

Perdas de amônia por volatilização em resposta a adubação nitrogenada do feijoeiro

Susiane Moura Cardoso dos Santos¹, João Arthur Antonangelo², Angélica Cristina Fernandes Deus³, Dirceu Maximino Fernandes³

¹ Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS, Unidade Universitária de Cassilândia, Cassilândia, Mato Grosso do Sul, Brasil. E-mail: susianemoura@yahoo.com.br

² Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ, Piracicaba, São Paulo. E-mail: joaoantonangelo@usp.br

³ Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho-UNESP, Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu, Botucatu, São Paulo. E-mails: angelica_agronomia@yahoo.com.br; dmfernandes@fca.unesp.br.

Recebido: 24/09/2015; Aceito: 14/03/2016.

RESUMO

O nitrogênio (N) é um dos nutrientes que mais limita o crescimento e o desenvolvimento das plantas, principalmente, devido a sua grande dinâmica no sistema solo-planta-atmosfera. Dentre os vários processos que este elemento está sujeito, pode-se destacar a volatilização. As perdas de amônia (N–NH₃) por volatilização podem atingir 78% do N aplicado na forma de ureia, e variam de acordo com a fonte utilizada. Esse trabalho teve como objetivo quantificar as perdas de amônia (N–NH₃) por volatilização, decorrentes da aplicação de diferentes doses e fontes de N na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com dezesseis tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos foram constituídos de três doses de N em cobertura (100, 200 e 300 mg dm⁻³) e cinco fontes de N, além de um tratamento controle (sem adubação nitrogenada). As maiores perdas de N–NH₃ por volatilização ocorreram na segunda época de aplicação para as fontes Ajifer, ureia e nitrato de amônio.

Palavras-chave: nitrogênio, *Phaseolus vulgaris* L., adubação, perdas de N.

Ammonia losses by volatilization in response to nitrogen fertilization of bean common crop

ABSTRACT

Nitrogen (N) is one of the nutrients that most limits the growth and development of plants, mainly because of its wide dynamics in the soil-plant-atmosphere system. Among the various processes that this element is subject, can highlight volatilization. The ammonia (N–NH₃) losses by volatilization can reach 78% of the N applied as urea, and it varies according to the source used. This study aimed to quantify the N–NH₃ losses by volatilization, resulting from the application of different doses and sources of N in bean common crop (*Phaseolus vulgaris* L.). The experimental design was randomized blocks, with sixteen treatments and five repetitions. The treatments consisted of three rates of N in cover (100, 200 and 300 mg dm⁻³) and five N sources, and a control treatment (no nitrogen fertilization). The highest numerical losses of N–NH₃ volatilization occurred in the second period of application for the Ajifer, urea and ammonium nitrate sources.

Key words: nitrogen, *Phaseolus vulgaris* L., fertilization, N losses.

1. Introdução

O nitrogênio (N) é o nutriente requerido em maiores quantidades pela cultura do feijoeiro. Por ser um elemento que apresenta grande dinâmica no sistema solo-planta-atmosfera pode ser perdido facilmente por volatilização ou lixiviação; além disso, os adubos nitrogenados têm baixa eficiência e alto custo de sintetização, o que permite considerar que sua utilização sem critério, pode onerar os custos do sistema produção e contaminar o meio ambiente. A acentuada disponibilidade de N às plantas de feijão resulta no alongamento da fase vegetativa o que acarreta perda significativa no potencial produtivo.

O manejo adequado da adubação nitrogenada beneficia o meio ambiente por causar menores níveis de acidificação do solo, eutrofização das águas, poluição do lençol freático e salinização de áreas (BITTENCOURT, 2009). Além disso, beneficia vários segmentos da sociedade: o produtor tem maior produtividade e maior margem de lucro; os agentes técnicos alcançam grandes vendas de insumos e, finalmente, os consumidores são beneficiados pelas melhores características organolépticas dos produtos e, provavelmente, por menor preço de compra. Visando o fortalecimento da cadeia produtiva do feijão, torna-se cada vez mais importante a necessidade de técnicas agrônomicas objetivando ganhos em produtividade, assim como a obtenção de um produto com características tecnológicas desejáveis, principalmente com teor adequado de proteína bruta e alta capacidade de hidratação.

A amônia (N-NH₃) perdida por volatilização pode ser proveniente da mineralização da matéria orgânica ou do fertilizante aplicado, sendo esse o fenômeno mais intenso mediante aumento do pH do solo. Essa intensificação do processo de perda de N pode ocorrer nos estágios reprodutivos, onde há aumento do potencial de volatilização de N-NH₃ devido às mudanças no metabolismo do N da planta, e também por meio da quebra de proteínas e aminoácidos (BOLOGNA, 2006).

