

# COMPORTAMENTO DE ÍONS TROCÁVEIS NOS SOLOS NEOSSOLO E LATOSSOLO IRRIGADOS COM AGUÁ SALINA

**Aline Azevedo Nazario<sup>1</sup>, Willian Bucker Moraes<sup>2</sup>, João Carlos Madalão<sup>3</sup>, Hanne Nippes Bragança<sup>4</sup>, Ivo Zution Gonçalves<sup>5</sup>, Giovanni De Oliveira Garcia<sup>6</sup>**

<sup>1</sup>Acadêmica de agronomia, Depto. de Engenharia Rural, CCAUFES, Alegre, ES, aline\_nazario@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Acadêmico de agronomia, Depto. de Engenharia Rural, CCAUFES, Alegre, ES, moraeswb@hotmail.com

<sup>3</sup>Acadêmico de agronomia, Depto. de Engenharia Rural, CCAUFES, Alegre, ES, joaocarlosagr@hotmail.com

<sup>4</sup>Acadêmico de agronomia, Depto. de Engenharia Rural, CCAUFES, Alegre, ES, hanne\_nb@hotmail.com

<sup>5</sup>Acadêmico de agronomia, Depto. de Engenharia Rural, CCAUFES, Alegre, ES, ivo\_ufes@yahoo.com.br

<sup>6</sup>Eng. Agrônomo, D.S. Pro. do Depto. de Engenharia Rural, CCAUFES, Alegre, ES, giovanni@cca.ufes.br

**Resumo** - Com o objetivo de avaliar o comportamento de íons trocáveis nos solos Neossolo e Latossolo cultivados com 30 genótipos de feijoeiro, foi conduzido um experimento no delineamento inteiramente casualizado, no arranjo fatorial (5 × 2) com cinco níveis constituídos de um irrigado com água não salina e quatro com água salina de condutividade elétrica de 2,5; 5,0; 7,5; e 10,0 dS m<sup>-1</sup> dois solos e três repetições. Após a retirada das plantas amostras de solo que foram encaminhadas para laboratório para a determinação de análises de rotina, bem como a razão de adsorção de sódio e a condutividade elétrica do extrato da pasta de solo saturado. De um modo geral, a aplicação de água salina em comparação a aplicação de água doce bem como o aumento da salinidade da água de irrigação nos dois solos aumentou a disponibilidade de cálcio e sódio trocáveis, bem como as porcentagens de cálcio e sódio trocáveis, salinidade do solo, razão de adsorção de sódio e as relações cálcio/magnésio e da porcentagem de sódio trocável com a razão de adsorção de sódio, por outro lado, as porcentagens de potássio e magnésio trocáveis diminuíram enquanto que disponibilidade de potássio e magnésio trocáveis não foram afetadas.

**Palavras-chave:** Irrigação, Neossolo, Latossolo e salinidade.

**Área do Conhecimento:** Ciências Agrárias

## Introdução

Os problemas de qualidade da água de irrigação referem-se à disponibilidade de água para as plantas, toxicidade de íons específicos além de outros como, por exemplo, crescimento vegetativo excessivo, acamamento e corrosão do solo e dos equipamentos de irrigação.

Nas plantas, os danos manifestam-se, principalmente, nas fases vegetativas e de formação da colheita. No solo, dependendo da natureza e concentração dos íons presentes, podem ocorrer danos tais como alterações na estrutura, formação de estratos impermeáveis, como os petrocálcicos, e problemas de infiltração e percolação da água no perfil. Segundo, Rhoades et al. (1999) a utilização na irrigação de águas com elevadas concentrações de sais deve ser seguida de práticas que impeçam a acumulação excessiva de sais no solo em níveis prejudiciais ao desenvolvimento das culturas. A lixiviação, passagem de água através do perfil do solo é uma alternativa prática e eficiente para reduzir o excesso de sais solúveis nos solos, a uma taxa que permite manter a salinidade média na zona radicular em valores toleráveis às culturas.

A concentração elevada de sais no solo é um fator de estresse para as plantas, pois acarreta um gradiente osmótico retendo água além de promover a ação dos íons no protoplasma. Um estresse salino progressivo acarreta a inibição dos mecanismos de crescimento das plantas, o desenvolvimento da gema apical é afetado, os ramos ficam atrofiados, as folhas apresentam-se com menor área e amareladas e grandes porções da parte aérea dessecam totalmente (MARSCHNER, 1995).

