



CRESCIMENTO DO SORGO EM FUNÇÃO DA IRRIGAÇÃO COM ÁGUA SALOBRA E APLICAÇÃO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS¹

Robson Alexandro de Sousa², Claudivan Feitosa de Lacerda³, Antônia Leila Rocha Neves⁴, Raimundo Nonato Távora Costa⁵, Fernando Felipe Ferreyra Hernandez⁶, Carlos Henrique Carvalho de Sousa⁷

RESUMO

Considerado como uma alternativa para o uso da água salina, na região do semiárido brasileiro, a aplicação de compostos orgânicos gera resultados discrepantes tanto nas plantas quanto no solo. Portanto, o objetivo desse trabalho foi avaliar os efeitos da salinidade da água de irrigação e tipos de compostos orgânicos, sobre o desenvolvimento de plantas de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench.] cv. BRS Ponta Negra. As plantas foram cultivadas em vasos contendo 23 kg de solo arenoso, em casa de vegetação. Os níveis de salinidade foram 0,2; 2,0; 4,0; e 6,0 dS m⁻¹. Os compostos orgânicos foram o esterco bovino curtido e biofertilizante Ative®, além do tratamento sem aplicação desses produtos. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco repetições, em esquema fatorial 4 x 3. Foram avaliadas as seguintes variáveis: matéria seca total; diâmetro do colmo; altura das plantas; área foliar total; suculência foliar. A salinidade da água de irrigação influenciou negativamente as variáveis avaliadas. O tratamento com esterco bovino foi estatisticamente superior aos demais, mesmo com o aumento da salinidade da água de irrigação, em todas as variáveis analisadas.

Palavras-chave: *Sorghum bicolor*, estresse salino, esterco bovino, biofertilizante.

¹ Parte da tese de doutorado do primeiro autor

² Prof Doutor, Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba, RN, Brasil, Caixa Postal 07, rasousaufrn@gmail.com

³ Prof Doutor, Departamento de Engenharia Agrícola, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, CE, Brasil, claudivan_@hotmail.com

⁴ Doutora, Departamento de Engenharia Agrícola, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, CE, Brasil, leilaneves7@hotmail.com

⁵ Prof Doutor, Departamento de Engenharia Agrícola, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, CE, Brasil, rntcosta@ufc.br

⁶ Prof Doutor, Departamento de Ciências do Solo, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, CE, Brasil, fernando.ferreyra@pesquisador.cnpq.br

⁷ Doutor, Departamento de Engenharia Agrícola, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, CE, Brasil, sousaibiapina@yahoo.com.br

GROWTH OF SORGHUM IN THE FUNCTION OF IRRIGATION WITH SALINE WATER AND APPLICATION OF ORGANIC COMPOUNDS

ABSTRACT

The alternative method to the use of saline water, in the region of the Brazilian semiarid, the application of organic compounds generates discrepant results both in plants and in the soil. Therefore, the objective of this study was to evaluate the effects of irrigation salinity water and types of organic compounds on the development in sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench.] cv. BRS Ponta Negra. The plants were grown in pots containing 23 kg of soil type sand, in greenhouse. Salinity levels were 0.2; 2.0; 4.0 and 6.0 dS m⁻¹. Organic compounds were the cattle manure and biofertilizer Ative®, in addition to treatment without application of these products. The experimental design was completely randomized with five replications in a factorial 4 x 3. The following variables were assessed: total dry matter; stem diameter; plant height; total leaf area; leaf succulence; specific leaf mass. The salinity of irrigation water adversely effect on the measured parameters. Treatment with cattle manure was statistically superior to the other, even with the increase in water salinity in all variables. This result indicates that the presence of cattle manure in the soil provided a less harmful effect to plant sorghum when irrigated with saline water.

Keywords: *Sorghum bicolor*, salt stress, cattle manure, biofertilizer.

INTRODUÇÃO

O uso da água em regiões caracterizadas por adversidades climáticas requer especial atenção para que não ocorra a escassez, principalmente, devido à má utilização na produção alimentícia. A irrigação, técnica milenar, apresenta-se como um coerente manejo da água, pois aplica-se a quantidade necessária de água para o desenvolvimento da cultura, e através de um manejo correto busca-se minimizar o desperdício do bem tão precioso que é a água.

A disponibilidade e usos da água no Nordeste brasileiro, particularmente no semiárido, é uma questão crucial no que concerne ao desenvolvimento agrícola da região, cuja característica é a irregularidade do regime pluviométrico (CIRILO et al., 2010). A associação entre a escassez de água e as altas taxas evapotranspirométricas no semiárido nordestino, contribuem para reduzir a disponibilidade hídrica e favorecer a concentração de solutos nas fontes hídricas superficiais, bem como nas fontes subterrâneas, degradando a qualidade das águas, através da salinização (MONTENEGRO; MONTENEGRO, 2012).

