



CRESCIMENTO E BIOMASSA EM PLANTAS DE SORGO SACARINO IRRIGADOS COM ÁGUA SALINA SOB ADUBAÇÃO FOSFATADA

Francisco Vanies da Silva Sá^{1*}, Evandro Franklin de Mesquita², Urandy Alves de Melo³,
Emanoela Pereira de Paiva⁴, Antonio Missiemário Pereira Bertino⁵, Rômulo Carantino Lucena
Moreira⁶

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar a influência de doses de superfosfato simples sob o crescimento e acúmulo de biomassa em plantas de sorgo sacarino irrigado com água salina. O experimento foi conduzido no delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 4, constituído de dois níveis de salinidade da água de irrigação: $S_1=0,6$ e $S_2= 3,0$ dS m^{-1} e quatro doses de superfosfato simples: $P_1= 0,0$; $P_2=10,0$; $P_3= 20,0$ e $P_4 = 30,0$ mg dm^{-3} com 6 repetições e duas plantas por parcela. As plantas de sorgo sacarino foram cultivadas em vasos com capacidade de 1 dm^3 de solo durante 35 dias após a semeadura, onde foram avaliadas e crescimento e acúmulo de matéria seca, e a salinidade do extrato de saturação do solo. O aumento da salinidade da água afeta o crescimento e o acúmulo de matéria seca das plantas de sorgo sacarino, porém a adubação com superfosfato simples reduz a salinidade e sodicidade do solo, amenizando o efeito do estresse salino sobre as plantas de sorgo sacarino. As doses de superfosfato simples de 30 ou de 17 g dm^{-3} são as mais indicadas quando as plantas de sorgo são irrigadas, respectivamente, com água de condutividade elétrica de 0,6 e 3,0 dS m^{-1} .

Palavras-chave: *Sorghum bicolor* L. Moench, fósforo, sulfato de cálcio, estresse salino.

¹ Eng. Agrônomo, Doutor em Engenharia Agrícola, Bolsista de Pós-Doutorado Junior-CNPq, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Campus Mossoró, Mossoró-RN. E-mail: vanies_agronomia@hotmail.com

² Eng. Agrônomo, Doutor em Engenharia Agrícola, Professor, Universidade Estadual da Paraíba, Campus IV, Catolé do Rocha-PB. E-mail: elmesquita4@uepb.edu.br

³ Licenciado em Ciências Agrárias, Universidade Estadual da Paraíba, Campus IV, Catolé do Rocha-PB. E-mail: urandyuepb@yahoo.com.br

⁴ Eng. Agrônoma, Doutora em Fitotecnia, Bolsista do Programa Nacional de Pós-Doutorado - CAPES, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Campus Mossoró, Mossoró-RN. E-mail: emanuelappaiva@hotmail.com

⁵ Licenciado em Ciências Agrárias, Mestrando em Agronomia, Universidade Federal da Paraíba, Campus II, Areia-PB. E-mail: missiemario1994@hotmail.com

⁶ Eng. Agrônomo, Doutorando em Engenharia Agrícola, UFCG, Campus Campina Grande, Campina Grande-PB. E-mail: romulocarantino@gmail.com

GROWTH AND BIOMASS IN SACCHARINE SORGHUM PLANTS IRRIGATED WITH SALINE WATER UNDER PHOSPHATE FERTILIZER

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the influence of simple superphosphate doses under the growth and accumulation of biomass in saccharine sorghum plants irrigated with saline water. The experiment was conducted in a randomized block design in a 2 x 4 factorial scheme, consisting of two irrigation water salinity levels: S1 = 0.6 and S2 = 3.0 dS m⁻¹ and four single superphosphate doses: P1 = 0.0; P2 = 10.0; P3 = 20.0 and P4 = 30.0 mg dm⁻³ with 6 replicates and two plants per plot. Saccharine sorghum plants were grown in pots with a capacity of 1 dm³ of soil for 35 days after sowing, where they were evaluated and growth and accumulation of dry matter, and the salinity of the soil saturation extract. The increase in water salinity affects the growth and accumulation of dry matter of sorghum plants, however, fertilization with simple superphosphate reduces soil salinity and sodicity, reducing the effect of saline stress on sorghum plants. Single superphosphate doses of 30 or 17 g dm⁻³ are best indicated when sorghum plants are irrigated respectively with water of electrical conductivity of 0.6 and 3.0 dS m⁻¹.

Keywords: *Sorghum bicolor* L. Moench, phosphorus, calcium sulfate, salt stress.

INTRODUÇÃO

O sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* L. Moench) tem sido uma alternativa promissora para a produção de etanol e material forrageiro em regiões áridas e semiáridas, como alternativa a culturas mais exigentes em água, como o caso do milho (FERRÃO et al., 2011). Sendo uma fonte de alimentação para os animais do semiárido nordestino, haja vista, que o sorgo é reconhecido por sua tolerância moderada aos estresses hídrico e salino, podendo constituir-se em uma alternativa para cultivos sob tais condições (AQUINO et al., 2007; BONFIM-SILVA et al., 2011).

