

**ORIGINAL PAPER****Trocas gasosas, pigmentos fotossintéticos e crescimento de mini melancia sob estresse salino e bioestimulante**

Allysson Jonhny Torres Mendonça<sup>1\*</sup>, Thiago Filipe de Lima Arruda<sup>1</sup>, Josely Dantas Fernandes<sup>1</sup>, Maria Amanda Guedes<sup>1</sup>, Larissa Fernanda Souza Santos<sup>1</sup>, Maria Viviane Palmeira da Costa<sup>1</sup>, Thaimara Ramos Angelino de Souza<sup>1</sup>, Valeska Karolini Nunes Oliveira de Sá<sup>1</sup>, Gustavo Tomio Magalhães Kubo<sup>1</sup>, Renata Richelle Santos Diniz<sup>1</sup>, Francisco de Assis da Silva<sup>1</sup>, Geovani Soares de Lima<sup>1,2</sup> & Ronaldo do Nascimento<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba, Brasil

<sup>2</sup>Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Paraíba, Brasil

**Resumo:** As elevadas concentrações de sais dissolvidos nas águas de irrigação representam um dos principais desafios para a produção agrícola no semiárido brasileiro. Para atenuar os efeitos prejudiciais do estresse salino nas plantas, é crucial adotar estratégias eficientes, destacando-se a aplicação foliar de bioestimulantes. Neste contexto, o objetivo neste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação foliar do extrato de alga *Ascophyllum nodosum* nas trocas gasosas, pigmentos fotossintéticos e crescimento da mini melancia cv. Sugar Baby sob irrigação com águas salobras. O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema fatorial 4 × 5: quatro concentrações de bioestimulante a base de alga *A. nodosum* (0 – controle; 1,0; 1,5 e 2,0 g L<sup>-1</sup>) combinadas com cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) (0,4 – controle; 1,2; 2,0; 2,8 e 3,6 dS m<sup>-1</sup>), com três repetições. A salinidade da água acima de 0,4 dS m<sup>-1</sup> reduziu o conteúdo relativo de água, os teores de pigmentos fotossintéticos, as trocas gasosas e o crescimento; porém, aumentou o extravasamento de eletrólitos das plantas de mini melancia. Concentrações de bioestimulante entre 0,9 e 1,0 g L<sup>-1</sup> aumentou a área foliar e a concentração interna de CO<sub>2</sub>.

**Palavras-chave:** *Citrullus lanatus*, *Ascophyllum nodosum*, salinidade.

**Gas exchange, photosynthetic pigments, and growth of mini watermelon under salt stress and biostimulant**

**Abstract:** The high concentrations of dissolved salts in irrigation water represent one of the main challenges for agricultural production in the semiarid region of Northeast Brazil. To mitigate the harmful effects of salt stress on plants, it is crucial to adopt efficient strategies, with foliar application of biostimulants standing out. In this context, the objective of this study was to evaluate the effect of foliar application of the seaweed extract *Ascophyllum nodosum* on gas

\* Autor correspondente: E-mail: allyssonjonhny@hotmail.com

Editores: Mairton Gomes da Silva & Petterson Costa Conceição Silva

Recebido em: 29 de agosto de 2024

Aceito em: 01 de maio de 2025

exchange, photosynthetic pigments, and growth of mini watermelon cv. Sugar Baby under irrigation with saline water. The experiment was conducted using a randomized block design in a  $4 \times 5$  factorial scheme: four concentrations of the *A. nodosum*-based biostimulant (0 – control, 1.0, 1.5, and  $2.0 \text{ g L}^{-1}$ ) were combined with five levels of electrical conductivity of the irrigation water (EC<sub>w</sub>) (0.4 – control, 1.2, 2.0, 2.8, and  $3.6 \text{ dS m}^{-1}$ ), with three replications. Water salinity above  $0.4 \text{ dS m}^{-1}$  reduced the relative water content, photosynthetic pigments, gas exchange, and growth; however, it increased electrolyte leakage in mini watermelon plants. Biostimulant concentrations between 0.9 and  $1.0 \text{ g L}^{-1}$  increased leaf area and internal  $\text{CO}_2$  concentration.

**Keywords:** *Citrullus lanatus*, *Ascophyllum nodosum*, salinity.

## Introdução

A melancia (*Citrullus lanatus* L.) pertence à família Cucurbitaceae, sendo amplamente cultivada no Brasil. É uma cultura que se adaptada em regiões de clima tropical e subtropical, representando cerca de 105.491 ha de terras cultivadas (Pereira et al., 2019). Entre as cultivares disponíveis, a ‘Sugar Baby’ destaca-se como um dos materiais genéticos mais promissores no segmento de mini frutas, apresentando características desejáveis como polpa de cor avermelhada intensa e com um alto teor de licopeno (Mahamat et al., 2021).

A região semiárida do Brasil possui irregularidades nas precipitações e altas taxas de evaporação, resultando de forma natural em déficit hídrico, o que limita o crescimento e o desenvolvimento das culturas (INSA, 2022). O excesso de sais na água também afeta negativamente o rendimento das culturas, devido à redução dos potenciais osmótico e hídrico, o que consequentemente diminui a disponibilidade de água, a absorção e o transporte de nutrientes pelas plantas (Lima et al., 2020a; Mendonça et al., 2022; Guedes et al., 2024).

Diversos estudos têm sido realizados com mini melancia sob estresse salino e constataram que houve alterações fisiológicas, como diminuição na transpiração, condutância estomática, concentração de  $\text{CO}_2$  e taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$ . Essas restrições ocasionam uma perda de crescimento da cultura (Ó et al., 2020, Lima et al., 2020b; Silva et al., 2021).

Dentre as estratégias capaz de mitigar os efeitos deletérios do estresse salino nas

plantas, os produtos orgânicos têm sido utilizados para estimular a defesa das plantas. Dentre esses produtos, os bioestimulantes têm se destacado pela sua ação no metabolismo secundário (terpenos, compostos fenólicos e alcaloides), aumentando a absorção de nutrientes e consequentemente, estimulando o crescimento das plantas (Jithesh et al., 2019).

Os extratos derivados de algas marinhas (*Ascophyllum nodosum* L.) figuram entre os principais bioestimulantes agrícolas, destacando-se por sua composição rica em fitormônios promotores de crescimento vegetal, além de conter macro e micronutrientes, vitaminas, aminoácidos, entre outros compostos bioativos (Raghunandan et al., 2019). De acordo com Nóbrega et al. (2021), a aplicação do extrato de *A. nodosum* em concentrações variando de 0 a  $10 \text{ mg L}^{-1}$  atenuou o efeito deletério do estresse salino na fotossíntese e na produção de biomassa de *Physalis peruviana*.

Assim, o objetivo neste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação foliar do extrato de alga *Ascophyllum nodosum* nas trocas gasosas, pigmentos fotossintéticos e crescimento da mini melancia cv. Sugar Baby sob irrigação com águas salobras.

