



IRRIGAÇÃO COM ÁGUA SALINA E DOSES DE STIMULATE® NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE MORINGA

Jean Telvio Andrade Ferreira¹, Geovani Soares de Lima², Lauriane Almeida dos Anjos Soares³, Reynaldo Teodoro de Fátima¹, Micaela Benigna Pereira⁴, Jackson Silva Nóbrega⁵

RESUMO: A *Moringa oleífera* L. é uma importante fonte de forragem animal por possuir elevados teores nutricionais. Neste contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar o desenvolvimento de plantas de moringa em função de irrigação com água salina e doses de Stimulate®. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, cujos tratamentos consistiram de condutividades elétricas da água de irrigação e doses de bioestimulante, com valor mínimo ($-\alpha$) e máximo (α) respectivamente de 0,5 e 10,0 dS m⁻¹ e 0,0 e 10 ml L⁻¹, totalizando 9 tratamentos obtidos pela matriz composto central de box. O bioestimulante conseguiu amenizar esses danos causados pela salinidade no comprimento das raízes de diâmetro radicular, além de melhorar a parte aérea das plantas de moringa

PALAVRAS-CHAVE: atenuação, *Moringa oleífera* L., salinidade.

IRRIGATION WITH SALINE WATER AND DOSES OF STIMULATE® IN THE PRODUCTION OF MORINGA SEEDLINGS

ABSTRACT: *Moringa oleífera* L. is an important source of animal fodder because of its high nutritional content. The objective was to evaluate root length, root diameter and root/shoot ratio in moringa plants as a function of irrigation with saline water and doses of Stimulate®. The design used was randomized blocks, whose treatments consisted of electrical conductivities of irrigation water and doses of biostimulant, with minimum ($-\alpha$) and maximum (α) values of 0.5

¹ Discente do Curso de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, CEP 584290-900, Campina Grande, PB. E-mail: jeantelvioagronomo@gmail.com; reynaldo.t16@gmail.com

² Prof. Doutor, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, CEP 58429-900, Campina Grande, PB. Fone (83) 99945-9864. E-mail: geovanisoareslima@gmail.com

³ Profa. Doutora, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Fone (83) 996601591 PB. E-mail: laurispo.agronomia@gmail.com

⁴ Doutora em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). E-mail: micabellebp@gmail.com

⁵ Bolsista de Pós-Doutorado Júnior do CNPq, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, CEP 58429-900 PB. Fone (83)99808-3364 E-mail: jacksonnobreaga@hotmail.com

and 10.0 dS m⁻¹, respectively, and 0.0 and 10 ml L⁻¹, totaling 9 treatments obtained by the central composite matrix of box. The biostimulant was able to mitigate the damage caused by salinity in the length of the roots in root diameter, in addition to improving the aerial part of the moringa plants

KEYWORDS: mitigation, *Moringa oleifera* L., salinity.

INTRODUÇÃO

A *Moringa oleifera* L. possui importantes características nutricionais como vitaminas, proteínas e aminoácidos, destacando-se como uma alternativa nutricional, podendo ser consumida in natura ou extrato aquoso (CHHIKARA et al., 2020). Na região Nordeste, problemas como a indisponibilidade de água com baixa condutividade elétrica são advindas de condições climáticas como elevada evapotranspiração e irregularidade dos índices pluviométricos aliados a um mau manejo produtivo, o que reflete no aumento da salinidade das águas (SANTOS et al., 2018). Visando minimizar os efeitos deletérios causados pela salinidade, busca-se alternativas como a utilização de bioestimulantes, já que estes condicionam o crescimento das plantas e a absorção de nutrientes (RODRIGUES et al., 2019). Diante disso, objetivou-se avaliar Comprimento da raiz, diâmetro radicular e relação raiz/parte aérea em plantas de moringa em função da irrigação com águas salinas e das doses de Stimulate®.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de maio a agosto de 2019 em ambiente protegido, no Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba, Areia, Paraíba, Brasil. O município está situado nas coordenadas geográficas 6o 58' 00'' S e 35o 41' 00'' W com altitude de 575 m. Como delineamento experimental, adotou-se blocos casualizados, com quatro repetições e duas plantas por parcela. Os tratamentos consistiram na combinação entre cinco condutividade elétrica da água de irrigação (CEai) e cinco doses de bioestimulante (DB), obtidos através da matriz Composto Central de Box (MATEUS et al., 2001), como apresentado na Tabela 1 totalizando 9 tratamentos com quatro repetições constituídas por quatro plantas.

