

# EFEITOS DA SALINIDADE NO SOLO NAS CONCENTRAÇÕES DE CLORO EM PLANTAS DE MILHO

**João Carlos Madalão<sup>1</sup>, Ivo Zution Gonçalves<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>**

<sup>1</sup>Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo / Departamento de Engenharia Rural, Endereço: Alto Universitário s/n - Caixa Postal 16 - CEP 29500-000 - Alegre - ES, agrojoaocarlos@yahoo.com.br.

<sup>2</sup>Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo / Departamento de Engenharia Rural, Endereço: Alto Universitário s/n - Caixa Postal 16 - CEP 29500-000 - Alegre - ES, Ivo\_ufes@yahoo.com.br.

<sup>3</sup>Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo / Departamento de Engenharia Rural, Endereço: Alto Universitário s/n - Caixa Postal 16 - CEP 29500-000 - Alegre - ES, aline\_nazario@yahoo.com.br.

<sup>4</sup>Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo / Departamento de Engenharia Rural, Endereço: Alto Universitário s/n - Caixa Postal 16 - CEP 29500-000 - Alegre - ES, hanne\_nb@hotmail.com.

<sup>5</sup>Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo / Departamento de Engenharia Rural, Endereço: Alto Universitário s/n - Caixa Postal 16 - CEP 29500-000 - Alegre - ES, moraeswb@hotmail.com.

<sup>6</sup>Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo / Departamento de Engenharia Rural, Endereço: Alto Universitário s/n - Caixa Postal 16 - CEP 29500-000 - Alegre - ES, garciagd@yahoo.com.br.

**Resumo--** A concentração de sais na água de irrigação pode ser um fator determinante na produtividade e na produção das culturas, pois sua ação pode ir de uma simples diminuição no potencial hídrico do solo até uma injúria celular causada por um estresse oxidativo na planta. Com objetivo de avaliar os efeitos da salinidade do solo sobre os teores nutricionais de cloro em uma variedade de milho, foi conduzindo um experimento em lisímetros de drenagem sob condições de casa de vegetação, montado em delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos, sendo 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 cloro 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 cloro nas folhas de milho.

**Palavras-chave:** salinidade, cloro, milho.

**Área do Conhecimento:** Ciências Agrárias

## Introdução

Alta salinidade do solo é um sério problema que ocorre em várias regiões do Brasil, causados principalmente pelos sais de sódio, em particular pelo cloreto de sódio (NaCl) com efeitos injuriantes aos vegetais. As respostas das plantas a esta condição envolve alterações em vários processos fisiológicos e bioquímicos. De acordo com Greenway & Munns (1980) plantas expostas a altos níveis de salinidade usualmente respondem por osmoregulação dentro da célula, devido ao aumento da absorção de íons. A adaptação das plantas a estas condições pode depender de um aumento de solutos orgânicos específicos (osmoregulação) ou à habilidade de prevenir o acúmulo dos sais no citoplasma.

A maioria das culturas evoluiu, sob condições de baixa salinidade do solo. Os mecanismos

desenvolvidos para absorver, transportar e utilizar os nutrientes minerais presentes em substratos não salinos, podem não ser eficazes em condições salinas. Nessas condições, a concentração dos íons de Na<sup>+</sup> e/ou de Cl<sup>-</sup>, freqüentemente, excedem as concentrações de macro e micronutrientes (Grattan & Grieve, 1999). Quando o conteúdo de NaCl no solo é alto, a absorção de nutrientes minerais, especialmente o NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, K<sup>+</sup> e Ca<sup>2+</sup>, são reduzidas (Larcher, 2000).

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da salinidade no solo nas concentrações de cloro em plantas de milho.

## Metodologia

O trabalho foi conduzido em 18 lisímetros de drenagem de 1,0m de largura, 1,40m de comprimento e 0,80m 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. Cada lisímetro era provido de drenagem de fundo de caixa ligada a uma estação de coleta de efluente. A espessura do perfil do solo, dentro da caixa era 0,70 m.

