

**FESURV - UNIVERSIDADE DE RIO VERDE
FACULDADE DE ENGENHARIA AMBIENTAL**

**PERDA DE NITROGÊNIO POR VOLATILIZAÇÃO DE AMÔNIA
PROVENIENTE DA APLICAÇÃO SUPERFICIAL DE UREIA**

RAYRIMMA BORBA MOREIRA

(Engenheiro Ambiental)

**RIO VERDE
GOIÁS - BRASIL**

2011

RAYRIMMA BORBA MOREIRA

**PERDA DE NITROGÊNIO POR VOLATILIZAÇÃO DE AMÔNIA
PROVENIENTE DA APLICAÇÃO SUPERFICIAL DE UREIA**

Artigo apresentado à Fesurv – Universidade de Rio Verde, como parte das exigências da Faculdade de Engenharia Ambiental, para obtenção do título de *Engenheiro Ambiental*

**RIO VERDE
GOIÁS - BRASIL**

2011

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da FESURV**

Moreira, Rayrimma Borba

Perda de nitrogênio por volatilização de amônia proveniente da aplicação superficial de ureia. / Rayrimma Borba Moreira. – Rio Verde – GO.: FESURV, 2011. 17f.: 29,7cm.

Monografia (artigo) Apresentada à Universidade de Rio Verde – GO – FESURV, Faculdade de Engenharia Ambiental, 2011. Orient: Prof. MSc. Álisson Vanin”.

RAYRIMMA BORBA MOREIRA

**PERDA DE NITROGÊNIO POR VOLATILIZAÇÃO DE AMÔNIA
PROVENIENTE DA APLICAÇÃO SUPERFICIAL DE UREIA**

Artigo apresentado à Fesurv – Universidade de Rio Verde, como parte das exigências da Faculdade de Engenharia Ambiental, para obtenção do título de *Engenheiro Ambiental*

APROVADA: 09 de dezembro de 2011

Prof. MSc. Álisson Vanin
(Orientador)

Prof. MSc. Weliton Eduardo Lima de
Araújo (Membro da banca)

Prof. Dr. Marcos André Simon
(Membro da banca)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a meus familiares, a meu orientador e meus amigos, pois me incentivaram muito, dando força e garra para vencer as dificuldades desse caminho.

AGRADECIMENTOS

A Deus primeiramente, por me dar forças e por não me deixar desistir dessa conquista.

Aos meus pais e meus avós por me apoiarem todo o tempo nas inúmeras dificuldades.

Ao meu orientador, Prof. Álisson Vanin, pelos ensinamentos e amizade.

A todos os professores do curso de Engenharia Ambiental, pelos valiosos ensinamentos acadêmicos.

Às colegas Ana Karolina Marques Messias e Daiane Ribeiro Pimentel Espíndola, pela assistência nas análises, disposição e amizade.

A todos os colegas de sala, pelo auxílio durante o curso e conhecimentos divididos. Seria impossível citar aqui os nomes de todos que me auxiliaram em minha trajetória.

BIOGRAFIA

RAYRIMMA BORBA MOREIRA, filho de Adailton Batista e Nelma Borba Dias Moreira, nasceu em 04 de Março de 1989, em Acreúna, Goiás. Em 2008, ingressou no Curso de Engenharia Ambiental da FESURV, Universidade de Rio Verde, graduando-se em 2011.

