

## EFEITO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS DIFERENTES NO ACÚMULO DE $Mg^{+2}$ EM SORGO IRRIGADO COM ÁGUA SALINA

### EFFECT OF DIFFERENT ORGANIC COMPOUNDS ON $Mg^{+2}$ ACUMULUS IN IRRIGATED SORGHUM WITH SALINE WATER

Silva, MNP<sup>1</sup>; Sousa, RA<sup>1</sup>; MEDEIROS, CC<sup>1</sup>; Pires, ABFS<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias, CP 07, 59280 -000, Macaíba-RN. Brasil. [navegantes76@hotmail.com](mailto:navegantes76@hotmail.com); [roalsoagro@yahoo.com.br](mailto:roalsoagro@yahoo.com.br); [medeiros-if@hotmail.com](mailto:medeiros-if@hotmail.com); [amandapires2912@hotmail.com](mailto:amandapires2912@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<sup>-1</sup>. Os compostos orgânicos foram o esterco bovino curtido e o biofertilizante Ative<sup>®</sup>. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco repetições, em esquema fatorial 4 x 3. Avaliou-se os teores de  $Mg^{2+}$  nos colmos + bainhas e nos limbos foliares. Não houve resposta positiva à aplicação do esterco bovino no acúmulo de magnésio nas plantas de sorgo, pois mesmo com a presença deste composto orgânico houve decréscimo tanto no colmo quanto no limbo, enquanto que a presença do biofertilizante apresentou, nos níveis iniciais de salinidade, aumento no teor deste íon na parte aérea das plantas, entretanto, não se verificou nos níveis mais altos de salinidade aplicados.

**PALAVRAS-CHAVE:** salinidade, *Sorghum*, matéria orgânica, irrigação.

**INTRODUÇÃO:** A agricultura em várias partes do mundo enfrenta o problema da falta de recursos hídricos adequados, forçando muitos agricultores a utilizarem água com qualidade inferior (concentração de sais relativamente alta) para a irrigação das culturas, sendo necessário à avaliação da qualidade e o manejo rigoroso para sua utilização (MONTENEGRO; MONTENEGRO, 2012). Entretanto, o uso de águas salinas pode limitar a produção agrícola reduzindo a produtividade das culturas a níveis antieconômicos, especialmente em regiões áridas e semiáridas, sendo esta última característica do Nordeste brasileiro (DIAS et al., 2016). O excesso de sais pode comprometer as funções fisiológicas e bioquímicas das plantas, causando estresse osmótico, o que resulta em distúrbios das relações hídricas, alterações na absorção e utilização de nutrientes essenciais além do acúmulo de íons tóxicos (CALVET et al., 2013). Uma das estratégias de manejo, que vem sendo recentemente estudada em plantas cultivadas em ambiente salino, com resultados positivos, é a utilização de biofertilizantes e esterco bovino (MENDOZA et al., 2013) O magnésio além de exercer papel na atividade como cofator em quase todas as enzimas do metabolismo energético e na molécula de clorofila, este íon é requerido para a integridade dos ribossomos e contribui efetivamente para a estabilidade estrutural dos ácidos nucléicos e membranas



(TAIZ; ZEIGER, 2017). De acordo com Marschner (2012), altas concentrações de sódio, típica de ambientes salinos, inibem a absorção de potássio, cálcio e magnésio. 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), apresentando-se como boa opção em substituição ao milho, principalmente nas regiões de climas semiáridos (ARROYO et al., 2013), entretanto, estudos sobre a aplicação de matéria orgânica e biofertilizantes para minorar os efeitos da salinidade na cultura do sorgo ainda são bastante escassos. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da salinidade da água de irrigação e tipos adubação orgânica, esterco bovino curtido e o biofertilizante Ative<sup>®</sup>, sobre o acúmulo de Mg<sup>2+</sup> 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<sup>-1</sup>); e, dois compostos orgânicos: sem composto orgânico (testemunha), esterco bovino curtido (20 t ha<sup>-1</sup>) e biofertilizante Ative<sup>®</sup> (50 L ha<sup>-1</sup>). 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<sup>-1</sup> = 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 <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	pH	CEa (dS m <sup>-1</sup> )	RAS
	mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>									
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 <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup>	Al <sup>3+</sup>	SB	t	P	pH	CE <sub>es</sub>	PST	V	Dg	T
cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>								(mg dm <sup>-3</sup> )		(dS m <sup>-1</sup> )	(%)	(g cm <sup>-3</sup> )		
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<sub>es</sub> = condutividade elétrica do extrato de saturação; PST = porcentagem de sódio trocável; V = saturação por bases; Dg = densidade global; T = textura



