



XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas
31 de julho à 05 de agosto - Center Convention - Uberlândia/Minas Gerais

VOLATILIZAÇÃO DE N-NH₃ PROVENIENTE DA URÉIA, ADICIONADA OU NÃO DE ZEOLITA NATURAL, APLICADA EM COBERTURA SOBRE O SOLO

Thiago Antônio Pinheiro Toniêto⁽¹⁾; Farley A.F. Breda⁽²⁾; Guilherme Soares Dinali⁽³⁾; Carlos Guarino Werneck⁽⁴⁾; Nelson Mazur⁽⁵⁾; José Carlos Polidoro⁽⁶⁾

⁽¹⁾Aluno de Graduação em Agronomia-Bolsista CNPq- Universidade Federal da Rural do Rio de Janeiro, BR 465 KM 7, Seropédica-RJ, CEP 23890-000. E-mail: thiagotoniêto@yahoo.com.br.; ⁽²⁾Engenheiro Agrônomo, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, CEP: 23890-000; ⁽³⁾ de Graduação em Agronomia-Bolsista CNPq- Universidade Federal da Rural do Rio de Janeiro, BR 465 KM 7, Seropédica-RJ, CEP 23890-000; ⁽⁴⁾Doutorando em Agronomia-Bolsista CNPq- Universidade Federal da Rural do Rio de Janeiro, BR 465 KM 7, Seropédica-RJ, CEP 23890-000; ⁽⁵⁾Professor associado, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Agronomia, Depto Solos, Seropédica, RJ, CEP: 23890-000; ⁽⁶⁾Pesquisador, Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico, 1024, Jardim Botânico, RJ, CEP: 22460-000.

Resumo – O trabalho foi desenvolvido para avaliar as perdas de N-NH₃ por volatilização (PNV) da “mistura zeolítica” obtida por meio da mistura de uréia com zeolita natural. Os tratamentos foram avaliados com 3 fontes de N da seguinte forma : fertilizante nitrogenado, nos níveis: ausência, uréia e uréia + zeolita natural. A dose de nitrogênio foi equivalente a (100 kg N ha⁻¹). Aplicaram-se as fontes homogêneas na superfície do solo e as espumas captadoras de N-NH₃ volatilizado foram coletadas em intervalo de 24 horas, por seis dias consecutivos. Os resultados mostram que o “mistura zeolítica” reduz as perdas de N-NH₃ por volatilização em aproximadamente 26% quando aplicado sobre o solo, sendo recomendado para adubações em solos com pH inferior a 6,0.

Palavras-Chave: quantificação de N-NH₃; adubação nitrogenada; zeolita natural Chilena.

INTRODUÇÃO

Devido ao grande aumento no consumo de alimentos, torna-se necessário aumentar a produção de forma significativa, entretanto existem poucas áreas expansíveis no mundo para a agricultura. Dessa forma o aumento no consumo de fertilizantes para promover o aumento na oferta de alimentos torna-se necessário, sobretudo os nitrogenados.

Atualmente o setor agrícola brasileiro busca o aumento da produção interna de matéria-prima na indústria, novas fontes de insumos alternativos, reciclagem de nutrientes e, principalmente, aumento da eficiência agrônoma dos fertilizantes fornecidos às lavouras, pois quando aplica-se o fertilizante de forma eficiente, podemos reduzir dosagens inadequadas e consequentemente reduzir os custos de produção. A busca por alternativas cada vez mais eficientes é justificada pelo fato que há uma tendência cada vez maior do valor médio dos nutrientes se elevar ao longo dos ciclos de produção.

Para alcançar essa maior eficiência principalmente para solos tropicais, as tecnologias a serem desenvolvidas devem ser condizentes com as particularidades edafoclimáticas tropicais. Com isso, tecnologias que se integrem neste contexto de adequação as condições tropicais, possibilitando altas produtividades e reduzidos impactos ambientais, podem contribuir para a “tropicalização” dos fertilizantes agrícolas.

Diante deste cenário, alternativas devem ser buscadas para alcançar maior eficiência agrônoma do N-uréia na agricultura tropical, pois as perdas de NH₃ do solo por volatilização são influenciadas por diversos fatores. A aplicação de uréia, especialmente em solos com elevado pH, pode resultar em perdas por volatilização de até 80% do N fornecido (Lara Cabezas et al., 1997). Esse mecanismo de perda, especialmente em condições tropicais, exerce significativa influência sobre o baixo aproveitamento das plantas cultivadas sobre o N aplicado aos solos.

