

AVALIAÇÃO MINERAL DE SORGO SUBMETIDO A SALINIDADE E COMPOSTOS ORGÂNICOS

MINERAL EVALUATION OF SORGHUM SUBMITTED TO SALINITY AND ORGANIC COMPOUNDS

Medeiros, CC¹; Sousa, RA¹; Silva, CLB¹; Silva, MNP¹

1Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias, CP 07, 59280 -000, Macaíba-RN. Brasil. medeiros-if@hotmail.com; rasousaufnrn@gmail.com; larissaclaudia9@gmail.com; navegantes76@hotmail.com

Resumo: O objetivo deste trabalho foi verificar os efeitos da salinidade da água de irrigação e de compostos orgânicos sobre a composição mineral do 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 K⁺ nos colmos + bainhas e nos limbos foliares. O aumento da salinidade da água mostrou o efeito antagônico do íon potássio com o sódio, pois ocorreram decréscimos no acúmulo de K⁺ na parte aérea das plantas de sorgo, entretanto, na presença do esterco bovino e biofertilizante houve tendência de aumento deste íon.

Palavras-chave: Irrigação; Matéria orgânica; Minerais.

Introdução: A porção semiárida do Nordeste brasileiro apresenta um complexo quadro de escassez de água. Com o intuito de superar esse quadro, a prática de irrigação consiste na melhor maneira de garantir a produção agrícola com segurança. No entanto, irrigar sem o manejo adequado aliado a existência de elevada evapotranspiração e de precipitações insuficientes para lixiviar os sais do solo contribuem para o acúmulo destes no solo, causando a salinização das áreas irrigadas (NOBRE et al., 2011). Varias alternativas vem sendo testadas, entre elas a aplicação de matéria orgânica como forma de mitigar os efeitos deletérios da salinidade (YIP; ELIMELECH, 2013). A matéria orgânica do solo é considerada como todo material no solo que contém carbono orgânico, incluindo os microrganismos vivos e mortos, resíduos de plantas e animais em estágios variados de decomposição, a biomassa microbiana, as raízes e a fração mais estável, denominada húmus. São divididas em três frações com distintas características físico-químicas: ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e humina, contribuindo com cerca de 85 a 90% do carbono orgânico total, são os principais componentes da matéria orgânica do solo (PRIMO et al., 2011). Os benefícios da adubação nas características biológicas do solo são também bastante amplos, pois eleva os teores de matéria orgânica e adiciona substrato (fonte de alimento) para os microrganismos do solo. A maior atividade desses microrganismos no solo aumenta a disponibilidade de nutrientes para as plantas através da ação dos microrganismos decompositores (AMJAD et al., 2014). Freire et al. (2013)



avaliando a nutrição mineral e teores de pigmentos fotossintetizantes à época da primeira floração do maracujazeiro amarelo, submetido a irrigação com águas de baixa e alta salinidade, sem e com biofertilizante bovino, e sem e com cobertura morta, concluíram que a irrigação com água salina provocou desequilíbrio na acumulação foliar de potássio, cálcio e magnésio e o biofertilizante bovino atenuou os efeitos depressivos dos sais nos teores dos pigmentos clorofilianos e carotenoides do maracujazeiro amarelo. Em regiões semiáridas, o acúmulo de sais, especialmente o Na^+ e Cl^- , tem afetado o funcionamento da raiz pela redução do potencial osmótico devido a um maior desequilíbrio iônico no solo, o que reduz a absorção de outros nutrientes minerais, principalmente K^+ e Ca^{2+} (TERCEIRO NETO et al., 2014). O sorgo tem potencial para se desenvolver e se expandir em regiões que apresentam risco de ocorrência de deficiência hídrica, distribuição irregular de chuvas e altas temperaturas, condições que caracterizam o semiárido, que ocupa 49% da região Nordeste do Brasil, com uma precipitação pluviométrica de 300 a 700 mm, de distribuição irregular, ocorrendo em um período de três a cinco meses, seguido de sete a nove meses de seca prolongada (SANTOS et al., 2007). Apresentando uma moderada resistência à seca, o sorgo possui uma característica bromatológica semelhante ao milho o que favorece ao processo de silagem além de apresentar uma tolerância moderada ao estresse salino (COELHO et al., 2014). Diante do exposto, a finalidade deste trabalho foi avaliar o acúmulo do íon potássio em partes vegetativas do sorgo cv BRS Ponta Negra submetido a dois compostos orgânicos e irrigado com água salina, em casa de vegetação, no intuito de avaliar o efeito dos compostos orgânicos na mitigação da salinidade na planta.

