

EVOLUÇÃO DA SALINIDADE DO SOLO POR APLICAÇÃO DE FERTILIZANTES EM CULTIVO DE BETERRABA FERTIRRIGADO

ALEXSANDRO OLIVEIRA DA SILVA¹, LUIS HENRIQUE BASSOI², ENIO FARIAS DE FRANÇA E SILVA³, ANTÔNIO EVALDO KLAR⁴, RAQUELE MENDES DE LIRA⁵

¹ Engenheiro agrônomo, M. Sc., Pós-Graduando, UNESP/Botucatu-SP, Fone: (81)3320-6279 alexandro01@fca.unesp.br

² Engenheiro agrônomo, Pesquisador, Embrapa Semiárido/Petrolina-PE, luis.bassoi@embrapa.br

³ Engenheiro agrícola, Prof. Adjunto, UFRPE/Recife-PE, enio.silva@dtr.ufrpe.br

⁴ Engenheiro agrônomo, Prof. Titular, UNESP/Botucatu-SP, klar@fca.unesp.br

⁵ Engenheira agrícola e Ambiental, M. Sc., Pós-Graduando, UFRPE/Recife-PE, raquelelira@yahoo.com.br

Apresentado no
XLII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2013
04 a 08 de Agosto de 2013 - Fortaleza - CE, Brasil

RESUMO: A salinização dos solos pode ter origem natural ou ser induzida pelo homem, sendo a segunda maneira geralmente associada ao manejo inadequado da irrigação ou fertirrigação. O objetivo desse estudo foi verificar a evolução da salinidade provocada pela fertirrigação em um cultivo de beterraba. Um experimento foi realizado na FCA UNESP campus de Botucatu, em vasos de 15L, para a obtenção de curvas de salinização artificial do solo. O solo foi salinizado artificialmente pela fertirrigação excessiva. Os tratamentos foram formados da combinação de dois fatores: salinidade inicial do solo com 5 níveis ($S_1=1,0$; $S_3=3,0$; $S_6=6,0$; $S_9=9,0$; $S_{12}=12,0$ dS m^{-1}) e dois manejos de fertirrigação (M_1 = tradicional e M_2 = com controle da concentração iônica da solução do solo). O delineamento adotado foi o de blocos casualizados, com 4 repetições, e os fatores arranjados em esquema fatorial 5 x 2. A obtenção da condutividade elétrica do solo com a correção da umidade do solo proporcionou valores com maiores precisões para a manutenção da salinidade na solução do solo. Os maiores níveis da salinidade do solo ocorreram nas camadas mais profundas do perfil do solo no manejo tradicional da fertirrigação, devido aos altos valores de condutividade elétrica observados neste tratamento.

PALAVRAS-CHAVE: extrator de cápsula porosa, solução do solo, condutividade elétrica,

EVOLUTION OF SOIL SALINITY CAUSED BY FERTILIZER APPLICATION ON FERTIGATED BEET CROP

ABSTRACT: The soil salinization can be natural or human-induced, and the second way is generally associated with improper management of irrigation or fertirrigation. The objective of this study was to verify the evolution of salinity caused by fertirrigation in a beet crop. A study was developed at FCA UNESP campus Botucatu, Brazil, in 15 L pots, to obtain the curves of artificial soil salinization. Soil became saline by excessive fertirrigation. Treatments were formed by the combination of two factors, initial soil salinity with 5 levels ($S_1 = 1.0$, $S_3 = 3.0$; $S_6 = 6.0$; $S_9 = 9.0$, $S_{12} = 12.0$ dS m^{-1}) and two management fertirrigation (M_1 = traditional M_2 = control of ionic concentration of the soil solution). The study design was a randomized complete block with 4 repetitions and the factors arranged in a 5 x 2 factorial. The soil electrical conductivity obtained through the correction of soil moisture provided higher accuracies for the maintenance of the salinity level in the soil solution. The higher levels of soil salinity occurred in the deeper layers of the soil profile in the traditional management of fertirrigation due to higher values of soil electrical conductivity observed in that treatment.

KEYWORDS: porous cup extractor, soil solution, electrical conductivity

INTRODUÇÃO: A salinização dos solos pode ter origem natural ou ser induzida pelo homem, sendo que a segunda maneira está geralmente associada ao manejo inadequado da irrigação ou fertirrigação. Em ambiente protegido o problema com o excesso de sais está intimamente associada à fertirrigação, que quando aplicada de maneira incorreta pode causar problemas em casas de vegetação, por estas não

