

USO DE EXTRATORES DE SOLUÇÃO E TRANSDUTORES DE PRESSÃO PARA MONITORAMENTO E MANEJO DA FERTIRRIGAÇÃO

C. J. G. S. LIMA¹, F. A. OLIVEIRA¹, S. N. DUARTE², N. S. DIAS³, F. C. MENDONÇA⁴, J. H. MIRANDA²,

RESUMO - Este trabalho teve como objetivo determinar equações de calibração a fim de serem utilizadas no monitoramento da condutividade elétrica (CE) e concentração de íons na solução utilizando extratores providos de cápsulas porosas e transdutores de pressão. O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 2 x 4 x 4, totalizando 32 tratamentos, com três repetições. Os tratamentos foram compostos por: dois solos de texturas diferentes, quatro intensidades de vácuos aplicadas aos extratores e quatro níveis de umidade em base peso. Os resultados evidenciaram que é possível, com auxílio de extratores e transdutores de pressão, monitorar a concentração iônica com ótima precisão. A redução da umidade proporcionou um aumento na concentração iônica e na condutividade elétrica. O incremento do vácuo não afetou a concentração iônica para ambos os solos, exceto para potássio [K⁺], que teve sua concentração reduzida com o incremento no vácuo para ambos os solos.

Palavras-chave: condutividade elétrica, nitrato, potássio

SOLUTION EXTRACTORS AND PRESSURE TRANSDUCERS USING TO MONITOR AND FERTIGATION MANAGEMENT

SUMMARY: This work aimed to determine calibrated equations to be used in monitoring the electrical conductivity (EC) and the solution ion concentration using extractors provided of porous ceramic cups and pressure transducers. The statistic delineation utilized was the entirely randomized in the factorial scheme was 2 x 4 x 4, 32 treatments at all, with three repetition. The treatments were composed of two soil different textures, four vacuum intensity applied to extractors and four levels of water content on weight base. The results showed that it's possible to monitor the ionic concentration of extracted solution with high precision with the help of extractors and pressure transducers. The water content reduction resulted an increase in the ionic concentration and electrical conductivity. The vacuum increment did not affect ionic concentration in both soils, except for potassium [K⁺], which had it's concentration reduced with the increase in vacuum for both soils

keywords: electric conductivity, nitrate, potassium

INTRODUÇÃO

Com a expansão do uso da fertirrigação, a demanda por informações voltadas para o monitoramento da concentração iônica da solução do solo e seu correto manejo tem

¹ Engº Agrº, Pós-graduando em Irrigação e Drenagem, Departamento de Engenharia de Biosistemas, LEB/ESALQ/USP, Av Pádua Dias 11, CP 9, CEP 13418-900, Piracicaba - SP, cjgslima@esalq.usp.br

² Prof. Associado, Departamento de Engenharia de Biosistemas, LEB/ESALQ/USP, Piracicaba - SP.

³ Prof. Doutor, Departamento de Ciências Ambientais, UFERSA, Mossoró-RN.

⁴ Prof. Doutor, Departamento de Engenharia de Biosistemas, LEB/ESALQ/USP, Piracicaba - SP

aumentado sensivelmente; havendo a necessidade de pesquisas específicas e difusão dos resultados a serem utilizados em práticas de manejo em solos cultivados sob fertirrigação.

Portanto, determinar a concentração desses íons nos fornece subsídios para estimativa da taxa de perdas e ganhos desses nutrientes. Assim o monitoramento de íons na solução do solo constitui-se em um parâmetro indispensável no manejo racional da fertirrigação.

O movimento do nitrato no solo é, aproximadamente, proporcional ao da água que percola no solo. Os fatores que influenciam no movimento do potássio no solo são: a condutividade hidráulica, o método e a taxa de aplicação deste elemento, a umidade do solo.

