

ÍNDICES FISIOLÓGICOS NO SORGO IRRIGADO COM ÁGUA SALINA SOB DIFERENTES FRAÇÕES DE LIXIVIAÇÃO E DOSES DE ESTERCO

Anne Carolinne Rodrigues Linhares da Silva¹; Robson Alexsandro de Sousa²; Cherlyson Cunha de Medeiros³; Elizabeth Cristina Gurgel de Albuquerque Alves⁴; Euler dos Santos Silva⁵; Robson Alexsandro de Sousa⁶

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da fração de lixiviação e doses de esterco bovino sobre o crescimento de plantas de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench.] cv. BRS Ponta Negra irrigado com água salina, em casa de vegetação. As plantas foram cultivadas em vasos contendo solo arenoso. Os tratamentos foram compostos de quatro doses de esterco bovino: 0; 10; 20 e 30 t ha⁻¹ e três frações de lixiviação (0, 50 e 100%) da lâmina de irrigação. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro repetições, em esquema fatorial 4 x 3. A confecção da solução salina foi realizada com a utilização de sais de NaCl, CaCl₂·2H₂O e MgCl₂·6H₂O, na proporção de 7:2:1. As variáveis analisadas foram suculência foliar e massa específica foliar. O uso da fração de lixiviação quando se utiliza água salina para a irrigação atua como mitigador do excesso de sais na zona do sistema radícula do sorgo, sem que haja prejuízos as atividades fisiológicas das plantas. A maior parte dos adubos de origem orgânica (animal ou vegetal) contém vários nutrientes para as plantas (particularmente nitrogênio e fósforo, além de pequenas quantidades de potássio e elementos raros). Embora em concentrações muito inferiores às dos inorgânicos, podem contribuir significativamente para a nutrição vegetal, tal como de outros benefícios.

PALAVRAS-CHAVE: fisiologia vegetal, salinidade, *Sorghum bicolor*

PHYSIOLOGICAL INDEXES IN SALT IRRIGATED SORGHUM WITH DIFFERENT LEACHING FRACTIONS

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the effects of the leaching fraction and doses of bovine manure on the growth of sorghum plants [*Sorghum bicolor* (L.) Moench.]

¹ Engenharia Agrônômica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, e-mail: annecarolinne23@yahoo.com

² Engenharia Agrônômica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, e-mail: rasousaufn@gmail.com

³ Engenharia Agrônômica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, e-mail: medeiros-if@hotmail.com

⁴ Engenharia Agrônômica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, e-mail: elizabethgualves@hotmail.com

⁵ Engenharia Agrônômica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, e-mail: euler_rm@hotmail.com

⁶ Doutor em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, e-mail: rasousaufn@gmail.com

Cv. BRS Ponta Negra irrigated with saline water, in a greenhouse. The plants were grown in pots containing sandy soil. The treatments consisted of four doses of bovine manure: 0; 10; 20 and 30 t ha⁻¹ and three leaching fractions (0, 50 and 100%) from the irrigation blade. A completely randomized design with four replications was used, in a 4 x 3 factorial design. The preparation of the saline solution was performed with the use of NaCl, CaCl₂·2H₂O and MgCl₂·6H₂O salts, in the proportion of 7: 2: 1. The variables analyzed were leaf succulence and leaf specific mass. The use of the leaching fraction when using saline water for irrigation acts as a mitigator for excess salts in the area of the root system of the sorghum, without harming the physiological activities of the plants. Most fertilizers of organic origin (animal or vegetable) contain various nutrients for plants (particularly nitrogen and phosphorus, in addition to small amounts of potassium and rare elements). Although in much lower concentrations than inorganics, they can contribute significantly to plant nutrition, as well as other benefits.