A escassez hídrica em regiões semiáridas do nordeste brasileiro ocorre devido a aspectos quantitativos devido à baixa precipitação pluviométrica e qualitativos devido ao elevados teores de sais solúveis nas águas disponíveis nos reservatórios (MEDEIROS et al., 2003). Nessa região, o déficit hídrico e o excesso de sais no solo têm limitado a produção agrícola, por afetar negativamente a germinação, o crescimento e o desenvolvimento vegetativo das culturas, a produtividade e, nos casos mais graves causam a morte das plantas (OLIVEIRA & GOMES FILHO, 2011).

O estresse salino afeta todos os aspectos fisiológicos e metabólicos das plantas, exercendo efeitos negativos no crescimento e no acúmulo de matéria seca das plantas, principalmente em função da redução do potencial osmótico da solução do solo (estresse hídrico), distúrbios nutricionais, efeito específico de alguns íons (estresse iônico) ou uma combinação desses fatores (MUNNS & TESTER, 2008; HABIBI & AMIRI, 2013). Quanto ao desequilíbrio nutricional decorre, sobretudo da redução na absorção de nutrientes essenciais às plantas, devido à competição na absorção e transporte de nutrientes, às alterações estruturais na membrana e à inibição da atividade de várias enzimas envolvidas no metabolismo vegetal (ARAGÃO et al., 2010; WILANDINO & CÂMARA, 2010).

Dentre os nutrientes, o fósforo é um dos mais importantes para o desenvolvimento das culturas agrícolas em solos tropicais, por estar envolvido na divisão celular, a fotossíntese, participar como elemento estrutural de açúcares e amidos, além de influenciar na absorção e no metabolismo de vários outros nutrientes, especialmente o nitrogênio (TAIZ et al., 2015; SÁ et al., 2017). De acordo com Oliveira et al. (2010), a aplicação de adubação

CRESCIMENTO E BIOMASSA EM PLANTAS DE SORGO SACARINO IRRIGADOS COM ÁGUA SALINA SOB ADUBAÇÃO FOSFATADA

fosfatada em doses adequadas no solo pode minimizar os efeitos adversos da salinidade sobre o desenvolvimento vegetal. Todavia, para Grattan & Maas (1984) é possível que doses de nutrientes que favoreçam ao ótimo desenvolvimento vegetal na ausência da salinidade, possam promover toxicidade para algumas plantas quando cultivadas sob estresse salino.

Diante disto, objetivou-se com este trabalho avaliar a influência de doses de superfosfato simples sob o crescimento e acúmulo de biomassa em plantas de sorgo sacarino irrigados com água salina.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação pertencente ao Centro de Ciências Humanas e Agrárias da Universidade Estadual da Paraíba, Campus IV, Catolé do Rocha, Paraíba. O local do experimento está georreferenciado pelas coordenadas 6°20'38"S; 37°44'48"W, e a altitude de 275 m.

O experimento foi conduzido no esquema fatorial 2 x 4, em delineamento de blocos casualizados, com seis repetições e duas plantas por parcela, totalizando 48 unidades experimentais. As fontes de variação foram dois níveis de salinidade da água de irrigação ($S_1=0,6$ e $S_2= 3,0$ dS m^{-1}) e quatro doses de superfosfato simples (18 % P_2O_5 ; 18% de Ca^{2+} e 10% de SO_4^-) 0,0; 10,0; 20,0 e 30,0 g dm^{-3} , correspondendo as doses de $P_2O_5^-$ de 0,0, 180, 360 e 540 mg dm^{-3} .

O solo utilizado no experimento foi classificado como Neossolo Fluvíco, que foi caracterizado quanto a fertilidade, os atributos químicos, conforme verificado na Tabela 1. As plantas de sorgo sacarino foram cultivadas em vasos com capacidade de 1 dm^3 de solo, nos quais as plantas foram cultivadas durante 35 dias após a semeadura (DAS). Após a aplicação das doses de fósforo, o solo foi incubado por período de 15 dias com as águas com as respectivas condutividades elétrica, mantendo-se o solo com umidade próxima da capacidade de campo.

Tabela 1. Características químicas do solo utilizado como substrato no experimento.

C.E	pH	P	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	Al ³⁺	H ⁺ +Al ³⁺	SB	CTC	MO	
dS m^{-1}	H ₂ O	mg/dm ³	-----cmol _c dm ⁻³ -----						g.kg ⁻¹			
Solo	0,58	7,22	54,9	0,85	4,76	2,44	0,63	0,00	0,00	8,68	8,68	13,3

SB=soma de bases; C.E= condutividade elétrica; CTC = capacidade de troca de cátions total; M.O= matéria orgânica.