As perdas gasosas são o principal fator de ineficiência do uso dos fertilizantes nitrogenados, pois o N que poderia ser absorvido e assimilado pelas plantas é perdido na forma de amônia (N-NH₃) e de óxidos nitrosos (N₂O) para a atmosfera.

Esse tipo de perda pode chegar a 80% do adubo aplicado, ou seja, em casos extremos a planta consegue utilizar apenas 20% do N proveniente do fertilizante. Essas perdas precisam ser bem compreendidas para orientação do adequado manejo de adubação, visando melhorar o aproveitamento dos fertilizantes aplicados (OLIVEIRA, 2008).

A pesquisa com fontes de N vem ao encontro da necessidade de disponibilização do N para a nutrição das plantas de feijão, de forma gradual e evitando perdas, já que a formação de nódulos (*Rhizobium*) para fixação do N atmosférico, no feijoeiro, não é eficiente para suprir toda a necessidade de N por essa cultura. Dessa forma, são necessários estudos que possibilitem a redução das perdas, aumentando a eficiência de utilização do N e, conseqüentemente, a produtividade do feijoeiro.

Esse trabalho teve como objetivo quantificar as perdas de amônia (N-NH₃) por volatilização, decorrentes da aplicação em cobertura de diferentes doses e fontes de N na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.).

2. Material e Métodos

O experimento foi conduzido em um túnel plástico, no Departamento de Recursos Naturais/Área de Ciência do Solo da Faculdade de Ciências Agrônomicas - UNESP, Campus de Botucatu – SP (22°51” de latitude S e 48°26” de longitude W, com altitude de 786 m). A temperatura média anual da região é de 20,5°C e umidade relativa do ar de 71% (MARTINS, 2003).

O solo utilizado foi um Latossolo Vermelho distrófico (LVd) de textura média, coletado na camada superficial de 0-20 cm. A análise química do solo seguiu a metodologia proposta por Raij e Quaggio (2001). Os resultados encontram-se na Tabela 1.

A correção da acidez do solo foi realizada com a aplicação de 104 g de calcário (PRNT= 96%) por vaso com o intuito de elevar a saturação do solo a 70% (RAIJ et al., 1997). O calcário foi incorporado ao solo com auxílio de uma betoneira. Na adubação de base aplicou-se 300 mg de fósforo e 40 mg de potássio; não houve aplicação de nitrogênio.

Tabela 1. Resultados da análise química do solo. Botucatu-SP 2010.

pH	M.O.	P _{resina}	Al ⁺³	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
CaCl ₂	g dm ⁻³	Mg dm ⁻³	mmol _c dm ⁻³			%					mg dm ⁻³					
4	20	4	14	77	0,8	9	3	12	89	14	15	0	0,9	52	0,8	0,2

Fonte: Laboratório de Fertilidade do Solo do Departamento de Recursos Naturais da Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP, Campus de Botucatu.

Os tratamentos foram constituídos por cinco fontes de N [ureia - 45% de N, sulfato de amônio - 20% de N, nitrato de cálcio - 20% de N, nitrato de amônio - 32% de N e Ajifer (fertilizante organomineral: coproduto do glutamato monossódico- 4% de N)] e por três doses de nitrogênio (100, 200 e 300 mg dm⁻³, aplicados em cobertura, quando as plantas apresentavam 10, 20 e 30 DAE) e um tratamento controle (sem aplicação de N em cobertura), sendo um fatorial 3 x 5 +1. Como parcelas experimentais foram utilizados vasos de cimento amianto retangulares com capacidade para 40 L de solo, totalizando 80 vasos.

No dia 24/02/2010 foi realizada a semeadura do cultivar IAC - Alvorada. As sementes foram tratadas com Thiram 200 g L⁻¹, fungicida sistêmico. Foram semeadas dez sementes de feijão em cada vaso, com uma profundidade de 2 cm. A emergência do feijão ocorreu no dia 28/02/2010. No quinto dia após a emergência (DAE) das plântulas, realizou-se o desbaste deixando apenas seis plantas por vaso, as quais serviram para avaliação dos parâmetros estudados. O N foi aplicado aos 10, 20 e 30 DAE. Após a primeira aplicação dos tratamentos, foram dispostos os coletores em cada vaso, para quantificação da amônia perdida por volatilização.

