



Volatilização de amônia proveniente de ureia comum e ureia com tecnologias agregadas em arroz de terras altas⁽¹⁾.

Maria da Conceição Santana Carvalho⁽²⁾; Adriano Stephan Nascente⁽³⁾; Laene Nepomuceno Almeida⁽⁴⁾; Karla Miranda Ferreira⁽⁵⁾ e Lidiane Costa Ferreira⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do Projeto Rede FertBrasil/Embrapa.

⁽²⁾ e ⁽³⁾ Pesquisadores da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, E-mail: maria.carvalho@embrapa.br;

⁽⁴⁾ Estudante de Agronomia, Uni-Anhanguera, Goiânia, GO; ⁽⁵⁾ e ⁽⁶⁾ Estudantes Agronomia, UniEvangélica, Anápolis, GO.

RESUMO: A ureia é a fonte de nitrogênio (N) mais consumida no mundo, mas devido ao potencial de perdas por volatilização de amônia algumas tecnologias estão sendo agregadas a esse fertilizante visando ao aumento de sua eficiência. O objetivo do trabalho foi estimar as perdas de nitrogênio por volatilização de amônia após a aplicação de ureia comum e ureia com tecnologias agregadas na cultura do arroz de terras altas, bem como seus efeitos na nutrição e produtividade. O estudo de campo foi conduzido na safra 2012/13, em Santo Antônio de Goiás, em delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro repetições. Os tratamentos na adubação de cobertura foram: 1) controle, sem aplicação de N; 2) ureia comum; 3) ureia revestida com polímero de liberação lenta; 4) ureia revestida com NBPT; 5) ureia revestida com zeólita; e 6) ureia revestida com sais de boro (B) e cobre (Cu). A dose foi de 120 kg ha⁻¹ de N parcelada em duas aplicações. As perdas por volatilização de N-NH₃ só ocorreram em quantidades significativas quando as condições climáticas foram favoráveis. A redução das perdas por volatilização de N-NH₃ foram de 63%, 59%, 44% e 41% para ureia + NPBT, ureia + polímero, ureia + zeólita e ureia + Cu e B, respectivamente, em comparação com ureia comum. A adubação do arroz com N em cobertura não afetou a produtividade, mas aumentou a concentração desse nutriente na folha e na parte aérea, resultando em maior quantidade de N acumulado na planta.

Termos de indexação: *Oryza sativa* L., nitrogênio, fertilizantes nitrogenados.

INTRODUÇÃO

A adubação com nitrogênio (N) é um dos principais fatores de aumento de produção de arroz (Fageria & Carvalho, 2014), a despeito do possível efeito negativo dessa prática no aumento da incidência de brusone (Fillipi & Prabhu, 1988). Embora a maior parte desse cereal seja produzida no sistema irrigado por inundação controlada em várzeas (Prasad, 2011), o cultivo em ecossistema de terras altas é uma alternativa que permite a economia do uso de água seja no sistema irrigado

por aspersão ou em sequeiro, dependendo apenas da água da chuva. A ureia é o fertilizante nitrogenado mais consumido no mundo e também no Brasil (ANDA, 2006; IFA, 2012) devido às suas vantagens competitivas, tais como menor preço por unidade de N e alta concentração de N, que reduz o custo de transporte e de aplicação. Contudo, quando aplicada na superfície dos solos, especialmente naqueles cultivados em sistema plantio direto e cobertos com resíduos de plantas, podem ocorrer perdas de N por volatilização de amônia (NH₃), cuja magnitude depende das características do solo e de fatores climáticos (Clay et al., 1990). Várias tecnologias vem sendo agregadas à ureia com o objetivo de reduzir as perdas por volatilização e aumentar a sua eficiência de uso (Trenkel, 2010). Dentre os produtos disponíveis no mercado brasileiro ou em fase de desenvolvimento, destacam-se o uso de inibidores da enzima urease, tais como o NBPT (tiofosfato de N-butiltriamida), a ureia revestida com polímeros de liberação lenta, com micronutrientes cobre (Cu) e boro (B) (Stafanato et al., 2013) ou com o aluminossilicato zeólita (Werneck et al., 2012). Para a cultura do arroz de terras altas ainda são escassos os trabalhos na literatura com esse tema.

