

EXTRATO DE *Ascophyllum nodosum* NA MITIGAÇÃO DO ESTRESSE SALINO NAS TROCAS GASOSAS FOLIARES DA MINIMELANCIA

THIAGO FILIPE DE LIMA ARRUDA¹, GEOVANI SOARES DE LIMA², ANDRE ALISSON RODRIGUES DA SIVA³, KHEILA GOMES NUNES⁴ e DENIS SOARES COSTA⁵

¹Doutorando, Eng. Agrícola PPGEA/UFCEG, Campina Grande-PB, thiago.filipe.la@gmail.com;

²DSc. em Engenharia Agrícola, Prof. Adj. CCTA, UFCEG, Pomba-PB, geovani.soares@professor.ufcg.edu.br;

³DSc. em Engenharia Agrícola, Prof. Adj. UAA/UFOPA, Juruti-PA, andrealissonufcg16@gmail.com;

⁴Doutoranda, Eng. Agrícola PPGEA/UFCEG, Campina Grande-PB, kheilagomesnunes@gmail.com;

⁵Doutorando, Eng. Agrícola PPGEA/UFCEG, Campina Grande-PB, deniscosta1313@gmail.com

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
06 a 09 de outubro de 2025

RESUMO: Os sais, presentes no solo e na água de irrigação na região Nordeste brasileira são obstáculos para expansão das áreas de cultivo. Desta forma, é fundamental a identificação de estratégias capazes de amenizar os efeitos do estresse salino nas plantas. Dentre as alternativas destaca-se a aplicação de bioestimulantes a base de microrganismos. Neste contexto, objetivou-se com esta pesquisa avaliar o efeito da aplicação foliar do extrato de *Ascophyllum nodosum* nas trocas gasosas da minimelancia cv. Sugar Baby sobre irrigação com águas salinas. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados em esquema fatorial 5×3 , sendo cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (CEa - 0,4; 1,2; 2,0; 2,8 e 3,6 dS m^{-1}) e três concentrações de bioestimulante à base de extrato de alga (0; 1,0 e 2,0 g L^{-1}), com três repetições. A salinidade da água a partir de 0,4 dS m^{-1} inibiu as trocas gasosas da minimelancia cv. Sugar Baby. Concentrações de 1,0 e 2,0 g L^{-1} de extrato de *Ascophyllum nodosum* L. elevou a concentração interna de CO_2 e a transpiração foliar da minimelancia, aos 45 dias após o transplante.

PALAVRAS-CHAVE: *Citrullus lanatus*, salinidade da água, bioestimulante.

Ascophyllum nodosum EXTRACT IN MITIGATING SALT STRESS IN LEAF GAS EXCHANGE OF MINI-WATERMELON

ABSTRACT: Salts present in soil and irrigation water in the Northeast region of Brazil are obstacles to the expansion of crop areas. Therefore, it is essential to identify strategies capable of mitigating the effects of salt stress on plants. Among the alternatives, the application of microorganism-based biostimulants stands out. In this context, the objective of this research was to evaluate the effect of foliar application of *Ascophyllum nodosum* extract on the gas exchange of mini watermelon cv. Sugar Baby under saline water irrigation. A randomized complete block experimental design was used in a 5×3 factorial arrangement, with five levels of irrigation water electrical conductivity (ECw - 0.4, 1.2, 2.0, 2.8, and 3.6 dS m^{-1}) and three concentrations of seaweed extract-based biostimulant (0, 1.0, and 2.0 g L^{-1}), with three replicates. Water salinity from 0.4 dS m^{-1} inhibited gas exchange in mini-watermelon cv. Sugar Baby. Concentrations of 1.0 and 2.0 g L^{-1} of *Ascophyllum nodosum* L. extract increased internal CO_2 concentration and leaf transpiration of mini-watermelon, 45 days after transplanting.

KEYWORDS: *Citrullus lanatus*, water salinity, biostimulant.

INTRODUÇÃO

A melancia é uma cultura de elevada importância socioeconômica para agricultura familiar, especialmente entre pequenos produtores das regiões semiáridas do Nordeste, sendo a cv. Sugar Baby utilizada principalmente à demanda interna (Cabral et al., 2019). Nesta região, o cultivo desta cultura depende integralmente do uso da irrigação para seu desenvolvimento (Ó et al., 2017). Entretanto, a

limitada disponibilidade hídrica representa um entrave significativo, uma vez que a água disponível de baixa condutividade elétrica não é suficiente para garantir as condições ideais de irrigação (Cabral et al., 2019).