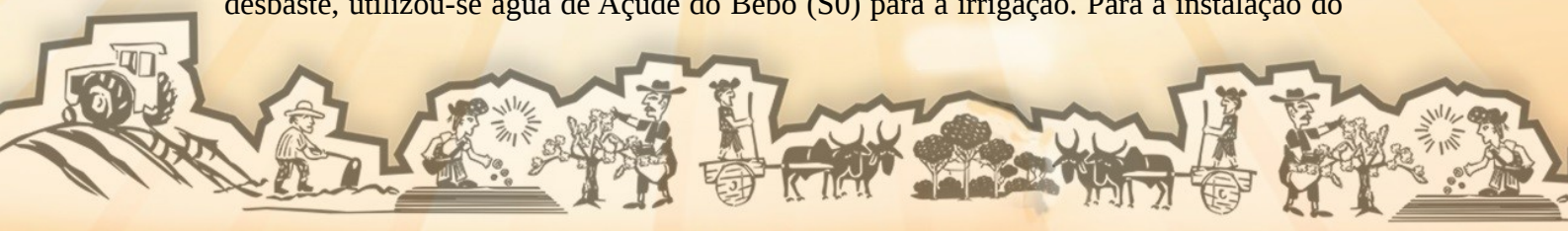
Metodologia: O experimento foi conduzido em casa de vegetação localizada na Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias - UFRN, em Macaíba –RN. Utilizou-se a cultura do sorgo cv. BRS Ponta Negra, classificada na categoria forrageiro de pequeno porte. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com cinco repetições no esquema fatorial 4×3 , 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 ⁺	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 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. CE_b = condutividade elétrica do biofertilizante. RAS_b = Relação de adsorção de sódio do biofertilizante

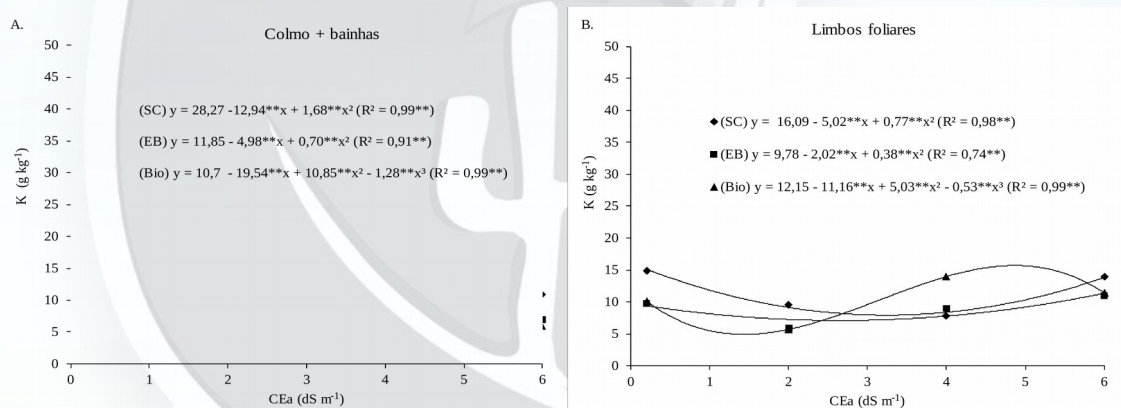
A semeadura foi realizada colocando-se dez sementes de sorgo em cada vaso. A germinação ocorreu cinco dias após o plantio, sendo o desbaste realizado após dez dias, deixando-se duas plantas por vaso. Em seguida, iniciou-se a aplicação de água salina nos tratamentos correspondentes. A adubação química 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, preparouse o extrato para a determinação dos teores de K⁺. O extrato 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 K⁺ 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: Na Figura 1A, verifica-se sem a presença dos compostos orgânicos decréscimo no teor do íon potássio no colmo + bainhas de 87%, até atingir a $CEa = 3,85 \text{ dS m}^{-1}$, onde se constata o ponto de mínimo do modelo quadrático, ocorrendo a partir deste nível aumento de 69% até a máxima salinidade aplicada. A presença do esterco bovino, contribuiu para o decréscimo de 72% no teor de potássio no colmo + bainhas quando houve o incremento da salinidade até a $CEa = 3,55 \text{ dS m}^{-1}$, ocorrendo então aumento no teor de potássio no colmo + bainhas de 58% no tratamento de maior salinidade (Figura 1A). O efeito do biofertilizante foi irregular no teor de potássio no colmo + bainhas (Figura 1A), explicado por modelo de regressão cúbico.

