

# Concentração de íons na solução de um Latossolo sob vários sistemas de manejo.

M.I.L. de Oliveira<sup>(1)</sup>, W.J. Goedert<sup>(2)</sup>, L. Vilela<sup>(3)</sup> & T. Becquer<sup>(4)</sup>.

**RESUMO** - O objetivo deste trabalho foi avaliar as concentrações de íons na solução de solo, em parcelas experimentais submetidas aos seguintes sistemas de cultivo: lavoura contínua, pastagem contínua e integração lavoura-pecuária. O experimento foi iniciado em 1991, e as coletas da solução do solo foram realizadas em 2005 e 2006. Para tanto, cápsulas porosas foram instaladas, nas profundidades de 20 e 150 cm e as soluções extraídas em seis datas em cada ano. Foram determinadas, em laboratório, as concentrações dos seguintes íons nas soluções coletadas:  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , e  $\text{Ca}^{2+}$ . Considerando as duas profundidades a movimentação de íons no solo apresentou concentrações em ordem de grandeza:  $\text{NO}_3^- \gg \text{Cl}^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{H}_2\text{PO}_4^-$  para os ânions,  $\text{Ca}^{2+} > \text{K}^+ > \text{Mg}^{2+}$  para os cátions, respectivamente. Em termos comparativos entre os sistemas de cultivo, as concentrações dos íons na solução do solo, nas duas profundidades, apresentaram a seqüência: lavoura contínua > integração lavoura-pecuária > pastagem contínua. As concentrações dos íons na solução do solo, na profundidade de 150 cm, sob pastagem contínua e integração lavoura-pecuária foram sempre baixas, na ordem de: pastagem contínua < integração lavoura-pecuária < lavoura contínua.

**Palavras chave:** solução do solo, lixiviação, sistemas de cultivo.

## Introdução

O monitoramento da dinâmica dos íons é um processo complexo e necessita de informações relativas à sua concentração na solução do solo. A determinação da concentração dos íons na solução do solo é geralmente feita com o uso de técnicas que coletam diretamente a solução do solo [1, 2].

Os sistemas de cultivos interferem sobre a dinâmica dos nutrientes no solo. Os íons que estão na solução do solo, oriundos do próprio solo ou de corretivos e fertilizantes, estão potencialmente disponíveis às plantas. No sistema de preparo convencional (PC), o revolvimento do solo acelera a mineralização, já no sistema plantio direto (PD) o não revolvimento do solo e o acúmulo de palha na superfície propicia o retardamento da mineralização da matéria orgânica [3].

A utilização de pastagem ou plantas de cobertura na entressafra, no sistema plantio direto sob planta de cobertura ou no sistema de integração lavoura-pecuária

permite aproveitar eficientemente os elementos minerais não utilizados pelas culturas anuais [4].

Em períodos de alta intensidade de chuva pode haver uma drenagem do excesso de água, favorecendo a movimentação descendente dos íons. Assim a lixiviação de íons na solução do solo, provenientes da decomposição dos minerais que compõem o solo ou de corretivos e fertilizantes adicionados a eles, deve ser motivo de constante preocupação [5].

O objetivo deste trabalho foi avaliar a composição iônica da solução de solo, nas profundidades de 20 cm e 150 cm, em áreas experimentais submetidas aos seguintes sistemas de cultivo: lavoura contínua, pastagem contínua e integração lavoura-pecuária, visando avaliar riscos potenciais de perdas de nutrientes por lixiviação nos vários sistemas de manejo. Complementarmente, o movimento de íons foi avaliado em solo sob lavoura contínua, com preparo convencional e plantio direto. Considerando sua importância para a nutrição das plantas, o estudo abrangeu os seguintes íons:  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{Ca}^{2+}$ .

## Material e métodos

O experimento foi implantado no ano de 1991, porém, o trabalho foi conduzido durante o ano agrícola de 2004/2005, na área experimental da Embrapa Cerrados, localizada em Planaltina-DF, a 1.200m acima do nível do mar, segundo as coordenadas 15° 35' de latitude Sul e 47° 42' 30' de longitude Oeste. Do ponto de vista climático, segundo a classificação de Köppen, a área está inserida no domínio morfoclimático do Cerrado, com clima tropical estacional (Aw). Apresenta precipitação média anual entre 1.400 mm e 1.600 mm. O solo das parcelas experimentais foi classificado como um Latossolo Vermelho (LV) argiloso.

