

INFLUÊNCIA DA SALINIDADE NO ACÚMULO DE CÁLCIO EM SORGO SUBMETIDO A DIFERENTES COMPOSTOS ORGÂNICOS

INFLUENCE OF SALINITY IN CALCIUM ACUMULUM IN SORGUM SUBMITTED TO DIFFERENT ORGANIC COMPOUNDS

Silva, MNP¹, Sousa, RA¹, Pires, ABFS¹, MEDEIROS, CC¹

¹Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias, CP 07, 59280 -000, Macaíba-RN. Brasil. navegantes76@hotmail.com, roalsoagro@yahoo.com.br, amandapires2912@hotmail.com; medeiros-if@hotmail.com

RESUMO: Verificar os efeitos da salinidade da água de irrigação e de compostos orgânicos sobre acúmulo de cálcio na parte aérea do sorgo cv BRS Ponta Negra foi o objetivo deste trabalho. 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 Ca nos colmos + bainhas e nos limbos foliares. Houve decréscimo dos teores de cálcio tanto nos colmos como nos limbos foliares do sorgo com o incremento da salinidade da água de irrigação mesmo com a presença do esterco bovino e o biofertilizante, indicando que a matéria orgânica não apresentou menor o efeito deletério da salinidade.

PALAVRAS-CHAVE: água, íon, biofertilizante, esterco bovino.

INTRODUÇÃO: Nas regiões semiáridas, devido ao baixo conteúdo de água nos solos, os minerais primários e secundários sofrem um incipiente processo de degradação química, onde as reações de hidrólise, hidratação, carbonatação e oxirredução restringem-se a um curto período de tempo, com pequena liberação de eletrólitos para a solução do solo; no entanto, ao longo do tempo há acumulações de cátions e ânions que, por estarem localizados em ambiente com elevada evapotranspiração, tendem a precipitar-se na forma de sais (SANTOS et al., 2016). O uso de águas salinas para a irrigação constitui um sério problema para a agricultura, pois limita a produção agrícola e reduz a produtividade das culturas a níveis antieconômicos, especialmente em regiões áridas e semiáridas. Por esta razão, a salinidade tem sido considerada como um dos fatores mais importantes da água de irrigação (DIAS et al., 2016). Várias estratégias são utilizadas em diferentes condições de cultivo, e podem aumentar a produtividade e o aproveitamento da terra tanto sob condições salinas quanto sob condições não salinas. Dentre essas estratégias, destacamos: aplicação de matéria orgânica, aplicação de biofertilizantes líquidos (bovino e de caranguejo), uso de melhoradores químicos (adubos e corretivos), micorrização, aplicação foliar de substâncias orgânicas e inorgânicas, rotação de culturas, aumento da densidade de plantio, sistema de consórcio, dentre outras (LACERDA et al, 2016). A adição de matéria orgânica na forma de esterco bovino e biofertilizantes mostrou-se eficiente como forma de mitigar os efeitos nocivos



da salinidade em várias culturas (SOUSA et al., 2012; HERNANDEZ-ARAUJO et al., 2013). Além do efeito direto do Na^+ , a baixa concentração de Ca^{2+} conduz a uma alta relação Na/Ca fisiologia das plantas causando desequilíbrios nutricionais e efeitos adversos na fisiologia da planta (SANTOS et al., 2016). Ressalta-se que o íon Ca é um elemento essencial para a integridade da membrana plasmática das células vegetais, e sua deficiência pode afetar a absorção de íons, principalmente o K (LIMA et al., 2016). O sorgo é uma gramínea de origem tropical que apresenta características xerófilas, desenvolvendo mecanismos eficientes de tolerância à seca. Pertencente ao grupo de plantas C4, essa espécie suporta elevados níveis de radiação solar, respondendo com altas taxas fotossintéticas, mesmo em condições de limitação na disponibilidade de CO_2 , a partir do mecanismo de fechamento dos estômatos para minimização de perda de água (LANDAU; SANS, 2018). Diante do exposto, o objetivou-se avaliar os efeitos da salinidade da água de irrigação e tipos adubação orgânica, esterco bovino curtido e o biofertilizante Ative[®], sobre o acúmulo de Ca^{2+} 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 ($\text{mg L}^{-1} = 640 \times \text{CE}$). 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.

