

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

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

Medeiros, CC¹; Sousa, RA¹; Pires, ABFS¹; 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; roalsoagro@yahoo.com.br; amandapires2912@hotmail.com; navegantes76@hotmail.com

RESUMO: Verificar os efeitos da salinidade da água de irrigação e de compostos orgânicos sobre a composição mineral 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 P nos colmos + bainhas e nos limbos foliares. Houve diminuição do teor de fósforo nas plantas quando se aumentou a salinidade da água de irrigação, mesmo como a presença dos compostos orgânicos.

PALAVRAS-CHAVE: esterco bovino, salinidade, água, irrigação.

INTRODUÇÃO: Devido a iminente necessidade da utilização da água de qualidade inferior para irrigação no semiárido nordestino brasileiro, cuja caracterização hídrica é de alta evaporação e baixa precipitação pluviométrica, vários estudos têm sido desenvolvidos com o objetivo de obter manejo adequado que possibilite o uso dessas águas sem afetar negativamente o desenvolvimento e o rendimento das culturas (OLIVEIRA et al., 2015). Diversas alternativas têm sido avaliadas com o objetivo de possibilitar o uso de águas salinas na agricultura irrigada, dentre estas se podem citar a aplicação de matéria orgânica (YIP; ELIMELECH, 2013) já que o acúmulo de íons sódio e cloreto em excesso nas células pode causar na planta danos por toxicidade, quando não excluídos ou compartimentados no vacúolo (ULRICH et al., 2014). A matéria orgânica do solo desempenha um papel importante na sustentabilidade agrícola, influenciando os atributos físicos, químicos e biológicos do solo, com reflexo na estabilidade da produtividade dos agroecossistemas (COSTA et al., 2013). Segundo Naiff (2007), o P tem importante função nas plantas, sendo constituinte de compostos armazenadores de alta energia, como o ATP (adenosina trifosfato). É através da utilização dessa forma de energia química que a semente germina, que a planta efetua a fotossíntese (ciclo de Calvin), que se absorve de forma ativa os nutrientes do solo e se sintetiza vários compostos orgânicos. O sorgo possui múltipla utilização, desde a alimentação humana, como na maioria dos países da África e da Ásia, até a alimentação animal, que predomina na maioria dos países ocidentais que o utilizam como principal substituto do milho. Esta espécie é classificada em diferentes tipos de acordo com o seu



potencial de uso para os diferentes fins da agroindústria. O sorgo pode ser do tipo forrageiro, destinado à produção de forragem para silagem ou pastagem para animais; do tipo granífero, destinado à produção de grãos; do tipo vassoura, cultivado essencialmente no sul do país para a confecção de vassouras caseiras; e por fim, do tipo sacarino, que apresenta a característica de acumular altos teores de açúcares fermentescíveis no colmo (PONTES, 2013). Segundo Formiga et al. (2012), na cultura do sorgo, o fósforo promove a formação e o desenvolvimento inicial da raiz, bem como promove o crescimento da planta em altura, diâmetro do caule, e é vital para a formação de sementes. GUIMARÃES et al. (2015) com o objetivo de verificar a absorção de macronutrientes (NPK) em plantas de sorgo forrageiro irrigado com efluente salino da piscicultura, encontraram aumentos nos teores de fósforo somente nas panículas. Diante do exposto assim como pela escassez de trabalhos que verifiquem o efeito de compostos orgânicos na cultura do sorgo quando irrigado com água salina, desenvolveu-se este trabalho com o objetivo de verificar o acúmulo do íon fosforo nas plantas de sorgo cv BRS Ponta Negra.

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.

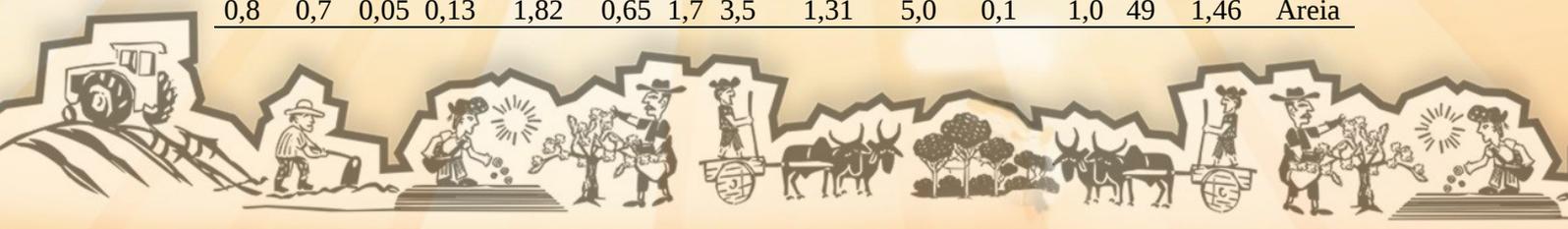
Água	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	pH	CEa (dS m ⁻¹)	RAS
	mmol _c L ⁻¹									
S0	0,15	0,22	0,85	0,20	1,12	0,00	0,42	7,0	0,20	1,11
S1	0,50	0,50	21,35	0,15	19,81	0,00	0,33	6,4	2,00	15,69
S2	0,70	0,30	41,39	0,16	38,50	0,00	0,28	6,2	4,00	26,85
S3	0,50	0,50	56,35	0,15	54,15	0,00	0,24	6,2	6,00	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); 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