Para determinar os teores de nitrato e potássio na solução do solo, SILVA et al. (2003) utilizaram extratores de solução do solo providos de cápsulas porosas; nestes a aplicação do vácuo era feita 12 horas após a irrigação, promovendo uma tensão de aproximadamente 80 kPa. São relatados valores de tensão de 60 kPa (FOLONI; et al., 2006); CASARINI et al. (2007) utilizaram vácuo de 70 kPa em extratores instalados em solo franco argilo-arenosa.

Objetivou-se com esta pesquisa, calibrar, avaliar o desempenho e monitorar a concentração iônica da solução do solo obtida via extratores providos de cápsulas porosas submetidas a diferentes intensidades de vácuo em dois tipos de solo de texturas contrastantes e distintas umidades.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Física do Solo e em um ambiente protegido (casa de vegetação) do Departamento de Engenharia Rural da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, ESALQ/USP, no município de Piracicaba, SP, situada nas coordenadas geográficas de 22° 42’ de latitude sul e 47° 38’ de longitude oeste, a uma altitude de 540 m.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com três repetições, num arranjo fatorial de 2 x 4 x 4, constando de dois solos com texturas contrastantes (S_1 - Latossolo Vermelho Amarelo textura franco arenosa e S_2 - Terra Roxa Estruturada textura franco argilosa), quatro intensidades de vácuos aplicadas aos extratores (V_1 - 50, V_2 - 60, V_3 - 70, e V_4 - 80 kPa), e quatro níveis de umidade em base peso (100, 72, 61 e 43% no solo S_1 e 100, 79, 66 e 60% no solo S_2).

O Experimento foi realizado em vasos plásticos com capacidade para 12 L e providos de orifícios na parte inferior e contendo uma camada de 1 cm de brita nº recoberta com manta geotêxtil (BIDIM OP-30). Simultaneamente foi conectado um transdutor de pressão ao extrator provido de cápsula porosa e em seguida instalado em cada vaso a 0,15 m de profundidade, e dispostos em bancadas na casa de vegetação.

Realizou-se uma única aplicação de solução via gotejamento, sendo o volume calculado com base na capacidade de retenção do solo contido no vaso para ambos os solos, sendo que a mesma apresentava 4,33 e 1,49 mmol_c L⁻¹ de NO₃⁻ e K⁺, respectivamente, e condutividade elétrica de 0,8 dS m⁻¹. Os níveis de umidade foram obtidos por processos de secagem natural do solo, reduzindo a presença do fenômeno da histerese. Posteriormente foram realizadas as coletas para as demais umidades, sendo essas, determinadas por meio de transdutores de pressão e gravimetria. A aquisição de dados se deu por meio de datalogger CR10, com sinal dos transdutores obtido em milivolt (mV); posteriormente essas leituras foram transformadas em tensão e umidade por meio das equações proveniente de calibrações anteriormente.

A aplicação das tensões de sucção foi realizada com auxílio de uma bomba à vácuo, e o momento da coleta da solução do solo foi determinado no instante em que o sinal do transdutor permanecia constante, ou seja, entendia-se que neste momento não estava mais ocorrendo fluxo de solução para o interior da cápsula. Para as determinações analíticas adotou-se a metodologia descrita por YANG et al. (1998)

Os parâmetros avaliados foram submetidos ao teste de normalidade, em seguida foram analisadas estatisticamente pelo teste de F. Os fatores quantitativos foram analisados estatisticamente por meio de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância, verifica-se que todos os parâmetros avaliados para ambos os solos (Tabelas 1) dentro dos níveis do fator umidade, foram influenciados significativamente ao nível de 1% de probabilidade, exceto a variável [K⁺] no solo (S₁), que não afetada significativamente. Já para o fator vácuo verificou-se influência significativa (p<0,01) para a variável [K⁺] no solo (S₁). Para a interação dos fatores umidade e vácuo, não verificou-se influência significativa em nenhuma das variáveis estudadas.