possuírem sistemas de drenagem, e por não sofrerem a lixiviação dos sais para as camadas mais profundas dos solos pelas precipitações elevadas. Apesar de aumentar de maneira significativa a produtividade das culturas quando comparada com a adubação convencional (DIAS et al. 2005), a fertirrigação quando usada de maneira inadequada pode acarretar diversos problemas na cultura, como por exemplo o desequilíbrio nutricional e a interferência hormonal nas mesmas (SILVA et al. 2000). Dentre os métodos conhecidos para estimar a concentração de sais na solução do solo, a medida da condutividade elétrica do solo (CE) é o mais prático. Todavia, a quantificação da condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) é mais evidenciada na literatura e portanto é considerada como método padrão. Por ser um método de medida demorado e destrutivo (SILVA et al. 2000), vários autores destacam os extratores de solução do solo como alternativa para a medida da CE da solução do solo (DIAS et al. 2005; SILVA et al., 2000), por ser convenientemente fácil de ser utilizado e representar o que de fato está acontecendo na interação solo-planta. Tal método pode ser adotado para o controle da solução do solo em ambiente protegido, podendo o mesmo manter de maneira razoavelmente precisa a CE na solução do solo, e evitando estresses salinos nas plantas cultivadas. Portanto, o objetivo deste trabalho foi apresentar a evolução da salinidade do solo submetido a dois manejos da fertirrigação e o uso de extratores de cápsulas porosas para o monitoramento da concentração iônica da solução do solo, como forma de controle da salinização.

MATERIAL E MÉTODOS: O trabalho foi realizado em casa de vegetação localizada no Departamento de Engenharia Rural da FCA/UNESP campus de Botucatu – SP, no período de novembro de 2011 a fevereiro de 2012. Os tratamentos foram formados da combinação de dois fatores: salinidade inicial do solo com cinco níveis ($S_1=1,0$; $S_3=3,0$; $S_6=6,0$; $S_9=9,0$; $S_{12}=12,0$ dSm⁻¹) e dois manejos de fertirrigação (M_1 = tradicional e M_2 = com controle da concentração iônica da solução do solo). O delineamento adotado foi o de blocos casualizados e completos com 4 repetições, arranjados no esquema fatorial 5 x 2. A salinização do solo foi realizada por meio da aplicação de soluções salinas, com a quantidade de sais a ser adicionados determinados pela curva de salinização artificial feita em laboratório com a solução nutritiva utilizada no experimento. As proporções e os tipos de sais aplicados na água seguiram aqueles correspondentes à extração total de nutrientes para a cultura da beterraba, conforme relatado por GRANJEIRO et al., (2007). Os tratamentos se dispunham em 40 parcelas em vasos de 28 cm de diâmetro, preenchidos com Latossolo Vermelho-Amarelo, e com uma planta por vaso. A cultura utilizada foi a da beterraba (*Beta vulgaris* L.), cultivar Early Wonder. Foi utilizado um sistema de irrigação por gotejamento com vazão de 2,5 L h⁻¹ e uniformidade de distribuição de 95%, com um gotejador por vaso. Cada linha disponha de um registro para o controle do manejo da fertirrigação feita por meio de um injetor do tipo Venturi. O manejo de irrigação baseou-se em dados de umidade do solo, obtidos de tensiômetros instalados a 0,20 m de profundidade e de uma curva característica de retenção de água no solo obtida em laboratório. Para se definir a quantidade de água a ser aplicada, fazia-se uma média das leituras das tensões, calculando o volume com auxílio da curva para cada nível de salinidade. A aplicação dos fertilizantes foi realizada via água de irrigação, sendo o manejo diferenciado para os tratamentos M_1 e M_2 ; para o tratamento M_1 , utilizaram-se as recomendações propostas por FURLANI et al. (1998), tendo em vista a marcha de absorção da cultura determinada por GRANJEIRO et al. (2007). Para o tratamento referente ao manejo M_2 empregou-se inicialmente a mesma recomendação do manejo M_1 , porém a partir de 10 dias após o transplantio (DAT) não foi preestabelecida a frequência nem a proporção dos fertilizantes aplicados neste manejo. A fertirrigação só foi realizada quando a condutividade elétrica na solução do solo estava em média 20% abaixo dos níveis iniciais de salinização do solo para cada tratamento, sendo esta cessada quando a condutividade se encontrava em média 20% acima dos mesmos níveis iniciais. Desta forma, a concentração iônica total na solução do solo controlou o manejo da fertirrigação. A condutividade elétrica (CE) da solução do solo foi medida após o término de cada evento de irrigação, utilizando-se para tanto a extração via cápsulas porosas com seringas de 20 mL, nos quais eram submetidos a um vácuo de aproximadamente 80 kPa. Os extratores e os tensiômetros foram instalados no centro de cada parcela, localizadas opostamente uma à outra a uma profundidade de 0,20 m do solo, e a uma distância de 0,10 m da planta. Os valores de CE medidos nas diferentes umidades foram corrigidos com os valores obtidos pelo método padrão, ou seja, pela medição da CEes e corrigido-se os valores de leitura de CE da solução do solo em função da umidade de saturação a partir da equação (1):

$$CE_{es} = \frac{CE \cdot U_a}{U_s} \quad (1)$$

em que,

CE_{es} - condutividade elétrica estimada a partir da condutividade elétrica da solução do solo obtida com extratores de cápsula porosa, sendo corrigida para a umidade da pasta saturada, $dS\ m^{-1}$;