A avaliação das perdas de N-NH₃ por volatilização foi realizada conforme Nönmik (1973) com algumas adaptações. Utilizou-se absorvedores de espuma de 8,0 x 8,0 cm, densidade de 0,02 g cm⁻³, as quais foram embebidas em 11 mL de ácido fosfórico (0,05 N). Em seguida, as espumas foram colocadas sobre chapas de PVC de 100 x 100 x 2 mm e envolvida por uma camada de polytetrafluoretileno (fita “veda rosca”), permeável à amônia e impermeável à água. Os absorvedores foram deixados em sacos plásticos até o momento de serem colocados nos vasos.

Após a aplicação dos tratamentos, em cada vaso colocou-se um absorvedor apoiado por varetas, com a chapa de PVC voltada para cima, evitando que a amônia presente no ar fosse captada. Os absorvedores foram trocados a cada dois dias durante um período de 30 dias, totalizando 15 coletas. Os mesmos foram armazenados em saco plástico na geladeira até o momento da análise.

Para a determinação do N, as espumas foram lavadas em 300 mL de ácido sulfúrico (0,0005 M). Retirou-se uma alíquota de 50 mL, a qual foi levada para tubo de ensaio. A cada amostra, adicionou-se 5 mL de NaOH (50%) e realizou-se sua destilação pelo uso de um destilador de arraste de vapor. A solução receptora foi o ácido bórico a 5%, sendo que se utilizou ácido sulfúrico (H₂SO₄) a 0,025M para a titulação.

Os dados de perda de N por volatilização de amônia não foram tratados estatisticamente.

3. Resultados e Discussão

Na sequência, as Figuras 1, 2 e 3 apresentam os valores de perda de amônia para cada uma das doses de N aplicadas, 100, 200 e 300 mg dm⁻³ respectivamente. A dose de 100 mg dm⁻³ promoveu o maior pico de volatilização, o qual ocorreu na sexta coleta, realizada no dia 22 de março, sendo dois dias após a segunda aplicação dos tratamentos, motivo pelo qual possa ter ocorrido aumento generalizado de perdas (Figura 1). Primavesi et al. (2001) também encontraram o pico de volatilização em 1 ou 2 dias após a aplicação de fertilizantes. Ainda na mesma coleta, observa-se que as fontes nitrato de amônio e Ajifer foram as que resultaram nas maiores perdas numéricas de amônia por volatilização, em mg vaso⁻¹. Nesta mesma coleta, o ponto máximo de perda (18,91 mg vaso⁻¹) foi obtido pela fonte Ajifer (fertilizante organomineral: coproduto do glutamato monossódico).

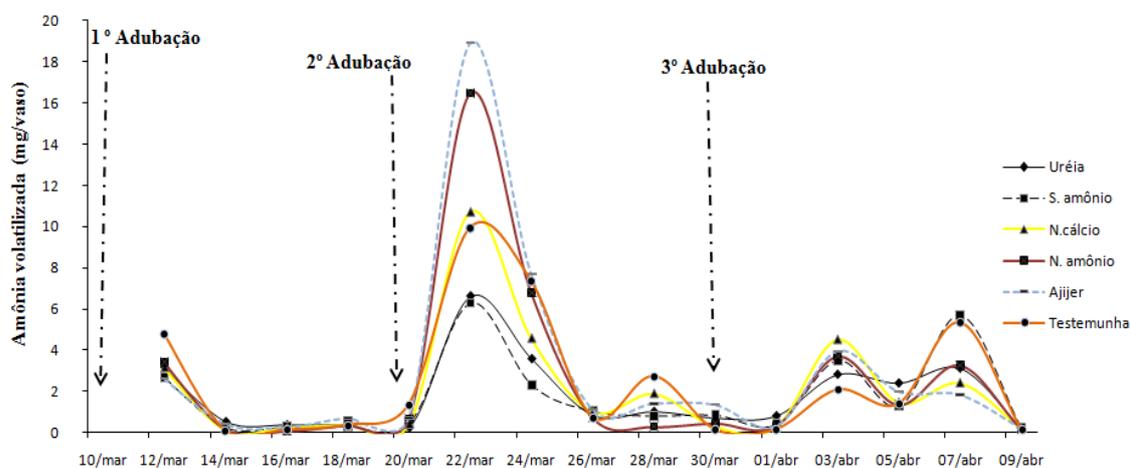


Figura 1. Perdas de amônia por volatilização (mg vaso⁻¹) em função da aplicação de 100 mg dm⁻³ de N em cobertura. Botucatu/SP, 2010.

