

**CARREAMENTO DE NUTRIENTES DO SOLO  
IRRIGADO COM ÁGUA SALINA MEDIANTE  
FERTILIZAÇÃO ORGÂNICA**

***LOADING IRRIGATED SOIL NUTRIENTS WITH  
SALINE WATER THROUGH ORGANIC FERTILIZATION***

DOI: <https://doi.org/10.31692/2764-3425/v1i1.34>

**<sup>1</sup> EULLER DOS SANTOS SILVA**

Graduando em Engenharia Agrônoma, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, [euler\\_rn@hotmail.com](mailto:euler_rn@hotmail.com)

**<sup>2</sup> ROBSON ALEXSANDRO DE SOUSA**

Doutor em Engenharia Agrícola, Docente, Universidade Federal do Rio Grande do Norte,  
[rasousaufrn@gmail.com](mailto:rasousaufrn@gmail.com)

**<sup>3</sup> ELIZABETH CRISTINA GURGEL DE ALBUQUERQUE ALVES**

Graduanda Engenharia Agrônoma, Universidade Federal do Rio Grande do Norte,  
[elizabethgualves@hotmail.com](mailto:elizabethgualves@hotmail.com)

**<sup>4</sup> ANNE CAROLINNE RODRIGUES LINHARES DA SILVA**

Graduanda Engenharia Agrônoma, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, [annecarolinne23@yahoo.com](mailto:annecarolinne23@yahoo.com)

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o impacto que a salinidade da água de irrigação e o uso de compostos orgânicos podem influenciar no carreamento de nutrientes do solo. 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, localizada no município de Macaíba –RN. Utilizou-se a cultura do sorgo cv. BRS Ponta Negra, classificada na categoria forrageiro de pequeno. 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® (50 L ha<sup>-1</sup>). Após a coleta das plantas do experimento, aos 60 dias, coletou-se amostras de água de cada vaso, nas cinco repetições de cada tratamento, sendo homogeneizadas, e, em seguida foram conservadas em geladeira para, posteriormente, serem encaminhadas para análise da água percolada no Laboratório de Análises de Solo, Água e Planta, pertencente a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN), para a determinação de magnésio e cálcio. Os níveis de cálcio e magnésio no lixiviado foram aumentados com o incremento da salinidade da água de irrigação. O esterco bovino e o biofertilizante apresentou efeito de retenção de cálcio no solo mesmo em condições de alta salinidade.

**Palavras-Chave:** percolação; salinidade; compostos orgânicos.

## ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the impact that the salinity of irrigation water and the use of organic compounds can influence on soil nutrient uptake. The experiment was conducted in a greenhouse located at the Agricultural School of Jundiá – Academic Unit Specialized in Agricultural Sciences, belonging to the Federal University of Rio Grande do Norte, located in the municipality of Macaíba – RN. The culture of sorghum cv. BRS Ponta Negra, classified in the small forage category. The experimental design used was completely randomized with five replications in a 4 x 3 factorial scheme, totaling twelve treatments. Four levels of salinity of the irrigation water were studied (0.2, 2.0, 4.0 and 6.0 dS m<sup>-1</sup>); and, two organic compounds: no organic compost (control), tanned cattle manure (20 t ha<sup>-1</sup>)

and Ative® biofertilizer (50 L ha<sup>-1</sup>). After collecting the experimental plants, at 60 days, water samples were collected from each pot, in the five repetitions of each treatment, being homogenized, and then kept in a refrigerator to be later sent for water analysis percolated in the Soil, Water and Plant Analysis Laboratory, belonging to the Agricultural Research Company of Rio Grande do Norte (EMPARN), for the determination of magnesium and calcium. The levels of calcium and magnesium in the leachate were increased with the increase in the salinity of the irrigation water. Bovine manure and biofertilizer showed a calcium retention effect in the soil even under high salinity conditions.

**Keywords:** percolation; salinity; organic compounds.

## **INTRODUÇÃO**

A irrigação é uma técnica milenar que supre as necessidades das plantas, entretanto, a água de boa qualidade em alguns casos não está disponível para ser utilizada. Uma alternativa a esse problema é a utilização de águas subsuperficiais ou de drenagem, que nem sempre apresentam características ideais (SILVA, 2013). O uso de salina pode comprometer a qualidade físico-química do solo, o desenvolvimento das plantas e, possivelmente, a contaminação do lençol freático causando um possível passivo ambiental.

