ t ha}^{-1}$, bem abaixo da produtividade média da região Nordeste, que gira em torno de 26 t ha^{-1} (IBGE, 2022).

A queda na produtividade das culturas causada pelo estresse salino é consequência da redução do potencial osmótico da solução do solo e do desequilíbrio iônico resultante das altas concentrações de Na^+ e Cl^- e alterações nas relações entre os nutrientes, resultando em uma cascata de distúrbios fisiológicos e metabólicos (WILLADINO; CAMARA, 2010).

Em condições ótimas de cultivo, os teores foliares de nutrientes da goiabeira 'Paluma' para atingir a máxima produtividade são de $20\text{-}23 \text{ g kg}^{-1}$ de N; $1,4\text{-}1,8 \text{ g kg}^{-1}$ de P; $14\text{-}17 \text{ g kg}^{-1}$ de K; $7\text{-}11 \text{ g kg}^{-1}$ de Ca; $3,4\text{-}4,0 \text{ g kg}^{-1}$ de Mg; $2,5\text{-}3,5 \text{ g kg}^{-1}$ de S; $20\text{-}25 \text{ mg kg}^{-1}$ de B; $20\text{-}40 \text{ mg kg}^{-1}$ de Fe; $60\text{-}90 \text{ mg kg}^{-1}$ de Mn; $25\text{-}35 \text{ mg kg}^{-1}$ de Zn (NATALE et al., 2002). No entanto, em condições de estresse salino, a manutenção desses níveis é mais difícil devido aos efeitos adversos dos sais (GRATTAN; GRIEVE, 1999). Nesse sentido, Ebert et al. (2002) afirmaram que o estresse salino com NaCl causou redução nos teores de N, K e Ca e aumentou o teor de Na nas mudas de goiaba. Chiveu et al. (2020) também relataram que o estresse salino reduz o conteúdo nutricional das folhas de goiaba, afetando os teores de K, P, Mg, S, B e Fe.

Em relação aos teores de macro e micronutrientes da goiaba 'Paluma', Natale et al. (2002) descreveram os seguintes valores: $8,5 \text{ g kg}^{-1}$ de N; $0,9 \text{ g kg}^{-1}$ de P; $11,3 \text{ g kg}^{-1}$ de K; $0,7 \text{ g kg}^{-1}$ de Ca; $0,8 \text{ g kg}^{-1}$ de Mg; $0,8 \text{ g kg}^{-1}$ de S; 5 mg kg^{-1} de B; 10 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 fruta fresca, 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 Fe; 1,88 g de Mn e 1,88 g de Zn são extraídos e exportados com a colheita.

A salinidade provoca alterações no conteúdo nutricional não só das folhas, mas também dos frutos, como pode ser visto pelos resultados de Keutgen e Pawelzik (2008), que relataram que o estresse salino aumenta a quantidade de íons tóxicos (Na e Cl) em frutas e nutrientes como N, K e Zn. Roushanel et al. (2017) relataram que o estresse salino afeta os teores de Ca e Mg dos frutos, mas não tem efeito sobre os teores de K e P.

Considerando os danos causados pelo estresse salino, faz-se necessária a realização de pesquisas a fim de mitigar seus efeitos deletérios. Nesse tema, o uso de bioestimulantes tem se destacado ultimamente como uma alternativa viável para conter os efeitos do estresse na nutrição das plantas e consequentemente aumentar a produtividade. Na pesquisa realizada por Roushanel et al. (2017), os autores relataram que um bioestimulante à base de extratos de algas marinhas elevou os níveis de K e reduziu os níveis de Na nas folhas das plantas, aumentando adicionalmente a produtividade dos frutos. Em pesquisa realizada por Mutale-joan et al. (2021), foi relatado pelos autores que a aplicação de extrato de microalgas-cianobactérias recupera a homeostase nutricional de plantas sob estresse salino.

Substâncias húmicas e compostos análogos, como o lignosulfonato, são outra classe de bioestimulantes amplamente utilizados como atenuadores do estresse salino em plantas, aumentando a produtividade e reduzindo o teor de Na nos tecidos (ELSAWY et al., 2022). Na pesquisa de Çimrin et al. (2010) foi relatado que a aplicação de ácido húmico aumentou os teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Mn e reduziu os teores de Na das plantas sob estresse salino.

Diante do exposto, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o desempenho de bioestimulantes aplicados via foliar e irrigação sobre a produção de frutos e sobre o estado nutricional da goiabeira 'Paluma' irrigada com água salina.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DA ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi instalado em pomar comercial ($6^{\circ}26'29.2"S$, $36^{\circ}14'01.3"W$) de goiabeira 'Paluma' de três anos de idade, com mudas propagadas por estacas, localizado no Sítio Boca da Mata, Município de Picuí, Estado da Paraíba, Brasil. O clima na 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 é mostrada na tabela 1, obtendo-se um total de 595,5 mm de chuva acumulada (AESÁ, 2020).

Tabela 1 - Distribuição da precipitação pluviométrica (mm) durante o período do experimento (AES, 2020)

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

O solo da área onde foi instalado o pomar de goiaba no espaçamento 6 x 6 m é classificado como Latossolo Vermelho Vermelho (USDA, 2015). Antes do início do experimento, foi realizada amostragem de solo nas camadas de 0–20 e 20–40 cm para realizar a fertilidade e análise física de acordo com o manual de métodos da EMBRAPA (2017), também análise de salinidade de acordo com Richards (1954), os resultados são mostrados na tabela 2.

Tabela 2 - Atributos químicos (fertilidade e salinidade) e físicos de Latossolo Vermelho cultivado com goiabeira 'Paluma' antes da aplicação dos tratamentos

Fertilidade											
Profundidade (cm)	ph	P	K+	Na+	H++Al+3	Al+3	Ca+2	Mg+2	SB	CEC	SOM
	H ₂ O _(1:2,5)	-- mg dm ⁻³ --							cmolc	-- 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
Físico											
Profundidade (cm)	Areia 2-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 milímetros	Argila < 0,002 mm	Cdw	Df	Sd	Pd	Papel higiênico	Umidade (Mpa)	0.010	0.033
				g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	dag kg ⁻¹	kg m ⁻³	kg dm ⁻³	M3 M ⁻³	1.500	
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											
Profundida de (cm)	ph	ECes	SO ₄ -2	Ca+2	Mg+2	Na+	K+	CO ₃ -2	HCO ₃ -	Cl ⁻	SAR
	dSm-1							mmolc L ⁻¹			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
20-40	6.10	0.46	0.10	2.00	12.50	2.20	0.52	0.00	17.50	7.50	0.82

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

Atributos físicos – Cdw: Argila dispersa em água; Df, Sd, Pd e Tp: Respectivamente, grau de floculação [Df = (argila-Cdw/argila) x 100], densidade do solo, densidade de partículas e porosidade total [Tp = (Pd-Sd)/Pd x 100].