Dessa forma, concentrações elevadas de sais na água de irrigação pode ser um fator determinante na produtividade e na produção das culturas. Sua ação pode ir além de uma simples diminuição no potencial hídrico do solo até uma injúria celular causada por um estresse oxidativo na planta. Portanto, o aproveitamento de água salina para o uso agrícola implica compatibilizar a produção da cultura com um estresse salino progressivo. O estresse salino, induzido por manejo, é um fator progressivo de distúrbios fisiológicos nas plantas que afeta, em última instância, a produção. As possibilidades de atenuar as perdas na agricultura decorrentes desses estresses é uma dessalinização do solo

via lixiviação e emprego de culturas, sabidamente resistentes ao sal.

O presente trabalho teve como objetivo de avaliar o comportamento de íons trocáveis nos solos Neossolo e Latossolo em diferentes cultivares de feijoeiro.

## Metodologia

O trabalho foi conduzido em caixas de polietileno com capacidade de 15 L, dentro de casa de vegetação no campus do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCAUFES), Alegre – ES, com coordenadas geográficas de 20° 45' de latitude Sul, 41° 28' de longitude Oeste e altitude de 150 m. Cada caixa de polietileno era provida de um sistema de drenagem de fundo o qual era ligado a um dispositivo para a coleta do efluente. Os solos utilizados no experimento foram coletados nos perfis naturais de um Latossolo Vermelho e um Neossolo Flúvico existentes na área experimental do CCAUFES.

A caracterização físico-química dos solos (TABELA 1) foi feita nos laboratórios de Análise de Rotina do Departamento de Produção Vegetal do CCAUFES. As análises químicas constituíram na determinação dos teores de P disponível, K, Ca, Mg, Na, pH, Na análise física do solo, foi efetuada a determinação da análise granulométrica (EMBRAPA, 1997).

**TABELA 1** – Características físico-químicas do solo utilizado no preenchimento das bandejas

Característica	Solo	
	Neossolo	Latossolo
Areia (%)	0,40	0,26
Silte (%)	0,20	0,34
Argila (%)	0,40	0,40
pH em água	6,17	5,73
Na <sup>+</sup> (mg dm <sup>-3</sup> )	5,09	4,33
P (mg dm <sup>-3</sup> )	3,30	6,01
K <sup>+</sup> (mg dm <sup>-3</sup> )	80,33	25,67
Ca <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,60	0,97
Mg <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,00	0,83

O estudo das alterações químicas dos solos decorrentes da irrigação com água salina foi feito após o término do experimento com 30 genótipos de feijoeiro cultivados sob níveis crescentes de salinidade que foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado, no arranjo fatorial 5 × 2 com cinco níveis de salinidade, dois solos e três repetições, perfazendo um total de 30 unidades experimentais. Os níveis de salinidade constituíram-se de uma irrigação com água doce e quatro irrigados com água salina com

condutividade elétrica de 2,5; 5,0; 7,5; e 10,0 dS m<sup>-1</sup>. A água salina utilizada nas irrigações foi preparada em reservatórios com capacidade de 60 L mediante a adição de NaCl e CaCl<sub>2</sub> em quantidades necessárias para se obter a condutividade elétrica mencionadas anteriormente e uma relação iônica, em peso, equivalente a 3Na:2Ca, relação esta predominante nas águas salinas utilizadas na irrigação no nordeste do país, conforme citado por Medeiros (1992).

Após a retirada das plântulas de feijoeiro das bandejas, amostras de solo de cada bandeja foram retiradas de forma homogênea que, depois de identificadas, foram encaminhadas ao laboratório de Análise de Solo do Departamento de Produção Vegetal do CCAUFES para a determinação das análises de rotina segundo a metodologia da Embrapa (1997). Foram determinadas também a razão de adsorção de sódio (RAS), as porcentagens de sódio, potássio, cálcio e magnésio trocável e a relação entre a porcentagem de sódio trocável e a RAS. O extrato da pasta de solo saturado foi obtido conforme descrito por Ruiz (2003) e a condutividade elétrica foi determinada por leitura direta, na solução extraída, com auxílio de um condutivímetro.

A RAS (mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>)<sup>1/2</sup> foi determinada pela relação:

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

Em que as concentrações dos íons de Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> são em mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>.

Os dados foram analisados por meio de análise de variância, regressão e teste de média de modo a analisar o contraste entre a irrigação com água doce e a água salina.

## RESULTADOS

Na TABELA 2 estão apresentados os contrastes entre as médias de cada característica dos solos irrigados com água salina e água doce. A FIGURA 1 expressa o comportamento dos íons trocáveis em função dos níveis de salinidade da água de irrigação. Vale ressaltar que para cada curva de porcentagem obtida existiu respectivamente uma equação de ajuste em função da influência da irrigação com água salina.

