

TOLERÂNCIA E PRODUÇÃO RELATIVA DA CULTURA DO MILHO À SALINIDADE AVALIADA POR MEIO DE TRÊS METODOLOGIAS

Willian Bucker Moraes¹, Aline Azevedo Nazário¹, Ivo Zution Golçalves¹, João Carlos Madalão¹, Wanderson Bucker Moraes¹, Edvaldo Fialho dos Reis², Giovanni de Oliveira Garcia²

¹ Universidade Fed. do Espírito Santo, Engenharia Rural, Alegre – ES. E-mail: moraeswb@hotmail.com, aline_nazario@yahoo.com.br, Ivo_ufes@yahoo.com.br, joacarlosagr@hotmail.com, wan.b.m2@hotmail.com

² Eng^o Agrônomo, Prof. Dr, Engenharia Rural, Alegre – ES. E-mail: edreis@cca.ufes.br, giovanni@cca.ufes.br

Resumo- Com objetivo de avaliar a tolerância e a produção relativa à salinidade de uma variedade de milho por meio de três metodologias de classificação, foi conduzido um experimento em lisímetros de drenagem sob casa de vegetação montado no delineamento inteiramente casualizado com sete tratamentos constituído de um irrigado com água doce (sem lixiviação) e seis irrigados com água salina de 1,2 dS m⁻¹, com frações de lixiviação de 40, 30, 20, 15, 10 e 5% da lâmina de irrigação aplicada e três repetições. Os três métodos de classificação de tolerância das culturas à salinidade baseados, respectivamente, na condutividade elétrica do extrato da pasta saturada do solo, déficit relativo de evapotranspiração e índice diário de estresse hídrico, conduzem a resultados diferentes. A variedade de milho UFVM 100 apresentou um coeficiente de sensibilidade à salinidade de 0,99 e a produção relativa decresceu 6,85% com o incremento unitário do WSDI e 15,68% com o incremento unitário de salinidade da solução do solo acima da salinidade limiar de 1,20 dS m⁻¹. Os valores de WSDI foram significativamente afetados pelo aumento dos níveis de salinidade do solo mostrando, dessa forma, ser realmente uma metodologia sensível para caracterizar o decréscimo da produção relativa em função da salinidade do solo.

Palavras-chave: água salina, *Zea mays*, Índice diário de estresse hídrico

Área do Conhecimento: Ciências Agrárias

Introdução

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. Como o milho é considerado uma espécie moderadamente tolerante à salinidade sofre, como tal, redução progressiva do crescimento, com o aumento da concentração de sais no meio radicular (Izzo et al., 1991).

Diversas metodologias para classificar a tolerância das culturas à salinidade tem sido apresentadas. Maas & Hoffman (1977) e posteriormente Maas (1984) propuseram a classificação de diversas culturas quanto à tolerância relativa em decorrência da salinidade do solo e da água de irrigação, obtidas sob condições experimentais. Segundo os autores, os valores apresentados devem ser considerados como tolerância relativa entre os diversos grupos de culturas. Por outro lado, os valores correspondentes à tolerância absoluta irão depender das condições climáticas, do solo e das práticas culturais adotadas no cultivo.

Stewart et al. (1977) propuseram uma metodologia que relaciona o decréscimo na produção relativa das culturas com o déficit

relativo de evapotranspiração, descrito pela seguinte equação:

$$1 - \frac{Y_0}{Y_m} = k_y \times \left(1 - \frac{ET_0}{ET_m} \right) \quad (01)$$

Em que: Y_0 - produtividade atual obtida; Y_m - produtividade máxima da cultura; ET_0 - evapotranspiração atual; ET_m - evapotranspiração máxima da cultura, e; k_y - rendimento em resposta a um coeficiente de sensibilidade à salinidade determinado em condições experimentais no campo.

Recentemente, Katerji et al. (2000) propuseram uma metodologia baseada na hipótese de que a tolerância da cultura à salinidade decorre da disponibilidade de água e que o decréscimo na produtividade é considerando um resultado do déficit de água imposto à cultura durante a estação de crescimento. A relação entre o decréscimo na produção relativa e o déficit de água imposto a cultura é expresso pelas equações:

$$1 - \frac{Y_0}{Y_m} = a + b \times \text{WSDI} \quad (02)$$

$$WSDI = \frac{\sum_1^n (\Psi_c - \Psi_s)}{n} \quad (03)$$

Em que: WSDI - Índice diário de estresse hídrico; Ψ_c - valor do potencial hídrico diário na folha correspondente ao tratamento controle, determinado antes do amanhecer, medido desde o início do crescimento até a senescência; Ψ_s - valor do potencial hídrico na folha, correspondente ao tratamento salino utilizado; n - número de dias entre o início do crescimento da folha até a sua senescência; b - porcentagem da perda de rendimento da cultura por aumento unitário no valor do WSDI, e; a - fator de conversão, próximo de 100, devido ao fato dos valores de Ψ serem negativos e os de WSDI serem positivos.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a tolerância e a produção relativa à salinidade de uma variedade de milho UFVM 100 por meio de três metodologias de classificação.