Assim, o objetivo desse trabalho foi estimar as perdas de nitrogênio por volatilização de amônia proveniente da aplicação de ureia comum e ureia com tecnologias agregadas na cultura do arroz de terras altas, bem como seus efeitos na nutrição e produtividade de arroz.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na Fazenda Capivara pertencente à Embrapa Arroz e Feijão, no município de Santo Antônio de Goiás, GO. A área vem sendo cultivada há dez anos em sistema plantio direto e integração lavoura-pecuária. O solo, classificado como Latossolo Vermelho Ácrico de textura argilosa, encontra-se com a fertilidade construída e o teor de matéria orgânica determinado foi 32 g kg⁻¹. O experimento foi conduzido na safra de verão 2012/13 com arroz de terras altas, cultivar Primavera, cultivado em sucessão à soja.



Os tratamentos avaliados na adubação de cobertura do arroz foram: 1) controle (sem aplicação de nitrogênio); 2) ureia comum; 3) ureia recoberta com polímero de liberação lenta; 4) ureia tratada com inibidor de urease NBPT; 5) ureia revestida com zeólita; e 6) ureia revestida com B e Cu. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições. A adubação na semeadura foi realizada de acordo com os resultados da análise do solo antes da instalação do experimento com 350 kg ha⁻¹ da formulação 5-30-15 (N-P₂O₅-K₂O) + 0,5% Zn. A dose de nitrogênio utilizada nos tratamentos, exceto o controle, foi de 120 kg ha⁻¹ de N, a qual foi parcelada em duas aplicações de 60 kg ha⁻¹, aos 15 e 48 dias após a semeadura do arroz. Os fertilizantes nitrogenados foram aplicados manualmente na superfície do solo em área total. A precipitação pluviométrica foi medida diariamente durante todo o período experimental.

As perdas de amônia (N-NH₃) por volatilização foram quantificadas utilizando-se câmara coletora semiaberta livre estática (Araújo et al., 2009). A amostragem foi realizada durante todo o ciclo da cultura do arroz mediante a troca dos frascos contendo a solução ácida, em intervalos de 24 horas a 48 horas do 1º ao 10º dia após a adubação, e a cada 72 horas do 11º após a adubação em diante. Na cultura do arroz avaliaram-se: teor de N na folha bandeira, massa seca da parte aérea (MSPA), produtividade de grãos, porcentagem de grãos cheios, teor de N na MSPA e nos grãos, e severidade de brusone nas folhas.

Os resultados foram analisados estatisticamente por meio da análise de variância (teste F; P<0,05). Para as variáveis cujos resultados foram significativos pela análise de variância, os tratamentos foram comparados pelo teste de Tukey (P<0,05).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Volatilização de amônia

Os resultados apresentados na Figura 1 mostram que só ocorreu volatilização de N-NH₃ decorrente da aplicação dos fertilizantes nitrogenados na primeira adubação de cobertura. Isso pode ser explicado pelo padrão de distribuição de chuvas durante o período experimental. Por ocasião da primeira adubação de cobertura do arroz com nitrogênio o solo estava úmido, devido à ocorrência de uma chuva de 48 mm no dia anterior (Figura 2). Por outro lado, nos doze dias seguintes a esta adubação as chuvas foram inferiores a 10 mm (Figura 2), suficientes para manter o solo úmido, mas, provavelmente, insuficientes para incorporar os fertilizantes no solo.

Assim, no presente estudo, as condições de alta umidade do solo associada com altas temperaturas do verão do Cerrado brasileiro favoreceram a rápida hidrólise da ureia nos quatro dias após a primeira adubação de cobertura do arroz e os maiores picos de perda de NH₃ ocorreram logo no primeiro dia (Figura 1). Observa-se na Figura 1 que o maior pico de volatilização de NH₃ foi da ureia comum, que atingiu 730 mg m⁻² no primeiro dia após a sua aplicação. As tecnologias agregadas à ureia proporcionaram a diminuição dos picos de volatilização, com destaque para ureia + NBPT que apresentou o melhor desempenho. Na segunda adubação de cobertura do arroz a precipitação de 33 mm que ocorreu menos de 24 horas após a aplicação dos fertilizantes deve ter sido suficiente para enterrá-los no solo, pois não houve perdas significativas de N-NH₃ (Figura 2).

