



## Volatilização de N-NH<sub>3</sub> e pH do solo sobre diferentes doses de calcário e gesso

**Evandro Antonio Minato<sup>(1)</sup>; Michel Esper Neto<sup>(1)</sup>; Diogo Luis Versari<sup>(2)</sup>; Julio De Farias Silva<sup>(2)</sup>; Tadeu Takeyoshi Inoue<sup>(3)</sup> e Marcelo Augusto Batista<sup>(3)</sup>**

<sup>(1)</sup> Aluno do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Estadual de Maringá-UEM, Av. Colombo, N° 5790, CEP - 87020-900, Maringá-PR, evandro.minato@hotmail.com; Aluno do curso de graduação em Agronomia, da Universidade Estadual de Maringá-UEM, Av. Colombo, N° 5790, CEP - 87020-900, Maringá-PR, diogoversari@hotmail.com, juliodefarias@hotmail.com; Professor adjunto do curso em agronomia, da Universidade Estadual de Maringá-UEM, Av. Colombo, N° 5790, CEP - 87020-900, Maringá-PR, tinoue@uem.br e mabatista@uem.br

**RESUMO:** Perdas de nitrogênio (N) por volatilização de amônia (NH<sub>3</sub>) podem representar mais de 50% do N aplicado. O objetivo deste trabalho foi quantificar as perdas de N por volatilização de NH<sub>3</sub> e sua correlação com o pH da camada superficial do solo após aplicação de diferentes doses de calcário e gesso. O experimento foi desenvolvido em um Latossolo Vermelho eutroférico em delineamento experimental de blocos ao acaso, com parcelas subdivididas. As parcelas principais correspondem a doses de calcário dolomítico (0,00, 2,60, 5,35 e 8,10 Mg ha<sup>-1</sup>), e nas sub-parcelas doses de gesso agrícola, (0, 4, 8 e 12 Mg ha<sup>-1</sup>). Cada parcela recebeu 100 kg ha<sup>-1</sup> de N na forma de uréia. Quantificou-se a volatilização de N-NH<sub>3</sub> com uma câmara estática semiaberta e espectrofotometria azul-de-salicilato. O pH em CaCl<sub>2</sub> do solo foi determinado na camada de 0,00 a 0,05 m. Dentre as variáveis analisadas, observou-se efeito significativo apenas para a aplicação de calcário. O pH da camada superficial do solo apresentou resposta positiva e quadrática para aplicação de calcário, elevando o pH de 5,29 para 6,49 com 0 e 8,1 Mg ha<sup>-1</sup> respectivamente. As perdas de volatilização de N na forma de NH<sub>3</sub> responderam de forma positiva e linear de acordo com o aumento das doses de calcário aumentando de 38,05 para 57,05 kg ha<sup>-1</sup> com 0 e 8,1 Mg ha<sup>-1</sup> respectivamente. A correlação de Pearson demonstrou que 80,7% das perdas de N por volatilização são explicadas pelo aumento do pH da camada superficial do solo provocada pela calagem.

**Termos de indexação:** adubação nitrogenada, calagem, gessagem.

### INTRODUÇÃO

No Brasil, dá-se ênfase a estudos que visam o aumento da eficiência de fontes nitrogenadas em cobertura, principalmente a da ureia que é o fertilizante nitrogenado mais utilizado, e que apresenta menor custo por unidade de nitrogênio (N).

Aliado ao aumento da eficiência nitrogenada o sistema plantio direto (SPD), vem sendo consolidado como prática de manejo que propicia acúmulo de matéria orgânica, ciclagem de nutrientes e consequentemente N potencialmente mineralizável que contribui para maior eficiência da adubação nitrogenada.

Em SPD, onde se preconiza mínimos revolvimentos do solo, rotação de cultura e acúmulo de palhada, a calagem vem sendo realizada em superfície e a lanço, provocando aumento do pH das camadas superficiais do solo devido a baixa solubilidade e mobilidade do calcário, podendo acarretar perdas acentuadas de N por volatilização de amônia (NH<sub>3</sub>) principalmente quando a fonte utilizada é a ureia (Sangoi et al., 2003).

Após a aplicação ao solo, a ureia é hidrolisada pela enzima urease produzindo amônio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) e consumindo hidrogênio (H<sup>+</sup>) que implica elevação do pH ao redor dos grânulos do fertilizante (Rochette et al., 2009), que dependendo do pH final parte do amônio pode se transformar em NH<sub>3</sub> perdendo-se para a atmosfera na forma gasosa.

