



Volatilização de Amônia em Resposta ao Uso de Fertilizante de Eficiência Aumentada

Douglas Ramos Guelfi Silva⁽¹⁾; Eduardo Lopes Cancellier⁽²⁾; Bruno de Almeida Gonçalves⁽³⁾; Roberto dos Anjos Reis Jr⁽⁴⁾.

⁽¹⁾Professor; Departamento de Ciência do Solo/Universidade Federal de Lavras (DCS/UFLA); Lavras, MG; ⁽²⁾Estudante de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Lavras, MG; ⁽³⁾ Aluno do curso de Agronomia/UFLA/Bolsista de iniciação científica FAPEMIG; ⁽⁴⁾Pesquisa & Desenvolvimento; Wsct; Londrina, PR; roberto@wsct.com.br

RESUMO: A perda de nitrogênio pela volatilização de amônia para a atmosfera é um dos principais fatores responsáveis pela baixa eficiência dos adubos nitrogenados. A utilização de fontes nitrogenadas menos suscetíveis à perdas de N por volatilização tem se mostrado uma forma de aumentar a eficiência dos fertilizantes nitrogenados. Neste contexto, os fertilizantes de eficiência aumentada tem sido utilizados em trabalhos visando reduzir perdas de N por volatilização e aumentar a sua eficiência agrônômica. Dentre os aditivos utilizados para produção de fertilizantes nitrogenados de eficiência aumentada, cita-se a linha Policote, com a qual já se constaram aumento da eficiência da adubação nitrogenada. Os objetivos deste trabalho foram avaliar as perdas por volatilização de fontes de nitrogênio. O experimento, delineado em blocos ao acaso, com quatro repetições, foi formado por um fatorial 2x12, sendo duas fontes nitrogenadas (ureia – 45% N e ureia revestida com Policote – 42% N) e 12 épocas de avaliação da volatilização (01, 02, 03, 04, 05, 07, 09, 11, 14, 18, 23 e 27 após a aplicação dos adubos nitrogenados sobre a superfície do solo). Dados de volatilização, observados em cada época de amostragem e acumulado ao longo das épocas de amostragem, foram submetidos à análise de variância. A aplicação de fertilizante nitrogenado sobre a superfície do solo resultou em perdas de nitrogênio por volatilização de amônia. O uso de fertilizante de eficiência aumentada (ureia revestida com Policote) reduziu a perda de nitrogênio por volatilização, em comparação à ureia.

Termos de indexação: Ureia, nitrogênio, Policote.

INTRODUÇÃO

Os fertilizantes minerais são um importante recurso para agricultura atender à crescente demanda por alimentos da população mundial. Tal recurso tem sua produção dependente de fontes não renováveis (gás natural, rochas fosfatadas, etc), representa um percentual cada vez maior do custo de produção e apresenta baixa eficiência de utilização na agricultura, uma situação insustentável. O baixo aproveitamento dos fertilizantes pelas lavouras também resulta em problemas de contaminação do meio-ambiente, os quais devem ser evitados para preservação ambiental. Devido à importância de segurança alimentar, econômica e ambiental dos fertilizantes, é necessário a realização de