Figura 1. Teor de potássio 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%.



O comportamento do íon potássio nos limbos foliares (Figura 1B) demonstra que sem aplicar nenhum composto orgânico houve decréscimo de 47% nos primeiros níveis de salinidade até a $CEa = 3,25 \text{ dS m}^{-1}$ atingindo neste ponto o valor mínimo de $7,9 \text{ g kg}^{-1}$ MS, no entanto, houve acréscimo de 42% na maior salinidade. Nos tratamentos com esterco bovino, a salinidade reduziu em 24% o teor de potássio nos limbos foliares até a $CEa = 2,65 \text{ dS m}^{-1}$, passando a partir deste nível ocorrer acréscimo de 37% no nível de salinidade mais elevado (Figura 1B). O teor de potássio nos limbos foliares apresentou comportamento semelhante ao teor de potássio no colmo + bainhas, quando se aplicou o biofertilizante, representado por modelo cúbico de regressão (Figura 1B). O comportamento do teor de potássio tanto no colmo + bainhas como nos limbos foliares indica o efeito antagônico que o K^+ tem com o íon sódio (TERCEIRO NETO et. al., 2014), no entanto, a utilização do esterco bovino e do biofertilizante proporcionam aumento de K^+ nos limbos foliares, mas sem representar diminuição nos efeitos deletérios da salinidade.



Conclusões: O aumento da salinidade da água mostrou o efeito antagônico do íon potássio com o sódio, pois ocorreram decréscimos no acúmulo de K^+ na parte aérea das plantas de sorgo, entretanto, na presença do esterco bovino e biofertilizante houve tendência de aumento deste íon.

Agradecimentos: CAPES, INCT-Sal, EAJ-UFRN

Referências:

AMJAD, M.; AKHTAR, J.; RASHID, M. S. Evaluating the effectiveness of biofertilizer on salt tolerance of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). **Archives of Agronomy and Soil Science**, (ahead-of-print), p.1-13, 2014.

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.

FREIRE, J. L. O.; CAVALCANTE, L. F.; NASCIMENTO, R.; REBEQUI, A. M. Teores de clorofila e composição mineral foliar do maracujazeiro irrigado com águas salinas e biofertilizante. **Revista de Ciências Agrárias**, v.36, n. 1, 57-70, 2013.

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.

NOBRE, R. G.; GHEY, H. R.; SOARES, F. A. L.; CARDOSO, J. A. F. Produção de girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 35, p. 929-937, 2011.

PRIMO, D. C.; MENEZES R. S. C.; SILVA T. O. Substâncias húmicas da matéria orgânica do solo: uma revisão de técnicas analíticas e estudos no nordeste brasileiro. **Scientia Plena** v. 7, n. 5, 2011.

SANTOS, F. G.; RODRIGUES, J. A. S.; SCHAFFERT, R. E.; LIMA, J. M. P.; PITTA, G. V. E.; CASELA, C. R.; FERREIRA, A. S. BRS Ponta Negra variedade de Sorgo Forrageiro. Comunicado Técnico, **EMBRAPA**, Sete Lagoas, MG, setembro, 2007. 6p.

TERCEIRO NETO, C.P.C.; MEDEIROS, J. F.; GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; OLIVEIRA, F. R. A. Crescimento e composição mineral do tecido vegetal do melão 'pele de sapo' sob manejos de água salina. **Irriga**, v.19, n.2, p.255. 2014.

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.