KEYWORDS: plant physiology, salinity, *Sorghum bicolor*

INTRODUÇÃO

A cultura do sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) vem se destacando na região semiárida do país, principalmente em época de escassez hídrica, surgindo como fonte de substituição ao milho na alimentação animal e ao seu sucesso é garantido devido à grande adaptabilidade e resistência a ambientes com pouca precipitação, sendo cultivado em regiões secas e muito quentes, onde culturas (milho, por exemplo) não atingem o máximo na produtividade de grãos ou forragem (MOLINA et al., 2000). Plantas C₄ existem basicamente quatro tipos de sorgo (granífero, forrageiro, vassoura e sacarino), as diferenças são refletidas na posição entre colmos, folhas e panículas, com diferentes produções de matéria seca, composição bromatológica e valor nutritivo (LEITE, 2006). Um dos principais problemas causados pela salinização do solo é a redução do potencial osmótico da solução do solo e a acumulação excessiva de certos íons que podem causar toxicidade às culturas. O acúmulo de sais na zona radicular pode atingir um nível tal, em que as plantas não terão forças de sucção suficiente para superar o potencial osmótico, em consequência, a planta não conseguirá absorver água, e isto irá propiciar estado de deficiência hídrica e causar sintomas muito semelhantes aos provocados pela estiagem. De acordo com Munns & Tester (2008) além do déficit hídrico, o metabolismo vegetal também é alterado e em condições de estresse salino a abertura dos estômatos é reduzida, assim como também a fotossíntese e a translocação de nutrientes. Desta maneira, tecnologias são necessárias para que o problema da salinização de áreas agrícolas não venha agravar-se ainda mais, pois,

com o acelerado crescimento populacional e aumento da necessidade de produção de alimentos, torna-se imprescindível uma melhor eficiência do uso da água salobra de forma sustentável. Dentre essas técnicas está o uso da fração de lixiviação, que consiste em aplicar na irrigação uma lâmina de água além da necessidade da cultura, para que parte dos sais, proveniente da salinidade da água utilizada na irrigação se concentre abaixo da zona radicular e mantenha a salinidade do solo de maneira a permitir bons rendimentos de produção. No entanto, nem todas as culturas são igualmente afetadas pelo mesmo nível de salinidade no qual estão submetidas, e isto depende de vários fatores como: o tempo de exposição ao estresse, composição e concentração dos sais, método e frequência de irrigação, tipo e genótipo da cultura e ambiente no qual se está exposto. Assim sendo, se faz necessário estudar as interações dos sais com a planta em cultivos agrícolas.

A água é um dos principais fatores limitantes da produção agrícola da região semiárida do Nordeste brasileiro. As águas subterrâneas nessa região são escassas e com elevados teores de sais dissolvidos e, mesmo assim, se constitui na única fonte de água disponível durante grande parte do ano, o que justifica a necessidade da ampliação de opções para a produção agrícola no ambiente do Semiárido (RESENDE & CORDEIRO, 2007). Com isto, algumas ações são necessárias para mitigar a problemática da água nessas regiões. Tais ações devem buscar o aumento da disponibilidade com o aumento da eficiência do uso dessa água, principalmente no que se refere à irrigação (CIRILO, 2010; SOUZA FILHO, 2011). De acordo com Silva et al. (2005), a irrigação é uma das tecnologias aplicadas na agricultura que mais contribui para o aumento na produção de alimentos. No entanto, a qualidade da água apresenta restrições à agricultura irrigada, podendo resultar em obstáculo ao desenvolvimento das espécies cultivadas, além de acelerar a degradação do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, localizada na Escola Agrícola de Jundiá – Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias, pertencente a Universidade Federal do Rio Grande do Norte, no município de Macaíba – RN. Foi utilizado o sorgo cv. BRS Ponta Negra, desenvolvido pela Embrapa Milho e Sorgo em conjunto com a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte - EMPARN, classificado na categoria forrageiro de pequeno porte (SANTOS et al., 2007). Foram avaliadas quatro doses de esterco bovino 0, 10, 20 e 30 t ha⁻¹ e três frações de lixiviação 0%, 50% e 100% da lâmina líquida necessária para a irrigação. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente

casualizado com quatro repetições no esquema fatorial 4 x 3, totalizando 12 tratamentos. As plantas de sorgo cv. BRS Ponta Negra foram irrigadas com água salina com uma condutividade elétrica igual a 2 dS m⁻¹ (Tabela 1). A solução salina aplicada foi confeccionada utilizando-se os sais de NaCl, CaCl₂.2H₂O e MgCl₂.6H₂O dissolvidos em água de açude, na proporção de 7:2:1.