estudos visando o aumento da eficiência de sua utilização na agricultura. Dentre os fertilizantes, os adubos nitrogenados possuem importante papel na agricultura devido à essencialidade do nitrogênio para as plantas. O fertilizante nitrogenado mais utilizado, que tem se mostrado ser a fonte mais viável economicamente, pelo seu custo mais baixo por unidade de nutriente e sua disponibilidade, tornando-se, a fonte de N mais competitiva é a ureia. Porém a perda de N pela volatilização de amônia (NH₃) para a atmosfera é um dos principais fatores responsáveis pela baixa eficiência desta fonte. Vários pesquisadores (Boaretto *et al.*, 2004; Cancellier, 2013; Coelho *et al.*, 2013; Costa, Vitti e Cantarella, 2003; Ghizzi, 2012; Ghizzi *et al.*, 2012; Lara Cabezas, Korndörfer e Motta, 1997; Lara Cabezas, Trivelin e Boaretto, 1992; Leal *et al.*, 2013; Lourenço *et al.*, 2012; Martha Jr *et al.*, 2004; Pereira *et al.*, 2009; Possebon, Sebastiani e Escosteguy, 2013; Ros, Aita e Giacomini, 2005; Sangoi *et al.*, 2003; Soares *et al.*, 2009; Stafanato *et al.*, 2013; Viero, 2011; Werneck *et al.*, 2012) têm realizado trabalhos para quantificar estas perdas. A utilização de fontes nitrogenadas menos suscetíveis à perdas de N por volatilização tem se mostrado uma forma de aumentar a eficiência dos fertilizantes nitrogenados. Neste contexto, os fertilizantes de eficiência aumentada tem sido utilizados em trabalhos visando reduzir perdas de N por volatilização e aumentar a sua eficiência agrônômica. Dentre os aditivos utilizados para produção de fertilizantes nitrogenados de eficiência aumentada, cita-se a linha Policote, com a qual já se constaram aumento da eficiência da adubação nitrogenada (Santini *et al.*, 2009; Cobucci *et al.*, 2010; Costa *et al.*, 2011; Soares *et al.*, 2011; Zanão *et al.*, 2011; Arf *et al.*, 2012; Kaneko *et al.*, 2012; Cobucci, 2013; Pires *et al.*, 2013; Zanão *et al.*, 2013; Cobucci & Reis Jr, 2014; Costa *et al.*, 2014; Miyazawa *et al.*, 2014). Os objetivos deste trabalho foram avaliar as perdas por volatilização de fontes de nitrogênio.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras, utilizando solo com as características descritas na tabela 1. O experimento, delineado em blocos ao acaso, com quatro repetições, foi formado por um fatorial 2x12, sendo duas fontes nitrogenadas (ureia – 45% N e ureia revestida com Policote – 42% N) e 12 épocas de



avaliação da volatilização (01, 02, 03, 04, 05, 07, 09, 11, 14, 18, 23 e 27 após a aplicação dos adubos nitrogenados sobre a superfície do solo). A parcela experimental foi formada por seis linhas, espaçadas de 0,45 m, com seis metros de comprimento. Foi considerada como área útil as fileiras centrais, descartando-se dois metros de cada extremidade. O híbrido de milho DKB 310 VT PRO2 foi semeado em 23/11/14, com adubação com 20 kg N + 120 kg P₂O₅ + 60 kg K₂O/ha, utilizando ureia, superfosfato simples e KCl, respectivamente, como fontes, no sulco de semeadura. Os adubos nitrogenados, na dose de 80 kg N/ha, foram aplicados sobre a superfície do solo quando as plantas estavam no estágio V4 (13/12/2014), juntamente com 40 kg K₂O/ha, utilizando KCl como fonte. A condução do experimento foi realizada conforme as recomendações da UFLA. Para quantificação da volatilização de amônia foi utilizado o método do coletor estático semi-aberto adaptado por Lara Cabezas & Trivelin (1990). Foram utilizados tubos de PVC com 20 cm de diâmetro e 50 cm de altura. Os tubos de PVC foram inseridos no solo até a profundidade de 5 cm. foram utilizados dois discos de espuma laminada com densidade de 0,02 g cm⁻³ e 2,5 cm de espessura cortados no mesmo diâmetro do tubo. As espumas foram embebidas com ácido fosfórico (H₃PO₄) e glicerina nos volumes e, posteriormente, foram fixadas nas alturas de 25 e 45 cm do solo. A última esponja foi inserida com a função de evitar a contaminação da esponja inferior. As avaliações de volatilização da amônia foram realizadas um, dois, três, quatro, cinco, sete, nove, doze, quinze, dezenove, vinte e três e trinta dias após adubação nitrogenada em cobertura, determinando-se a volatilização (kg N-NH₃/ha) em cada época de avaliação e acumulada ao longo das épocas de avaliação. Os dados foram submetidos à análise de variância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A volatilização, observada dentro de cada época de avaliação, foi significativamente influenciada pelas fontes de N (p<0,01) e épocas de avaliação (p<0,01), havendo interação estatisticamente significativa entre estas (**Tabelas 2 e 3**). Nota-se que o pico de volatilização foi observado na 1^a época de avaliação, a qual foi estatisticamente superior aos valores observados nas posteriores avaliações (que foram estatisticamente iguais entre si). A ocorrência do pico de volatilização logo a aplicação do adubo nitrogenado também é relatado por vários pesquisadores. Diversos autores encontraram picos de volatilização entre 24 e 72 horas após aplicação da ureia (Barbieri e Echeverría, 2003; Ros et al., 2005). O revestimento da ureia com Policote resultou em menor pico de volatilização que aquele observado com a ureia. Esta diferença somente foi observada na 1^a avaliação de volatilização.

