

## EFEITO DA APLICAÇÃO DE BIOFERTILIZANTE LÍQUIDO NO DESENVOLVIMENTO DO SORGO IRRIGADO COM ÁGUA SALOBRA<sup>1</sup>

R. A. de Sousa<sup>2</sup>, C. F. de Lacerda<sup>3</sup>, A. L. R. Neves<sup>4</sup>, E. M. de Aguiar<sup>5</sup>, S. C. Praxedes<sup>5</sup>,  
R. N. T. Costa<sup>3</sup>

**RESUMO:** Com o objetivo avaliar os efeitos da salinidade da água de irrigação e doses de biofertilizante Ative®, sobre o desenvolvimento de plantas de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench.] cv. BRS Ponta Negra desenvolveu-se este trabalho, em casa de vegetação. As plantas foram cultivadas em vasos contendo 23 kg de solo arenoso. Foram testados quatro níveis de salinidade: 0,2; 2,0; 4,0; e 6,0 dS m<sup>-1</sup>. Para a obtenção dos níveis de salinidade utilizou-se água de açude adicionada com sais de NaCl, CaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O e MgCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O, na proporção de 7:2:1. As doses de biofertilizante Ative® foram 75, 150, 225 e 300 L ha<sup>-1</sup>. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições, em esquema fatorial 4 x 4. Foram avaliadas as seguintes variáveis: matéria seca total; diâmetro do colmo; altura das plantas; área foliar total; suculência foliar; massa específica foliar. Também foram realizadas análises de solo ao final do experimento. Houve aumento da salinidade e da porcentagem de sódio trocável no solo. Todas as variáveis analisadas foram afetadas negativamente pelo aumento da salinidade da água de irrigação. O aumento da concentração de biofertilizante, nos limites empregados no presente estudo, não minorou os efeitos da salinidade no crescimento de plantas de sorgo.

**PALAVRAS-CHAVE:** crescimento, salinidade, *Sorghum bicolor* L., irrigação

## EFFECT OF THE APPLICATION OF LIQUID BIOFERTILIZER IN THE DEVELOPMENT OF IRRIGATED SORGHUM WITH SALINE WATER

**ABSTRACT:** Effect of biofertilizer application on sorghum plants irrigated with saline water. The objective of this study was to evaluate the effects of irrigation water salinity and doses Ative® biofertilizers on the development in sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench.] Cv. BRS

<sup>1</sup> Parte da tese de doutorado do primeiro autor

<sup>2</sup> Doutor, Professor UAECA/EAJ-UFRN, Caixa Postal 07, CEP 59280-000, Macaíba, RN, Fone (84)994008021. E-mail: roalsoagro@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Doutor, Professor CCA-UFC, Fortaleza – CE.

<sup>4</sup> Doutora, Pesquisadora CCA-UFC, Fortaleza – CE.

<sup>5</sup> Doutor, Professor UAECA/EAJ-UFRN, Macaíba – RN.

Ponta Negra, in greenhouse. The plants were grown in pots containing 23 kg of sandy soil. Four salinity levels were tested: 0.2; 2.0; 4.0; and 6.0 dS m<sup>-1</sup> was used for its making, pond water with added salts NaCl, CaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O and MgCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O a ratio of 7:2:1. Biofertilizer doses were 75, 150, 225 and 300 L ha<sup>-1</sup>. The experimental design was completely randomized with four replications in a factorial 4 x 4. The following variables were assessed: total dry matter; stem diameter; plant height; total leaf area; leaf succulence; leaf density. In addition to the soil analysis and soil solution at the end of the experiment. There was an increase of salinity and exchangeable sodium percentage in the soil. All the analyzed variables were negatively affected by the increase in water salinity. Increasing the concentration of biofertilizer within the limits used in the present study, it did not ameliorate the effects of salinity on growth of sorghum plants.