Em cada vaso foram semeadas quatro sementes, realizando-se o raleio de três plantas quando elas estavam com duas folhas definitivas, aos oito dias após a semeadura, mantendo-se apenas a planta mais vigorosa em cada recipiente. Foi feita uma adubação suplementar utilizando solução modificada de

Hogland e Arnom (1950), sem adição de fósforo, na proporção de 5% do volume do substrato aos oito dias após semeadura quando se obteve a total emergência das plantas, para suplementação dos demais macros e micronutrientes essenciais ao desenvolvimento vegetal (Tabela 2).

Tabela 2. Concentração dos nutrientes na solução nutritiva aplicado no substrato utilizado no experimento.

Nutrientes	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	B	Cu	Zn	Mo
.....(mmol L ⁻¹).....												
Concentração	15	0	6	5	2	2	0,0625	0,01	0,05	0,003	0,0008	0,001

As irrigações foram realizadas uma vez ao dia, de modo a deixar o solo com umidade próxima à capacidade máxima de retenção de água, que foi determinado com base no método da lisimetria de drenagem, sendo a lâmina

aplicada acrescida de uma fração de lixiviação de 20 % (Referência). O volume aplicado (V_a) por recipiente foi obtido pela diferença entre a lâmina anterior (L_a) aplicada menos a média de drenagem (D), dividido pelo número de

recipientes (n) e multiplicado pela fração de lixiviação (FL), como indicado na equação 1:

$$Va = \frac{La - D}{n(1 - FL)} \quad (1)$$

As águas salina utilizadas na irrigação foram preparadas através da adição de sais de cloreto de sódio (NaCl) a água de poço, existente no local ($CE_a = 0,9 \text{ dS m}^{-1}$), o qual, o sódio e o cloreto compõe 70 % dos íons de sais em fontes de água utilizada para irrigação em pequenas propriedades do Nordeste brasileiro (MEDEIROS et al., 2003). No preparo da água de irrigação com as respectivas salinidades, foi considerada a relação entre a condutividade elétrica da água (CE_a) e concentração de sais ($10 \text{ meq L}^{-1} = 1 \text{ dS m}^{-1}$ de CE_a) conforme sugerem Rhoades et al. (1992), que tem validade para CE_a variando de 0,1 a $5,0 \text{ dS m}^{-1}$. Para obtenção do menor nível de salinidade, a água de poço foi diluída utilizada água de abastecimento local ($CE_a = 0,3 \text{ dS m}^{-1}$). Após o preparo da água com as respectivas condutividades elétrica, as mesmas foram armazenadas em recipientes plásticos com capacidade de 100 L^{-1} , devidamente protegidas, evitando-se a evaporação, a entrada de água de chuva e a contaminação com materiais que pudessem comprometer sua qualidade.

Aos 35 dias após a semeadura foi avaliado a altura de planta - AP (cm) com uso de uma régua graduada em milímetros, considerando a distância entre o solo e o ápice das plantas; o diâmetro do colmo - DC (mm) com paquímetro digital e o número de folhas completamente expandidas - NF. Nesse mesmo período, as plantas foram coletadas e acondicionadas em estufa de circulação de ar à 65°C por período de 72 h, posteriormente foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,0001 g para obtenção da massa seca total - MST (g).

Após a coleta das plantas foram retiradas amostras de solo de cada vaso, com os quais foi realizada caracterização química do extrato de saturação quanto à condutividade elétrica do extrato de saturação - CE_{es} , pH, os teores de cálcio - Ca^{2+} , magnésio - Mg^{2+} , sódio - Na^+ ,

potássio K^+ , percentagem de sódio trocável - PST e relação de adsorção de sódio - RAS conforme equações 2 e 3 descritos em Richards (1954).

$$RAS = \frac{Na^+}{\sqrt{(Ca^{2+} + Mg^{2+})/2}} \quad (2)$$

$$PST = \frac{100x(0,01475x RAS + 0,0126)}{1 + (0,01475x RAS - 0,0126)} \quad (3)$$

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste 'F' à 5 % de probabilidade. Nos casos de significância, foi realizado teste de Tukey ($p < 0,05$) para o fator salinidade da água de irrigação e análise de regressão polinomial para o fator doses de superfosfato simples, ambos ao nível de 5% de significância. Para análise estatística utilizou-se o software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O solo irrigado com água de menor salinidade ($0,6 \text{ dS m}^{-1}$) obteve os menores valores de CE_{es} , RAS e PST quando comparado aos demais níveis de salinidade (Figura 1A, B e C). De modo que, os resultados para RAS e PST não se ajustaram os modelos lineares averiguando-se médias de $4,11 \text{ mmol L}^{-0,5}$ e $4,56\%$ respectivamente. A maior condutividade elétrica ($6,12 \text{ dS m}^{-1}$) foi observada sob a dose de $21,77 \text{ g dm}^{-3}$, possivelmente devido a maior decomposição e liberação dos sais de sulfato de cálcio presente no superfosfato simples (Figura 1A).