A Figura 1A ilustra a correlação entre a concentração de [NO₃⁻] determinada na solução do solo e a umidade para ambos os solos. Para concentração ajustou-se modelo quadrático (p<0,01) em função da variação da umidade, com valores de coeficientes de determinação de 0,72 e 0,96 para os solos S₁ e S₂ argiloso, respectivamente.

Houve uma redução na concentração de nitrato de 4,0 e 5,5%, quando a umidade decresceu da máxima para 72 e 79% no solo arenoso e argiloso, respectivamente.

Tabela 1. Resumo da análise da variância para as variáveis nitrato [NO₃⁻], potássio [K⁺], condutividade elétrica (CE) da solução coletada utilizando extratores providos de cápsulas porosas submetidos a diferentes intensidades de vácuo e diferentes umidades em solos Franco Arenoso e Franco Argiloso

Fonte de variação	GL	-----Quadrados médios-----					
		-----Solo Franco Arenoso-----			-----Solo Franco Argiloso-----		
		NO ₃ ⁻	K ⁺	CE	NO ₃ ⁻	K ⁺	CE
Umidade (U)	3	79,20**	0,004 ns	0,54**	86,218**	1,014**	0,836**
Vácuo (V)	3	0,65 ns	0,024**	0,018 ns	03,812 ns	0,053 ns	0,014 ns
U x V	9	0,41 ns	0,001 ns	0,004 ns	0,784 ns	0,028 ns	0,007 ns
Resíduo	32	0,67	0,003	0,008	3,691	0,037	0,064
CV(%)		12,67	25,65	9,53	22,24	11,94	19,49
Média geral		6,4	0,22	0,95	8,62	1,61	1,29

* e **: Significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente. ns: não significativo

De acordo com BLACK & WARING (1979) a adsorção é causada pela atração eletrostática entre o nitrato e os sítios positivamente carregados, e relacionada às propriedades físicas e químicas dos solos, superfície de adsorção e concentração eletrolítica.

Posteriormente a concentração volta a aumentar com a redução da umidade nos dois materiais de solo, justificando assim o comportamento de ajuste quadrático (Figura 1A). Tendo em vista, que os sítios de adsorção tenham sido preenchidos, logo o teor de água foi reduzido e os íons permaneceram solúveis, conseqüentemente a concentração de nitrato aumentou. O incremento na concentração de nitrato na solução foi de 89,5 e 76,5% entre os níveis extremos de umidades para o solo arenoso e argiloso, respectivamente.

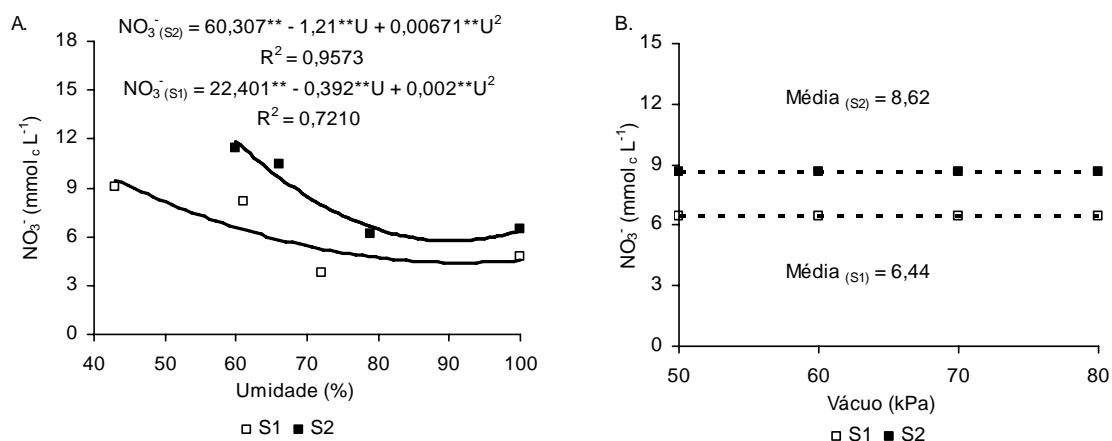


Figura 1. Concentração de nitrato [NO₃⁻] na solução extraída em solo Franco Arenoso (S₁) e solo Franco Argiloso (S₂) em função de diferentes umidades no solo (A) e intensidades de aplicação de vácuo (B)