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 m² (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.

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.

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 dS m⁻¹, com frações de lixiviação de 40, 30, 20, 15, 10 e 05% 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 CaCl₂ em quantidades necessárias para se obter uma condutividade elétrica (CEai) de 1,20 dS m⁻¹ 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).

A lâmina de irrigação foi equivalente a evapotranspiração real da cultura (ET_r) foi calculada em função da ET₀, estimada por meio do método FAO-24 da radiação, adaptado por Frevert et al (1983), corrigida para os valores de K_c da cultura e do coeficiente de umidade do solo (K_s), proposto por Bernardo et al. (2005).

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

O coeficiente de sensibilidade à salinidade foi determinado empregando-se a equação 1, conforme a metodologia proposta por Stewart et al. (1977).

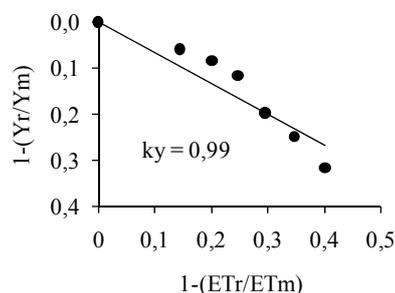
O decréscimo da produção relativa da cultura do milho em função da salinidade do solo foi feito empregando-se a metodologia Response Linear Platô (LPR) proposta por Maas e Hoffman (1977).

Os valores do índice diário de estresse hídrico (WSDI) foram determinados por meio da equação 3 e o decréscimo da produção relativa da cultura do milho em função dos valores do WSDI foi feito empregando-se a equação 2, conforme metodologia proposta por Katerji et al. (2000).

Resultados

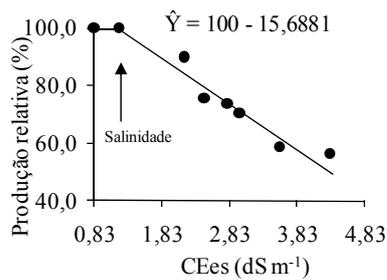
Coefficientes de sensibilidade à salinidade do cultivar de milho UFVM 100

Figura 1 - fator de sensibilidade (k_y) à salinidade e produção relativa em função da evapotranspiração relativa da variedade de milho UFVM 100 cultivada em lisímetros de drenagem.



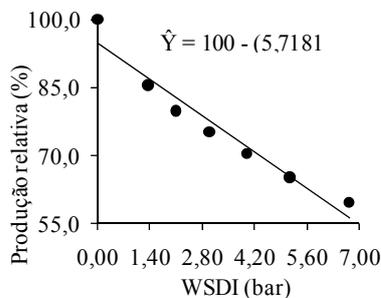
Produção relativa das plantas de milho em função da salinidade do solo

Figura 2 - Produção relativa da variedade de milho UFVM-100 em função do aumento dos níveis de salinidade do solo (CEes).



Produção relativa das plantas de milho em função do WSDI

Figura 3 – Decréscimo da produção relativa das plantas do cultivar de milho UFVM-100 em função do aumento unitário dos valores de WSDI.



Discussão

Na figura 1, quando comparados os resultados obtidos com os citados por Doorenbos e Kassam (1979) e Katerji et al. (2000) para condições de déficit hídrico e de salinidade do solo, os mesmos apresentaram diferenças apreciáveis, uma vez que esses pesquisadores as obtiveram para o ciclo da cultura do milho, respectivamente, $k_y = 1,25$ e $1,10$. Segundo estes autores, por esta metodologia, a cultura do milho é classificada como moderadamente tolerante ao déficit hídrico e a salinidade, respectivamente, devido ao fato dos valores de k_y estarem entre 0,95 a 1,50. O mesmo podendo se dizer da variedade de milho UFVM 100.

A diferença de nos valores de k_y encontrada pode ter sido influenciada pelas condições ambientais, pela adaptação da cultura a esse ambiente e, também, porque, segundo Doorenbos e Kassam (1979) uma avaliação dos dados experimentais de campo indica certa dispersão nos valores de k_y , que se deve à imperfeição experimental e às variações de clima, nível de evapotranspiração e solo. Além do mais, deve-se ressaltar, conforme os próprios autores citados,

que não se dispõe de valores como padrão de referência para comparação; supõe-se, apenas, que a confiabilidade dos valores de k_y é semelhante à procedente da análise dos resultados experimentais de campo.