**KEYWORDS:** growth, salinity, irrigation, *Sorghum bicolor* L.

## INTRODUÇÃO

A água disponível para consumo humano e para a prática agrícola, vem sendo reduzida tanto em qualidade como em quantidade, sendo necessário o uso alternativo de água de qualidade inferior para atender a demanda da irrigação na região do semiárido Nordeste (Silva et al., 2014). Em ambiente salino, o crescimento das plantas é afetado pela interação complexa de hormônios, efeitos osmóticos, efeito de íons específicos e desequilíbrios nutricionais, provavelmente, tudo podendo ocorrer simultaneamente (Badar et al., 2015).

Várias alternativas para minorar os efeitos da água salina, tanto no solo quanto nas plantas, vêm sendo testadas, dentre elas a aplicação de biofertilizantes (Oliveira et al., 2015) aparece como forma de reativar a atividade microbiológica do solo, prejudicada pelo conteúdo elevado de sais da água de irrigação (Van Horn et al., 2014).

O sorgo é considerado tolerante à salinidade apresentando-se como alternativa de substituição do milho na alimentação animal, com utilização na alimentação devido ao grande teor de proteína, amido e outros nutrientes, além de ser uma importante fonte de produção de forragem nas regiões semiáridas (Ngara et al., 2012). Entretanto, são escassos na literatura pesquisas com a aplicação de doses de biofertilizante no sorgo no intuito de mitigar os efeitos deletérios da salinidade. Portanto, este trabalho objetivou avaliar as variáveis de crescimento em sorgo cultivar BRS Ponta Negra submetidas a diferentes doses de biofertilizantes e irrigadas com águas de crescentes níveis de salinidades.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação localizada na Escola Agrícola de Jundiá – Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias, pertencente a Universidade Federal do Rio Grande do Norte, localizada no município de Macaíba – RN, nas coordenadas geográficas de 5°53'02"S 35°21'49"W e a uma altitude de 17 m. O clima da região, de acordo com a classificação de Koppen, é do tipo As, tropical com estação seca, com precipitação pluvial média anual de 1134 mm, temperatura média anual em torno de 25,9 °C e umidade relativa do ar de 76% (Vianello & Alves, 1991).

Foram avaliadas quatro doses do biofertilizante comercial (75, 150, 225 e 300 L ha<sup>-1</sup>), e as plantas de sorgo cv. BRS Ponta Negra foram irrigadas com quatro níveis de salinidade da água (0,2; 2,0; 4,0 e 6,0 dS m<sup>-1</sup>). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições no esquema fatorial 4 x 4, totalizando 16 tratamentos.

Para o preparo das soluções salinas, foram utilizados os sais de NaCl, CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O e MgCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O dissolvidos em água de açude, na proporção de 7:2:1, obedecendo-se à relação entre a condutividade elétrica da água de irrigação (CE<sub>a</sub>) e sua concentração (mmolc L<sup>-1</sup> = CE x 10). Na Tabela 1, observa-se a composição química das águas utilizadas para a irrigação no experimento. O turno de rega foi diário. A quantidade de água aplicada no experimento foi estimada com o objetivo de atingir a capacidade de campo do solo e a água começasse a percolar adicionando-se, aproximadamente, uma fração de lixiviação de 15%. Até o desbaste utilizou-se água de açude.

**Tabela 1.** Composição química das águas de irrigação usadas no experimento.

Água	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	pH	CE <sub>a</sub>	RAS
	mmolc L <sup>-1</sup>								(dS m <sup>-1</sup> )	
S0	0,15	0,22	0,85	0,20	1,12	0,00	0,42	7,0	0,20	1,11
S1	3,71	1,32	10,37	0,15	16,35	0,00	0,4	6,7	2,00	4,48
S2	7,63	2,75	26,97	0,14	40,65	0,00	0,44	6,7	4,00	9,22
S3	12,43	5,49	38,55	0,21	60,73	0,00	0,46	6,6	6,00	10,9

Fonte: Laboratório de Análises de Solo, Água e Planta–EMPARN CE<sub>a</sub> = condutividade elétrica da água de irrigação; RAS = relação de adsorção de sódio. S0 = água de açude do Bebo; S1 = solução salina 1; S2 = solução salina 2; S3 = solução salina 3.