## Material e Métodos

### Condições experimentais e tratamentos

O experimento foi realizado de outubro a novembro de 2023, em casa de vegetação pertencente a Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande

(UAEA/UFCG) (07° 15' 18" de latitude Sul, 35° 52' 28" de longitude Oeste e altitude média de 550 m), Campina Grande, Paraíba, Brasil. Segundo a classificação de Köppen, a região possui clima com temperaturas mais moderadas, considerado

tropical com estação seca do tipo As'. Os dados registrados durante o período experimental (temperaturas máximas e mínimas do ar e umidade relativa) encontram-se na Figura 1.

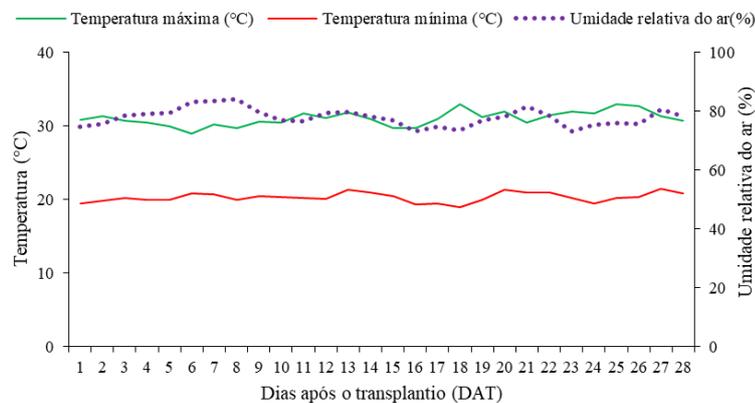


Figura 1: Dados meteorológicos coletados durante o experimento.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema fatorial 4 × 5: quatro concentrações de bioestimulante a base de alga *Ascophyllum nodosum* (0 – controle; 1,0; 1,5 e 2,0 g L<sup>-1</sup>) combinadas com cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) (0,4 – controle; 1,2; 2,0; 2,8 e 3,6 dS m<sup>-1</sup>), com três repetições. Os níveis de CEa foram estabelecidos de acordo com o estudo de Silva et al. (2019). As concentrações do extrato de alga foram determinadas de acordo com a recomendação do fabricante.

O experimento foi instalado em vasos (capacidade de 20 L) adaptados como lisímetros de drenagem. Cada vaso foi perfurado na base para permitir a drenagem, acoplando um dreno transparente de 16 mm de diâmetro. A extremidade do dreno que ficou dentro do vaso foi envolvida com uma manta geotêxtil não tecida (Bidim OP 30) para evitar a obstrução do material de solo. Conectou-se o dreno a uma garrafa plástica para coleta da água drenada. Os vasos foram preenchidos com uma camada de 0,5 kg de brita, seguido de 20 kg de solo de textura franco arenosa. O solo usado foi coletado na zona rural do município de Lagoa Seca, PB, na profundidade de 0-30 cm (horizonte A). Antes de iniciar o experimento, o solo foi

caracterizado para determinação dos atributos físicos-hídricos e químicos (Tabela 1), conforme metodologia de Teixeira et al. (2017).

As sementes da mini melancia cv. Sugar Baby foram semeadas em copos plásticos preenchidos com solo. Após o aparecimento de duas folhas verdadeiras, as mudas foram consideradas aptas para realização do transplantio nos vasos. As plantas foram conduzidas no sistema de espaldeira vertical, utilizando um espaçamento de 1,0 × 0,9 m entre plantas e fileiras, respectivamente.

A adubação com nitrogênio, potássio e fósforo foi realizada de acordo com Novais et al. (1991), utilizando-se 100 mg de N, 150 mg de K<sub>2</sub>O e 300 mg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> kg<sup>-1</sup> de solo, respectivamente. Utilizou-se o fosfato monoamônio (60% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) como fonte de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, em quatro aplicações iguais via fertirrigação (intervalos de 10 dias). A primeira aplicação ocorreu aos 10 dias após o transplantio. O fornecimento de nitrogênio e potássio foi em cobertura, utilizando-se a ureia como fonte de N (45% de N) e o sulfato de potássio como fonte de K (51,5% de K<sub>2</sub>O). Para suprir a necessidade de micronutrientes, foi aplicado 1,0 g L<sup>-1</sup> do mix Dripsolmicro® via

foliar ( $Mg^{2+} = 1,1\%$ ;  $B = 0,85\%$ ;  $Cu-EDTA = 0,5\%$ ;  $Fe-EDTA = 3,4\%$ ;  $Mn-EDTA = 3,2\%$ ;  $Mo = 0,05\%$ ;  $Zn = 4,2\%$ ).

Tabela 1: Atributos físicos e químicos do solo utilizado no experimento, antes da aplicação dos tratamentos

Características químicas								
pH (H <sub>2</sub> O)	M.O	P	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup> + Al <sup>3+</sup>
1:2,5	g kg <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	.....cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> .....				
6,7	12,75	10,7	89,51	0,09	3,72	0,95	0,00	0,91
Características químicas				.....Características físicas.....				
CEes	CTC	SB	Fração granulométrica (g kg <sup>-1</sup> )					
dS m <sup>-1</sup>	cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>		Areia	Silte	Argila	Classe textural		
0,061	5,89	4,99	727	211	62	Franco arenosa		

pH – potencial hidrogeniônico; M.O – matéria orgânica: digestão úmida Walkley-Black; Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup> – sódio e potássio extraídos utilizando-se NH<sub>4</sub>OAc 1 M pH 7,0; Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> – cálcio e magnésio extraídos com KCl 1 M pH 7,0; Al<sup>3+</sup> + H<sup>+</sup> extraídos utilizando-se CaOAc 0,5 M pH 7,0; CEes – condutividade elétrica do extrato de saturação do solo; CTC – capacidade de troca catiônica; SB – soma das bases.

Durante a condução do experimento, foram realizados os tratamentos culturais necessários, incluindo o raleio dos ramos laterais para manutenção exclusiva da haste principal (Silva et al., 2019). Os tratamentos fitossanitários recomendados para a cultura foram rigorosamente executados, com monitoramento contínuo da incidência de pragas e patógenos, adotando-se medidas de controle fitossanitário sempre que os níveis de dano atingiram os limites pré-estabelecidos.

Os níveis de CEa foram obtidos dissolvendo-se o cloreto de sódio (NaCl), cloreto de cálcio (CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O) e cloreto de magnésio (MgCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O) na proporção

7:2:1 em água do abastecimento público (CEa de 0,4 dS m<sup>-1</sup>). Trata-se de uma proporção comumente encontrada nas fontes hídricas do Nordeste brasileiro (Medeiros, 1992), obedecendo-se a relação entre CEa e a concentração dos sais (Richards, 1954) conforme Equação 1.

$$C \text{ (mg L}^{-1}\text{)} \approx 640 \times \text{CEa} \quad (1)$$

Em que:

C – concentração de sais para atingir o nível salino desejado, mg L<sup>-1</sup>; CEa – condutividade elétrica da água, dS m<sup>-1</sup>.