## Discussão

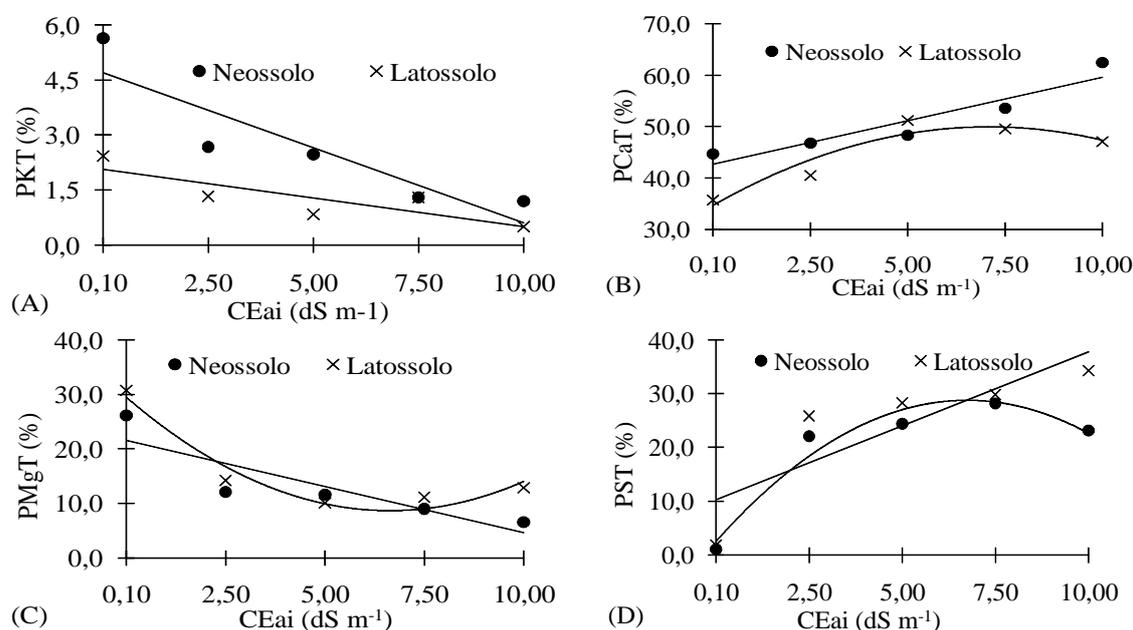
Observa-se na TABELA 2 que a aplicação de água salina em comparação com a água doce diminuiu a disponibilidade de fósforo apenas no Latossolo. No entanto, no Neossolo a irrigação com água salina não afetou a disponibilidade deste elemento.

**TABELA 2** – Contrastes de médias entre a água doce e a água salina das características do solo determinados nos solos Neossolo e Latossolo após o experimento com os genótipos de feijoeiro

Características	Neossolo			Latossolo		
	Água doce	Água salina		Água doce	Água salina	
<i>pH</i>	6,17±0,09	5,53±0,04	**	5,73±0,33	5,20±0,12	ns
<i>Fósforo (mg dm<sup>-3</sup>)</i>	3,33±0,33	3,17±0,21	ns	6,00±0,58	4,83±0,21	**
<i>Potássio (mg dm<sup>-3</sup>)</i>	76,33±10,83	73,17±5,33	ns	35,67±4,80	30,00±4,18	ns
<i>Cálcio (cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>)</i>	1,60±0,06	5,62±0,82	**	0,97±0,17	4,02±0,40	**
<i>Magnésio (cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>)</i>	1,00±0,35	0,92±0,05	ns	0,83±0,12	0,73±0,13	ns
<i>Sódio (mg dm<sup>-3</sup>)</i>	9,00±0,58	584,50±70,62	**	11,33±1,33	592,17±75,46	**
<i>PKT (%)</i>	5,63±0,33	1,09±0,29	**	2,43±0,43	0,99 ±0,14	**
<i>PCaT (%)</i>	44,70±7,00	52,79±1,93	**	35,73±5,67	47,07 ±1,43	**
<i>PMgT (%)</i>	26,17±6,09	9,87±0,79	**	30,77±3,27	12,10±0,99	**
<i>PST (%)</i>	1,10±0,10	24,48±0,90	**	1,87±0,32	29,55±1,34	**
<i>Relação cálcio/magnésio</i>	1,93±0,50	5,90±0,80	**	1,17±0,09	4,32±0,49	**
<i>Salinidade do solo (dS/m<sup>1</sup>)</i>	0,05±0,01	5,46±0,79	**	0,06±0,01	5,96±0,80	**
<i>RAS (cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>)<sup>0,5</sup></i>	0,03±0,01	1,38±0,09	**	0,04±0,01	1,54±0,13	**

PKT – Porcentagem de potássio trocável, PCaT – Porcentagem de cálcio trocável, PMgT – porcentagem de magnésio trocável, PST – Porcentagem de sódio trocável e RAS – razão de adsorção de sódio.

