

## **Volatilização de Amônia em Sistemas de Plantio Direto Orgânico e Tradicional do Milho.**

João Carlos Cardoso Galvão<sup>1</sup>, João Paulo Lemos<sup>2</sup>, Ana Paula Queiroga Celestino<sup>3</sup>, Anastácia Fontanetti<sup>4</sup> e Glauco Vieira Miranda<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,5</sup> Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. <sup>1</sup>jgalvao@ufv.br, <sup>2</sup>agrolemos@hotmail.com, <sup>3</sup>jcjp1985@hotmail.com e <sup>5</sup>glaucovmiranda@gmail.com, <sup>4</sup>Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, afontanetti@yahoo.com.br

**RESUMO** – Objetivou-se quantificar a volatilização da amônia em sistema de plantio direto tradicional de milho com diferentes doses da adubação química; e no sistema de plantio direto orgânico do milho, consorciado ou não com feijão-de-porco. As avaliações foram realizadas no tempo 0, 15, 30, 45 e 60 dias após a instalação dos coletores de amônia. Os tratamentos no sistema tradicional do milho foram: SPDT sem adubação; SPDT1 adubado com 150 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 8-28-16 no plantio e 50 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura; SPDT2 adubado com 300 kg ha<sup>-1</sup> de 8-28-16 no plantio e 100 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura; e para o sistema orgânico: SPDO adubado com 40 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de composto orgânico; e SPDOFP consorciado com feijão-de-porco, na densidade de três plantas/ adubado com 40 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de composto orgânico. Os maiores teores de amônia volatilizados foram quantificados no 17º dia no SDPT2 que recebeu maiores doses de adubação nitrogenada, atingindo 12 g de N-NH<sub>4</sub> m<sup>-2</sup>. O aumento da dose de N em sistema de plantio direto tradicional reduz proporcionalmente as perdas por volatilização. Houve menor volatilização de amônia com aplicação de composto orgânico no 17º dia para o SPDOFP, atingindo 7,31 g m<sup>-2</sup> de N-NH<sub>3</sub>.

Palavras-chave: adubação mineral, adubação orgânica, nitrogênio.

### **Introdução**

A dinâmica do Nitrogênio (N) no sistema solo-planta é influenciada principalmente pelo sistema de cultivo, tipo e quantidade de fertilizante, formas de manejo e condições edafoclimáticas. A uréia é considerada como um dos mais importantes fertilizantes nitrogenados devido ao seu baixo custo relativo, à alta solubilidade em água e por apresentar boa assimilação dos produtos de sua hidrólise pelas plantas. Entretanto, esse fertilizante apresenta limitações quanto às perdas de N, principalmente pelo processo de volatilização da amônia (NH<sub>3</sub>), obtido pela hidrólise enzimática da ureia conforme a seguinte reação: N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> + OH<sup>-</sup> (aquoso) • H<sub>2</sub>O + N-NH<sub>3</sub> (gás). A diminuição do potencial de perdas ocorre quando esse gás passa para a forma de íon amônio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), que depende principalmente do pH em torno do grânulo da ureia, da umidade e temperatura (PEREIRA et al., 2009). As práticas de manejo do solo, as condições climáticas

(temperatura, umidade, vento) e as características físico-químicas do solo como o pH, o poder tampão, a textura, a mineralogia da fração argila, a umidade, a temperatura, a capacidade de troca catiônica - CTC, o teor de resíduos orgânicos (WEBER e MIELNICZUK, 2009) e o potencial redox são responsáveis pela dinâmica do N.

Pesquisas realizadas em diversas condições edafoclimáticas, avaliando-se o acúmulo de palha, o teor de matéria orgânica do solo (CORRÊA et al., 2011;) e maior tempo de adoção do SPD, têm influenciado no manejo do solos e na recomendação da adubação nitrogenada no milho. Logo, o cultivo orgânico do milho em sistema plantio direto é uma alternativa viável de manejo do solo, pois possibilita a manutenção dos restos culturais e o incremento de matéria orgânica (CORRÊA et al., 2011). Entretanto, a utilização exclusiva de composto orgânico para adubação têm se mostrado uma prática onerosa em função do volume exigido.