Tabela 1. Composição química da água de irrigação usada no experimento.

Água	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	pH	CE _a (dS m ⁻¹)	RAS
	mmol _c L ⁻¹									
S1	0,50	0,50	21,35	0,15	19,81	0,00	0,33	6,4	2,00	15,69

Fonte: Laboratório de Análises de Solo, Água e Planta – EMPARN. CE_a = condutividade elétrica da água de irrigação; RAS = relação de adsorção de sódio. S0 = água de açude do Bebo; S1 = solução salina 1.

A fração de lixiviação foi calculada segundo a equação,

$$NL = \frac{CE_a}{(5 \times CE_{es} - CE_a)} \quad (1)$$

Em que:

NL = necessidade de lixiviação mínima que se necessita para controlar os sais dentro do limite de tolerância das culturas, empregando-se métodos comuns de irrigação por superfície.

CE_a = condutividade elétrica da água de irrigação, em dS m⁻¹.

CE_{es} = condutividade elétrica do extrato de saturação do solo, em dS m⁻¹, que representa a salinidade tolerável por determinada cultura.

Para a instalação do experimento, aproximadamente 10 kg de solo arenoso (Tabela 2) foram colocados em vasos plásticos perfurados na face inferior. Antes, porém, foi colocado uma camada de brita de 2 cm, para facilitar a drenagem.

Tabela 2. Atributos químicos e classificação textural do solo utilizado no experimento.

Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	H ⁺ +Al ³⁺	pH	CE _{es}	PST (%)	Dg	T
cmol _c kg ⁻¹						(dS m ⁻¹)		(g cm ⁻³)	
11,6	4,5	0,10	0,87	4,7	6,0	0,2	1	1,25	AREIA

Fonte: Laboratório de Solo, Água e Planta – EMPARN. pH = pH em água (1:2,5); CE_{es} = condutividade elétrica do extrato de saturação; PST = porcentagem de sódio trocável; Dg = densidade global; T = textura.

Cinco dias antes da semeadura procedeu-se a aplicação do esterco bovino curtido (Tabela 3) nos vasos correspondentes aos tratamentos.

Tabela 3. Composição química do esterco bovino utilizado no experimento.

CE _{eb} (dS m ⁻¹)	N	P	P ₂ O ₅	K ⁺	K ₂ O	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Fe	Cu	Zn	Mn
	g kg ⁻¹							mg kg ⁻¹			
2,63	5,9	2,4	5,5	0,8	1,00	14,1	4,7	1.150,80	19,8	135	145,9

Fonte: Laboratório de Solo, Água e Planta – EMPARN.

A semeadura foi realizada colocando-se dez sementes de sorgo em cada vaso. A aplicação da adubação química foi 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 (LIMA et al.,

2010). Foram realizadas medições do diâmetro do colmo + bainhas, utilizando-se de um paquímetro digital, em intervalos de dez dias após a semeadura, a uma altura de 10 cm em relação a superfície do solo. Aos sessenta dias após a semeadura, procedeu-se a coleta do experimento. Determinou-se, o peso fresco dos limbos foliares, colmos + bainhas e sistema radicular. O material coletado (colmos + bainhas, limbos foliares e sistema radicular), após pesagem foi acondicionado em sacos de papel e levados à estufa com circulação forçada, a 65 °C, por um período de sete dias, quando se constatou o peso constante das amostras, visando a obtenção da matéria seca do material. Determinou-se a partir desses dados determinou-se a área foliar total seguindo a metodologia proposta por Hassan et al (2010). E a partir desta calculou-se a suculência foliar e a massa específica foliar (MANTOVANNI, 1999). Os resultados das variáveis foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey com $p < 0,05$ utilizando-se o programa Sisvar 5.6. 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