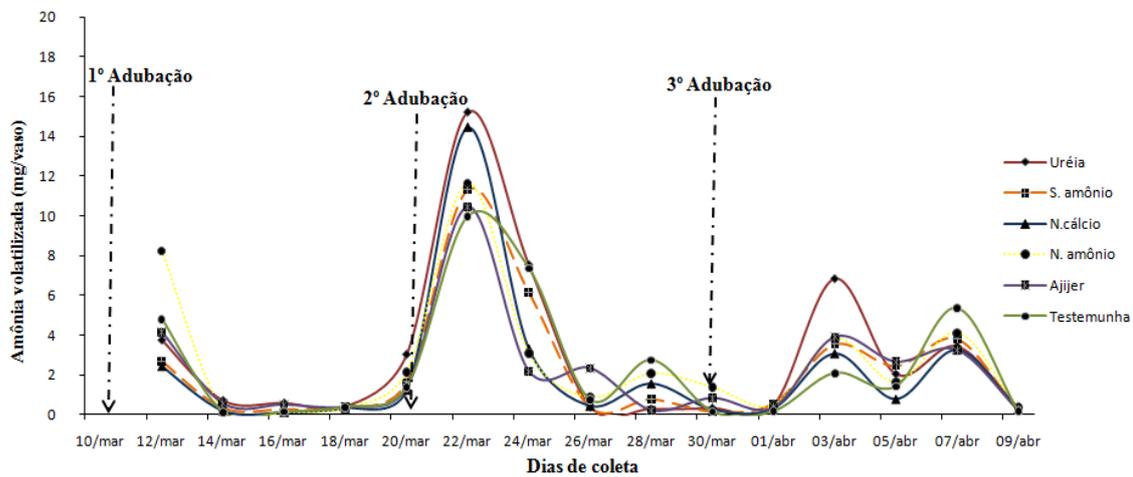


Figura 2. Perdas de amônia por volatilização (mg vaso^{-1}) em função da aplicação de 200 mg dm^{-3} de N em cobertura. Botucatu/SP, 2011

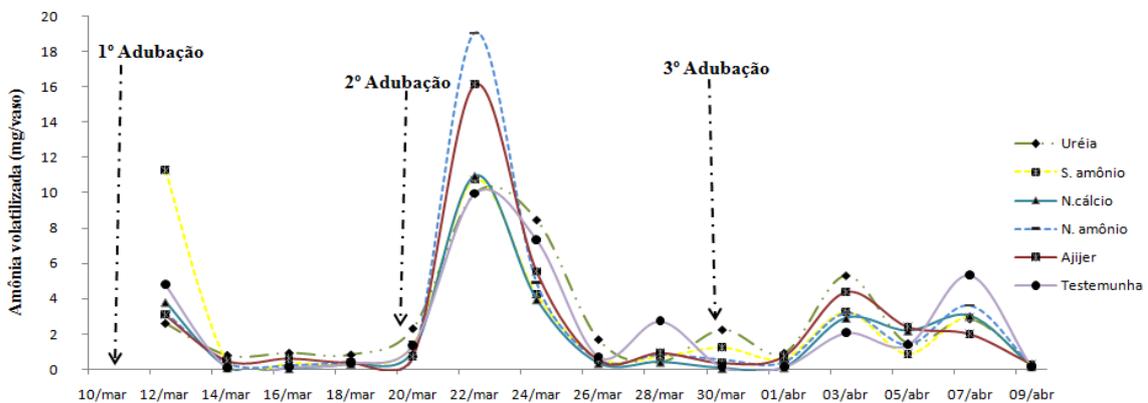


Figura 3. Perdas de amônia por volatilização (mg vaso^{-1}) em função da aplicação de 300 mg dm^{-3} de N aplicado em cobertura. Botucatu/SP, 2010.

Na Figura 3, utilizando-se a dose de 200 mg dm^{-3} , a ureia perdeu cerca de $15,21 \text{ mg vaso}^{-1}$ de N na forma de amônia, tendo seu máximo de perda também na sexta coleta, realizada no dia 22 de março, novamente dois dias após a segunda aplicação dos tratamentos.

Na Figura 3, utilizando a dose de 300 mg dm^{-3} , a fonte que mais perdeu amônia foi o nitrato de amônio ($19,03 \text{ mg vaso}^{-1}$), tendo seu máximo de perda também na sexta coleta realizada no dia 22 de março, dois dias após a segunda aplicação dos tratamentos.