Observa-se na Figura 2 que o incremento unitário da CEes acima da salinidade limiar determinada para a variedade UFVM-100 reduz em 15,68% a sua produção relativa acima da salinidade limiar de $1,20 \text{ dS m}^{-1}$. Ayers e Westcot (1991) encontraram, para a cultura do milho, perda de rendimento de 12,05% por aumento unitário da acima da salinidade limiar de $1,70 \text{ dS m}^{-1}$. Por esta metodologia, a variedade de milho UFVM 100 é classificada como sensível à salinidade, por outro lado Ayers e Westcot (1991) classificam a mesma cultura como moderadamente tolerante. Esses resultados evidenciam que a resposta da cultura a salinidade variam consideravelmente devido às condições ambientais bem como do próprio cultivar.

A Figura 3 mostra que a produção relativa da variedade de milho UFVM-100 decresce 5,72% com o incremento unitário do WSDI. Katerji et al. (2000) encontraram para o milho cultivado sob níveis crescentes de salinidade, em lisímetros de drenagem, redução de 11,90% da produção relativa com o incremento unitário dos valores do WSDI. Por esta metodologia, a variedade de milho UFVM 100 é classificada como tolerante à salinidade, a mesma conclusão foi obtida por Katerji et al. (2000). Estes resultados evidenciam que a resposta da cultura do milho à salinidade em função dos valores de WSDI depende apenas do tipo de cultivar avaliado.

Conclusão

- Os três métodos de classificação de tolerância das culturas à salinidade baseados, respectivamente, na condutividade elétrica do extrato da pasta saturada do solo, déficit relativo de evapotranspiração e índice diário de estresse hídrico, conduzem a resultados diferentes;

- A metodologia LRP (Maas e Hoffman, 1977) tem como ponto positivo a caracterização da salinidade limiar;

- A metodologia baseada no índice integrado de estresse hídrico (Stewart et al., 1977) é muito vulnerável às condições climáticas, índice de área foliar e ao tipo de solo;

- A metodologia do WSDI (Katerji et al. 1997), pelo fato do potencial hídrico das folhas ser medido no antemanhã elimina as variações climáticas diárias, ficando os efeitos da salinidade do solo restritos à espécie vegetal; A produção relativa da variedade de milho UFVM 100 decresce 6,85% com o incremento unitário do WSDI e 15,68% com o incremento unitário da salinidade limiar de $1,20 \text{ dS m}^{-1}$;

• Os valores de WSDI foram significativamente afetados pelo aumento dos níveis de salinidade do solo mostrando, dessa forma, ser realmente uma metodologia sensível para caracterizar o decréscimo da produção relativa em função da salinidade do solo.

Referências

- AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29), 1991.

- BERNARDO, S.; SOARES, A.A.; MANTOVANI, E.C.. **Manual de irrigação**. 7ª. ed. Viçosa: UFV, 2005.

- DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos**. Roma: FAO. (FAO. Riego y Drenaje, 33), 1979.

- IZZO, R.; NAVARI-IZZO, F.; QUARTACCI, F. Growth and mineral absorption in Maize seedling as affected by increasing NaCl concentrations. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.14, p.687-699, 1991.

- KATERJI, N., VAN HOORN, J.W., HAMDY, A., MASTRORILLI, M.,. Salt tolerance classification of crops to soil salinity and to water stress day index. **Agriculture and Water Management**. v.43, p.99 - 109. 2000.

- MAAS, E. V. Salt tolerance of plants. In CRISTIE, B.R. **The handbook of plant science in agriculture**. Boca Raton, Flórida, CRC Press, 1984.

- MAAS, E.V.; HOFFMAN, G.J. Crop salt tolerance current assessment. **Journal of Irrigation and Drainage Division**, New York, v.103, n.IR2, p.115-134, 1977.

- MEDEIROS, J.F. Qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo gat, nos estados do RN, PB e CE. Campina Grande, PB: UFPB. 1992. 137p. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Federal da Paraíba, 1992.

- STEWART, J.L., DANIELSON, R.E., HANKS, R.J., JACKSON, E.B., HAGON, R.M., PRUIT, W.O., FRANKLIN, W.T., RILEY, J.P.,. **Optimizing crop production through control of water and salinity levels in the soil**. Utah Water Research Lab. PR. 151-1, Logan, Utah, 191 pp. 1977.