Observa-se na figura 1, que a suculência foliar das plantas de sorgo, foi influenciada pela interação do esterco bovino e a fração de lixiviação, $p < 0,05$. Ainda, na figura 1, houve comportamento quadrático desta variável quando se aplicou o maior nível de fração de lixiviação (FL = 100%). Esse resultado é diferente ao encontrado por outros autores pois o aumento da suculência foliar, resposta não observada em sorgo (SOUSA et al., 2018), é comum em plantas sob estresse com sais de cloreto, porém é mais comumente verificada em dicotiledôneas, não sendo tão eficiente quanto o mecanismo de exclusão de íons que parece ser o mecanismo predominante em plantas de sorgo (TRINDADE et al., 2006). Entretanto, a quantidade extra de água percola abaixo da zona radicular, removendo pelo menos uma parte dos sais acumulados (LIMA JUNIOR & SILVA, 2012)

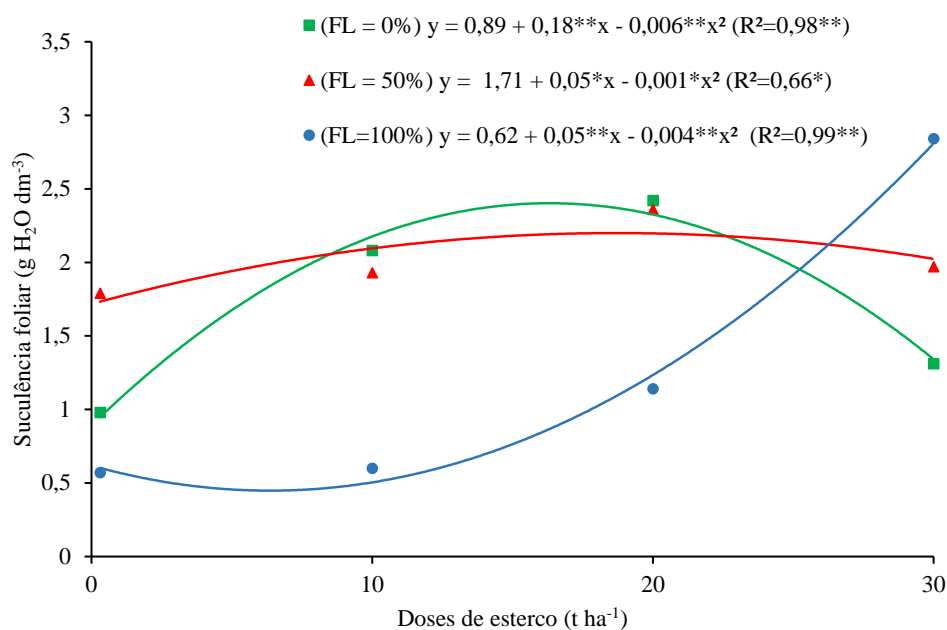


Figura 1. Suculência foliar do sorgo em função das doses de esterco bovino.

A massa específica foliar, Figura 2, apresentou significância estatística, $p < 0,05$, para a interação entre os fatores esterco bovino e fração de lixiviação. Na figura 2, observa-se que a houve aumento da massa específica foliar na maior fração de lixiviação aplicada (FL=100%) com o incremento das doses de esterco bovino resultado semelhante encontrado por Sousa et al. (2018).

