

# RELAÇÃO DO SÓDIO COM O MAGNÉSIO EM PLANTAS DE MILHO SOB ESTRESSE SALINO

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

Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo / Departamento de engenharia rural, Alto Universitário s/n - Caixa Postal 16 - CEP 29500-000 - Alegre - ES, Ivo\_ufes@yahoo.com.br.

Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo / Departamento de engenharia rural, Alto Universitário s/n - Caixa Postal 16 - CEP 29500-000 - Alegre - ES, agrojoaocarlos@yahoo.com.br.

Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo / Departamento de engenharia rural, Alto Universitário s/n - Caixa Postal 16 - CEP 29500-000 - Alegre - ES, aline\_nazario@yahoo.com.br.

Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo / Departamento de engenharia rural, Alto Universitário s/n - Caixa Postal 16 - CEP 29500-000 - Alegre - ES, hanne\_nb@hotmail.com.

Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo / Departamento de engenharia rural, Alto Universitário s/n - Caixa Postal 16 - CEP 29500-000 - Alegre - ES, Moraeswb@hotmail.com.

Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo / Departamento de engenharia rural, Alto Universitário s/n - Caixa Postal 16 - CEP 29500-000 - Alegre - ES, garciagd@yahoo.com.br.

**Resumo** - Com objetivo avaliar os efeitos da salinidade do solo sobre os teores nutricionais de magnésio e suas relações com o sódio em uma variedade de milho, foi conduzindo em lisímetros de drenagem sob condições de casa de vegetação, montado em delineamento inteiramente casualizado com sete tratamentos, sendo um irrigado com água doce e sem lixiviação e seis irrigados com água salina de 1,2 dS m<sup>-1</sup>, com frações de lixiviação de 40, 30, 20, 15, 10 e 5% da lâmina de irrigação aplicada, e três repetições. Os efeitos da salinidade do solo sobre a nutrição mineral da cultura do milho foram avaliados determinando o teor foliar de magnésio e sua relação com o sódio aos 30, 60, 90 e 120 dias após o plantio. No cultivar avaliado, o aumento da salinidade do solo decorrente da irrigação com água salina elevou os teores de sódio, as relações Na<sup>+</sup>/Mg<sup>2+</sup>, e reduziu os teores de magnésio refletindo dessa forma, o desequilíbrio nutricional causado pelo estresse nutricional consequente do estresse salino progressivo.

**Palavras-chave:** Salinidade do solo, Zea mays L, nutrição mineral, magnésio.

**Área do Conhecimento:** Ciências agrárias.

## Introdução

RESENDE et al (1988) afirmam que solos salinos são solos com alto teor de sais solúveis (cloretos, sulfatos, bicarbonatos de sódio, cálcio ou magnésio), apresentam estrutura granular e lençol freático elevado, com horizonte sálico ou salino abaixo do horizonte A.

O estresse salino representa um dos mais sérios fatores que limitam o crescimento e a produção das culturas, induzindo a modificações morfológicas, estruturais e metabólicas nas plantas superiores (Izzo et al., 1991). Como o milho é considerado uma cultura moderadamente tolerante à salinidade (Richards, 1974; Daker, 1976) sofre, como tal, redução progressiva do crescimento, com o aumento da concentração de sais no meio radicular.

Para FASSBENDER e BORNEMISZA (1987), a influência da salinidade é comumente maior sobre as plantas jovens e sobre o crescimento vegetativo. Para BRADY (1989), os solos salinos exercem influência prejudicial sobre os vegetais,

principalmente por causa de suas elevadas concentrações de sais solúveis.

O presente trabalho teve como objetivo estudar o efeito da relação do sódio com o magnésio (Na<sup>+</sup>/Mg<sup>2+</sup>), em plantas de milho sob estresse salino.

## Materiais e Métodos

O trabalho foi conduzido em 21 lisímetros de drenagem de 1,0 m de largura, 1,40 m de comprimento e 0,80 m de profundidade, construídos dentro de uma casa de vegetação no campus da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, com coordenadas geográficas de 20° 45' de latitude Sul, 42° 45' de longitude Oeste e altitude de 651 m. A área total ocupada pelos lisímetros era de 124,6 m<sup>2</sup> (7,0 m de largura por 17,80 m de comprimento) e cada lisímetro era provido de drenagem de fundo de caixa ligada a um dispositivo para a coleta do efluente. A espessura do perfil do solo, dentro da caixa era de 0,70 m.