A condutividade elétrica do solos irrigado com água de $3,0 \text{ dS m}^{-1}$, comportou-se de forma quadrática em função do aumento das doses de superfosfato simples, sendo verificado o pico máximo de condutividade elétrica ($14,78 \text{ dS m}^{-1}$) sob as doses de 16 g dm^{-3} , decrescendo a partir de então (Figura 1A). Mesmo com o aumento da condutividade elétrica do solo verificou-se reduções de $2,74 \text{ mmol L}^{-0,5}$ e $2,74\%$ na RAS e PST conforme o aumento de 10 g na dose de SPS (Figuras 1 B e C). Isso indica a eficiência do sulfato de cálcio presente no superfosfato simples,

CRESCIMENTO E BIOMASSA EM PLANTAS DE SORGO SACARINO IRRIGADOS COM ÁGUA SALINA SOB ADUBAÇÃO FOSFATADA

associado a lavagem no controle da sodicidade do solo, assim facilitando o deslocamento do sódio do complexo de troca para a solução do solo, e desta para a água de drenagem proveniente da lixiviação do solo (SOUSA et al., 2012; SÁ et al., 2015). Esses resultados também indicam que o aumento da condutividade elétrica está relacionado apenas ao incremento do sulfato de cálcio e não do sódio, apresentando assim menor toxicidade as plantas.

O aumento das doses de SFS reduziu linearmente o pH do solo, havendo decréscimo de 0,0565 no pH do solo com aumento unitário da adubação fosfatada. De modo a verificar uma redução de 23% no pH do entre o solo sem

fósforo e a dose de 30 g dm⁻³ do superfosfato simples (Figura 2). A redução do pH do solo está relacionada a aplicação da lâmina de lixiviação do solo, que possivelmente promoveu a remoção das bases trocáveis, promovendo com isso redução do pH. Todavia, apesar do CaSO₄ ser considerado um sal básico, alguns autores verificam seu efeitos sob acidificação do solo, devido a redução dos teores de sódio do solo que por sua vez apresenta um potencial mais alcalino quando comparado ao cálcio (MIRANDA et al., 2011; SÁ et al., 2015). Desse modo, adubação com superfosfato simples associada a aplicação de uma lâmina de lixiviação periódica pode reduzir o pH do solo.