A maior perda acumulada de N-NH₃, totalizando 21 kg ha⁻¹ de N (11,7 % do N aplicado, descontando-se a quantidade volatilizada do tratamento controle), ocorreu com a aplicação de ureia comum (Tabela 1). As tecnologias agregadas à ureia proporcionaram a redução das perdas por volatilização acumulada de N-NH₃ em 63%, 59%, 44% e 41% para ureia + NBPT, ureia + polímero, ureia + zeólita e ureia + Cu e B, respectivamente (Tabela 1). Resultados semelhantes foram reportados por outros autores com ureia + NBPT (Cantarella, 2007), ureia + polímero (Pereira et al., 2009), ureia + Cu e B (Stafanato et al., 2013) e ureia + zeólita (Werneck et al., 2012).

Tabela 1 - Perdas de N por volatilização de NH₃ como resultado da aplicação de ureia comum e ureia com tecnologias agregadas.

Tratamento	Perdas de N-NH ₃	Redução de perdas
	% N-aplicado*	%
Ureia	11,7	-
Ureia + NBPT	4,3	63
Ureia + polímero	4,8	59
Ureia + Cu,B	6,9	41
Ureia + zeólita	6,5	44

* Subtraído o valor do tratamento controle

Nitrogênio na planta e produtividade do arroz

A aplicação de 120 kg ha⁻¹ de N não afetou a produtividade de grãos e nem a produtividade de massa seca da parte aérea (Tabela 2). Isso significa que a quantidade de nitrogênio disponível no solo oriunda, provavelmente, da mineralização do N da matéria orgânica e de restos de cultura da soja foi suficiente para fornecer o nitrogênio requerido pela



cultura nas condições desse experimento, com produtividade média de 4.870 kg ha⁻¹ de grãos. No entanto, a adubação com N proporcionou o aumento dos teores desse nutriente na folha e na parte aérea da planta, resultando em maior acúmulo de N na biomassa da planta (Tabela 2). A quantidade de N exportada nos grãos variou de 69 a 77 kg ha⁻¹ de N, mas não diferiu significativamente entre os tratamentos (Tabela 2). Assim, é importante ressaltar que mesmo quando a cultura não responde à adubação nitrogenada, deve-se repor a quantidade de N exportada nos grãos.

As fontes de nitrogênio testadas (ureia comum e ureia com as quatro tecnologias avaliadas) não diferiram entre si em nenhuma das variáveis avaliadas na cultura do arroz (Tabelas 2). Isso ocorreu, provavelmente, porque as quantidades perdidas por volatilização de N-NH₃ foram relativamente pequenas, variando de 4,3% a 11,7% dos 120 kg ha⁻¹ do N aplicado (Tabela 1).

Observa-se que a adubação nitrogenada aumentou a severidade de brusone na folha (Tabela 2), sugerindo que a adubação com doses elevadas de nitrogênio pode causar um excesso de N na planta que favorece o desenvolvimento da doença nas folhas, prejudicando o enchimento de grãos. Essa também pode ser uma explicação para a falta de resposta à adubação nitrogenada nesse experimento para produtividade de grãos. Fillipi & Prabhu (1998) alertaram que a aplicação de N nas adubações é um dos fatores que aumenta o risco de ocorrência de brusone no arroz. No entanto, o dimensionamento de doses precisas de N para o arroz de terras altas é de difícil previsão uma vez que depende de condições climáticas que afetam a disponibilidade do N do solo e da produtividade efetivamente alcançada.

CONCLUSÕES

As perdas de nitrogênio por volatilização de NH₃ só ocorreram em quantidades significativas quando as condições de umidade do solo e precipitação pluviométrica foram favoráveis.

As tecnologias agregadas à ureia reduziram entre 41% e 63% as perdas por volatilização de N-NH₃, mas não afetaram o estado nutricional das plantas de arroz e a produtividade de grãos.