A volatilização acumulada foi estatisticamente diferente entre as fontes de nitrogênio e não foi influenciada significativamente entre as épocas de volatilização (**Tabela 2**). Avaliando-se a volatilização

acumulada, bastou apenas um dia de ocorrência de volatilização para que as perdas de nitrogênio, por este processo, tenha alcançado seu potencial. Ao longo de todas as épocas de avaliação, o revestimento da ureia com Policote resultou em menor perda acumulada de nitrogênio por volatilização de amônia (**Figura 1**). Nota-se que o revestimento da ureia com Policote reduziu a média de volatilização acumulada em 64,3%. Redução de volatilização de amônia com a ureia revestida com Policote também foram observadas por Soares (2011) e Kaneko et al. (2012).

CONCLUSÕES

Após a aplicação dos fertilizantes nitrogenados sobre a superfície do solo ocorreram perdas de nitrogênio por volatilização de amônia.

O uso de fertilizante de eficiência aumentada (ureia revestida com Policote) reduziu a perda de nitrogênio por volatilização, em comparação à ureia.

REFERÊNCIAS

- ARF, M. V.; REIS JR, R. A.; PEREIRA, L. R. Adubação Nitrogenada com Ureia revestida por Policote na Cultura do Algodão. In: FERTBIO, 2012, Maceió. Anais... Maceió: SBCS, 2012. CD-ROM.
- BARBIERI, P.A.; ECHEVERRÍA, H.E. Evolucion de las perdas de amoníaco desde urea aplicada en otoño y primavera a una pastura de agropiro alargado (*Thinopyrum ponticum*). RIA, v. 32 (1), p. 17-29, INTA, Argentina, abril 2003.
- BOARETTO, A. E. et al. Fate of 15N-urea applied to wheat-soybean succession crop. *Bragantia*, v. 63, n. 2, p. 265-274, 2004.
- CANCELLIER, E. L. Eficiência da ureia estabilizada e de liberação controlada no milho cultivado em solo de fertilidade construída. [s.l.] UFLA, 2013.
- COBUCCI, T.; FAGERIA, N. K.; REIS JR, R. A.; LIMA, D. A. P.; SILVA, B. T. Eficiência do uso do nitrogênio em terras altas. In: FERTBIO, 2010, Guarapari. Anais... Guarapari: INCAPER, 2010. CD-ROM.
- COBUCCI, T.; REIS JR, R. A. Produtividade de Arroz em função da Adubação Nitrogenada com Fertilizante de Eficiência Aumentada. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 2014, Machu Pichu. Anais... Machu Pichu: SPCS, 2014. CD-ROM.
- COBUCCI, T. Produtividade de Feijão em função da Adubação Nitrogenada com Fertilizante de Eficiência Aumentada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 2013, Florianópolis. Anais... Florianópolis: SBCS, 2013. CD-ROM.
- COELHO, L. A. M. et al. Volatilização de Amônia em função da aplicação de Tortas de Oleaginosas e Ureia. Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Anais...2013
- COSTA, A.; MIYAZAWA, M.; TISKI, I. Respostas da Cultura do Milho à Adubação com Ureia Revestida com Policote. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 2011, Uberlândia. Anais... Uberlândia: SBCS, 2011. CD-ROM.
- COSTA, A.; TISKI, I.; MIYAZAWA, M.; REIS JR, R. A. Crescimento do milho em resposta a fontes e doses de nitrogênio. In: FERTBIO, 2014, Araxá. Anais... Araxá: SBCS, 2014. CD-ROM.
- COSTA, M. C. G.; VITTI, G. C.; CANTARELLA, H. Volatilização de N-NH₃ de fontes nitrogenadas em cana-de-açúcar colhida



