

ACÚMULO DE SÓDIO EM SORGO IRRIGADO COM ÁGUA SALINA E SUBMETIDO A COMPOSTOS ORGÂNICOS DIFERENTES

ACCUMULATION OF SODIUM IN SORGHUM IRRIGATED WITH SALINE WATER AND SUBMITTED TO DIFFERENT ORGANIC COMPOUNDS

Santos, ABFS¹; Sousa, RA¹; Medeiros, CC¹; Silva, CLB¹

¹Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias, CP 07, 59280 -000, Macaíba-RN. Brasil. amandapires2912@hotmail.com; roalsoagro@yahoo.com.br; medeiros-if@hotmail.com; larissaclaudia9@gmail.com

Resumo: O objetivo desse trabalho foi avaliar os efeitos da salinidade da água de irrigação e de compostos orgânicos sobre o acúmulo de íons no sorgo 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 o biofertilizante Ative®. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco repetições, em esquema fatorial 4 x 3. Avaliou-se os teores de Na⁺ nos colmos + bainhas e nos limbos foliares. A salinidade da água de irrigação influenciou negativamente as variáveis avaliadas, sem que houvesse reposta positiva da aplicação dos compostos orgânicos aplicados.

Palavras-chave: salinidade; íons; esterco bovino, biofertilizante, *Sorghum bicolor*.

Introdução: 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 (ARAÚJO, 2012). A aplicação do esterco bovino e biofertilizantes como forma de mitigar os efeitos da salinidade sobre plantas (OUNI et al., 2014) constitui uma estratégia de aumentar a disponibilidade de nutrientes às plantas e estimular o seu desenvolvimento (RADY, 2012). Alves et al. (2015) verificaram que em duas cultivares de feijão caupi submetidas a salinidade crescente da água que o acúmulo de Na⁺ ocorreu de forma linear crescente nas folhas. Analisando diversos cultivares de sorgo submetidos a salinidade crescente, Coelho et al (2017) constataram o efeito da competição dos íons Na⁺ e Cl⁻ foi o que provavelmente contribuiu para a redução no acúmulo dos macronutrientes nas folhas, colmos e raízes das plantas de sorgo forrageiro, o que pode ser confirmado pelos acréscimos consideráveis desses íons sódio e cloro nos órgãos das plantas com o aumento da salinidade. Apresentando uma moderada resistência à seca, o sorgo possui uma característica bromatológica semelhante ao milho o que favorece ao processo de silagem (TABOSA et al., 2012) e, com elevada produtividade de biomassa com menor custo de produção, permitindo mais de um corte com uma única semeadura. 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; COELHO et al., 2014), entretanto, estudos sobre a aplicação de matéria orgânica e biofertilizantes para minorar os efeitos da salinidade na cultura do sorgo ainda são bastante escassos, principalmente no acúmulo de íons tóxicos na parte aérea da planta. Diante do exposto, o



objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da salinidade da água de irrigação e tipos de adubação orgânica, esterco bovino curtido e o biofertilizante Ative®, sobre a composição mineral nas plantas de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench.] cv. BRS Ponta Negra, em casa de vegetação.

Metodologia: O experimento foi conduzido em casa de vegetação localizada na Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias - UFRN, em Macaíba -RN. Utilizou-se a cultura do sorgo cv. BRS Ponta Negra, classificada na categoria forrageiro de pequeno porte. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com cinco repetições no 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, dois compostos orgânicos: sem composto orgânico (testemunha), esterco bovino curtido (20 t ha⁻¹) e biofertilizante Ative® (50 L ha⁻¹). 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). Na Tabela 1, observa-se a composição química das águas utilizadas para a irrigação no experimento.

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 (dS m ⁻¹)	RAS
	mmol _c L ⁻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.

O turno de rega foi diário. A quantidade de água aplicada no experimento foi estimada 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, utilizou-se água de Açude do Bebo (S0) para a irrigação. 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.

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
cmol _c 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

Antes da semeadura, em fundação, aplicou-se o equivalente a 20 t ha⁻¹ de esterco bovino curtido, sendo homogeneizado na camada de 0-0,20 m nos vasos correspondentes a esse tratamento, cuja análise química está na Tabela 3.

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

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

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

A aplicação do biofertilizante Ative®, 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 em cada vaso 0,5 mL/vaso/vez.