O solo utilizado no preenchimento dos lisímetros foi coletado no perfil natural de um Argissolo vermelho escuro eutrófico Tb, sendo a caracterização química e física realizadas nos laboratórios de Análises de Física do Solo e de Água e Solo dos Departamentos de Solo e de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa, conforme rotina (Embrapa, 1997).

O experimento foi montado em delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos e três repetições, perfazendo um total de 18 unidades experimentais. Os seis tratamentos foram irrigados com água salina (1,2 dS m<sup>-1</sup>) sendo as 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 1000L, mediante adição de NaCl e CaCl<sub>2</sub> em quantidades necessárias à obtenção de uma condutividade elétrica (CEai) de 1,20 dS m<sup>-1</sup> e uma relação iônica, em peso, equivalente a 3Na:2Ca, relação esta predominante nas águas salinas utilizadas em irrigação na região do 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 ETr foram corrigidos pontualmente, em cada lisímetro, por meio do balanço de água do solo com base numa frequência de irrigação de dez dias. As lâminas de irrigação equivalentes a evapotranspiração real da cultura (ETr) foram calculadas em função da evapotranspiração de referência (ET<sub>0</sub>), estimada por meio do método FAO-24 da radiação (Frevort et al., 1983) e corrigida para os valores de Kc da cultura e do coeficiente de umidade do solo (Ks) (Bernardo et al., 2005).

O balanço de água no solo foi realizado empregando a equação:

$$ETr = I - \Delta U - D \quad (01)$$

Em que: I – lâmina de irrigação (mm);  $\Delta U$  - variação do conteúdo de água no solo (mm), e; D – lâmina de percolação profunda (mm).

Utilizou-se a variedade de milho UFVM 100 plantada, manualmente, em sulcos espaçados de 0,70 m, colocando-se 16 sementes por metro linear, ou seja, um total de 32 sementes por lisímetro, no momento de plantio. No plantio, todos os tratamentos receberam adubação química: 30 Kg ha<sup>-1</sup> de N na forma de sulfato de amônio; 50 Kg ha<sup>-1</sup> de P na forma de superfosfato simples; e 80

Kg ha<sup>-1</sup> de K na forma de cloreto de potássio. Aos 30, 45 e 60 dias após o plantio (DAP), foram feitas três adubações nitrogenadas e uma potássica em cobertura. Aos 15 DAP, foram feitos os desbastes permanecendo oito plantas por lisímetro.

Os tratamentos com água salina e frações de lixiviação foram aplicados a partir dos 30 DAP, enquanto a aplicação de irrigações nos primeiros 30 dias tinha por objetivo manter a umidade adequada no solo. A lâmina de irrigação correspondente a ETr e acrescida da fração de lixiviação de cada tratamento foi aplicada manual e uniformemente em cada lisímetro.

Os efeitos da salinidade da solução do solo sobre a nutrição mineral da cultura do milho foi avaliado determinando o teor foliar de cloro. 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 à coleta das folhas para as análises, amostras de solo foram retiradas em cada unidade experimental, nas camadas de 0-20, 20-40 e 40-60 cm, para a determinação da salinidade no perfil, avaliada a partir da medição da condutividade elétrica do extrato da pasta saturada do solo, por leitura direta na solução, com auxílio um condutivímetro (Ruiz, 2003).

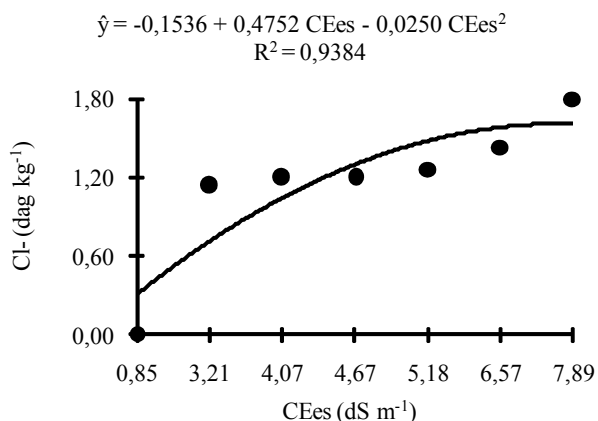
O decréscimo da produção relativa da cultura do milho em função da salinidade do solo foi feito empregando-se a metodologia Response Linear Platô (LPR) proposta por Maas e Hoffman (1977).