Dessa forma, estudos devem ser realizados a fim de possibilitar o entendimento da dinâmica e recuperação do N no sistema solo-planta, para que a disponibilidade deste nutriente seja sincronizada com a necessidade da cultura, favorecendo a maior eficiência no uso da adubação.

Diante do exposto, objetivou-se quantificar a volatilização da amônia equivalente em  $\text{N-NH}_4^+$  em sistema de plantio direto tradicional de milho com aplicação de diferentes doses de adubação química; e no sistema de plantio direto orgânico do milho adubado com composto orgânico, consorciado ou não com feijão-de-porco.

### **Material e Métodos**

O trabalho foi realizado no município de Coimbra (20° 45' S; 42° 51' O) na Zona da Mata mineira, em área experimental com histórico de 18 anos de produção de milho com adubação mineral e orgânica. O solo da área experimental é um Argissolo Vermelho-Amarelo fase terraço, muito argiloso.

As parcelas consistiram de oito sulcos de plantio de milho de 8 m de comprimento, espaçadas de um metro (64 m<sup>2</sup>). A área útil compreendeu as quatro fileiras centrais desprezando-se 2,5 m das extremidades (12 m<sup>2</sup>). A aveia preta foi semeada em julho e manejada no florescimento em outubro. A produção de matéria seca de aveia em t/ha foram: SPDT (0,840); SPDT1 (2,310); SPDT2 (2,330); SPDO e SPDOFP (4,650). No sistema plantio direto tradicional

(SPDT) a aveia foi dessecada com aplicação de 2 L ha<sup>-1</sup> de glyphosate. No sistema plantio direto orgânico (SPDO) a aveia preta foi cortada rente ao solo com ceifadeira motorizada.

Foi utilizada a variedade de milho UFVM-100, com a população final de 50.000 plantas por hectare em sistema de plantio direto na palha. Cinco dias após o corte da aveia no SPDO e da aplicação do herbicida no SPDT, foi realizado o plantio do milho.

Adotou-se o delineamento em blocos ao acaso com três repetições, sendo avaliados os seguintes tratamentos: SPDT (sistema plantio direto tradicional de milho sem adubação/ controle de plantas daninhas com herbicida); SPDT1 (sistema plantio direto tradicional de milho adubado com 150 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 8-28-16 no plantio e 50 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura / controle de plantas daninhas com herbicida); SPDT2 (sistema plantio direto tradicional de milho adubado com 300 kg ha<sup>-1</sup> de 8-28-16 no plantio e 100 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura / controle de plantas daninhas com herbicida); SPDO (sistema plantio direto orgânico milho adubado com 40 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de composto orgânico / controle de plantas daninhas com ceifadeira motorizada); SPDOFP (milho consorciado com feijão-de-porco, na densidade de três plantas/m + 40 m<sup>3</sup> composto orgânico ha<sup>-1</sup> / controle de plantas daninhas com ceifadeira motorizada).

Aos 25 dias após a emergência do milho, foi feita a adubação química de cobertura com 50 e 100 kg ha<sup>-1</sup> de N (ureia granulada de diâmetro entre 2,36 a 2,80 mm) nos SPDT1 e SPDT2, respectivamente. Para os tratamentos SPDOFP e PDO, o composto orgânico foi aplicado sobre a palha da aveia ao lado da linha de plantio após a emergência das plantas de milho. A densidade do composto é de 0,33 g/cm<sup>3</sup>. Os resultados da análise química do composto utilizado (palhada de soja e feijão com esterco bovino) foram: 16,6 g kg<sup>-1</sup> de N total; 4,19 g kg<sup>-1</sup> de P; 2,62 g kg<sup>-1</sup> de K; 9,56 g kg<sup>-1</sup> de Ca; 3,68 g kg<sup>-1</sup> de Mg; 2,11 g kg<sup>-1</sup> de S; 10,75 mg kg<sup>-1</sup> de B; 35,62 mg kg<sup>-1</sup> de Cu; 214,73 mg kg<sup>-1</sup> de Mn; e 71,8 mg kg<sup>-1</sup> Zn com base no peso da matéria seca.

