

Volatilização de amônia em fertilizantes nitrogenados com tecnologia e eficiência aumentada

Ammonia volatilization in nitrogen fertilizers with technology and increased efficiency

LINCOLN GUSTAVO CAIXETA

Discente do curso de Agronomia (UNIPAM)
E-mail: lincolngc@unipam.edu.br

VANESSA JÚNIA MACHADO

Docente do curso de Agronomia (UNIPAM)
E-mail: vanessajm@unipam.edu.br

CARLOS HENRIQUE EITERER DE SOUZA

Docente do curso de Agronomia (UNIPAM)
E-mail: carloshenrique@unipam.edu.br

MATEUS GONÇALVES DE BORBA

Engenheiro Agrônomo
E-mail: borbak9@gmail.com

Resumo: O nitrogênio é um elemento essencial para as plantas, e sua principal fonte é a ureia. Diferentes trabalhos vêm apresentando que ocorrem diferentes perdas desse fertilizante devido à falta de qualidade ou às formas de aplicação indevidas. Portanto, o presente trabalho teve como objetivo quantificar e comparar as perdas de amônia por volatilização em diferentes polímeros com tecnologia empregada. O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Solo (CEFERT), localizado no Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), localizado no município de Patos de Minas (MG). O delineamento utilizado foi o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com sete tratamentos e quatro repetições. As análises foram feitas por Destilador de Nitrogênio. Constatou-se que o NBPT 4 teve menor perda do fertilizante em relação aos demais fertilizantes nos dias 4 a 12 depois da aplicação do fertilizante, tendo uma redução de volatilização de 37,58% de amônia volatilizada no 8º dia. Concluiu-se que a utilização de fertilizantes com tecnologia empregada pode reduzir a volatilização de amônia.

Palavras-chave: eficiência; quantificar; análise.

Abstract: Nitrogen is an essential element for plants, and its main source is urea. Different studies have shown that there are different losses of this fertilizer due to lack of quality or improper application methods. Therefore, this study aimed to quantify and compare ammonia losses by volatilization in different polymers with employed technology. The experiment was carried out at the Soil Analysis Laboratory (CEFERT), located at the University Center of Patos de Minas (UNIPAM), in the city of Patos de Minas (MG). The experimental design used was a completely randomized design, with seven treatments and four replications. The analyzes were performed

using a Nitrogen Distiller. It was found that NBPT 4 had lower loss compared to the other fertilizers on days 4 to 12 after fertilizer application, with a reduction of 37.58% of volatilized ammonia on the 8th day. It was concluded that the use of fertilizers with employed technology can reduce ammonia volatilization.

Keywords: efficiency; quantify; analysis.

1 INTRODUÇÃO

A fonte primária de nitrogênio (N) para o solo é a atmosfera, pois cerca de 78% do gás atmosférico é formado por esse elemento. No entanto, para as plantas cultivadas, não fixadoras de nitrogênio, a sua principal fonte de N é o solo. Nele, em torno de 95% estão na forma orgânica e somente 5% na forma mineral, a qual é diretamente disponibilizada para as plantas (AMADO, 1997).

O N é considerado elemento essencial para as plantas, pois está presente na composição das principais biomoléculas, como ATP, NADH, NADPH, clorofila, proteínas e inúmeras enzimas (MIFLIN; LEA, 1976; HARPER, 1994). As formas de N disponíveis para as plantas são amônia (NH_3) e nitrato (NO_3), as quais representam menos de 2% do N total da solução do solo, considerando-se que grande parte desse elemento do solo se faz presente na forma orgânica (STEVENSON *et al.*, 1986).

Os principais fertilizantes nitrogenados produzidos no mundo são fundidos a partir do N_2 atmosférico, produzindo o NH_3 . O fertilizante nitrogenado mais utilizado no mundo é a ureia, que é produzida através da reação entre a amônia e o CO_2 (CANTARELLA, 2007). Das vantagens no uso da ureia em relação às outras fontes nitrogenadas, destaca-se principalmente a alta concentração de N (44 a 46%), resultando consequentemente em um menor custo no transporte e na aplicação (KIEHL, 1989).