As águas utilizadas na irrigação foram obtidas por meio da diluição da água do sistema de abastecimento da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) CEa ≤ 0,5 dS m⁻¹ e

acrescentando-se (NaCl) utilizando a expressão “ $CS = 0,01 [(CEd - 0,4) / Gp] \times Peq$ ” como sugerido por Lima et al. (2001) onde CS: concentração iônica ($g L^{-1}$); CEd: condutividade elétrica desejada; Peq: peso equivalente; Gp: grau de pureza de 97%, com os valores aferidos com condutivímetro digital portátil modelo microprocessado Instrutherm® (modelo CD-860). A irrigação foi feita diariamente com o início da aplicação das águas salinas aos 10 dias após a sementeira, sendo o volume aplicado estabelecido pelo método de lisimetria de drenagem, a partir da diferença entre a quantidade aplicada e drenada. O bioestimulante utilizado foi o Stimulate®, composto por 0,005% do ácido indolbutírico (auxina), 0,009% de cinetina (citocinina) e 0,005% do ácido giberélico (giberelina), sendo o único biorregulador registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). As concentrações utilizadas no experimento foram baseadas na pesquisa realizada por Santos et al. (2013) com girassol (*Helianthus annuus* L.) aplicado 20 dias após o plantio.

Tabela 1. Tratamentos gerados através da matriz Composto Central de Box (CCB).

Tratamentos	Níveis		Valores CEai (dS m ⁻¹)	Doses D _B (g L ⁻¹)
	CEai	D _{NF}		
1	-1	-1	1,88	1,45
2	-1	1	1,88	8,55
3	1	-1	8,62	1,45
4	1	1	8,62	8,55
5	-1,41(α)	0	0,50	5,00
6	1,41(α)	0	10,00	5,00
7	0	-1,41(α)	5,25	10,00
8	0	1,41(α)	5,25	0,00
9	0	0	5,25	5,00

CEai: Condutividade elétrica da água de irrigação; DB: Doses de bioestimulante.

As sementes utilizadas foram obtidas no município de Pombal-PB e a sementeira em sacos de polietileno de $1,2 dm^{-3}$ com substrato na proporção 3:1:1 de solo em volume do tipo Latossolo (EMBRAPA, 2018), esterco bovino curtido e areia lavada respectivamente. Estão descritos na (Tabela 2) os atributos químicos do substrato

Tabela 2. Atributos químicos do substrato utilizado no experimento, antes da aplicação dos tratamentos.

pH	M.O	P	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	SB	H ⁺ + Al ⁺³	Al ⁺³	CTC
	g kg ⁻¹	-- mg kg ⁻³ --					cmol _c dm ⁻³			
7,8	22,2	85,5	693,6	2,9	1,6	0,2	6,5	0,0	0,0	6,5

M.O= matéria orgânica; SB= saturação por bases; CTC= capacidade de troca de cátions.

Aos 60 DAE, foram realizadas as avaliações do comprimento radicular com auxílio de régua graduada em milímetro e o diâmetro radicular (DR), com paquímetro digital. Para avaliar o acúmulo de fitomassa seca de caule (MSC), folhas (MSF) e raízes (MSR), as plantas de cada tratamento foram cortadas, separadas as distintas partes (folhas, caule e raízes) e acondicionadas em sacos de papel e postas para secar em estufa com ventilação forçada de ar, a temperatura de 65 °C, até a obtenção de peso constante. Após a secagem o material foi pesado em balança de precisão obtendo-se os valores expressos em grama (g), para a fitomassa seca de folhas (FSF), de caule (FSC), e de raízes (FSR). A FSPA foi determinada a partir do somatório da fitomassa seca de folhas mais a de caule

A relação raiz/parte aérea (R/PA) foi calculada pelo quociente entre os valores de fitomassa das raízes e da parte aérea da planta, segundo a Eq. 2:

$$R/PA = FR/FPA (g g^{-1}) \tag{1}$$

Em que: FR – fitomassa das raízes; FPA – fitomassa da parte aérea no tempo t (g).