Todas as águas utilizadas na irrigação, independente da fonte em que foi obtida, apresentam determinadas concentrações de sais, assim o uso contínuo de áreas sob irrigação acarreta acúmulo desses sais no solo (MEDEIROS et al., 2012). O efeito da salinização sobre as plantas pode ser observado pela dificuldade de absorção de água e toxicidade de íons específicos reduzindo o crescimento e o desenvolvimento das plantas (DIAS; BLANCO, 2010).

Segundo Lacerda et al. (2010) várias alternativas têm sido avaliadas com o objetivo de possibilitar o uso de águas salinas na agricultura irrigada, tais como o uso de glicófitas tolerantes e moderadamente tolerantes, cultivo de halófitas, misturas de água de diferentes salinidades, uso cíclico de água, uso de águas salinas nos estádios em que a cultura apresenta maior tolerância, biodrenagem, aplicação de matéria orgânica, aplicação de biofertilizantes líquidos, uso de melhoradores químicos, micorrização, aplicação foliar de substâncias orgânicas e inorgânicas, rotação de culturas, aumento da densidade de plantio, entre outras.

A aplicação do esterco bovino como forma de mitigar os efeitos da salinidade sobre

CRESCIMENTO DO SORGO EM FUNÇÃO DA IRRIGAÇÃO COM ÁGUA SALOBRA E APLICAÇÃO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS

plantas constitui uma estratégia de aumentar a disponibilidade de nutrientes às plantas e estimular o seu desenvolvimento (YIP; ELIMELECH, 2013). Em situações de salinidade elevada, a atividade dos microrganismos no solo e suas interações com as raízes das plantas são prejudicadas, diminuindo a absorção de nutrientes (VAN HORN et al., 2014).

A aplicação de biofertilizantes surge como uma forma de atenuar o dano provocado pela salinização às plantas, reativando a atividade microbiológica no solo salinizado (SOUSA et al., 2014).

O sorgo mostra-se como boa opção em substituição ao milho, principalmente nas regiões de climas semiáridos, além de apresentar uma tolerância moderada ao estresse salino (CHAUHAN et al., 2012), entretanto, estudos sobre a aplicação de matéria orgânica e biofertilizantes para atenuar os efeitos da salinidade na cultura do sorgo ainda são bastante escassos.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar os efeitos da salinidade da água de irrigação e tipos adubação orgânica, esterco bovino curtido e o biofertilizante Ative®, sobre o crescimento vegetativo do sorgo cv. BRS Ponta Negra, em casa de vegetação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de 27 de outubro a 27 de dezembro de 2012, em casa de vegetação localizada na Escola Agrícola de Jundiá, pertencente a Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 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).

Utilizou-se a cultura do sorgo cv. BRS Ponta Negra, desenvolvida pela Embrapa Milho e Sorgo em conjunto com a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte – EMPARN, classificada na categoria forrageiro de pequeno porte, apresentando um ciclo médio de 90 dias entre a semeadura e o ponto de colheita.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com cinco repetições em esquema fatorial 4 x 3, totalizando doze tratamentos. Foram estudados quatro níveis de salinidade da água de irrigação (0,2; 2,0; 4,0 e 6,0 dS m⁻¹) e compostos orgânicos: esterco bovino curtido (20 t ha⁻¹) e biofertilizante Ative® (50 L ha⁻¹), além da testemunha (sem composto orgânico).

Para o preparo das soluções salinas, foram utilizados os sais de NaCl, dissolvidos em água de açude, obedecendo-se à relação entre a condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) e sua concentração (mg L⁻¹ = 640 x CE), extraída de Rhoades et al. (1992). Na Tabela 1, observa-se a composição química das águas utilizadas para a irrigação no experimento.

O turno de rega foi diário. O volume de água aplicado no experimento foi estimado mediante aplicação da água nos vasos com o objetivo de o solo alcançar a sua capacidade de campo e o excesso de água percolasse adicionando-se uma fração de lixiviação de 15%, aproximadamente. Até o desbaste, para a irrigação, utilizou-se água de Açude do Bebo (S0), localizado na Escola Agrícola de Jundiá, município de Macaíba – RN, cuja análise química se encontra na Tabela 1.

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

Água	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	pH	CEa	RAS
	mmol _c L ⁻¹								(dS m ⁻¹)	

S0	0,15	0,22	0,85	0,20	1,12	0,00	0,42	7,0	0,20	1,11
S1	0,50	0,50	21,35	0,15	19,81	0,00	0,33	6,4	2,00	15,69
S2	0,70	0,30	41,39	0,16	38,50	0,00	0,28	6,2	4,00	26,85
S3	0,50	0,50	56,35	0,15	54,15	0,00	0,24	6,2	6,00	37,03

Fonte: Laboratório de Análises de Solo, Água e Planta – EMPARN. CEa = 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.

Para a instalação do experimento, colocou-se aproximadamente 23 kg de solo arenoso (Tabela 2) em vasos plásticos de 32 cm de diâmetro na base maior e 24 cm de diâmetro na base menor e altura 34 cm, perfurados na face inferior. Antes, porém, foi colocada uma

camada de brita de 2 cm, para facilitar a drenagem. Logo em seguida, os vasos foram colocados em uma das bancadas da casa de vegetação, onde se procedeu a lavagem com 2 L de água de açude, por três vezes, no intuito de retirar argila ainda existente neste solo.