Antes da sementeira, em fundação, aplicou-se o equivalente a 20 t ha<sup>-1</sup> 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 <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sup>+</sup>	K <sub>2</sub> O	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Fe	Cu	Zn	Mn	CE <sub>eb</sub>
g kg <sup>-1</sup>						mg kg <sup>-1</sup>					(dS m <sup>-1</sup> )
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<sub>eb</sub> = condutividade elétrica do esterco bovino

A aplicação do biofertilizante Ative<sup>®</sup>, Tabela 4, iniciou-se vinte dias após a sementeira, na dose de 50 L ha<sup>-1</sup>, 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<sup>®</sup> concentrado utilizado no experimento.

Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	pH	CE <sub>b</sub>	RAS <sub>b</sub>
mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>								(dS m <sup>-1</sup> )	
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<sub>b</sub> = condutividade elétrica do biofertilizante. RAS<sub>b</sub> = Relação de adsorção de sódio do biofertilizante

A sementeira 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<sup>-1</sup>), cloreto de potássio (0,49 g vaso<sup>-1</sup>) e superfosfato simples (1,96 g vaso<sup>-1</sup>) seguindo a recomendação para a cultura.

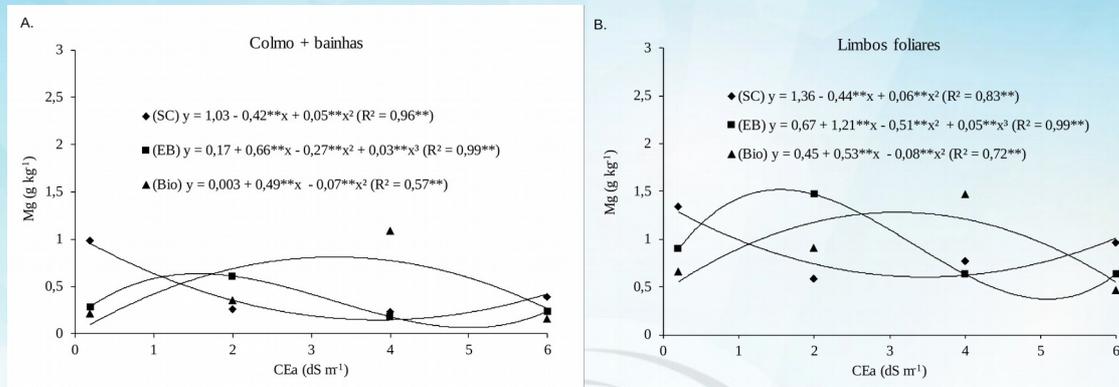
Aos sessenta dias após a sementeira, procedeu-se a coleta do experimento. O material coletado após pesagem foi acondicionado em sacos de papel e levados a estufa com circulação forçada, a 65 °C, por um período de sete dias, quando se constatou o peso constante das amostras, para obtenção da matéria seca total. E a partir desta foram finamente triturados em moinho tipo Willey, preparou-se o extrato para a determinação dos teores de K<sup>+</sup>. 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 Mg<sup>2+</sup> foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica (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:** Verifica-se na Figura 1A, decréscimo no teor do íon magnésio no colmo + bainhas, nos tratamentos sem compostos orgânicos de 84% nos primeiros níveis de salinidade até atingir o nível de 4,2 dS m<sup>-1</sup>, e a partir deste nível aumento de 52% na máxima salinidade. Ocorre incremento de 89% no teor de magnésio no colmo + bainhas (Figura 1A), com o biofertilizante, nos níveis iniciais de salinidade até CE<sub>a</sub> = 3,5 dS m<sup>-1</sup>, e a partir do qual apresenta redução de 51% até a maior salinidade. Quando se aplica o esterco bovino observa-se que tanto no colmo + bainhas (Figura 1A) quanto nos limbos foliares (Figura 1A) ocorre variação no teor de magnésio, explicado por um modelo cúbico.