Perda de nitrogênio por volatilização de amônia proveniente da aplicação superficial de ureia

Rayrimma Borba Moreira

Resumo: O aumento da produção mundial de alimentos vem exigindo maior eficiência na utilização dos fertilizantes nitrogenados, principalmente da ureia, fonte concentrada de N, porém sua eficiência vem sendo questionada devido as perdas por volatilização de amônia. O objetivo deste trabalho foi mensurar as perdas de nitrogênio por volatilização de amônia proveniente da aplicação superficial de ureia em diferentes doses, assim como avaliar seu efeito em algumas características agronômicas na cultura do milho. O experimento foi realizado em casa de vegetação, na Fesurv – Universidade de Rio Verde, em delineamento inteiramente casualizado com cinco repetições e cinco tratamentos. Os tratamentos consistiram de quatro doses de ureia (25, 50, 75 e 100 kg ha⁻¹ de N) e uma testemunha, sem aplicação de ureia. A aplicação da ureia foi realizada quando as plantas estavam em estágio fenológico V4. Aos 60 dias após a emergência (DAE) ocorreu a coleta da parte aérea e raízes das plantas. Posteriormente, o material foi levado para o laboratório de solos para realização das análises de matéria seca de parte aérea e raízes das plantas, concentração foliar e radicular de nitrogênio e volatilização de amônia. As coletas do volatilizado foram efetuadas a cada 24 horas durante um período total de 240 horas, de acordo com a metodologia descrita por Araújo et al. (2006). Os dados foram analisados no programa estatístico Sisvar, tanto para análise de variância quanto para regressão. O aumento das doses de ureia não influenciou a produção de massa seca de parte aérea e de raízes. A concentração de nitrogênio na parte aérea foi superior com a aplicação de maiores doses de ureia. A volatilização de amônia foi menor na dose de 50 kg ha⁻¹, podendo ser considerada a dose mais eficiente.

Palavras-chave: concentração, matéria seca, *Zea mays*

Nitrogen loss by ammonia volatilization from surface application of urea

Abstract: The increase in world food production has required more efficient use of nitrogen fertilizers, mainly of urea, concentrated source of N. However, its effectiveness has been questioned due to losses by ammonia volatilization. The objective of this study was to measure nitrogen losses by ammonia volatilization from surface application of urea at different doses and to evaluate its effect on some agronomic characteristics in maize. The experiment was conducted in greenhouse, at Fesurv – Universidade de Rio Verde, in a completely randomized design with five replications and five treatments. The treatments consisted of four doses of urea (25, 50, 75 and 100 kg ha⁻¹ of N) and a control, without the application of urea. The application of urea was performed when the plants were in V4 developmental stage. At 60 days after emergence (DAE) was the collection of leaves and roots of plants. Subsequently the material was taken to the laboratory to perform soil analysis regarding dry leaves and roots of plants, root and leaf concentrations of nitrogen and ammonia volatilization. The collections of the volatilized were taken every 24 hours for a total of 240 hours, according to the methodology described by Araújo et al. (2006). Data were analyzed with the statistical program Sisvar for both variance analysis and for regression. Increasing doses of urea did not affect the production of dry mass of shoots and roots. The nitrogen concentration in shoots was

greater with the application of higher doses of urea. The ammonia volatilization was lower at the dose of 50 kg ha⁻¹ and it can be considered the most efficient dose.

Key words: concentration, dry matter, *Zea mays*

INTRODUÇÃO

Com o crescimento populacional, a humanidade se vê empenhada a usar a maior quantidade possível de solo agricultável, pois o aumento da demanda mundial por alimentos vem exigindo uma maior produção de grãos (Haim, 2009), porém a utilização de fertilizantes também pode afetar a produtividade das culturas.

O nitrogênio, por exemplo, é um dos nutrientes que mais limitam a produção de alimentos no mundo. Em solos tropicais, é indispensável o uso de fertilizantes nitrogenados para manter as produções, devido sobretudo à baixa eficiência na sua utilização, que gira em torno de 50%, tanto do nitrogênio do solo como daquele aplicado como fertilizante (Coelho et al., 1991). Sendo assim, deve-se fundamentalmente buscar uma maior eficiência na utilização de recursos e dentre estes, são encontrados os fertilizantes nitrogenados, representados principalmente pela ureia, fonte concentrada de N. Porém, sua eficiência vem sendo questionada devido às perdas por volatilização de amônia. (Sangoi et al., 2003).