Tabela 2. Atributos químicos e classificação textural do solo utilizado no experimento

Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	H ⁺ +Al ³⁺	Al ³⁺	SB	t	P	pH	CE _{es}	PST	V	Dg	T
cmolc kg ⁻¹								(mg dm ⁻³)		(dS m ⁻¹)	(%)	(g cm ⁻³)		
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_{es} = condutividade elétrica do extrato de saturação; PST = porcentagem de sódio trocável; V = saturação por bases; Dg = densidade global; T = textura

A semeadura foi realizada colocando-se dez sementes de sorgo em cada vaso. 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. A adubação química constituiu na aplicação de ureia (0,94 g vaso⁻¹), cloreto de potássio (0,49 g vaso⁻¹) e

superfosfato simples (1,96 g vaso⁻¹), seguindo a recomendação para a cultura (LIMA et al., 2010). Antes da semeadura, em fundação, aplicou-se o equivalente a 20 t ha⁻¹ de esterco bovino curtido (ARAÚJO NETO, 2010), sendo homogeneizado na camada de 0-0,20 m nos vasos correspondentes a esse tratamento, cuja caracterização química está na Tabela 3.

Tabela 3. Composição química do esterco bovino utilizado no experimento.

CE _{eb} (dS m ⁻¹)	N	P	P ₂ O ₅	K ⁺	K ₂ O	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Fe	Cu	Zn	Mn
	g kg ⁻¹							mg kg ⁻¹			
2,63	5,9	2,4	5,5	0,8	1,00	14,1	4,7	1.150,80	19,8	135	145,9

Fonte: Laboratório de Solos e Água – DCS/CCA/UFC. CE_{eb} = condutividade elétrica do esterco bovino

CRESCIMENTO DO SORGO EM FUNÇÃO DA IRRIGAÇÃO COM ÁGUA SALOBRA E APLICAÇÃO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS

A aplicação do biofertilizante Ative®, cuja análise química observa-se na Tabela 4, iniciou-se vinte dias após a semeadura, na dose de 50 L ha⁻¹, segundo recomendação do fabricante, nos vasos correspondentes a esse tratamento, colocando-

se 0,5 mL/vaso de biofertilizante. O biofertilizante foi diluído em água não salina e aplicado semanalmente, no período da manhã, até o fim do período experimental, com a quantidade, após diluído, de 150 mL para cada vaso.

Tabela 4. Composição química do biofertilizante Ative® após diluição utilizado no experimento.

Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	pH	CE _b (dS m ⁻¹)	RAS _b
mmol _c L ⁻¹									
34,00	14,00	0,46	0,07	25,00	0,00	1,20	4,40	4,04	0,10

Fonte: Laboratório de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas – DCAT/UFERSA. CEB = condutividade elétrica do biofertilizante.

Realizou-se o monitoramento diário do ensaio para coibir 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, 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 Equação 1, segundo a metodologia proposta por Hassan et al. (2010). Determinou-se, também o peso fresco dos limbos foliares, colmos + bainhas e sistema radicular.

$$AFT=C \times L \times 0,75 \dots \dots \dots (1)$$

Onde: AFT: área foliar total (cm²); C: comprimento da folha (cm); L: largura da folha (cm)

O material coletado (colmos + bainhas, limbos foliares e sistema radicular), após pesagem foi acondicionado em sacos de papel e levados a estufa com circulação forçada, a 65 °C, por um período de sete dias, quando se constatou o peso constante das amostras, para obtenção da matéria seca do material.

Determinou-se a massa específica foliar (g MS dm⁻²) através da Equação 2 e a suculência foliar (g H₂O dm⁻²) através da Equação 3, conforme Mantovani (1999).

$$MEF=MS/AFT \dots \dots \dots (2)$$

Onde: MEF: massa específica foliar (g MS dm⁻²); MS: massa seca das folhas (g); AFT: área foliar total (dm⁻²)

$$SUC=(MF-MS)/AFT \dots \dots \dots (3)$$

Onde: SUC: suculência foliar (g H₂O dm⁻²); MF: massa fresca das folhas (g); MS: massa seca das folhas (g); AFT: área foliar total (dm⁻²)

Após a coleta das plantas do experimento, realizou-se a coleta de amostras de solo de cada vaso na profundidade de 20 cm, nas cinco 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. As análises foram realizadas no Laboratório de Análises de Solo, Água e Planta, pertencente a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN), seguindo metodologia proposta por 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 dos compostos orgânicos) utilizando-se o programa ASSISTAT 7.6 Beta (SILVA; AZEVEDO, 2009). 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