- sem despalha a fogo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 27, n. 4, p. 631–637, ago. 2003.
- Duarte, 2006 e
- GHIZZI, M. L. P. et al. Volatilização de Amônia de Fertilizantes Nitrogenados de Eficiência Aumentada (SBSCS, Ed.)FertBio. Anais...Maceió: 2012
- GHIZZI, M. L. P. Volatilização de Amônia de Fertilizantes Nitrogenados de Eficiência Aumentada. [s.l.] Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2012.
- Guedes, 2002
- KANEKO et al. Efeito da ureia e ureia revestida com polímero na volatilização da amônia em duas regoes do cerrado. In: FERTBIO, 2012, Maceió. Anais... Maceió: SBSCS, 2012. CD-ROM.
- LARA CABEZAS, W. A. R.; TRIVELIN, P.C.O. Eficiência de um coletor semi-aberto estático na quantificação de N-NH₃ volatilizado da uréia aplicada ao solo. *Revista Brasileira de Ciência do solo*, Viçosa, v.14, p.345-352, 1990.
- LARA CABEZAS, W. A. R.; KORNDÖRFER, G. H.; MOTTA, S. A. Volatilização de N-NH₃ na cultura de milho: II. Avaliação de fontes sólidas e fluidas em sistema de plantio direto e convencional. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 21, p. 489–496, 1997.
- LARA CABEZAS, W. A. R.; TRIVELIN, P. C. O.; BOARETTO, A. E. Efeito do tamanho de grânulo e relação N-S da uréia aplicada em superfície na volatilização de amônia sob diferentes umidades iniciais do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 16, p. 409–413, 1992.
- LEAL, J. A. F. et al. Volatilização da amônia na adubação nitrogenada de cobertura realizada à lanço em sistema plantio direto no Cerrado. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Anais...2013
- LOURENÇO, K. S. et al. Volatilização de Nitrogênio influenciada pela presença de inibidores da urease em adubos orgânicos e minerais (SBSCS, Ed.)FertBio. Anais...Maceió: 2012
- MARTHA JR, G. B. et al. Perda de amônia por volatilização em pastagem de capim-tanzânia adubada com uréia no verão. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 33, n. 6, p. 2240–2247, dez. 2004.
- MIYAZAWA, M. REIS JR, R. A.; TISKI, I. Crescimento e Estado Nutricional da Cultura do Milho Sob Diferentes Fontes de Nitrogênio. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 2014, Machu Pichu. Anais... Machu Pichu: SPCS, 2014. CD-ROM.
- PEREIRA, H. S. et al. Ammonia volatilization of urea in the out-of-season corn. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 33, n. 6, p. 1685–1694, dez. 2009.
- PIRES et al., Acúmulo de forragem e composição morfológica do capim-massai sob adubação nitrogenada com fertilizante de eficiência aumentada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 2013, Florianópolis. Anais... Florianópolis: SBSCS, 2013. CD-ROM.
- POSSEBON, V. P.; SEBASTIANI, B. T.; ESCOSTEGUY, P. A. V. Volatilização de amônia em Latossolo adubado com uréia revestida com inibidores da urease. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Anais...Florianópolis: 2013
- ROS, C. O. DA; AITA, C.; GIACOMINI, S. J. Volatilização de amônia com aplicação de uréia na superfície do solo, no sistema plantio direto. *Ciência Rural*, v. 35, n. 4, p. 799–805, ago. 2005.
- SANGOI, L. et al. Volatilização de N-NH₃ em decorrência da forma de aplicação de uréia, manejo de resíduos e tipo de solo, em laboratório. *Ciência Rural*, v. 33, n. 4, p. 687–692, 2003.
- SANTINI, J. M. K.; PERIN, A.; GAZOLLA, P. R.; GUARESCHI, R. F.; REIS JR, R. A. Produtividade de Milho Submetido à Aplicação de Ureia Revestida por Polímeros. In: XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2009. Fortaleza, SBSCS. 2009. p. 323.
- SOARES, J. R. et al. Volatilização de NH₃ pela ureia com inibidores de urease e de nitrificação Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Anais...Fortaleza: 2009
- SOARES et al. Volatilização da amônia em área de cultivo de feijão adubado com uréia comum e revestida com policote. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA E FEIJÃO, 2011, Goiânia. Anais... Goiânia: Embrapa Arroz e Feijão, 2011. CD-ROM.
- STAFANATO, J. B. et al. Volatilização de amônia oriunda de ureia pastilhada com micronutrientes em ambiente controlado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 37, n. 3, p. 726–732, jun. 2013.
- VIERO, F. Volatilização de amônia de fertilizantes nitrogenados aplicados nas culturas de trigo e do milho em sistema plantio direto no sul do Brasil. [s.l.] UFRS, 2011.
- WERNECK, C. G. et al. Volatilização de amônia proveniente de ureia com zeólita natural. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 47, n. 3, p. 466–470, mar. 2012.
- ZANÃO Jr, L. A.; DALCHIAVON, F.; ZAGATTO, M. R.; SANTOS, C. Eficiência agrônômica do revestimento da uréia com polímero aplicada em cobertura na cultura do milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 2011, Uberlândia. Anais... Uberlândia: SBSCS, 2011. CD-ROM.
- ZANÃO et al. Eficiência agrônômica da adubação nitrogenada na cultura do milho com fertilizante de eficiência aumentada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 2013, Florianópolis. Anais... Florianópolis: SBSCS, 2013. CD-ROM.