Esse fertilizante apresenta, no entanto, limitações relacionadas às perdas de N, que podem comprometer a sua capacidade. A principal forma de perda de N ocorre pela hidrólise da ureia, resultando na formação de amônia e sua eventual volatilização (OLIVEIRA, 2014). Essas perdas ocorrem pelo motivo de a ureia ser hidrolisada rapidamente (aproximadamente três dias) por meio da ação da enzima urease, que é produzida por microrganismos do solo e por restos de vegetais e animais (REYNOLDS; WOLF, 1987).

O acréscimo de água tem influência direta sobre a hidrólise e promove o aumento da difusão da ureia e, como resultado, maior contato com a urease no solo (SAVANT *et al.*, 1987). A ureia aplicada é rapidamente hidrolisada, e a taxa de hidrólise depende da temperatura do solo, umidade, quantidade e forma pela qual a ureia é aplicada (BYRNES, 2000). A quantidade de N volatilizada posterior à aplicação superficial de ureia no solo é inconstante e depende de diversos fatores, incluindo condições climáticas e atributos relacionados com o solo (SANGOI *et al.*, 2003).

Nos últimos anos, novas tecnologias têm sido desenvolvidas com o intuito de reduzir as perdas de amônia por volatilização. A principal delas é o uso de ureia correlacionada com inibidores da urease (principalmente NBPT) e a incorporação e/ou revestimento da ureia com micronutrientes (STAFANATO *et al.*, 2013).

De acordo com Cantarella e Marcelino (2007), outra forma de evitar perdas de N é através da utilização de fertilizantes de liberação lenta ou controlada. Estes são formados por dois grupos principais: os compostos de condensação da ureia e ureia formaldeído, portanto, liberação lenta de N; produtos encapsulados, recobertos ou de liberação controlada.

Na literatura, é descrito que as principais vantagens dos fertilizantes revestidos por polímeros seria a distribuição regular de nutrientes para as plantas, menor divisão de aplicações, eliminação da salinização promovida pelos fertilizantes convencionais, redução da poluição causada pelo NO_3^- , redução de gastos para o produtor rural e maior praticidade no manuseio.

O presente trabalho teve como objetivo quantificar e comparar as perdas de amônia por volatilização a partir da aplicação de ureia com aditivos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 INSTALAÇÃO

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Solo (CEFERT), localizado no Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), Patos de Minas (MG), na região do Alto Paranaíba, com as seguintes coordenadas geográficas: Latitude 18° 34' Sul, Longitude 46° 31' 6" Oeste e altitude de 842m.

O solo utilizado no experimento foi classificado como latossolo vermelho eutrófico argiloso. Foi coletada uma camada de 0-20 cm de profundidade na Escola Agrotécnica Afonso Queiroz, apresentando 565,2 g kg^{-1} de argila, 185,3 g kg^{-1} de silte e 249,5 g kg^{-1} de areia. Antes da instalação do experimento, foi realizada análise do solo para caracterização química, seguindo metodologia referida pela Embrapa (2009). A análise foi realizada no mesmo local da condução do experimento (Tabela 1).

Tabela 1: Caracterização do solo do experimento de volatilização de amônia em fertilizantes nitrogenados com tecnologia e eficiência aumentada, Patos de Minas (MG)

pH	H+Al	Al	Ca	Mg	K	P	P-rem	CTC	V	MO
	mmolc dm^{-3}				mg dm^{-3}		mg L^{-1}	mmolc dm^{-3}	%	g dm^{-3}
5,62	29,0	0,00	25,0	29,0	176,4	18,41	9,36	87,5	66,86	1,53

Extratores: pH em água, K e P-assimilável por Mehlich1, P-remanescente por solução equilíbrio ($\text{CaCl}_2 + \text{KH}_2\text{PO}_4$), teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} e Al^{3+} trocáveis extraídos por KCl; acidez potencial por Acetato de Cálcio; matéria orgânica total (MOS) por titulometria.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos inteiramente casualizados (DBC) em parcelas subdivididas. Como tratamentos, foram utilizados 6 fertilizantes (parcela): ureia convencional; ureia NBPT Coxilha; ureia NBPT Adfer; ureia NBPT Piratini; ureia Super N Pro; controle sem aplicação de N. Foram utilizados 8 tempos de coleta de NH_3 (subparcela): 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28 e 32 dias depois da aplicação.