CE - condutividade elétrica obtida pelo extrator de cápsula porosa, $dS\ m^{-1}$;

U_a - umidade do solo medida no momento da retirada da solução do solo pela capsula porosa, $g\ g^{-1}$;

U_s - umidade do solo na pasta saturada, $g\ g^{-1}$.

Determinou-se a concentração de fósforo, potássio, cálcio e magnésio, a fim de apresentar a evolução destes sais de acordo com a CE da solução do solo. Para se determinar o perfil transversal de salinidade do solo foram retiradas aos 50 DAT amostras de 0 a 25 cm de profundidade e a cada 5 cm de profundidade do vaso. A CE_{es} foi feita pelo método da pasta saturada, e utilizando o programa Surfer® foi feita a espacialização dos dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A salinidade do solo mostrou uma distribuição espacial desuniforme, em corte transversal, para o tratamento S_1 no manejo tradicional (Figura 1A) e manejo por controle (Figura 1B). A salinidade na camada de 0 a 10 cm, onde se concentra a maior parte do sistema radicular, foi superior a $3\ dS\ m^{-1}$, enquanto que para as camadas inferiores ficou entre 4 e $2,5\ dS\ m^{-1}$ para ambos os manejos. Na Figura 1C e 1D observa-se a distribuição espacial da CE para o tratamento S_3 , em que os maiores valores de CE foram encontrados na região próxima à superfície do solo e sob o gotejador, diminuindo com a profundidade e havendo formações de isolinhas bem definidas para ambos os manejos da fertirrigação. Na Figura 1E e 1F, observa-se a distribuição espacial para o tratamento S_6 ao longo do vaso. Os maiores valores de CE foram encontrados nas camadas mais profundas do vaso com valores de 6 a $6,5\ dS\ m^{-1}$ para o manejo tradicional, e $5,5$ a $7,5\ dS\ m^{-1}$ para o manejo por controle. De acordo com SILVA et al. (2000), após atingir o equilíbrio, a concentração de sais aumenta nas camadas mais profundas devido ao fato de que a água de irrigação evapotranspirada pela cultura deixa os sais na zona radicular para serem deslocados por irrigações subsequentes para sua parte inferior, onde se acumulam até serem lixiviados a maiores profundidades. Na Figura 1G e 1H, observa-se para o tratamento S_9 que os menores valores de CE foram observados próximos ao sistema radicular da cultura, possivelmente devido a absorção de nutrientes pela planta com valores de 3 a $5,5\ dS\ m^{-1}$. Os maiores valores foram em torno de 7 a $9,5\ dS\ m^{-1}$ para o manejo tradicional e 8 a $11,5\ dS\ m^{-1}$ para o manejo por controle. Na Figura 1I e 1J, a distribuição espacial da salinidade no tratamento S_{12} apresenta valores de $5,5$ a $8\ dS\ m^{-1}$ para as camadas superficiais do vaso e próximas ao sistema radicular da planta. A partir da profundidade de 10 cm houve um aumento da salinidade nas maiores profundidades do vaso. No manejo tradicional (Figura 1I) os maiores valores encontrados foram de 9 a $14\ dS\ m^{-1}$, e para o manejo por controle (Figura 1J) os valores foram de 9 a $12\ dS\ m^{-1}$, com os maiores entre as camadas 15 e 25cm de profundidade. Valores semelhantes foram encontrados por DIAS et al. (2005) em estudos com salinidade em cultivo do meloeiro. Tais resultados constataam que as maiores concentrações dos sais ficaram nas camadas mais profundas do solo, e não próximas ao gotejador de acordo com a evolução da salinidade como mostra os tratamentos S_9 e S_{12} . Portanto, o consumo de nutrientes por parte da planta nas camadas mais profundas pode ter sido prejudicado pelo o excesso de sais.

