

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

Professora orientadora - UNIPAM

E-mail: vanessajm@unipam.edu.br

Resumo: O nitrogênio é um elemento essencial para as plantas, e sua principal fonte é a ureia. Em muitos estudos, é dito 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), 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 após a 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. Fertilizantes. Tecnologia.

Abstract: Nitrogen is an essential element for plants, and its principal source is urea. Most studies said that many losses of this fertilizer occur due to a lack of quality or improper application forms. Therefore, the present work aimed to quantify and compare ammonia losses by volatilization in different polymers with the technology employed. The experiment was conducted in the Laboratory of Soil Analysis (CEFERT), located in the University Center of Patos de Minas (UNIPAM), Patos de Minas (MG). An entirely randomized design (DIC) was used, with seven treatments and four repetitions. The analyses were performed by Nitrogen Distillers. It was found that the NBPT 4 - on days 4 to 12 after the fertilizer application - had a fertilizer lower loss than the other fertilizers and - on the 8th day - a volatilization reduction of 37.58% of ammonia. It was concluded that the use of fertilizers with technology are able to reduce ammonia volatilization.

Keywords: Efficiency. Fertilizers. Technology.

1 INTRODUÇÃO

A fonte primária de Nitrogênio (N) para o solo é a atmosfera, pois cerca de 78% do gás atmosférico são formados 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 Nitrogênio 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 Nitrogênio disponíveis para as plantas são amônia (NH_3) e nitrato (NO_3), as quais representam menos de 2% do Nitrogênio 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 *et al.*, 2007b).

Em meio às vantagens do 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). As perdas ocorrem porque a ureia é 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 ao solo é inconstante e depende de diversos fatores, incluindo condições climáticas e atributos relacionados com o solo (SANGOI *et al.*, 2003; SANZ-COBENA *et al.*, 2008).

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 correlacionado a inibidores da urease (principalmente NBPT) e a incorporação e/ou revestimento da ureia com micronutrientes (STAFANATO *et al.*, 2013).

De acordo com Cantarella (2007a) outra forma de evitar perdas de nitrogênio 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 formaldeídos, portanto, liberação lenta de N; produtos encapsulados, recobertos ou de liberação controlada.

Os polímeros são fertilizantes sintéticos, isso consiste em promover a proteção dos fertilizantes minerais através de seu recobrimento, sendo que estes podem diferir pela natureza química do material envolvente ou espessura do revestimento aplicado (FRANCO *et al.*, 2019).

Franco *et al.* (2019) descrevem que as principais vantagens dos fertilizantes polimerizados é a distribuição regular de nutrientes para as plantas, a menor divisão de aplicações, a eliminação da salinização promovida pelos fertilizantes convencionais, a redução da poluição causada pelo NO_3^- , a redução de gastos para o produtor rural e a maior praticidade no manuseio.

O presente trabalho teve como objetivo quantificar e comparar as perdas de amônia por volatilização em diferentes polímeros com tecnologia empregada.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 INSTALAÇÃO

O experimento foi conduzido no Laboratório de análise de solo (CEFERT) do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), em 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 clima da região é descrito como tropical com estação seca de acordo com a Kopper.

O solo disposto no experimento foi coletado da camada de 0-20 cm de profundidade na Escola Agrotécnica Afonso Queiroz. Foi coletada uma amostra desse solo para caracterização química, seguindo metodologia referida pela Embrapa (2009). A análise foi realizada no mesmo local da condução do experimento. O delineamento experimental utilizado foi de blocos inteiramente casualizados (DIC), sendo sete tratamentos, com quatro repetições (Tabela 1).