Tabela 1. Análise química e física do solo utilizado no experimento.

pH	M.O.	P-rem	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	V
(H ₂ O)	g/kg	mg/L	---- mg/dm ³ ----				mmolc/dm ³			%
5,2	35,6	14,17	6,16	60	18,3	5,3	4,0	63	25,1	28,52
m	t	T	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Argila	Silte	Areia
%	-- mmol _c /dm ³ --				mg/dm ³				g/kg	
13,73	29,1	88,1	0,17	-	-	-	2,52	350	200	450

P, K, Fe, Zn, Mn, Cu - Extrator Mehlich 1; Ca - Mg - Al - Extrator: KCl - 1 mol/L; H + Al - Extrator Acetato de Cálcio 0,5 mol/L - pH 7,0; B - Extrator água quente; P-rem = Fósforo Remanescente

Tabela 2. Resultados do teste F para volatilizações de nitrogênio (kg N-NH₃/ha), dentro de cada época de avaliação e acumulada ao longo das épocas de avaliação, bem como respectivas médias e coeficientes de variação observados na análise de variância do experimento.

		Volatilização	Volatilização Acumulada
Médias (kg N-NH ₃ /ha)	Ureia	0,76 a	8,91 a
	Ureia+Policote	0,28 b	3,18 b
	01 dia	5,11 a	5,12
	02 dias	0,77 b	5,89
	03 dias	0,10 b	6,00
	04 dias	0,04 b	6,03
	05 dias	0,04 b	6,07
	07 dias	0,06 b	6,14
	09 dias	0,02 b	6,16
	11 dias	0,05 b	6,21
	14 dias	0,01 b	6,23
	18 dias	0,01 b	6,25
	23 dias	0,01 b	6,26
	27 dias	0,01 b	6,26
	Média Geral	0,52	6,05
CV (%)		110,4	19,8
Fcalc (ANOVA)	Fonte	16,3**	545,6**
	Época	51,5**	0,55 ^{ns}
	Fonte*Dose	16,39**	0,00**

^{ns} – não significativo; * - p<0,05; ** - p<0,01.