Lara Cabezas et al., (1997) observaram menores perdas gasosas tanto em SPD com em SPC quando utilizado sulfato de amônio, em mistura com ureia. Da mesma forma, quando utilizado gesso em mistura com ureia, o ânion sulfato pode reagir com amônio liberado pela hidrólise da ureia na solução de solo, dando origem ao sulfato de amônio diminuindo as perdas de N por volatilização (Lara Cabezas & Souza, 2008).

A quantidade de N volatilizada após a aplicação superficial de ureia ao solo depende de inúmeros fatores, incluindo condições climáticas e atributos relacionados ao solo como o pH. Esse fenômeno pode ser pequeno, totalizando de 1 a 15 % (Sangoi et al., 2003), ou atingir valores maiores do que 50 % do N aplicado (Lara Cabezas et al., 2000).

O objetivo deste trabalho foi quantificar as perdas de N por volatilização de NH<sub>3</sub> e o pH da camada superficial do solo após aplicação de diferentes doses de calcário e gesso sobre o solo.



## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na unidade de desenvolvimento de tecnologias (UDT) da Cooperativa de Cafeicultores de Maringá (COCAMAR), localizada na cidade de Floresta-PR 23° 35' S 52° 04' W com altitude média de 392 m. O solo da área é um Latossolo Vermelho eutroférrico (Bhering e Santos, 2008), e o clima, segundo a classificação de Köppen é do tipo Cfa, apresentando temperatura média no trimestre mais frio entre 17 a 18°C, e temperatura média no trimestre mais quente entre 28 a 29°C, com precipitação anual variando de 1400 a 1600 mm (Caviglione, 2000).

O solo apresentou os seguintes atributos físicos e químicos na camada 0,0 a 20 cm; 4,9 de pH em CaCl<sub>2</sub>, 5,49 de pH em água, 17,7 g dm<sup>3</sup> de C, 7,5 mg dm<sup>3</sup> de P, 0,16 cmol<sub>c</sub> dm<sup>3</sup> de K, 3,75 cmol<sub>c</sub> dm<sup>3</sup> de Ca, 1,6 cmol<sub>c</sub> dm<sup>3</sup> de Mg, 5,25 cmol<sub>c</sub> dm<sup>3</sup> de H+Al, 0,06 cmol<sub>c</sub> dm<sup>3</sup> de Al, 51,02% de saturação de bases, e 77,2% de argila.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em parcelas subdivididas e quatro repetições. Cada parcela foi composta por uma área de 50 m<sup>2</sup>, sendo dez metros de comprimento por cinco metros de largura. As parcelas principais correspondem a quatro doses de aplicação, na superfície do solo, de calcário dolomítico 0,00, 2,60, 5,35 e 8,10 Mg ha<sup>-1</sup>. Nas sub-parcelas foram aplicadas doses crescentes de gesso agrícola, correspondentes a 0, 4, 8 e 12 Mg ha<sup>-1</sup>.

Os produtos utilizados possuíam garantias de 29% de CaO e 19% MgO com PRNT de 80% para o calcário e 18% de Ca e 15% de S para o gesso agrícola. Previamente aplicação a umidade do calcário e gesso foram determinadas e a dose a ser aplicada corrigida em base seca.

A aplicação de calcário e gesso ocorreu no dia 06/10/2014, sendo primeiramente aplicado o calcário e sobre o mesmo as respectivas doses de gesso para cada parcela.

No dia 20/03/2015 após realizada o cultivo da soja foi realizada amostragem de solo na camada de 0,00 a 0,05 m para determinação do pH em CaCl<sub>2</sub> 0,01 mol L<sup>-1</sup> (relação solo:solução de 1:2,5) e logo em seguida realizado a semeadura do milho safrinha, utilizando o híbrido Agrocerees 9030 adubado com 155 kg ha<sup>-1</sup> de MAP. Quando as plantas apresentaram 4 a 6 folhas completamente expandidas (22/04/2015) foi aplicado a lanço 100 kg ha<sup>-1</sup> de N utilizando como fonte ureia.

