

MOVIMENTAÇÃO DE NITRATO E AMÔNIO EM COLUNAS DE SOLO

Nitrate and ammonium movement in soil columns

Alexandre Romeiro de Araújo¹, João Luís Nunes Carvalho²,
Luiz Roberto Guimarães Guilherme³, Nilton Curi³, João José Marques³

RESUMO

No sistema de plantio convencional, a prática anual de revolvimento do solo provoca alterações nas propriedades físicas, como diminuição da porosidade, modificação da estabilidade de agregados e destruição dos canais deixados pelo sistema radicular. No sistema de plantio direto, não há revolvimento do solo. Portanto, a aplicação de calcário, assim como de N, deve ser feita em superfície, em razão da impossibilidade de sua aplicação em profundidade. Objetivou-se com este trabalho estudar a movimentação de NO_3^- e NH_4^+ em colunas de solo indeformado, com e sem aplicação de calcário. Conduzido em casa-de-vegetação, utilizaram-se tubos de PVC com 0,2 m de diâmetro e 0,2 m de comprimento. As amostras de um Latossolo Vermelho Distrófico típico de textura muito argilosa, localizado no campus da UFLA, foram retiradas do horizonte A (0–0,2 m) indeformadas. A irrigação e a análise do lixiviado foram feitas diariamente. No lixiviado, foram medidos o NO_3^- e o NH_4^+ . As análises de nitrato foram feitas por dois métodos diferentes, sendo um pela redução do nitrito na coluna de Cd-Cu e o outro por um eletrodo seletivo; as análises de NH_4^+ foram feitas pelo método do Nessler. O delineamento experimental utilizado foi o delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. Mesmo com doses realistas de adubos nitrogenados (200 kg N ha^{-1}) e em Latossolos muito argilosos, com moderados a altos teores de óxidos de Fe e gibbsita, a lixiviação de NO_3^- é uma realidade.

Termos para indexação: Lixiviação, nitrogênio, colunas de solo.

ABSTRACT

In the conventional tillage, the annual practice of revolving the soil leads to modifications in the soil physical properties as decrease of the porosity, modification of aggregate stability and destruction of the channels left by the root system. In the no-till system, there is no revolving of the soil. Therefore, liming as well as nitrogen fertilization applied must be made on the surface due to impossibility of this application in depth. The objective of this work was to study the movement of NO_3^- and NH_4^+ in undisturbed soil columns, with and without liming application. The present study was carried out in the greenhouse using PVC tubes of 0.2 m of diameter and 0.2 m of length using a very clayey typical dystroferic Red Latosol, located in the UFLA campus. The undisturbed soil samples were taken in the A horizon (0–0.2 m). The irrigation and the analyses of the leached water were made daily. In the leached water, it were measured NO_3^- and NH_4^+ . The NO_3^- analysis were done by two different methods. The first one is based on the NO_3^- reduction to NO_2^- in a Cd-Cu column. The second method used a selective electrode. The NH_4^+ were done by the Nessler method. The experimental design was the complete randomized, with three replications. Even with usual doses of N (200 kg ha^{-1}) amendments in a very clayey Latosols, with moderate to high Fe and Al oxide content, NO_3^- leaching was observed.

Index terms: Leaching, nitrogen, soil columns.

(Recebido para publicação em 26 de maio de 2003 e aprovado em 3 de setembro de 2003)

INTRODUÇÃO

Uma preocupação em âmbito mundial é a contaminação de recursos hídricos com nitrato percolado de solos agrícolas. A grande mobilidade do

íon NO_3^- no solo, aliada à crescente utilização de fertilizantes minerais nitrogenados, gera uma grande preocupação em diversas áreas do planeta, por causa da eutrofização de águas superficiais e da contami-

1. Mestrando em Solos e Nutrição de Plantas do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras/UFLA – Caixa Postal 37 – 37200-000 – Lavras, MG.

2. Bolsista de Iniciação Científica – CNPq.

3. Professor do Departamento de Ciência do Solo da UFLA.

nação de águas subterrâneas, as quais, muitas vezes, são a principal fonte desse recurso natural para grandes populações (MUCHOVEJ e RECHCIGL, 1995).

A poluição das águas e do solo constitui-se num dos mais sérios problemas ecológicos decorrentes da atividade humana da atualidade. Os fertilizantes usados na agricultura contêm grandes concentrações de N e P. Esses elementos são importantes nutrientes para as plantas, inclusive para as plantas aquáticas, especialmente as algas. Em condições de abundância de N e P, as algas crescem excessivamente. A decomposição dessas algas por microrganismos saprófitas consome oxigênio em demasia, podendo prejudicar outras formas de vida aquática, como peixes. A esse fenômeno, dá-se o nome de eutrofização.