A agricultura irrigada é uma atividade primordial para a produção de alimentos, principalmente, em regiões que possuem baixas precipitações e elevada evapotranspiração a exemplo do semiárido brasileiro (Cerqueira et al., 2021). Contudo, com a expansão da agricultura irrigada no semiárido, cresce também as possibilidades de degradação pela formação dos solos halomórficos já que a maioria dos reservatórios e corpos hídricos desta região, possuem elevadas concentrações de sais dissolvidos (Ma et al., 2023). Os sais na água de irrigação em elevadas concentrações é um fator limitante para as culturas sensíveis ao estresse salino e promovem danos fisiológicos e morfológicos nas plantas causados pelos efeitos osmóticos e iônicos (Ponce et al., 2021). O estresse salino também contribui na geração de espécies reativas de oxigênio, resultando em danos oxidativos aos tecidos vegetais (Silva et al., 2024).

Neste contexto, pesquisas que busquem a mitigação dos danos causados pelos sais tem se destacado, como exemplo, o uso de bioestimulantes a base de *Ascophyllum nodosum*, que contribuem no equilíbrio osmótico e iônico (Silva et al., 2024). Desta maneira, objetivou-se com esta pesquisa, avaliar o efeito da aplicação foliar do bioestimulante à base de *Ascophyllum nodosum* nas trocas gasosas da minimelancia cv. Sugar Baby sob irrigação com águas salinas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de outubro a novembro de 2023, em casa de vegetação pertencente a Unidade de Acadêmica de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande (UAEA/UFCG), em Campina Grande, Paraíba, Brasil, situada pelas coordenadas geográficas 07°15'18" latitude S, 35°52'28" de longitude W e altitude média de 550 m. O clima, segundo a classificação de Köppen, a região possui clima com temperaturas mais moderadas, considerado tropical com estação seca do tipo *As*.

O delineamento foi em blocos casualizados 5×3 , sendo os tratamentos constituídos da combinação de cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (CEa - 0,4; 1,2; 2,0; 2,8 e 3,6 dS m⁻¹) e quatro concentrações de bioestimulante a base de extratos de alga (0; 1,0; 2,0 g L⁻¹), com três repetições. Os níveis de CEa foram estabelecidos a partir de pesquisa desenvolvida por Silva et al. (2019). As concentrações do extrato de alga (*Ascophyllum nodosum*) foram determinadas de acordo com a recomendação do fabricante (Alga 95[®]).

Foram utilizados vasos de 20 L de capacidade adaptados como lisímetros de drenagem. Os lisímetros foram perfurados na base para permitir a drenagem, e acoplada a um dreno. Foi utilizada uma tela e garrafas plástica para a coleta de água drenada. Os lisímetros foram preenchidos, com uma camada de 0,5 kg de brita seguido de 20 kg de solo franco arenoso. A adubação com nitrogênio, potássio e fósforo foi realizada de acordo com Novais et al. (1991). Para suprir necessidade de micronutrientes foi aplicado 1,0 g L⁻¹ de Dripsol micro[®] via foliar. Os níveis de condutividades elétricas da água foram preparados na proporção 7:2:1 de Na;Ca;Mg (Medeiros, 1992), sendo quantidade de sais por determinadas de acordo com Richards (1954). As concentrações de bioestimulante foram preparadas utilizando o produto comercial Alga 95[®], pela diluição em água destilada conforme tratamentos.

Aos 45 dias após o semeio (DAS) foram determinadas as trocas gasosas por meio de um analisador portátil de fotossíntese por infravermelho IRGA, modelo ADC BioScientific LTDA, em folhas completamente expandidas, sadias e localizadas no terço médio das plantas, no período da manhã, entre 8h00 e 11h00. Durante as medições, foram mantidas condições controladas na câmara de leitura, com densidade de fluxo de fótons fotossintéticos (PPFD) ajustada para 1200 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Foram mensuradas pela taxa de assimilação de CO₂ - *A* ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); transpiração - *E* ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); condutância estomática - *gs* ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e concentração interna de CO₂ - *Ci* ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). Os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade (Shapiro-Wilk) e foi utilizado o teste F ao nível de 0,05 de probabilidade, e quando significativos para as concentrações de extrato de alga foi realizado o teste de Tukey a 0,05 de probabilidade. Realizou-se análise de regressão para os níveis

salinos e para interação entre os dois fatores. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software estatístico SISVAR-ESAL v. 5.6 (Ferreira, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo ($p \leq 0.01$) dos níveis salinos na condutância estomática e na taxa de assimilação de CO_2 . A interação entre os fatores (NS \times B) influenciou significativamente ($p \leq 0.01$) a concentração interna de CO_2 e a transpiração das plantas de minimelancia cv. Sugar Baby, aos 45 dias após a semeadura (DAS).

