

DETERMINAÇÃO IÔNICA EM SOLUÇÃO COLETADA SOB VÁCUO EM SOLOS COM DIFERENTES UMIDADES

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

RESUMO - Este trabalho teve como objetivo determinar equações de calibração a fim de serem utilizadas no monitoramento da 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. O incremento do vácuo aplicado não afetou a concentração iônica da solução em ambos os solos, exceto para o cálcio e magnésio que tiveram suas concentrações reduzidas na solução coletada em S₁.

Palavras-chave: concentração iônica, cálcio, magnésio

ION DETERMINATION IN SOLUTION COLLECTED UNDER VACUUM IN SOILS WITH DIFFERENT MOISTURE

SUMMARY: This work aimed to determine 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. The vacuum increment did not affect ionic

¹ Engº Agrº, Pós-graduando em Irrigação e Drenagem, Departamento de Engenharia de Biossistemas, 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 Biossistemas, LEB/ESALQ/USP, Piracicaba - SP.

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

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

concentration in both soils, except for calcium and magnesium, which had it's concentration reduced with the increase in vacuum for soil S₁

keywords: ion concentration, calcium, magnesium

INTRODUÇÃO

Determinar a concentração iônica da solução no solo nos fornece subsídios para estimativa da taxa de perdas e ganhos de nutrientes. Assim o monitoramento da solução constitui-se em um parâmetro indispensável no manejo racional da fertirrigação.

O cálcio é um dos elementos predominantes no complexo de troca do solo, exceto em solos extremamente ácidos, onde cede lugar para o alumínio (MALAVOLTA, 2006). O cálcio, exceto em solos altamente intemperizados e ácidos, apresenta-se na solução do solo em concentrações relativamente elevadas. O cálcio da solução do solo está em equilíbrio dinâmico com o cálcio trocável, ou seja, com o cálcio adsorvido nos colóides orgânicos ou inorgânicos. Se a atividade do cálcio decresce em solução através da absorção pelas plantas ou da lixiviação, há um deslocamento de íons cálcio da fase sólida para a fase líquida.

Por outro lado, se a atividade de cálcio na solução aumenta através da calagem ou adubação, há uma adsorção dos íons pelos colóides.

Nenhuma argila apresenta sítios seletivos de adsorção para cálcio, portanto, os íons de cálcio são igualmente adsorvidos a despeito da mineralogia do solo. Por se tratar de cátion bivalente e com pequeno raio de hidratação, o cálcio é fortemente adsorvido pelos colóides, muito mais fortemente que o magnésio, o potássio, o amônio e o sódio.

O magnésio é adsorvido aos colóides do solo como íon bivalente positivo [Mg^{2+}], com comportamento muito similar ao cálcio. O teor de magnésio trocável que pode ser considerado como médio é de 0,4 a 0,8 cmol_c dm⁻³ de solo (MALAVOLTA, 1976).

Objetivou-se com esta pesquisa, ajustar equações e monitorar a concentração iônica da solução no 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.

Utilizou-se dois tipos de solo coletados na profundidade de 0,30 m, classificados como Latossolo Vermelho Amarelo e Terra Roxa Estruturada, com texturas franco arenosa e franco argilosa, respectivamente, provenientes do campus da ESALQ.

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 preenchidos por meio de quantificação da massa de solo, visando obter uma densidade conhecida e homogênea. 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 ($S_1 = 21,41 \text{ g g}^{-1}$ e $S_2 = 28,27 \text{ g g}^{-1}$) do solo contido no vaso para ambos os solos, sendo que a mesma apresentava 3,15 e 0,97 mmol_c L⁻¹ de $[\text{Ca}^{2+}]$ e $[\text{Mg}^{2+}]$, 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.

A aplicação do vácuo foi realizada utilizando-se bomba à vácuo, e o momento da coleta da solução foi determinado no instante em que o sinal do transdutor permanecia constante, ou seja, no 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 químicos avaliados na solução coletada em S₁ e S₂ dentro dos níveis dos fatores umidade e vácuo, foram influenciados significativamente, exceto as variáveis [Ca²⁺] e [Mg²⁺] dentro do fator umidade no solo S₂. Observa-se ainda, significância (p<0,05) para o [Ca²⁺] dentro do fator umidade no S₂, e para [Ca²⁺] e [Mg²⁺] do fator vácuo no S₁, sendo que não verificou-se interação entre os fatores estudados (Tabela 1).