As variáveis matéria seca total (MST), altura de plantas (ALT), área foliar total (AFT) e diâmetro do colmo (DIAM) foram estatisticamente influenciadas ($p < 0,01$ ou $p < 0,05$) pela interação entre os níveis de

salinidade da água de irrigação (SAL) e o composto orgânico (COMP), Tabela 5. Por outro lado, as variáveis massa específica foliar e suculência foliar não apresentaram significância estatística para a interação entre os fatores salinidade e composto orgânico ($p > 0,05$). Verifica-se ainda, que todas as variáveis analisadas apresentaram significância estatística ($p < 0,01$) para o fator composto orgânico (COMP). Enquanto que, os níveis de salinidade da água de irrigação (SAL) influenciaram estatisticamente ($p < 0,01$ ou $p < 0,05$) a matéria seca total (MST), a altura de plantas (ALT), área foliar total (AFT), suculência foliar (SUC), e, o diâmetro do colmo (DIAM); a massa específica foliar não apresentou significância estatística para esse fator ($p > 0,05$).

Tabela 5. Valores do quadrado médio e significância estatística para 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, irrigadas com água salobra e submetidas a diferentes compostos orgânicos.

Fontes de Variação	QUADRADO MÉDIO					
	MST (g)	ALT (cm)	DIAM (mm)	AFT (cm ²)	MEF (g MS dm ⁻²)	SUC (g H ₂ O dm ⁻²)
SALINIDADE (S)	17777,56**	2217,65**	5,97*	2078037,4**	0,036 ^{ns}	2,85**
COMPOSTO (C)	167157,73**	12518,02**	154,16**	24620173,44**	0,680**	1,03**
S x C	9507,27**	186,51**	4,80*	595736,54**	0,045 ^{ns}	0,35 ^{ns}
Resíduo	276,18	55,52	1,60	144940,15	0,025	0,176
CV (%)	21,88	14,26	10,23	18,69	28,17	24,66

*Significativo pelo teste F a 5%; ** Significativo pelo teste F a 1%; ns= não significativo; CV = coeficiente de variação. SAL = níveis de salinidade da água de irrigação; COMP = composto orgânico.

Na Figura 1A, observa-se que a matéria seca total, decresce quando se aumenta os níveis de salinidade da água de irrigação, mesmo com a aplicação do esterco e do biofertilizante. As reduções com o aumento da

salinidade foram de 80, 69 e 55%, para os tratamentos testemunha, esterco bovino e biofertilizante, respectivamente, entre os níveis de menor (CEa = 0,2 dS m⁻¹) e maior (CEa = 6,0 dS m⁻¹) salinidade.

CRESCIMENTO DO SORGO EM FUNÇÃO DA IRRIGAÇÃO COM ÁGUA SALOBRA E APLICAÇÃO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS

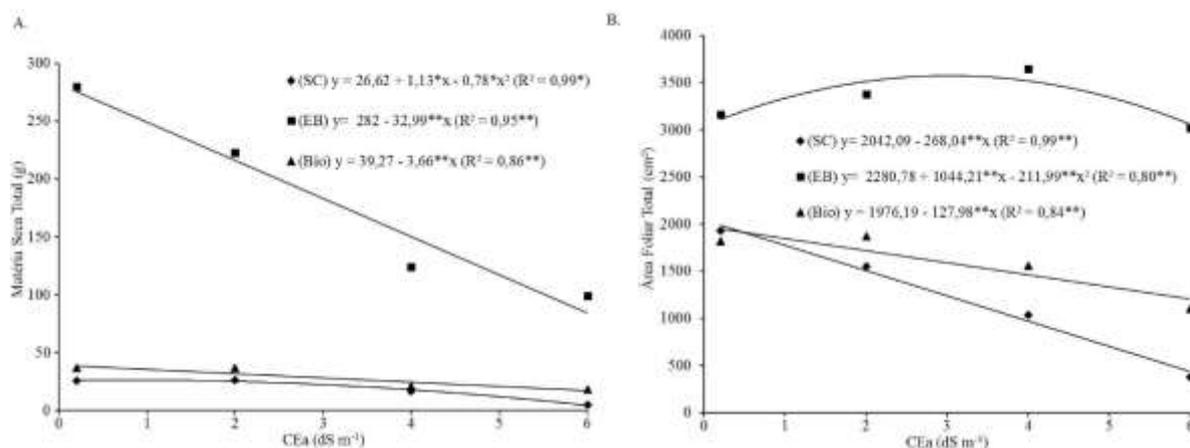


Figura 1. Matéria seca total (A) e área foliar total (B) nas plantas de sorgo cv. BRS Ponta Negra, em função da salinidade da água de irrigação. SC = testemunha; EB = esterco bovino; Bio = biofertilizante Ative®. CEa = condutividade elétrica da água de irrigação.

*Significativo pelo teste F a 5%; ** Significativo pelo teste F a 1%

Apesar dessa redução, o tratamento com esterco bovino apresentou valores superiores de matéria seca total, em torno de 93 e 79%, em relação ao tratamento testemunha e ao biofertilizante, respectivamente, na maior CEa = 6,0 dS m⁻¹, devido provavelmente a maior disponibilização de matéria orgânica no solo. Os resultados obtidos neste estudo estão relacionados aos efeitos osmóticos e tóxicos da salinidade, conforme observados sobre o crescimento de outros genótipos de sorgo (CHAUGOOL et al., 2013; COELHO et al., 2014), e em outras espécies (YARAMI; SEPASKHAH, 2015).