Para o presente trabalho consideraram-se os seguintes tratamentos: 1) L-SPC-AC - Lavoura contínua com preparo convencional e adubação corretiva gradual; 2) L-SPC-AM - Lavoura contínua com preparo convencional e adubação de manutenção; 3) L-SPD-AC - Lavoura contínua com plantio direto sob vegetação espontânea e adubação corretiva gradual; 4) L-SPD-AM - Lavoura contínua com plantio direto sob vegetação espontânea e adubação de manutenção; 5) P-Pastagem contínua; 6) LP-ILP-AC - Sistema de rotação cultivo pecuária, antes se encontrava em pastagem (Tanzânia) se encontrando atualmente em fase de cultivo, no

<sup>(1)</sup> Primeiro Autor é Mestrando do PPG Agronomia, Universidade Federal de Brasília, Campus Universitário Darcy Ribeiro, Brasília, DF, CEP 70910-900. E-mail: [minesoliveira@yahoo.com.br](mailto:minesoliveira@yahoo.com.br) (apresentador do trabalho)

<sup>(2)</sup> Segundo Autor é Professor Adjunto do Departamento de Agronomia, Universidade Federal de Brasília, Campus Universitário Darcy Ribeiro, Brasília, DF, CEP 70910-900.

<sup>(3)</sup> Terceiro Autor é Pesquisador da Embrapa Cerrados, BR-020 Km 18 Cx. Postal 08223, CEP: 73301-970 Planaltina, DF.

<sup>(4)</sup> Quarto Autor é Pesquisador do Institut de Recherche pour le Développement (rança), UMR 137 BioSol, Universités Paris VI et XII / Embrapa Cerrados, BR 020, Km 18, Caixa Postal 08223, CEP 73310-970, Planaltina, DF.

primeiro ano soja e no segundo ano de cultivo sorgo com plantio direto e adubação corretiva gradual; e, 7) PL-ILP-AC - Sistema de rotação lavoura pecuária se encontrando atualmente em fase de pastagem, com plantio direto e adubação corretiva gradual.

Para a coleta de amostras da solução do solo, foram instaladas no início da estação chuvosa, depois da implantação da cultura anual, 84 cápsulas porosas nas entrelinhas de cultivo, na profundidade de 150 cm, com seis repetições, segundo metodologia descrita por Grossmann e Udluft [2]. Depois de coletadas, foram realizadas análises dos teores do ânion  $\text{NO}_3^-$  e dos cátions  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{Ca}^{2+}$  no laboratório de química de solos da Embrapa Cerrados, onde o  $\text{NO}_3^-$  foi determinado pela metodologia de cromatografia iônica,  $\text{K}^+$  por fotometria de emissão de chama e  $\text{Mg}^{2+}$ , e  $\text{Ca}^{2+}$  foram determinados no Espectrômetro de Emissão Atômica com fonte de plasma (ICP-AES).

## Resultados e discussão

A concentração de nitrato na solução do solo variou de um modo geral em função do sistema de cultivo, da profundidade e da época de coleta (Figura 1).

Na área sob lavoura contínua em preparo convencional, a concentração de  $\text{NO}_3^-$  na solução do solo foi elevada, nas duas profundidades, sendo que na primeira coleta as concentrações alcançaram níveis de  $8.500 \mu\text{M L}^{-1}$  na profundidade de 20 cm e  $600 \mu\text{M L}^{-1}$  na de 150 cm. Contudo, após a terceira coleta as concentrações baixaram até zero e  $200 \mu\text{M L}^{-1}$ , para as profundidades de 20 e 150 cm, respectivamente (Figura 1, A e B).

Na área sob lavoura contínua em plantio direto, as concentrações iniciais são menores, alcançando apenas  $2.700 \mu\text{M L}^{-1}$  a 20 cm e  $200 \mu\text{M L}^{-1}$  a 150 cm. Segundo Bayer & Mielniczuk (1997) [8], a menor concentração de nitrogênio no sistema de semeadura em plantio direto é devido à menor decomposição da matéria orgânica e dos resíduos culturais incorporados ao solo neste sistema. Observa-se também uma rápida diminuição das concentrações após a primeira coleta.

As áreas sob pastagem contínua e rotações lavoura/pastagem apresentaram valores próximos a zero, nas duas profundidades, durante todo o período de avaliação (Figura 1, A e B).

As concentrações dos cátions  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , e  $\text{Ca}^{2+}$  na solução de solo seguem a mesma tendência do nitrato (Figura 2).