As quantidades de sais usadas em cada tratamento encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2: Quantidades de sais usadas em cada tratamento para o preparo de 500 L

CEa (dS m <sup>-1</sup> )	NaCl	CaCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	MgCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O
	g 500 L <sup>-1</sup>		
0,4	-	-	-
1,2	147,42	49,32	36,54
2,0	294,84	98,64	73,08
2,8	442,26	147,96	109,62
3,6	589,68	197,28	146,16

Antes do transplante, foi determinado o volume de água necessário para elevar o conteúdo de umidade do solo ao nível correspondente a capacidade de retenção de vaso. Após o transplante, as irrigações

foram realizadas diariamente (às 17 horas), aplicando-se em cada vaso o volume correspondente ao obtido pelo balanço de água, conforme a Equação 2.

$$VI = \frac{(Va - Vd)}{1 - FL} \quad (2)$$

Em que:

VI – volume de água a ser aplicado no evento de irrigação, mL; Va – volume aplicado no evento de irrigação anterior, mL; Vd – volume de água drenado, mL; FL – fração de lixiviação, adotou-se um valor de 0,10.

As concentrações de bioestimulante a base de alga *A. nodosum* foram preparadas utilizando o produto comercial alga 95<sup>®</sup>, pela diluição em água destilada conforme cada tratamento. O início das aplicações do bioestimulante se deu aos 10 DAT, mantendo-se um intervalo quinzenal entre as aplicações subsequentes. As pulverizações ocorreram com auxílio de um borrifador, de modo a se obter o molhamento completo das folhas (faces abaxial e adaxial), sempre no período da tarde (a partir das 17:00 h). Para evitar contaminação cruzada entre tratamentos, as plantas foram individualmente isoladas durante as aplicações. Ao longo do experimento, foi aplicada uma dose média de 8 mL do bioestimulante por planta.

### Variáveis avaliadas

As avaliações foram realizadas aos 28 dias após o transplantio – DAT. O conteúdo relativo de água (CRA, %) foi determinado de acordo com Weatherley (1950), utilizando-se a Equação 3. Para isso, foram coletadas duas folhas do terço médio do ramo principal, obtendo-se seis discos e imediatamente pesados para obtenção da massa fresca (MF, g). Os discos foliares foram obtidos com o auxílio de um perfurador de área conhecida. Posteriormente, os discos foram transferidos para um béquer e imerso em 50 mL de água destilada por 24 h. Após esse período, o excesso de água dos discos foi removido e determinou-se a massa túrgida dos discos (MT, g). Por fim, os discos foliares foram secos em estufa de secagem a  $65 \pm 3^\circ\text{C}$  até peso constante para

determinação da massa seca dos discos (MS, g).

$$CRA (\%) = \frac{(MF - MS)}{(MT - MS)} \times 100 \quad (3)$$

O extravasamento de eletrólitos (%EE) na membrana celular foi determinado de acordo com Scotti-Campos et al. (2013), conforme a Equação 4. Para tal, foram coletados cinco discos foliares ( $0,771 \text{ mm}^2$ ) das mesmas folhas utilizadas na determinação do CRA. As amostras foram acondicionadas em béqueres contendo 50 mL de água destilada e mantidas a  $25^\circ\text{C}$  por 24 h. Transcorrido esse tempo, a condutividade elétrica inicial ( $C_i$ ,  $\text{dS m}^{-1}$ ) do meio foi mensurada utilizando-se um condutivímetro de bancada. Em seguida, as amostras foram levadas para estufa de secagem a  $80^\circ\text{C}$  por 120 min para posterior determinação da condutividade elétrica final ( $C_f$ ,  $\text{dS m}^{-1}$ ).

$$\%EE = \frac{C_i}{C_f} \times 100 \quad (4)$$

Determinaram-se as trocas gasosas com base na condutância estomática ( $g_s$ ,  $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), na transpiração ( $E$ ,  $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), na taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  ( $A$ ,  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), na concentração interna de  $\text{CO}_2$  ( $C_i$ ,  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ ar}$ ) e na eficiência instantânea no uso da água ( $A/E$ ) [EUA, ( $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) ( $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ )<sup>-1</sup>]. As medições foram realizadas em folhas localizadas no terço médio do ramo principal, com o auxílio do analisador de gás carbônico a infravermelho portátil (IRGA), modelo LCPro+ Portable Photosynthesis System<sup>®</sup> (ADC BioScientific Ltd., Hoddesdon, UK). As medições ocorreram entre 7:00 e 9:00 h da manhã, sob irradiação de  $1200 \mu\text{mol}$  fótons  $\text{m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , fluxo de ar de  $200 \text{ mL min}^{-1}$  e concentração de  $\text{CO}_2$  atmosférico.

Os teores de clorofila *a* (Cl *a*), clorofila *b* (Cl *b*), clorofila total (Cl *t*) e carotenoides (*Car*) foram determinados de acordo com metodologia de Arnon (1949). Calculou-se a razão Cl *t*/*Car*. As amostras foram constituídas por discos foliares coletados da terceira folha completamente expandida a

partir do ápice. Os discos foram picotados e acondicionados em tubos com 6 mL de acetona a 80%. Após 24 h, as leituras dos extratos foram realizadas em espectrofotômetro nas absorvâncias (ABS)

de 470, 647 e 663 nm. Posteriormente, os cálculos foram efetuados conforme as Equações 5, 6, 7 e 8 para Cl *a*, Cl *b*, Cl *t* e *Car*, respectivamente.

$$Cl\ a = \frac{((12,25 \times ABS663) - (2,79 \times ABS647)) \times V}{MF} \quad (5)$$

$$Cl\ b = \frac{((21,5 \times ABS647) - (5,10 \times ABS663)) \times V}{MF} \quad (6)$$

$$Cl\ t = \frac{((7,15 \times ABS663) + (18,71 \times ABS647)) \times V}{MF} \quad (7)$$

$$Car = \frac{\frac{(1000 \times ABS470) - (1,82 \times Cl\ a) - (85,02 \times Cl\ b)}{198} \times V}{MF} \quad (8)$$

Em que:

V – volume da amostra, mL; MF – massa fresca da amostra, g. Os valores para Cl *a*, Cl *b*, Cl *t* e *Car* foram expressas em mg g<sup>-1</sup> de MF.

Para avaliar o crescimento vegetativo das plantas de mini melancia, foram mensurados os seguintes parâmetros: comprimento da haste principal (CHP, cm), número de folhas e diâmetro caulinar (DC, mm). Na contagem de folhas, consideraram-se apenas aquelas com comprimento mínimo de 3 cm. O CHP foi medido com auxílio de uma fita métrica, a partir do colo da planta até a inserção da gema apical. O DC foi mensurado a 2 cm acima do solo, com auxílio de paquímetro digital. A área foliar da planta foi estimada a partir das medidas de comprimento (CF, cm) e largura da folha (LF, cm) usando um método não destrutivo (Equação 9), de acordo com Silva Júnior et al. (2015). Tais medições foram realizadas em todas as folhas da planta.

$$AF = (CF \times LF) \times 0,7 \quad (9)$$

Em que:

AF – área foliar, cm<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup>; CF – comprimento medido paralelamente à direção da nervura principal, do ápice da

lâmina até a base do pecíolo, cm; LF – largura medida no ponto mais largo, perpendicular ao eixo da nervura principal, cm.

#### Análise estatística

Os dados obtidos foram inicialmente submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk. Posteriormente, foram submetidos ao teste F ( $p \leq 0,05$ ) da análise de variância. Quando houve efeito significativo isolado dos fatores avaliados, realizou-se análise de regressão polinomial linear ou quadrática, usando o software estatístico SISVAR 5.6 (Ferreira, 2019). Quando houve efeito significativo da interação entre os fatores, elaboraram-se gráficos de superfície de resposta com auxílio do software SigmaPlot versão 14.5.