Tabela 1 - Resumo da análise da variância para concentração de [Ca²⁺], [Mg²⁺] na solução coletada em solo Franco Arenoso e Franco Argiloso via extratores providos de cápsulas porosas submetidos a diferentes intensidades de vácuo e umidades no solo

Fonte de variação	GL	-----Quadrados médios-----			
		----Solo Franco Arenoso----		----Solo Franco Argiloso----	
		Ca ²⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
Umidade (U)	3	6,090**	3,600**	3,778*	2,480**
Vácuo (V)	3	0,580*	0,153*	1,113 ^{ns}	0,226 ^{ns}
U x V	9	0,103 ^{ns}	0,065 ^{ns}	0,197 ^{ns}	0,032 ^{ns}
Resíduo	32	0,134	0,046	1,090*	0,224
CV(%)		9,77	8,65	20,78	20,31
Média geral		3,75	2,47	5,02	2,33

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

Analisando o comportamento do cálcio [Ca²⁺] e do magnésio [Mg²⁺] na solução extraída, verifica-se um ajuste linear (p<0,01) e crescente com a redução dos níveis de umidade nos dois solos, apresentando coeficiente de determinação maior que 0,77 e 0,93 para cálcio e magnésio, respectivamente, e para ambos os solos (Figuras 1A e 1B).

A resposta da concentração de cálcio na solução coletada, apresentou comportamento similar, com coeficientes angular de 0,026 para solo S₁ e 0,027 para o solo S₂, sendo o coeficiente linear da equação para o solo S₂ maior em 29% em comparação ao solo S₁, comprovando o maior teor de cálcio no solo argiloso, tendo em vista que ambos foram submetidos a uma fertirrigação de mesma concentração.

Sabe-se que a textura do solo influencia significativamente a dinâmica do cálcio e do magnésio, apresentando forte correlação com a concentração destes íons (NEU, 2005). Em solos argilosos, esses cátions são retidos pela matriz do solo de forma mais eficiente, enquanto que nos solos arenosos esses íons são liberados com maior facilidade para solução

do solo. MORAES (1991), avaliando o movimento de nutrientes em um Latossolo, verificou que as curvas de movimento do cálcio e do magnésio na solução do solo são semelhantes, apresentando acentuado deslocamento.

Para o magnésio o comportamento do ajuste e coeficiente angular ($p < 0,01$) mostrou-se similar ao cálcio, apresentando valores bem próximos entre os dois solos, sendo que na maior umidade a concentração do magnésio era praticamente igual para os dois solos, de tal forma que permaneceram bem próximas à medida que ocorreu redução da umidade (Figura 1B).