Os dados foram submetidos à análise de variância e análise de regressão polinomial, utilizando-se o programa estatístico R (R CORE TEAM, 2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação entre os níveis de salinidade da água e as doses de Stimulate influenciou de forma significativa o comprimento radicular (CR) e diâmetro radicular (DR). Houve efeito significativo do bioestimulante sobre a relação raiz/parte aérea (Tabela 3).

Tabela 3. Resumo da análise de variância para as variáveis de comprimento radicular (CR), diâmetro radicular (DR), relação raiz/parte aérea (R/PA) de plantas de moringa em função da irrigação com água salina e aplicação de bioestimulante aos 60 DAE.

Tratamentos	GL			
		CR	DR	R/PA
Bloco	1	1,16 ^{ns}	1,79 ^{ns}	0,074 ^{ns}
Tratamentos		10,36 ^{**}	10,72 ^{**}	0,613 ^{**}
CEai (L)	1	0,76 ^{ns}	1,24 [*]	0,033 ^{ns}
CEai (Q)	3	0,49 ^{ns}	1,30 [*]	0,015 ^{ns}
Stimulate(L)	3	2,29 ^{**}	2,13 ^{**}	0,849 ^{**}
Stimulate (Q)	1	2,98 ^{**}	3,28 ^{**}	0,401 ^{**}
CEai × Stimulate	1	0,37 [*]	0,29 ^{**}	0,042 ^{ns}
CV (%)		7,20	6,70	9,40

ns, **, * respectivamente não significativo, significativo a $p \leq 0,01$ e $p \leq 0,05$.

O valor máximo de comprimento de raiz 18,00 cm foi obtido sob o nível de CEai 4,43 dS m^{-1} e 4,10 $ml L^{-1}$ isso corresponde a um aumento de 89 % comparado ao menor valor 9,47 que

foram encontradas nas plantas cultivadas sob CEai 10,00 dS m⁻¹ e maior valor do bioestimulante (Figura 1A). No diâmetro radicular (Figura 1B) o menor valor (9,81 mm) foi obtido sob salinidade da água de 10,00 dS m⁻¹ e 0,0 (ml L⁻¹) uma diminuição de 68,39% comparado ao maior valor 16,52 que ocorreu na de CEai 4,43 dS m⁻¹ e 2,17 ml L⁻¹ do atenuante. Este comportamento nas raízes indica danos ocasionados pelo alto índice salino da maior dose, prejudicando a absorção de água e nutrientes, porém pode-se observar efeitos benéficos quando houve a interação com o bioestimulante em salinidades menores (CELTA, 2020). No que diz respeito a relação raiz/parte aérea (Figura 2) o aumento na dose do estimulante ocasionou o maior crescimento na dose 3,5 ml L⁻¹ e a partir desta houve decréscimo, esse acréscimo pode ser explicado devido o incremento gerado no crescimento vegetal pela atuação no estímulo a enzimas, hormônios, clorofila, armazenamento e transporte de nitrogênio (EL BOUKHARI et al., 2020). Este resultado da relação R/PA indica que apesar dos danos causados pela salinidade nas raízes, obteve-se resultados positivos com o uso do bioestimulante fazendo com que a planta tivesse um aumento na parte aérea como mecanismo de tolerância ao estresse (CAVALCANTI et al., 2021).