#### Resultados e Discussão

Houve efeito significativo da interação entre os fatores avaliados (condutividade elétrica da água de irrigação – CEa e concentrações de bioestimulante) sobre a transpiração (*E*) e a taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (*A*) das folhas de mini melancia cv. Sugar Baby, aos 28 dias após o transplântio. Além da *E* e *A*, os níveis de CEa afetaram significativamente o extravasamento de eletrólitos (%EE), a condutância estomática

(*gs*) e a eficiência instantânea no uso da água (EUA). Além dessas variáveis, as concentrações de bioestimulante não influenciaram significativamente nem o

conteúdo relativo de água (CRA) nem a concentração interna de CO<sub>2</sub> (*Ci*) (Tabela 3).

Tabela 3: Resumo da análise de variância para o conteúdo relativo de água (CRA), extravasamento de eletrólitos (%EE), condutância estomática (*gs*), concentração interna de CO<sub>2</sub> (*Ci*), transpiração (*E*), taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (*A*) e eficiência instantânea do uso da água (EUA) das folhas de mini melancia cv. Sugar Baby sob cultivo com diferentes níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) e concentrações de bioestimulante (CBio) a base de extrato de alga *A. nodosum* via foliar, aos 28 dias após o transplântio

FV	GL	Quadrados médios						
		CRA	%EE	<i>gs</i>	<i>Ci</i>	<i>E</i>	<i>A</i>	EUA
CEa	4	48,37 <sup>ns</sup>	68,47 <sup>*</sup>	0,01 <sup>**</sup>	1118,90 <sup>ns</sup>	1,07 <sup>**</sup>	69,08 <sup>**</sup>	1,17 <sup>**</sup>
RL	1	0,74 <sup>ns</sup>	263,85 <sup>*</sup>	0,04 <sup>**</sup>	730,13 <sup>ns</sup>	4,27 <sup>**</sup>	263,85 <sup>**</sup>	4,53 <sup>**</sup>
RQ	1	6,04 <sup>ns</sup>	0,12 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	214,80 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,53 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>
CBio	3	192,51 <sup>ns</sup>	12,20 <sup>ns</sup>	0,0039 <sup>ns</sup>	834,90 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	10,33 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>
RL	1	121,78 <sup>ns</sup>	0,14 <sup>ns</sup>	0,0003 <sup>ns</sup>	62,56 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	1,13 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>
RQ	1	46,67 <sup>ns</sup>	30,32 <sup>ns</sup>	0,0012 <sup>ns</sup>	303,75 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	1,31 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>
CEa × CBio	12	184,74 <sup>ns</sup>	30,12 <sup>ns</sup>	0,0028 <sup>ns</sup>	2131,10 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	33,34 <sup>**</sup>	0,48 <sup>ns</sup>
Bloco	2	184,74 <sup>ns</sup>	7,56 <sup>ns</sup>	0,0085 <sup>ns</sup>	4483,30 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	14,73 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>
Resíduo	38	272,68	18,91	0,0019	1133,90	0,16	11,88	0,27
CV (%)		26,87	16,97	23,23	17,84	11,83	18,91	9,19

FV – fonte de variação; GL – grau de liberdade; CV – coeficiente de variação; RL – regressão linear; RQ – regressão quadrática; ns, \*\* e \* – não significativo ( $p > 0,05$ ) e significativo a  $p \leq 0,01$  e a  $p \leq 0,05$ , respectivamente, pelo teste F.

O %EE das folhas de mini melancia aumentou linearmente em função da salinidade da água de irrigação (Figura 2A), com acréscimo de 8,46% por incremento unitário da CEa. Em termos relativos, constatou-se uma redução de 2,94% no %EE das plantas cultivadas sem estresse salino (CEa de 0,4 dS m<sup>-1</sup>) quando comparadas àquelas mantidas sob maior salinidade (CEa de 3,6 dS m<sup>-1</sup>). O aumento no %EE está relacionado aos desequilíbrios nutricionais impostos pelo estresse salino, bem como a ruptura da membrana pela peroxidação lipídica causada pelo aumento de EROS, resultando na liberação de íons; o que, por sua vez, conduz a uma maior perda de integridade e desestabilização da membrana (Hurtado-Salazar et al., 2017).

A *gs* reduziu linearmente com o aumento da salinidade da água de irrigação (Figura 2B), com decréscimo de 9,60% por incremento unitário da CEa. Em termos relativos, constatou-se uma redução de

81,10% sob CEa de 3,6 dS m<sup>-1</sup> em relação ao cultivo sem estresse salino (CEa de 0,4 dS m<sup>-1</sup>). O fechamento parcial dos estômatos ocorre devido aos efeitos osmóticos causados pelo excesso de sais dissolvidos na água. Trata-se de um mecanismo de defesa da planta visando minimizar as perdas de água através das folhas para atmosfera, contribuindo para redução na absorção de água e sais da solução do solo (Dias et al., 2019). De acordo com os resultados reportados por Silva et al. (2019), a irrigação com água salobra (CEa de 3,2 dS m<sup>-1</sup>) no cultivo de mini melancia cv. Sugar Baby durante as fases vegetativa/floração e maturação dos frutos, inibiu a *gs*, *E* e *A*.

A *E* reduziu linearmente com o aumento da salinidade da água de irrigação (Figura 2C), com decréscimo de 6,02% por incremento unitário da CEa. A redução na transpiração está intimamente ligada ao fechamento parcial dos estômatos (Figura

2A), limitando a saída de água das folhas para a atmosfera e, conseqüentemente, diminuindo o risco de desidratação das células guardas (Lima et al., 2020a).

A EUA também diminuiu com o aumento da salinidade da água de irrigação (Figura 2D), com decréscimo de 3,97% por incremento unitário da CEa. Esses resultados podem ser atribuídos à redução do potencial osmótico, que dificulta a capacidade das plantas de absorverem água. Esse fenômeno ocorre porque a quantidade de água necessária para produzir uma unidade de matéria seca depende de diversos fatores, incluindo a espécie, as condições ambientais e, especialmente, a disponibilidade hídrica (Figueiredo et al., 2019).

Na análise do desdobramento dos fatores avaliados para A (Figura 3), observou-se que a concentração de 1,0 g L<sup>-1</sup> de alga *A. nodosum* resultou em maior valor (22,41  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) nas plantas irrigadas com CEa de 0,4 dS m<sup>-1</sup>. Esse valor foi 1,34%

superior (equivalente a 0,31  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) em comparação às plantas cultivadas sem aplicação do bioestimulante (0 g L<sup>-1</sup>). Por outro lado, observou-se uma redução progressiva na A à medida que aumentaram os níveis de CEa e as concentrações do bioestimulante. O valor mínimo registrado foi de 13,55  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  (redução de 39,53%) em plantas submetidas à CEa de 3,6 dS m<sup>-1</sup> e concentração de 2 g L<sup>-1</sup> de alga *A. nodosum*. O fechamento parcial dos estômatos impõe limitações na entrada de CO<sub>2</sub> na câmara subestomática. Isso pode ser atribuído provavelmente aos danos fitotóxicos, conforme indicado por Pan et al. (2020). O efeito do extrato de alga *A. nodosum* está relacionado às substâncias promotoras de crescimento presentes. Esses compostos influenciam o estado fisiológico das células, resultando em respostas positivas e distintas durante todas as fases de crescimento da planta, conforme destacado por Neumann et al. (2017).