Utilizou-se como fonte de matéria orgânica, um biofertilizante comercial, na forma líquida, composto de água, quelato de cálcio, ácidos carboxílicos, nitrato de cálcio, nitrato de magnésio e ácido acético, conforme informações oriundas do fabricante, cujas características químicas estão representadas na Tabela 2. As aplicações das doses de biofertilizante, tiveram

início aos dez dias após a semeadura. O biofertilizante foi diluído em água não salina, colocando-se em cada vaso as doses de 0,75, 1,5, 2,25 e 3,00 mL/vaso/vez, correspondentes às doses de biofertilizante, 75, 150, 225 e 300 L ha<sup>-1</sup>. As aplicações foram feitas no período da manhã, com intervalos de dois dias, totalizando ao final do experimento, dezessete aplicações de biofertilizante diluído.

**Tabela 2.** Composição química do biofertilizante líquido concentrado utilizado no experimento.

Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	pH	CE <sub>B</sub> (dS m <sup>-1</sup> )	RAS <sub>B</sub>
mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>									
246,6	80,4	70,11	10,3	900,00	0,00	0,00	2,8	704	5,5

Fonte: Laboratório de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas – DCS/UFERSA. CE<sub>B</sub> = condutividade elétrica do biofertilizante concentrado. RAS<sub>B</sub> = relação de adsorção de sódio do biofertilizante.

Para a instalação do experimento, colocou-se aproximadamente 23 kg de solo arenoso (Tabela 3) em vasos plásticos de 21 L perfurados na face inferior. Logo em seguida, os vasos foram colocados em uma das bancadas da casa de vegetação. A semeadura foi realizada colocando-se dez sementes de sorgo cv BRS Ponta Negra em cada vaso.

**Tabela 3.** Análises químicas e classificação textural do solo utilizado no experimento.

Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup>	Al <sup>3+</sup>	SB	t	P	pH	CE <sub>es</sub> (dS m <sup>-1</sup> )	PST (%)	V	Dg (g cm <sup>-3</sup> )	T
cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>								(mg dm <sup>-3</sup> )						
0,8	0,7	0,05	0,13	1,82	0,65	1,7	3,5	1,31	5,0	0,1	1,0	49	1,46	Areia

Fonte: Laboratório de Solos e Água – DCS/CCA/UFC. SB = soma de bases; t = capacidade de troca catiônica efetiva; pH = pH em água (1:2,5); CE<sub>es</sub> = condutividade elétrica do extrato de saturação; PST = porcentagem de sódio trocável; V = saturação por bases; Dg = densidade global, T = textura.

A germinação ocorreu cinco dias após a semeadura sendo o desbaste realizado dez dias após a semeadura, deixando-se duas plantas por vaso. Após o desbaste, iniciou-se a aplicação dos tratamentos com a água de diferentes salinidades. A adubação química constituiu na aplicação de ureia (0,94 g vaso<sup>-1</sup>), cloreto de potássio (0,49 g vaso<sup>-1</sup>) e superfosfato simples (1,96 g vaso<sup>-1</sup>), seguindo a recomendação para a cultura. Realizou-se o monitoramento diário do ensaio para evitar o ataque de pragas e infestação de doenças. Foram realizadas medições de altura da planta, utilizando-se uma trena, medindo-se da superfície do solo até a inserção da folha mais nova; e, o diâmetro do colmo + bainhas com um paquímetro digital Insize, a uma altura de 10 cm a partir da superfície do solo. As medições foram realizadas em intervalos de dez dias após a semeadura.

Aos sessenta dias após a semeadura, procedeu-se a coleta do experimento, sendo estimada a área foliar das plantas através da metodologia proposta por Hassan et al. (2010). Determinou-se, também o peso fresco dos limbos foliares, colmos + bainhas e sistema radicular.