Na Figura 2 são apresentados diagramas de dispersão da concentração de potássio [K⁺] para os dois solos estudados em função da variação de umidade e intensidade de aplicação de

vácuo em extratores de cápsulas porosas. As equações foram ajustadas linearmente ($p < 0,01$) e crescente com a redução da umidade no solo S_2 e com R^2 igual a 0,9262 (Figura 2A). Para o solo argiloso a concentração obtida foi bem próxima à aplicada ($1,49 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$); variando de 1,27 a $1,85 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$ para a umidade de 100 e 60%, respectivamente.

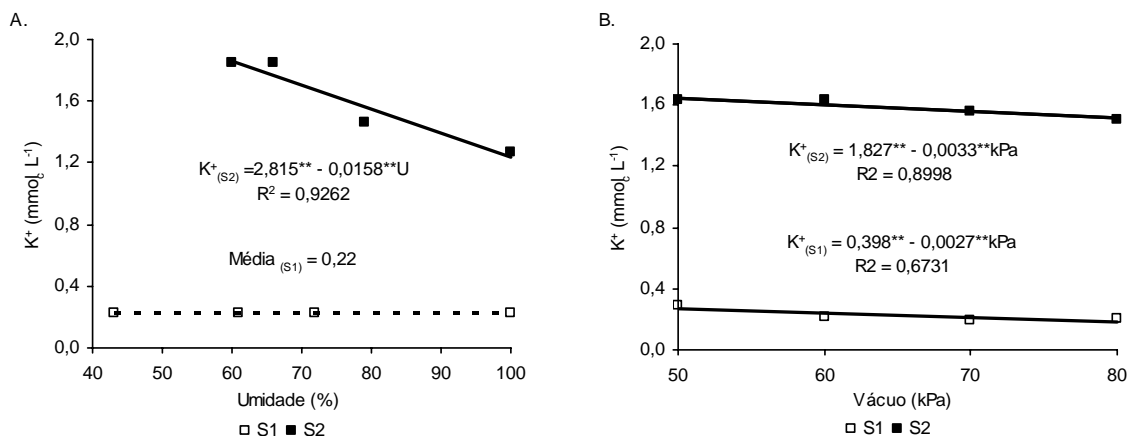


Figura 2. Concentração de potássio [K^+] na solução extraída em solo Franco Arenoso (S_1) e solo Franco Argiloso (S_2) em função de diferentes umidades no solo (A) e intensidades de aplicação de vácuo (B)

Avaliando o fator vácuo (Figura 2B), verifica-se um ajuste linear ($p < 0,01$) e decrescente em função do aumento da intensidade de vácuo para ambos os solos, apresentando uma variação entre níveis extremos do fator vácuo de 0,09 e $0,12 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$ e concentração média extraída de 0,22 e $1,6 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$ nos solos S_1 e S_2 , respectivamente. Resultados semelhantes foram encontrados por GLOAGUEN et al. (2009), verificaram que água gravitacional contida nos macroporos drenáveis tem maior concentração iônica de [K^+] que a água capilar.