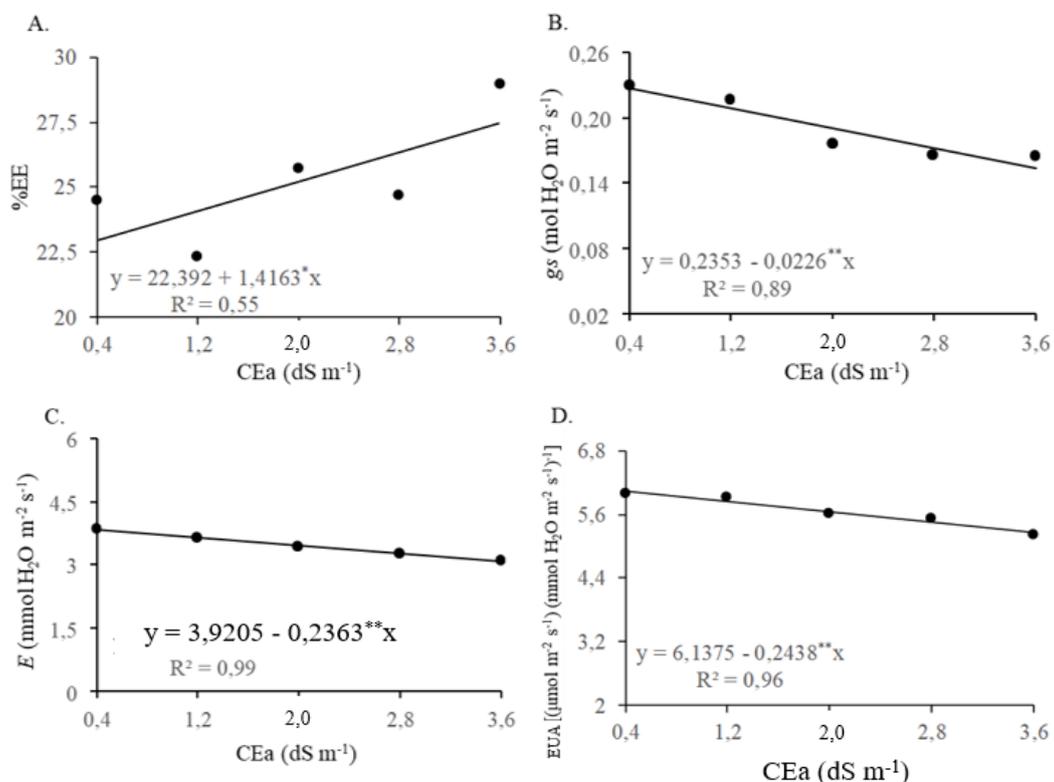


Figura 2: Extravasamento de eletrólitos – %EE (A), condutância estomática – gs (B), transpiração – E (C) e eficiência instantânea do uso da água – EUA (D) das folhas de mini melancia cv. Sugar Baby sob cultivo com diferentes níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (CEa), aos 28 dias após o transplante.

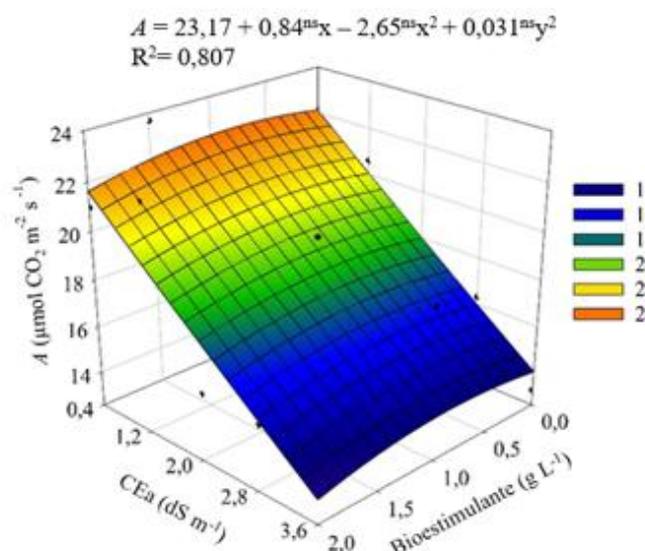


Figura 3: Interação entre os níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) e concentrações de bioestimulante sobre a taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (A) das folhas de mini melancia cv. Sugar Baby, aos 28 dias após o transplantio.

Os níveis salinos influenciaram significativamente os teores de clorofila *a* (Cl *a*), clorofila total (Cl *t*) e carotenoides (*Car*) das folhas de mini melancia (Tabela 4).

Tabela 4: Resumo da análise de variância para os teores de clorofila *a* (Cl *a*), clorofila *b* (Cl *b*), clorofila total (Cl *t*), carotenoides (*Car*) e razão Cl *t*/Car das folhas de mini melancia cv. Sugar Baby sob cultivo com diferentes níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) e concentrações de bioestimulante (CBio) a base de extrato de alga *A. nodosum* via foliar, aos 28 dias após o transplantio

FV	GL	Quadrados médios				
		Cl <i>a</i>	Cl <i>b</i>	<i>Car</i>	Cl <i>t</i>	Cl <i>t</i> /Car
CEa	4	268333**	14398,4 <sup>ns</sup>	24903**	211769*	0,1285 <sup>ns</sup>
RL	1	992522,8**	54063,9 <sup>ns</sup>	81020,7**	734232**	0,2669 <sup>ns</sup>
RQ	1	66353,8 <sup>ns</sup>	2116,5 <sup>ns</sup>	12434 <sup>ns</sup>	111588 <sup>ns</sup>	0,0542 <sup>ns</sup>
CBio	3	152481 <sup>ns</sup>	9996,9 <sup>ns</sup>	6241,7 <sup>ns</sup>	115594 <sup>ns</sup>	0,3865 <sup>ns</sup>
RL	1	68643,3 <sup>ns</sup>	1158,9 <sup>ns</sup>	499,4 <sup>ns</sup>	2628,4 <sup>ns</sup>	0,0034 <sup>ns</sup>
RQ	1	357548,3*	26288,9 <sup>ns</sup>	10193 <sup>ns</sup>	310255 <sup>ns</sup>	0,0546 <sup>ns</sup>
CEa × CBio	12	66292 <sup>ns</sup>	10682,4 <sup>ns</sup>	7841,0 <sup>ns</sup>	138336 <sup>ns</sup>	0,0896 <sup>ns</sup>
Bloco	2	65332*	67684,5*	50859*	961105*	0,0283 <sup>ns</sup>
Resíduo	38	56477	6963,7	5266,5	77096,7	0,0833
CV (%)		10,11	11,48	9,84	8,91	6,81

FV – fonte de variação; GL – grau de liberdade; CV – coeficiente de variação; RL – regressão linear; RQ – regressão quadrática; ns, \*\* e \* – não significativo ( $p > 0,05$ ) e significativo a  $p \leq 0,01$  e a  $p \leq 0,05$ , respectivamente, pelo teste F.