O material coletado (colmos + bainhas, limbos foliares e sistema radicular), após pesagem foi acondicionado em sacos de papel e levados à estufa com circulação forçada, a 65 °C, por um período de sete dias, quando se constatou o peso constante das amostras, visando a obtenção da matéria seca do material. Determinou-se, a partir desses dados, a massa específica foliar ( $\text{g MS dm}^{-2}$ ) e a suculência foliar ( $\text{g H}_2\text{O dm}^{-2}$ ) segundo a metodologia de Mantovani (1999).

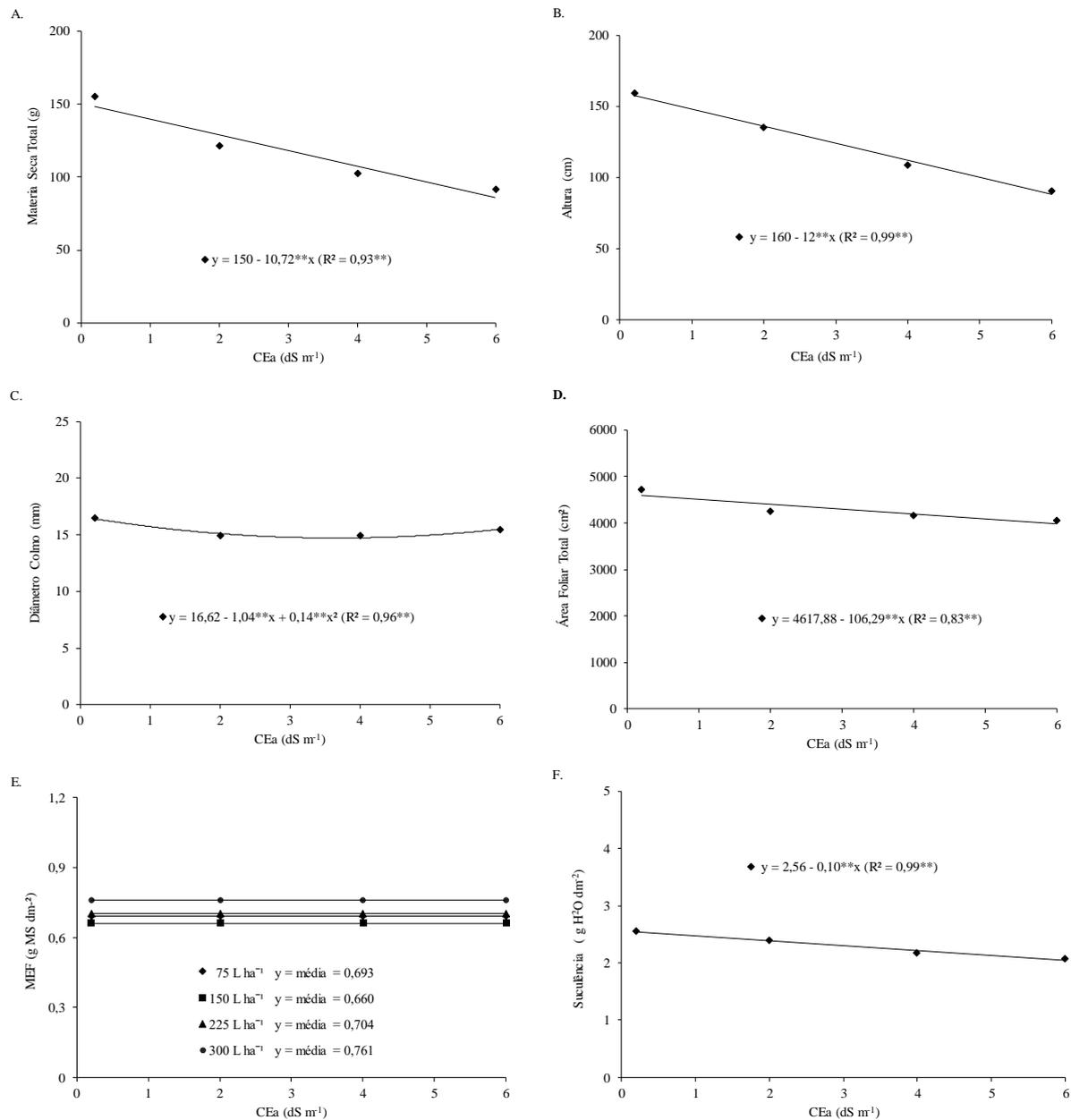
Após a coleta das plantas do experimento, realizou-se a coleta de amostras de solo de cada vaso na profundidade de 20 cm, nas repetições de cada tratamento, foram homogeneizadas formando uma amostra composta por tratamento, logo em seguida foram acondicionadas em sacos plásticos correspondente a cada tratamento, para determinação da condutividade elétrica do extrato de saturação e porcentagem de sódio trocável no solo, em laboratório (Silva, 1999).