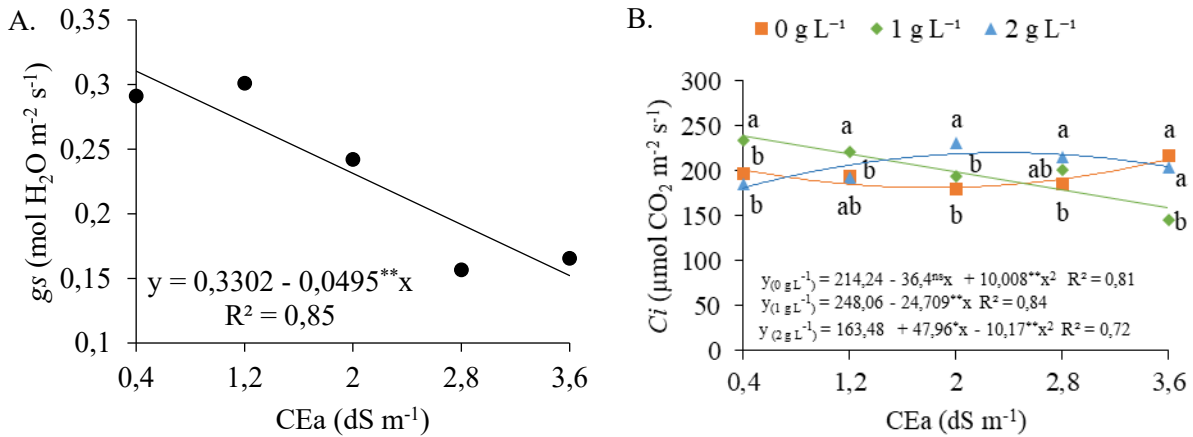
Tabela 1. Resumo da análise de variância para condutância estomática, concentração interna de CO_2 , transpiração e taxa de assimilação de CO_2 das plantas de mini-melancia cv. Sugar Baby sob condutividade elétrica da água e aplicação foliar de bioestimulante à base de *Ascophyllum nodosum* L., aos 45 dias após a semeadura (DAS).

Fontes de variação	Quadrados médios				
	GL	gs	Ci	E	A
Níveis salinos (NS)	4	0,04154**	409,82 ^{ns}	5,53**	158,71**
Regressão linear	1	0,141**	1280,66 ^{ns}	19,44**	583,288**
Regressão quadrática	1	0,00053 ^{ns}	165,72 ^{ns}	0,593 ^{ns}	21,279*
Bioestimulante (B)	2	0,0109	509,94 ^{ns}	0,416 ^{ns}	1,653 ^{ns}
Interação (NS \times B)	8	0,008674 ^{ns}	2334,15**	0,635**	12,667 ^{ns}
Bloco	2	0,000287 ^{ns}	82,75 ^{ns}	0,516 ^{ns}	2,312 ^{ns}
Resíduo	28	0,00188	173,64	0,178	4,829
CV (%)		18,74	6,6	12,5	12,85

ns, * e ** não significativo, significativo a $p \leq 0,05$ e $p \leq 0,01$ pelo teste F, respectivamente. CV: coeficiente de variação. GL: graus de liberdade

A condutância estomática (gs), reduziu linearmente com o aumento nos níveis de salinidade da água, cujo decréscimo foi de 14,9% por incremento unitário de CEa (Figura 1A). Em termos relativos, houve uma redução de 43,14% ao comparar as plantas irrigadas com água 3,6 dS m^{-1} em relação as cultivadas sob 0,4 dS m^{-1} . Sob condições de estresse salino a plantas tendem ao fechamento estomático como mecanismo de controle do fluxo de vapor de água a fim de reduzir os danos causados pela salinidade o que reflete menor acúmulo de íons sais no tecido vegetal (Pinheiro et al., 2022). Para a concentração interna de CO_2 (Ci) (Figura 1B), foi observado que as plantas pulverizadas com as concentrações de 1 e 2 g L^{-1} de extrato de alga e irrigadas com CEa de 0,4 e 2,4 dS m^{-1} alcançaram os maiores valores estimados de 238,17 e 220,01 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ entretanto, com o aumento dos níveis salinos, houve redução linear de 9,9% por incremento unitário de CEa para a concentração de 1 g L^{-1} , já a concentração de 2 g L^{-1} se elevou 17,7% (38,97 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) demonstrando efeito benéfico da alga, em comparação a testemunha. Por outro lado, observa-se que os menores valores de 159,10 e 181,14 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ocorreram nas concentrações de 1 e 0 g L^{-1} nas salinidades de 3,6 e 1,8 dS m^{-1} . O aumento da salinidade afeta a síntese do ácido abscísico (ABA) o que reflete na gs reduzindo o carbono absorvido pelos estômatos (Silva et al., 2019).

