

## **Acúmulo de nitrogênio no solo com a aplicação superficial de ureia e ureia revestida<sup>1</sup>**

Lucilene Gomes Sales<sup>2</sup>, Alisson Vanin<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Artigo apresentado à Faculdade de Engenharia Ambiental como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Ambiental, Faculdade de Engenharia Ambiental, Universidade de Rio Verde, 2012.

<sup>2</sup>Aluna de Graduação, Faculdade de Engenharia Ambiental, Universidade de Rio Verde, 2012. Email:[lucilenegomessales@gmail.com](mailto:lucilenegomessales@gmail.com)

<sup>3</sup>Orientador, Professor da Faculdade de Engenharia Ambiental, Universidade de Rio Verde, 2012. E-mail: [alissonvanin@hotmail.com](mailto:alissonvanin@hotmail.com)

**Resumo:** O aumento da produção mundial de alimentos vem exigindo maior eficiência na utilização dos fertilizantes nitrogenados, principalmente da ureia, fonte concentrada de nitrogênio (N). Porém, sua eficiência vem sendo questionada devido às perdas por volatilização de amônia. Neste contexto, foi desenvolvida uma tecnologia de revestimento da ureia, com o intuito de minimizar essas perdas por e acumular mais N no solo. O objetivo deste trabalho foi mensurar o acúmulo de N no solo proveniente da aplicação superficial de ureia e ureia revestida em diferentes doses. O experimento foi realizado em casa de vegetação, na Fesurv – Universidade de Rio Verde, em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial, com cinco repetições e cinco tratamentos. Os tratamentos consistiram de quatro doses de ureia (25, 50, 75 e 100 kg ha<sup>-1</sup> de N) e um controle, sem adubação nitrogenada. Os tratamentos consistiram de quatro doses de ureia (25, 50, 75 e 100 kg ha<sup>-1</sup> de N) e um controle, sem adubação nitrogenada. A aplicação da ureia foi realizada aos 40 dias após a implantação do experimento. Aos 65 dias após a implantação ocorreu a coleta das amostras de solo. Posteriormente, o material foi levado para o laboratório de solos para realização das análises da concentração de amônio e nitrato no solo. Os dados foram analisados no programa estatístico Sisvar. O aumento das doses de ureia e ureia revestida não influenciou o acúmulo de amônio e nitrato. A utilização de ureia ou ureia revestida deve ser avaliada, pois o acúmulo de N no solo não sofreu influencia destas fontes, apesar do maior custo da ureia revestida.

**Palavras-chave:** amônio, concentração, nitrato.

### **Nitrogen accumulation in the soil by surface application of urea and coated urea**

**Abstract:** The increase in world food production has required more efficient use of nitrogen fertilizers, mainly of urea, concentrated source of N. However, its effectiveness has been questioned due to losses by ammonia volatilization. In this context, it was developed a coating technology of urea, in order to minimize losses by ammonia volatilization. The objective of this study was to measure nitrogen accumulation in soil from surface application of urea and coated urea at different doses. The experiment was conducted in greenhouse, at University of Rio Verde, in a completely randomized design, in factorial scheme, with five replications and five treatments. The treatments consisted of four doses of urea (25, 50, 75 and 100 kg ha<sup>-1</sup> of N) and a control without fertilization. The application of urea was performed at 40 days after beginning the experiment. At 65 days after beginning the experiment, the soil samples were taken. Subsequently, the material was taken to the soil laboratory to perform soil analysis of ammonium and nitrate concentration. Data were analyzed with the statistical program Sisvar. Increasing doses of urea and coated urea did not affect ammonium and nitrate

accumulation. The use of coated urea or urea should be evaluated, because the accumulation of N in the soil did not suffer influences of these sources, despite the higher cost of coated urea.