Os resultados das variáveis foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey com  $p < 0,05$  (comparação das doses de biofertilizante) utilizando-se o programa ASSISTAT 7.6 Beta. A análise de regressão foi empregada para a avaliação dos efeitos da salinidade da água de irrigação e da interação, quando significativa.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A matéria seca total das plantas de sorgo cv. BRS Ponta Negra (Figura 1A), apresenta decréscimo de 10,7 g para cada incremento unitário da salinidade da água de irrigação ( $p < 0,05$ ), de modo que o menor valor de matéria seca total foi de 85,68 g na maior salinidade aplicada, atingindo redução total de 42% em relação ao valor obtido com a menor salinidade da água ( $\text{CEa} = 0,2 \text{ dS m}^{-1}$ ), que foi de 147,85 g. Não houve efeito significativo para as doses de biofertilizantes nessa variável ( $p > 0,05$ ).

Na Figura 1B, verifica-se que a altura das plantas foi negativamente afetada pela salinidade crescente da água de irrigação ( $p < 0,05$ ), com decréscimo de 12 cm para cada incremento unitário da salinidade da água de irrigação, deste modo o menor valor de altura obtido (88 cm) foi na máxima salinidade aplicada ( $\text{CEa} = 6,0 \text{ dS m}^{-1}$ ), e em relação ao menor nível de salinidade, houve redução total de 44% na altura das plantas. Desai et al. (2012), em dois genótipos de sorgo submetidos a salinidade crescente da água de irrigação, em condições de casa de vegetação encontraram redução média de 94% na altura nos dois genótipos avaliados.



**Figura 1.** Matéria seca total de plantas (A), altura de plantas (B), diâmetro do colmo (C), área foliar total (D), massa específica foliar (E) e suculência foliar (F) nas plantas de sorgo cv. BRS Ponta Negra, em função da salinidade da água de irrigação (CEa).

Quanto ao comportamento do diâmetro do colmo (Figura 1C), verifica-se decréscimo de apenas de 10% nos níveis iniciais de salinidade da água de irrigação ( $p < 0,05$ ) atingindo o valor mínimo (14,69 mm) na salinidade igual a 3,7 dS m<sup>-1</sup> e a partir deste nível incremento de 5% até a máxima salinidade aplicada (6 dS m<sup>-1</sup>), com valor igual a 15,42 mm. Na Figura 1D, observa-se que a área foliar total apresentou decréscimo de 106,3 cm<sup>2</sup> por incremento unitário dos níveis de salinidade ( $p < 0,05$ ), com valor de 4596,62 cm<sup>2</sup> na menor salinidade (CEa = 0,2 dS m<sup>-1</sup>) e na maior salinidade (CEa = 6,0 dS m<sup>-1</sup>), o valor de área foliar total igual a 3980,14 cm<sup>2</sup>, desta forma obteve-se 13% de redução total nesta variável. O desenvolvimento das plantas é afetado

à medida que a área foliar é reduzida contribuindo para uma menor taxa fotossintética (Falqueto et al., 2010) e, conseqüentemente, menor acúmulo de matéria seca (Ambede et al., 2012), como verificado nesta pesquisa.