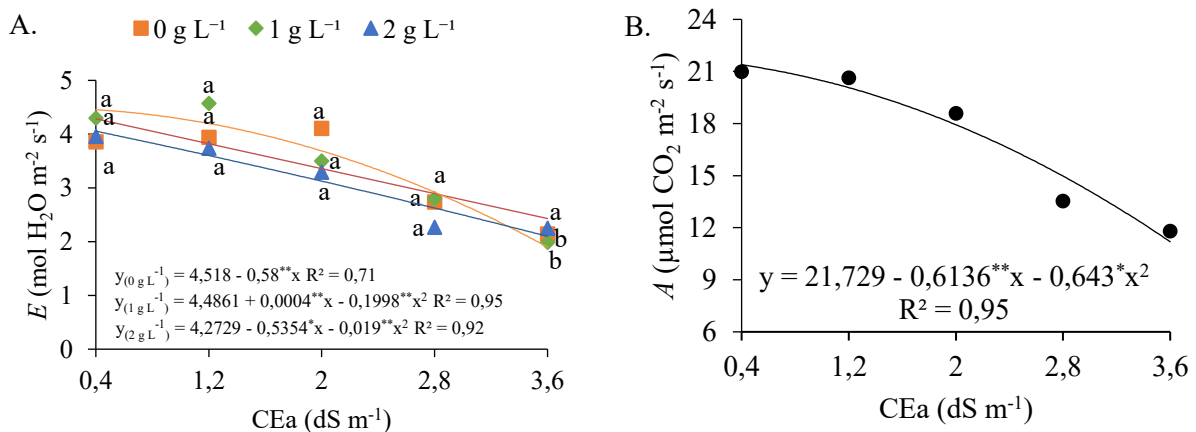
Figura 1. Condutância estomática – g_s (A) e concentração interna de CO_2 – C_i (B) da minimelancia cv. Sugar Baby, em função da condutividade elétrica da água de irrigação e interação, aos 45 dias após a semeadura.



*, ** e ns significativo a $p \leq 0,05$, $p \leq 0,01$ e não significativo pelo teste F;

Para a transpiração (E), o valor máximo foi observado de $4,45\ mol\ H_2O\ m^{-2}\ s^{-1}$ sob salinidade da água de $0,4\ dS\ m^{-1}$ (Figura 2A), enquanto o menor valor foi de $1,91\ mol\ H_2O\ m^{-2}\ s^{-1}$ sob CEa de $3,6\ dS\ m^{-1}$ na mesma concentração. No desdobramento da interação para E , nota-se diferença significativa entre as concentrações de extrato de alga apenas na CEa de $3,6\ dS\ m^{-1}$ em que a testemunha ($0\ g\ L^{-1}$) obteve o maior valor médio de $2,43\ mol\ H_2O\ m^{-2}\ s^{-1}$ estatisticamente superior as concentrações de 1 e $2\ g\ L^{-1}$ com valores de $1,91$ e $2,1\ mol\ H_2O\ m^{-2}\ s^{-1}$, também no maior nível salino, ou seja, reduções de $21,67$ e $13,61\%$ comparado a testemunha. A taxa de assimilação de CO_2 (A) reduziu com o aumento da salinidade da água de irrigação (Figura 2B), sendo o declínio de $43,7\%$ ($9,19\ \mu mol\ CO_2\ m^{-2}\ s^{-1}$) se comprarmos o menor valor $11,8\ \mu mol\ CO_2\ m^{-2}\ s^{-1}$ na CEa de $3,6\ dS\ m^{-1}$ com o maior valor $20,99\ \mu mol\ CO_2\ m^{-2}\ s^{-1}$ em $0,4\ dS\ m^{-1}$. Reduções na taxa de assimilação de CO_2 e na condutância estomática podem ser uma resposta da ineficiência da atividade da ribulose-1,5-bisfosfato carboxilase-oxigenase (RuBisCO) proporcionado pelo efeito fitotóxico dos sais (Pan et. al., 2020, Silva et al., 2024).