Como câmara de volatilização, foram utilizados potes de plástico com 14 cm de diâmetro e 14 cm de altura, com volume máximo de 1800 mL. Na instalação do experimento, foram adicionados 800 g de solo e 200 mL de água para acionar a atividade

biológica no solo. No interior dos potes, foram fixados frascos de 5 cm de diâmetro e 5 cm de altura, com um volume de 80 mL, contendo 10 mL de solução de H₂SO₄ 1 mol L⁻¹, colocados sobre o solo.

Os fertilizantes nitrogenados foram aplicados na superfície do solo com dose equivalente a 100 kg ha⁻¹ de N. A amônia volatilizada é captada pelo H₂SO₄ e posteriormente submetida à análise no laboratório, sendo o ácido trocado após cada coleta.

Após a coleta dos frascos, as soluções foram transferidas para tubos de ensaio para posterior destilação em destilador de N tipo Kjeldahl, com hidróxido de sódio 40% e com ácido bórico, e sua titulação foi feita com auxílio de uma bureta de 25 mL com ácido sulfúrico 0,01 mol L⁻¹ (EMBRAPA, 2009).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e, quando significativas, foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando o software Sisvar (FERREIRA, 2010).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os maiores valores de volatilização foram nos dias 4 e 8 depois da aplicação. O fertilizante CONV apresentou os maiores picos de NH₃ volatilizados, por ser um fertilizante sem tecnologia empregada e pela rápida hidrólise da ureia após o contato com o solo úmido.

Cantarella *et al.* (2008) afirmaram que o pico de perda de NH₃ se concentra na primeira semana depois da aplicação do fertilizante sobre a superfície do solo. Alves *et al.* (2011) também relataram pico de volatilização para ureia no sexto dia, com as perdas mais expressivas entre o quarto e o décimo dia.

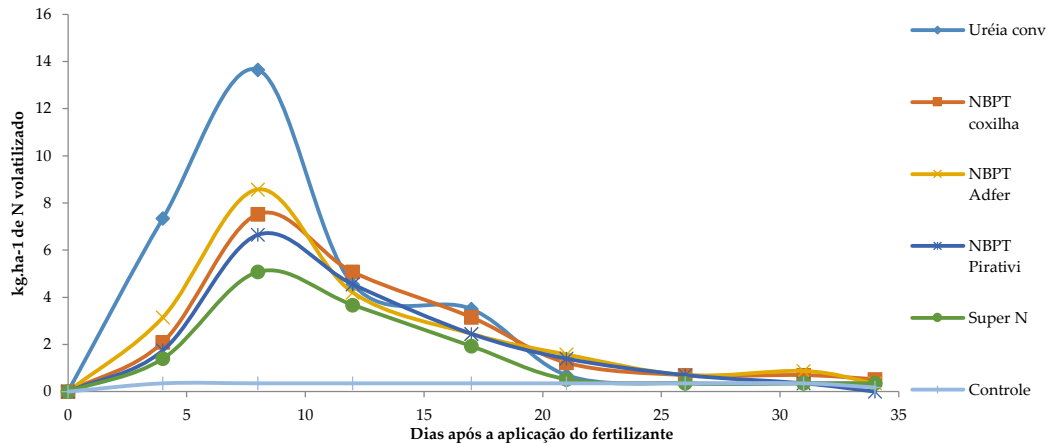
Tabela 2: Valores obtidos de volatilização de nitrogênio na forma de NH₃ em kg.ha⁻¹ de N-NH₃, Patos de Minas (MG)