**Key words:** ammonium, concentration, nitrate.

## INTRODUÇÃO

O nitrogênio compõe aproximadamente 78% da atmosfera (nitrogênio livre). (Braga et al., 2002), é incolor, inodoro e principalmente inerte em condições ambientais, o que garante que o oxigênio ( $O_2$ ) disperso na atmosfera não incendeie a vegetação do planeta. Sua fórmula química é  $N_2$ , ou seja, uma molécula de nitrogênio é formada por dois átomos de nitrogênio, no solo encontra-se principalmente em estruturas orgânicas, (entorno de 98%), e na forma iônica ( $NH_4^+$ ,  $NO_2^-$  e  $NO_3^-$ ) entorno de 2%. (Quagliano, 1985, Hatton et al., 1990).

O nitrato ( $NO_3^-$ ) e o amônio  $NH_4^+$  ocorrem naturalmente em solos e águas, como produtos da mineralização do material orgânico (plantas e animais). Em suas diferentes formas, o nitrogênio tem sido considerado um dos principais poluentes químicos das águas superficiais e subterrâneas. Entretanto, grandes concentrações desses íons podem ocorrer quando há lançamento de material orgânico ou da aplicação excessiva de fertilizantes nitrogenados no solo, como a ureia, pode causar riscos à saúde da população (Sanchez, 1976; MuchovejeRechcigl., 1994; Matos et al., 2004).

A ureia é um sólido cristalino de fórmula  $CO(NH_2)_2$  produzido tecnicamente a partir da amônia e do dióxido de carbono. Contém em média, 45% de nitrogênio, e possui a propriedade de se dissolver facilmente em água, formando na presença de urease, amônia gasosa ( $NH_3$ ) e nitrato ( $NO_3^-$ ) (Sarmiento et al., 1999).

A urease é enzima produzida por microrganismos de solo, como bactérias, actinomicetos e fungos do solo ou, ainda, originada de restos vegetais. Por meio de reações químicas a urease quebra a molécula da ureia em gás carbônico, água e  $NH_3$ , causando perdas de N para a atmosfera. Segundo Kieling e Furigo Junior (2002) a urease possui especificidade exclusiva, pois atua somente sobre determinado composto, nesse caso, a uréia, mas em nenhum de seus derivados. Em função das características da urease, fatores que influenciam a atividade dos microrganismos também influenciam a hidrólise da ureia, promovendo grandes variações na taxa de hidrólise para diferentes solos (Santos; Vale; Santos, 1991; Reynold e Wolf, 1987).

As principais vantagens da ureia são a maior concentração de N, menor preço e menor poder acidificante do solo, comparada às outras fontes. A principal desvantagem da ureia é a possibilidade de altas perdas de N por volatilização de  $\text{NH}_3$ , lixiviação ou desnitrificação, prejuízos ambientais através da lixiviação de nitrato e da contaminação de recursos hídricos, volatilização de  $\text{NO}_2$  e aumento do efeito estufa. (Koelliker e Kissel, 1988).

A perda de nitrogênio (N) pela volatilização de amônia ( $\text{NH}_3$ ) para a atmosfera ocorre com alta frequência, quando o adubo é aplicado na superfície do solo, sem incorporação, e é um dos principais fatores responsáveis pela baixa eficiência da ureia aplicada. A quantidade de N perdido por volatilização, após a aplicação de ureia sobre a superfície do solo, pode atingir valores extremos, próximos a 78% do N aplicado, variando de acordo com a umidade, temperatura, pH, complexo de troca e teor de matéria orgânica, dentre outros fatores (Malavolta, 1981; Lara-Cabezas et al., 1997, Cantarella et al., 1999; Martha Junior et al., 2004).

A incorporação da ureia praticamente elimina a volatilização de amônia (Rodrigues e Kiehl, 1986; Silva et al., 1995; Lara Cabezas et al., 2000) pois aumenta o contato entre o fertilizante e o solo, favorecendo a adsorção de  $\text{NH}_4^+$  às cargas negativas. Além disto, a amônia pode ser transformada em amônio, que não é volátil. A incorporação da ureia diminui em até 90% as perdas de  $\text{NH}_3$ , em relação à aplicação superficial (Silva et al., 1995).