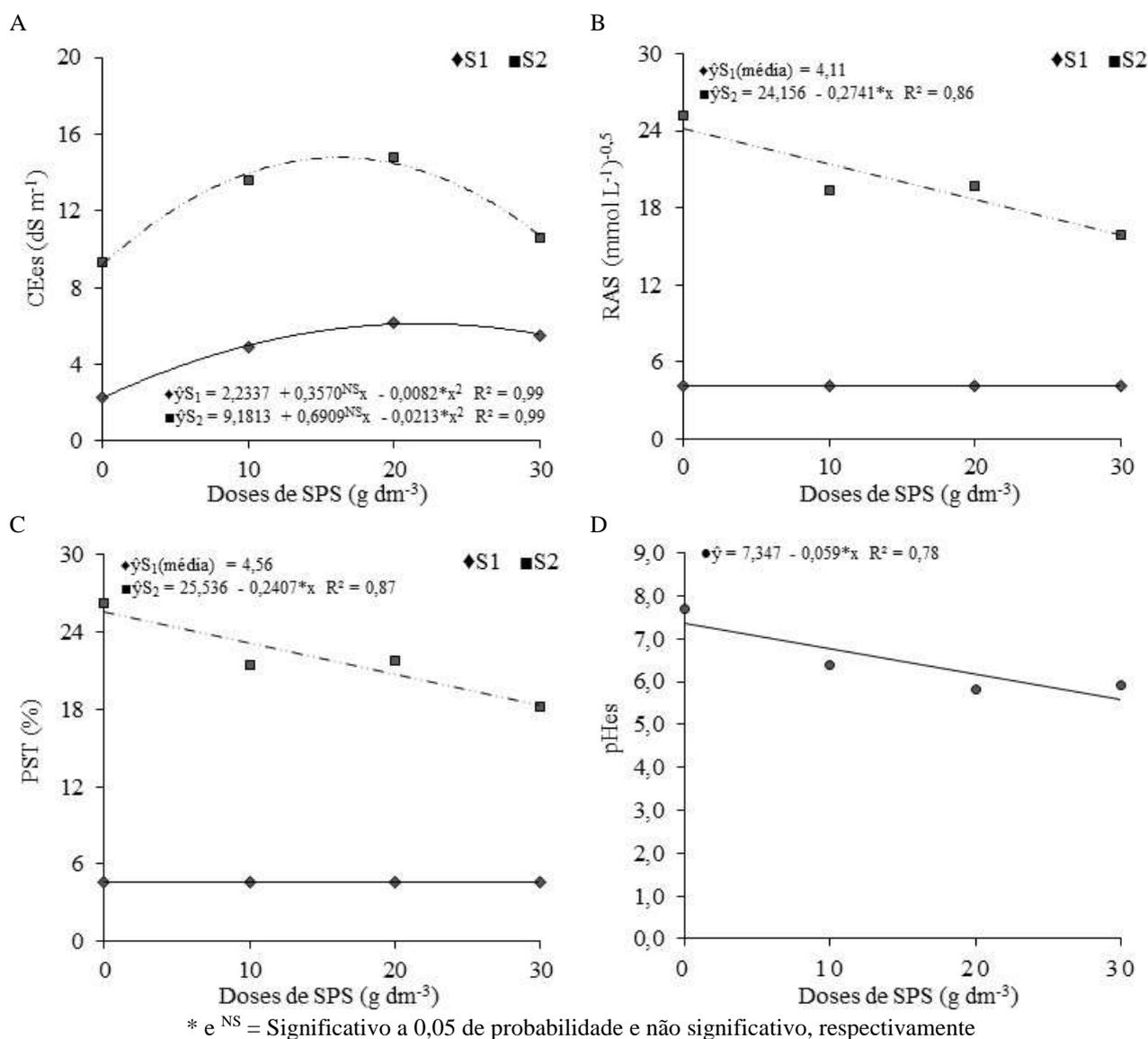
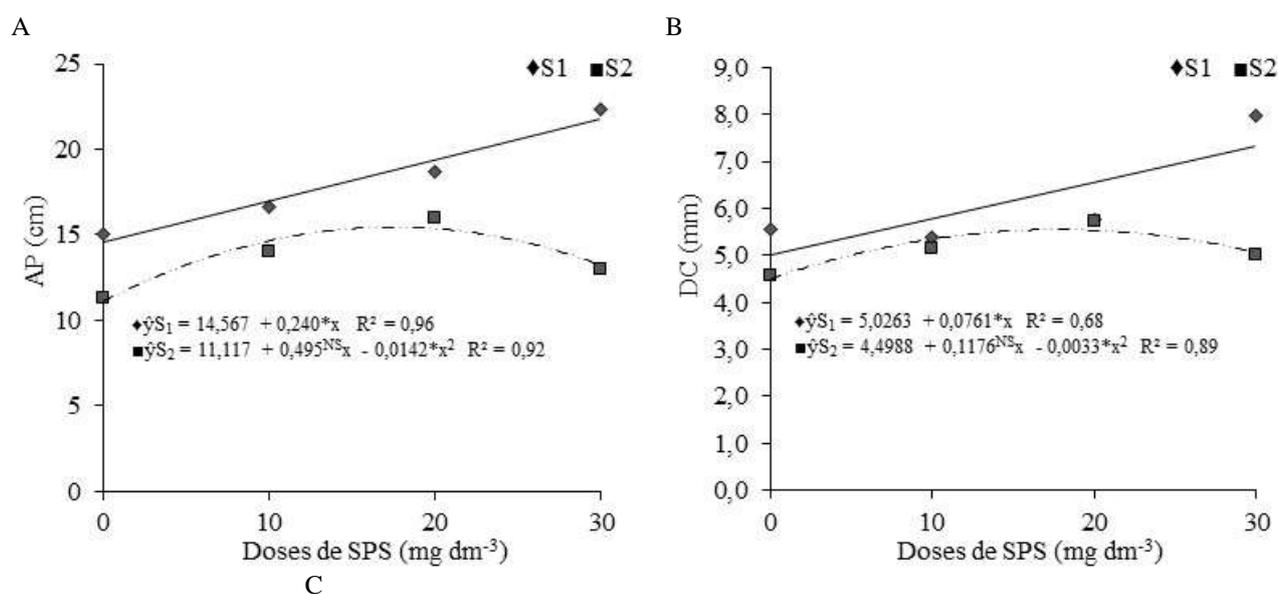


Figura 1. Condutividade elétrica, CE_{es} (A), Relação de adsorção de sódio, RAS (B), percentagem de sódio trocável, PST (C) e potencial hidrogeniônico, pHes (D) de um solo cultivado com sorgo sacarino sob irrigação com água salina ($S_1=0,6$ e $S_2= 3,0$ dS m^{-1}) e doses de superfosfato simples (SFS) aos 35 dias após aplicação dos níveis salinos.