O íon amônio presente nos fertilizantes pode ser convertido em amônia, um gás tóxico que afeta a saúde humana e animal. Evidências científicas sugerem que a amônia ocasiona irritação das membranas mucosas dos olhos e no aparato respiratório de aves e aumenta a susceptibilidade a doenças respiratórias (Carlie, 1984; Donham et al., 2002; Homidan et al., 2003; Olanrewaju et al., 2007 citados por Oviedo-Rondón, 2008).

Uma série de reações podem ser observadas quando o nitrogênio é aplicado no solo, dependendo das propriedades físicas, químicas e microbiológicas do solo. Esse nutriente pode ser lixiviado, volatilizado, absorvido pelas plantas ou imobilizado na biomassa microbiana (Paul e Clark, 1989 citado por Figueiredo et al., 2005).

Contudo, Olson e Kurtz (1982) citados por Lara Cabezas (2000) salientaram que a utilização do N-fertilizante pelas plantas pode ser maximizada, localizando-se o adubo na região mais ativa do sistema radicular, aplicando-se o fertilizante no estágio fisiológico da cultura de maior demanda pelo nutriente.

Para que ocorra a volatilização de amônia é necessário que exista no solo a presença simultânea de amônio e pH elevado. Essas condições ocorrem quando se aplica ureia ao solo, pois a hidrólise desse fertilizante eleva o pH ao redor dos grânulos (Ouyang et al.,

1998; Ernani et al., 2001), podendo ocasionar perdas por volatilização, principalmente se for aplicada sobre a superfície, sem incorporação e as condições térmicas e hídricas forem favoráveis (Sangoi et al., 2003).

Cardoso Neto et al. (2006) encontrou maior acúmulo de N-mineral total no solo com MAP e sulfato de amônio, e menor acúmulo com aplicação de ureia. Assim, a incorporação da ureia ao solo é uma alternativa para reter maior quantidade de amônio e para minimizar as perdas de amônia por volatilização (Lara Cabezas et al., 2000; Sangoi et al., 2003).

Vitti et al (2002) realizou uma pesquisa com o objetivo de avaliar a influência da mistura de sulfato de amônio com ureia sobre a volatilização de nitrogênio amoniacal, utilizaram-se misturas de ureia (330 mg) com sulfato de amônio (0, 75, 150, 225 e 300 mg), as mesmas foram aplicadas na superfície de um Latossolo Vermelho distrófico de textura média/arenosa e observou-se que a mistura de ureia (330 mg) com sulfato de amônio (300 mg) reduziu significativamente as perdas de amônia sem afetar a qualidade da mistura em relação aos atributos físico-químicos avaliados, apresentando eficiência técnica e agrônômica para o fim proposto.

Até 80% do N-ureia aplicado superficialmente em pastagens tropicais pode ser perdido do sistema solo-planta, em razão da volatilização de amônia (Primavesi et al., 2001; Martha Jr. et al., 2004). Entretanto, parte da amônia volatilizada do fertilizante ou esterco aplicados em agroecossistemas pode ser absorvida pelas folhas, também deve-se considerar que diferentes fatores interferem na absorção foliar de amônia, como o ponto de compensação de amônia na planta, a concentração da mesma na atmosfera e a área foliar da cultura (Martha Jr. et al., 2004).

A volatilização pode ser intensificada quando os resíduos culturais ficam sobre a superfície do solo. Desta forma, a lixiviação de N pode ser maior quando se incorpora o adubo nitrogenado devido a redução na possibilidade de perdas de N por volatilização, resultando em maiores concentrações deste nutriente na solução do solo (Sangoi et al., 2003).