A ureia pode apresentar-se revestida por polímeros (encapsulada), sendo fonte concentrada de nitrogênio de liberação lenta (Neto e Teixeira, 2008). O uso de revestimentos com vários materiais também podem reduzir a taxa de liberação de N da uréia e do sulfato de amônio. Os fertilizantes solúveis revestidos são produtos com N na forma tradicional, porém revestidos, o que propicia uma barreira física contra a exposição do nutriente. No caso do recobrimento com polímeros, a liberação dá-se através da difusão pela camada de cobertura, determinada pela característica química do polímero, da espessura, do processo de cobertura e da temperatura do ambiente. Os polímeros propiciam condições de controle e podem ser produzidos para sincronizar a liberação do N de acordo com as necessidades nutricionais das plantas ao longo do ciclo de cultivo. (Blaylock, 2007).

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi mensurar o acúmulo de N no solo proveniente da aplicação superficial de uréia e uréia revestida em diferentes doses.

## MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido em casa de vegetação na (Fesurv)-Universidade de Rio Verde, em Rio Verde-GO de abril a agosto de 2011. Foram utilizados vasos de 10 L, contendo 8,5 kg de subsolo classificado como Latossolo Vermelho distroférrico (Embrapa, 2006). As características químicas e físicas do solo foram: Ca: 0,27; Mg: 0,08; K: 0,02; Al: 0,01; H+Al: 2,2; Soma de bases: 0,37; CTC: 2,61, em  $\text{cmolc dm}^{-3}$ ; P: 0,18  $\text{mg dm}^{-3}$ ; matéria orgânica: 4,10  $\text{g kg}^{-1}$ ; pH ( $\text{CaCl}_2$ ): 4,65; areia, silte e argila: 160; 130; e 710  $\text{g kg}^{-1}$  em %, respectivamente.

Para corrigir a baixa fertilidade do solo e suprir as necessidades da cultura do milho durante a condução do ensaio, foi efetuada a aplicação de calcário dolomítico tipo filler dois meses antes da semeadura para elevar a saturação de bases a 50%. Também foram empregados o equivalente à 30  $\text{kg ha}^{-1}$  de N, 380  $\text{kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  e 50  $\text{kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ , na forma de uréia, superfosfato triplo e cloreto de potássio, respectivamente, incorporados ao solo antes da semeadura. No estágio fenológico (V4) junto com as doses de N, foi aplicado 60  $\text{kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$  em cobertura, utilizando como fonte o cloreto de potássio

Antes da semeadura, a umidade do solo foi elevada a 60% da capacidade de campo e foi mantida durante a condução do ensaio. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial, com cinco doses 0, 25, 50, 75 e 100  $\text{kg ha}^{-1}$  de N, na forma de ureia e ureia revestida com polímerose cinco repetições.

As adubações foram aplicadas a lanço em cobertura nas parcelas no dia 14 de julho de 2011. A coleta das amostras de solo foi efetuada no estágio fenológico (V4), após a implantação do experimento.

As amostras foram encaminhadas para o laboratório de solos da Fesurv para determinação dos teores de amônio e nitrato pelo método de destilação de arraste de vapores semi-micro Kjeldahl (Silva et al., 2009).

Os dados foram submetidos a análise de variância utilizando-se o programa estatístico Sisvar (Ferreira, 2000).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise dos resultados, verificou-se que não houve diferença significativa para as doses de ureia e ureia revestida aplicadas no solo para o acúmulo de amônio e nitrato no solo. (Tabela 1).

Tabela 1. Acúmulo de amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) e nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) no solo com aplicação superficial de diferentes doses de uréia e uréia revestida.

Doses --- kg ha <sup>-1</sup> de N ---	Ureia		Ureia revestida	
	( $\text{NH}_4^+$ ) --- mg kg <sup>-1</sup> ---	( $\text{NO}_3^-$ ) --- mg kg <sup>-1</sup> ---	( $\text{NH}_4^+$ ) --- mg kg <sup>-1</sup> ---	( $\text{NO}_3^-$ ) --- mg kg <sup>-1</sup> ---
0	5,89	2,05	5,89	2,05
25	9,88	2,78	8,91	3,09
50	10,87	3,38	9,17	2,81
75	14,76	3,18	7,73	3,40
100	11,31	3,66	16,52	6,51
Médias	10,54	3,01	9,64	3,57
C.V.(%)	65,55	78,56	65,55	78,56