Para determinação da volatilização de amônia foi empregado metodologia descrita por Miyazawa (2007) que propõem a utilização de uma câmara estática semiaberta com uma fita de papel de filtro

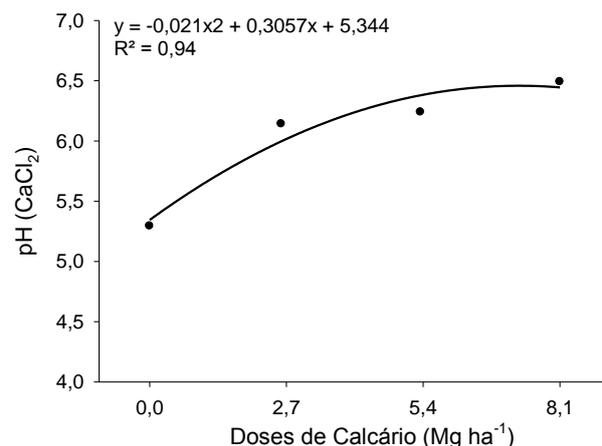
com 2,5 cm de largura e 25 cm de comprimento no interior de garrafas de plástico transparente (PET). A extremidade inferior do papel é submerso em 20,0 mL da solução de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,05 mol L<sup>-1</sup> + 2% v/v de glicerina contido em frasco de 50 mL. Cada parcela dos tratamentos recebeu uma câmara coletora de amônia, e com intuito de determinar a volatilização de amônia não proveniente da ureia instalou-se uma testemunha adicional, onde não recebeu aplicação de ureia.

As amostragens foram realizadas trocando a fita e o frasco que continham H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + glicerina a cada 2 dias até o 10° dia após aplicação do N. As amostras foram levadas a laboratório, mantidas refrigeradas e determinadas por espectrofotometria azul-de-salicilato (Miyazawa, 2007).

Os dados foram submetidos a análise da variância e quando apresentaram significância foram submetidos a análise regressão. Aplicou-se também correlação de Pearson entre volatilização acumulada de N-NH<sub>3</sub> e pH do solo, utilizando o programa estatístico SAS (SAS Institute, 1999).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de volatilização de N-NH<sub>3</sub> e pH CaCl<sub>2</sub> foram significativos apenas para as diferentes doses de calcário. Aplicação de doses crescentes de calcário promoveu elevação do pH do solo na camada de 0,00 a 0,05 m de forma quadrática variando estes de 5,29 a 6,49 com 0 e 8,1 Mg ha<sup>-1</sup> respectivamente (Figura 1).



**Figura 1** – pH do solo na camada 0,00 a 0,05 m em diferentes doses de calcário (médias de quatro doses de gesso). UEM/Maringá-PR, 2015.

Estes resultados corroboram com trabalhos encontrados na literatura, o qual demonstra o efeito do calcário em corrigir a acidez do solo, pela

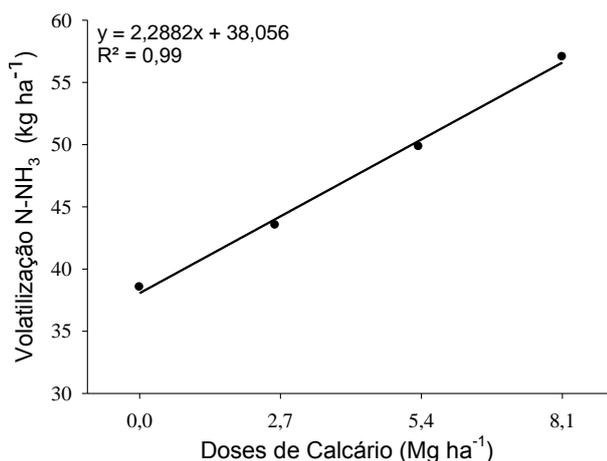


neutralização de  $H^+$  causando a elevação do pH (Caires et al. 2000). Conforme Sousa et al., (2007) as curvas que relacionam pH com calagem são curvilíneas, demonstrando maior poder tampão deste solo em pH  $CaCl_2$  de 6,0.

O gesso não alterou o pH do solo na camada superficial, concordando com os resultados obtidos por Oliveira & Pavan (1994) e Caires et al., (1998) já que esse produto é um sal neutro não sendo capaz de corrigir acidez do solo (Alcarde, 1988).

Para as perdas de nitrogênio na forma de  $NH_3$  foram encontradas respostas significativas e lineares para aplicação de calcário e nulo para gesso agrícola aplicado sobre o solo.