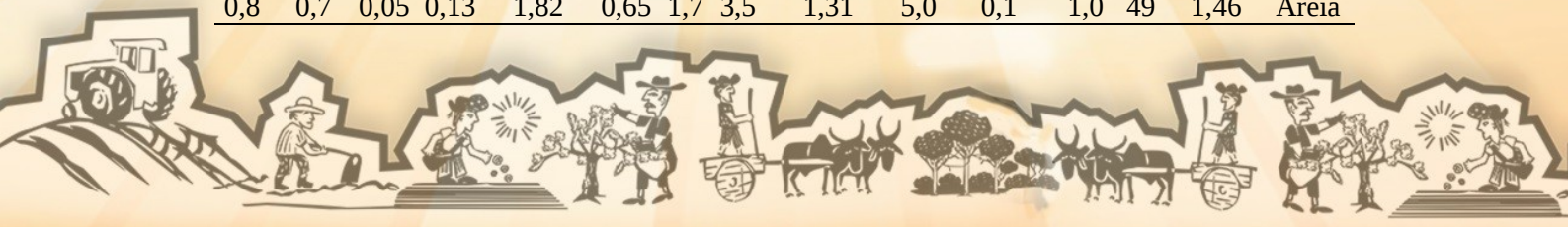
Água	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	Cl^-	CO_3^{2-}	HCO_3^-	pH	CEa (dS m^{-1})	RAS
	mmol _c L ⁻¹									
S0	0,15	0,22	0,85	0,20	1,12	0,00	0,42	7,0	0,20	1,11
S1	0,50	0,50	21,35	0,15	19,81	0,00	0,33	6,4	2,00	15,69
S2	0,70	0,30	41,39	0,16	38,50	0,00	0,28	6,2	4,00	26,85
S3	0,50	0,50	56,35	0,15	54,15	0,00	0,24	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^+	$\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$	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); CEes = 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. CEeb = 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 de biofertilizante.

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

Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	pH	CE _b	RAS _b
mmol _c L ⁻¹								(dS m ⁻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. CEb = condutividade elétrica do biofertilizante. RASb = 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.

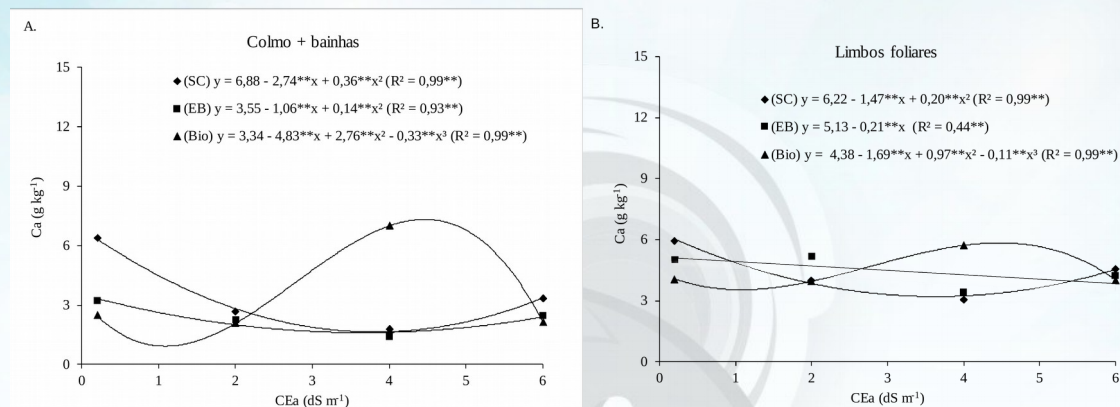
Aos sessenta dias após a semeadura, procedeu-se a coleta do experimento. O material coletado após pesagem foi acondicionado em sacos de papel e levados a estufa com circulação forçada, a 65 °C, por um período de sete dias, quando se constatou o peso constante das amostras, para obtenção da matéria seca total. E a partir desta foram finamente triturados em moinho tipo Willey, preparou-se o extrato para a determinação dos teores de K⁺. O extrato foi preparado utilizando 200 mg do pó diluído em 15 mL de ácido clorídrico 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 Ca²⁺ foram determinados por 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: Houve redução de 74% no teor de cálcio no colmo + bainhas (Figura 1A) sem aplicação de composto orgânico, até a CEa = 3,8 dS m⁻¹, e a partir deste nível, incremento de 51% até a máxima salinidade. Com o esterco bovino (Figura 1A), houve comportamento semelhante, no entanto, com redução de 54% até a salinidade 3,7 dS m⁻¹, e aumento de 31% na maior salinidade. Com a aplicação de biofertilizante o teor de cálcio no colmo + bainhas ajustou-se a um modelo cúbico (Figura 21A). Na Figura 1B, no tratamento testemunha, observa-se que houve decréscimo no teor de cálcio nos limbos foliares de 41% nos primeiros níveis de



salinidade até atingir o ponto mínimo na CEa = 3,6 dS m⁻¹, a partir do qual ocorre aumento de 23% até a salinidade máxima (CEa = 6,0 dS m⁻¹); com a aplicação de esterco bovino houve decréscimo linear de 24% no teor deste íon nos limbos foliares, à medida que se incrementa a salinidade da água de irrigação (Figura 1B); os tratamentos com biofertilizante apresentaram variação irregular no teor de cálcio nos limbos foliares, ajustando-se a um modelo cúbico, com o aumento da salinidade (Figura 1A).