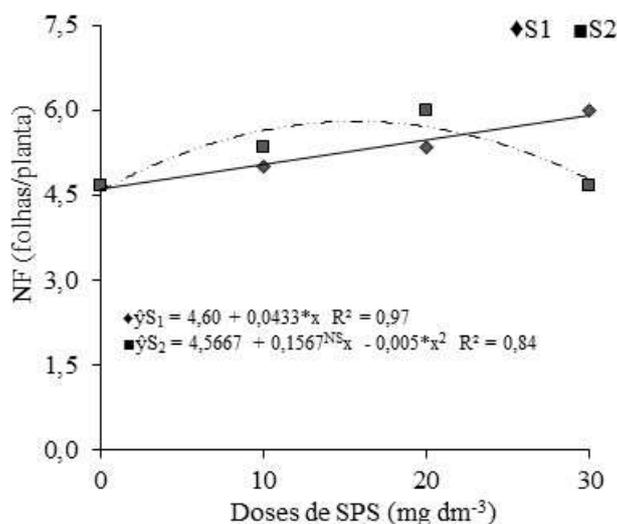
Para as variáveis altura de planta, diâmetro do colo e número de folhas, verificam-se respostas lineares crescentes em função do aumento das doses de superfosfato simples entre as plantas irrigadas com água de baixa salinidade, $0,6$ dS m^{-1} (Figuras 2A, B e C). Isso reflete que adubação fosfatada traz benefícios ao crescimento de plantas de sorgo, e que as doses estudadas não promoveram toxicidade em condições de baixa salinidade do solo. No entanto, o crescimento das plantas cultivadas sob alta salinidade ($3,0$ dS m^{-1}) comportou-se de maneira quadrático em função do aumento das doses de superfosfato simples, obtendo-se incrementos máximos estimado de altura de planta (15,43 cm), diâmetro do colmo (5,45 mm) e número de folhas (5,79) sob as doses de 17,43; 17,81 e 15,67 $g\ dm^{-3}$, respectivamente, sendo verificado redução do crescimento a partir de então até a dose de $30\ g\ dm^{-3}$ (Figuras 2A, B e C).

A aplicação de P no solo estimula o crescimento das plantas de sorgo, devido participar de inúmeras substâncias estruturais nas plantas, como proteínas, lipídios, açúcares entre outras que podem atuar também no aporte de energia e no ajuste osmótico (TAIZ

et al., 2015), e aos efeitos dos sais de sulfato de cálcio presentes no superfosfato simples que reduzem o caráter salino e sódico do solo (SÁ et al., 2017), amenizando o estresse salino sob as plantas. Porém, o aumento da dose de fósforo a partir da dose estimada possivelmente casou efeitos de toxicidade às plantas de sorgo, haja vista que plantas sob condições de estresse salino, a capacidade de absorção e assimilação de nutrientes pela planta é reduzida, de modo que doses de nutrientes que favoreçam ao ótimo desenvolvimento vegetal na ausência da salinidade, promovam toxicidade para algumas plantas quando cultivadas sob estresse salino (GRATTAN & MAAS, 1984). Resultados semelhantes ao observados nessa pesquisa também foram verificadas por Lacerda et al. (2006) em plantas de sorgo, Oliveira et al. (2010) em plantas de rabanete e por Sousa et al. (2011) em plantas de pinhão manso. Os autores também verificaram respostas lineares de crescimento ao aumento da dose de fósforo em condições de baixa sanidade, todavia o aumento da dose de fósforo em condições de alta salinidade não teve resultados tão promissores.