O solo utilizado no preenchimento dos lisímetros foi coletado no perfil natural de um Argissolo Vermelho Escuro Eutrófico Tb existente na base da Serra de São Geraldo, no município de São Geraldo, MG, distante de, aproximadamente, 21 km de Viçosa. Antes do plantio, devido ao excesso de sais do solo nos lisímetros que receberiam as irrigações com água salina, foi feita uma intensa lixiviação nos mesmos até atingir, aproximadamente,  $1,00 \text{ dS m}^{-1}$  no extrato de saturação, empregando água doce.

O experimento foi montado no delineamento inteiramente casualizado com sete tratamentos e três repetições, perfazendo um total de 21 unidades experimentais. Os sete tratamentos constituíram-se de uma irrigação com água doce (sem lixiviação) e seis irrigados com água salina de  $1,2 \text{ dS m}^{-1}$ , com frações de lixiviação de 40, 30, 20, 15, 10 e 5% da lâmina de irrigação aplicada.

A água salina utilizada nas irrigações foi preparada em um reservatório com capacidade de 1000 L mediante a adição de NaCl e  $\text{CaCl}_2$  em quantidades necessárias para se obter uma condutividade elétrica (CEai) de  $1,20 \text{ dS m}^{-1}$  e uma relação iônica, em peso, equivalente a  $3\text{Na}:2\text{Ca}$ , relação esta predominante nas águas salinas utilizadas na irrigação no nordeste do país (Medeiros, 1992).

Os dados de temperatura, umidade relativa do ar, radiação solar incidente e velocidade do vento foram coletados numa estação meteorológica localizada dentro da casa de vegetação e os valores da evapotranspiração real (ETr) foram corrigidos pontualmente, em cada lisímetro, por meio do balanço de água do solo com base numa frequência de irrigação de dez dias. Tabela 5

A variedade de milho empregada no experimento foi a UFVM 100, sendo o plantio feito manualmente, em sulcos espaçados 0,70 m entre si, com 16 sementes por metro linear de sulco, perfazendo um total de 32 sementes por lisímetro no momento de plantio. Aos 15 DAP foi feito o desbaste permanecendo oito plantas por lisímetro ( $50.000 \text{ plantas ha}^{-1}$ ).

O controle de ervas daninhas foi feito com capinas manuais enquanto o controle de *Spodoptera frugiperda* se deu com a aplicação do inseticida piretróide "Decis", na dosagem de  $0,3 \text{ L ha}^{-1}$ .

As frações de lixiviação foram aplicadas a partir dos 30 DAP, enquanto no período inicial foram aplicadas apenas as lâminas de irrigação de manutenção da umidade do solo. A lâmina de irrigação correspondente a ETr, acrescida da fração de lixiviação de cada tratamento foi aplicada manualmente e de forma uniforme, em cada lisímetro.

Os efeitos da salinidade da solução do solo sobre a nutrição mineral da cultura do milho foram avaliados determinando o teor foliar de cálcio e

sua relação com o sódio. Para tanto, nas fases fenológicas do período vegetativo, floração, formação da colheita e maturação fisiológica, correspondente aos 30, 60, 90 e 120 DAP, respectivamente, foram coletadas aleatoriamente, em diferentes plantas de cada unidade experimental, três folhas localizadas abaixo da inserção da espiga, sendo encaminhadas ao laboratório para a realização das análises conforme descrito por Fontes (2001). Aos 30 DAP foi coletada a quarta folha totalmente expandida.

Paralelamente as coletas das folhas para as análises, foram retiradas de cada unidade experimental amostras de solo nas camadas de 0-20, 20-40 e 40-60 cm, para a determinação do balanço de sais no perfil do solo, avaliado a partir da medição da condutividade elétrica do solo saturado. A condutividade elétrica foi determinada por leitura direta, na solução extraída da pasta de solo saturada, com auxílio um condutivímetro (Ruiz, 2003).

Os dados foram analisados por meio de análise de variância e de regressão. Os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, utilizando o teste "t" e adotando-se  $\alpha$  máximo de até 5%, no coeficiente de determinação ( $r^2$ ) e no fenômeno em estudo.