A adubação do arroz com N em cobertura não afetou a produtividade, mas aumentou a concentração desse nutriente na folha e na parte aérea, resultando em maior quantidade de N acumulado na planta.

REFERÊNCIAS

ANDA - Associação Nacional para Difusão de Adubos. Anuário estatístico do setor de fertilizantes. Comitê de Estatística. São Paulo: ANDA, 2006. 162 p.

ARAUJO, E.S.; MARSOLA, T.; MIYAZAWA, M.; SOARES, L.H.B.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R.M.; ALVES, B.R. Calibração de câmara semiaberta estática para quantificação de amônia volatilizada do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, p.769-776, 2009.

CANTARELLA, H. Uso eficiente de fertilizantes nitrogenados: uso eficiente de nitrogênio em novos fertilizantes no Brasil. **Informações Agrônomicas**. IPNI v.120, p.12-13, 2007.

CLAY, D.E.; MALZER, G.L.; ANDERSON, J.L. Ammonia volatilization from urea as influenced by soil temperature, soil water content, and nitrification and hydrolysis inhibitors. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v.54, p.263-266, 1990.

FAGERIA, N.K. & CARVALHO, M.C.S. Comparison of conventional and polymer coated urea as nitrogen sources for lowland rice production. **Journal of Plant Nutrition**, v. 37, p.1358-1371, 2014.

FILIPPI, M.C.; PRABHU, A.S. Relationship between panicle blast severity and mineral nutrient content of plant tissue in upland rice. **Journal of Plant Nutrition**, v. 21, p.1577-1587, 1998.

IFA - International Fertilizer Industry Association. 2012. IFADATA - Statistics. Disponível em: <http://www.fertilizer.org/ifa/ifadata/search>

PRASAD R. Aerobic rice systems. **Advances in Agronomy**, Vol. 111, p. 207-233, 2011.

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

STAFANATO, J.B.; GOULART, R.S.; ZONTA, E.; LIMA, E.; MAZUR, N.; PEREIRA, C.G. & SOUZA, H.N. Volatilização de amônia oriunda de ureia pastilhada com micronutrientes em ambiente controlado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.37, p.726-732, 2013.

TRENKEL, M.E. **Slow- and controlled-release and stabilized fertilizers: an option for enhancing nutrient use efficiency in agriculture**. Paris: International Fertilizer Industry Association (IFA), 2010. 160p.

WERNECK, C.G.; BREDAS, F.A.; ZONTA, E.; LIMA, E.; POLIDORO, J.C.; BALIEIRO, F.C.; BERNARDI, A.C.C. Volatilização de amônia proveniente de ureia com zeólita natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, p. 466-470, 2012.