Figura 1. Teor de cálcio 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[®]. CEa = condutividade elétrica da água de irrigação. *Significativo pelo teste F a 5%; ** Significativo pelo teste F a 1%.



A redução nos teores de cálcio em doses crescentes de matéria orgânica e aumento da salinidade foi observada em sorgo (COELHO et al., 2014) e melão (SANTOS, 2012) sugerindo que absorção de cálcio é influenciada pela aplicação dos compostos orgânicos inibindo sua absorção, devido à presença do magnésio por possuir a mesma valência e sítio de absorção (SANTOS, 2012) além da presença do íon sódio do solo. A redução na absorção de Ca pode levar à perda da integridade da membrana plasmática, com consequente perda da capacidade de absorção de alguns íons, principalmente o K⁺ (ARSHAD et al., 2012).

CONCLUSÕES: Houve decréscimo dos teores de cálcio tanto nos colmos como nos limbos foliares do sorgo com o incremento da salinidade da água de irrigação mesmo com a presença do esterco bovino e o biofertilizante, indicando que a matéria orgânica não apresentou menor o efeito deletério da salinidade.

AGRADECIMENTOS: CAPES, INCT-Sal, EAJ-UFRN

REFERÊNCIAS:

ARSHAD, M., SAQIB, M., AKHTAR, J., & ASGHAR, M. Effect of calcium on the salt tolerance of different wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. *Pakistan Journal Agricultural Science*, v.49, n.4, p.497-504. 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.



DIAS, N.S.; BLANCO, F.F., SOUZA, E.R.; FERREIRA, J.F.S.; SOUSA NETO, O.N.; QUEIROZ, Í.S.R. Efeitos dos sais na planta e tolerância das culturas à salinidade. In: Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados. Gheyi, H. R.; Dias, N. da S.; Lacerda, C. F. de; Gomes Filho, E. (ed.), Fortaleza - CE, 2016.

LACERDA, C.F.; COSTA, R.N.T., BEZERRA, M.A.; NEVES, A.L.R.; SOUSA, G.G.; GHEYI, H.R. Estratégias de manejo para uso de água salina na agricultura. In: Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados. Gheyi, H. R.; Dias, N. da S.; Lacerda, C. F. de; Gomes Filho, E. (ed.), Fortaleza - CE, 2016.

LANDAU, E. C.; SANS, L. M. A. Cultivo de sorgo: Clima. Sistema de Produção, 2, 6 eds., 2010. Embrapa Milho e Sorgo. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_6_ed/clima.htm> Acessado em: 24 mar 2018.

LIMA, G. S. L.; OLIVEIRA, G. S.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. A.; LACERDA, C. F.; SANTOS, J. B.; ARAÚJO, B. M. Cultivation of colored cotton irrigated with saline water under potassium and nitrate/ammonium fertilization. African Journal of Agricultural, v.11, p.32-39, 2016.

HERNÁNDEZ-ARAUJO, J.A.; GUERRERO, G.G.; MÁRMOL, L.; BÁRCENAS, J.; POLO V. Biorrecuperación de suelos salinos con el uso de materiales orgánicos. II. Lavado de sales. n

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.

SANTOS, A. P. G. Influências de biofertilizantes nos teores foliares de macronutrientes, nas trocas gasosas, na produtividade e na pós-colheita da cultura do melão. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012. 94p Dissertação.

SANTOS, R.V.; CAVALCANTE, L. F.; VITAL, A. F. M., LACERDA, C. F., SOUZA, E.R.; LIMA, G.S. Interação salinidade-fertilidade do solo. In: Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados. Gheyi, H. R.; Dias, N. da S.; Lacerda, C. F. de; Gomes Filho, E. (ed.), Fortaleza - CE, 2016.

SOUZA, G. G.; MARINHO, A. B., ALBUQUERQUE, A. H. P., VIANA, T. V. A.; AZEVEDO, B. M. Crescimento inicial do milho sob diferentes concentrações de biofertilizante bovino irrigado com águas salinas. Revista Ciência Agronômica, v. 43, n. 2, p. 237-245, abr-jun 2012.