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

Ca	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	pH	CE _b (dS m ⁻¹)	RAS _b
mmol _c L ⁻¹									
246,6	80,4	70,11	10,3	900,00	0,00	0,00	2,8	704,00	5,5

Fonte: Laboratório de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas – DCAT/UFERSA. CE_b = condutividade elétrica do biofertilizante. RAS_b = Relação de adsorção de sódio do biofertilizante

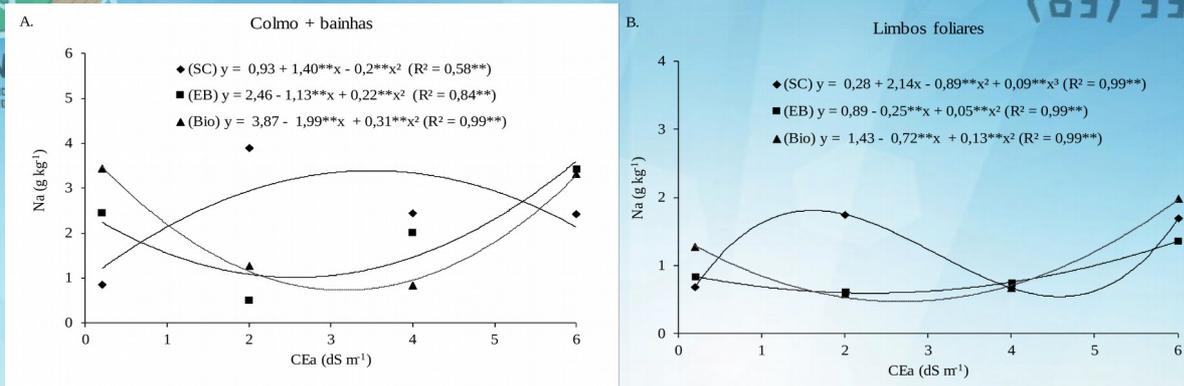
A semeadura foi realizada colocando-se dez sementes de sorgo em cada vaso. A germinação ocorreu cinco dias após o plantio, sendo o desbaste realizado após dez dias, deixando-se duas plantas por vaso. Em seguida, iniciou-se a aplicação de água salina nos tratamentos correspondentes. A adubação química 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.

Aos sessenta dias após a semeadura, procedeu-se a coleta do experimento. O material coletado 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 total. E a partir desta foram finamente triturados em moinho tipo Willey, preparou-se o extrato para a determinação dos teores de Na⁺ e Cl⁺. O extrato para determinação de Na⁺ foi preparado utilizando 200 mg do pó diluído em 15 mL de ácido clorídico 1 N e, em seguida, agitado por 60 minutos e filtrado, utilizando-se papel de filtro de filtragem rápida (MIYAZAWA et al., 1984). Os teores de Na⁺ foram determinados através de fotometria de chama (MALAVOLTA et al., 1989). 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. 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: Observa-se na Figura 1A, com o incremento dos níveis de salinidade da água de irrigação, ocorre aumento de 64% do teor de sódio no colmo + bainhas das plantas de sorgo no tratamento testemunha, em relação ao menor nível de salinidade (CE_a = 0,2 dS m⁻¹) até atingir o valor máximo de sódio na CE_a = 3,5 dS m⁻¹, ocorrendo, a partir do qual decréscimo de 37% até o maior nível de salinidade aplicado (CE_a = 6,0 dS m⁻¹). Com a aplicação do esterco bovino verifica-se que o teor de sódio no colmo + bainhas apresenta decréscimo de 55% nos níveis de menor salinidade, atingindo o seu mínimo na CE_a = 2,56 dS m⁻¹, e a partir deste nível o teor de sódio no colmo + bainhas apresenta acréscimo de 72% até a maior salinidade da água de irrigação; comportamento também observado com a aplicação do biofertilizante que apresenta redução de 80% nos teores de sódio a partir do menor nível de salinidade (CE_a = 0,2 dS m⁻¹) até a salinidade igual a 3,20 dS m⁻¹, e deste ponto aumento significativo (78%) até o nível de CE_a = 6,0 dS m⁻¹.

Figura 1. Teor de sódio colmo + bainhas (A) e nos limbos foliares (B) de plantas de sorgo cv. BRS Ponta Negra em função da salinidade da água de irrigação. SC = testemunha; EB = esterco bovino; Bio = biofertilizante Ative®. CE_a = condutividade elétrica da água de irrigação. *Significativo pelo teste F a 5%; ** Significativo pelo teste F a 1%.