O controle de plantas daninhas nos sistemas de plantio direto tradicional foi realizado com a aplicação dos herbicidas pós-emergentes (1,5 kg ha<sup>-1</sup> atrazine e 12 g ha<sup>-1</sup> nicossulfuron) e no sistema orgânico com ceifadeira motorizada, nos estádios de quatro e oito folhas completamente desenvolvidas das plantas de milho.

Cinco dias após o plantio do milho foram instalados coletores para avaliar a volatilização de amônia. Utilizaram-se coletores semi-abertos estáticos de acordo com modelo proposto por Lara Cabezas et al. (1999). Os coletores foram confeccionados com tubos de PVC de diâmetro 200 mm e 400 mm de comprimento, com tampa de PVC. As unidades coletoras de amônia foram

discos de espuma com 20 mm de espessura e 200 mm de diâmetro. As espumas foram embebidas com 40 mL de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,05 mol  $\text{L}^{-1}$  + glicerina 5 %. Os discos coletores foram instalados no interior do coletor a 15 cm do solo e 15 cm acima foi instalado outro disco, igualmente preparado, para impedir a entrada de amônia da atmosfera externa ao coletor. Foram instalados dois coletores na área útil de cada parcela localizando-os ao lado da linha de plantio. Para a aplicação do composto orgânico e da adubação de cobertura os coletores foram removidos e depois reinstalados.

Para quantificar a amônia volatilizada, foram realizadas coletas dos discos de espuma (discos inferiores) aos 0, 15, 30, 45 e 60 dias após a instalação dos coletores. A cada coleta os discos de cada coletor eram substituídos. Os discos foram condicionados em saco plástico e imediatamente armazenados em geladeira até a análise. Para recuperação da amônia capturada, os discos de espuma foram lavados com 400 mL de água destilada, sendo espremidos para remover o máximo da água adsorvida. Para a quantificação da amônia volatilizada uma alíquota de 20 mL foi submetida à destilação Kejeldhal, sendo expresso em mg de N- $\text{NH}_3$ .

Os dados foram submetidos a análise de variância ajustando-se a regressão para descrever a variação da amônia volatilizada no tempo de avaliação de acordo com os tratamentos.

### **Resultados e Discussão**

Foi possível observar menores valores de volatilização no SPDT, tendo em vista que este não recebeu qualquer tipo de adubação nitrogenada. O pico máximo ocorreu no 18º dia após a primeira coleta das espumas, atingindo 2,4 g  $\text{m}^{-2}$  de N- $\text{NH}_3$  (N equivalente em N- $\text{NH}_4$ ). No tratamento mineral com menor dose de adubação SPDT1, a volatilização atingiu o seu valor máximo no 17º dia após a primeira coleta de solo, aproximadamente no sétimo dia após a adubação de cobertura, com níveis de 8,00 g de N- $\text{NH}_3$   $\text{m}^{-2}$  (figura 1).

Os maiores teores volatilizados foram obtidos no SPDT2, no qual atingiu 12 g  $\text{m}^{-2}$  de N- $\text{NH}_3$  no 18º dia. Tais resultados podem ser atribuídos ao tipo de aplicação feita em SPD, onde o adubo não é incorporado ao solo, o que facilita a volatilização do N.

De acordo com Bernardi et al. (2010) a incorporação da ureia ao solo pode reduzir à metade as perdas por volatilização de amônia em relação à aplicação em superfície, (SANGOI et al., 2003) independentemente do manejo dos restos culturais de aveia preta, das características texturais, do teor de matéria orgânica e da CTC do solo.