## Resultados

A análise de variância em função da salinidade do solo aos 30, 60, 90 e 120 DAP com relação a  $\text{Na}^+/\text{Mg}^{2+}$  nas folhas de milho estão apresentadas na tabela 1.

Tabela 1 – Resumo da análise de variância das variáveis relação  $\text{Na}^+/\text{Mg}^{2+}$ , em função da salinidade do solo aos 30, 60, 90 e 120 DAP.

FV	GL	Quadrados médios			
		30 DAP	60 DAP	90 DAP	120 DAP
----- Relação $\text{Na}^+/\text{Mg}^{2+}$ -----					
Trat	6	0,0262*	79,7457*	60,5315*	107,851*
Res	14	0,0058	5,4349	26,1641	0,9704
CV (%)		14,84	28,82	29,89	8,41

FV – fonte de variação, Trat – tratamento, Res – resíduo, CV – coeficiente de variação, ns – não significativo; \* significativo a 5% de probabilidade.

Nas figuras 1, 2 e 3 respectivamente mostra a relação sódio-cálcio ( $\text{Na}^+/\text{Mg}^{2+}$ ) nas folhas de milho aos 30, 60 e 120 DAP em função dos níveis de salinidade do solo (CEes)..

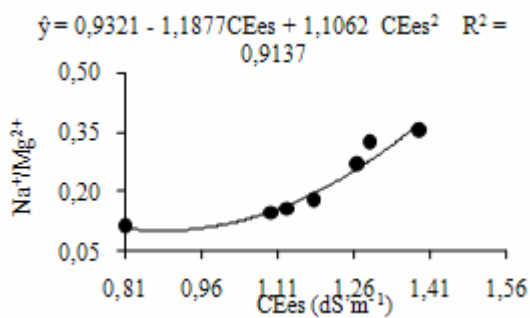


Figura 1 - Relação do sódio cálcio ( $\text{Na}^+/\text{Mg}^{2+}$ ), nas folhas de milho aos 30 DAP.em função dos níveis de salinidade do solo (CEes)..

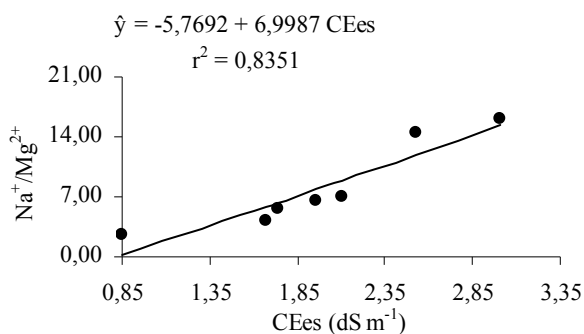


Figura 2 – Relação do sódio cálcio ( $\text{Na}^+/\text{Mg}^{2+}$ ), nas folhas de milho aos 60 DAP.em função dos níveis de salinidade do solo (CEes).

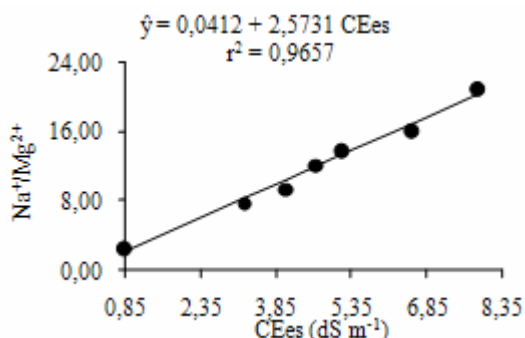


Figura 3 – Relação do sódio cálcio ( $\text{Na}^+/\text{Mg}^{2+}$ ), nas folhas de milho aos 120 DAP.em função dos níveis de salinidade do solo (CEes).

## Discussão

A salinidade do solo aos 30, 60 e 120 DAP afetou significativamente as relações  $\text{Na}^+/\text{Mg}^{2+}$  nas folhas de milho com o aumento dos níveis de salinidade do solo.(Tabela 1).

