



Volatilização de amônia e transformação de amônio em nitrato com o uso de ureia recoberta com cama de aviário⁽¹⁾.

Daniel João Dall'Orsoletta⁽²⁾; Jhonatan Orsolin⁽³⁾; Luiz Paulo Rauber⁽⁴⁾; Djalma Eugênio Schmitt⁽²⁾; Luciano Colpo Gatiboni⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Fundação Instituto de Apoio ao Ensino Pesquisa e Extensão do Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV); ⁽²⁾ Doutorando em Ciência do Solo da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC-CAV), Av. Luiz de Camões, 2090, CEP 88520-000, Lages, SC, dani.orsoletta@gmail.com; ⁽³⁾ Graduando em Agronomia da UDESC-CAV; ⁽⁴⁾ Pós-doutorando em Ciência do Solo da UDESC-CAV; ⁽⁵⁾ Professor Titular de Fertilidade do Solo da UDESC-CAV.

RESUMO: Perdas de nitrogênio (N) por volatilização de amônia (NH₃) e lixiviação de nitrato (NO₃⁻) após as adubações impulsionam a busca constante por adubos mais eficientes. Este trabalho objetivou avaliar perdas de N por volatilização de NH₃ e as transformações do N mineral no solo da ureia recoberta com cama de aviário (Ureia+Cama) e outras fontes em duas condições de umidade. O experimento foi conduzido em ambiente controlado em arranjo fatorial 5x2 sendo 5 fontes de N (Ureia, Kimcoat[®], SuperN[®], Ureia+Cama e testemunha sem fertilizante) e duas umidades (80 e 100% da capacidade de campo). O estudo foi conduzido em um Cambissolo Húmico sendo os fertilizantes aplicados superficialmente. Avaliou-se a volatilização de NH₃ em oito épocas (2, 4, 6, 8, 10, 15, 23 e 28 dias) após a aplicação dos tratamentos e a concentração de NH₄⁺ e NO₃⁻ no solo em seis épocas (0, 5, 10, 15, 23 e 28 dias) após a aplicação dos tratamentos. As perdas acumuladas de N por volatilização de NH₃ não se diferiram entre as fontes e as umidades aos 28 dias sendo as perdas próximas a 12% do total de N aplicado. A transformação do NH₄⁺ em NO₃⁻ no solo apresentou o mesmo comportamento para todas as fontes, exceto a testemunha. A umidade de 100% da C.C. retardou a nitrificação, provavelmente por diminuição da concentração de oxigênio neste tratamento. A ureia+cama pode ser utilizada como fonte de N substitutivamente as demais fontes testadas.

Termos de indexação: Fertilizantes recobertos; adubação nitrogenada; amônio; nitrato.

INTRODUÇÃO

O nitrogênio (N) faz parte de vários compostos das plantas sendo o nutriente absorvido em maior quantidade pelas mesmas (Cantarella, 2007). Isso faz com que as adubações nitrogenadas tenham grande resposta na produção das culturas (Teixeira et al., 2008; Santos et al., 2010).

Apesar disso a eficiência das adubações tende a ser reduzida devido a grande instabilidade do N no solo. O N pode ser perdido pelos processos de volatilização de amônia (NH₃), lixiviação de nitrato

(NO₃⁻) e desnitrificação (Ros & Aita, 2005; Siqueira Neto et al. 2010).

O íon amônio (NH₄⁺) proveniente dos fertilizantes amídicos pode ser perdido na forma de NH₃, ao reagir com hidroxilas do solo, ou ser perdido por lixiviação de NO₃⁻, ao ser oxidado por microorganismos em um processo exclusivamente aeróbico (Sangoi et al., 2003; Cantarella., 2007). A desnitrificação ocorre em ambientes alagados havendo poucas técnicas de manejo eficiente em conter estas perdas.