A hipótese desse trabalho é verificar se diferentes compostos orgânicos aplicados no solo cultivado com sorgo irrigado com água salina influenciam na perda de nutrientes do solo quando irrigado com água com alta salinidade.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o impacto que a salinidade da água de irrigação e o uso de compostos orgânicos podem influenciar no carreamento de nutrientes do solo.

## **FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

No solo, dependendo da natureza e concentração dos íons presentes, podem ocorrer danos inerentes à estrutura como a dispersão de colóides e a formação de estratos impermeáveis, decorrentes da precipitação de carbonatos e silicatos, com reflexos indesejáveis no arejamento e na taxa de infiltração e percolação da água no perfil (FERREIRA et al., 2016) Além da redução da qualidade física do solo, o excesso de sais pode ainda afetar a disponibilidade de nutrientes às plantas. As desordens nutricionais observadas em plantas cultivadas em solos salinos e sódicos estão diretamente relacionadas a limitação do crescimento radicular e a redução da disponibilidade de nutrientes para as plantas. (DIAS; BLANCO, 2010).

A água ao longo do processo de percolação vai acumulando sais dissolvidos, em forma cátions e ânions, além de carbono orgânico. Esse processo ocorre devido a lixiviação dos elementos químicos presentes no solo e por alguns compostos serem solúveis em água (ZHOU et al., 2017). Durante a percolação da água podem sofrer processos de redução ou oxidação, devido ao potencial redox (NEWMAN et al., 2016).

## **METODOLOGIA**

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, localizada no município de Macaíba –RN. Utilizou-se a cultura do sorgo cv. BRS Ponta Negra, classificada na categoria forrageiro de pequeno. 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® (50 L ha<sup>-1</sup>).

Para o preparo das soluções salinas, foram utilizados os sais de NaCl, dissolvidos em água de açude, de acordo com a metodologia de RHOADES et al. (1992), 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 01, 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, para a irrigação, utilizou-se água de Açude do Bebo (S0). Para a instalação do experimento, colocou-se aproximadamente 23 kg de solo arenoso (Tabela 02) 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 02-** Atributos químicos e classificação textual 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>e</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>e</sub> = 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<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 03.

**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> (dS m <sup>-1</sup> )
			g kg <sup>-1</sup>				mg kg <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. CEeb = condutividade elétrica do esterco bovino

A semeadura foi realizada colocando-se dez sementes de sorgo em cada vaso. A germinação ocorreu cinco dias após a semeadura sendo o desbaste realizado dez dias após a semeadura, deixando-se duas plantas por vaso. Após o desbaste, iniciou-se a aplicação da 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.

A aplicação do biofertilizante Ative®, Tabela 04, iniciou-se vinte dias após a semeadura, 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/vaso/vez. O biofertilizante foi diluído em água não salina e aplicado semanalmente, no período da manhã, até o fim do período experimental, com a quantidade de 150 mL para cada vaso.

**Tabela 4** - Composição química do biofertilizante Ative0® diluído 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> (dS m <sup>-1</sup> )	RAS <sub>b</sub>
mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>									
246,6	80,4	70,11	10,3	900,00	0,00	0,00	2,8	4,04	5,5

**Fonte:** Laboratório de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas – DCAT/UFERSA. CEb = condutividade elétrica

Após a coleta das plantas do experimento, aos 60 dias, coletou-se amostras de água de cada vaso, nas cinco repetições de cada tratamento, sendo homogeneizadas, e, em seguida foram conservadas em geladeira para, posteriormente, serem encaminhadas para análise da água percolada no Laboratório de Análises de Solo, Água e Planta, pertencente a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN), para a determinação de magnésio e cálcio segundo metodologia da EMBRAPA (2017). 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.