Em solos bem arejados há o predomínio do N na forma nítrica em relação ao N amoniacal, tanto o proveniente da mineralização da matéria orgânica do solo quanto o de fertilizantes amídicos ou amoniacais, são transformados a nitrato por microrganismos do solo. Esse processo, conhecido como nitrificação é favorecido por condições aeróbias, altas temperaturas e pH próximo da neutralidade, entre outros fatores (Mielniczuk, 1982 citado por Yano et al., 2005).

A conversão de amoniacal a nitrato ocorre rapidamente, podendo ocasionar perdas por lixiviação, contaminando as águas de superfície e do lençol freático quando níveis excessivos de adubo são utilizados. Também pode ocorrer desnitrificação, aumentando a emissão de N₂O para a atmosfera, que é um dos gases de influência no efeito estufa (Chantigny et al., 2004 citado por Aita e Giacomini, 2008; Aita et al., 2007; Oviedo-Rondón, 2008).

Logo, é fundamental ter conhecimento das reações que interferem na dinâmica do nitrogênio. Sendo assim, o objetivo deste trabalho é mensurar as perdas de nitrogênio por volatilização de amônia proveniente da aplicação superficial de ureia em diferentes doses, assim como avaliar seu efeito em algumas características agrônômicas na cultura do milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido em casa de vegetação na Fesurv-Universidade de Rio Verde, em Rio Verde-GO de abril a agosto de 2011. Foram utilizados vasos de 10 L, contendo 8,5 kg de subsolo classificado como Latossolo Vermelho distroférico (Embrapa, 2006). As características químicas e físicas do solo foram: Ca: 0,27; Mg: 0,08; K: 0,02; Al: 0,01; H+Al: 2,2; Soma de bases: 0,38; CTC: 2,61, em cmolc dm⁻³; P: 0,18 mg dm⁻³; matéria orgânica: 4,10 g kg⁻¹; pH (CaCl₂): 4,65; areia, silte e argila: 160; 130; e 710 g kg⁻¹ em %, respectivamente.

Para corrigir a baixa fertilidade do solo e suprir as necessidades da cultura do milho durante a condução do ensaio, foi efetuada a aplicação de calcário dolomítico tipo filler dois meses antes da semeadura para elevar a saturação de bases a 50%. Também foram empregados o equivalente à 30 kg ha⁻¹ de N, 380 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 50 kg ha⁻¹ de K₂O, na forma de ureia, superfosfato triplo e cloreto de potássio, respectivamente, incorporados ao solo antes da semeadura. No estágio fenológico (V4) junto com as doses de N, foi aplicado 60 kg ha⁻¹ de K₂O em cobertura, utilizando como fonte o cloreto de potássio

Antes da semeadura, a umidade do solo foi elevada a 60% da capacidade de campo e foi mantida durante a condução do ensaio. Posteriormente, foram utilizadas sementes do híbrido comercial de milho ATL 200, cujas sementes foram tratadas com Fludioxonil, Metalaxil-M, Pirimifós methyl e Deltamethrin (2,5; 1,0; 1,6 e 1,5 g para cada 100 kg de sementes, respectivamente). Foram semeadas quatro sementes por vaso, sendo realizado

o desbaste aos 7 dias após a emergência (DAE), deixando duas plantas em cada vaso. Utilizou-se delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (0, 25, 50, 75 e 100 kg ha⁻¹ de N, na forma de ureia) e cinco repetições.

As adubações foram aplicadas a lanço em cobertura nas parcelas no dia 14 de julho de 2011. Imediatamente após a aplicação das adubações no solo, instalaram-se as câmaras coletoras, utilizando-se um sistema de câmara semi-aberta estática de plástico transparente tipo PET de 2 litros sem a base, com área de 0,008 m². Em seu interior foi utilizada uma fita de espuma de polietileno de 2,5 cm de largura e 25 cm de comprimento embebida em solução de H₂SO₄ 0,55 mol L⁻¹ + glicerina 2% (v/v), segundo metodologia descrita por Araújo et al. (2006). As fitas de coleta de amônia volatilizada foram substituídas nos períodos subseqüentes a 24, 48, 72, 96, 120, 144, 168, 192, 216, 240 horas após a aplicação.

As amostras foram encaminhadas para o laboratório de solos da Fesurv para determinação dos teores de amônia volatilizada pelo método de destilação de arraste de vapores semi-micro Kjeldahl (Silva et al., 2009). Também foi avaliado o acúmulo de massa seca na parte aérea e raízes das plantas, concentração foliar e radicular de nitrogênio (N).

A colheita das plantas ocorreu aos 60 DAE, com a posterior determinação da massa seca da parte aérea e das raízes das plantas. Para determinação da massa seca, foram coletadas separadamente a parte aérea e as raízes das plantas oriundas de cada tratamento, submetendo o material à secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C por 72 h. Após atingir peso constante, as amostras foram retiradas para determinação do peso seco da parte aérea e das raízes, expressando os resultados em gramas. Depois o material foi moído em moinho tipo Willey e levado ao laboratório de solos da Universidade de Rio Verde para determinação da concentração foliar e radicular de N de acordo com metodologia descrita por Silva et al. (2009).

Os dados foram submetidos a análise de variância e posteriormente as médias foram submetidas também a análise de regressão utilizando-se o programa estatístico Sisvar (Ferreira, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise dos resultados, verificou-se que não houve diferença significativa entre as doses de ureia aplicadas na superfície do solo para a produção de

massa seca da parte aérea e raízes. Contrastando com os resultados apresentados por Sousa e Lobato (2004), pois o milho responderia a doses de até 200 kg ha⁻¹ de N. A volatilização de amônia da ureia pode ter diminuído a eficiência da adubação em cobertura do milho, haja vista a possibilidade de volatilizações da ordem de 70% do N aplicado, porém para a concentração de nitrogênio na parte aérea e raízes, as doses diferiram significativamente entre si (Tabela 1).

Tabela 1. Produção de massa seca da parte aérea (MSPA) e raízes (MSR), concentração de nitrogênio na parte aérea (NPA) e raízes (NRA) de plantas de milho e volatilização de amônia proveniente da aplicação superficial de diferentes doses de ureia.

Doses	MSPA	MSR	NPA	NRA	Volatilização
- kg ha ⁻¹ de N -	----- g planta ⁻¹ -----	----- g planta ⁻¹ -----	----- g kg ⁻¹ -----	----- g kg ⁻¹ -----	----- kg ha ⁻¹ -----
0	2,20	2,89	14,26	8,06	5,25
25	1,75	3,20	20,40	15,26	5,07
50	2,37	3,87	19,88	14,20	4,68
75	3,07	4,19	22,52	13,14	4,92
100	2,69	3,84	30,74	10,68	5,51
C.V.(%)	41,96	40,67	21,91	26,62	6,60

As maiores doses de ureia ocasionaram maior concentração de nitrogênio na parte aérea das plantas, concordando assim, com os dados de Sousa e Lobato (2004). De acordo com a tendência obtida no gráfico de regressão, pode-se inferir que adubações superiores a 100 kg ha⁻¹ obteriam responsividade da cultura do milho. No entanto, a concentração de nitrogênio nas raízes não sofreu incremento com o aumento das doses de ureia. Porém, pode-se inferir que nos tratamentos onde houve aplicação de ureia houve maior concentração de nitrogênio nas raízes em relação a testemunha, sem aplicação de nitrogênio em cobertura (Figura 1).