O umedecimento do solo, imediatamente após a aplicação da ureia, é mais importante do que a condição de umidade do solo no momento da aplicação (LARA CABEZAS et al., 1997), principalmente quando a ureia é aplicada na superfície e sem incorporação ao solo. A água diminui a volatilização da amônia se for suficiente para diluir a concentração de hidroxilas (OH⁻) ao redor dos grânulos de ureia produzidos pela reação de hidrólise, além de proporcionar a incorporação da ureia no solo (LARA CABEZAS et al., 1997). Isso pode explicar porque na dose de 300 mg dm^{-3} (Figura 3) a

ureia foi a fonte que menos perdeu amônia, sendo esta considerada uma fonte que promove perdas significativas por volatilização. A hidrólise da ureia aumenta com a elevação da temperatura até 40°C (BREMNER & MULVANEY, 1978), mas, a hidrólise e as perdas por volatilização de NH_3 decrescem rapidamente com o abaixamento da temperatura. De acordo com os dados de temperatura da casa de vegetação, a partir do dia 20/03 (segunda aplicação), a temperatura média variou de $29,5^\circ \text{C}$ a $32,5^\circ \text{C}$, o que pode ter favorecido a perda por volatilização.

Portanto, as perdas de N por volatilização de NH_3 são afetadas por fatores climáticos e ambientais e favorecidas nas condições do verão brasileiro, nas quais predominam altas temperaturas e umidade.

Acredita-se que, através do processo de mineralização da matéria orgânica, disponibiliza-se até 2% de N ao ano para a cultura. Por exemplo, um solo com 3% de matéria orgânica pode ter 0,15% de N. Desta forma, é possível que as perdas por volatilização tenham sido influenciadas pelo processo de

mineralização. Esse fato explicaria, por exemplo, porque a parcela testemunha (sem aplicação de N em cobertura) apresentou valores consideráveis de perdas de N na forma de amônia (RAIJ, 1991).

4. Conclusões

As maiores perdas de nitrogênio por volatilização de amônia ocorreram na segunda época de aplicação para as fontes Ajifer, ureia e nitrato de amônio.

Agradecimentos

A Fundunesp pelo auxílio concedido ao projeto (Nº 00028/10).

Referências Bibliográficas

- BOLOGNA, I. R.; FARONI, C. E.; LANGE, A.; TRIVELIN, P. C. O. Perda de nitrogênio pela parte aérea de plantas de trigo. **Ciência Rural**, Santa Maria-RS, v. 36, n. 4, p. 1106-1111, 2006.
- BITTENCOURT, M. V. L.. Impactos da Agricultura no meio-ambiente; Principais tendências e desafios (Parte 1). **Economia & Tecnologia**. Ano 05. Vol. 18. Julho-Setembro. 2009.
- CARVALHO, W. A.; ESPÍNDOLA, C. R.; PACCOLA, A. A. **Levantamento de solos da Fazenda Lageado**: Estação Experimental "Presidente Médici". Boletim Científico, Botucatu-SP, n. 1, 1983. 95 p.
- FERREIRA, D. F. **Sisvar**. versão 4.2. Lavras-MG: UFLA, 2003. 79 p.
- LARA CABEZAS, W. A. R.; KONDORFER, G. H.; MOTTA, S. A. Volatilização de N-NH₃ na cultura de milho: I. Efeito da irrigação e substituição parcial da ureia por sulfato de amônio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v. 21, n. 3, p. 481-487, 1997.
- MARTINS, D. **Classificação climática** – Botucatu-SP. Botucatu-SP: UNESP, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Departamento de Ciências Ambientais, 2003.
- NÖNMIK, H. The effect of pellet size on the ammonia loss from urea applied to forest soils. **Plant Soil**, Dordrecht-UK, v. 39, n. 2n p. 309-318, 1973.
- OLIVEIRA, P. P. A.; TRIVELIN, P. C. O.; ALVES, A. C.; LUZ, P. H. C.; HERLING, V. R. **Métodos para avaliar as perdas de nitrogênio por volatilização da superfície do solo e por emissão de amônia pela folhagem de Brachiaria brizantha cv. Marandu**. São Carlos-SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2008. 41 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 16).
- PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L. A.; PRIMAVESI, A. C.; CANTARELLA, H.; ARMELIN, M. J. A.; SILVA, A. G.; FREITAS, A. R. **Adubação com ureia em pastagem de Cynodon dactylon cv Coast-cross sob manejo rotacionado: eficiências e perdas**. São Carlos-SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2001. (Circular técnica, 30).
- RAIJ, B. van; ANDRADE, J. C.; CANTARELA, H.; QUAGGIO, J. A. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. 1. ed. Campinas-SP: IAC, 2001. 285 p.
- RAIJ, B. van; CANTARELA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas-SP: IAC, 1997. 285 p. (Boletim técnico do Instituto Agrônômico de Campinas, n. 100).
- RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. Agrônômica Ceres Ltda, 1991. p. 71-86.