Na Figura 1B, verifica-se que o tratamento testemunha está representado por um modelo cúbico empreendendo uma variação no teor de sódio nos limbos foliares de 22% entre o menor e o maior nível de salinidade aplicado. A aplicação de esterco bovino ajustou-se a um modelo quadrático, onde se observa que houve redução de 35% no menor nível de salinidade até a CEa = 2,5 dS m⁻¹, quando ocorre incremento de 52% no teor de sódio nos limbos foliares até o maior nível de salinidade; os tratamentos com biofertilizante apresentaram redução de 66% nos níveis iniciais de salinidade até atingir o seu mínimo na CEa = 2,76 dS m⁻¹, onde se verifica acréscimo (76%) até a CEa = 6,0 dS m⁻¹. Independente dos compostos orgânicos neste experimento, houve maior acúmulo do íon sódio no colmo + bainhas das plantas de sorgo quando comparado com os limbos foliares, no nível de maior salinidade (CEa = 6,0 dS m⁻¹), esse resultado demonstra que a aplicação dos compostos orgânicos não evita o acúmulo de Na⁺ no sorgo quando se irriga com água salina, no entanto, verifica-se a capacidade das plantas de sorgo no processo de compartimentalização deste íon como uma forma de tolerância a salinidade para com isso evitar a toxicidade nos tecidos fotossintetizantes (CHAUGOOL et al., 2013; COELHO et al., 2017).

CONCLUSÕES: Os teores de Na⁺ no colmo + bainhas e nos limbos foliares das plantas de sorgo cv BRS Ponta Negra, foram influenciados pela salinidade da água de irrigação, e apresentaram respostas a aplicação do esterco bovino e biofertilizante, no entanto, não reduzem o seu efeito nocivo às plantas.

AGRADECIMENTOS: CAPES, INCT-Sal, EAJ-UFRN.

REFERÊNCIAS

ALVES, F.A.L.; SILVA, S.L.F.; MAIA, J.M.; FREITAS, J.B.S.; SILVEIRA, J.A.G. Regulação do acúmulo de Na⁺ e resistência à salinidade em (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). Pesquisa Agropecuária Pernambucana, Recife, v. 20, n. 1, p. 1-10, jan./dez. 2015

ARAÚJO, J. C. Recursos hídricos em regiões semiáridas. In: Recursos hídricos em regiões semiáridas. GHEYI, H. R.; PAZ, V. P. S.; MEDEIROS, S. S.; GALVÃO, C. O. (Eds) - Campina Grande, PB: Instituto Nacional do Semiárido, Cruz das Almas, BA: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2012. 258 p.: il.

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.

CHAUHAN, R. R.; CHAUDHARY, R.; SINGH, A.; SINGH, P.K. Salt tolerance of Sorghum bicolor cultivars during germination and seedling growth. Research Journal of Recent Sciences, v.1, n.3, p.1-10. 2012.





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 Engenharia Agrícola e Ambiental, v.18, n.1, p.25-30, 2014.

COELHO, D. S., SIMOES, W. L., SALVIANO, A. M., de SOUZA, M. A., SANTOS, J. E. Acúmulo e distribuição de nutrientes em genótipos de sorgo forrageiro sob salinidade. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.16, n.2, p. 178-192, 2017

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios e Aplicações. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. Piracicaba, SP, 1989. 201p.

MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A.; BLOCH, M. F. M. Avaliação de métodos com e sem digestão para extração de elementos em tecidos de plantas. Ciência e Cultura, v.36, p.1953-1958, 1984.

OUNI, Y.; GHNAYA, T.; MONTEMURRO, F.; ABDELLY CH LAKHDAR, A. The role of humic substances in mitigating the harmful effect of soil salinity and improve plant productivity. International Journal of Plant Production, v. 8, n.3, 353–374, 2014.

RADY, A. A. A novel organo-mineral fertilizer can mitigate salinity stress effects for tomato production on reclaimed saline soil. South African Journal of Botany., v. 81, 8-14, 2012.

TABOSA, J.N.; SILVA, F.G.; NASCIMENTO, M.M.A.; BARROS, A.H.C.; BRITO, A.R.M.B.; SIMPLÍCIO, J.B. Genótipos de Sorgo Forrageiro no Semiárido de Pernambuco e Alagoas – Estimativas de Parâmetros Genéticos de variáveis de Produção. XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO- Águas de Lindóia, São Paulo, 2012.