Na Figura 1E, observa-se que a massa específica foliar não se ajustou a nenhum modelo quando se incrementou a salinidade da água de irrigação ( $p > 0,05$ ), entretanto, houve influência estatística das doses de biofertilizante ( $p < 0,05$ ). Este resultado é um indicativo que não foram verificados aumento da espessura do mesofilo e das paredes celulares, induzido pelo estresse salino, como verificado em outras espécies (Sousa et al., 2010). Verifica-se na Figura 1F, que a suculência foliar reduziu  $0,10 \text{ g H}_2\text{O dm}^{-2}$ , com o incremento unitário da salinidade da água de irrigação ( $p < 0,05$ ), com valor mínimo de  $1,96 \text{ g H}_2\text{O dm}^{-2}$  na maior salinidade aplicada,  $\text{CEa} = 6,0 \text{ dS m}^{-1}$ , portanto, com redução total de 23%, em relação ao valor obtido na menor salinidade ( $\text{CEa} = 0,2 \text{ dS m}^{-1}$ ), que foi de  $2,54 \text{ g H}_2\text{O dm}^{-2}$ . Sob condições de estresse salino, o aumento da suculência tende a reduzir as concentrações de íons intracelulares e, assim, evitar o acúmulo excessivo de íons na seiva das folhas (Sucre & Suárez, 2011), o que não ocorreu neste trabalho.

Observa-se na Tabela 4 que a influência isolada das doses do biofertilizante não produziu efeito sobre as variáveis matéria seca total, diâmetro do colmo e suculência foliar, com valores médios estatisticamente iguais, pelo teste de Tukey a 5%. Entretanto, as variáveis altura das plantas e área foliar total sob a concentração  $150 \text{ L ha}^{-1}$  apresenta os maiores valores médios e os menores valores médios foram obtidos na dose  $300 \text{ L ha}^{-1}$ . Neste trabalho, a maior dose de biofertilizante aplicada ( $300 \text{ L ha}^{-1}$ ) proporcionou maior valor médio da massa específica foliar, seguido das doses 225, 75 e  $150 \text{ L ha}^{-1}$  (Tabela 4), de acordo com o teste de Tukey a 5%.

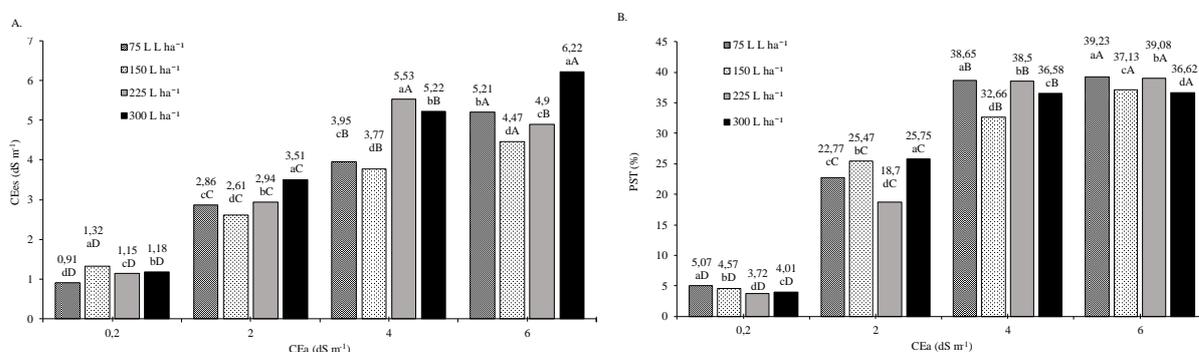
**Tabela 4.** Teores médios da matéria seca total (MST), altura de plantas (ALT), diâmetro do colmo (DIAM), área foliar total (AFT), massa específica foliar (MEF) e suculência foliar (SUC), em plantas de sorgo cv. BRS Ponta Negra submetidas a diferentes doses de biofertilizante.