Aplicação de doses crescentes de calcário promoveu aumento de volatilização de N do solo de 38,05 a, 57,05  $kg\ ha^{-1}$  com 0 e 8,1  $Mg\ ha^{-1}$  respectivamente (Figura 2).



**Figura 2** – Volatilização de  $N-NH_3$  ( $kg\ ha^{-1}$ ) em diferentes doses de calcário (médias de quatro doses de gesso). UEM/Maringá-PR, 2015.

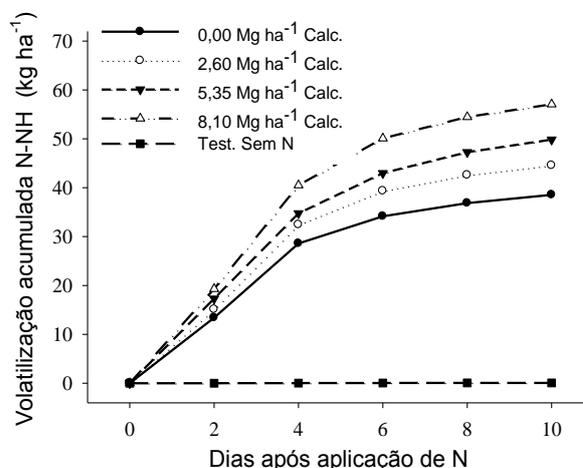
O efeito do calcário em potencializar as perdas de N por volatilização são decorrentes da elevação do pH da camada superficial do solo, resultados estes que são confirmados quando determinado correlação de Pearson (Tabela 1), onde é possível observar que 80,7% das perdas de  $N-NH_3$  são explicadas pelo aumento do pH ( $CaCl_2$ ) do solo na profundidade de 0,00 a 0,05 m. Os dados encontrados neste trabalho corroboram com Cantarella (2007), onde o autor afirma que o equilíbrio entre o íon amônio e a forma gasosa, amônia é dependente do pH do meio, onde condições de pH ácido, a espécie química predominante é o  $NH_4^+$  e em condições de pH alcalino a  $NH_3$ .

**Tabela 1.** Coeficientes de correlação de Pearson entre volatilização acumulada de  $N-NH_3$  e pH do solo na profundidade de 0,00 a 0,05 m. UEM/Maringá-PR, 2015.

	pH ( $CaCl_2$ )	p-valor
$N-NH_3$ ( $kg\ ha^{-1}$ )	0,807	0,0002

As maiores perdas ocorreram entre o segundo e o quarto dia após aplicação da ureia, (Figura 3), resultados também observados por Tasca et al (2011). Este resultado se deve pela reação de hidrólise da ureia consumir prótons ( $H^+$ ) provocando elevação do pH ao redor das partículas. Overrein & Moe (1967) notaram que o pH do solo ao redor das partículas do fertilizante subiu de 6,5 para 8,5 três dias após a adubação.

A não resposta do gesso em minimizar a volatilização de N, discordam dos encontrados por Zia et al. (1999), que em um estudo de incubação utilizando diferentes fontes de N, observaram que a incorporação de gesso reduziu significativamente as perdas de amônia por volatilização.



**Figura 3** – Volatilização acumulada de  $N-NH_3$  ( $kg\ ha^{-1}$ ) a cada 2 dias em diferentes doses de calcário (médias de quatro doses de gesso). UEM/Maringá-PR, 2015.

Segundo Lara Cabezas & Souza (2008), a contribuição do gesso e do sulfato de amônio em diminuir as perdas de N por volatilização de N pode ser explicada, devido à amônia liberada pela hidrólise da ureia ficar retida na solução de solo na forma de  $NH_4^+$ , que pode reagir com o ânion sulfato na solução de solo, dando origem ao sulfato de amônio,  $(NH_4)_2SO_4$  evitando o aumento na concentração da amônia livre e sua consequente perda gasosa.



## CONCLUSÕES

A calagem promoveu aumento do pH da camada superficial do solo e potencializou as perdas por volatilização de N na forma de  $\text{NH}_3$ .

O gesso agrícola aplicado sobre o solo não alterou o pH, e não contribuiu em diminuir as perdas por volatilização de N na forma de  $\text{NH}_3$ .

O pH do solo na profundidade de 0,00 a 0,05 m demonstrou elevada correlação com as perdas de  $\text{N-NH}_3$ .