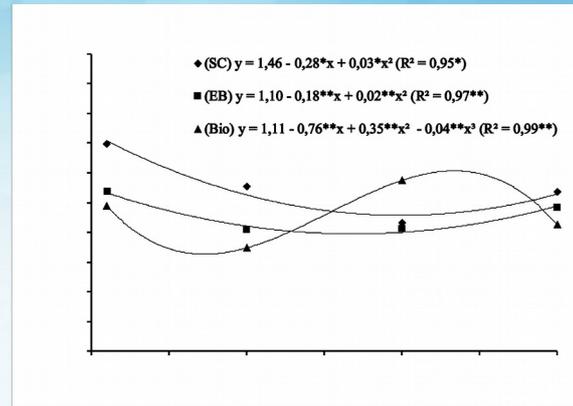
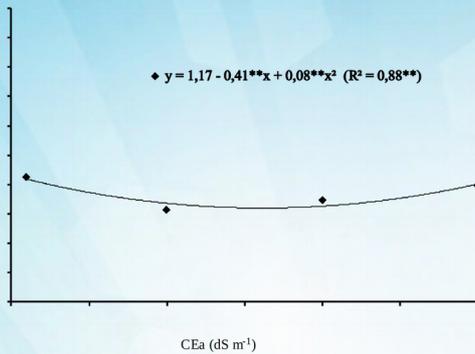
A semeadura foi realizada colocando-se dez sementes de sorgo em cada vaso. A germinação ocorreu cinco dias após o plantio, sendo o desbaste realizado após dez dias, deixando-se duas plantas por vaso. Em seguida, iniciou-se a aplicação de água salina nos tratamentos correspondentes. A adubação química 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 P foram determinados por colorimetria (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 observa-se que o teor de fósforo no colmo + bainhas decresceu 41% até a CEa = 2,56 dS m⁻¹, representando o valor mínimo do teor deste íon, e a partir do qual ocorreu incremento de 59% até a máxima salinidade. Figura 1. Teor de fósforo 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%.



Na Figura 1B, verifica-se redução de 42%, no teor de fósforo nos limbos foliares, no tratamento testemunha, até o nível de salinidade igual a $4,6 \text{ dS m}^{-1}$, a partir do qual observa-se acréscimo de apenas 6% no maior nível de salinidade; quando se aplica o esterco bovino observa-se que nos níveis iniciais de salinidade ocorre redução até a salinidade de $4,5 \text{ dS m}^{-1}$, e aumento a partir deste nível, no entanto, de apenas 7%, na $\text{CEa} = 6,0 \text{ dS m}^{-1}$. A utilização do biofertilizante, gerou comportamento irregular do teor de fósforo nos limbos foliares ao se incrementar os níveis de sais da água, representado por modelo cúbico (Figura 1B). O decréscimo do íon fósforo nas partes vegetativas do sorgo, pode ser explicado pelo aumento da salinidade no meio de cultivo mesmo ocorrendo durante o período experimental a fertilização química, e a aplicação do esterco bovino e biofertilizante visto que a salinidade pode diminuir a concentração de fósforo no tecido das plantas, devido aos efeitos da força iônica, que reduzem a atividade de fosfato na solução do solo. Coelho et al. (2014) em plantas de sorgo submetidas a salinidade encontraram decréscimos de P no colmo, folhas e raízes, com o aumento da salinidade, fato que foi observado neste trabalho, pois além de ser essencial no ciclo de Calvin-Benson para a formação de trioses-fosfato, e conseqüentemente a síntese de amido e sacarose para formação da biomassa e crescimento da planta (TAIZ; ZEIGER, 2013).

CONCLUSÕES: Houve diminuição do teor de fósforo nas plantas quando se aumentou a salinidade da água de irrigação, mesmo como a presença dos compostos orgânicos.

AGRADECIMENTOS: CAPES, INCT-Sal, EAJ-UFRN

REFERÊNCIAS:

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.

COSTA, E. M.; SILVA, H. F.; RIBEIRO, P. R. A. Matéria orgânica do solo e o seu papel na manutenção e produtividade dos sistemas agrícolas. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, n.17, 2013





FORMIGA, M. S.; FERREIRA, A. C.; TRAVASSOS, K. D.; BARACUHY, J. G. V.; LIMA, V. L. A.; DANTAS, J. P. A marcha de absorção de nutrientes (NPK) no sorgo granífero sacarino. Revista Educação Agrícola Superior, v. 27, n. 1, p. 3-12, 2012.

GUIMARÃES, M. J. M.; SIMÕES, W. L.; WILLADINO, L. G.; FERREIRA, P. P. B.; SILVA, M. V. T.; SOUZA, M. A. Teores de NPK em sorgo forrageiro irrigado com efluente salino da piscicultura. In: XXV CONIRD – Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, UFS - São Cristóvão/SE, nov. 2015. Anais...

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.

NAIFF, A. P. M. Crescimento, composição mineral e sintomas visuais de deficiências de macronutrientes em plantas de *Alpinia purpurata* cv. Jungle King. 2007. 75 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal da Amazônia, Belém, 2007.

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 de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.19, n.3, p.204-210, 2015.

PONTES, G. M. Avaliação da produtividade de biomassa de capim elefante e sorgo sacarino no estado do Ceará para uso energético. 2013. 103 f. Dissertação (Mestrado em Agroenergia) - Escola de Economia de São Paulo, da Fundação Getúlio Vargas – EESP – FGV, São Paulo, 2013

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 5. ed. Porto Alegre, Artmed, 918 p. 2013

ULRICH, D.; AARON, B. S.; TOMOAKI, H.; WEI, L.; GUOHUA, X.; JULIAN, I. S.; Plant salt-tolerance mechanisms. Trends in Plant Science, v. 19, n. 6, p. 371-379, 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.