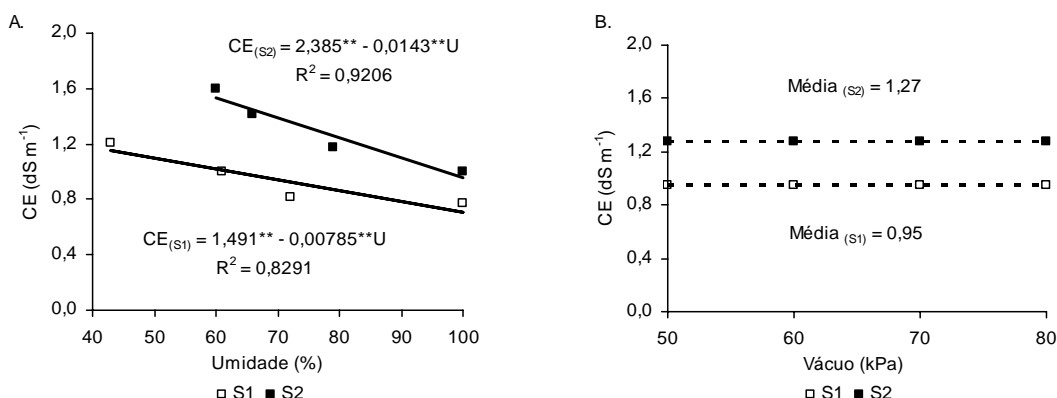


Figura 3. Condutividade elétrica (CE) na solução em solo Franco Arenoso (S_1) e Franco Argiloso (S_2) em função das umidades (A) e intensidades de vácuo (B)

Foram obtidas equações lineares ($p < 0,01$) para CE em ambos os solos, sendo que para o S_2 mesmo com correção de umidades para situação de teor igual ao arenoso, apresentou

resposta superior e com sua curva se distanciando em relação ao S_1 à medida que a umidade decrescia, ou seja, com coeficiente angular superior em aproximadamente 55% (Figura 3A).

A solução aplicada continha 613 mg L^{-1} proporcionando uma condutividade elétrica $0,8 \text{ dS m}^{-1}$, resultando num fator de 767, que se difere do fator proposto por Richards igual a 640, isso se deve a característica eletrolítica (tipos e proporções) dos fertilizantes utilizados.

O fator vácuo não exerceu influência significativa sobre a condutividade elétrica, apresentando médias de $0,95$ e $1,27 \text{ dS m}^{-1}$ para S_1 e S_2 , respectivamente. (Figura 3B).

CONCLUSÕES

A redução da umidade proporcionou um aumento na concentração iônica e na condutividade elétrica. O incremento do vácuo não afetou a concentração iônica para ambos os solos, exceto para potássio, que teve sua concentração reduzida.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro a pesquisa, através do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Engenharia da Irrigação (INCTEI).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLACK, A.S.; WARING, S.A. Adsorption of nitrate, chloride and sulphate by some Highly Weathered soils from South-East Queensland. Australian Journal of Soil Research, Melbourne, v. 17, n. 2, p. 271-282, 1979.

CASARINI, E.; FOLEGATTI, M. V.; SILVA, E. F. F. Produtividade da roseira em função de doses de nitrogênio e potássio aplicadas via fertirrigação em ambiente protegido. Magistra, Cruz das Almas, v. 19, n. 3, p. 250-256, 2007.

FOLONI, J.S.S.; ROSOLEM, C.A.; GARCIA, R.A. Efeito da calagem e sulfato de amônio no algodão. II - concentração de cátions e ânions na solução do solo e absorção de nutrientes pelas plantas. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 433-442, 2006.

GLOAGUEN, T.V.; PEREIRA, F.A.C.; GONÇALVES, R.A.B.; PAZ, V.S. Sistema de extração sequencial da solução na macro e microporosidade do solo. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 13, n. 5, p. 544-550, 2009.

SILVA, T.S.M.; PAZ, V.P.S.; COELHO, E.F.; COELHO FILHO, M.A.; SANTANA, G.S. Condutividade elétrica da solução de solo em função da condutividade elétrica aparente e da umidade do solo sob aplicação de cloreto de potássio com uso da reflectometria do domínio do tempo. Irriga, Botucatu, v. 10, n. 2, p. 174-183, 2005.

YANG, J.E.; SKOGLEY, E.O.; SCHAFF, B.E.; KIM, J.J. A simple spectrophotometric determination of nitrate in water, resin and soil extracts. Soil Science Society of America Journal, Madison, v. 62, p. 1108-1115, 1998.