Tabela 1: Descrição dos tratamentos com polímeros

| Tratamento | Fonte | Polímeros |
|------------|----------|-----------|
| T1 | Ureia | CONV 1 |
| T2 | Ureia | NBPT 1 |
| T3 | Ureia | CONV 2 |
| T4 | Ureia | NBPT 2 |
| T5 | Ureia | NBPT 3 |
| T6 | Ureia | NBPT 4 |
| T7 | Controle | - |

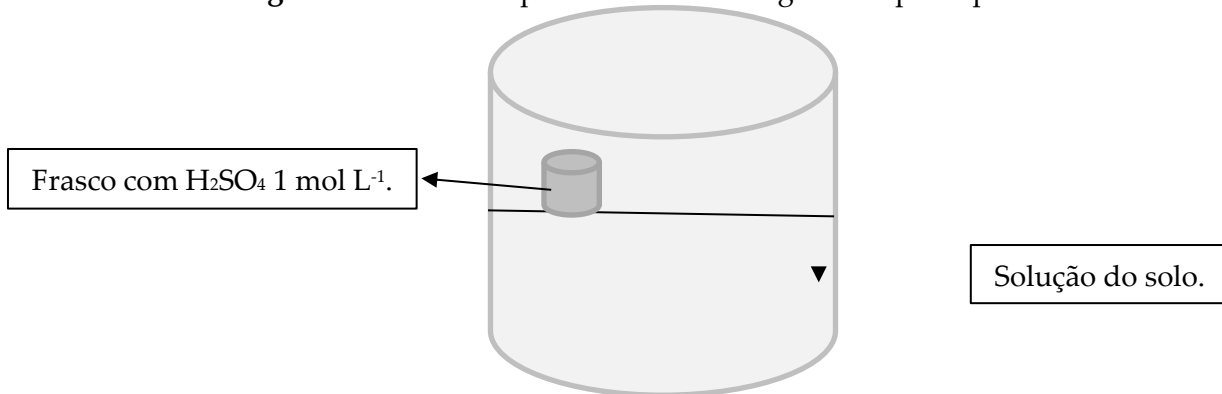
Fonte: dados da pesquisa, 2021.

Utilizou-se de potes de plástico com 14 cm de diâmetro e 14 cm de altura, com um volume máximo de 1800 mL. Nestes, foram adicionados 800 gramas de solo e 200 mL de água para acionar a atividade biológica no solo. No interior dos potes, foram fixados pequenos frascos de 5 cm de diâmetro e 5 cm de altura, com um volume de 80 mL, contendo 10 mL de solução de H_2SO_4 1 mol L^{-1} , colocados sobre o solo. A amônia

volatilizada é captada pelo H_2SO_4 e posteriormente submetida à análise no laboratório, sendo o ácido trocado após cada coleta.

Após a coleta dos potes, a solução coletada foi adicionada ao tubo de ensaio para posterior destilação feita em Destilador de Nitrogênio 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 $0,01 \text{ mol L}^{-1}$ (EMBRAPA, 2009).

Figura 1: Desenho esquemático da montagem dos potes plásticos



Fonte: elaborada pelos autores, 2021.

Os fertilizantes nitrogenados foram aplicados na superfície do solo com uma dose equivalente a 100 kg ha^{-1} de Nitrogênio, e as coletas das amostras foram realizadas no 4º, 8º, 12º, 17º, 21º, 26º, 31º e 34º dia após a aplicação.

Os resultados 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

De acordo com a Tabela 2, houve interação entre a fonte de nitrogênio aplicada e o tempo de coleta da amônia volatilizada. A fonte de ureia e o tempo de coleta podem incrementar as perdas.