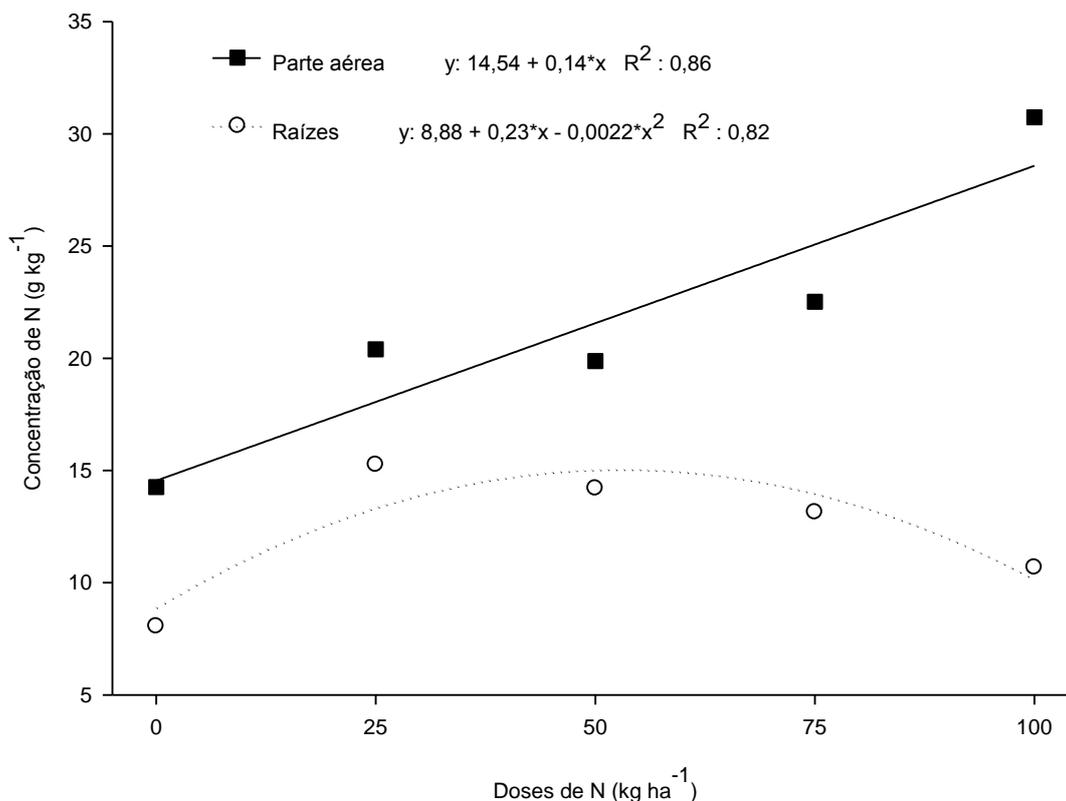


Figura 1. Concentração de nitrogênio na parte aérea e raízes de plantas de milho submetidas a diferentes doses de ureia

As perdas por volatilização de amônia variaram entre 4,68 e 5,51 kg ha⁻¹, e podem ser consideradas baixas em relação as perdas que normalmente ocorrem com a utilização de ureia, pois as mesmas podem chegar a 80% (Primavesi et al., 2001; Souza e Lobato, 2004; Martha Jr. et al., 2004). Pode-se inferir que as perdas por volatilização de amônia foram baixas devido a manutenção da umidade no solo, pois foram aplicadas pequenas quantidades de água diariamente, o que ocasiona maior infiltração do nitrogênio no solo e conseqüentemente, diminuição da volatilização.

A incorporação da ureia no solo, tal como a mistura de sulfato de amônia com ureia reduzem a volatilização de amônia, sendo consideradas boas alternativas de uso (Lara Cabezas et al., 2000; Vitti et al, 2002; Sangoi et al., 2003).

A volatilização de amônia foi menor na dose de 50 kg ha⁻¹ (Figura 2) podendo ser considerada a dose mais eficiente se compararmos a volatilização com concentração de N na parte aérea e raízes.