## REFERÊNCIAS

### a. Periódicos:

CAIRES, E.F.; CHUEIRI, W.A.; MADRUGA, E.F. & FIGUEIREDO, A. Alterações de características químicas do solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicados na superfície em sistema de cultivo sem preparo do solo. R. Bras. Ci. Solo, 22:27-34, 1998.

CAIRES, E.F.; BANZATO, D.A. & FONSECA, A.F. Calagem na superfície em sistema plantio direto. R. Bras. Ci. Solo, 24:161-169, 2000.

LARA CABEZAS, W.A.R.; KORNDÖRFER, G.H. & MOTTA, S.A. Volatilização de  $\text{N-NH}_3$  na cultura de milho: II. Avaliação de fontes sólidas e fluidas em sistema de plantio direto e convencional. R. Bras. Ci. Solo, 21:489-496, 1997

LARA-CABEZAS, W.A.R.; TREIVELIN, P.C.O.; KORNDORFER, G. & PEREIRA, G.H. Balanço da adubação nitrogenada sólida e fluída de cobertura na cultura de milho, em sistema de plantio direto no triângulo mineiro. R. Bras. Ci. Solo, 24:363-476, 2000.

LARA CABEZAS, W.A.R. & SOUZA, M.A. Volatilização de amônia, lixiviação de nitrogênio e produtividade de milho em resposta à aplicação de misturas de ureia com sulfato de amônio ou com gesso agrícola. R. Bras. Ci. Solo, 32:2331-2342, 2008.

OVERREIN, L.N & MOE, P.G. Factors affecting urea hidrolusis and ammonia volatilization in soil. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 31:57-61, 1967.

ROCHETTE, P.; MacDONALD, J.D.; ANGERS, D.; CHANTINI, M.H.; GASSER, M. & BERTRAND, N. Banding urea increased ammonia volatilization in a dry acidic soil. J. Environ. Qual., 38:1383-1390, 2009b.

SANGOI, L.; ERNANI, P.R.; LECH, V.A. & RAMPAZZO, C. Volatilização de  $\text{N-NH}_3$  em decorrência da forma de aplicação de ureia, manejo de resíduos e tipo de solo, em laboratório. Ci. Rural, 33:87-692, 2003

TASCA, F.A.; ERNANI, P.R.; ROGERI, D.A.; GATIBONI, L.C.; CASSOL, P.C. Volatilização de amônia do solo após a aplicação de uréia convencional ou com inibidor de urease. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.35, n.2, p.493-502, 2011.

ZIA, M.S.; ASLAM, M.; RAHMATULLAH, T.; ARSHAD, M.; AHMED, T. Ammonia volatilization from nitrogen fertilizers with and without gypsum. Soil Use and Management, Aberdeen, v.15, p.133-135, 1999.

### b. Livro:

ALCARDE, J.C. Contraditória, confusa e polêmica: é a situação do uso do gesso na agricultura. Piracicaba. POTAFOS, 1988. (Informações Agronômicas, 41).

BHERING, S. B. & SANTOS, H.G. dos. Mapa de Solos do Estado do Paraná: legenda atualizada. Rio de Janeiro : EMBRAPA/IAPAR. 2008. 74p.

MIYAZAWA, M. Método de captação da amônia volatilizada do solo. Londrina, IAPAR, Instituto Agronômico do Paraná, 2007. 2p.

SAS. Statistical Analysis System Institute. SAS/STAT Procedure guide for personal computers. Version 5. Cary: SAS Institute, 1999.

### c. Capítulo de livro:

CANTARELLA H.. Nitrogênio. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B. & NEVES, J.C.L., eds. Fertilidade do solo. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.205-274.

SOUZA, D.M.G.; MIRANDA, L.N. & OLIVEIRA, S.A. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B. & NEVES, J.C.L., eds. Fertilidade do solo. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.205-274.

### d. Trabalho em Anais:

OLIVEIRA, E.L. & PAVAN, M.A. Redução da acidez do solo pelo uso de calcário e gesso e resposta da soja cultivada em plantio direto. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 21. Petrolina, 1994. Anais. Petrolina, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/ EMBRAPA-CPATSA, 1994. p.178.

### e. Internet:

CAVIGLIONE, João Henrique ; KIIHL, Laura Regina Bernardes ; CARAMORI, Paulo Henrique ; OLIVEIRA, Dalziza. Cartas climáticas do Paraná. Londrina : IAPAR, 2000. Acesso dia 10/05/2015 em [http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?cont\\_eudo=67](http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?cont_eudo=67)