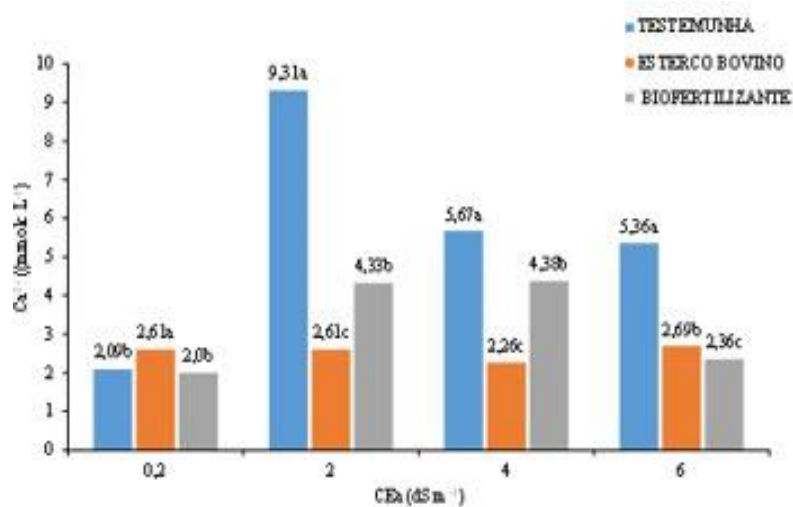
Os resultados das variáveis foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey com p < 0,05 (comparação dos compostos orgânicos)

utilizando-se o programa ASSISTAT 7.6 Beta.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na Figura 01, que a íon cálcio na água percola apresentou efeito significativo para os compostos orgânicos ( $p < 0,05$ ) com o incremento dos níveis de salinidade da água de irrigação.

**Figura 01** - Teores médios de cálcio da água drenada do solo, em função da salinidade água de irrigação. Médias seguidas de letras iguais não diferem pelo teste de Tukey a 5%.



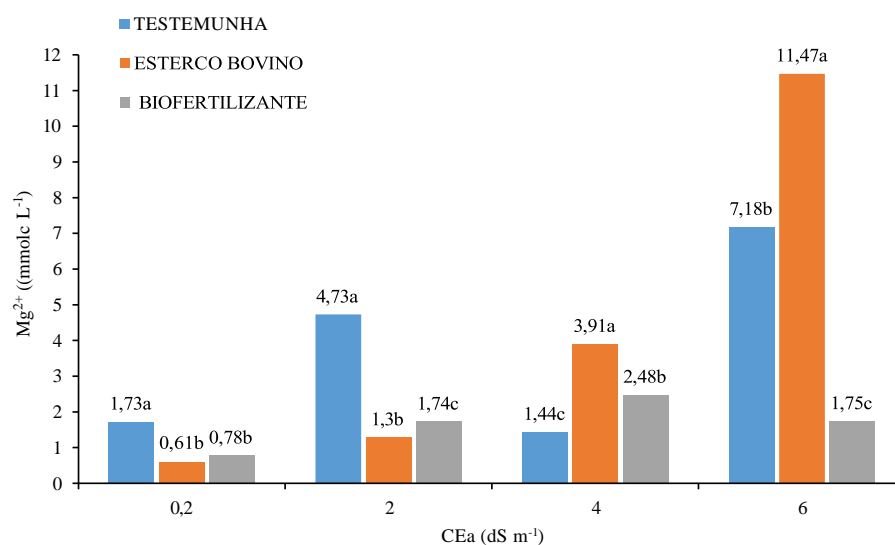
Fonte: Própria (2020).

Os maiores valores desse íon foram encontrados com o aumento da salinidade e nos tratamentos sem a aplicação dos compostos orgânicos, beneficiado pela textura do solo do experimento (Tabela 02). Esse resultado é semelhante ao encontrado por Pessoa et al. (2010) onde eles encontraram alta de cálcio na água percolada do solo franco-arenoso mediante irrigação com água salina. Pode também estar relacionado com a floculação e dispersão dos coloides e nesse caso, se a camada dupla difusa do solo tiver uma concentração muito grande de íons de cálcio que é um cátion bivalente, as argilas se aproximam de tal modo que as forças entre as argilas e os cátions de cálcio superam as repulsões cátion – cátion do cálcio, fazendo as argilas formarem agregados ou flocos, que aumentam o caminho preferencial da água fazendo a condutividade hidráulica aumentar (CAI et al., 2009). Nota-se ainda, na Figura 01, que com a presença do esterco bovino e do biofertilizante ocorreu menores perdas desse nutriente no solo, o que pode ser um indicativo dos efeitos benéficos da matéria orgânica (CUNHA et al, 2015).

Verifica-se na Figura 02, que o íon magnésio na água percolada apresentou efeito

significativo para os compostos orgânicos ( $p < 0,05$ ) com o incremento dos níveis de salinidade da água de irrigação. Nos tratamentos com a presença do esterco bovino observou-se os maiores valores nos níveis de salinidade da água de irrigação aplicada, 4 e 6  $\text{dS m}^{-1}$ . Um dos pontos para isso ter acontecido seria a boa percolação do solo devido a sua baixa densidade, e pelo magnésio ser bivalente, assim fazendo os coloides terem preferência por ele. Entretanto, a matéria orgânica aplicada, não apresentou efeito de retenção no solo provavelmente influenciado pela salinidade elevada da água de irrigação aplicada, favorecendo a dispersão das argilas.

**Figura 02** - Teores médios de magnésio da água drenada do solo, em função da salinidade água de irrigação. Médias seguidas de letras iguais não diferem pelo teste de Tukey a 5%.



Fonte: Própria (2020).

## CONCLUSÃO

- Os níveis de cálcio e magnésio no lixiviado foram aumentados com o incremento da salinidade da água de irrigação.
- O esterco bovino e o biofertilizante apresentou efeito de retenção de cálcio no solo mesmo em condições de alta salinidade.

## REFERÊNCIAS

CAI, RAN; YANG, HONGWEI; HE, JINSONG; ZHU, WANPENG. The effects of magnetic fields on water molecular hydrogen bonds. **Journal Of Molecular Structure**. Beijing, republic Of China, p. 15-19. dez. 2009.

CUNHA, T. J. F.; MENDES, A. M. S.; GIONGO, V. **Matéria orgânica do solo**. Embrapa Semiárido-Capítulo em livro científico (ALICE), 2015.

DIAS, N. S.; BLANCO, F. F. Efeitos dos sais no solo e na planta. In: **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Instituto Nacional de Ciência e tecnologia em Salinidade. Fortaleza, CE., parte II, cap 9, p.129- 141, 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solo**. Paulo César Teixeira ... [et al.], editores técnicos. – 3. ed. rev. e ampliada, Brasília, DF, EMBRAPA, 2017.

FERREIRA, P. A.; SILVA, J. B. L.; RUIZ, H. A. Aspectos físicos e químicos de solos em regiões áridas e semiáridas. In: GHEYI, H. R. et al. **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. 2. ed. Fortaleza, CE: INCTSal, p.17-34, 2016.

NEWMAN, B.D., LAND, L., PHILLIPS, F.M.; RAWLINGZ, G.C. The hydrogeology of the Sacramento Mountains and Roswell and Salt basins of New Mexico, USA: overview of investigations on dryland groundwater systems using environmental tracers and geochemical approaches. **Hydrogeol Journal**, v.24, p.753– 756, 2016.

PESSOA, L. G.; OLIVEIRA, E. E.; FREIRE, M. B. D. S.; FREIRE, F. J.; MIRANDA, M. A.; SANTOS, R. L. Composição química e salinidade do lixiviado em dois solos cultivados com cebola irrigada com água salina. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.5, n.3, 406- 412, 2010.

RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. The use saline waters for crop production. Roma: FAO, 1992. 133p. (FAO: **Irrigation and Drainage Paper**, 48).

SILVA, J. L. A. **Mistura de águas salinas como alternativa para a irrigação e produção de forragem no semiárido nordestino**. Disponível em: [http://estatico.cnpq.br/portal/premios/2013/pjc/imagens/publicacoes/ganhadores/EnsinSuperior/1Lugar\\_JoseLeoncioAlmeidaSilva.pdf](http://estatico.cnpq.br/portal/premios/2013/pjc/imagens/publicacoes/ganhadores/EnsinSuperior/1Lugar_JoseLeoncioAlmeidaSilva.pdf) . Acesso em: 09 set. 2020.

**Submetido em: 10/05/2021**

**Aprovado em: 05/08/2021**

**Publicado em: 22/07/2022**

*Avaliado pelo sistema double blind review*