\*\* - significativo a 1% de probabilidade e ns – não significativo



**FIGURA 1** – Curvas de respostas da porcentagem de potássio trocável (A), cálcio trocável (B), magnésio trocável (C) e sódio trocável (D) determinados nos solos Neossolo e Latossolo função dos níveis de salinidade da água de irrigação (CEai).

No mesmo sentido a irrigação com água salina não afetou a disponibilidade de potássio e magnésio trocável nos solos, no entanto a disponibilidade de cálcio e sódio aumentou com a irrigação com a água salina.

No que se refere aos valores de cálcio e sódio trocáveis no solo, o acréscimo da salinidade da água de irrigação aumentou linearmente a concentração desses minerais nos solos. Esse aumento pode ser atribuído à característica das

águas salinas utilizadas nas irrigações, pois as mesmas possuíam íons de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Na}^+$  na sua composição.

Santos (2005) e Santana ET AL. (2003) observaram, respectivamente, que a irrigação com água salina aumentou os teores de cálcio e sódio trocáveis no solo, em dois solos cultivados com feijoeiro.

É possível concluir (TABELA 2) que a irrigação com água salina em comparação com a água doce diminuiu as porcentagens de potássio e magnésio trocáveis, por outro lado as porcentagens de cálcio e sódio trocáveis aumentaram. Do mesmo modo a FIGURA 1A, 1B, 1C e 1D mostra que o aumento dos níveis de salinidade da água de irrigação proporcionou o decréscimo das porcentagens de potássio e magnésio trocáveis e o acréscimo das porcentagens de cálcio e magnésio trocáveis nos solos estudados.

### Conclusão

- A aplicação de água salina em comparação a aplicação de água doce, bem como o aumento da salinidade da água de irrigação no Neossolo aumentou a disponibilidade de cálcio e sódio trocáveis, porcentagens de cálcio e sódio trocáveis, salinidade do solo, razão de adsorção de sódio e as relações cálcio/magnésio e da porcentagem de sódio trocável com a razão de adsorção de sódio. Por outro lado, as porcentagens de potássio e magnésio trocáveis diminuíram, enquanto que a disponibilidade de fósforo, potássio, magnésio não foram afetados;
- A aplicação de água salina em comparação a aplicação de água doce bem como o aumento da salinidade da água de irrigação no Latossolo aumentou a disponibilidade de cálcio e sódio trocáveis, porcentagens de cálcio e sódio trocáveis, salinidade do solo, razão de adsorção de sódio e as relações cálcio/magnésio e da porcentagem de sódio trocável com a razão de adsorção de sódio. Por outro lado à disponibilidade de fósforo, as porcentagens de potássio e magnésio trocáveis diminuíram, enquanto que a disponibilidade de potássio, magnésio não foram afetados.

### Referências

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análise de solo**. Centro 2. ed. Rio de Janeiro: CNPS, 1997. 122 p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plant**. 2. ed. New York: Academy, 1995. 889 p.

MEDEIROS, J.F. **Qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo gat, nos estados do RN, PB e CE**. 1992. 137f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal da Paraíba. Campina Grande.

RHOADES, J.D.; CHANDUVI, F. LESCH, S. **Soil salinity assessment: Methods and interpretation of electrical conductivity measurements**. Rome: FAO, 1999. 327 p.

RUIZ, H.A. **Métodos de análises físicas do solo**. Apostila Acadêmica. Programa de Pós-Graduação em solos e nutrição de plantas, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

SANTANA, M.J.; CARVALHO, J.A.; SILVA, E.L.; MIGUEL, D.S. Efeito da irrigação com água salina em um solo cultivado com feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v.27, n.2, p.443-450, 2003.

SANTOS, D.B dos. **Efeitos da salinidade sobre características químicas do solo, aspectos nutricionais, fisiológicos e de produção no feijoeiro irrigado**. 2005. 78 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa.