



Nitrato e amônio na camada superficial do solo após a adição de doses de N com redutores de perdas⁽¹⁾

Paulo Augusto Pereira Lopes⁽²⁾; Deivisson Ferreira da Silva⁽²⁾; Rodinei Facco Pegoraro⁽³⁾; Gleika Larisse Oliveira Dorasio de Souza⁽²⁾; Felipe Dias Araújo⁽⁴⁾; Marcos Lopes dos Campos⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com auxílio da FAPEMIG, CNPq e Unimontes.

⁽²⁾ Estudante de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido do Departamento de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Montes Claros-Unimontes, Campus Janaúba; Av. Reinaldo Viana, 2630, Bico da Pedra, 39440-000, Janaúba, MG, Brasil; ⁽³⁾ Professor do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal no Semiárido, Departamento de Ciências Agrárias-Unimontes, Campus Janaúba; rodinei.pegoraro@unimontes.br. ⁽⁴⁾ Estudante do Curso de Agronomia do Departamento de Ciências Agrárias da Unimontes.

RESUMO: O estudo teve como objetivo avaliar os teores de nitrato e amônio na camada superficial do solo (0-20 cm) após a adição de doses crescentes de N com inibidores de urease e nitrificação. Para tanto, o estudo foi montado em blocos casualizados, com quatro repetições, sendo as unidades experimentais arranjadas em esquema fatorial 4 x 5, que consistirão de: quatro combinações de ureia com inibidores de urease e nitrificação (1- ureia comum; 2- ureia + inibidor de urease; 3- ureia + inibidor de nitrificação; 4- ureia + inibidor de urease e nitrificação), cinco doses de N (0, 385, 770, 1.155 e 1.540 kg ha⁻¹). Foi utilizado o UREMAX NBPT[®] para o tratamento da ureia com dose de 6,5 g do produto para 1.000 g de nitrogênio ADFERT, (2013). No tratamento da ureia foi utilizada uma dose de 10% da DCD em relação ao nitrogênio desse fertilizante. Os parcelamentos das doses de nitrogênio foram feitos em três aplicações em seis meses. Os teores de N inorgânico foram avaliados 20 dias após o último parcelamento, na camada de 0 - 20 cm de profundidade. As formas de nitrogênio (NH₄⁺ e NO₃⁻ + NO₂⁻) foram extraídas com KCl 2,0 mol L⁻¹. O NH₄⁺ foi determinado pela destilação após a adição de MgO no extrato e sua transformação em amônia e o NO₃⁻ + NO₂⁻ que não foram destilados, foram determinados indiretamente, após sua redução a NH₄⁺, empregando - se liga devarda, o qual posteriormente foi destilado na forma de amônia.

Termos de indexação: Inibidores; Nitrificação; Dicianodiamida.

INTRODUÇÃO

A ureia tem sido a fonte nitrogenada mais utilizada nas últimas décadas em todo o mundo, devido ao baixo custo e alta concentração de N (45% de N). Porém, quando aplicada em superfície às perdas por volatilização e nitrificação do amônio são elevadas.

As perdas de amônia e nitrato têm importância econômica para os agricultores e provoca efeito ecológico negativo sobre a qualidade atmosférica e de águas subterrâneas (ZAMAN E BLENNERHASSETT, 2010). As perdas de nitrato promovem a eutrofização das massas de água subsuperficiais e afeta a biodiversidade terrestre, especialmente em habitats sensíveis (SUTTON *et al.*, 2008).

Recentemente, alguns compostos químicos, entre eles o NBPT (tiofosfato de N butiltriamida), têm sido misturados à ureia com o objetivo de diminuir a velocidade de hidrólise da ureia, por meio da inibição da atividade da urease (TASCA *et al.*, 2011). Resultados experimentais mostram que esses fertilizantes têm diminuído a atividade da urease e com isso, retardado a hidrólise da ureia (SANZ-COBENA *et al.*, 2008).

Além de inibidores de urease, existem no mercado os inibidores de nitrificação, dentre eles a dicianodiamida (DCD), que são compostos desenvolvidos com o intuito de reduzir as perdas de N por lixiviação, pois diminuem a formação de NO₃⁻ no solo, fazendo com que o N na forma amoniacal, que é menos sujeito à lixiviação, fique preservado no solo por mais tempo.