CRESCIMENTO E BIOMASSA EM PLANTAS DE SORGO SACARINO IRRIGADOS COM ÁGUA SALINA SOB ADUBAÇÃO FOSFATADA

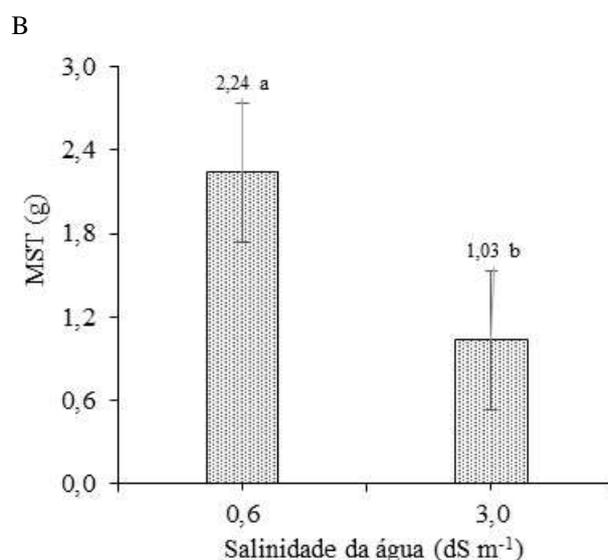
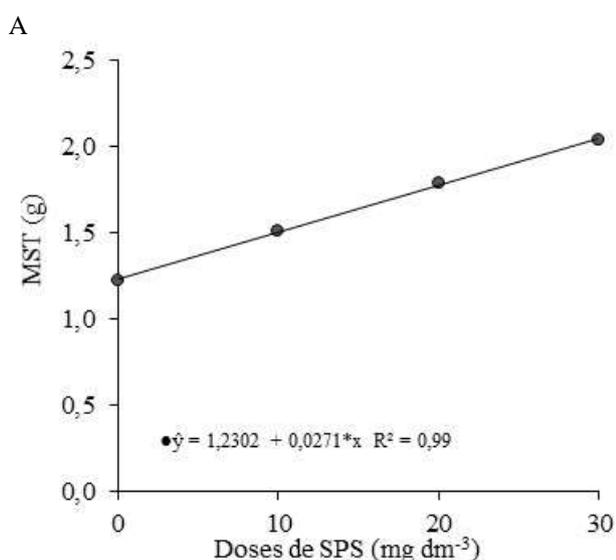


* e ^{NS} = Significativo a 0,05 de probabilidade e não significativo, respectivamente

Figura 2. Altura, AT (A), diâmetro do colmo, DC (B) e número de folhas, NF (C) de plantas sorgo sacarino cultivado sob irrigação com água salina (S₁=0,6 e S₂= 3,0 dS m⁻¹) e doses de superfosfato simples (SFS) aos 35 dias após aplicação dos níveis salinos.

O aumento das doses de superfosfato simples estimulou a aumento da massa seca total independente da condição de salinidade, constatando incrementos de 0,0271 g para cada aumento unitário na dose do adubo fosfatado, na qual foi elevado de 1,23 g para 2,04 g entre a dose de 0 e 30 g dm⁻³, correspondendo ao um incremento de 66,11% (Figura 3A). O fósforo é um nutriente essencial e está envolvido coma divisão celular bem como na fotossíntese, com influência diretamente sob o acúmulo de matéria seca das plantas (TAIZ et al., 2015),

além de auxiliar na absorção de outros nutrientes. Observa-se ainda que apesar do comportamento quadrático do crescimento, o acúmulo de biomassa respondeu linearmente as doses de fósforo, isso é indicativo que as respostas de crescimento obtidas nas condições de alta salinidade estão relacionadas ao estado hídrico da planta (turgescência foliar). Com isso, podemos inferir que as doses fósforo influenciou na homeostase osmótica das plantas de sorgo sacarino sob estresse salino.



* e ^{NS} = Significativo a 0,05 de probabilidade e não significativo, respectivamente. Letras minúsculas iguais não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Figura 3. Massa seca total, MST (A e B) de plantas sorgo sacarino cultivado sob irrigação com água salina e doses de superfosfato simples (SFS) aos 35 dias após aplicação dos níveis salinos.

Para matéria seca total, também foi observado efeito isolado dos níveis de salinidade da água de irrigação, constando-se uma redução de 54,02% ao comparar as plantas cultivadas em condições de alta (3,0 dS m⁻¹) e baixa (0,6 dS m⁻¹) salinidade da água de irrigação (Figura 3B). Fato que pode estar relacionada ao aumento também o potencial osmótico do solo, haja vista, os altos teores de sais de sódio presentes na água de irrigação, além de efeito relacionado à toxicidade causada por íons específicos promovendo interações iônicas negativas ao metabolismo das plantas reduzindo a fotossíntese e acúmulo de biomassa (MUNS & TESTER, 2008; ARAGÃO et al., 2010; WILANDINO & CÂMARA, 2010).

CONCLUSÕES

O aumento da salinidade da água afeta o crescimento e o acúmulo de matéria seca das plantas de sorgo sacarino, porém a adubação com superfosfato simples reduz a salinidade e sodicidade do solo, amenizando o efeito do estresse salino sobre as plantas de sorgo sacarino.

As doses de superfosfato simples de 30 ou de 17 g dm⁻³ são as mais indicadas quando as plantas de sorgo são irrigadas, respectivamente, com água de condutividade elétrica de 0,6 e 3,0 dS m⁻¹.