Os teores de Cl *a* das folhas de mini melancia reduziram linearmente com o aumento da salinidade da água de irrigação, com decréscimo de 4,41% por incremento unitário da CEa (Figura 4A). A inibição na

síntese de pigmentos fotossintéticos nas plantas é resultado do estresse causado pela alta salinidade da água (3,6 dS m<sup>-1</sup>), o que pode ter estimulado a atividade da enzima clorofilase, contribuindo na degradação das

moléculas dos pigmentos fotossintéticos, ou pode ser resultado da foto-oxidação causada pelo estresse oxidativo (Lima et al., 2020c). O excesso de sais na água e/ou no solo também pode causar danos aos cloroplastos, levando a um desequilíbrio e perda de atividade das proteínas de pigmentação (Lima et al., 2020c). De acordo com os resultados reportados por Nobrega et al. (2021), a aplicação de bioestimulante até uma concentração de  $4,1 \text{ mL L}^{-1}$  aumentou a fluorescência da clorofila *a* em plantas de *P. peruviana* sob distintos níveis de CEa.

Quanto às concentrações do bioestimulante, observou-se que os teores de Cl *a* nas folhas atingiram um valor máximo de  $2464,95 \text{ mg g}^{-1} \text{ MF}$  com a aplicação de  $0,9 \text{ g L}^{-1}$  de *A. nodosum* (Figura 4B). Acima desta concentração, verificou-se um decréscimo, atingindo o valor mínimo de  $2232,88 \text{ mg g}^{-1} \text{ MF}$  na dose máxima testada ( $2,0 \text{ g L}^{-1}$ ). Os efeitos benéficos do extrato de algas em plantas sob condições adversas podem ser atribuídos à ação sinérgica de seus compostos ativos, os quais atuam em concentrações variadas por meio de mecanismos ainda não completamente elucidados (Nobrega et al., 2021).

Os teores de *Car* das folhas de mini melancia decresceram com o aumento da salinidade da água de irrigação (Figura 5A),

com decréscimo de 4,04% por incremento unitário da CEa. Em termos relativos, constatou-se uma redução no teor de *Car* de 27,65% nas plantas cultivadas sob CEa de  $3,6 \text{ dS m}^{-1}$  quando comparadas àquelas irrigadas com água de  $0,4 \text{ dS m}^{-1}$ . Os carotenoides desempenham um papel crucial como agentes antioxidantes, nas membranas lipídicas contra o estresse oxidativo induzido pela salinidade em plantas. A redução na síntese de carotenoides pode estar associada à intensificação do estresse salino nas plantas de mini melancia e provavelmente está relacionado à degradação do  $\beta$ -caroteno e de componentes dos tilacóides, que desempenham um papel essencial na absorção e transferência de luz para as clorofilas (El-Shawa et al., 2020).

Os teores de Cl *t* das folhas de mini melancia reduziram com o incremento da salinidade da água de irrigação (Figura 5B), com decréscimo de 2,95% por aumento unitário da CEa. A redução na síntese de pigmentos fotossintéticos pode resultar em alterações na eficiência energética, causando danos no centro de reação fotossintética. Além disso, essa diminuição pode impactar a quebra molécula de água, limitando, assim, a transferência de elétrons necessária para a continuidade do processo fotoquímico (Melo et al., 2017).

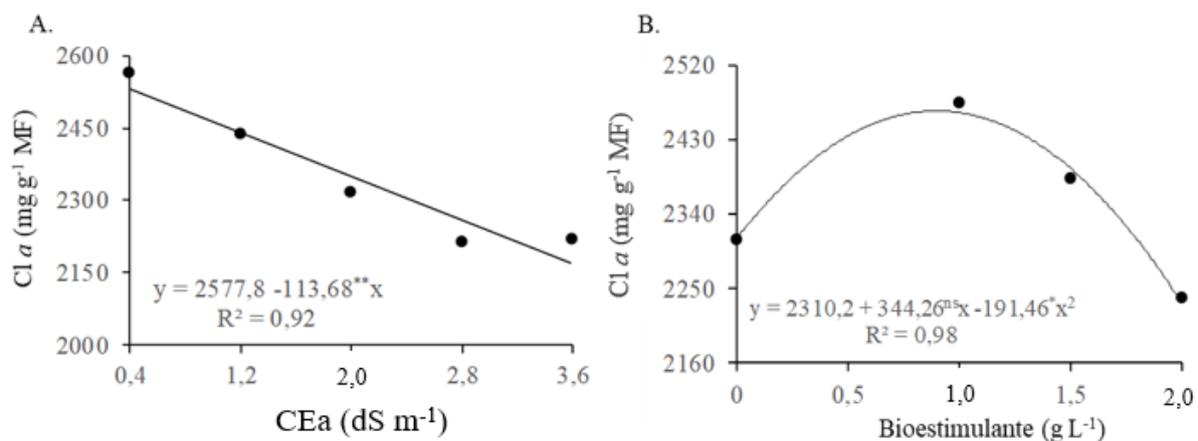


Figura 4: Teores de clorofila *a* – Cl *a* das folhas de mini melancia cv. Sugar Baby sob cultivo com diferentes níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) (A) e concentrações de bioestimulante a base de extrato de alga *A. nodosum* via foliar (B), aos 28 dias após o transplântio.

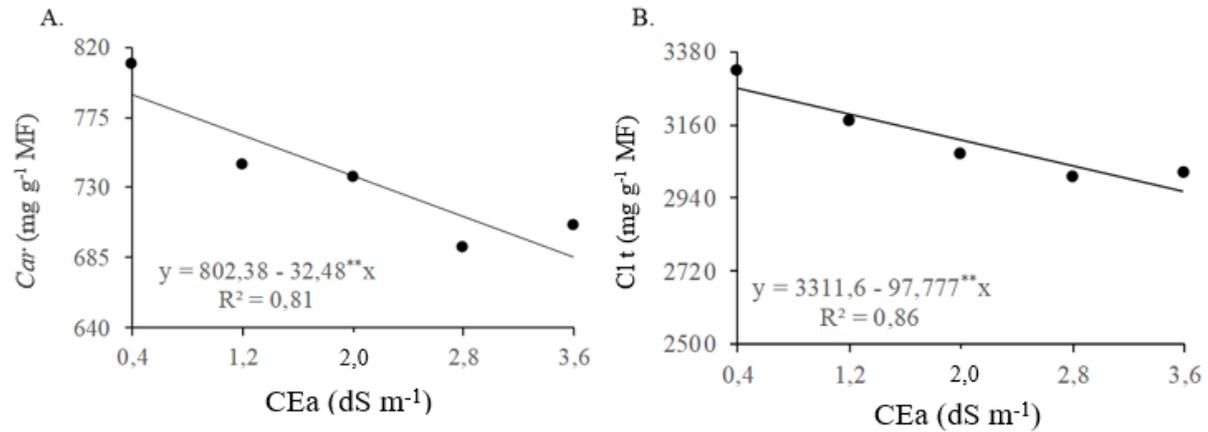


Figura 5: Teores de carotenoides – *Car* (A) e clorofila total – *Cl t* (B) das folhas de mini melancia cv. Sugar Baby sob cultivo com diferentes níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (CEa), aos 28 dias após o transplantio.