Portanto, objetivou-se avaliar os teores de nitrato e amônio na camada superficial do solo (0-20 cm) após a adição de doses crescentes de N com inibidores de urease e nitrificação na região do semiárido Mineiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em um Latossolo Amarelo da fazenda da UNIMONTES, localizado no município de Janaúba - MG. O local situa-se a 15° 47' Sul e 43° 18' Oeste, com 516m de altitude. O clima da região é semi-árido tipo Aw, segundo a classificação de Koppen, ou seja, clima tropical de savana, com inverno seco e verão chuvoso, com precipitação pluviométrica média de



aproximadamente 870 mm, distribuída irregularmente no período chuvoso de outubro a março, temperatura média anual de 25 °C, insolação de 2.700 horas anuais, umidade relativa média de 65 % INMET (2015).

O método de irrigação utilizado foi a aspersão convencional fixa, com microaspersores de vazão nominal de 200 L h⁻¹. Os emissores foram espaçados em 4 m ao longo da linha e 3 m entre as linhas. Foram realizadas 3 irrigações semanais, por um período de 1,3 horas totalizando uma lâmina de 7,5 mm, com água proveniente do Rio Gorutuba. O tempo de irrigação foi calculado de acordo com coeficiente da cultura (Kc) (0,5-1,2), durante o seu ciclo de desenvolvimento (CARVALHO 1998).

Tratamentos e amostragens

O experimento seguiu o delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições, sendo a unidade experimental arranjada em esquema fatorial 4 x 5, que consistirão de: quatro combinações de ureia com inibidores de urease e nitrificação (1- ureia comum; 2- ureia + inibidor de urease; 3- ureia + inibidor de nitrificação; 4- ureia + inibidor de urease e nitrificação), cinco doses de N (equivalente a 0, 385, 770, 1.155 e 1.540 kg ha⁻¹). Foi utilizado o UREMAX NBPT[®] para o tratamento da ureia com dose de 6,5 g do produto para 1.000 g de nitrogênio ADFERT, (2013). No tratamento da ureia foi utilizada uma dose de 10% da DCD em relação ao nitrogênio desse fertilizante (SOARES *et al.*, (2012).

Os parcelamentos das doses de nitrogênio foram feitos em três aplicações em um período de seis meses. Os teores de N foram avaliados 20 dias após o último parcelamento, na camada de 0 - 20cm de profundidade. As amostras de solo foram coletadas e armazenadas em freezer 0 °C para interromper a atividade microbiana no solo.

As formas inorgânicas de nitrogênio (NH₄⁺ e NO₃⁻ + NO₂⁻) foram extraídas com KCl 2,0 mol L⁻¹, utilizando -se a relação solo:solução de aproximadamente 1:10 e agitação por uma hora. No filtrado, foram determinados o NH₄⁺ e NO₃⁻ + NO₂⁻.

O NH₄⁺ foi determinado pela destilação após a adição de MgO no extrato e sua transformação em amônia e o NO₃⁻ + NO₂⁻ que não foram destilados, foram determinados indiretamente, após sua redução a NH₄⁺, empregando - se liga devarda, o qual posteriormente foi destilado na forma de amônia (EMBRAPA, 2010). A concentração no solo foi calculada com base na massa de solo seco, considerando os teores de umidade presente

na amostra úmida, de acordo com a Equação a seguir:

$$\text{NH}_4^+ \text{ ou } \text{NO}_3^- = \left[\frac{(\text{Vac} - \text{Vbr}) \times 14,007 \times \text{Nac} \times \text{fc}}{\text{Val}} \right] \times \left[\frac{(\text{Vt} + \text{Vaa})}{\text{Ps} \times 10^{-3}} \right]$$

Em que:

N- NH₄⁺ = concentração de amônio no solo (mg kg⁻¹);

N- NO₃⁻ = quantidade de nitrato no solo (mg kg⁻¹);

Vac = volume de ácido clorídrico gasto na titulação da amostra (mL);

Vbr = volume do ácido clorídrico gasto na titulação do branco de análise (mL);

Nac = normalidade do ácido clorídrico utilizado

fc = fator de correção da concentração do ácido sulfúrico;

Val = volume da alíquota usada na destilação (mL);

Vt = volume total de extrato utilizado no processo de extração (mL);

Vaa = volume de água pré-existente na amostra de solo (mL);

Ps = massa de solo seco (g).