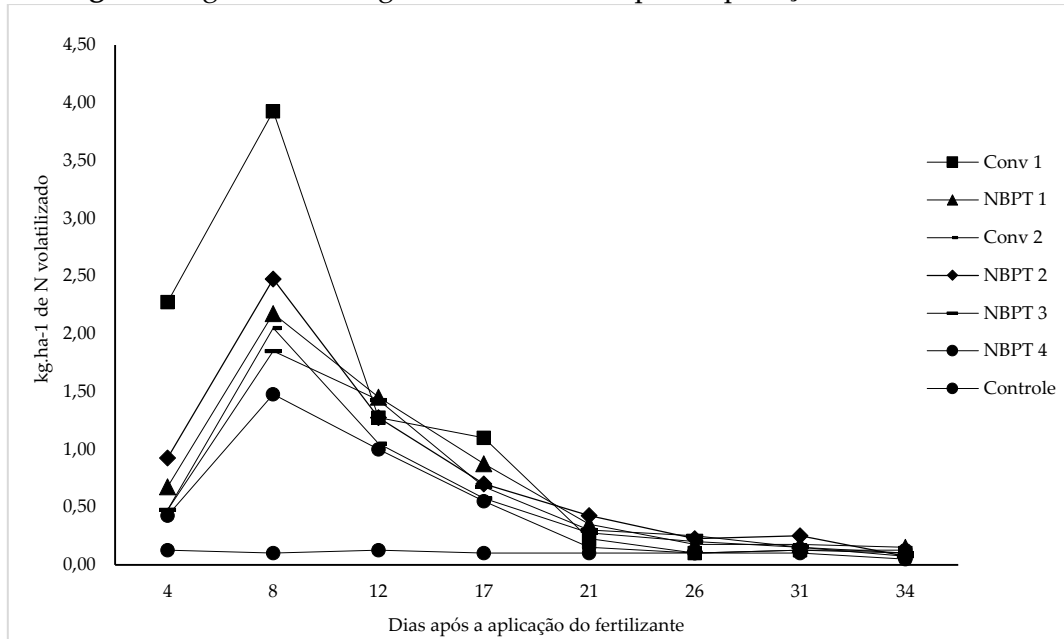
Tabela 2: Valores obtidos de volatilização de nitrogênio em $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$

| Tratamento | Dias após aplicação do fertilizante | | | | | | | |
|------------|-------------------------------------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|---------|
| | 4 | 8 | 12 | 17 | 21 | 26 | 31 | 34 |
| 1 | 2,275Cd | 3,925Df | 1,275Bcd | 1,100Bd | 0,225Aab | 0,100Aa | 0,125Aa | 0,100Aa |
| 2 | 0,675Bbc | 2,175Dd | 1,450Cd | 0,875Bcd | 0,350Aab | 0,175Aa | 0,175Aa | 0,150Aa |
| 3 | 0,475Bb | 2,050Ecd | 1,050Dbc | 0,575Cb | 0,275ABab | 0,200Aa | 0,150Aa | 0,100Aa |
| 4 | 0,925Cc | 2,475Ee | 1,275Dcd | 0,700Cbc | 0,425Bb | 0,225ABa | 0,250ABa | 0,075Aa |
| 5 | 0,475BCb | 1,580Ec | 1,425Dd | 0,675Cbc | 0,300ABab | 0,250ABa | 0,150Aa | 0,075Aa |
| 6 | 0,425Bb | 1,475Db | 1,000Cb | 0,550Bb | 0,150Aa | 0,100Aa | 0,125Aa | 0,125Aa |
| 7 | 0,125Aa | 0,100Aa | 0,125Aa | 0,100Aa | 0,100Aa | 0,100Aa | 0,100Aa | 0,050Aa |

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

Fonte: dados da pesquisa, 2021.

Figura 2: kg.ha⁻¹ de nitrogênio volatilizado após a aplicação do fertilizante



Fonte: dados da pesquisa, 2021.

Os maiores valores de volatilização foram nos dias 4 e 8 após a aplicação, na qual o fertilizante CONV 1 apresentou os maiores picos de NH₃ volatilizados, por ser um fertilizante sem tecnologia empregada e a rápida hidrólise da ureia após o contato com o solo úmido.

O fertilizante com tecnologia empregada NBPT 4 retardou a perda em relação ao fertilizante convencional no 4º e 8º dia após a aplicação da ureia. No 4º dia, a diferença foi de 18,68% e, no 8º dia, de 37,58% em relação ao fertilizante CONV 1, sem tecnologia empregada. As perdas após esse período se mantiveram homogêneas, mas ainda assim se observou que os fertilizantes NBPT tiveram diferença estatística até o 17º dia.

Diversos estudos têm relatado a eficácia do NBPT adicionado à ureia para 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, observa-se retardamento e redução das perdas por volatilização, variando de sete a nove dias após a aplicação da ureia com tecnologia (SOARES *et al.*, 2012).