Figura 1. Teor de magnésio no 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 que sem aplicação do composto orgânico, o teor de magnésio nos limbos foliares decresce 56% até a salinidade igual a 3,6 dS m<sup>-1</sup> e a partir da qual ocorre 37% de aumento até a salinidade máxima. Com a aplicação do biofertilizante houve incremento no teor de magnésio nos limbos foliares de 58% até a CEa = 3,3 dS m<sup>-1</sup>, e, em seguida, redução de 43% na CEa = 6,0 dS m<sup>-1</sup> (Figura 1B). Silva et al. (2014) avaliando os teores de nutrientes na cultura do pimentão submetido a três níveis de salinidades em dois solos diferentes, encontraram aumento com a salinidade no teor de magnésio nas folhas variando de 4,7 a 8,16 g kg<sup>-1</sup>, no Argissolo, e de 3,94 a 5,86 g kg<sup>-1</sup> no Cambissolo. Já Santos et al. (2017) encontraram tendência quadrática decrescente até a CE = 4,65 dS m<sup>-1</sup>, no teor de magnésio em plantas de tomateiro, e a partir daí crescimento do teor deste íon com o incremento da salinidade da água de irrigação, sendo atribuído este comportamento ao efeito antagônico do magnésio com o cálcio. Soares et al. (2014) avaliando o acúmulo de matéria seca e macronutrientes em cultivares de sorgo sacarino sob condições normais, ou seja, sem estresse salino, encontraram maior acúmulo de magnésio nos colmos do que nas folhas. O efeito antagônico do Ca<sup>2+</sup> e do Na<sup>+</sup> com o Mg<sup>2+</sup> pode ter ocasionado o decréscimo na absorção deste íon, principalmente em condições de alta salinidade (MARSCHNER, 2012).

**CONCLUSÕES:** Não houve resposta positiva à aplicação do esterco bovino no acúmulo de magnésio nas plantas de sorgo, pois mesmo com a presença deste composto orgânico houve decréscimo tanto no colmo quanto no limbo, enquanto que a presença do biofertilizante apresentou, nos níveis iniciais de salinidade, aumento no teor deste íon na parte aérea das plantas, entretanto, não se verificou nos níveis mais altos de salinidade aplicados.

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

#### REFERÊNCIAS:

ARROYO, J.; FORTUN-LAMOTHE, L.; AUVERGNE, A.; DUBOIS, J. P.; LAVIGNE, F.; BIJJA, M.; AUBIN, J. Environmental influence of maize substitution by sorghum and diet presentation on goose foie gras production. J. of Cleaner Production, v.59, p.51-62, 2013.





CALVET, A. S. F.; PINTO, C. M.; LIMA, R. E. M; MAIA-JOCA, R. P. M.; BEZERRA, M. A. Crescimento e acumulação de solutos em feijão-de-corda irrigado com águas de salinidade crescente em diferentes fases de desenvolvimento. Irriga, Botucatu, v. 18, n.1, p.148-159, janeiro-março, 2013.

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.

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.

MARSCHNER, P Marschner's mineral nutrition of higher plants. 3ªed. New York, Academic Press. 651p., 2012.

MENDOZA, B.; FLORENTINO, A.; HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ, R.M.; ACIEGO, J.; TORRES, D.; VERA, E. Atributos biológicos de dos suelos de Quibor con aplicación de abono orgánico y soluciones salinas. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, v.4, n.3, p. 409-421, 2013

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.

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. 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.

SANTOS, A.N.; SILVA, E.F.F.; SILVA, G.F.; BEZERRA, R.R.; PEDROSA, E.M.R. Concentração de nutrientes em tomate cereja sob manejos de aplicação da solução nutritiva com água salobra. Revista Ciência Agronômica, v. 48, n. 4, p. 576-585, out-dez, 2017.

SILVA, J. L. A; ALVES, S. S. V.; NASCIMENTO, I. B.; MEDEIROS, J. F.; TARGINO, A. J. O.; LINHARES, P. S. F. Teores foliares no pimentão submetido à estresse salino em diferentes solos. Agropecuária Científica no Semi-Árido, v. 10, n. 2, p. 77-82, abr-jun 2014.

SOARES, E. R.; COUTINHO, E. L. M.; RAMOS, S. B.; SILVA, M. S.; BARBOSA, J. C. Acúmulo de matéria seca e macronutrientes por cultivares de sorgo sacarino. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 35, n. 6, p. 3015-3030, nov./dez. 2014

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. Anais...

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 6. ed., Artmed, 2017. 888p.