Também não houve interação significativa entre as fontes de ureia utilizadas e as doses. O acúmulo de amônio no solo variou entre 5,89 e 16,52 mg kg<sup>-1</sup>, já o acúmulo de nitrato oscilou entre 2,05 e 6,51 mg kg<sup>-1</sup>. Apesar da variação ocorrida, não houve erro experimental significativa entre as doses aplicadas, nem tampouco entre as fontes de ureia utilizadas. Entretanto, em valores numéricos, pode-se observar que as maiores doses de ureia ocasionaram maior acúmulo de amônio e nitrato. O coeficiente de variação variou de 65,55 a 78,56%, pode ser considerado alto. Contudo, justificar-se estes valores, devido à complexidade das reações que envolvem o nitrogênio no solo. O acúmulo de amônio e nitrato encontrado no presente trabalho, pode ter ocorrido devido a manutenção da umidade no solo, pois foram aplicadas pequenas quantidades de água diariamente, o que ocasiona maior infiltração do nitrogênio no solo e consequentemente, diminuição da volatilização.

O acúmulo de amônio no solo variou entre 14 e 39%, para o nitrato a variação foi de 6 a 14% do total de N aplicado, avaliados aos 25 dias após a aplicação de 30 kg ha<sup>-1</sup>, aplicados no plantio e as doses aplicadas em cobertura, aos 40 dias após a implantação. Resultados semelhantes foram obtidos com a aplicação de 60 kg de N ha<sup>-1</sup>, na formade uréia, em um Latossolo Vermelho escuro, onde 23% do N permaneceu no solo na

camada de 0 a 0,9m (Coelho et al., 1991). Por outro lado, em Neossolo Quartzarênico, utilizando-se 80 kg ha<sup>-1</sup> de ureia na superfície do solo, observou-se acúmulo de amônio de 1,10% e 2,25% de nitrato, demonstrando a menor capacidade de acúmulo de N por solos arenosos (Cardoso Neto et al., 2006).

A utilização de ureia ou ureia revestida deve ser avaliada com cuidado, pois neste trabalho, o acúmulo de N no solo não sofreu influência das fontes, apesar do maior custo da ureia revestida. Contudo, sua liberação de N é lenta, sendo então associada à absorção das plantas, o que diminui a quantidade de amônio e nitrato livres no solo, para perdas por lixiviação ou transformação em amônia, com conseqüente volatilização e possíveis danos ambientais.

## CONCLUSÕES

1. O aumento das doses de ureia e ureia revestida não influenciou significativamente o acúmulo de amônio e nitrato.

2. A utilização de ureia ou ureia revestida deve ser avaliada, pois o acúmulo de N no solo não sofreu influência das fontes, apesar do maior custo da ureia revestida.

## REFERENCIAS

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G. L.; BARROS, M. T. L.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. **Introdução a Engenharia Ambiental**. 1ª ed. Prentice Hall, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2002. 305 p..

BLAYLOCK, A. **Novos Fertilizantes Nitrogenados: O Futuro dos Fertilizantes Nitrogenados de Liberação Controlada**. Informações Agronômicas, Piracicaba, n. 120, p. 8-10, dez. 2007.

CANTARELLA, H.; ROSSETTO, R.; BARBOSA, W. ; PENNA, M.J; RESENDE, L.C.L. . Perdas de N por volatilização da amônia e resposta da cana-de-açúcar à adubação nitrogenada em sistema de colheita de cana sem queima prévia. CONGRESSO NACIONAL DA STAB. Londrina: STAB, 1999. p. 82-87.

CARDOSO NETO, F.; GUERRA, H. O. C.; CHAVES, L. H. G. **Nitrogênio residual em solo adubado com diferentes fontes e intervalos de aplicação de nitrogênio**. Caatinga (Mossoró, Brasil), v.19, n.2, p.161-168, 2006.