Tratamento	Dias após aplicação do fertilizante								N-NH ₃ Total
	4	8	12	17	21	26	31	34	
	kg.ha ⁻¹ de N-NH ₃								
1	7,4 Cd	13,7 Df	4,6 Bcd	3,5 Bd	0,7 Aab	0,4 Aa	0,4 Aa	0,4 Aa	30,80
2	2,1 Bbc	7,5 Dd	5,1 Cd	3,2 Bcd	1,2 Aab	0,7 Aa	0,7 Aa	0,5 Aa	20,48
3	3,2 Cc	8,6 Ee	4,2 Dcd	2,5 Cbc	1,6 Bb	0,7 ABa	0,9 ABa	0,4 Aa	21,53
4	1,8 BCb	6,7 Ec	4,6 Dd	2,5 Cbc	1,4 ABab	0,7 ABa	0,4 Aa	0,0 Aa	17,85
5	1,4 Bb	5,1 Db	3,7 Cb	1,9 Bb	0,5 Aa	0,4 Aa	0,4 Aa	0,4 Aa	13,30
6	0,4 Aa	0,4 Aa	0,4 Aa	0,4 Aa	0,4 Aa	0,4 Aa	0,4 Aa	0,4 Aa	2,45

* Letras maiúsculas iguais nas linhas e letras minúsculas iguais nas colunas não se diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

VOLATILIZAÇÃO DE AMÔNIA EM FERTILIZANTES NITROGENADOS COM TECNOLOGIA E EFICIÊNCIA AUMENTADA

Gráfico 1: kg.ha⁻¹ de nitrogênio volatilizado depois da aplicação do fertilizante



O fertilizante com tecnologia empregada Super N retardou a perda em relação ao fertilizante convencional no 4º e 8º dia depois da aplicação da ureia. No 4º dia, a diferença foi de 18,68% e no 8º dia de 37,58% em relação ao fertilizante convencional, sem tecnologia empregada. As perdas depois desse período se mantiveram homogêneas, mas ainda assim se observa que os fertilizantes NBPT tiveram diferença até o 17º dia (Tabela 2, Gráfico 1).

Diversos estudos têm relatado a eficácia do NBPT adicionado à ureia em reduzir e retardar as perdas por volatilização de amônia (ZAMAN *et al.*, 2009; DAWAR *et al.*, 2011; SANZ-COBENA *et al.*, 2011). Em ambiente controlado, observou-se retardamento e redução das perdas por volatilização, variando de sete a nove dias depois da aplicação da ureia com tecnologia (SOARES *et al.*, 2012).

A redução da hidrólise da ureia em virtude da adição de NBPT mantém o fertilizante na forma amídica por mais tempo, devido à redução da atividade da enzima urease. Assim, o inibidor evita a alta concentração da forma amoniacal, e o pH elevado na zona de aplicação do fertilizante, diminuindo a volatilização de NH₃ (ZAMAN *et al.*, 2009; DAWAR *et al.*, 2011; GROHS *et al.*, 2011; STAFANATO *et al.*, 2013).

4 CONCLUSÃO

Concluiu-se que, nas condições dispostas para este experimento, o fertilizante Super N apresentou as menores perdas de amônia em relação aos outros fertilizantes, com pico de volatilização de NH₃ inferior entre os dias 4 e 12 após a aplicação da ureia.

REFERÊNCIAS

ALVES, A.C. *et al.* New methods to quantify NH₃ volatilization from fertilized surface soil with urea. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, n. 1, p. 133-140, jan. 2011.

AMADO, T. J. C. **Disponibilidade de nitrogênio para o milho em sistemas de cultura e preparo do solo**. 1997. 218 f. Tese (Doutorado em Agronomia), Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C. M. **Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas**. 2000. 8 f. Monografia (Especialização em Agronomia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

BYRNES, B. H. Liquid fertilizers and nitrogen solutions. *In*: INTERNATIONAL FERTILIZER DEVELOPMENT CENTER. **Fertilizer manual**. Alabama: Kluwer Academic, 2000.

CANTARELLA, H. *et al.* Ammonia volatilisation from urease inhibitor-treated urea applied to sugarcane trash blankets. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 65, n. 4, p. 397-401, 2008.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. *In*: NOVAIS, R. F. *et al.* (Eds.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS, 2007. p. 375-470.

CANTARELLA, H.; MARCELINO, R. Uso de inibidor da urease para aumentar a eficiência da ureia. *In*: INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE. **Informações agrônômicas**, n. 117. Piracicaba, SP: IPNI, 2007.