Embora inicialmente fosse julgado que as perdas de NO_3^- por lixiviação em solos brasileiros fossem mínimas (Vitousek, 1983; Reis e Barros, 1990), devido à existência de cargas elétricas positivas em profundidade no solo (Dynia, 2000), verifica-se em estudos recentes que mesmo Latossolos podem apresentar lixiviação de nitrato. Oliveira et al. (2001) observaram perdas acima de 100 kg NO_3^- ha⁻¹ ano⁻¹ em solos que receberam lodo de esgoto ou mesmo adubação nitrogenada convencional para a cultura da cana-de-açúcar. Lixiviação de NO_3^- dessa magnitude representa um óbvio problema ambiental. Mesmo em solos eletropositivos e com alto teor de argila, Dynia (2000) observou que o NO_3^- movimentava-se além da zona de exploração radicular da maioria das culturas, alcançando profundidades entre 2 e 6 m e acumulando-se aí. Além disso, a lixiviação de NO_3^- também contribui para aumentar a lixiviação de Ca e Mg (Cahn et al., 1993).

Realizou-se este trabalho com o objetivo de estudar a movimentação de NO_3^- e NH_4^+ em colunas de solo indeformado, com e sem aplicação de calcário.

MATERIAL E MÉTODOS

O solo utilizado no experimento foi o horizonte A de um Latossolo Vermelho distroférrico típico, textura muito argilosa (770 g kg⁻¹), localizado no Campus da UFLA, com 234 g kg⁻¹ de Fe_2O_3 na TFSA, determinado por ataque sulfúrico, e com 308

g kg⁻¹ de gibbsita na TFSA, determinado por análise termo-diferencial.

As colunas utilizadas neste experimento possuíam 0,20 m de diâmetro por 0,20 m de altura. Para que essas colunas fossem retiradas do solo indeformadas, utilizou-se um anel de aço inox, que era acoplado em sua base, de modo a facilitar a penetração das colunas no solo, causando, assim, uma perturbação mínima na estrutura original do solo.

O volume de poros foi calculado pela fórmula:

$$\text{VTP} = \left(1 - \frac{D_s}{D_p} \right) \times 100$$

Em que: VTP é o volume total de poros; D_s , a densidade do solo; e D_p , a densidade de partículas. Os tratamentos utilizados foram os seguintes:

Tratamento 1 - testemunha (T)

Tratamento 2 - calcário superficial com uréia (CSU)

Tratamento 3 - sem calcário com uréia (U).

A dose de calcário utilizada foi de 1,5 t ha⁻¹. Em se tratando de calagem superficial, segundo Lopes (1999), essa dose pode ser dividida por três quando se trata de amostragem de 0 a 0,2 m. Assim, a dose encontrada foi dividida por três, sendo calculada pelo método da saturação por bases (5ª aproximação) para elevá-la a 70%. Assim, a dose aplicada foi 0,5 t ha⁻¹, o que equivale a 1,57 g por coluna que recebeu o calcário. O calcário foi aplicado superficialmente no dia do início do experimento. A dose de uréia utilizada foi de 200 kg N ha⁻¹, o que equivale a 0,674 g por coluna de PVC, parcelados em duas vezes: no início do experimento e 15 dias depois.

A irrigação, com água desmineralizada, neste ensaio foi de aproximadamente 1000 mL a cada dois dias. Durante os 30 dias de duração do experimento, em dias alternados, aplicaram-se 250 mL quatro vezes ao dia, em intervalos de três horas, iniciando-se às 7 horas. A quantidade irrigada ao final do ensaio foi equivalente a ~480 mm de precipitação.

O volume lixiviado era coletado diariamente. Nas amostras de lixiviado, foram feitas, a cada dois dias, análises de NO_3^- , pelos métodos da redução a NO_2^- em coluna de Cu-Cd, e pelo eletrodo seletivo. O NH_4^+ foi determinado pelo método de Nessler (APHA, 1989). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com três repetições.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste trabalho, a lixiviação de NO_3^- e NH_4^+ foi medida nos tratamentos em que foi aplicada uréia, com e sem calcário, e na testemunha. Esses tratamentos foram identificados pela sigla T, CSU e U. Vale ainda lembrar que foram utilizados dois métodos para medir o teor de NO_3^- , sendo um deles pelo método da coluna de Cd-Cu e o outro por eletrodo seletivo.