Na Figura 1B, com o aumento da salinidade da água de irrigação, verifica-se que a variável área foliar total apresenta redução de 78% sem a aplicação de composto orgânico, de 63% com esterco bovino, e de 39% com o biofertilizante. Observa-se também, na Figura 1B, que ao aplicar o esterco bovino mesmo com o aumento da salinidade, a área foliar total apresenta tendência de crescimento nos menores níveis de salinidade, entretanto, a partir da CEa = 2,46 dS m⁻¹, ocorre o decréscimo dos valores nesta variável.

A aplicação do biofertilizante apresentou decréscimo linear da área foliar total, resultado semelhante ao encontrado por Silva et al. (2011) em plantas de feijão-de-corda com e sem aplicação de biofertilizante e irrigadas com água salina. Algumas pesquisas mostram

que estresse salino não só reduziu a taxa de alongamento foliar, mas também reduziu o comprimento final de folhas e aumentou a senescência foliar em genótipos de sorgo forrageiro (ACHÓN FORNO et al., 2014).

A variável altura de plantas, apresenta modelo linear decrescente com o aumento da salinidade da água de irrigação (Figura 2A), com valores de redução de 46 (SC), 42 (EB) e 39% (Bio) no tratamento de maior salinidade, em relação ao menor nível (CEa = 0,2 dS m⁻¹), sendo que para cada incremento unitário da salinidade da água houve decréscimo de 3,59, 7,46 e 3,44 cm na altura das plantas, para os tratamentos testemunha, esterco bovino e biofertilizante, respectivamente, atingindo os menores valores de 24,33 (SC), 58,93 (EB) e 30,74 cm (Bio), na maior salinidade.

Ainda na Figura 2A, verifica-se que o esterco bovino apresentou aumento de 59% nos valores de altura em relação ao tratamento testemunha, enquanto que o tratamento com biofertilizante apresentou aumento de apenas 21%, na maior salinidade. A redução da altura das plantas com a salinidade é evidenciada por vários autores (COELHO et al., 2014; SABIR et al., 2014), pois segundo Taiz e Zeiger (2013), o primeiro efeito do estresse hídrico é a diminuição no crescimento causada pela redução da expansão celular. Ademais, Coelho et al. (2014) verificaram que o sorgo forrageiro apresenta maiores crescimento em condições

de moderada salinidade variando entre 3 e 5 dS m^{-1} . Achón Forno et al. (2014) aplicando biofertilizante em sorgo irrigado com água salina de quatro níveis de condutividade

elétrica (0, 2, 4 e 6 dS m^{-1}) por um período de quarenta dias, também encontraram redução na altura das plantas com biofertilizante (78%) e sem biofertilizante (84%).

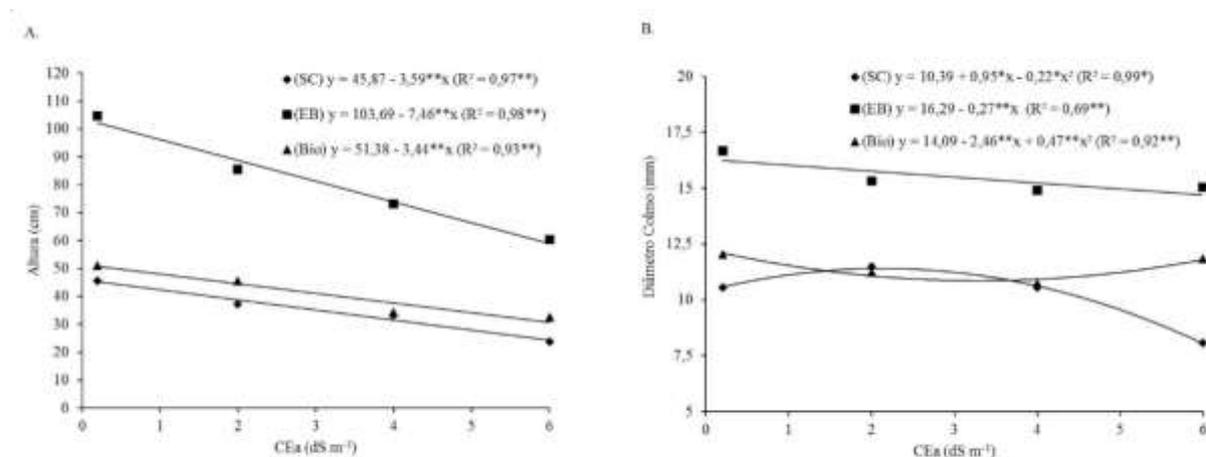


Figura 2. Altura de plantas (A) e diâmetro do colmo (B) nas plantas de sorgo cv. BRS Ponta Negra, em função da salinidade da água de irrigação. SC = testemunha; EB = esterco bovino; Bio = biofertilizante Ative®. CEa = condutividade elétrica da água de irrigação

*Significativo pelo teste F a 5%; ** Significativo pelo teste F a 1%.