Cantarella (2008) afirma que o pico de perda de NH₃ se concentra na primeira semana após a 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.

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 NBPT 4 apresentou diferença e obteve menores perdas de amônia em relação aos outros fertilizantes, tendo seu pico de volatilização de NH₃ inferior entre os dias 4 e 12 após a aplicação da ureia. Portanto, os fertilizantes com tecnologia empregada foram mais eficientes em relação à ureia convencional.

REFERÊNCIAS

- ALVES, A. C. *et al.* New methods to quantify NH₃ volatilization from fertilized surface soil with urea. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 133-140, 2011.
- AMADO, T. J. C. **Disponibilidade de nitrogênio para o milho em sistemas de cultura e preparo do solo**. 1997. 218 f. Tese (Doutorado) - Curso 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) - Curso de 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, p. 20-44, 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, p. 375-470, 2007a.
- CANTARELLA, H. Uso de inibidor da urease para aumentar a eficiência da ureia. In: **Informações Agronômicas**, n. 117. IPNI - International Plant Nutrition Institute, Piracicaba, SP, 2007b.
- 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**, v. 47, p. 139-46, 2011.
- EMBRAPA. **Manual de análises químicas dos solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed rev. e ampl. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009.
- FACRE, W. R. Três formas de fertilizantes nitrogenados e o futuro. **Inf. Agron.**, v. 120, p. 5-6, 2007.

FERREIRA, D. F. **SISVAR - Sistema de análise de variância**. Lavras (MG): UFLA, 2010.

FRANCO, M. H. R. *et al.* **Fertilizantes especiais: tecnologia para altas produtividades**. **Campo & Negócios Online**, 2019. Disponível em:
<https://revistacampoenegocios.com.br/fertilizantes-especiais-tecnologia-para-altas-produtividades/>.

GARCIA, G.; CARDOSO, A. A. **A importância da deposição atmosférica seca como fonte de nitrogênio e fósforo para ecossistemas lacustres**. 2015. 17 f. Tese (Doutorado) – Curso de Química, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2015.

GROHS, M. *et al.* Resposta do arroz irrigado ao uso de inibidor de urease em plantio convencional. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, p. 336-45, 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. **R. Bras. Ci. Solo**, 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. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 24, p. 363-476, 2000.

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

MOSIER, A.; GALLOWAY, J. Setting the scene – The international nitrogen initiative. *In*: International workshop on enhanced – efficiency fertilizers, Frankfurt, 2005. **Proceedings**. Paris, International Fertilizer Industry Association, p. 10, 2005.

OLIVEIRA, J. A. *et al.* **Volatilização de Amônia Proveniente de Ureia Compactada com Enxofre e Bentonita, em Ambiente Controlado**. 2014. 7 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de 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 Sci.**, v. 143, 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**, n. 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. **Ci. Rural**, v. 33, p. 87-692, 2003.

SANZ-COBENA, A. *et al.* An inhibitor of urease activity effectively reduces ammonia emissions from soil treated with urea under Mediterranean conditions. **Agric. Ecosyst. Environ.**, v. 126, 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**, v. 45, p. 1517-1524, 2011.

SAVANT, N. K. *et al.* Effect of amounts and sequence of additions of urea and water on hydrolysis of surface-applied granular urea in unsaturated soils. **Fertil. Res.**, v. 11, p. 231-234, 1987.

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

STAFANATO, J. B. *et al.* Volatilização de amônia oriunda de ureia pastilhada com micronutrientes em ambiente controlado. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 37, p. 726-732, 2013.

STEVENSON, F. J. *et al.* Cycles of soil carbon, nitrogen, phosphorus, sulfur, micronutrients. **Wiley-Interscience**, p. 380, 1986.

TASCA, F. A. *et al.* **Volatilização de amônia do solo após a aplicação de ureia convencional ou com inibidor de urease**. 2011. 10 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade do Estado de Santa Catarina Udesc, Lajes, 2011.

VOLK, M. G. Volatile loss of ammonia following surface application of urea to turf of bare. **Soils Agron. J.**, v. 51, p. 746-749, 1959.

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