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

## Resultados

A salinidade do solo afetou significativamente o teor de cloro nas folhas de milho apenas aos 120 DAP. A Figura 1 mostra o aumento quadrático do teor de cloro nas folhas de milho com o aumento dos níveis de salinidade do solo. De uma forma geral, o teor adequado de Cl<sup>-</sup> nos tecidos vegetais é de 0,1 a 0,2 dag kg<sup>-1</sup> (Taiz e Zeiger, 2004) e teores acima de 0,25 dag Kg<sup>-1</sup>, podem ocasionar toxicidade em plantas sensíveis (Marschner, 1995).

Figura 1 – Teor de cloro (Cl<sup>-</sup>) em função dos níveis de salinidade do solo (CEes), nas folhas de milho aos 120 DAP.



## Discussão

O cloro é necessário para as reações de quebra da molécula de água na fotossíntese, pelas quais o oxigênio é produzido (Clarke e Eaton-Rye, 2000). Além disso, o cloro pode ser necessário para a divisão celular tanto em folhas quanto em raízes (Harling et al., 1997).

A maioria das plantas geralmente absorve Cl<sup>-</sup> em níveis acima do necessário ao seu metabolismo. Os teores médios encontrados nas folhas de milho atingiram níveis que podem induzir a toxicidade além dos efeitos antagônicos, especialmente em relação ao nitrogênio que decresceu com a salinidade. Marschner (1995) afirma que altas concentrações de Cl<sup>-</sup> no solo, principalmente em ambientes salinos, podem diminuir a absorção de nitrogênio pelas plantas, devido ao efeito antagônico existentes entre os íons.

## Conclusão

O cloro é necessário no processo fotossintético, mas seu excesso, como foi o que ocorreu no experimento, pode provocar toxicidade às plantas e induzir deficiência de nutrientes, entre os quais, o principal é o nitrogênio.

## Referências

- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análise de solo**. 2ª ed. Rio de Janeiro, CNPS, 1997. 212p.
- 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 de Campina Grande, Campina Grande.

- FREVERT, D.R.; HILL, R.W.; BRAATEN, B.C. Estimation of FAO evapotranspiration coefficients. **Journal of Irrigation and Drainage**. Reston, v.109, p.265-170, 1983.

- FONTES, P.C.R.. **Diagnóstico do estado nutricional das plantas**. Ed. UFV, Viçosa. 2001. 122 p.

- RUIZ, H.A. **Métodos de análises físicas do solo**. Programa de Pós-Graduação em solos e nutrição de plantas, Universidade Federal de Viçosa, 2003, 53 p. (Apostila Acadêmica)

- MAAS, E.V.; HOFFMAN, G.J. Crop salt tolerance – current assessment. **Journal of Irrigation and Drainage Division**, New York, v.103, n.1R2, p.115-134, 1977.

- TAIZ, L., ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3ª ed., Artmed, Porto Alegre, 2004, 719p.

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

- CLARKE, S.M.; EATON-RYE, J.J. Amino acid deletions in loop C of the chlorophyll a-binding protein CP47 alter the chloride requirement and/or prevent the assembly of photosystem II. **Plant molecular biology**. New York, v. 44, p. 591-601, 2000.

- HARLING, H.; CZAJA, L.SCHELL, J.; WALDEN, R. A plant cation-chloride co-transporter promoting auxin-independent tobacco protoplast division. **EMBO**. Heidelberg, v.16, p.5855-5866, 1997.

- GREENWAY, H.; MUNNS, R. Mechanism of salt tolerance in nonhalophytes. **Annual Review Plant Physiology**, v.31, p.149-190, 1980.

- Grattan, S. R.; Grieve, C. M. Salinity-mineral relations in horticultural crops. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v.78, p.127-157, 1999.

- Larcher, W. *Ecofisiologia Vegetal*. São Carlos: RiMa Artes e Textos, 2000, 531p