O comportamento do diâmetro do colmo + bainhas em relação à salinidade da água de irrigação está representado na Figura 2B. Observa-se que ao usar o esterco bovino ocorre redução de 9%, em relação ao menor nível de salinidade. Com o biofertilizante, ocorre decréscimo de 19%, em relação ao menor de salinidade até a salinidade igual a 2,61 dS m^{-1} , quando ocorre aumento de 33% até o maior nível de salinidade. Já nos tratamentos sem compostos orgânicos, apesar de ligeiro aumento (8%), nos primeiros níveis de salinidade, a partir da CEa = 2,15 dS m^{-1} ocorre redução de 22%, nesta variável. A aplicação do esterco bovino e do biofertilizante, na CEa = 6,0 dS m^{-1} , elevou os valores do diâmetro do colmo + bainhas das plantas de sorgo, em torno de 55 e 50%, respectivamente, em relação aos tratamentos sem compostos orgânicos.

Achón Forno et al. (2014) encontraram redução de 89% no diâmetro do colmo de sorgo irrigado com água salina, no entanto sem apresentar influência da aplicação de biofertilizante. A inibição do aumento do diâmetro do caule pode ser provocada pelos efeitos tóxicos dos sais absorvidos pelas plantas, principalmente, Na e Cl, e pela

redução do potencial total da água provocado pelo aumento da concentração salina, ou seja, efeitos diretos e indiretos (MARÇAL, 2011). O que não foi verificado nesse trabalho quando se aplicou o biofertilizante, muito devido a este ter em sua composição alta concentração de cálcio, fornecendo assim uma melhor estruturação da parede celular das plantas.

Na Figura 3A, observa-se que a massa específica foliar não apresentou nenhum comportamento diferente quando se aumentou a salinidade da água de irrigação. Este resultado é um indicativo que não foram verificados aumento da espessura do mesofilo e das paredes celulares, induzido pelo estresse salino, como já verificado em sorgo (TRINDADE et al., 2006; SOUSA et al., 2010). No entanto, neste trabalho, a aplicação do esterco bovino apresentou os maiores valores que o biofertilizante e a testemunha, Figura 3A. O incremento da massa específica foliar pelo aumento na espessura do mesofilo, pode favorecer a assimilação de carbono por unidade de área foliar (BOOTE; TOLLENAAR, 1994) e representa um mecanismo de aclimação ao estresse salino, o que não foi verificado nesta pesquisa.

CRESCIMENTO DO SORGO EM FUNÇÃO DA IRRIGAÇÃO COM ÁGUA SALOBRA E APLICAÇÃO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS

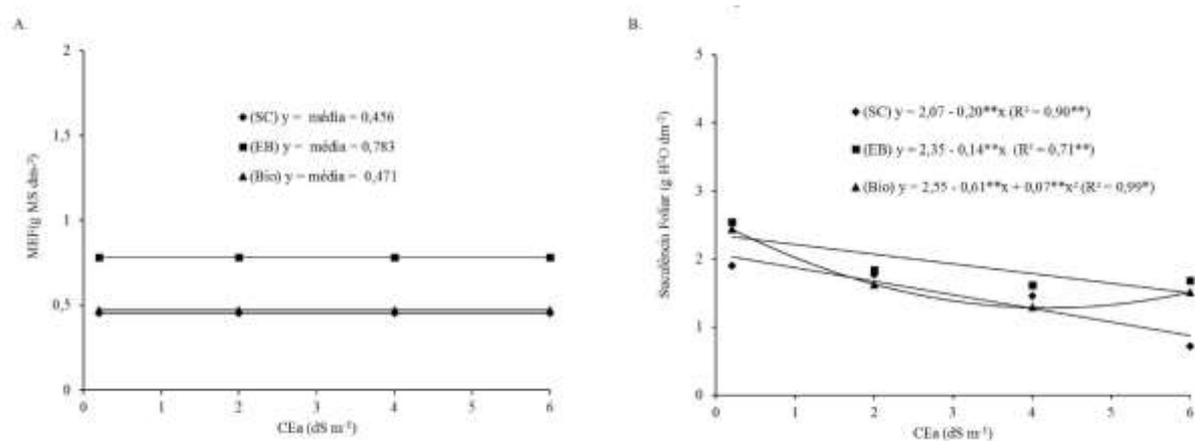


Figura 3. Massa específica foliar (A) e suculência foliar (B) nas plantas de sorgo cv. BRS Ponta Negra, em função da salinidade da água de irrigação. SC = testemunha; EB = esterco bovino; Bio = biofertilizante Ative®. CEa = condutividade elétrica da água de irrigação.

*Significativo pelo teste F a 5%; ** Significativo pelo teste F a 1%.