A 20 cm de profundidade, observa-se um rápido decréscimo das concentrações de  $\text{K}^+$ , passando de  $1.800$  a  $980 \mu\text{M L}^{-1}$ , nos tratamentos L-PC-AC e L-PC-AM, no início de plantio, a  $65$  e  $56 \mu\text{M L}^{-1}$  no final da estação chuvosa (Figura 2, A). Como para o nitrato, os tratamentos de lavoura com preparo convencional apresentaram concentrações de  $\text{K}^+$  mais elevadas do que os demais tratamentos. O tratamento sob pastagem (P) também teve concentrações muito baixas.

Na profundidade de 150 cm, as concentrações não variaram muito no período de coleta (Figura 2, B). Entre as parcelas também não houve diferença, exceto no tratamento L-PD-AC. A menor concentração foi

encontrada na área sob pastagem contínua (P), seguido dos tratamentos sob integração lavoura-pecuária (LP-ILP-AC e PL-ILP-AC).

As curvas para o íon  $\text{Mg}^{2+}$  na solução são semelhantes às do íon  $\text{K}^+$  e caracterizam um movimento acentuado deste nutriente no solo, apesar de que as concentrações foram menores que aquelas do  $\text{K}^+$  (Figura 2, C e D). A 20 cm de profundidade, observa-se um rápido decréscimo das concentrações, sendo que todos os tratamentos mostraram o mesmo comportamento (Figura 2, C). A 150 cm, embora não tenha ocorrido grande diferença entre os tratamentos, os solos sob lavoura contínua apresentaram maior movimentação em profundidade (Figura 2 D).

As curvas de concentração para o íon  $\text{Ca}^{2+}$  na solução de solo são similares às para potássio e magnésio, em todos os tratamentos, porém houve uma maior movimentação do cátion  $\text{Ca}^{2+}$ . A 20 cm de profundidade, observa-se um rápido decréscimo das concentrações do início de plantio ao final da estação chuvosa (Figura 2 E). Na profundidade de 150 cm, as concentrações não variaram no período de coleta e entre as parcelas também não houve diferença, exceto no tratamento L-PC-AC, sendo que as concentrações foram quatro vezes menores que a 20 cm (Figura 2 F).

A 150 cm, as concentrações de  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{Ca}^{2+}$  nos tratamentos sob lavoura contínua (L-PC-AC e L-PC-AM) são geralmente maiores que aquelas para o tratamento sob rotação lavoura-pastagem e pastagem contínua (P), possivelmente devido às maiores concentrações de nitrato na solução do solo (Figura 1).

As concentrações dos íons cloro, sulfato e fosfato na solução do solo são bastante baixas, quando comparadas com as dos íons  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{Ca}^{2+}$ .

As concentrações do ânion  $\text{Cl}^-$  foram mais elevadas nas primeiras coletas, na profundidade de 20 cm, principalmente no tratamento L-PC. Na profundidade de 150 cm sua concentração não variou muito entre os tratamentos, com concentrações médias de  $200 \mu\text{M L}^{-1}$ , exceto para o tratamento P, onde a concentração média foi de  $70 \mu\text{M L}^{-1}$ . As concentrações mais elevadas de  $\text{Cl}^-$  nas áreas sob lavoura contínua podem estar relacionadas com a adubação com cloreto de potássio e a ausência de aplicação na pastagem contínua na safra 2004/2005.

As concentrações de sulfato também foram muito baixas, com médias de  $20$  e  $3 \mu\text{M L}^{-1}$  nas profundidades de 20 e 150 cm. O íon fosfato manteve suas concentrações baixas ao longo do período de coleta das soluções, em todos os tratamentos, variando de  $1$  a  $7 \mu\text{M L}^{-1}$  na profundidade de 20 cm e 150 cm, respectivamente. Ademais, como o P é determinado pelo ICP, uma parte do P na solução do solo pode se encontrar na forma de P orgânico.

A similaridade das variações nas concentrações dos três cátions avaliados e do ânion nitrato pode ser devido ao equilíbrio entre os íons. A concentração dos elementos na solução do solo é controlada por vários parâmetros físico-químicos do solo tais como: pH, complexação iônica e capacidade de troca catiônica. Os ânions  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$  e  $\text{SO}_4^{2-}$  provenientes da mineralização dos resíduos orgânicos, dos fertilizantes e da chuva são pouco adsorvidos pelos solos e ficam livres na solução do solo [6]. Em virtude da associação iônica na solução

do solo com a neutralização de cargas, os ânions promovem a presença dos cátions básicos ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{K}^+$ ). A movimentação dos ânions  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$  e  $\text{SO}_4^{2-}$  e suas perdas por lixiviação vão carregar o cálcio, magnésio, potássio e outros cátions presentes na solução do solo [7].