DAWAR, K. *et al.* Urea hydrolysis and lateral and vertical movement in the soil: effects of urease inhibitor and irrigation. **Biology and Fertility of Soils**, [S. l.], v. 47, p. 139-46, 2011.

EMBRAPA. **Manual de análises químicas dos solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. rev. ampl. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 2009. 627 p.

FACRE, W. R. Três formas de fertilizantes nitrogenados e o futuro. **Informações Agrônômicas**, [S. l.], v. 120, p. 5-6, 2007.

FERREIRA, D. F. **SISVAR**: Sistema de análise de variância. Lavras: UFLA, 2010.

GROHS, M. *et al.* Resposta do arroz irrigado ao uso de inibidor de urease em plantio convencional. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 2, p. 336-345, mar. 2011.

HARPER, J. E. Nitrogen metabolism. *In*: BOOTE, K. J., BENNETT, J. M., SINCLAIR, T. R. **Physiology and determination of crop yield**. Madison: ASA/CSSA/SSSA. Cap. 11A, p. 285-302. 1994.

KIEHL, J. C. Distribuição e retenção da amônia no solo após a aplicação de ureia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 13, p. 75-80, 1989.

LARA-CABEZAS, W. A. R. *et al.* Balanço da adubação nitrogenada sólida e fluida de cobertura na cultura de milho, em sistema de plantio direto no Triângulo Mineiro.

Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 24, p. 363-476, 2000.

MIFLIN, B. J.; LEA, P. J. The pathway of nitrogen assimilation in plants. **Phytochemistry**, Nova Iorque, v. 15, n. 6, p. 873-885, 1976.

OLIVEIRA, J. A. **Volatilização de amônia proveniente de ureia compactada com enxofre e bentonita, em ambiente controlado**. 2014. 7 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2014.

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

ROCHETTE, P. *et al.* Reducing ammonia volatilization in a no-till soil by incorporating urea and pig slurry in shallow bands. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 84, p. 71-80, 2009.

SANGOI, L. *et al.* Volatilização de N-NH₃ em decorrência da forma de aplicação de ureia, manejo de resíduos e tipo de solo, em laboratório. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 4, p. 687-692, jul. 2003.

SANZ-COBENA, A. *et al.* An inhibitor of urease activity effectively reduces ammonia emissions from soil treated with urea under Mediterranean conditions. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, [S. l.], v. 126, n. 3-4, p. 243-249, 2008.

SANZ-COBENA, A. *et al.* Effect of water addition and the urease inhibitor NBPT on the abatement of ammonia emission from surface applied urea. **Atmospheric Environment**, [S. l.], v. 45, n. 8, p. 1517-1524, 2011.

SAVANT, N. K.; JAMES, A. F.; McCLEAN, G. H. Effect of amounts and sequence of additions of urea and water on hydrolysis of surface-applied granular urea in unsaturated soils. **Fertilizer Research**, [S. l.], v. 11, p. 231-234, 1987.

SOARES, J. R. *et al.* Ammonia volatilization losses from surface-applied urea with urease and nitrification inhibitors. **Soil Biology and Biochemistry**, [S. l.], v. 52, p. 82-89. 2012.

STAFANATO, J. B. *et al.* Volatilização de amônia oriunda de ureia pastilhada com micronutrientes em ambiente controlado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 37, n. 3, p. 726-732, maio 2013.

STEVENSON, F. J. **Cycles of soil: carbon, nitrogen, phosphorus, sulfur, micronutrients**. New York: Wiley-Hoboken. 1986. 380 p.

VOLK, M. G. Volatile loss of ammonia following surface application of urea to turf of bare soils. **Agronomy Journal**, Madison, v. 51, n. 12, p. 746-749, 1959.

ZAMAN, M. *et al.* Effect of urease and nitrification inhibitors on N transformation, gaseous emissions of ammonia and nitrous oxide, pasture yield and N uptake in grazed pasture system. **Soil Biology and Biochemistry**, [S. l.], v. 41, n. 6, p. 1270-1280, 2009.