Observa-se na Figura 3B, que as plantas de sorgo ao serem irrigadas com água de salinidade crescente apresentaram decréscimo da suculência foliar de 57 e 35%, respectivamente, para os tratamentos testemunha e esterco bovino. Com a aplicação do biofertilizante a variável suculência foliar somente apresenta aumento a partir da CEa = 4,35 dS m⁻¹, após decréscimo de 50% nos níveis iniciais de salinidade da água. Esse resultado é semelhante aos obtidos por Trindade et al. (2006) e Sousa et al. (2010) em plantas de sorgo sob estresse salino.

O aumento da suculência foliar, resposta não observada em sorgo, é comum em plantas sob estresse com sais de cloreto, porém é mais comumente verificada em dicotiledôneas, não sendo tão eficiente quanto o mecanismo de exclusão de íons que parece ser o mecanismo predominante em plantas de sorgo (TRINDADE et al., 2006).

De uma maneira geral as variáveis de crescimento apresentaram os maiores valores com a presença do esterco bovino, mesmo com o aumento da salinidade da água, bem como da salinidade do solo. O efeito do esterco bovino nas características morfológicas do sorgo pode ser devido a sua composição, bem como ao favorecimento de inúmeros processos microbiológicos relacionado com mineralização e liberação de nutrientes para as plantas.

Outro ponto a ser considerado é que o sorgo reduz o rendimento em 50% somente na condutividade elétrica do extrato de saturação igual a 15 dS m⁻¹ (RHOADES et al., 1992), tendo em vista que o maior valor de condutividade elétrica do extrato de saturação verificado neste experimento foi igual a 5,96 dS m⁻¹ (Figura 4), além da cultura apresentar comportamento positivo quando fertilizada com esterco bovino (FREITAS et al., 2012).

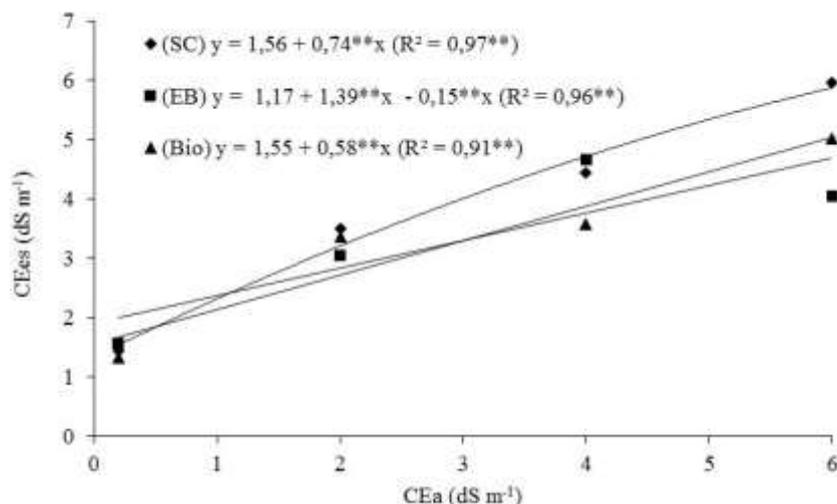


Figura 4. Condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CEes) em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa). SC = testemunha; EB = esterco bovino; Bio = biofertilizante Ative®. CEa = condutividade elétrica da água de irrigação.

*Significativo pelo teste F a 5%; ** Significativo pelo teste F a 1%.

Portanto, mesmo com a presença de compostos orgânicos no solo, houve aumento da salinidade do extrato de saturação, provavelmente, devido a fração de lixiviação aplicada ser insuficiente para promover a lavagem dos sais do solo neste experimento, resultado semelhante ao encontrado por Neves et al. (2015).

CONCLUSÕES

Os compostos orgânicos não foram determinantes para atenuar o aumento da condutividade elétrica do solo provocado pela salinidade da água de irrigação.

O crescimento vegetativo das plantas de sorgo cv. BRS Ponta Negra foi influenciado negativamente pela salinidade crescente da água de irrigação.

O esterco bovino apresentou efeito mais eficaz que o biofertilizante Ative® no crescimento vegetativo do sorgo independentemente do nível de salinidade da água de irrigação.

REFERÊNCIAS

ACHÓN FORNO, I.; PANIAGUA ALCARAZ, P. L.; VILLALBA ROMERO, N.; ROMERO GAVILÁN, M. Efectos de la aplicación de bioestimulantes sobre la tolerância del *Sorghum bicolor* (L.) Moench al estrés salino. *Investigación Agraria*, v.16, n.1, p.11 -20, 2014

ARAÚJO NETO, R. A. **Desenvolvimento do sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) submetido a diferentes tipos e doses de adubação orgânica.** Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo. 2010. Monografia. 36p

BOOTE, K. J.; TOLLENAAR, M. Modeling genetic yield potential. In: **Physiology and determination of crop yield.** Madison: American Society of Agronomy, cap. 20, p. 553-565, 1994.

CHAUGOOL, J.; NAITO, H.; KASUGA, S.; EHARA, H. Comparison of young seedling growth and sodium distribution among sorghum plants under salt stress. *Plant Production Science*, v.16, n.3, p.261-270, 2013.