Análise estatística

A análise estatística dos dados incluiu as análises de variância e de regressão, a 5%, e teste F (p < 0,05). Os modelos foram ajustados com base na significância dos parâmetros, coeficiente de determinação e capacidade do modelo de explicar biologicamente o fenômeno.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultado obtido após análise de variância, os valores de NH₄⁺ e NO₃⁻ foram influenciados significativamente (p<0,05) pela interação dupla entre doses e fontes de nitrogênio.

Com aumento das doses de nitrogênio foi observado efeito linear positivo nos teores de amônio no solo para a fonte de nitrogênio ureia, combinações ureia+ DCD e ureia+NBPT+DCD e efeito quadrático para ureia+NBPT (Figura 1). Para os teores de nitrato foram observados efeitos lineares positivos para ureia, combinações ureia +DCD e ureia+NBPT+DCD e efeito quadrático para combinação ureia+NBPT (Figura 1).

Com utilização de DCD no tratamento da ureia o aumento nos teores de amônio no solo está relacionado à inibição da nitrificação propiciada por esse produto, já para fonte ureia ocasionado pela rápida hidrólise do fertilizante o que elevou os



teores de nitrato e amônio em relação às demais combinações testadas. Os menores teores de amônio no solo para combinação ureia+NBPT pode estar relacionado ao efeito residual do produto com aumento das doses de nitrogênio e também ao aumento do processo de nitrificação do amônio.

Os teores de amônio foram superiores a partir da dose de 770 kg ha^{-1} de nitrogênio com a fonte ureia e para a combinação ureia+NBPT+DCD com as doses de 1.155 e 1.540 kg ha^{-1} (Tabela 1). Esses elevados teores para a fonte ureia podem estar relacionado a redução das perdas de nitrogênio por volatilização de amônia com aumento das doses, já para a combinação ureia+NBPT podem está relacionado ao efeito residual do inibidor de urease em maiores doses de nitrogênio, mantendo o mesmo em sua forma orgânica (ureia).

Bremner *et al.* (1991) observaram persistência do efeito inibidor de NBPT aos 28 dias de incubação e decréscimo com o aumento da temperatura ao adicionar NBPT a quatro amostras de solo ($5 \text{ mg NBPT kg}^{-1}$ de solo) e que a capacidade de inibir a hidrólise de uréia havia se reduzido em média em 53% nos solos incubados com NBPT a 30°C e em 30% naqueles incubados a 15°C .

Segundo Tisdale; Nelson; Beaton, (1985) e Cantarella, (2007) aumento das doses de nitrogênio, permite ainda maior tempo para a difusão do fertilizante em maiores volumes de solo, diminuindo o potencial de perda.

Para os teores de nitrato no solo os maiores valores foram observados para as doses de 385 e 770 kg ha^{-1} com as fontes ureia e ureia+NBPT (Tabela 1). Mostrando o efeito do DCD em inibir a nitrificação do amônio no solo. Soares *et al.*, (2012) observaram menores teores de nitrato com adição de DCD à ureia em avaliação superficial após aplicação de 300 kg ha^{-1} de N.

CONCLUSÃO

A adubação com ureia em combinação com inibidor de nitrificação reduziu os teores de nitrato e aumentou os teores de amônio na camada superficial.

A adubação com ureia e forma única ou em combinação com inibidor de urease aumentou os teores de nitrato na camada superficial.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e a FAPEMIG pelo auxílio financeiro para execução do projeto de pesquisa e pela bolsa de iniciação científica. À Universidade Estadual de Montes Claros pelo suporte e disponibilização de infraestrutura.

REFERÊNCIAS

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 e 401, 2008.

IRIGOYEN, I.; MURO, J.; AZPILIKUETA, M.; APARICIO-TEJO, P.; LAMSFUS, C. Ammonium oxidation kinetics in the presence of nitrification inhibitors DCD and DMPP at various temperatures. *Australian Journal of Soil Research* v. 41, n. 6, p. 1177-1183.

SANZ-COBENA, A. et al. Gaseous emissions of N_2O and NO and NO_3^- leaching from urea applied with urease and nitrification inhibitors to a maize (*Zea mays*) crop. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v. 149, p. 64– 73, 2012.

SOARES, J. R. et al. Amônia volatilization losses from surface-applied urea with urease and nitrification inhibitors. *Soil Biology and Biochemistry*, Elmsford, v. 52, p. 82-89, 2012.

SUTTON, M.A., ERISMAN, J.W., DENTENER, F., MÖLLER, D. Ammonia in the environment: from ancient times to the present. *Environmental Pollution*, v. 156, p. 583-604, 2008.