Salinidade - ECse.: Condutividade elétrica do extrato de saturação a 25 °C; SAR: Razão de adsorção de sódio {Na+/[(Ca₂++Mg₂+)/2]^{1/2}}.

2.2 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Os tratamentos foram organizados em esquema fatorial 2 x 4, referentes, respectivamente, à aplicação foliar (com e sem) de Aminoagro Raiz® (BIO1) e à aplicação via água de irrigação dos seguintes bioestimulantes: testemunha (sem bioestimulante), Codasal® (BIO2), BIO1 e BIO1+BIO2. Assim, totalizando oito tratamentos. Os tratamentos foram dispostos em blocos casualizados com quatro repetições, cada parcela experimental foi composta por cinco plantas estabelecidas.

O Aminoagro Raiz® é composto por resíduos orgânicos agroindustriais de origem vegetal, extrato de algas marinhas, uréia, cloreto de potássio e água, cuja composição é carbono orgânico total (10%), aminoácidos livres (6,0%), lignosulfonato (2,6%), extrato de algas marinhas (2,0%), nitrogênio (11%) e potássio (1,0%). O outro bioestimulante estudado foi o Codusal® composto por água; óxido de cálcio, lignossulfonatos e ácido nítrico. Com a seguinte composição relativa: cálcio (8,7%), lignosulfonatos (14,7%) e nitrogênio solúvel em água (6,0%).

As aplicações foliares de BIO1 foram realizadas aos 20, 62 e 132 dias após a poda de produção, na dose de 1,75 mL por planta. Para tanto, foram preparados 60 litros de xarope com 280 mL do produto e aplicados com pulverizador costal, com capacidade de 20 L, nas 160 plantas. As aplicações de tratamento via água de irrigação foram iniciadas 20 dias após a poda e repetidas a cada duas semanas até que 10 aplicações fossem concluídas. Em cada aplicação, foram utilizados 11,25 mL de BIO2 e 1,75 mL de BIO1 por planta. A quantidade de bioestimulante para cada tratamento, via irrigação, foi diluída para 250 L de água e, em seguida, aplicada via microaspersor com vazão de 80 L ^{h-1}. As respectivas doses de aplicação dos produtos foram realizadas de acordo com as recomendações dos fabricantes.

2.3 CALAGEM E FERTILIZAÇÃO

A adubação mineral foi realizada semanalmente via fertirrigação, sendo aplicadas 20 adubações durante o experimento, nas seguintes quantidades por planta: 44 g de N, 44 g de K e 2,44 g de P, utilizando-se uréia (45% de N), cloreto de potássio (60% K₂O) e fosfato monoamônico (12% de N e 44% de P₂O₅). A adubação orgânica foi realizada após a poda de produção, com 20 L de esterco bovino por planta colocados na projeção do dossel. A análise química do estrume segue na tabela 3.

Tabela 3 - Caracterização química do esterco bovino utilizado no experimento

C.O.	N	P	K	Ca	Mg	S	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, Mn, Zn e Na: Digestão com HNO₃ e HClO₄; B: Extração por combustão a seco; C.O.: Oxidação úmida com dicromato

A calagem do solo foi realizada de acordo com Santos e Quaggio (1996), visando aumentar a saturação por bases para 70%, para o que foi calculada a quantidade de calcário para 8% (projeção da copa) da área total, o que correspondeu a 700 g de calcário dolomítico por planta (41,68% CaO, 15,39% MgO, 100% de eficiência relativa e 113,74 de potência relativa de neutralização total).

2.4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA E IRRIGAÇÃO

A irrigação foi realizada com água salina de poço fundo (Tabela 4), com lâmina d'água de 80 L aplicada por planta com turno de irrigação de 36 horas. Utilizou-se um sistema de microaspersão com vazão de 80 L h^{-1} .

Tabela 4 - Análise da salinidade da água utilizada na irrigação

ph	CE dS m^{-1}	SO4-2	Ca+2	Mg+2	Na+	K+	CO3-2	HCO3 ⁻	Cl ⁻	SAR	Classificação
mmolc L^{-1}											
4.7	3.07	2.40	2.39	5.17	15.54	1.43	0.00	1.00	26.25	7.99	C4T3

EC: Condutividade elétrica a 25 °C SAR: Taxa de adsorção de sódio

C4: Risco muito alto de salinização S3: Alto risco de sodicidade

2.5 AMOSTRAGEM DE FOLHAS

As amostragens foliares foram realizadas em duas fases fenológicas, em plena floração das plantas e 70 dias após a plena floração. O terceiro par de folhas desenvolvidas, intactas e livres de qualquer tipo de dano, foi coletado na região do terço médio da copa, nas posições dos quatro pontos cardinais da planta (NATALE et al., 1994).

Em seguida, as folhas foram lavadas em água corrente e enxaguadas em água destilada, colocadas em sacos de papel e colocadas para secar em estufa de circulação de ar a 65 ± 5 °C até atingirem peso constante. Após a secagem, as folhas foram moídas em moinho de facas e armazenadas para realização das determinações analíticas.

2.6 ANÁLISE DE FOLHAS E FRUTOS

2.6.1 Digestão para análise de Na, S, Fe,, Mn e Zn

As amostras foram digeridas pela mistura de ácido nítrico com ácido clorídrico na proporção de 1:3 (v/v) (MCGRATH; CUNLIFFE, 1985). Inicialmente, um grama da amostra foi coletado em um tubo de digestão e foram adicionados 3 ml de HNO₃ + 9 ml de HCl, deixados em repouso por 16 h. Posteriormente, as amostras foram levemente agitadas e levadas para o bloco digestor a uma temperatura de 100 °C por 1 h, a temperatura foi elevada para 135 °C, permanecendo até que restasse 1 ml de ácido. Os tubos foram retirados do bloco e mais 1 ml de HNO₃ + 3 ml de HCl foi adicionado, as amostras foram devolvidas ao bloco digestor a uma temperatura de 100 °C, após 1 h a temperatura foi aumentada para 135 °C, permanecendo até 1 ml de ácido, o procedimento foi repetido mais duas vezes até que o extrato resultante estivesse límpido. Após a digestão, a dissolução foi realizada com água deionizada até um volume final de 20 ml e filtrada através de papel filtro quantitativo.

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

Para a determinação de N, P, K, Ca e Mg, foi realizada a digestão com ácido sulfúrico e peróxido de hidrogênio, conforme descrito por Tedesco et al. (1995).

2.6.3 Digestão para análise de B

Digestão a seco em mufla, conforme descrito por Tedesco et al. (1995).

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

O nitrogênio foi determinado pelo método de Kjeldahl e o teor de outros elementos foi obtido por espectrometria de acordo com a metodologia descrita por Tedesco et al. (1995).

2.6.5 Determinação de S

Para a análise de S, foi retirada uma alíquota de 1 ml do extrato em copos de 50 ml, 9 ml de água deionizada, 1 ml de HCl contendo 20 mg L⁻¹ de S e 0,5 g da mistura BaCl+Gelatina, previamente moída em almofariz, na proporção de 3,3/1 (m/m). A mistura foi agitada até a dissolução do BaCl+Gelatina, deixada em repouso por 5 minutos e lida em espectrofotômetro ajustado com comprimento de onda de 420 nm (CARMO et al., 2000).