Biofertilizante ( $\text{L ha}^{-1}$ )	MST (g)	ALT (cm)	DIAM (mm)	AFT ( $\text{cm}^2$ )	MEF ( $\text{g MS dm}^{-2}$ )	SUC ( $\text{g H}_2\text{O dm}^{-2}$ )
75	121,35a	134,05a	15,81a	4271,18ab	0,693ab	2,32a
150	117,92a	137,03a	15,48a	4492,12a	0,660 b	2,23a
225	112,91a	111,20 b	15,35a	4306,31ab	0,704ab	2,71a
300	118,30a	112,33 b	15,44a	4105,22 b	0,761a	2,39a

Os biofertilizantes possuem a capacidade de acelerar determinado processo microbiano para aumentar a extensão da disponibilidade de nutrientes numa forma que pode ser assimilado pela planta (Mohammadi & Sohrabi, 2012), entretanto, a maior importância do biofertilizante

como fertilizante, não está nos quantitativos dos seus nutrientes, mas na diversidade da composição mineral, que pode formar compostos quelatizados e serem disponibilizados pela atividade biológica e como ativador enzimático do metabolismo vegetal (Lacerda et al., 2010), o que não se verificou nesse trabalho devido, provavelmente, a classificação textural do solo utilizado (Tabela 3).

A irrigação com água salina elevou bruscamente a condutividade elétrica do extrato de saturação (Figura 2A) e a porcentagem de sódio trocável (Figura 2B) do solo,  $p < 0,05$ , independente da aplicação das doses de biofertilizante. Entretanto, a dose de 150 L ha<sup>-1</sup> de biofertilizante, apresentou redução de 32% nos valores da condutividade elétrica do solo em relação as demais, para os maiores níveis de salinidade (4 e 6 dS m<sup>-1</sup>), enquanto que para a PST a redução foi de 15% (CEa = 4 dS m<sup>-1</sup>) e de 6% (CEa = 6 dS m<sup>-1</sup>). Ao comparar os resultados na Figura 2A com o valor inicial de condutividade elétrica do extrato de saturação, de 0,1 dS m<sup>-1</sup> (Tabela 3), constata-se que a irrigação com água de boa qualidade (CEa = 0,2 dS m<sup>-1</sup>) elevou a salinidade do solo para valores de 0,91, 1,32, 1,15 e 1,18 dS m<sup>-1</sup> nas doses de 75, 150, 225 e 300 L ha<sup>-1</sup> de biofertilizante, respectivamente. Quanto ao solo sob irrigação com água salina (2, 4 e 6 dS m<sup>-1</sup>), houve incremento de 99%, em média, na CEEs, em relação a salinidade inicial do solo, independente das doses de biofertilizante.



**Figura 2.** Valores médios da condutividade elétrica do extrato de saturação (A) e porcentagem de saturação de sódio no solo (B) em função da salinidade da água de irrigação. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. Letras maiúsculas representam a salinidade da água de irrigação e letras minúsculas doses de biofertilizante.

Resultados semelhantes foram encontrados por Nascimento (2010) ao concluir que a irrigação com água de maior salinidade eleva o caráter salino do solo, entretanto, em relação aos tratamentos com água salina, a condutividade elétrica do solo aumenta, também, em função do aumento do biofertilizante, o mesmo sendo observado para a variável PST.

## CONCLUSÕES

A salinidade da água de irrigação influenciou negativamente nas variáveis de crescimento exceto a massa específica foliar.

Houve aumento da salinidade e da porcentagem de sódio trocável do solo, com o incremento da salinidade e das doses de biofertilizante.

A aplicação do biofertilizante não foi eficaz em minorar os efeitos deletérios da salinidade nas plantas.

## REFERÊNCIAS

AMBEDE, J. G.; NETONDO, G. W.; MWAI, G. N.; MUSYIMI, D. M. NaCl salinity affects germination, growth, physiology, and biochemistry of bambara groundnut. *Brazilian Journal Plant Physiology*, v.24, n.3, p.151-160, 2012.

BADAR, R.; BATOOL, B.; ANSARI, A.; MUSTAFA, S.; AJMAL, A., PERVEEN, S. Amelioration of salt affected soils for cowpea growth by application of organic amendments. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, v.3, n.6, p. 87-90, 2015.