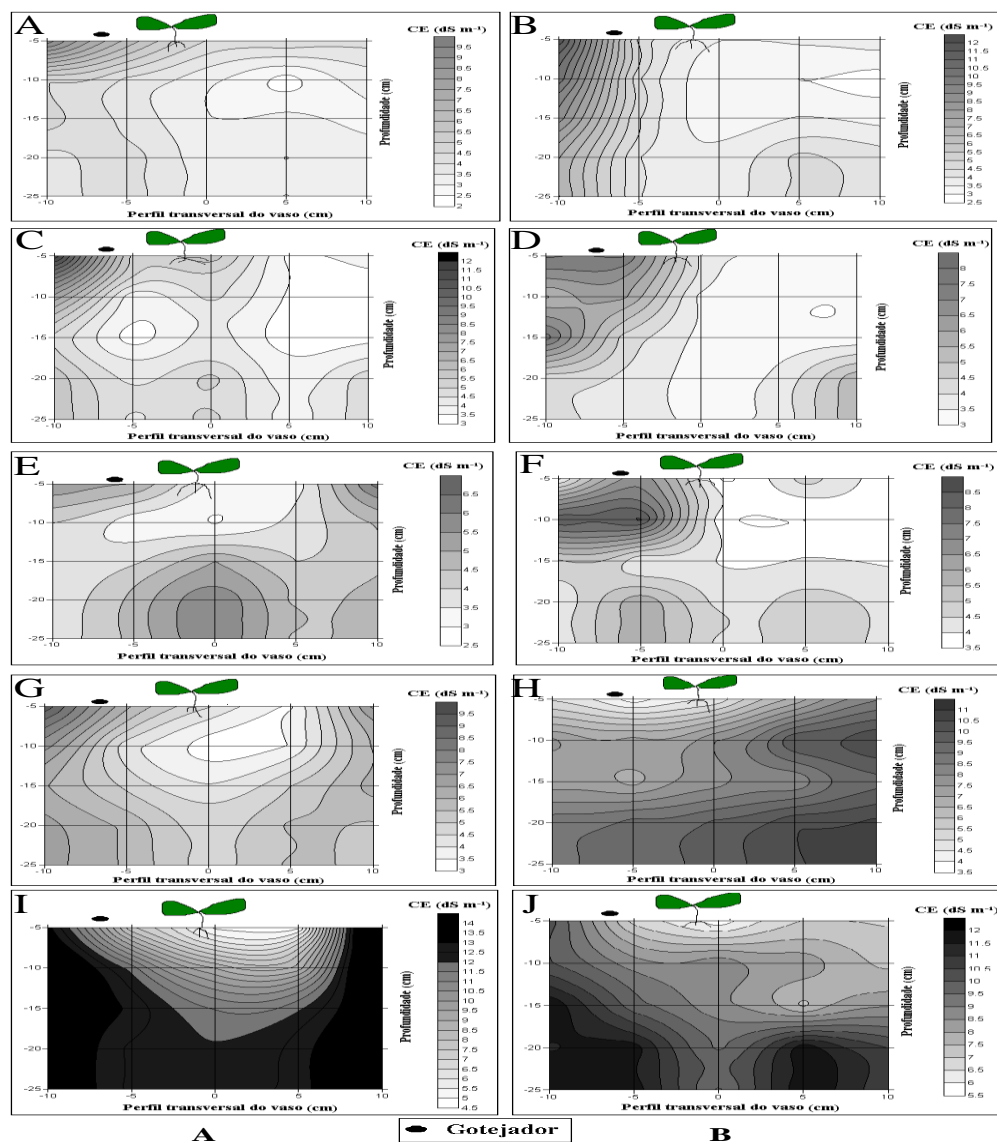


FIGURA 1. Perfis transversais de salinidade do solo medidos aos 50 DAT para os tratamentos estudados no manejo tradicional (A, C, E, G, I) e por controle (B, D, F, H, J) da fertirrigação.

CONCLUSÕES: O uso de extratores de solução do solo possibilitou o monitoramento da concentração dos fertilizantes aplicados via fertirrigação, e a manutenção da concentração nos níveis preestabelecidos durante todo o cultivo.

REFERÊNCIAS

- DIAS, N. S. DUARTE, S. N.; GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F.; SOARES, T. M. Manejo da fertirrigação e controle da salinidade do solo sob ambiente protegido, utilizando-se extratores de solução do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.4, p.496-504, 2005.
- FURLANI, P.R. **Instruções para o cultivo de hortaliças de folhas pela técnica de Hidroponia NFT**. In: VAN RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo, 3ª Edição, Campinas: Instituto Agrônomo, 1998, 285p. (Boletim técnico, 100).
- GRANGEIRO, L. C. NEGREIROS, M. Z.; SOUZA, B. S.; AZEVEDO, P. E.; OLIVEIRA, S. L.; MEDEIROS, M. A. Acúmulo e exportação de nutrientes em beterraba. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG, v. 31, n.2, p. 267-273, 2007.
- SILVA, E. F. F.; ANTI, G. R.; CARMELO, Q. A. C.; DUARTE, S. N. Extratores de capsulas porosas para o monitoramento da condutividade elétrica e do teor de potássio na solução do solo. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, SP, v. 57, n.4, p. 785-789, 2000.