2.7 EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES

A exportação de nutrientes foi obtida pela seguinte equação:

$$PT = NC \cdot DM \quad (1)$$

Onde:

EN = Exportação do nutriente na fruta (g t⁻¹ de fruta fresca);

NC = Teor de nutrientes no fruto (g kg⁻¹);

MS = Massa seca do fruto (kg t⁻¹)

2.8 PRODUÇÃO DE FRUTAS POR PLANTA

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

2.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA

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

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 CONTEÚDO NUTRICIONAL NAS FOLHAS

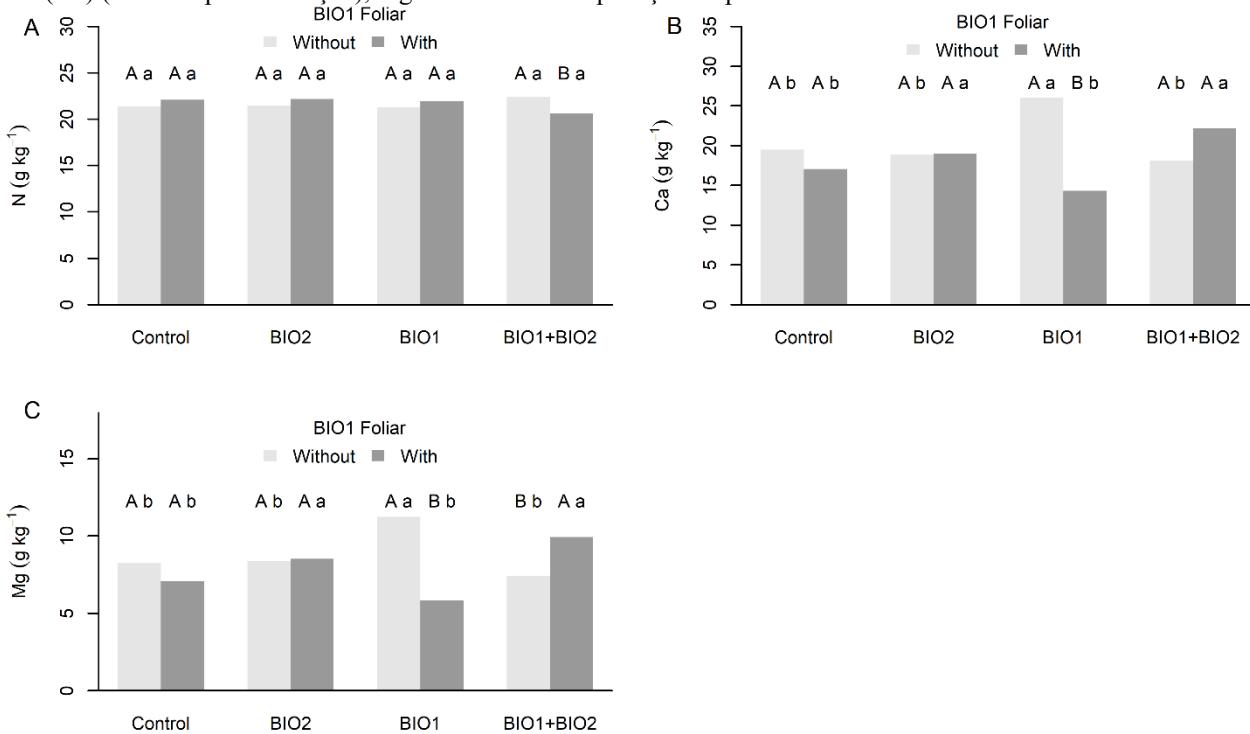
A interação entre as formas de aplicação dos bioestimulantes e os tratamentos isolados não teve efeito significativo sobre o teor de N das folhas no florescimento, com teor médio de 23,40 g kg⁻¹ (Tabela 5). Na fase de crescimento dos frutos, a interação entre a aplicação foliar e irrigação de bioestimulantes foi significativa, com redução no teor de N das folhas que receberam BIO1 via foliar com BIO1+BIO2 via irrigação (Figura 1A).

Tabela 5 - Valores de 'F' com as respectivas médias de macronutrientes (g kg⁻¹) das folhas de goiabeira, coletadas em plena floração (FB) e crescimento dos frutos (GF) (70 dias após o florescimento), segundo formas de aplicação e tipo de bioestimulante

Fonte de variação	N		P		K		Ca		Mg		S	
	FB	FG	FB	FG	FB	FG	FB	FG	FB	FG	FB	FG
FA (valor 'F')	2.5022ns	0.0998ns	0.0263ns	0.3108ns	0.0001ns	24.8365*	3.7235ns	6.3547*	0.8420ns	3.1067ns	1.8093ns	0.1451ns
Sem	23.00UM A	21.60a	2.07a	1.93a	18.49a	17.72a	8.36a	20.60UMA	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
AW (valor 'F')	0.4939ns	0.2017ns	0.5098ns	0.7422ns	0.8571ns	0.4665ns	0.4765ns	0.8985ns	0.0916ns	0.6734ns	3.2895*	0.5189ns
Controle	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	21.50UMA	2.02a	1.97a	18.63a	17.00a	7.62a	20.20a	4.08a	8.67a	4.45a	3.74a
FA x AW (valor 'F')	1.4679ns	4.0042*	0.1599ns	0.2191ns	0.0503ns	1.4622ns	1.8252ns	11.3812*	0.8999ns	9.1104*	0.6018ns	1.4671ns
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 F a 5% de probabilidade; As médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si, pelo teste F ou Scott-Knott ($p \leq 0,05$). FA = aplicação foliar de BIO1; AW = aplicação via água de irrigação; BIO2 = bioestimulante composto por cálcio (8,7%), lignosulfonatos (14,70%) e ácido nítrico (27%); BIO1 = bioestimulante composto por carbono orgânico total (10%), aminoácidos livres (6,0%), lignosulfonatos (2,6%), extrato de algas marinhas (2,0%), nitrogênio (11%) e potássio (1,0%); CV: coeficiente de variação.

Figura 1 - Teor de nitrogênio (A), cálcio (B) e magnésio (C) das folhas de goiabeira, coletadas na fase de crescimento dos frutos (FC) (70 dias após a floração), segundo formas de aplicação e tipo de bioestimulante



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

Ao considerar que a salinidade reduz o teor de N das folhas de goiabeira (EBERT et al., 2002), pode-se inferir, com base nos teores de N encontrados nesta pesquisa, que a adubação nitrogenada foi adequada para as condições de estresse salino às quais o pomar foi exposto, principalmente porque em todos os tratamentos nas duas épocas de coleta de folhas, os teores de N estão de acordo com os valores considerados adequados por Natale et al. (2002) (20 a 23 g kg^{-1}) para a goiabeira 'Paluma'. No que diz respeito aos efeitos dos bioestimulantes sobre o teor de N, na literatura científica há registros de resultados opostos aos encontrados neste experimento, como exemplo podemos destacar a pesquisa de Rady et al. (2016) relatou que a aplicação de ácidos húmicos aumenta o teor de N das plantas sob estresse salino. Em pesquisa realizada por Mutale-joan et al. (2021) utilizando um bioestimulante à base de microalgas-cianobactérias, evidenciou-se que o produto aumenta a absorção de N em até 182,95% das plantas sob estresse salino.