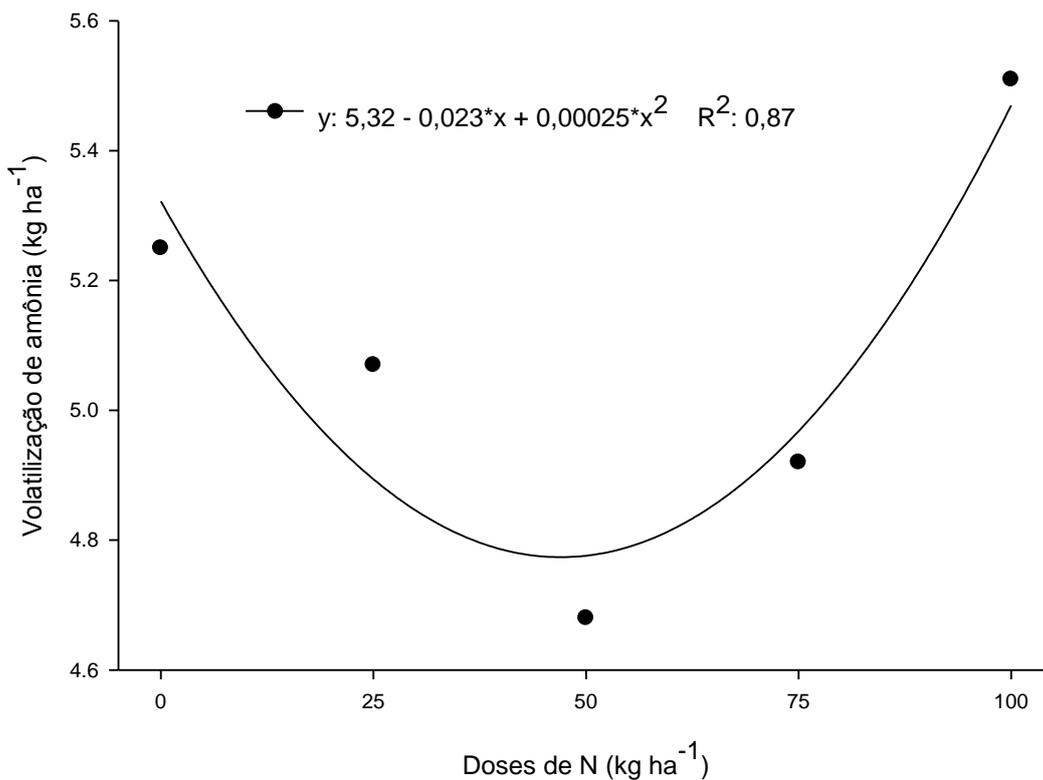


Figura 2. Volatilização de amônia proveniente da aplicação superficial de diferentes doses de ureia.

CONCLUSÕES

1. O aumento das doses de ureia não influenciou significativamente a produção de massa seca de parte aérea e de raízes.
2. A concentração de nitrogênio na parte aérea foi superior com a aplicação de maiores doses de ureia.
3. A dose de 50 kg ha⁻¹ de nitrogênio proporcionou maior concentração de nitrogênio nas raízes e menor volatilização de amônia.
4. A utilização eficiente dos fertilizantes é importante para a redução da emissão de amônia para a atmosfera, diminuindo possíveis danos ambientais.
5. A repetição deste ensaio a campo geraria informações mais completas do assunto, pois o volume de solo, condições ambientais e ciclo da cultura seriam mais próximos da realidade.

LITERATURA CITADA

AITA, C.; GIACOMINI, S. J.; HÜBNER, A. P. Nitrificação do nitrogênio amoniacal de dejetos líquidos de suínos em solo sob sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 95-102, 2007.

AITA, C.; GIACOMINI, S. J. Nitrito no solo com a aplicação de dejetos líquidos de suínos no milho em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 2101-2111, 2008.

ARAÚJO, E. S.; BODDEY, R. M.; URQUIAGA, S.; ALVES, B. J. R. **Câmara coletora para quantificação do N-NH₃ volatilizado do solo**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2006. 4 p. (Embrapa Agrobiologia. Comunicado técnico, 87).