No entanto, para os processos de volatilização de NH₃ e lixiviação de NO₃⁻ existem práticas eficientes neste contexto, aumentando assim a eficiência das adubações nitrogenadas (Zhang et al., 2015). Entre estas práticas está a utilização de fertilizantes recobertos, que junto com inibidores da uréase retardam a liberação de NH₄⁺ no solo e com isso reduzem as perdas (Cantarell et al., 2008). Outros ainda são revestidos com polímeros, inibindo a solubilização dos fertilizantes. Apesar disso há uma constante busca por outras técnicas e outros tipos de revestimentos, como por exemplo, o recobrimento da ureia com cama moída de aviário, que possibilita dar destino adequado a este resíduo.

Um dos fatores com maior influência sobre a rota de perda tomada pelo N é a umidade do solo, devido ser responsável pela solubilização dos fertilizantes.

Com isso, este estudo teve por objetivo avaliar a eficiência de fertilizante nitrogenado recoberto com cama de aviário, quanto às perdas por volatilização de NH₃ e a transformação de NH₄⁺ em NO₃⁻, comparativamente a outras fontes disponíveis no mercado em duas condições de umidade.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, em Lages – SC, em condições controladas.

Utilizou-se a camada de 0 – 20 cm de um Cambissolo Húmico (Embrapa, 2013) com as seguintes propriedades químicas: pH_{água} 5,4; pH_{SMP} 5,9; CTC 9,2 cmol_c dm³; Saturação por base 61%;



Al, Ca e Mg trocáveis 1,5, 5,6 e 1,9 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ respectivamente; P e K disponível 3,1 e 92 mg dm^{-3} . Matéria orgânica 46 g kg^{-1} e Argila 455 g kg^{-1} (Tedesco et al., 1995). O solo foi destorroado e tamisado a 2 mm, tendo seu pH corrigido para 6,0 seguindo recomendação da CQFS-RS/SC (2004).

Os tratamentos utilizados foram 4 fontes de N (Ureia 45% de N, Kimcoat[®] 43% de N, SuperN[®] 44% de N e Ureia revestida com cama de aviário 30% de N) e uma testemunha sem aplicação de N, em dois níveis de umidade (80 e 100% da capacidade de campo) com quatro repetições. O experimento foi dividido em duas partes com os mesmos tratamentos, sendo uma parte destinada a quantificação da volatilização de amônia (NH_3) e outra para quantificação do N-mineral (NH_4^+ e NO_3^-).

Em todos os testes foram aplicados ao solo doses equivalentes a 200 kg ha^{-1} de N, independentemente da fonte. Os fertilizantes foram distribuídos homogeneamente na superfície do solo.

Para a captação da NH_3 , 0,3 kg de solo foram acondicionados em potes com tampa perfurada e sobre o solo foram colocados tubos de 15 ml contendo 10 ml de H_3PO_4 (capturador de NH_3). As coletas foram realizadas em oito épocas (2, 4, 6, 8, 10, 15, 23 e 28 dias) após a aplicação dos tratamentos e a quantificação da NH_3 volatilizada se deu pelo método de destilação por arraste de vapor em sistema micro-Kjeldahl após alcalinização com NaOH 10 mol L^{-1} segundo metodologia descrita por Tedesco et al. (1995). Os resultados foram transformados para percentual de N perdido em relação à quantidade aplicada via fertilizantes subtraindo-se os valores obtidos da testemunha.

Para a quantificação das transformações do N-mineral no solo foram utilizados 0,7 kg de solo acondicionado em potes tampados, às coletas foram realizadas em seis épocas (0, 5, 10, 15, 23 e 28 dias) após a aplicação dos tratamentos. A quantificação do NH_4^+ e NO_3^- no solo seguiu metodologia descrita por Tedesco et al. (1995), sendo os resultados transformados para percentual em relação ao N-mineral total.

Os dados obtidos para volatilização de NH_3 foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e comparados pelo teste de médias de Tukey ($P < 0,05$), sendo as épocas avaliadas separadamente, utilizando-se o programa estatístico ASSISTAT (Silva & Azevedo, 2009). Para os dados de N-mineral procurou-se a equação com melhor ajuste dentro de cada fonte e umidade, utilizando-se o programa SigmaPlot versão 10.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tratamento com superN[®] retardou as perdas por volatilização de NH_3 até os 10 e 15 dias após a

aplicação dos tratamentos para o solo a 80% e 100% da C.C. respectivamente (Figura 1). A ureia+cama apresentou valores intermediários de perdas por volatilização aos 6 dias após a aplicação dos tratamentos na umidade de 100% da C.C. Nas demais épocas não houve diferença entre tratamentos, sendo que aos 28 dias todas as fontes independentemente da umidade tiveram perdas acumuladas próximas a 12% do total de N aplicados. Em experimento a campo Cantarella et al., (2008) encontraram redução da volatilização quando o inibidor da uréase NBPT, o mesmo utilizado no SuperN[®], foi adicionado a ureia.

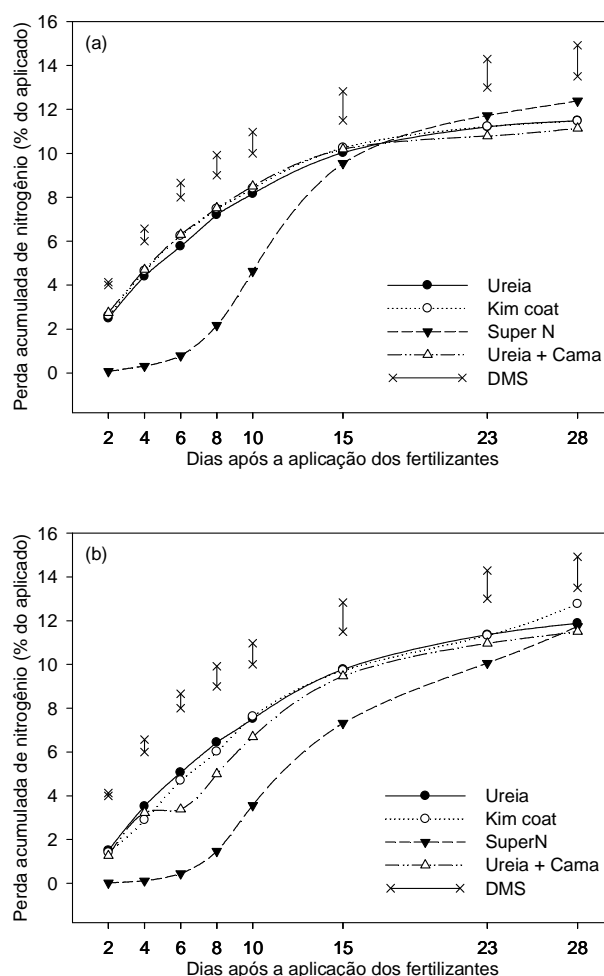


Figura 1 – Perda acumulada de nitrogênio por volatilização de amônia em relação à quantidade aplicada em Cambissolo Húmico a 80% (a) e 100% (b) da capacidade de campo.

Revestimentos puramente físicos, como com polímeros tal qual o Kimcoat ou mesmo a ureia+cama, poderiam apresentar menores perdas por volatilização em ambientes secos. Porém nestas condições a aplicação de N não é recomendada (Cantarella et al., 2007). Quando em adubações superficiais, como neste estudo, o umedecimento do solo após a aplicação de N é mais importante que a umidade presente no solo, por permitir além da



diluição do fertilizante a incorporação do mesmo (Ros & Aita, 2005).

Apesar de as perdas acumuladas não se diferirem, quanto maior o retardo do pico de volatilização maior é o tempo de permanência do N em formas passíveis de absorção pelas plantas (Cantarella et al., 2008; Zhang et al., 2015).

As transformações das formas de N-mineral do solo são apresentadas na **figura 2**. No solo a 80% da C.C. todas as fontes testadas, exceto a testemunha, apresentaram a maior concentração de NH_4^+ em relação ao NO_3^- entre 5 e 10 dias após a aplicação dos tratamentos. Já para o solo a 100% da C.C. isto foi observado entre os 10 e 15 dias após a aplicação dos tratamentos. Este efeito pode ser atribuído a menor oxigenação do solo a 100% da C.C. uma vez que a nitrificação é uma reação exclusivamente aeróbica (Cantarella, 2007).

Apesar de NH_4^+ e NO_3^- serem absorvíveis pelas plantas, apenas o primeiro consegue ficar retido nos solos com predomínio de cargas negativas, sendo que o NO_3^- fica livre na solução do solo passível de ser lixiviado (Sangoi et al., 2004). Por isso, fertilizantes com liberação lenta ou práticas que mantenham maiores teores de NH_4^+ em relação a NO_3^- se tornam mais eficientes (Aita et al., 2013) como o maior teor de umidade neste estudo, desde que não aumente as perdas por desnitrificação.

CONCLUSÕES

A ureia recoberta com cama de aviário não apresenta efeito supressor sobre as perdas acumuladas de nitrogênio por volatilização de amônia e a taxa de nitrificação comparativamente as demais fontes avaliadas.

A variação na umidade de 80 ou 100% da capacidade de campo não apresentou diferença nas perdas de N após 28 dias de aplicação, mas os maiores teores de umidade retardaram a nitrificação, independentemente da fonte utilizada.

A ureia mais cama de aviário pode ser utilizada substitutivamente as demais fontes utilizadas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a empresa AGRODIVEL por fornecer os materiais para os testes e financiar o trabalho.

REFERÊNCIAS

AITA, C.; BALEM, A.; PUJOL, S. B.; SCHIRMANN, J.; GONZATTO, R.; GIACOMINI, D. A.; VARGAS, P. V.; GIACOMINI, S. J. Redução na velocidade da nitrificação no solo após aplicação de cama de aviário com dicianodiamida. *Ciência Rural*, Santa Maria, 43:1387-1392, 2013.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, Roberto Ferreira et al. *Fertilidade do solo*. Viçosa, MG; Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007, p.375-470.

CANTARELLA, H.; TRIVELIN, P. C. O.; CONTIN, T. L. M.; DIAS, F. L. F.; ROSSETTO, R.; MARCELINO, R.; COIMBRA, R. B.; QUAGGIO, J. A. Ammonia volatilisation from urease inhibitor-treated urea applied to sugarcane trash blankets. *Scientia Agricola*, 65:397-401, 2008.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC – CQFS – RS/SC. Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 10 ed. Porto Alegre: SBCS-Núcleo Regional Sul, 2004, 400p.

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3 ed. Rev. Ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2013, 353 p.

ROS, C. O.; AITA, C.. Volatilização de amônia com aplicação de uréia na superfície do solo, no sistema plantio direto. *Ciência Rural*, 35:799-805, 2005.

SANGOI, L.; ERNANI, P. R.; LECH, V. A.; RAMPAZZO, C.. Lixiviação de nitrogênio afetada pela forma de aplicação da ureia e manejo dos restos culturais de aveia em dois solos com texturas contrastantes. *Ciência Rural*, 33: 65-70, 2003.

SANTOS, P. A.; SILVA, A. F.; CARVALHO, M. A. C.; CAIONE, G.. Adubos verdes e adubação nitrogenada em cobertura no cultivo do milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 9:123-134, 2010.

SILVA, F. A. S. & AZEVEDO, C. A. V. A New Version of The Assistat-Statistical Assistance Software. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 4, Orlando – FL – USA, 2006. Anais. Orlando: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2006. p.393-396.

SIQUEIRA NETO, M.; PICCOLO, M. C.; VENZKE FILHO, S. P.; FEIGL, B. J.; CERRI, C. C.. Mineralização e desnitrificação do nitrogênio no solo sob sistema plantio direto. *Bragantia*, 69:923-936, 2010.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEIIS, S.J. Análises de solo, planta e outros materiais. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 1995 174p.

TEIXEIRA, I. R.; KIKUTI, H.; BOREM, A. Crescimento e produtividade de algodoeiro submetido a cloreto de mepiquat e doses de nitrogênio. *Bragantia*, 67:891-897, 2008.

ZHANG, M.; FAN, C.H.; LI, Q.L.; LI, B.; ZHU, Y.Y.; XIONG Z.Q. A 2-yr field assessment of the effects of chemical and biological nitrification inhibitors on nitrous oxide emissions and nitrogen use efficiency in an intensively managed vegetable cropping system. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 201:43-50, 2015.