Não houve efeito significativo da interação entre as formas de aplicação e os tratamentos isolados sobre o teor de P nas folhas, em ambos os estádios de coleta das folhas (Tabela 5). O teor médio de P no florescimento foi de $2,06 \text{ g kg}^{-1}$ e no estádio de crescimento dos frutos foi de $1,91 \text{ g kg}^{-1}$, próximo aos valores recomendados por Natale et al. (2002) para a goiabeira 'Paluma' ($1,4$ a $1,8 \text{ g kg}^{-1}$).

Na pesquisa realizada por Chiveu et al. (2020), os autores relataram que a salinidade reduz o teor de P nas folhas de goiaba. Portanto, a adubação fosfatada realizada neste experimento foi adequada para as condições de estresse salino que a cultura foi submetida.

Embora não tenha havido efeito dos bioestimulantes sobre o teor de P da goiabeira, estudos recentes afirmam que há um aumento no teor de P com a aplicação de bioestimulantes à base de substâncias húmicas e extrato de algas marinhas. Esse resultado pode ser verificado em pesquisas de Rocha et al. (2019), que relataram que a aplicação de um bioestimulante à base de substâncias húmicas aumenta o teor de P das folhas de goiaba. Resultado semelhante foi relatado por Mutale-joan et al. (2021), com a aplicação de um bioestimulante à base de microalgas-cianobactérias, registrando um aumento de 78,35% na absorção de P pelas plantas sob estresse salino.

Para o K, na fase de florescimento, não houve efeito significativo da interação entre as formas de aplicação e nenhum dos tratamentos isolados, com valor médio de 18,50 g kg⁻¹ (Tabela 5), próximo ao valor relatado por Natale et al. (2002) como sendo ideal para essa cultivar de goiaba (14 a 17 g kg⁻¹). Na fase de crescimento dos frutos, não houve efeito da interação entre as formas de aplicação, porém a aplicação foliar de BIO1 reduziu o teor de K das folhas. Não houve efeito da aplicação de bioestimulantes via irrigação (Tabela 5). O teor de K das folhas na fase de crescimento dos frutos variou de 15,56 a 17,72, esses níveis são considerados adequados de acordo com Natale et al. (2002).

A salinidade da água de irrigação não afetou negativamente os teores de K, o que pode estar relacionado a uma nutrição adequada de potássio para as condições estressantes, tendo em vista que o estresse salino causa uma redução nos teores de K nas folhas de goiabeira (EBERT et al., 2002; CHIVEU et al., 2020). Em relação à aplicação de bioestimulantes, há relatos na literatura científica, contrastando com o que foi obtido nesta pesquisa, sendo relatado que a aplicação de ácidos húmicos via foliar e solo (KHALED; FAWY, 2011), de putrescina e ácido húmico via foliar (AHMED et al., 2013), lignosulfonato de cálcio via irrigação (ELSAWY et al., 2022) e bioestimulante fabricado a partir de microalgas-cianobactérias via irrigação (MUTALE-JOAN et al., 2021) aumentam o teor de K em plantas sob estresse salino.

Em relação ao teor de Ca, a interação entre as formas de aplicação dos bioestimulantes e os tratamentos isolados não diferiu estatisticamente para as folhas coletadas na fase de floração (Tabela 5), apresentando valor médio de 7,56 g kg⁻¹, considerado adequado segundo Natale et al. (2002). Nas folhas coletadas na fase de crescimento dos frutos, houve interação significativa entre a aplicação foliar e a aplicação via irrigação dos bioestimulantes. Ressaltando-se que a aplicação de BIO1 via irrigação aumenta o teor de Ca nas folhas, porém quando a aplicação via irrigação de BIO1 é combinada com a aplicação foliar, há diminuição do teor de Ca, apresentando os menores valores do nutriente (Figura

1B). Na época de crescimento dos frutos, o teor de Ca variou de 14,32 a 26,02 g kg^{-1} , acima do recomendado por Natale et al. (2002) para a goiabeira 'Paluma' (7 a 11 g kg^{-1}).

Sob condições de estresse salino, o teor de Ca das folhas de goiaba pode permanecer inalterado (CHIVEU et al., 2020) ou diminuir (EBERT et al., 2002). Em relação ao efeito dos bioestimulantes sobre o teor de Ca das plantas, os resultados na literatura científica são adversos. No experimento realizado por Ahmed et al. (2013), observou-se que a aplicação foliar de ácidos húmicos e putrescina provoca uma diminuição no teor foliar de cálcio das plantas sob estresse salino. Na pesquisa de Gulmezoglu e İzci (2020), os autores verificaram que a aplicação de ácido húmico via foliar e/ou solo causa um aumento no teor de cálcio das plantas sob estresse salino. Em contraste, foi relatado por Mutale-joan et al. (2021), que a aplicação de bioestimulante à base de microalgas-cianobactérias não afeta o teor de Ca de plantas sob estresse salino.

O teor de Mg teve efeito semelhante ao do Ca. Na fase de floração, o teor de Mg não foi afetado pela interação entre as formas de aplicação dos bioestimulantes e nem pelos tratamentos isolados (Tabela 5), com valor médio de 4,11 g kg^{-1} , o que segundo Natale et al. (2002) é considerado adequado. A interação entre a aplicação foliar e irrigação de bioestimulantes afetou o teor de Mg nas folhas coletadas durante a fase de 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, houve redução nos teores de Mg (Figura 1C). Os teores de Mg das folhas de goiabeira 'Paluma' na fase de crescimento dos frutos variaram de 5,85 a 11,25 g kg^{-1} , acima do recomendado por Natale et al. (2002) para esta cultivar de goiaba (3,4 a 4,0 g kg^{-1}).

Dependendo da magnitude do estresse salino, pode ocorrer um declínio no teor de Mg das folhas de goiaba (CHIVEU et al., 2020). Em pesquisa realizada por Liu et al. (2020), os autores descobriram que o estresse salino causa uma diminuição no teor de Mg das romãzeiras. Neste experimento, mesmo sob estresse salino, o teor de Mg foi superior ao recomendado para a cultura em estudo. Esse alto acúmulo de Mg na goiabeira foi possivelmente favorecido pela calagem e água de irrigação com altos teores de Mg (Tabela 4). Quanto à aplicação de bioestimulantes, verificou-se na literatura que o uso de ácidos húmicos promove um aumento no teor de Mg das plantas sob estresse salino (ÇIMRIN et al., 2010). Na pesquisa de Rouphael et al. (2017) os autores verificaram que a aplicação foliar de extratos de algas marinhas em plantas sob estresse salino não altera o teor de Mg.