### Conclusões

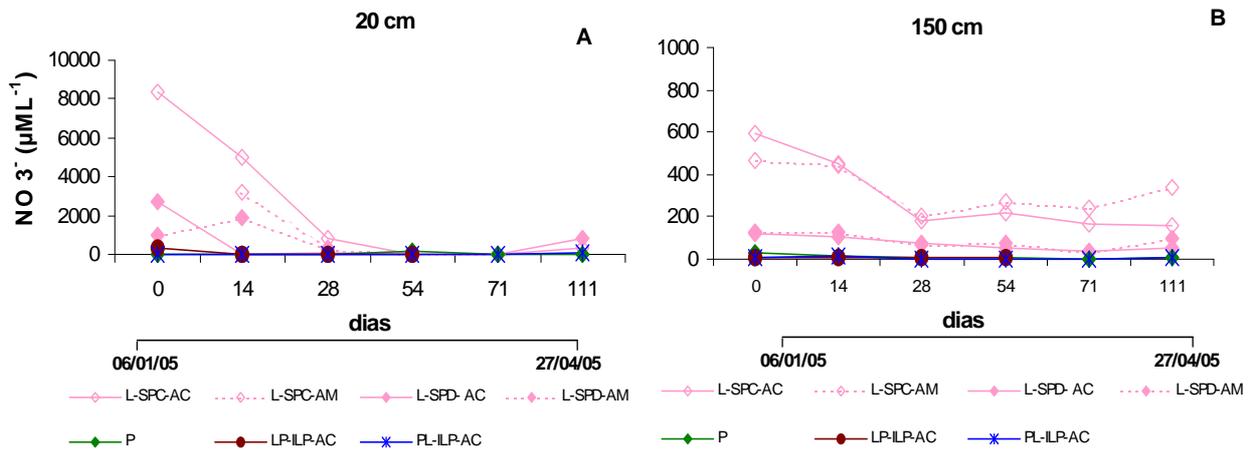
1) a variação do fluxo vertical das concentrações dos íons no perfil do solo apresentou a seguinte ordem de grandeza:  $\text{NO}_3^- > \text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{K}^+$ ;

2) quanto aos sistemas de cultivo, o potencial de perdas por lixiviação variou segundo a seguinte ordem: lavoura contínua sob preparo convencional > lavoura contínua sob plantio direto > integração lavoura-pecuária > pastagem contínua;