O uso de zeolitas naturais é uma alternativa para o desenvolvimento tecnológico de “misturas zeolíticas”, à base de uréia, e que apresentem reduzidas perdas de N-NH₃ por volatilização, liberação lenta do N fornecido e elevada eficiência agrônoma nas adubações agrícolas.

Este trabalho objetiva avaliar as perdas por volatilização de N-NH₃ proveniente da “mistura zeolítica” aplicado em cobertura sobre o solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na casa de vegetação da Embrapa Solos, RJ, em janeiro de 2007. Os tratamentos foram avaliados com 3 fontes de N da seguinte forma : fertilizante nitrogenado, nos níveis: ausência, uréia e uréia + zeolita natural; com 4 repetições, totalizando 12 unidades experimentais. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado.

Os dados climáticos obtidos no interior da casa de vegetação no período experimental são apresentados na Tabela 1.

Utilizou-se solo coletado da camada superficial (0-20 cm) de um Planossolo Háplico, textura arenosa, na UFRRJ, Seropédica, RJ. O solo apresenta as seguintes

características químicas: pH H₂O = 4,8; Al, Ca, Mg, H+Al, S e T = 0,4; 0; 0,6; 2; 0,8 e 2,8 cmol_c dm⁻³, respectivamente; Na, K e P = 22; 53 e 21 mg dm⁻³, respectivamente; V = 29%; matéria orgânica e N = 8,3 e 0,5 g kg⁻¹, respectivamente.

Depois de coletado, o solo foi seco ao ar, peneirado com malha de 2 mm e homogeneizado. Em seguida foi colocado em bandejas plásticas com 0,1 m² de superfície até que as mesmas fossem preenchidas por solo até 5 cm de altura. As bandejas foram então pesadas, adotando-se o mesmo peso para todas, de forma que os volumes de solo fossem iguais nas 12 bandejas.

Utilizou-se uréia comercial fertilizante como fonte de nitrogênio. A zeolita natural utilizada na mistura é proveniente do Chile, apresentando a seguinte composição mineralógica: zeolita clinoptilolita (35%), zeolita mordenita (25%), quartzo (20%) e feldspatos (20%), especialmente anortita. A relação SiO₂: Al₂O₃ é 4,5, e possui 2,0% de Na₂O, 0,5% K₂O e 3,5% CaO, sendo estes os elementos presentes em maior quantidade.

A dose de nitrogênio utilizada em todos os tratamentos foi de 100 kg N ha⁻¹ e nos tratamentos com adição de zeolita natural, a quantidade do mineral utilizada foi 15% (p/p) sobre a uréia. Os grânulos de uréia foram recobertos pro zeolita sem utilização de agente aderente. O recobrimento foi obtido pela mistura entre os componentes em saco plástico inflado com oxigênio e posterior agitação. Observou-se que a umidade contida nos grânulos de uréia facilitou a aderência da zeolita em sua superfície externa.

As fontes de nitrogênio foram homogeneamente aplicadas por toda a superfície do solo contido nas bandejas, realizou-se uma irrigação com 18 mm de água, e imediatamente após, as câmaras coletoras de N-NH₃ foram colocadas para captação da amônia volatilizada.

Cada bandeja recebeu uma câmara coletora e as espumas captadoras de N-NH₃ foram trocadas em intervalos de 24 horas, durante período de seis dias consecutivos. Após cada troca das espumas, as câmaras foram colocadas numa posição adiante de forma a percorrer toda a área da bandeja. Tal procedimento objetivou que as determinações diárias refletissem as influências de fatores relacionados ao fenômeno da volatilização de NH₃, como temperatura atmosférica, umidade e temperatura do solo, incidência solar e ventos.

A análise da amônia volatilizada e capturada pelas lâminas de espuma foi realizada segundo Araújo et al. (2009). Transferiu-se a espuma com a solução ácida remanescente no frasco de 50 ml para um erlenmeyer de 250 ml, onde se adicionou 50 ml de água destilada. O erlenmeyer com a solução diluída sofreu agitação a 250 RPM por 15 minutos em agitador horizontal. Após a agitação, alíquota de 5 ml foi transferida para tubo de digestão, sendo destilada em sistema semi-micro Kjeldhal e titulada com ácido sulfúrico 0,015 N (Alves et al., 1994).