Na Figura 1, observa-se uma grande variabilidade nos dados de NH_4^+ em relação aos tratamentos em questão, não sendo possível detectar tendências claras. Os tratamentos que receberam uréia apresentaram uma alta lixiviação de NH_4^+ logo no início do experimento. Após isso, houve, contudo, uma menor lixiviação de NH_4^+ no tratamento que recebeu uréia e calcário (CSU). O aumento das cargas negativas do solo, gerado pela calagem, pode ter contribuído para maior retenção de NH_4^+ . Por outro lado, o maior pH gerado pela calagem pode levar a perdas de NH_4^+ por volatilização de NH_3 .

Na Figura 2, observa-se a quantidade de NO_3^- lixiviado no ensaio pelo método da coluna de Cd-Cu, em que se nota que a quantidade de NO_3^- tende a aumentar com o aumento do volume de poros percolados. Nota-se, ainda, que no tratamento que recebeu uréia e calcário (CSU), a lixiviação de NO_3^- foi maior, no decorrer do ensaio, em relação ao tratamento que recebeu apenas uréia, sendo esses tratamentos visivelmente superiores à testemunha. Nota-se na Figura 3, em que também foi analisado o NO_3^- , só que pelo eletrodo seletivo, que essa tendência exibiu resultados semelhantes.

Houve uma tendência, contudo, de o método do eletrodo produzir resultados maiores. Davenport e Jabro (2001) também concluíram que o método do eletrodo superestima o teor de NO_3^- em solos. No presente estudo, NO_3^- foi medido em lixiviados e,

apesar de também ter superestimado as concentrações de NO_3^- , tal superestimação não foi grosseira. No presente experimento, o eletrodo de NO_3^- mostrou-se compensador, pela facilidade de uso, rapidez e baixo custo.

Corroborando com Ernani et al. (2001), a lixiviação máxima de N está de acordo com os encontrados pelos pesquisadores acima citados, isto é, o pulso de NO_3^- ocorreu mais tarde. Isso obviamente pode ter ocorrido devido à forma de como N foi aplicado. Neste trabalho, aplicou-se na forma de uréia, assim como no caso dos pesquisadores acima citados. Houve, portanto, um certo tempo necessário para a reação de oxidação.

Binkley et al. (1999) afirmam que, em condições de campo, a oxidação de NH_4^+ em NO_3^- ocorre num prazo de semanas ou meses. Pelos dados do presente estudo, embora em condições de casa-de-vegetação, observa-se que tal reação pode ocorrer num prazo mais rápido. Pelos resultados, verifica-se que a transformação do N-NH₂ da uréia em NO_3^- ocorreu por volta de uma semana após a aplicação desse fertilizante. Existe, contudo, a possibilidade de que esse NO_3^- tenha vindo não da uréia, mas sim da decomposição da matéria orgânica do solo, estimulada pela aplicação da uréia.

Nos tratamentos em que se utilizou calcário + uréia (CSU), a lixiviação de NO_3^- foi superior à do tratamento que recebeu apenas uréia (U) (Figura 2). Uma explicação concorre para isso: o calcário aumenta a quantidade de cargas negativas no solo, favorecendo a movimentação de ânions. Apesar de a lixiviação de NO_3^- ter sido maior no tratamento (CSU) em ambos os tratamentos, essa lixiviação, por vezes, ultrapassou o limite de 10 mg N L⁻¹, estabelecido pela legislação americana como o nível máximo de NO_3^- permitido para águas destinadas ao consumo humano.

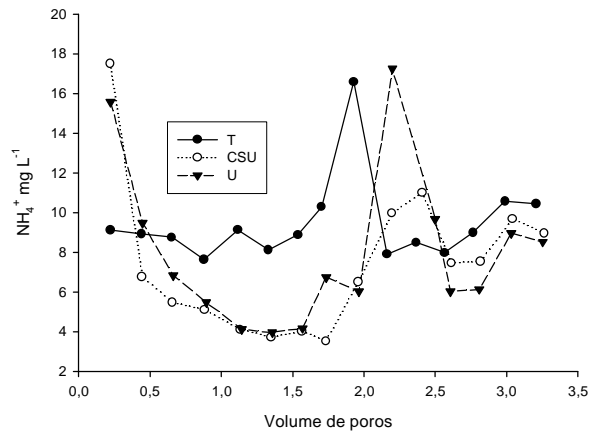


FIGURA 1 – Concentração de NH_4^+ no lixiviado.