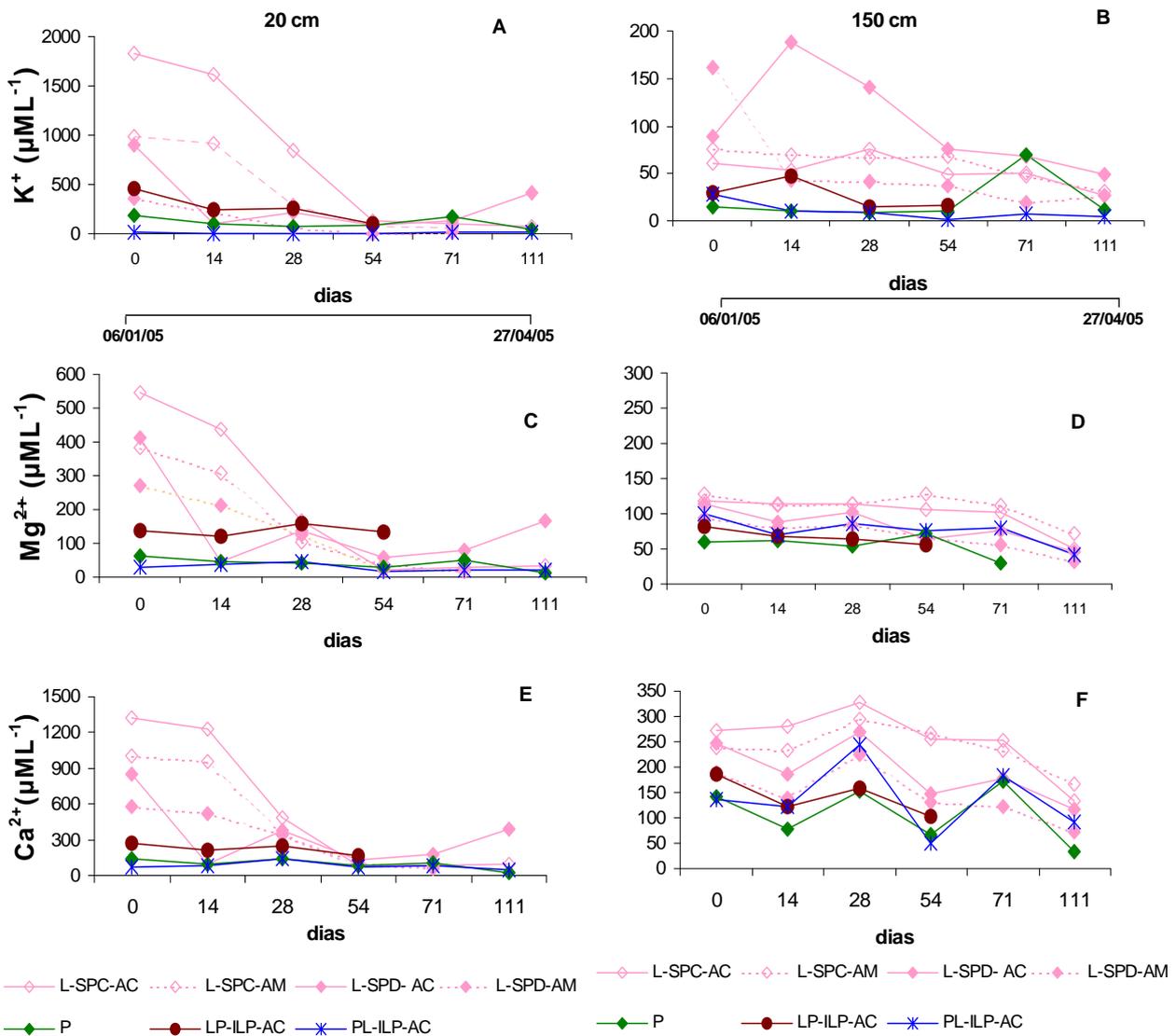
3) as concentrações dos íons em profundidade foram menor para aqueles sistemas sob pastagem e rotação lavoura-pastagem (P, LP-ILP-AC, PL-ILP-AC) minimizando os riscos de perda de nutrientes.

### Referências bibliográficas

- [1] SILVA, R.H.; ROSOLEM, C.A.; WONG, J. Liberação de cálcio e magnésio por cápsulas porosas de porcelana usadas na extração de solução do solo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, 28:605-610, 2004.
- [2] GROSSMAN, J. & UDLUFT, P. The extraction of soil water by the suction-cup method: a review. *Jornal of Soil Science*, 42: 83-93, 1991.
- [3] BAYER, C. MARTIN-NETO, L.. SAAB, S. C. Diminuição da humificação da matéria orgânica de um cambissolo húmico em plantio direto. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, 27: 537-544, 2003.
- [4] ANDERSON, S.; GÜENDEL, S.; POUND, B. & TRIOMPHE, B. 1999. Cover crops in Smallholder Agriculture: lessons from Latin America. London, UK, IT Publications. 112 p.
- [5] SANTOS, A. B.; FAGERIA, N.K.; ZIMMERMANN, F.J.P. Atributos químicos do solo afetado pelo manejo da água e do fertilizante potássico na cultura do arroz irrigado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, 6, 1:12-16, 2002.
- [6] OLIVEIRA, F.H.T.; NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; CANTARUTTI, R.B.; BARROS, N.F. Fertilidade do solo no sistema plantio direto. In: ALVAREZ V., V.H.; SCHAEFER, C.E.G.R.; BARROS, N.F.; MELLO, J.W.V. & COSTA, L.M., eds. Tópicos em ciência do solo. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2: 393-486, 2002.
- [7] MORAES, J. F. V. Movimento de nutrientes em latossolo vermelho-escuro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 35: 95-97, 1991.
- [8] BAYER, C. & MIELNICZUK, J. Nitrogênio total de um solo submetido a diferentes métodos de preparo e sistemas de cultura. *R. Bras. Ci. Solo*, 21:235-239, 1997.



**Figura 1.** Concentrações do ânion nitrato em solução de solo, de amostras coletadas nas profundidades de 20 e 150 cm, em seis datas, durante o ano agrícola de 2004/2005 (A e B), em solos sob sete sistemas de cultivo.



**Figura 2.** Concentrações dos cátions potássio, magnésio e cálcio em solução de solo de amostras coletadas nas profundidades 20 e 150 cm, em seis datas, no ano 2004/2005, em solos sob sete sistemas de cultivo.