Os dados foram analisados utilizando-se os recursos do sistema de análise estatística SAEG. Os

dados foram testados quanto à normalidade dos erros e homogeneidade de variância, utilizando-se Lilliefors e Cochran-Bartlett, respectivamente. Realizou-se a análise de variância e aplicou-se teste de Scott-Knott (1974) para avaliação das fontes nitrogenadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação da “mistura zeolítica” resultou, nos dois primeiros dias após a adubação (DAA), em PNV significativamente inferior ($p < 0,05$) decorrente da aplicação de uréia comercial ao solo, sendo as reduções de 35% e 25% nas PNV ocorridas no primeiro e segundo DAA, respectivamente (figura 1).

Observa-se na Figura 1 que as PNV foram influenciadas pela elevada taxa de evaporação da umidade do solo resultante das altas temperaturas no interior da casa de vegetação (Tabela 1) e dos ventos de aproximadamente 7 km.hora⁻¹ gerados pelo sistema de exaustão, sendo, possivelmente, esse o motivo das perdas significativas ocorrerem somente até o terceiro DAA. Infere-se que o fluxo de evaporação de água do solo reduziu no terceiro DAA e proporcionado declínio das perdas até o quarto DAA, quando as mesmas estabilizaram-se e assemelharam-se as PNV observadas no tratamento testemunha. A baixa capacidade de troca catiônica, a textura arenosa e o reduzido teor de matéria orgânica do solo experimental constituem fatores que possivelmente também potencializaram as PNV (Byrnes, 2000). Destaca-se que favorecimento das PNV através das características físico-químicas do solo experimental reforça o potencial da “mistura zeolítica” em reduzi-las.

As aplicações da uréia comercial e da “mistura zeolítica” sobre o solo resultaram, respectivamente, em PNV totais de 63% e 46,5% do N aplicado (Figura 2), evidenciando que a “mistura zeolítica” proporcionou, em relação à uréia comercial, uma redução significativa ($p < 0,05$) de aproximadamente 26% nas PNV totais ocorridas no período de seis dias após a adubação de cobertura. Os valores extremamente reduzidos de N-NH₃ volatilizado pela testemunha (Figuras 1 e 2) e o reduzido teor de matéria orgânica do solo experimental possibilitam afirmar que o N-NH₃ volatilizado nos demais tratamentos provém das misturas aplicadas ao solo.

Apesar da acidez do solo (pH = 4,8) em que foram aplicadas as misturas apresentam PNV bastante expressivas (Figura 2), explicadas pelas características físicas e químicas do solo, especialmente textura arenosa e baixos poder tampão, capacidade de troca catiônica e teores de matéria orgânica do solo. Apesar do reduzido pH do solo, deve-se considerar a elevação do pH na região próxima aos grânulos do fertilizante aplicado (Rodrigues e Kiehl, 1992; Overrein e Moe, 1967; Chen et al., 2007) favorecendo a formação de amônia. Observa-se, portanto, que a aplicação da uréia sobre solos com baixo pH tem elevado potencial de PNV (Figuras 1 e 2), sobretudo se as características do solo favorecerem tais perdas. A capacidade da mistura zeolítica em reduzir significativamente as PNV em solos com características físico-químicas que potencializam as PNV e desfavorecem a manutenção do N no solo, tornam relevante o uso de zeolitas naturais no desenvolvimento tecnológico de “fertilizantes zeolíticos” à base de uréia que sejam capazes

de reduzir as PNV nas adubações nitrogenadas de cobertura.

A significativa redução das PNV pode ser explicada pela ação dos minerais zeolíticos na conservação do NH_4^+ no solo através da diminuição da concentração do íon em solução por troca de cátions (USGS, 2006) e também pelo potencial das zeolitas em adsorver NH_3 (troca gasosa) em solução aquosa (Englert e Rubio, 2005). Deve-se considerar também a reduzida acessibilidade que os microorganismos encontram sobre o NH_4^+ adsorvido na estrutura das zeolitas (Leggo, 1997; Tametti et al., 1997 e Mumpton, 1999; citados por Louis, 2002), impedindo a transformação do NH_4^+ em NO_3^- (Park e Komarneni, 1997) e reduzindo as perdas deste elemento por lixiviação.