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. *R. Bras. Ci. Solo*, 35:493-502, 2011.

Zaman, M., Blennerhassett, J.D. Effect of the different rates of urease and nitrification inhibitors on gaseous emissions of ammonia and nitrous oxide, nitrate leaching and pasture production from urine patches in an intensive grazed pasture system. *Agriculture Ecosystems and Environment*, v.136, p. 236-246, 2010.

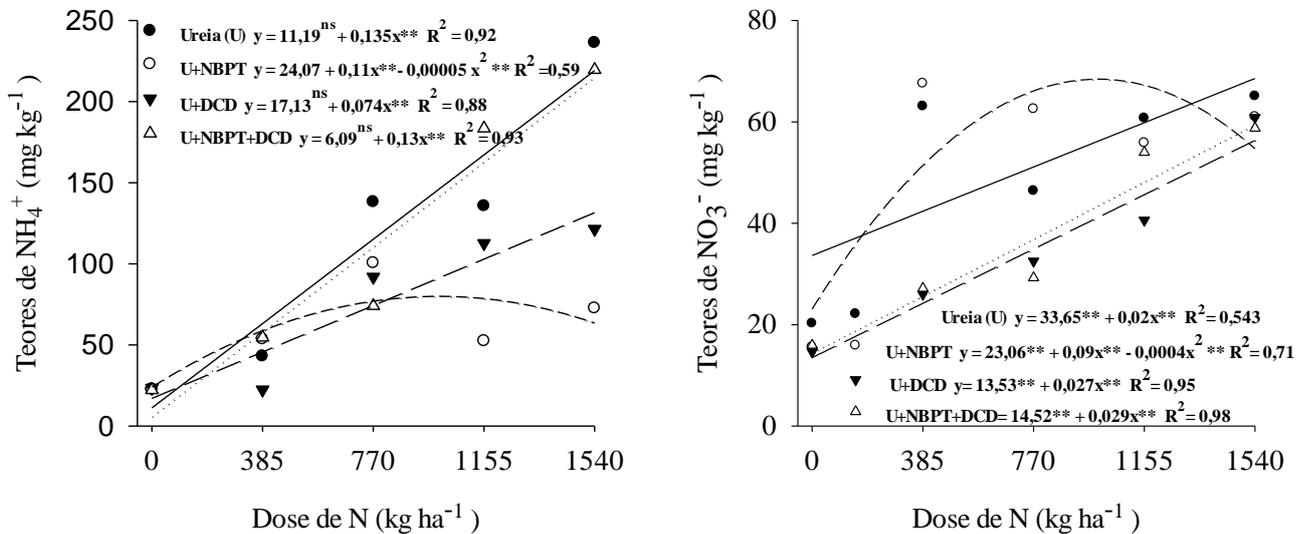


Figura 1. Teores de NH_4^+ , NO_3^- na camada de 0-20 cm do solo, após a adição de diferentes doses de nitrogênio e inibidor de urease e nitrificação.

Tabela 1. Valores médios dos teores NH_4^+ e NO_3^- na camada de 0-20cm do solo após a adição de diferentes doses de nitrogênio e inibidor de urease e nitrificação.

Teores de NH_4^+ no solo (mg kg^{-1})					
Combinações	Doses de N (kg ha^{-1})				
	0	385	770	1155	1540
Ureia (U)	22,61 a	43,15 a	138,18 a	135,67 ab	236,34 a
U+NBPT	22,77 a	53,67 a	100,59 ab	52,50 c	72,67 c
U+DCD	23,47 a	22,41 a	91,95 ab	112,66 b	121,50 b
U+NBPT+DCD	22,23 a	54,65 a	74,11 b	183,51 a	219,67 a
Média Geral	22,77	43,47	101,20	121,08	162,54

Teores de NO_3^- no solo (mg kg^{-1})					
Combinações	Doses de N (kg ha^{-1})				
	0	385	770	1155	1540
Ureia (U)	20,25 a	63,09 a	46,42 ab	60,73 a	65,08 a
U+NBPT	15,57 a	67,60 a	62,57 a	55,85 a	61,01 a
U+DCD	14,64 a	26,03 b	32,56 b	40,62 a	60,90 a
U+NBPT+DCD	15,94 a	27,16 b	29,26 b	53,99 a	58,76 a
Média Geral	16,60	45,96	42,7	52,79	61,44

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5 % de significância.