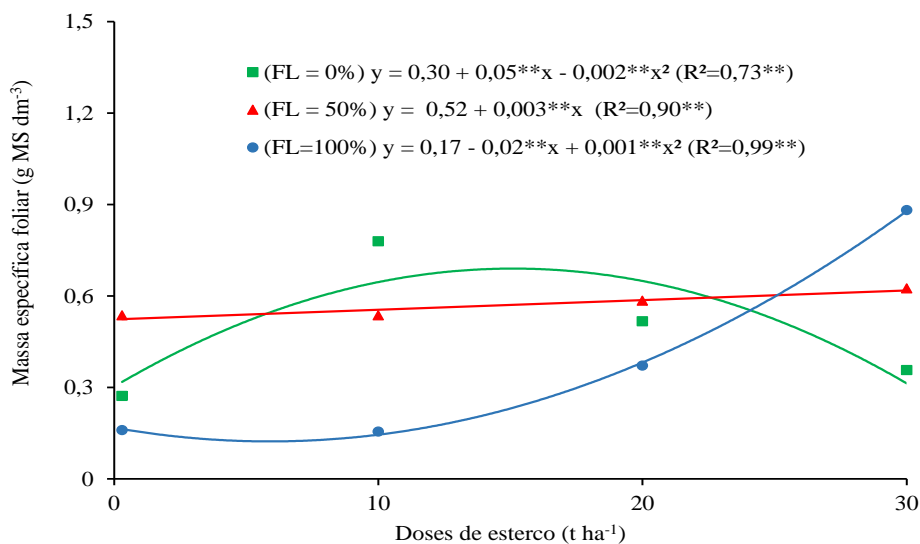


Figura 2. Massa específica foliar do sorgo em função das doses de esterco bovino.

CONCLUSÕES

O uso da fração de lixiviação quando se utiliza água salina para a irrigação atua como mitigador do excesso de sais na zona do sistema radícula do sorgo, sem que haja prejuízos as atividades fisiológicas das plantas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CIRILO, J. A. Políticas de Água no Semiárido Brasileiro. In: GALVÃO, C.O.; CIRILO, J. A.; CABRAL, J. J. (Org.). **Recursos Hídricos para a Convivência com o Semiárido: avanços e desafios**. Porto Alegre, RS: ABRH, 2011, v.1. 590p.

HASSAN, M.; CHRISTOPHER, B. S. T.; GHIZAN, S.; AHMAD, B. S.; MOHAMMED, E. A.; BEHNAM, K. Non-destructive estimation of maize leaf area, fresh weight, and dry weight using length and leaf width. **Communications in Biometry and Crop Science**, v. 5, n. 1, p. 19-26, 2010.

LEITE, M. L. M. V. **Crescimento vegetativo do sorgo sudão (*Sorghum sudanense*(piper) stapf), em função da disponibilidade de água e fontes de fósforo**. 2006. 85f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2006

LIMA JUNIOR, J. A.; SILVA, A. L. P. Estudo do processo de salinização para indicar medidas de prevenção de solos salinos. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer**, v. 6, n. 11, 2010.

LIRA, R. M. de. **Salinidade da água de irrigação e frações de lixiviação no cultivo da cana-de-açúcar**. Recife, 2016.

MANTOVANI, A. A method to improve leaf succulence quantification. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 42, p. 9-14, 1999.

MOLINA, L. R.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUEZ, N. M.; RODRIGUES, J. A. S.; FERREIRA, J. J.; FERREIRA, V. C. P., Avaliação agrônômica de seis híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 52, n. 4, p. 385-390. 2000

RESENDE, G. M. de; CORDEIRO, G. G. **Uso da água salina e condicionador de solo na produtividade de beterraba e cenoura no semi-árido do Submédio São Francisco**. Embrapa Semiárido: Petrolina. (Comunicado Técnico 128), 2007.

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

SILVA, E. F.; ASSIS JÚNIOR, R. M.; SOUSA, J. I. G. Efeito da qualidade da água de irrigação sobre atributos hídricos de um neossolo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, p. 389-396, 2005.

SOUSA, R. A.; LACERDA, C. F.; NEVES, A. L. R.; COSTA, R. N. T.; HERNANDEZ, F. F. F.; SOUSA, C. H. C. Crescimento do sorgo em função da irrigação com água salobra e aplicação de compostos orgânicos. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 12, n. 1, 2018.

SOUZA FILHO, F. A. A política nacional de recursos hídricos: Desafios para sua implantação no semiárido brasileiro. In: MEDEIROS, S. de S.; GHEYI, H. R.; GALVÃO, C. de O.; PAZ, V. P. da S. (Editores). **Recursos Hídricos em Regiões Áridas e Semiáridas**. Campina Grande: Instituto Nacional do Semiárido, 2011. p. 1-25.

TRINDADE, A. R.; LACERDA, C. F.; GOMES-FILHO, E.; BEZERRA, M. A.; PRISCO, J. T. Influência do acúmulo e distribuição de íons sobre a aclimação de plantas de sorgo e feijão-de-corda, ao estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, p. 804-810, 2006.