CRESCIMENTO DO SORGO EM FUNÇÃO DA IRRIGAÇÃO COM ÁGUA SALOBRA E APLICAÇÃO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS

- CHAUHAN, R. R.; CHAUDHARY, R.; SINGH, A.; SINGH, P.K. Salt tolerance of Sorghum bicolor cultivars during germination and seeding growth. **Research Journal of Recent Sciences**, v.1, n.3, p.1-10, 2012.
- CIRILO, J. A.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; CAMPOS, J. N. B. A Questão da Água no Semiárido Brasileiro. **Águas do Brasil Análises Estratégicas**. 1ed. São Paulo: Instituto de Botânica. v. 1, p. 81-91, 2010.
- COELHO, D. S.; SIMÕES, W. L.; MENDES, A. M. S.; DANTAS, B. F.; RODRIGUES, J. A. S.; SOUZA, M. A. Germinação e crescimento inicial de variedades de sorgo forrageiro submetidas ao estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.1, p.25-30, 2014.
- DIAS, N. S.; BLANCO, F. F. Efeitos dos sais no solo e na planta. In: **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade. Fortaleza, CE. Parte II, cap 9, p.129-14. 2010.
- FREITAS, G. A.; SOUSA, C. R.; CAPONE, A.; AFFÉRI, F. S.; MELO, A. V.; SILVA, R. R. Adubação orgânica no sulco de plantio e sua influência no desenvolvimento do sorgo. **Biotechnology and Biodiversity**, v. 3, n.1: p.61-67, fev. 2012.
- 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**. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade, 2010. cap 17, p.302-317.
- LIMA, G. F. C.; SILVA, J. G. M.; AGUIAR, E. M.; TELES, M. M. **Reservas forrageiras estratégicas para a pecuária familiar no semiárido: palma, feno e silagem**. 53p.; v.08; il. (Circuito de tecnologias adaptadas para a agricultura familiar; 7) Natal: EMPARN, 2010.
- MANTOVANI, A. A method to improve leaf succulence quantification. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.42, p.9-14, 1999.
- MARÇAL, J. A. **Crescimento inicial do pinhão-manso (Jatropha curcas L.) sob irrigação com águas salinas em solo com matéria orgânica**. Areia: UFPB, 2011. 80p. Tese Doutorado.
- MEDEIROS, J. F.; GHEYI, H. R.; NASCIMENTO, I. B. Salinidade de solo e da água e seus efeitos na produção agrícola. In: **Recursos hídricos em regiões semiáridas**. Cruz das Almas: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2012. 258 p.: il.
- MONTENEGRO, A. A. A.; MONTENEGRO, S. M. G. L. Olhares sobre as políticas públicas de recursos hídricos para o semiárido. In: **Recursos hídricos em regiões semiáridas**. Cruz das Almas: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2012. 258 p.: il.
- NEVES, A. L. R.; LACERDA, C. F.; SOUSA, C. H. C.; SILVA, F. L. B.; GHEYI, H. R.; FERREIRA, F. J.; ANDRADE FILHO, F. L. Growth and yield of cowpea/sunflower crop rotation under different irrigation management strategies with saline water. **Ciência Rural**, v.45, n.5, mai 2015.
- RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **The use saline waters for crop production**. Roma: FAO, 1992. 133p. (FAO.Irrigation and Drainage Paper, 48).

- SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370p
- SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Principal Components analysis in the software Assistat-Statistical Attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA, **Anais...** American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.
- 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.
- SOUSA, G. G.; VIANA, T. V. A; LACERDA, C. F.; AZEVEDO, B. M.; SILVA, G. L.; COSTA, F. R. B. Estresse salino em plantas de feijão-caupi em solo com fertilizantes orgânicos. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 8, n. 3, p. 359-367, setembro-dezembro, 2014.
- TRINDADE, A. R.; LACERDA, C. F.; GOMES-FILHO, E.; BEZERRA, M. A.; PRISCO, J. T. Influência do acúmulo e distribuição de íons sobre a aclimação de plantas de sorgo e feijão-de-corda, ao estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, p.804-810, 2006.
- VAN HORN, D. J.; OKIE, J. G.; BUELOW, H. N.; GOOSEFF, M. N.; BARRETT, J. E.; TAKACS-VESBACHA, 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.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: ArtMed, 2013. 954p
- VIANELLO, R.L.; ALVES, A.R. **Meteorologia Básica e Aplicações**. Viçosa – MG: Imprensa Universitária. 1991. 449p.
- YARAMI, N.; SEPASKHAH, A. R. Physiological growth and gas exchange response of saffron (*Crocus sativus* L.) to irrigation water salinity, manure application and planting method. **Agricultural Water Management**, n.154, p. 43–51, 2015.
- YIP, N. Y; ELIMELECH, M. Influence of Natural Organic Matter Fouling and Osmotic Backwash on Pressure Retarded Osmosis Energy Production from Natural Salinity Gradients. **Environmental Science & Technology**, v. 47, p.12607–12616, 2013.