Para as variáveis de crescimento vegetativo, houve efeito significativo apenas dos níveis de CEa sobre a área foliar

(AF) das plantas de mini melancia cv. Sugar Baby (Tabela 5).

Tabela 5: Resumo da análise de variância para altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF) e área foliar (AF) das plantas de mini melancia cv. Sugar Baby sob cultivo com diferentes níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) e concentrações de bioestimulante (CBio) a base de extrato de alga *A. nodosum* via foliar, aos 28 dias após o transplantio

FV	GL	Quadrados médios			
		AP	DC	NF	AF
CEa	4	0,02 <sup>ns</sup>	0,47 <sup>ns</sup>	14,64 <sup>ns</sup>	355,94 <sup>*</sup>
RL	1	0,07 <sup>ns</sup>	1,65 <sup>ns</sup>	52,01 <sup>ns</sup>	1214,06 <sup>*</sup>
RQ	1	0,01 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	5,01 <sup>ns</sup>	74,09 <sup>ns</sup>
CBio	3	0,03 <sup>ns</sup>	0,91 <sup>ns</sup>	19,40 <sup>ns</sup>	78,12 <sup>ns</sup>
RL	1	0,01 <sup>ns</sup>	0,70 <sup>ns</sup>	3,41 <sup>ns</sup>	117,84 <sup>ns</sup>
RQ	1	0,05 <sup>ns</sup>	0,40 <sup>ns</sup>	24,06 <sup>ns</sup>	99,51 <sup>ns</sup>
CEa × CBio	12	0,02 <sup>ns</sup>	0,66 <sup>ns</sup>	13,38 <sup>ns</sup>	133,65 <sup>ns</sup>
Bloco	2	0,05 <sup>ns</sup>	0,99 <sup>ns</sup>	180,26 <sup>*</sup>	279,90 <sup>ns</sup>
Resíduo	38	0,05	1,05	11,55	137,12
CV (%)		17,27	14,50	18,43	14,93

FV – fonte de variação; GL – grau de liberdade; CV – coeficiente de variação; RL – regressão linear; RQ – regressão quadrática; ns e \* – não significativo ( $p > 0,05$ ) e significativo a  $p \leq 0,05$ , respectivamente, pelo teste F.

A AF de mini melancia foi reduzida linearmente com o aumento da CEa, com diminuição de 4,60% por incremento unitário da CEa (Figura 6). Em termos relativos, constatou-se uma redução na AF de 15% nas plantas cultivadas sob CEa de 3,6 dS m<sup>-1</sup> quando comparadas àquelas irrigadas com água de 0,4 dS m<sup>-1</sup>.

A inibição do crescimento em área foliar resultante do estresse ocasionado pelo

excesso de sais se destaca como um mecanismo de tolerância das plantas ao estresse e tem como objetivo reduzir a área de exposição para transpiração foliar; por conseguinte, diminuição na absorção de íons tóxicos (Na<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup>). De acordo com Nóbrega et al. (2021), a concentração de 9,9 mL L<sup>-1</sup> de bioestimulante à base de extrato de *A. nodosum* atenuou o efeito do estresse

salino (0,50 a 5,50 dS m<sup>-1</sup>) na produção de biomassa de *P. peruviana*.

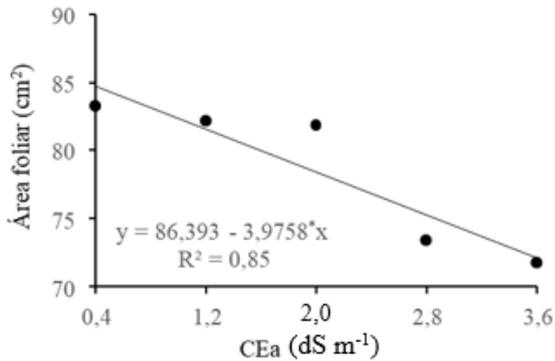


Figura 6: Área foliar das plantas de mini melancia cv. Sugar Baby sob cultivo com diferentes níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (CEa), aos 28 dias após o transplante.

### Conclusões

A salinidade da água de irrigação a partir de 0,4 dS m<sup>-1</sup> afetou negativamente o conteúdo relativo de água, os teores de pigmentos fotossintéticos, as trocas gasosas e o crescimento das plantas de mini melancia cv. Sugar Baby, enquanto elevou o extravasamento de eletrólitos.

A aplicação foliar de bioestimulante a base de alga *Ascophyllum nodosum* em concentrações entre 0,9 e 1,0 g L<sup>-1</sup> atenuou os efeitos do estresse salino sobre o crescimento em área foliar e na concentração interna de CO<sub>2</sub>.

### Referências

Arnon, D. I. Copper enzymes in isolated chloroplasts: polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*, v. 24, n. 1, p. 1-15, 1949. <https://doi.org/10.1104/pp.24.1.1>

Dias, A. S.; Lima, G. S.; Pinheiro, F. W. A.; Gheyi, H. R.; Soares, L. A. A. Gas exchanges, quantum yield and photosynthetic pigments of West Indian cherry under salt stress and potassium fertilization. *Revista Caatinga*, v. 32, n. 2, p. 429-439, 2019. <https://doi.org/10.1590/1983-21252019v32n216rc>

El-Shawa, G. M.; Rashwan, E. M.; Abdelaal, K. A. Mitigating salt stress effects by exogenous application of proline and yeast extract on morpho physiological, biochemical and

anatomical characters of calendula plants. *Scientific Journal of Flowers and Ornamental Plants*, v. 7, n. 4, p. 461-482, 2020. <https://doi.org/10.21608/sjfo.2020.135166>

Ferreira, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split-plot type designs. *Revista Brasileira de Biometria*, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019. <https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>

Figueiredo, F. R. A.; Lopes, M. F. Q.; Silva, R. T.; Nóbrega, J. S.; Silva, T. I.; Bruno, R. L. A. Respostas fisiológicas de mulungu submetida a estresse salino e aplicação de ácido salicílico. *Irriga*, v. 24, n. 3, p. 662-675, 2019. <https://doi.org/10.15809/irriga.2019v24n3p662-675>

Guedes, M. A.; Gheyi, H. R.; Lima, G. S.; Soares, L. A. A.; Sá, V. K. N. O.; Silva, L. A.; Silva, F. J. L.; Torres, R. A. F. Aplicação foliar de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> no cultivo hidropônico de tomate cereja sob soluções nutritivas salinas. *Water Resources and Irrigation Management*, v. 13, n. 1-3, p. 150-164, 2024. <https://10.19149/wrim.v13i1-3.4944>

Hurtado-Salazar, A.; Silva, D. F. P.; Ceballos-Aguirre, N.; Ocampo, J.; Bruckner, C. H. Proline and ions accumulation in four *Passiflora* species under water-saline stress. *Comunicata Scientiae*, v. 8, n. 4, p. 570-580, 2017. <https://doi.org/10.14295/cs.v8i4.2323>

INSA – Instituto Nacional do Semiárido. O semiárido brasileiro, 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/insa/pt-br/semiárido-brasileiro>>. Acessado em 15/04/2025.