CARDOSO N. F.; GUERRA, H. O. C.; CHAVES, L. H. G. Nitrogênio residual em solo adubado com diferentes fontes e intervalos de aplicação de Nitrogênio. **Revista Caatinga**, v.19, n.2, p.161-168, 2006.

COELHO, A. M.; FRANCA, G. E.; BAHIA, A. F. C.; GUEDES, G. A. A. Balanço de nitrogênio (15N) em um Latossolo Vermelho-escuro, sob vegetação de cerrado cultivado com milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.15. n.2, p.187-193, 1991.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de solos. **Sistema de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informações; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

ERNANI, P. R. Nutrição e produtividade de espécies vegetais em sistema de plantio direto e convencional. In: REUNIÃO TÉCNICA CATARINENSE: MILHO & FEIJÃO, 2, 2001. Lages. **Resumos...** Lages: UDESC/ EPAGRI, v.1, p.19-30, 2001.

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows 4.0. In: REUNIAO ANUAL DA REGIAO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45, 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p.255-258.

FIGUEIREDO, C. C ; RESCK, D .V. S; GOMES,A. C. G; URQUIAGA, S. Sistemas de manejo na absorção de nitrogênio pelo milho em um Latossolo Vermelho no Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 3, p. 279-287, 2005.

HAIM, P. G. **Perdas de nitrogênio por volatilização e lixiviação provenientes de fertilizantes granulados NK e NS.** 2009. 59f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2009.

LARA CABEZAS, W.A. R.; TRIVELIN, P. C. O.; KONDÖRFER, G. H.; PEREIRA, S. Balanço da adubação nitrogenada sólida e fluida de cobertura na cultura de milho, em sistema plantio direto no triângulo mineiro (MG). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, p. 363-376, 2000.

MARTHA Jr., G. B.; CORSI, M.; TRIVELIN, P. C. O.; VILELA, L.; PINTO, T. L. F.; TEIXEIRA, G.M.; MANZONI, C. S.; BARIONI, L. G. Perda de amônia por volatilização em pastagem de capim-tanzânia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, p. 2240-2247, 2004.

MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A.; MURAOKA, T.; CARMO, C. A. F. S. do; MELO, W. J. de. Análise química de tecido vegetal. In: SILVA, F.C. (Editor técnico). **Manual de análise química de solos, plantas e fertilizantes.** Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2009. cap. 2. p. 191-233.

OUYANG, D.; MACKENZIE, A.F.; FAN, M. Phytotoxicity of banded urea amended with triple superphosphate and potassium choride. **Agronomy Journal, Madison**, v.90, p.734-739, 1998.

PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L.A.; PRIMAVESI, A.C.; CANTARELLA, H. **Adubação com ureia em pastagem de Cynodon dactylon cv. Coastcross sob manejo rotacionado: Eficiência e perdas.** São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2001. 42p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Circular Técnica, 30).

SANGOI, L; ERNANI, P. R; LECH, V. A; RAMPAZZZO, C. Lixiviação de nitrogênio afetada pela forma de aplicação da ureia e manejo dos restos culturais de aveia em dois solos com texturas contrastantes. **Revista Ciência Rural**, v. 33, n. 1, p. 65 -70, 2003.

SOUSA, D.M.; LOBATO, E. Adubação com nitrogênio. In: SOUSA, D.M.; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação.** 2 ed., Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 129-145.

VITTI, G. C.; TAVARES Jr, J. E.; LUZ, P. H. C.; FAVARIN, J. L.; COSTA, M. C. G. Influência da mistura de sulfato de amônio com ureia sobre a volatilização de nitrogênio amoniacal. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, p. 663-671, 2002.

YANO, G. T.; TAKAHASHI, H. W.; WATANABE, S. T. Avaliação de fontes de nitrogênio e épocas de aplicação em cobertura para o cultivo do trigo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 26, n. 2, p. 141-148, 2005.