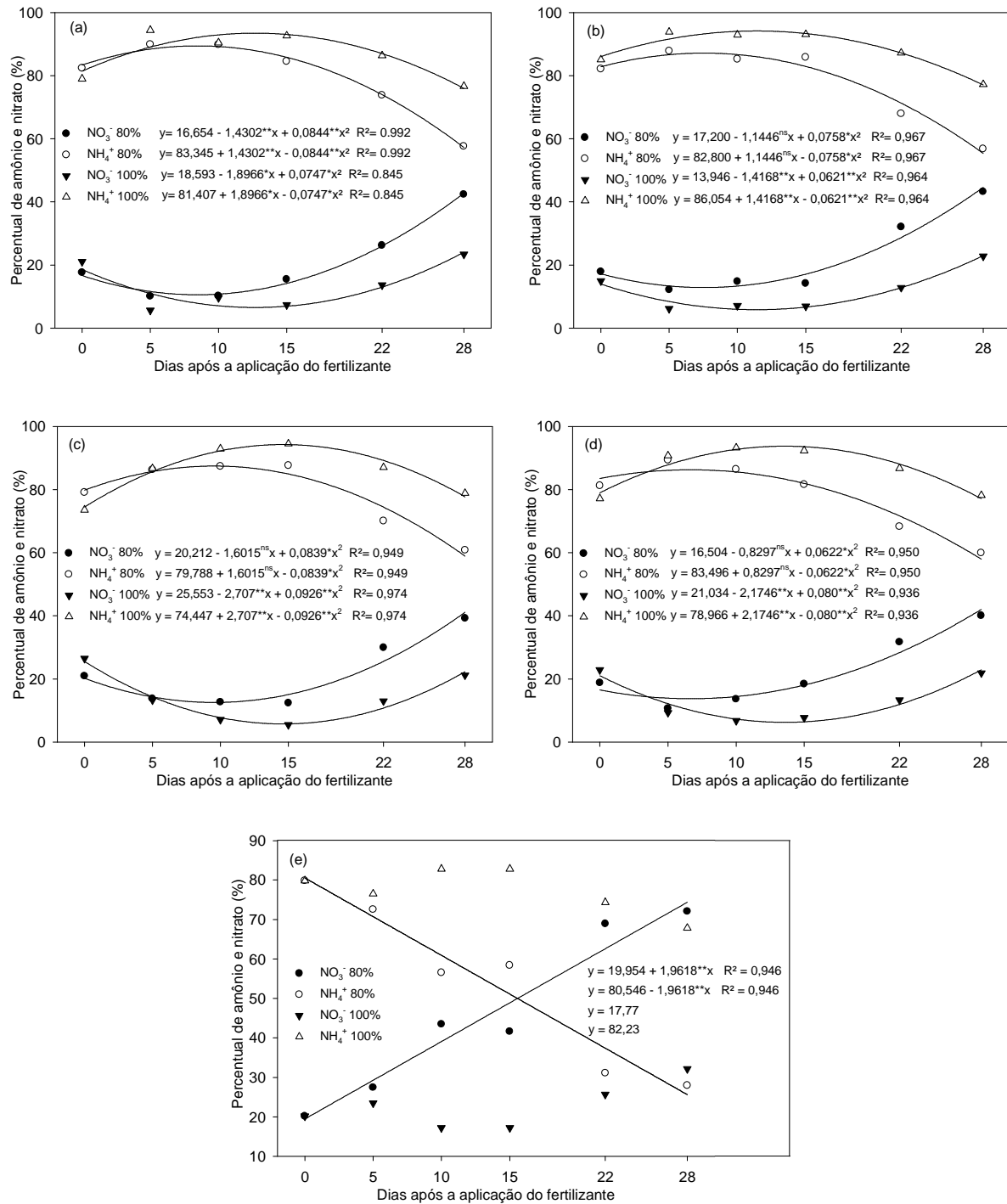


Figura 2 – Percentual de amônio (NH_4^+) e nitrato (NO_3^-) em relação ao nitrogênio mineral total de um Cambissolo Húmico a 80% e 100% da capacidade de campo, com aplicação de ureia (a), Kimcoat® (b) SuperN® (c), ureia revestida com cama de aviário (d) e testemunha sem aplicação de nitrogênio (e).