REFERÊNCIAS

- AQUINO, A. J. S.; LACERDA, C. F.; GOMES-FILHO, E. Crescimento, partição de matéria seca e retenção de Na⁺, K⁺ e Cl⁻ em dois genótipos de sorgo irrigados com águas salinas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, n. 6, p.961-971, 2007.
- ARAGÃO, R. M.; SILVEIRA, J. A. G.; SILVA, E. N.; LOBO, A. K. M.; DUTRA, A. T. B. Absorção, fluxo no xilema e assimilação do nitrato em feijão-caupi submetido à salinidade. **Revista Ciência Agronômica**, v. 14, n. 1, p. 100-106, 2010.
- BONFIM-SILVA, E.M.; SILVA, T.J.A.; CABRAL, C.E.A.; KROTH, B.E.; REZENDE, D. Desenvolvimento inicial de gramíneas submetidas ao estresse hídrico. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 2, p. 180-186, 2011.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**. v.35, n. 6, p.1039-1042, 2011.
- GRATTAN, S. R.; MAAS, E. V. Interactive effects of salinity and substrate phosphate on soybean. **Agronomy Journal**, v.76, p.668-676, 1984.
- HABIBI, F.; AMIRI, M. E. Influence of in vitro salinity on growth, mineral uptake and physiological responses of two citrus rootstocks. **International Journal of Agronomy and Plant Production**, v. 4, n. 6, p. 1320-1326, 2013.
- HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. **The water-culture method for growing plants without soil**. Berkeley, California Agricultural Experiment Station, 1950. 32p. (Circular, 347)
- LACERDA, C. F.; MORAIS, H. M. M.; PRISCO, J. T.; GOMES FILHO, E.; BEZERRA, M. A. Interação entre salinidade e fósforo em plantas de sorgo forrageiro. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 2, p. 258-263, 2006.
- MEDEIROS, J. F. DE; LISBOA, R. DE A.; OLIVEIRA, M. DE; SILVA JÚNIOR, M. J. DA; ALVES, L. P. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, n. 3, p. 469-472, 2003.

CRESCIMENTO E BIOMASSA EM PLANTAS DE SORGO SACARINO IRRIGADOS COM ÁGUA SALINA SOB ADUBAÇÃO FOSFATADA

- MIRANDA, M. A.; OLIVEIRA, E. E. M.; SANTOS, K. C. F.; FREIRE, M. B. G. S.; ALMEIDA, B. G. Condicionadores químicos e orgânicos na recuperação de solo salino-sódico em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 5, p. 484-490, 2011.
- MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review of Plant Biology**, v. 59, n. 7, p. 651-681, 2008.
- OLIVEIRA, A. B.; GOMES FILHO, E. Cultivo hidropônico de plântulas de sorgo sob estresse salino com sementes envelhecidas artificialmente e osmocondicionadas. **Ciência Rural**, v. 41, n. 1, p. 10-16, 2011.
- OLIVEIRA, F. R. A.; OLIVEIRA, F. A. O.; MEDEIROS, J. F.; SOUSA, V. F. L.; FREIRE, A. G. Interação entre salinidade e fósforo na cultura do rabanete. **Revista Ciências Agrônômica**. v. 41, n. 4, p. 519-526, 2010.
- RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington: United States Salinity Laboratory, 1954, 160p. (USDA. Agriculture Handbook, 60).
- SÁ, F. V. S.; MESQUITA, E. F.; BERTINO, A. M. P.; COSTA, J. D.; ARAÚJO, J. L. Influência do gesso e biofertilizante nos atributos químicos de um solo salino-sódico e no crescimento inicial do girassol. **Irriga**, v. 20, n. 1, p. 46-59, 2015.
- SÁ, F. V. S.; BRITO, M. E. B.; SILVA, L. A.; MOREIRA, R. C. L.; FERNANDES, P. D.; FIGUEIREDO, L. C.; MELO, A. S.; PAIVA, E. P. Physiology and phytomass of saccharine sorghum (*Sorghum bicolor*) in saline-sodic soil treated with correctives and single superphosphate. **Australian Journal of Crop Science**, v. 11, n. 10, p. 1290-1296, 2017.
- SERRÃO, M. G.; MENINO, M. R.; LOURENÇO, M. E.; FERNANDES, M. L.; CASTANHEIRA, N.; VARELA, A.; RAMOS, T.; MARTINS, J. C.; PIRES, F.; GONÇALVES, M. C. Efeitos da água salina e da adubação azotada na composição foliar em macronutrientes e na produção do sorgo sacarino. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 34, n. 2, p. 163-172, 2011.
- SHIBLI, R. A.; SAWWAN, J.; SWAIDAT, I.; TAHAT, M. Increased phosphorus mitigates the adverse effects of salinity in tissue culture. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 32, n. 03-04, p. 429-440, 2001.
- SOUSA, F. Q.; ARAÚJO, J. L.; SILVA, A. P.; PEREIRA, F. H. F.; SANTOS, R. V.; LIMA, G. S. Crescimento e respostas fisiológicas de espécies arbóreas em solo salinizado tratado com corretivos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 2, p. 173-181, 2012.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p.
- WILLADINO, L.; CÂMARA, T. R. Tolerância das plantas à salinidade: aspectos fisiológicos e bioquímicos. **Enciclopédia Biosfera**, v. 6, n. 11, p. 1-23, 2010.