DESAI, D.; KHARE, T.; KUMAR, V. Sulfate and chloride salinity induced effects on physiological and biochemical parameters of sorghum. *International Journal of Biochemistry and Biotechnology*, v.1, n.2, p.5-10, 2012.

FALQUETO, A. R.; SILVA, F. S. P.; CASSOL, D.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M.; OLIVEIRA, A. C.; BACARIN, M. A. Chlorophyll fluorescence in rice: probing of senescence driven changes of PSII activity on rice varieties differing in grain yield capacity. *Brazilian Journal Plant Physiology*, v.22, p.35-41, 2010.

HASSAN, M; CHRISTOPHER, B. S. T.; GHIZAN, S.; AHMAD, B.S.; MOHAMMED, E. A.; BEHNAM, K. Non-destructive estimation of maize leaf area, fresh weight, and dry weight using length and leaf width. *Communications in Biometry and Crop Science*, v.5, n.1, p.19-26, 2010.

LACERDA, C. F.; COSTA, R N. T.; BEZERRA, M. A.; GHEYI, H. R. Estratégias de manejo para uso de água salina na agricultura. In: *Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados*. Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade. Fortaleza, CE. Parte II, cap 17, p.304-17. 2010.

MANTOVANI, A. A method to improve leaf succulence quantification. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v.42, p.9-14, 1999.

MOHAMMADI, K.H.; SOHRABI Y. Bacterial biofertilizers for sustainable crop production: a review. *Journal of Agricultural and Biological Science*, v.7, p.1-5, 2012.

NGARA, R.; NDIMBA, R.; BORCH-JENSEN, J.; JENSEN, O. N.; NDIMBA, B. Identification and profiling of salinity stress-responsive proteins in *Sorghum bicolor* seedlings. *Journal of Proteomics*, v.75, p. 4139-4150, 2012.

NASCIMENTO, J. A. M. Respostas do maracujazeiro amarelo e do solo com biofertilizante irrigado com água de baixa e alta salinidade. Mestrado em Manejo de Solo e Água, Centro de Ciências Agrárias, UFPB, Areia, 2010. 101f: il. Dissertação

OLIVEIRA, F. A.; GUEDES, R. A. A.; GOMES, L. P.; BEZERRA, F. M. S.; LIMA, L. A.; OLIVEIRA, M. K. T. Interação entre salinidade e bioestimulante no crescimento inicial de pinhão-manso. *Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.19, n.3, 204-210, 2015.

SILVA, F. C. Manual de análise químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370p

SILVA, J. L. A.; MEDEIROS, J. F.; ALVES, S. S. V.; OLIVEIRA, F. A.; SILVA JUNIOR, M. J.; NASCIMENTO, I. B. Uso de águas salinas como alternativa na irrigação e produção de forragem no semiárido nordestino. *Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.18, (Suplemento), p.S66-S72, 2014.

SOUSA, C.H.C.; LACERDA, C.F.; BEZERRA, F.M.L.; GOMES FILHO, E.; GHEYI, H.R.; SOUSA, A.E.C.; SOUSA, G.G. Respostas morfofisiológicas de plantas de sorgo, feijão-de-corda e algodão sob estresse salino. *Agropecuária Técnica – v. 31, n. 2, p 29-36, 2010.*

SUCRE, B.; SUÁREZ, N. Effect of salinity and PEG-induced water stress on water status, gas exchange, solute accumulation, and leaf growth in *Ipomoea pes-caprae*. *Environmental and Experimental Botany*, v.70, p.192–203, 2011.

VAN HORN, D. J.; OKIE, J. G.; BUELOW, H. N.; GOOSEFF, M. N.; BARRETT, J. E.; TAKACS-VESBACH, C. D. Soil microbial responses to increased moisture and organic resources along a salinity gradient in a polar desert. *Applied and Environmental Microbiology*, v.80, n.10, p. 3034-3043, 2014.

VIANELLO, R.L.; ALVES, A.R. Meteorologia Básica e Aplicações. Viçosa – MG: Imprensa Universitária. 1991. 449p.