Em ambas as fases da amostragem foliar, a interação entre as formas de aplicação dos bioestimulantes e os tratamentos isolados não foi estatisticamente significativa para o teor de S (Tabela 5). O teor médio de S foi de 4,22 e 3,69 g kg^{-1} para as folhas coletadas durante o florescimento e o

crescimento dos frutos, respectivamente. Esses teores são próximos aos considerados adequados por Natale et al. (2002) para goiabeira-mar 'Paluma' (2,5 a 3,5 g kg⁻¹).

O estresse salino com cloreto causa uma redução nos níveis foliares de S na goiaba (CHIVEU et al., 2020) e romã (LIU et al., 2020). Na presente pesquisa, é possível verificar que a salinidade da água de irrigação de 3,07 dS m⁻¹ não afetou o teor de S das goiabeiras a ponto de divergir 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 adequadamente nutritas. Quando se trata da aplicação de bioestimulantes, há relatos na literatura de que a aplicação de ácidos húmicos e extratos de algas marinhas aumentam o teor de S das plantas sob estresse salino (ÇIMRIN et al., 2010; EL-SHARKAWY et al., 2017).

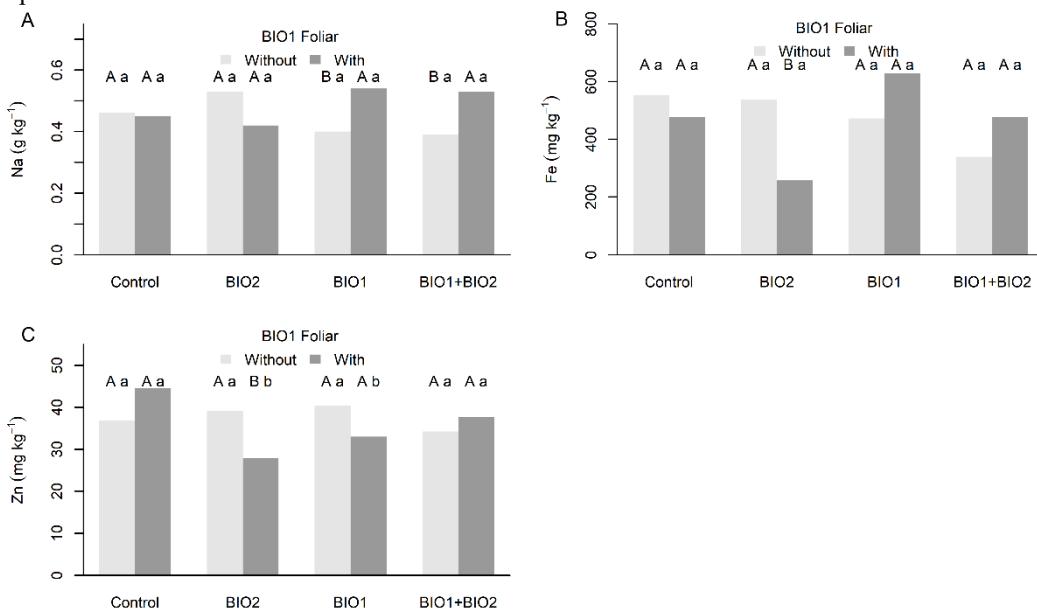
O teor de sódio das folhas na fase de floração foi significativamente afetado pela interação entre a aplicação foliar e a aplicação via irrigação dos bioestimulantes (Tabela 6), verificando-se que a aplicação de BIO1 via foliar com BIO1 ou BIO1+BIO2 via irrigação favorece o aumento do teor de Na (Figura 2A). A interação entre as formas de aplicação dos bioestimulantes não foi significativa para o teor de Na das folhas na fase de crescimento dos frutos. Foi possível verificar que o BIO1 aplicado via aplicação foliar ou por irrigação promove aumento no teor de Na das folhas (Tabela 6).

Tabela 6 - Valores de 'F' com as respectivas médias de teor de sódio (g kg⁻¹) e micronutrientes (mg kg⁻¹) das folhas de goiabeira, coletadas em plena floração (FB) e crescimento dos frutos (GF) (70 dias após o florescimento), de acordo com as formas de aplicação e tipo de bioestimulante

Fonte de variação	Na		B		Fe				Mn		Zn	
	FB	FG	FB	FG	FB	FG	FB	FG	FB	FG	FB	FG
FA (valor 'F')	1.6837ns	7.6989*	1.7689ns	5.2204*	0.2386ns	9.1681*	0.0096ns	8.3467*	0.1853ns	3.5155ns	0.5525ns	0.8523ns
Sem	0.44a	0,58 bilhões	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	5,46 bilhões	78.49a	135.73a	50.85a	35.40a
AW (valor 'F')	0.0896ns	3.7748*	1.4247ns	0.1961ns	2.2641ns	2.0301ns	0.2348ns	0.7516ns	1.1924ns	0.7780ns	1.3757ns	2.9242ns
Controle	0.46a	0,56 bilhões	66.68a	113.46a	528.00a	311.17a	14.01a	5.78a	74.81a	133.29a	54.49a	40.20a
BIO2	0.47a	0,60 bilhões	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	561.00	258.20a	13.29a	6.70a	79.67a	143.60a	52.45a	35.40a
BIO1 + BIO2	0.46a	0,63 bilhões	73.18a	113.13a	407.00UMA	268.22a	13.83a	5.99a	70.74a	145.27a	46.90a	36.00UMA
FA x AW (Valor 'F')	3.5700*	3.1909ns	0.0578ns	1.4609ns	4.4343*	1.4559ns	2.3088ns	1.7038ns	1.0532ns	0.3507ns	2.6557ns	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 F a 5% de probabilidade; As médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si, pelo teste F ou Scott-Knott ($p \leq 0,05$). FA = aplicação foliar de BIO1; AW = aplicação via água de irrigação; BIO2 = bioestimulante composto por cálcio (8,7%), lignosulfonatos (14,70%) e ácido nítrico (27%); BIO1 = bioestimulante composto por carbono orgânico total (10%), aminoácidos livres (6,0%), lignosulfonatos (2,6%), extrato de algas marinhas (2,0%), nitrogênio (11%) e potássio (1,0%); CV: coeficiente de variação.