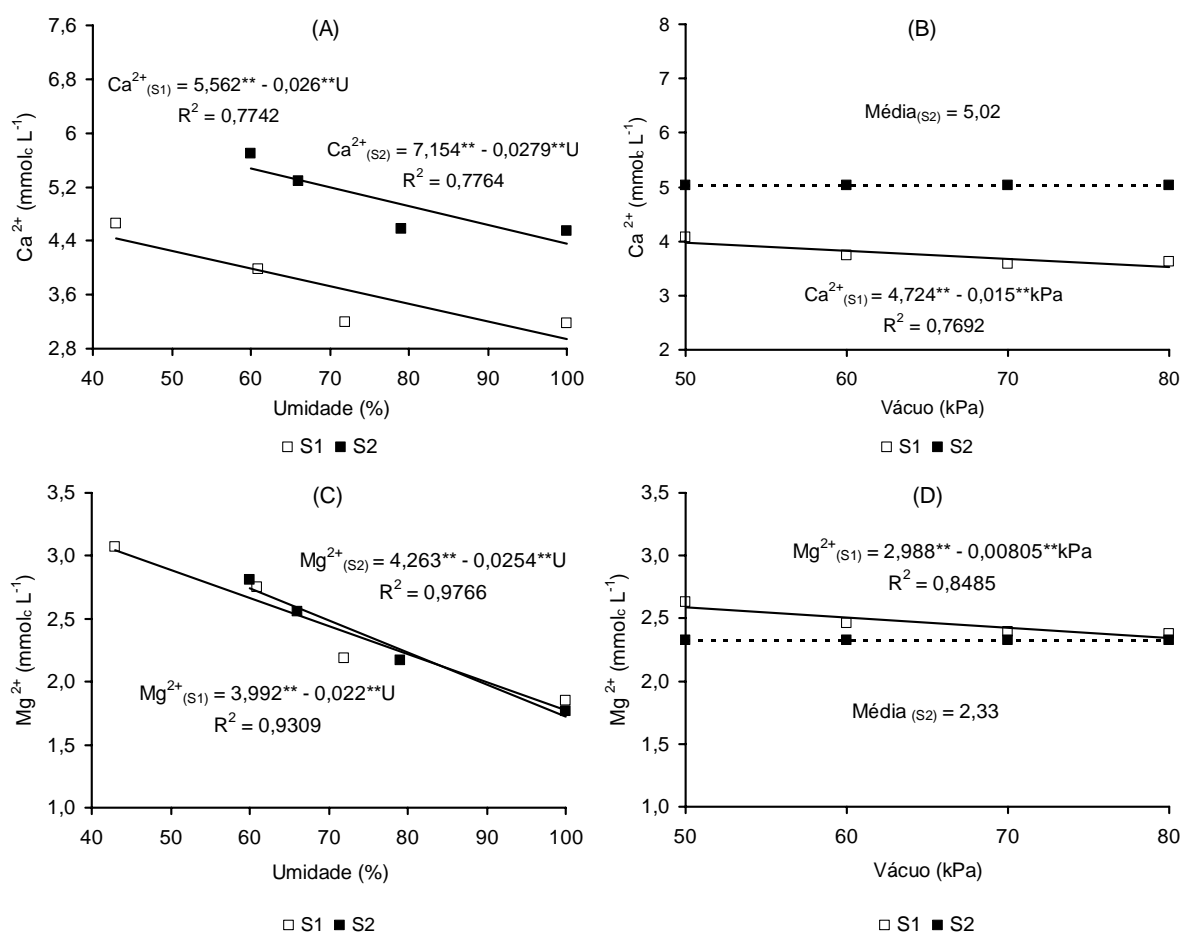


Figura 1 – Concentração de cálcio [Ca^{2+}] e magnésio [Mg^{2+}] na solução extraída em solo Franco Arenoso (S1) e solo Franco Argiloso (S2) em função de diferentes umidades (A e C) no solo e intensidades de aplicação de vácuo (B e D)

Utilizando-se valores médios da concentração obtida em todos os níveis de umidade para os dois íons [Ca^{2+}] e [Mg^{2+}], e em seguida por meio comparativo em relação respectiva de cálcio e magnésio aplicados (3,15 e 0,97 mmolc L⁻¹), constata-se valores superiores em 19 e 59% para cálcio e 154 e 140% para o magnésio, no S₁ e S₂, respectivamente. Logo nota-se que o magnésio tem menos afinidade com os colóides do solo; mesmo em doses inferiores ao cálcio, sua disponibilidade em solução é 8,1 e 2,4 vezes superior ao cálcio, no solo arenoso e

argiloso, respectivamente. (Figuras 1A e 1C). Este efeito é possível, visto que o $[Mg^{2+}]$, com menor energia de ligação, é um íon que se encontra mais dissolvido em solução do que o $[Ca^{2+}]$ (LARCHER, 2000).

Com relação ao fator intensidade de vácuo, para o mesmo foi verificado efeito significativo ($p < 0,01$) para as concentrações de cálcio e magnésio na solução coletada em solo arenoso, justificando sua baixa energia de ligação, e conseqüentemente com aumento da tensão aplicada, sua concentração e disponibilidade mostraram-se reduzidas nos demais níveis do fator umidade, sendo o decréscimo mais acentuado para o cálcio (Figuras 1B e 1D).

Para o solo argiloso (S_2) a concentração do cálcio e do magnésio não foi afetada pela intensidade de vácuo aplicada aos extratores, como respectivas médias de 5,02 e 2,33 mmol $_c$ L $^{-1}$, mostrando que ambos os íons (Figuras 1B e 1D) apresentam maior adsorção e sobre tudo associada aos decréscimos de umidade, assim limitando a extração sob a tensão aplicada no referido solo.

CONCLUSÕES

A redução da umidade proporcionou um aumento na concentração da solução para todos os íons avaliados. O incremento do vácuo aplicado não afetou a concentração iônica da solução em ambos os solos, exceto para o cálcio, o magnésio que tiveram suas concentrações reduzidas na solução coletada em solo Franco Arenoso.

AGRADECIMENTOS

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

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LARCHER, W. Ecofisiologia vegetal. São Carlos: Rima Artes e Textos, 2000. 531 p.

MALAVOLTA, E. Manual de química agrícola: nutrição de plantas e fertilidade do solo. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1976. 528 p.

_____. Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638 p.

MORAES, J.F.V. Movimento de nutrientes em latossolo Vermelho-Escuro. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 26, n. 1, p. 85-97, 1991.

NEU, V. Influencia da cobertura vegetal na ciclagem de nutrientes via solução do solo na região de Manaus – AM. 2005. 93 p. (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 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.