Contudo, verifica-se que as perdas de 77,41% do N total aplicado (plantio + cobertura) no SPDT2 foram proporcionalmente menores que os 90,32% obtidos no SPDT1, se considerada a quantidade final de N aplicado e a volatilizada no tratamento testemunha. Altas concentrações de uréia no solo podem saturar os sítios ativos da enzima urease de modo a retardar a hidrólise, diminuindo assim as perdas. Além disso, o pH mais baixo no SPDT2 pode ter influenciado na taxa de volatilização em comparação ao SPDT1 e SPDT (figura 2), o que também foi observado por Guimarães et al. (2010). Além do pH e da concentração do substrato, outros fatores podem interferir na volatilização, como nível de umidade e temperatura (SANTOS et al., 1991).

O SPDO atingiu seu ponto máximo de volatilização no 17º dia após a primeira coleta, com teores volatilizados de 8,0 g m<sup>-2</sup> de N-NH<sub>3</sub>, que é menor quando comparado ao tratamento SPDT2, e semelhante ao obtido no tratamento SPDT1. O tratamento SPDOFP, teve seu ponto máximo de volatilização no 17º após a primeira coleta, atingindo níveis de 7,31 g m<sup>-2</sup> de N-NH<sub>3</sub>.

Comparado ao SPDO em que também se empregou a adubação orgânica, este apresentou menor volatilização, provavelmente devido à presença do feijão-de-porco que além da maior proteção do solo e da capacidade diferencial de fixar simbioticamente N, contribui para acréscimos de N no solo em frações mais estáveis da matéria orgânica do solo.

Além disso, o pH do SPDO ficou próximo de 7,0, enquanto no SPDOFP foi próximo de 6,0, o que pode ter contribuído para a diferença obtida entre os sistemas de plantio, com maior o potencial de volatilização no solo com pH mais próximo de 7,0, semelhante ao resultados obtidos por Guimarães et al. (2010).

### **Conclusões**

Os maiores teores de amônia volatilizados foram quantificados no sistema de plantio direto tradicional que recebeu maiores doses de adubação nitrogenada, atingindo 12 g de N-NH<sub>4</sub> m<sup>-2</sup>. O aumento da dose de N em sistema de plantio direto tradicional reduz proporcionalmente as perdas por volatilização de N aplicado. Houve menor volatilização de amônia ao 17º dia quando se consorciou o feijão-de-porco com o milho no sistema de plantio direto orgânico com aplicação do composto, atingindo 7,31 g m<sup>-2</sup> de N-NH<sub>3</sub>.

### **Literatura Citada**

BERNARDI, A. C. de C.; MOTA, E. P. da; CARDOSO, R. D; OLIVEIRA, P. P. A. Volatilização de amônia, produção de matéria seca e teores foliares de N do azevém adubado

com fontes nitrogenadas. Circular Técnica 66, **Embrapa Pecuária Sudeste**, São Carlos, SP, Nov. ISSN 1981-2086, 2010.

CORRÊA, M. L. P.; GALVÃO, J. C. C.; FONTANETTI, A.; FERREIRA, L. R.; MIRANDA, G. V. Dinâmica populacional de plantas daninhas na cultura do milho em função de adubação e manejo. **Ciência Agronômica**, v. 42, n. 2: p. 354-363, 2011.

GUIMARÃES, G. G. F.; PALVA, D. M. de; RENA, F. C.; SOUZA, H. N. de; PEREIRA, C. G.; CANTARUTTI, R. B. Volatilização de amônia pela hidrólise da ureia com diferentes formas de acabamento. **Informações Agronômicas** N° 131 – Setembro/2010.

KEMPERS, A.J; ZEWERS, W. L. Ammonium determination in soil extracts by salicylate method. **Communication Soil Science and Plant Analysis**, v.17, n.7, p.715-723, 1986.