Figura 2 - Teor de sódio (A) e ferro (B) das folhas de goiabeira, coletadas em plena floração e teor de zinco (C) das folhas de goiabeira coletadas na fase de crescimento dos frutos (GF) (70 dias após o florescimento), de acordo com as formas de aplicação e tipo de bioestimulante



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

Embora os bioestimulantes não tenham contribuído para a redução dos teores foliares de Na, possivelmente a correção do solo e a adubação balanceada realizada no experimento permitiram maior discriminação por parte das plantas na absorção de Na, ou seja, a competição entre os nutrientes aplicados e o sódio, favorecida para que o sódio não atingisse níveis tóxicos às plantas. De acordo com Chiveu et al. (2020) é possível visualizar os sintomas de toxicidade de NaCl em goiaba a partir da salinidade da água de irrigação de $2,80 \text{ dS m}^{-1}$, o que corresponde a um acúmulo médio de Na foliar de $3,16 \text{ g kg}^{-1}$. Ferreira, Távora e Hernandez (2001) também relataram danos causados por NaCl em goiabeira sob estresse salino hídrico de $4,5 \text{ dS m}^{-1}$, traduzindo-se em um teor foliar de Na de $4,2 \text{ g kg}^{-1}$.

Ao contrário dos resultados obtidos com esta pesquisa, na literatura há relatos de que os bioestimulantes podem favorecer o mecanismo de exclusão do sódio tóxico para as plantas, como exemplo destacamos o experimento de Çimrin et al. (2010), que constatou que a aplicação de ácido húmico favorece a diminuição do teor foliar de Na nas plantas. Em pesquisa realizada por Elsayy et al. (2022), os autores relataram que a aplicação de um bioestimulante à base de lignosulfonato de cálcio também reduz o teor foliar de Na. Semelhante aos estudos citados, Roushanel et al. (2017) relataram que a aplicação de extratos de algas marinhas via foliar promove uma diminuição no teor foliar de Na das plantas sob estresse de NaCl.

Em ambas as fases das plantas não houve efeito da interação entre as formas de aplicação dos bioestimulantes sobre os níveis de B (Tabela 6). A aplicação de bioestimulantes não alterou o teor de B das folhas coletadas na fase de florescimento (Tabela 6), porém o teor de B das folhas na fase de crescimento dos frutos foi aumentado com a aplicação de BIO1 via foliar (Tabela 6). O teor médio de B na fase de floração foi de $69,95 \text{ mg kg}^{-1}$, enquanto na fase de crescimento dos frutos o teor de B variou de $110,61$ a $118,25 \text{ mg kg}^{-1}$. Os valores observados neste estudo são superiores aos valores considerados adequados por Natale et al. (2002) para a goiabeira 'Paluma' (20 a 40 mg kg^{-1}).

O alto teor de B verificado no presente estudo pode estar relacionado à salinidade da água de irrigação, no entanto, não foram observados sintomas de toxicidade de B no pomar. Apesar da ocorrência comum de toxicidade de B em regiões áridas e semiáridas que irrigam com água salina devido à composição da água contendo altos teores de B (GRATTAN; GRIEVE, 1999). Em estudo realizado por Chiveu et al. (2020) o estresse salino com NaCl causou redução no teor de B nas folhas de goiaba. Freire et al. (2015) relataram que o estresse de NaCl via água de irrigação também causa redução na absorção de B.

A interação entre as formas de aplicação dos bioestimulantes foi significativa para o teor de Fe das folhas coletadas no florescimento (Tabela 6). Houve redução no teor de Fe quando a aplicação foliar de BIO1 foi realizada em conjunto com o BIO2 via irrigação (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 diminuiu com a aplicação foliar de BIO1 (Tabela 6). O teor médio de Fe das folhas na fase de floração variou de $257,23$ a $628,14 \text{ mg kg}^{-1}$ e das folhas na fase de crescimento dos frutos o teor de Fe variou de $257,17$ a $311,17 \text{ mg kg}^{-1}$. Tais valores são muito superiores aos considerados adequados por Natale et al. (2002) para essa cultivar de goiaba (60 a 90 mg kg^{-1}).

Esses altos valores de Fe podem ter sido consequência da adubação orgânica, considerando que o teor de Fe do esterco utilizado na adubação foi de $10.156,10 \text{ mg kg}^{-1}$ (Tabela 3). Também é importante notar que as plantas não apresentaram sintomas de toxicidade do ferro. Em relação ao efeito da salinidade no teor de Fe, foi relatado por Chiveu et al. (2020) que o estresse salino com NaCl causa uma redução no teor de Fe na goiaba. Souza et al. (2020a) descobriram que a alta salinidade da água de irrigação favorece o aumento do teor foliar de Fe. Em pesquisa realizada por Merwad (2020), foi relatado 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; FAWY, 2011).

Os teores de das folhas coletadas no florescimento não foram afetados pela interação entre as formas de aplicação dos bioestimulantes e nem pelos tratamentos isolados (Tabela 6), com teor médio de 13,39 mg kg⁻¹, inferior ao recomendado por Natale et al. (2002) para a goiaba 'Paluma', que é de 20 a 40 mg kg⁻¹. Na fase de crescimento dos frutos, não houve efeito da interação entre as formas de aplicação dos produtos sobre o teor foliar de, porém a aplicação foliar de BIO1 reduziu o teor de (Tabela 6). O teor médio de das folhas coletadas durante a fase de crescimento dos frutos variou de 5,46 a 6,79 mg kg⁻¹, inferior ao sugerido por Natale et al, (2002). Apesar dos teores de estarem abaixo do recomendado para a cultura, as plantas não apresentaram sintomas de deficiência. De acordo com Rady et al. (2016) o estresse salino reduz o teor de nas folhas, porém a aplicação de ácidos húmicos pode reverter o efeito negativo da salinidade. Çimrin et al. (2010) também relataram um efeito positivo da aplicação de ácido húmico no teor de de plantas sob estresse salino.

Não houve efeito da interação entre as formas de aplicação dos bioestimulantes, muito menos para os tratamentos isolados sobre os teores de Mn nas folhas, em ambas as fases de amostragem (Tabela 6), com os teores médios de 77,26 e 142,24 mg kg⁻¹ para as folhas coletadas durante o florescimento e crescimento dos frutos, respectivamente. O teor de Mn das folhas coletadas no florescimento é considerado adequado, porém o teor de Mn das folhas amostradas durante a fase de crescimento dos frutos é maior do que o indicado por Natale et al. (2002) (40 a 80 mg kg⁻¹). Na literatura científica, há resultados contrastantes quanto ao efeito da salinidade nos níveis foliares de Mn (RADY et al., 2016; CHIVEU et al., 2020; LIU et al., 2020), enquanto as pesquisas de Rady et al. (2016) e Çimrin et al. (2010), tiveram resultados concordantes, proporcionando um aumento nos teores de Mn com a aplicação de ácido húmico em plantas sob estresse salino.