Jithesh, M. N.; Shukla, P. S.; Kant, P.; Joshi, J.; Critchley, A. T.; Prithivira, B. Physiological and transcriptomics analyses reveal that *Ascophyllum nodosum* extracts induce salinity tolerance in *Arabidopsis* by regulating the expression of stress responsive genes. *Journal of Plant Growth Regulation*, v. 38, n. 2, p. 463-478, 2019. <https://doi.org/10.1007/s00344-018-9861-4>

Lima, G. S.; Silva, J. B.; Pinheiro, F. W. A.; Soares, L. A. A.; Gheyi, H. R. Potassium does not attenuate salt stress in yellow passion fruit under irrigation management strategies. *Revista Caatinga*, v. 33, n. 4, p. 1082-1091, 2020b. <https://doi.org/10.1590/1983-21252020v33n423rc>

- Lima, G. S.; Souza, C. M. A.; Nobre, R. G.; Soares, L. A. A.; Gheyi, H. R.; Cavalcante, L. F.; Fernandes, P. D.; Guedes, M. A. Gas exchanges, growth and production of okra cultivated with saline water and silicon fertilization. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 41, n. 5 (suplemento 1), p. 1937-1950, 2020a. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2020v41n5supl1p1937>
- Lima, G. S.; Fernandes, C. G. J.; Soares, L. A. A.; Gheyi, H. R.; Fernandes, P. D. Gas exchange, chloroplast pigments and growth of passion fruit cultivated with saline water and potassium fertilization. *Revista Caatinga*, v. 33, n. 1, p. 184-194, 2020c. <https://doi.org/10.1590/1983-21252020v33n120rc>
- Mahamat, S. A.; Naine, K.; Ayessou, N. C.; Sow, A.; Balde, S.; Cisse, O. I. K.; Coume, M. Lycopene's stability in watermelon juice (*Citrullus lanatus*) regarding to technological routes. *Food and Nutrition Science*. v. 33, n. 7, p. 693-702, 2021. <https://doi.org/10.4236/fns.2021.127052>
- Medeiros, J. F. Qualidade de água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo GAT nos Estados de RN, PB e CE. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba, 1992. 172p. Dissertação de Mestrado.
- Melo, H. F.; Souza, E. R.; Duarte, H. H. F.; Cunha, J. C.; Santos, H. R. B. Gas exchange and photosynthetic pigments in bell pepper irrigated with saline water. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 21, n. 1, p. 38-43, 2017. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v21n1p38-43>
- Mendonça, A. J. T.; Silva, A. A. R.; Lima, G. S.; Soares, L. A. A.; Oliveira, V. K. N.; Gheyi, H. R.; Lacerda, C. F.; Azevedo, C. A. V.; Lima, V. L. A.; Fernandes, P. D. Salicylic acid modulates okra tolerance to salt stress in hydroponic system. *Agriculture*, v. 12, n. 10, 1687, 2022. <https://doi.org/10.3390/agriculture12101687>
- Neumann, É. R.; Resende, J. T. V.; Camargo, L. K. P.; Chagas, R. R.; Lima Filho, R. B. Produção de mudas de batata doce em ambiente protegido com aplicação de extrato de *Ascophyllum nodosum*. *Horticultura Brasileira*, v. 35, n. 4, p. 490-498, 2017. <https://doi.org/10.1590/S0102-053620170404>
- 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. <https://doi.org/10.5039/agraria.v16i2a9047>
- Novais, R. F.; Neves, J. C. L.; Barros, N. F. Ensaio em ambiente controlado. In: Oliveira, A, J.; Garrido, W. E.; Araújo, J. D.; Lourenço, S. (ed.). *Métodos de pesquisa em fertilidade do solo*. Brasília: Embrapa, 1991. p. 189-198.
- Ó, L. M. G.; Cova, A. M. W.; Gheyi, H. R.; Silva, N. D.; Azevedo Neto, A. D. Production and quality of mini watermelon under drip irrigation with brackish water. *Revista Caatinga*, v. 33, n. 3, p. 766-774, 2020. <https://doi.org/10.1590/1983-21252020v33n320rc>
- Pan, T.; Liu, M.; Kreslavski, V. D.; Zharmukhamedov, S. K.; Nie, C.; Yu, M.; Kuznetsov, V. V.; Allakhverdiev, S. I.; Shabala, S. Non-stomatal limitation of photosynthesis by soil salinity. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, v. 51, n. 8, p. 791-825, 2020. <https://doi.org/10.1080/10643389.2020.1735231>
- Pereira, B. J.; Rodrigues, G. A.; Santos, A. R.; Anjos, G. L.; Costa, F. M. Watermelon initial growth under different hydrogel concentrations and shading conditions. *Revista Caatinga*, v. 32, n. 4, p. 915-923, 2019. <https://doi.org/10.1590/1983-21252019v32n407rc>
- Raghunandan, B. L.; Vyas, R. V.; Patel, H. K.; Jhala, Y. K. Perspectives of seaweed as organic fertilizer in agriculture. In: Panpatte, D. G.; Jhala, Y. K. (ed.). *Soil fertility management for sustainable development*. Singapore: Springer, 2019. p. 267-289. [https://doi.org/10.1007/978-981-13-5904-0\\_13](https://doi.org/10.1007/978-981-13-5904-0_13)
- Richards, L. A. *Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils*. Washington: United States Salinity Laboratory Staff, 1954. 160p.
- Silva Júnior, E. G.; Maia, J. M.; Silva, A. F.; Santos, E. E. S.; Rech, E. G.; Almeida, R. A. Influência de composto orgânico na germinação e desenvolvimento inicial de melancia. *Biofarm*, v. 11, n. 1, p. 1-13, 2015.

Silva, J. S.; Sá, F. V. S.; Dias, N. S.; Ferreira Neto, M.; Jales, G. D.; Fernandes, P. D. Morphophysiology of mini watermelon in hydroponic cultivation using reject brine and substrates. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 25, n. 6, p. 402-408, 2021. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v25n6p402-408>

Silva, S. S.; Lima, G. S.; Lima, V. L. A.; Gheyi, H. R.; Soares, L. A. A.; Lucena, R. C. M. Gas exchanges and production of watermelon plant under salinity management and nitrogen fertilization. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 49, e54822, 2019. <https://doi.org/10.1590/1983-40632019v4954822>

Scotti-Campos, P.; Pham-Thi, A.-T.; Semedo, J. N.; Pais, I. P.; Ramalho, J. C.; Matos, M. C. Physiological responses and membrane integrity in three *Vigna* genotypes with contrasting drought tolerance. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, v. 25, n. 12, p. 1002-1013, 2013. <https://doi.org/10.9755/ejfa.v25i12.16733>

Teixeira, P. C.; Donagemma, G. K.; Fontana, A.; Teixeira, W. G. *Manual de métodos de análise de solos*. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2017. 573p.

Weatherley, P. E. Studies in the water relations of the cotton plant. I. The field measurement of water deficits in leaves. *New Phytologist*, v. 49, n. 1, p. 81-97, 1950. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1950.tb05146.x>