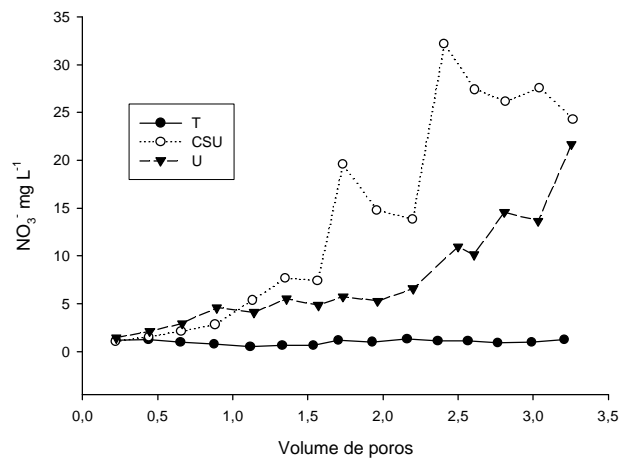


FIGURA 2 – Concentração de NO_3^- do lixiviado pelo método da coluna de Cd-Cu.

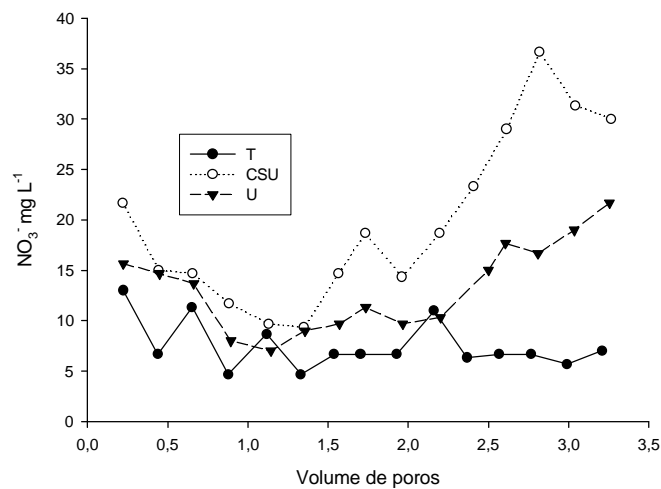


FIGURA 3 – Concentração de NO_3^- do lixiviado pelo método do eletrodo seletivo.

CONCLUSÕES

Mesmo com doses realistas de adubos nitrogenados e em Latossolos muito argilosos, com altos teores de óxidos de Fe e gibbsita, a lixiviação de NO_3^- e NH_4^+ é uma realidade. Isso implica em maiores cuidados no manejo da adubação nitrogenada em razão das enormes implicações econômicas e ambientais envolvidas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 17. ed. Washington, 1989.
- BINKLEY, D.; HEATHER BURNHAN; ALLEN, H. L. Water quality impacts of forest fertilization with nitrogen and phosphorus. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 121, p. 191-213, 1999.
- CAHN, M. D.; BOULDIN, D. R.; CRAVO, M. S.; BOWEN, M. T. Cation and nitrate leaching in an Oxisol of the Brazilian Amazon. **Agronomy Journal**, Madison, v. 85, n. 2, p. 334-340, Mar./Apr. 1993.
- DAVENPORT, J. R.; JABRO, J. D. Assessment of hand held ion selective electrode technology for direct measurement of soil chemical properties. **Communications Soil Science in Plant Analysis**, New York, v. 32, n. 5/6, p. 3077-3085, 2001.
- DYNIA, J. F. Nitrate retention and leaching in variable charge soils of a watershed in São Paulo State, Brazil. **Communications Soil Science in Plant Analysis**, New York, v. 31, n. 5/6, p. 777-791, 2000.
- ERNANI, P. R.; RIBEIRO, M. S.; BAYER, C. Modificações químicas em solos ácidos ocasionadas pelo método de aplicação de corretivos da acidez e de gesso agrícola. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 4, p. 825-831, out./dez. 2001.
- LOPES, A. S. Recomendações de calagem e adubação no sistema de plantio direto. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVARES, V. H. (Orgs.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa: UFV/EPAMIG, 1999. 359 p.
- MUCHOVEJ, R. M. C.; RECHCIGL, J. E. Nitrogen fertilizants. In: RECHCIGL, J. E. (Ed.). **Soil Amendments and environmental quality**. Boca Raton: Lewis, 1995. p. 1-64.
- OLIVEIRA, F. C.; MATTIAZZO, M. E.; MARCIANO, C. R.; MORAES, S. O. Lixiviação de nitrato em um Latossolo Amarelo distrófico tratado com lodo de esgoto e cultivado com cana-de-açúcar. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 1, p. 171-180, jan./mar. 2001.
- REIS, M. G. F.; BARROS, N. F. Ciclagem de nutrientes em plantios de eucalipto. In: BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. **Relação solo-eucalipto**. Viçosa: Folha de Viçosa, 1990. p. 265-301.
- VITOUSEK, P. M. The effects of deforestation on air, soil, and water. In: BOLIN, B.; COOK, R. B. (Eds.). **The major biogeochemical cycles and their interactions**. Chichester: Wiley, 1983. p. 223-245.