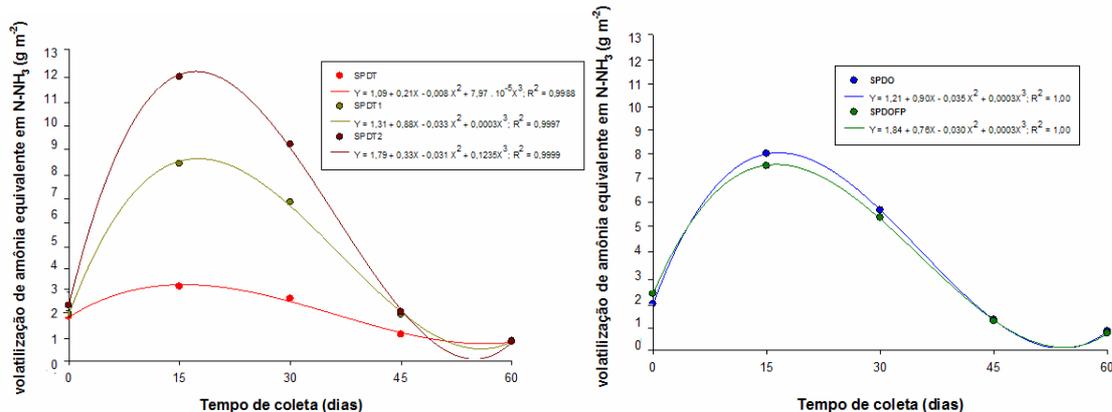
LARA CABEZAS, A. R.; TRIVELIN, P. C. O; BENDASSOLLI, J. A; SANTANA, D. G. de; GASCHO, G. J. Calibration of a semi-open static collector for determination of ammonia volatilization from nitrogen fertilizers. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**. 30 (3/4): p. 389-406, 1999.

PEREIRA, H. S.; LEÃO, A. F.; VERGINASSI, A.; CARNEIRO, M. A. C; Ammonia volatilization of urea in the out-of-season corn. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v.33, n.6, p.1685-1694, 2009.

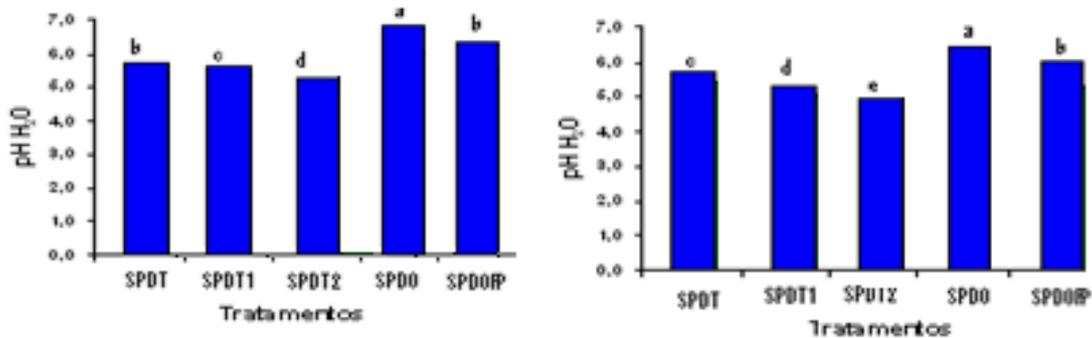
SANGOI, L.; ERNANI, P. R.; LECH, V. A.; RAMPAZZO, C. Volatilização de N-NH<sub>3</sub> em decorrência da forma de aplicação de uréia, manejo de resíduos e tipo de solo, em laboratório. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.4, p.687-692, jul-ago, 2003.

SANTOS, A. R.; VALE, F. R.; SANTOS, J. A. G. Avaliação de parâmetros cinéticos da hidrólise da uréia em solos do sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciências do solo**, Campinas, v. 15, p. 309-313, 1991.

WEBER, M.A. & MIELNICZUK, J. Estoque e disponibilidade de nitrogênio no solo em experimento de longa duração. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 3:429-437, 2009.



**Figura 1.** Teor de volatilização de amônia pelo tempo de avaliação em dias (0,15,30,45 e 60) dos tratamentos SPDT, SPDT1, SPDT2 e nos SPDO e SPDOFP, respectivamente.



\*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

**Figura 2.** Valores de pH nos sistemas de plantio na profundidade de 0-10 e de 10-20 cm respectivamente.