A alta eficiência de adsorção das zeolitas relaciona-se com sua grande superfície interna, devido à sua estrutura cristalina ser formada por cavidades espaçadas (Luz, 1995), onde parte do Si_4^+ está substituída por Al_3^+ , gerando uma deficiência de carga positiva que é compensada com cátions trocáveis como NH_4^+ , Na^+ , K^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2} e Ba^{+2} , os quais ocupam sítios específicos nas cavidades e canais da zeolita. As elevadas superfícies internas da mordenita e da clinoptilolita, respectivamente $400 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ e $300 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ (Luz, 1995), explicam a efetividade da zeolita natural utilizada sobre a adsorção de NH_4^+ e redução das PNV.

A demonstração de que as zeolitas naturais clinoptilolita e mordenita são eficientes na adsorção de NH_4^+ (Allen et al., 1995; Langella et al., 2000) e o fato de que no Japão, a zeolita clinoptilolita moída é utilizada na agricultura há mais de um século, elevando a CTC dos solos e favorecendo a retenção de nutrientes como N e K (Luz, 1995) sustentam os resultados obtidos no presente trabalho.

CONCLUSÕES

1. A “mistura zeolítica” reduz as perdas de N-NH_3 por volatilização em aproximadamente 26% quando aplicada sobre o solo, sendo recomendado para adubações em solos com pH inferior a 6,0.

AGRADECIMENTOS

A Embrapa Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, CPGA-CS e ao CNPq.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, E.; MING, D. HOSSNER, L. Growth and nutrient uptake of wheat in a clinoptilolite phosphate rock substrate. *Agronomy Journal*, Madison, v. 87, n. 6, p. 1052-1059, 1995.
- ALVES, B.J.R.; SANTOS, J.C.F. dos; BODDEY, R.M.; URQUIAGA, S. Métodos de determinação do nitrogênio em solo e planta. In: ARAÚJO, R.S.; HUNGRIA, M. (Ed.). Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, p. 449-469, 1994
- ARAÚJO, E. da S.; BODDEY, R.M.; URQUIAGA, S.; ALVES, B.J.R. Calibração de câmara semiaberta estática para quantificação de amônia volatilizada do solo. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.44, n.7, p.769-776, jul. 2009
- BYRNES, B.H. Liquid fertilizers and nitrogen solutions. In: INTERNATIONAL FERTILIZER DEVELOPMENT CENTER. Fertilizer Manual. Alabama: Kluwer Academic, cap. 2, p. 20-44, 2000.
- CHEN, D.; LI, Y.; TURNER, D.; DENMEAD, T.; FRENEY, J. Measurement and simulation of ammonia volatilization from urea fertilizer in cropping and pasture system. Abstracts of Nitrogen 4th Conference, Costa do Sauípe, Bahia, Brasil, p. 52, 2007.
- ENGLERT, A.H.; RUBIO, J. Characterization and environmental application of a Chilean natural zeolite. *International Journal of Mineral Processing*, v. 75, p. 21-29, 2005.
- LANGELLA, A.; PANSINI, M.; CAPPELLETTI, B. de G.; De GENNARO, M.; COLELLA, C. NH_4^+ , Cu_2^+ , Zn_2^+ , Cd_2^+ and Pb_2^+ exchange for Na^+ in a sedimentary clinoptilolite, North Sardinia, Italy. *Microporous and Mesoporous Materials*, v. 37, p. 337-343, 2000.
- LARA CABEZAS, W.A.R.; KORNDORFER, G.H.; MOTTA, S.A. Volatilização de N-NH_3 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.
- LOUIS, I.C.M.J. La zeolita natural y su papel en el manejo del nitrogeno para el cultivo del tomate. Habana, Cuba, 2002. Tese (Mestrado), Instituto Nacional de Ciência Agrícola, Habana, 2002.
- LUZ, A.B. Zeolitas: Propriedades e usos industriais. Série: Tecnologia Mineral, v. 68, 37 p. CETEM/MCT, 1995.
- OVERREIN, L.N.; MOE, P.G. Factors affecting urea hydrolysis and ammonia volatilization in soil. *Soil Science Society América Proceedings*, v. 31, p. 57-61, 1967.
- PARK, M.; KOMARNENI, S. Occlusion of KNO_3 and NH_4NO_3 in natural zeolites. *Zeolites*, v. 18, p. 171-175, 1997.
- RODRIGUES, M.B.; KIEHL, J.C. Distribuição e nitrificação da amônia proveniente da uréia aplicada ao solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 16, p. 403-408, 1992.
- United State Geological Survey Technology Transfer Information Partnerships - USGS, 2006 - Site: http://www.usgs.gov/tech-transfer/factsheets/94_066b.html, acessado em 05/01/2006 e 30/11/2007.