A interação entre as formas de aplicação dos bioestimulantes e os tratamentos isolados não influenciou o teor de Zn das folhas no florescimento (Tabela 6), com teor médio de 52,12 mg kg⁻¹. O valor adequado de Zn para a 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 bioestimulantes afetou o teor de Zn na fase de crescimento dos frutos, com diminuição do teor de Zn com a aplicação de BIO1 via foliar em conjunto com BIO2 ou BIO1 via irrigação (Figura 2C). O teor médio de Zn das folhas amostradas na fase de crescimento dos frutos variou de 27,95 a 44,61 mg kg⁻¹ (Tabela 6). Portanto, todos os tratamentos apresentaram valores suficientes ou superiores aos recomendados para essa variedade de goiaba (NATALE et al. 2002). No que diz respeito aos efeitos do estresse salino no teor de Zn, na literatura há resultados divergentes, com aumento do teor (LIU et al. 2020), redução (RADY et al., 2016) e ausência de efeito (CHIVEU et al., 2020). Em relação aos efeitos dos bioestimulantes, em geral, tem

proporcionado um aumento 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 nutritidas, isso foi proporcionado pela calagem e manejo da adubação mineral e orgânica, evitando que a salinidade da água de irrigação cause estresse iônico e, consequentemente, desequilíbrio nutricional. Essa afirmação é corroborada por pesquisas realizadas por Khan et al. (2016), esses autores relataram que a nutrição adequada com N, P, K e Zn aliada à aplicação de esterco, favorece a redução do teor de Na nas folhas e aumento de N, P, K e Zn, culminando em maior resistência das plantas ao estresse salino. Além disso, foi relatado por Freire et al. (2013) que o biofertilizante de esterco bovino proporciona attenuação do estresse salino, mantendo o equilíbrio nutricional das plantas. Assim, o estresse salino da água de irrigação foi atenuado pelo manejo imposto às plantas, fazendo com que o efeito dos bioestimulantes fosse suplantado.

3.2 TEORES NUTRICIONAIS EM FRUTAS E EXPORTAÇÃO COM A SAFRA

A interação entre as formas de aplicação dos bioestimulantes não foi significativa para os teores de N, K, Ca e Mg dos frutos, assim 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}) dos frutos de goiaba, segundo formas de aplicação e tipo de bioestimulante

Fonte de variação	N	P	K	Ca	Mg
FA (valor 'F')	2.8400ns	1.7446ns	0.0830ns	14.910*	0.8385ns
Sem	12.24a	1.45a	20.47a	1.61a	0.60a
Com	12.90a	1.54a	20.61a	1,23 bilhão	0.62a
AW (valor 'F')	0.3461ns	1.6322ns	1.2540ns	0.1209ns	0.4889ns
Controle	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
FA x AW (valor 'F')	3.0482ns	3.5688*	2.9567ns	1.0142ns	2.7264ns
CV (%)	8.76	10.92	6.62	19.39	10.52

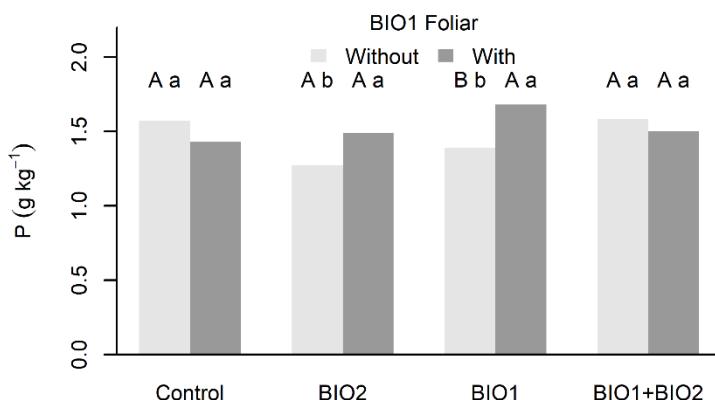
* e ns: Significativo e não significativo, respectivamente, pelo teste F a 5% de probabilidade; As médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si, pelo teste F ou Scott-Knott ($p \leq 0,05$). FA = aplicação foliar de BIO1; AW = aplicação via água de irrigação; BIO2 = bioestimulante composto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

O teor médio de nitrogênio nos frutos foi de $12,57 \text{ g kg}^{-1}$, valor acima do relatado por Natale et al. (2002) ($8,5 \text{ g kg}^{-1}$). A salinidade da água de irrigação pode causar um aumento no teor de N do fruto, conforme relatado por Keutgen e Pawelzik (2008) e Gurgel et al. (2008). A aplicação de

bioestimulantes também pode aumentar o teor de N de frutos de plantas sob estresse salino, conforme relatado por Turan et al. (2021).

A interação entre aplicação foliar e via irrigação foi significativa para o teor de P dos frutos (Tabela 7), com maior teor de P nos frutos, nas plantas que receberam BIO1 via foliar juntamente 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 g kg⁻¹, valores superiores aos relatados por Natale et al. (2002) para os frutos de goiaba 'Paluma' (0,9 g kg⁻¹). A salinidade pode causar efeitos adversos no teor de P dos frutos, foi relatado por Keutgen e Pawelzik (2008) que o estresse salino causa um aumento no teor de P dos frutos, enquanto Gurgel et al. (2008) relataram que o estresse severo com sal reduz o teor de P dos frutos. No entanto, a aplicação de bioestimulantes pode aumentar o teor de P de frutos de plantas sob estresse salino (TURAN et al., 2021).

Figura 3 - Teor de fósforo da goiaba de fruto, segundo formas de aplicação e tipo de bioestimulante



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

Com relação ao K do fruto, registrou-se um teor médio de 20,54 g kg⁻¹, superior ao valor relatado por Natale et al. (2002) para essa variedade de goiaba, que foi de 11,3 g kg⁻¹. Gurgel et al. (2008) relataram que o estresse salino severo causa uma redução no teor de potássio dos frutos, no entanto, Keutgen e Pawelzik (2008) apresentaram resultados opostos. Quanto ao efeito da aplicação de bioestimulantes sobre o teor de K dos frutos, há resultados controversos na literatura. Na pesquisa de Turan et al. (2021) foi descrito que a aplicação de bioestimulantes aumenta o teor de K de frutos de plantas sob estresse salino, enquanto Di Stasio et al. (2020) relataram o resultado oposto.

Quanto ao teor de Ca do fruto, houve redução com a aplicação de BIO1 via foliar (Tabela 7). O teor de cálcio dos frutos variou de 1,23 a 1,61 g kg⁻¹, bem acima do valor relatado por Natale et al.

(2002) para esse fruto ($0,7 \text{ g}^{-\text{kg}^{-1}}$). A salinidade severa pode aumentar (GURGEL et al., 2008) ou reduzir (KEUTGEN; PAWELZIK, 2008) quanto aos teores de Ca dos frutos, há efeito atenuante da salinidade sobre os teores de Ca com a aplicação de bioestimulantes (KEUTGEN; PAWELZIK, 2008). Corroborando com os resultados desta pesquisa, Di Stasio et al. (2020) relataram que a aplicação de bioestimulantes também provoca uma redução nos teores de Ca nos frutos.

O teor médio de magnésio dos frutos foi de $0,61 \text{ g}^{-\text{kg}^{-1}}$, próximo ao valor relatado por Natale et al. (2002), que foi de $0,8 \text{ g}^{-\text{kg}^{-1}}$, para a mesma cultivar de goiaba. Em pesquisa realizada por Gurgel et al. (2008) evidenciou que o teor de Mg dos frutos é reduzido pela salinidade severa, o mesmo resultado foi relatado por Keutgen e Pawelzik (2008). No entanto, com a aplicação de bioestimulantes, há um aumento no teor de Mg mesmo sob estresse salino. Por outro lado, Di Stasio et al. (2020) enfatizaram que a aplicação de bioestimulantes causa uma redução no teor de Mg dos frutos das plantas sob estresse salino.

A interação entre a aplicação foliar e irrigação de bioestimulantes não foi significativa para a exportação de nutrientes (Tabela 8). O tratamento com BIO1 via foliar reduziu a exportação de K e Ca, sem efeito sobre a exportação de N, P e Mg (Tabela 8). Em relação à aplicação de bioestimulantes via irrigação, não houve efeito significativo na exportação de N, P, K, Ca e Mg (Tabela 8). Ao comparar a exportação de nutrientes da presente pesquisa com os resultados relatados por Natale et al. (2002), para a mesma cultivar de goiaba, apenas a exportação de Mg foi inferior aos resultados desse autor.

Tabela 8 - Valores de 'F' com as respectivas médias de exportação de macronutrientes (N, P, K, Ca e Mg) ($\text{g}^{-\text{t}^{-1}}$) dos frutos de goiaba, segundo formas de aplicação e tipo de bioestimulante

Fonte de variação	N	P	K	Ca	Mg
FA (valor 'F')	0.0394ns	0.0268ns	8.1197*	20.8939*	0.3970ns
Sem	1.679 UMA	199a	2.809uma	222uma	82a
Com	1.670 UMA	198a	2.668 bilhões	160b	80uma
AW (valor 'F')	0.6281ns	2.3594ns	2.6546ns	0.2290ns	0.7867ns
Controle	1.679 UMA	202uma	2.826 UMA	200uma	84a
BIO2	1.632 UMA	182uma	2.631uma	185uma	78uma
BIO1	1.722 UMA	205uma	2.738 anos	191uma	81a
BIO1+BIO2	1.666 UMA	202uma	2.759 anos	187uma	80uma
FA x AW (valor 'F')	2.0423ns	2.9299ns	2.0805ns	0.9533ns	2.2927ns
CV (%)	7.95	9.8	5.12	20.12	10.34

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

3.3 PRODUÇÃO DE FRUTAS POR PLANTA

A interação entre as formas de aplicação dos bioestimulantes e os tratamentos isolados não exerceu efeitos significativos na produção de frutos por planta (Tabela 9), obtendo-se uma média de 41,63 kg^{planta-1}, correspondendo a uma produtividade de 11,50 t^{ha-1}. Essa produtividade é muito inferior à registrada para a região Nordeste, que gira em torno de 26 t^{ha-1} (IBGE, 2022). A baixa produtividade obtida nesta pesquisa é atribuída ao baixo florescimento e ao aborto floral, que possivelmente foi causado pelo estresse osmótico, tendo em vista que a fase de floração das plantas coincidiu com a época de irrigação exclusivamente com água salina ($CE=3,07\text{ dS m}^{-1}$). Este resultado é apoiado por Srivastava e Kumar (2015), que relataram que o estresse salino afeta a microsporogênese e o alongamento dos filamentos do estame, causa aborto de óvulos e senescência de embriões fertilizados.

Tabela 9 - Valores de 'F' com os respectivos meios de produção de frutos de goiaba por planta, segundo formas de aplicação e tipo de bioestimulante

Fonte de variação	Produção (kg ^{planta-1})
FA (valor 'F')	0.9468ns
Sem	43.52a
Com	39.73a
AW (valor 'F')	0.4357ns
Controle	42.23a
BIO2	39.04a
BIO1	44.95a
BIO1 + BIO2	40.28a
FA x AW (valor 'F')	0.7049ns
CV (%)	26.52

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

A falta de efeito dos bioestimulantes na produção de frutos pode ter sido causada pelo baixo número de aplicações que antecederam o início do florescimento. Lembrando que a aplicação de bioestimulantes aumenta a produção de diferentes espécies vegetais sob estresse salino. Em pesquisa realizada por Turan et al. (2021) foi relatado que bioestimulantes à base de substâncias húmidas aumentam a produtividade de frutos de tomate sob estresse salino. Na pesquisa de Souza et al. (2020b) e Hernández-Herrera, et al. (2022) também houve bioestimulantes à base de extratos de algas marinhas que aumentaram a produtividade, respectivamente, de abobrinha e tomate sob estresse salino.

4 CONCLUSÕES

Com exceção do cobre, os demais nutrientes foliares (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Fe, Mn e Zn) estão na faixa de suficiência ou acima da recomendada para a cultura. O manejo adotado no experimento

com adubação mineral e orgânica balanceada, proporcionou nutrição adequada às plantas, suplantando-se assim o efeito dos bioestimulantes. Em relação à produção de frutos, embora as plantas estivessem bem nutritas, o estresse osmótico causado pela salinidade da água de irrigação favoreceu a baixa floração e o aborto floral, impedindo que altas produtividades fossem alcançadas. A falta de efeito dos bioestimulantes na produção foi causada pelo baixo número de aplicações antes da fase de florescimento.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DE ÁGUAS - AESA. Meteorologia – Chuvas. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/aesa>> website/meteorologia chuvosas/formdate=20201122&produto=municipio&periodo=personalizado>. Acesso em: 22 nov. 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. (Circular Técnica, 6). Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000.

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.

ÇIMRİN, K. M.; TURKMEN, 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, p. 1559, 2020.

EBERT, G.; EBERLE, J.; ALI-DINAR, H.; LÜDDER, P. Ameliorating effects of Ca(NO₃)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-BESHBSH, 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. et al. 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, p. 1459, 2022.

EMBRAPA SOLOS – CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOLOS. Manual de métodos de análise de solo. 3. ed. Brasília: EMBRAPA, 2017.

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. et al. 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. et al. 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*, v. 78, p. 127-157, 1999.

GURGEL, M. T. et al. 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. et al. Seaweed extract improves growth and productivity of tomato plants under salinity stress. *Agronomy*, v. 12, p. 2495, 2022.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção Agrícola Municipal. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457>. Acesso em: 29 set. 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. et al. 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. et al. 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. et al. 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. et al. 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. et al. 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. et al. 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. et al. 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. et al. 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. et al. 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, nº 60, 166 p., 1954.

ROCHA, L. F. et al. 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. et al. 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. (Eds.). Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo, p. 143. Campinas: Instituto Agronômico, 1996. (Boletim Técnico, 100).

SOIL SURVEY STAFF. Illustrated guide to soil taxonomy. Version 2.0. Lincoln, Nebraska: USDA - United States Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center, 2015. 681 p.

SOUZA, J. T. A. et al. Soil salinity, micronutrients and passion fruit production irrigated with saline water and using organomineral fertilization. *Scientia Plena*, v. 16, n. 7, p. 070205, 2020a.

SOUZA, M. W. L. et al. 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. et al. Análise de solo, plantas e outros materiais. 2. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. (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.