A Figura 1, 2 e 3, respectivamente, mostra o aumento da relação  $\text{Na}^+/\text{Mg}^{2+}$  nas folhas de milho, com o aumento dos níveis de salinidade do solo.O aumento dos índices da relação  $\text{Na}^+/\text{Mg}^{2+}$  nas folhas das plantas de milho com o incremento dos níveis de salinidade do solo, indicam o acréscimo na absorção de sódio em detrimento da absorção de magnésio. Ao contrário dos 60 e 120 DAP (Figura 2 e 3 respectivamente), a relação  $\text{Na}^+/\text{Mg}^{2+}$

aos 30 DAP (Figura 1) não representou algum tipo de antagonismo entre o nutriente ou mesmo evidenciou alguma toxicidade relativa ao íon sódio, pois tal relação iônica com valores abaixo de 0,60 são considerados adequados para uma ótima eficiência metabólica em plantas não halófitas (Greenway & Muns, 1980).

A manutenção de baixa relação  $\text{Na}^+/\text{Mg}^{2+}$  é considerada como um importante critério na caracterização da tolerância das plantas a salinidade (Saur et al., 1995).

## Conclusão

Na variedade de milho UFVM 100 avaliada, o aumento dos níveis de salinidade do solo decorrentes da irrigação com água salina elevou os teores de sódio nas folhas, seguido da redução do teor de magnésio ao longo do ciclo da cultura refletindo o desequilíbrio nutricional causado pelo estresse nutricional conseqüente do estresse salino progressivo.

O alto nível da relação  $\text{Na}^+/\text{Mg}^{2+}$  nas folhas, mostrando-se como importante variável no estudo nutricional das plantas sob condições de salinidade.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pelo apoio financeiro.

## Referências

- BERNARDO, S.; MANTOVANI, E.C.; SOARES, A.A. Manual de irrigação. 7ª. ed. Viçosa, UFV, 611p. 2005.
- BRADY, N.C.; **Natureza e propriedades dos solos**. 7. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1989. 878 p.
- DAKER, A. A água na agricultura: Manual de hidráulica agrícola. 5.ed. rev. ampl. Rio de Janeiro:Freitas Bastos, 1976. v.3, 453p.
- FASSBENDER, H.W.; BORNEMISZA, E. **Química de suelos**: con énfasis en suelos de América latina. San José, Costa Rica: Servicio Editorial IICA, 1987.
- FONTES, P.C.R.. Diagnóstico do estado nutricional das plantas. Ed. UFV, Viçosa. 122 p. 2001.

- FLORES, H.E. Polyamines and plant stress In: LASCHER, R.G.; CUMMING, J.R. Stress responses in plants: adaptation and acclimation mechanisms. New York, Wiley-liss, p. 217-39. 1990.
- FREVERT, D.R.; HILL, R.W.; BRAATEN, B.C. Estimation of FAO evapotraspiration coefficients. Journal of Irrigation and Drainage. 109:265-270. 1983.
- GREENWAY, H.; MUNS, R. Mechanisms of salt tolerance in crop plants. Plant Physiology. 31:149-190. 1980.
- IZZO, R. NAVARI-IZZO, F.; QUARTACCI, F. Growth and mineral absorption in maize seedlings as affected by increasing NaCl concentrations. Journal of Plant Nutrition, New York, v.14, p.687-699, 1991
- MEDEIROS, J.F. Qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo gat, nos estados do RN, PB e CE. Dissertação de Mestrado, Campina Grande, PB, UFPB. 137p. 1992.
- RESENDE, M.; CURI, N.; SANTANA, D.P. **Pedologia e fertilidade do solo: interações e aplicações.** Brasília: Ministério da Educação; Lavras: ESAL; Piracicaba: POTAFOS, 1988. 81 p.
- RICHARDS, L.A. Suelos salinos y sodicos: Diagnostico y rehabilitacion. 6.ed. México: Editorial Limusa, 1974. 172p.
- RUIZ, H.A. (2003) Métodos de análises físicas do solo. Apostila Acadêmica. Programa de Pós-Graduação em solos e nutrição de plantas, Universidade Federal de Viçosa, 2003, 53 p.
- SAUR, E.; LAMBROT, C.; LOUSTAU, D.; ROTIVAL, N.; TRICHET, P. Growth and uptake of mineral elements in response to sodium chloride of three provenances of maritime pine. Journal of Plant Nutrition, 18:(2):243-256. 1995.