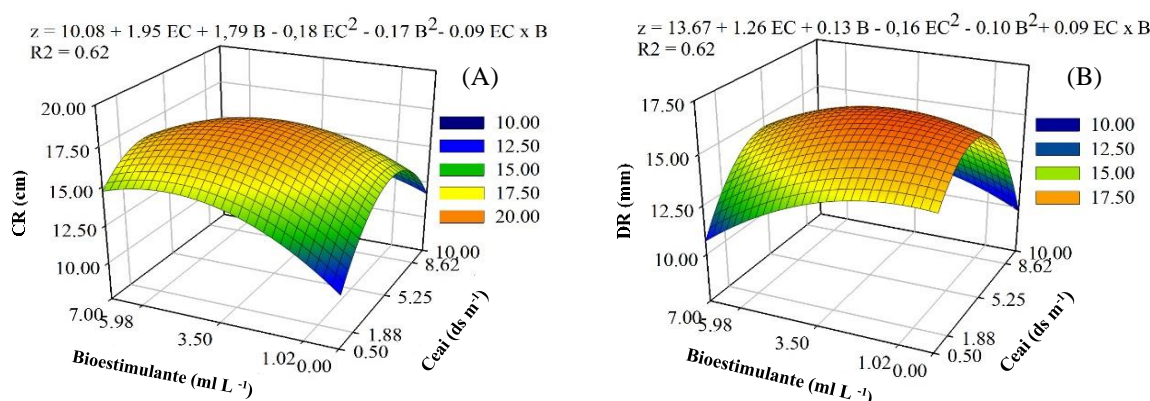


Figura 1. Comprimento da raiz (A) e diâmetro radicular (B) de plantas de moringa em função da irrigação com água salina e aplicação de bioestimulante, aos 60 dias após a emergência (DAE).

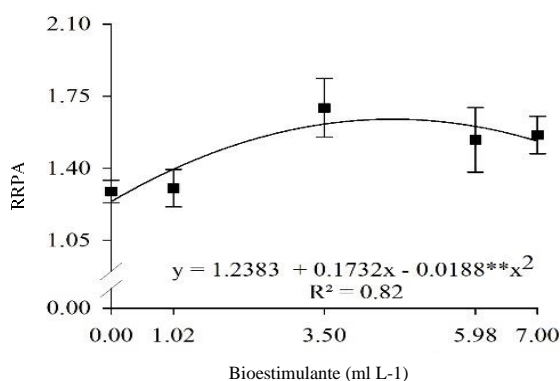


Figura 2. Relação raiz/parte aérea – R/PA de plantas de moringa, em função da aplicação de bioestimulante, aos 60 dias após a emergência (DAE).

CONCLUSÕES

O bioestimulante atenua os efeitos da salinidade nas raízes e proporciona benefícios no crescimento da parte aérea de mudas de moringa

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAVALCANTI, M. L.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; BARROS JÚNIOR, G.; SOARES, F. A.; SIQUEIRA, E. D. C. Tolerância da mamoneira BRS 149 à salinidade: germinação e características de crescimento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, p. 57-61, 2021.

CHHIKARA, N.; KAUR, A.; MANN, S.; GARG, M. K.; SOFI, S. A.; PANGHAL, A. Bioactive compounds, associated health benefits and safety considerations of *Moringa oleifera* L.: An updated review. **Nutrition & Food Science**, v. 51, n. 2, p. 255-277, 2021.

EL BOUKHARI, M. E. M.; BARAKATE, M.; BOUHIA, Y.; LYAMLOULI, K. Trends in seaweed extract based biostimulants: Manufacturing process and beneficial effect on soil-plant systems. **Plants**, v. 9, n. 3, p. 359, 2020.

MATEUS, N. B.; BARBIN, D.; CONAGIN, A. Viabilidade de uso do delineamento composto central. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 23, n.6, p. 1537-1546, 2001.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2017.

RODRIGUES, J. S.; GARRIDO, M. S.; BEZERRA D. SILVA, J. A.; SIMÕES, W. L.; SILVA, R. A.; AMORIM, M. N. Growth and nutritional status of maize plants in response to different doses and application frequencies of biofertilizer. **Científica**, Dracena, SP, v. 47, n. 1, p. 123–131, 2019.

SANTOS, G. P.; CAVALCANTE, L. F.; NASCIMENTO, J. A. M.; LIMA NETO, A. J.; MERDEIROS, S. A. S.; CAVALCANTE, Í. H. L. Nutritional status of yellow passion fruit fertilized with phosphorus sources and doses. **Revista de ciência do solo e nutrição de plantas**, v. 18, n.2, p.388-402, 2018.