COELHO, A.M.; FRANCA, G.E.; BAHIA, A.F.C.; GUEDES, G.A.A. Balanço de nitrogênio (15N) em um Latossolo Vermelho-escuro, sob vegetação de cerrado cultivado com milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.15. n.2, p.187-193, 1991.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de solos. **Sistema de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

FERREIRA, D. F. **Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0**. In:45<sup>a</sup> Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade internacional de Biometria. UFSCar, São Carlos, SP, Julho de 2000. p.255-258.

HATTON D., PILARSKI J., PICKERING W.F. (1990). **Modified procedure for the determination of exchangeable ammonium ions in lake sediments**. Chemical Speciation and Bioavailability, v.2,n.4, p.139-147.

KIELING, D.D.; FURIGO JUNIOR, A. **Enzimas: aspectos gerais**. Florianópolis: UFSC, 2002. 13 p.

KOELLIKER, J.K. E KISSEL, D.E. **Chemical equilibria affecting ammonia volatilization**. In: BOCK, B.R. E KISSEL, D.E., eds. **Ammonia volatilization from urea fertilizers**. Alabama, National Fertilizer Development Center, 1988. p.37-52.

LARA CABEZAS, W. A. R.; KORNDÖRFER, G. H.; MOTTA, A. S. Volatilização de N-NH<sub>3</sub> na cultura de milho: II. Avaliação de fontes sólidas e fluidas em sistema de plantio direto e convencional. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 21, p. 489-496, 1997.

LARA CABEZAS, W.A.R.; TRIVELIN, P C O; KORNDORFER, G H; PEREIRA, S.. Balanço da adubação nitrogenada sólida e fluída de cobertura na cultura de milho, em sistema de plantio direto no triangulo mineiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, p.363-476, 2000.

MARTHA JUNIOR, G. B.; CORSI, M.; TRIVELIN, P. C. O.; ALVES, M. C. **Nitrogen recovery and loss in a fertilized elephant grass pasture**. Grass and Forage Science, Exeter, v. 59, p. 80-90, 2004.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: Adubos e adubação**. 3. ed. São Paulo: Ceres, 1981. 607 p.

MATOS, A. T.; LEMOS A. F.; BARROS, F. M. Mobilidade de nitrato em solos de rampas de tratamento de águas residuárias por escoamento superficial. **Engenharia na Agricultura**, v. 12, n. 1, p. 57-65, 2004.

MUCHOVEJ, R.M.C. E RECHICGL, J.E. **Impact of nitrogen fertilization of pastures and turfgrasses on water quality**. In: LAL, R. E STEWART, B.A. (ed.). *Soil Processes and water quality*, Boca Raton: Lewis Publishers. 1994. p. 91-135.

NETO, C.N. E TEIXEIRA, J. **Análise Química, Biológica e Toxicológica de Uréia de Liberação Lenta**. Disponível em: <http://www.uesb.br/ppz/defesas/2011/doutorado/joao-gançalves.pdf>> Acesso em 16/11/2012.

QUAGLIANO, J.V. e VALLARINO, L.M. Química. 3ª ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Dois, 1985.

REYNOLDS, C. M., WOLF, D. C. Effects of soil moisture and air relative humidity on ammonia volatilization from surfaces-applied urea. **Soil Science**, v. 143, n. 2, p. 144-152, 1987.

RODRIGUES, M. B.; KIEHL, J.C. Volatilização de amônia após o emprego de uréia em diferentes doses e modos de aplicação. **Revista Brasileira de ciência do Solo**, v.10, n.1, p.37-43, 1995.

SANTOS, A. R.; VALE, F. R.; SANTOS, J. A. G. Avaliação de parâmetros cinéticos da hidrólise da uréia em solos do sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Campinas, v. 15, p. 309-313, 1991.

SARMENTO, P.; GARCIA, R.; PIRES, A.J.V. et al. Tratamento do bagaço de cana-de-açúcar com uréia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.6, p.1203-1208, 1999.

SANCHEZ, P.A. **Properties and management of soils in the tropics**. New York: Wiley-Interscience. 1976. 618 p.

SILVA, A. J. da et al. Perdas de amônia por volatilização proveniente da uréia aplicada a solos dos trópicos úmidos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.19, p.141-144, 1995.

SILVA, F.C. (Editor técnico) **Manual de análise química de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2009. 627p.