Tabela 1. Temperatura do ar, umidade relativa do ar e velocidade do vento no interior da casa de vegetação durante o período experimental.

DATA	TEMPERATURA DO AR (°C)			UMID. REL DO AR (%)			VELOCIDADE DO VENTO (m/s)		
	Máx.	Mín.	Média	Máx.	Mín.	Média	Máx.	Mín.	Média
26/01/07	32,07	22,07	26,06	93,5	60,7	81,8	2,0	0	0,086
27/01/07	31,81	23,92	26,54	90,1	62,3	79,5	1,6	0	0,115
28/01/07	33,45	22,86	26,49	93,0	53,7	80,9	1,6	0	0,120
29/01/07	29,11	23,26	25,88	90,4	64,0	80,9	1,9	0	0,186
30/01/07	26,55	22,53	24,82	91,4	70,4	83,9	2,0	0	0,170
31/01/07	28,46	21,74	23,80	93,9	69,8	86,6	1,6	0	0,142
01/02/07	31,08	20,17	24,50	94,7	60,1	82,4	1,6	0	0,362

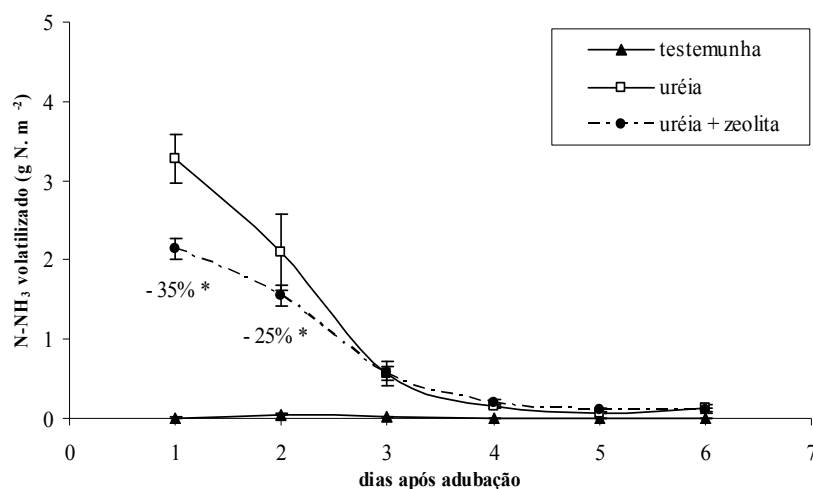


Figura 1. Volatilização N-NH₃ em seis dias consecutivos após adubação nitrogenada de cobertura (100 kg N. ha⁻¹) com uréia e uréia + zeólita, sobre solo sem calagem (Scott-Knott, NMS * : 0,05).

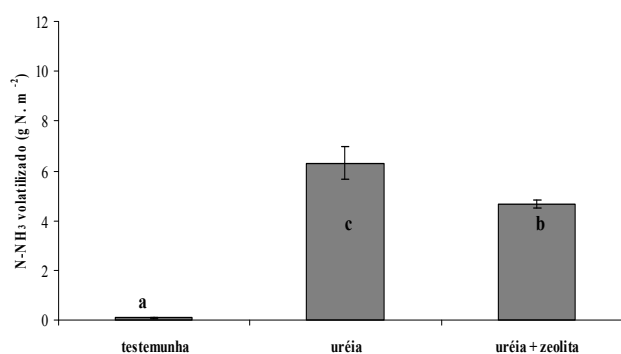


Figura 2. Total N-NH₃ volatilizado em seis dias consecutivos após adubação nitrogenada de cobertura (100 kg N ha⁻¹) com uréia e uréia + zeólita, sobre solo descoberto e sem calagem (médias com letras diferentes diferem entre si por Scott-Knott, p < 0,05).