Tabela 3. Médias de volatilização de amônia (kg N-NH₃/ha) entre as fontes de nitrogênio, em cada época de avaliação.

	01	02	03	04	05	07	09	11	14	18	23	27
Ureia	7,98aA	0,80aB	0,09aB	0,02aB	0,05aB	0,06aB	0,02aB	0,06aB	0,01aB	0,01aB	0,00aB	0,00aB
Ureia+Policote	2,26bA	0,74aB	0,11aB	0,05aB	0,04aB	0,07aB	0,02aB	0,03ab	0,02aB	0,02aB	0,01aB	0,01aB

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, são estatisticamente iguais entre si (Tukey, 5%).

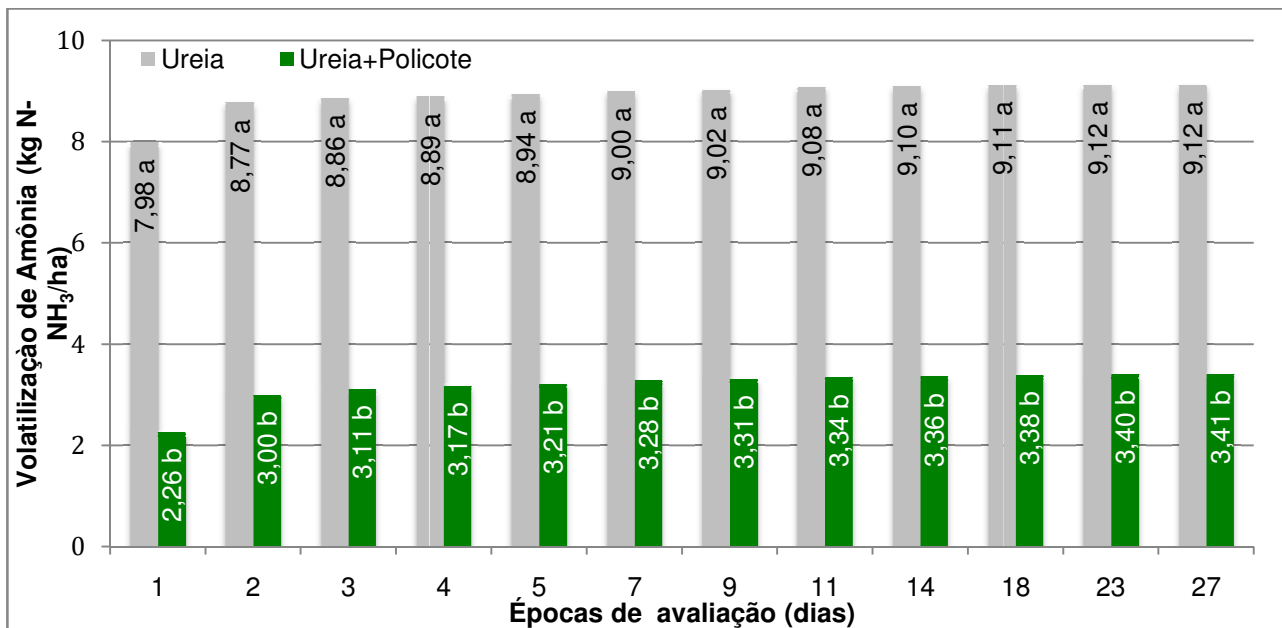


Figura 1. Médias de volatilização acumulada de amônia entre as fontes de nitrogênio, ao longo das épocas de avaliação. Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada época de avaliação, são estatisticamente iguais entre si (Tukey, 5%).