Figura 2. Transpiração – E (A) da minimelancia cv. Sugar Baby, em função da interação entre os níveis de condutividade elétrica da água – CEa e concentrações de bioestimulante à base de *Ascophyllum nodosum* L. e taxa de assimilação de CO_2 – A (B) em função dos níveis de CEa, aos 45 dias após a semeadura.



*, ** e ns significativo a $p \leq 0,05$, $p \leq 0,01$ e não significativo pelo teste F;

CONCLUSÃO

A condutividade elétrica da água de irrigação a partir de 0,4 dS m⁻¹ inibe as trocas gasosas da minimelancia cv. Suga Baby. A aplicação foliar de bioestimulante a base de *Ascophyllum nodosum* L. na concentração de 1 e 2 g L⁻¹ atenua os efeitos do estresse salino na concentração interna de CO₂ e na transpiração da minimelancia, aos 45 dias após a semeadura.

REFERÊNCIAS

- Cabral, J. H. de A., Silva, P. F. da, de Matos, R. M., Bonou, S. I., Santos, B. D. B. dos, Lima, V. L. A. de, Dantas Neto, J. Estatística multivariada na qualidade da água residuária utilizadas na irrigação na região semiárida brasileira. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 10, p. 121–133, 2019.
- Cerqueira, P. R. S.; Salviano, A. M.; Taura, T. A.; Olszewski, N.; Giongo, V.; Cunha, T. J. F. da; Fernandez, E. **Estratégias metodológicas para o monitoramento e espacialização da salinidade e da sodicidade dos solos em projetos de irrigação**. In: Cerqueira, P. R. S.; Lacerda, C. F. de; Araujo, G. G. L. de; Gheyi, H. R.; Simões, W. L. (Org.). Agricultura irrigada em ambientes salinos. 1. ed. Brasília, DF: CODEVASF, 2021. p. 20–53.
- Ferreira, D. F. Sisvar: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, p.529-535, 2019.
- Ma, L.; Li, X.; Zhang, J.; Yi, D.; Li, F.; Wen, H.; Wang, X. MsWRKY33 increases alfalfa (*Medicago sativa* L.) salt stress tolerance through altering the ROS scavenger via activating MsERF5 transcription. *Plant, Cell & Environment*, v. 46, p. 3887-3901, 2023.
- Medeiros, J. F. **Qualidade de água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo GAT nos Estados de RN, PB e CE**. (Dissertação Mestrado). Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande. 1992, 173p.
- Novais R. F.; Neves J. C. L.; Barros N. F. **Ensaio em ambiente controlado**. In: Oliveira A. J. et al (Ed.) Métodos de pesquisa em fertilidade do solo Brasília: Embrapa-SEA, 1991. p. 189-253.
- Ó, L. M. G. do; Cova, A. M. W.; Gheyi, H. R.; Silva, N. D. da; Azevedo Neto, A. D. de. Production and quality of mini watermelon under drip irrigation with brackish water. **Revista Caatinga**, v. 33, p. 753–761, 2020.
- 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, p. 791-825, 2020.
- Pinheiro, F. W. A.; Lima, G. S. de; Gheyi, H. R.; Soares, L. A. dos A.; Oliveira, S. G. de; Silva, F. A. da. Gas exchange and yellow passion fruit production under irrigation strategies using brackish water and potassium. **Revista Ciência Agronômica**, v. 53, e20217816, p. 1-11, 2022.
- Ponce, K. S.; Guo, L.; Leng, Y.; Meng, L.; Ye, G. Advances in sensing, response and regulation mechanism of salt tolerance in rice. **International Journal of Molecular Sciences**, v.22, e2254, 2021.
- Richards, L. A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington: U.S, **Department of Agriculture**. 1954. 160 p. USDA Handbook 60.
- Silva, S. S. da; Lima, G. S. de; Lima, V. L. A. de; Gheyi, H. R.; Soares, L. A. dos A.; Moreira, R. C. L. Gas exchanges and production of watermelon plant under salinity management and nitrogen fertilization. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 49, e54822, 2019.
- Silva, B. A. da, Silva, J. de S., Silva, T. I. da, Costa, R. S. da, Castro, C. S. de, Oliveira, L. K. B. de, Sousa, T. R. M. de, Rodrigues, C. Y. A. C., Cardoso, F. B., Mesquita, R. O. Bioestimulant with *Ascophyllum nodosum* and fulvic acids as mitigating factors of salinity damage in soybean. = **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 28, e278961, 2024.