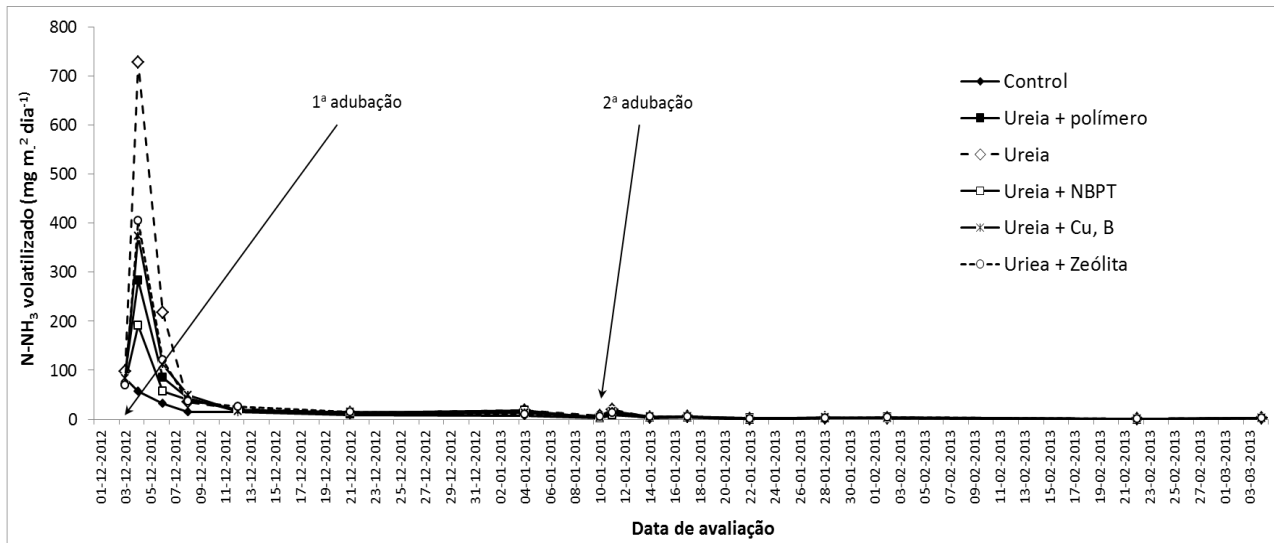


Figura 1 – Taxa diária de N-NH₃ volatilizado como resultado da adubação do arroz com ureia comum e ureia com tecnologias agregadas.

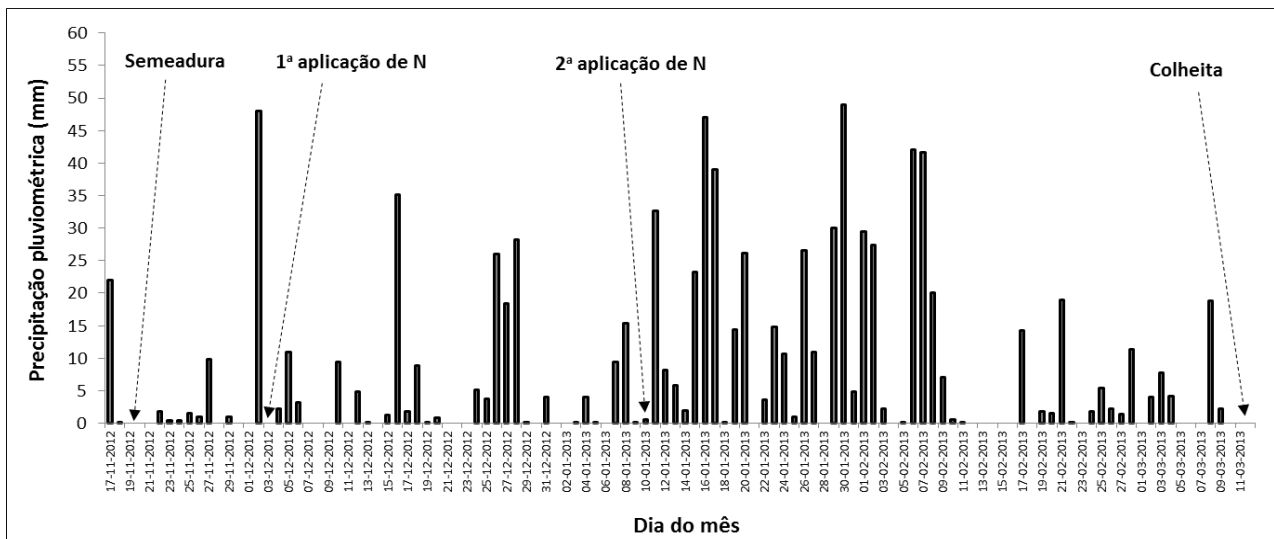


Figura 2 – Precipitação pluviométrica durante o período experimental, da semeadura até a colheita do arroz.

Tabela 2 – Porcentagem de grãos cheios (PGCH), produtividade de grãos (PROD) e de massa seca da parte aérea (MSPA), teor de N na folha (N-FOLHA), na massa seca da parte aérea (N-MSPA), nos grãos (N-GRÃOS), quantidade acumulada de N na massa seca da arte aérea (N-ACUM), quantidade de N exportada nos grãos (N-EXP) e severidade de brusone na folha (BF) como resultado da adubação nitrogenada do arroz de terras altas com ureia comum e ureia com tecnologias agregadas.

Treatments	PGCH	PROD	MSPA	N-FOLHA	N-MSPA	N-ACUM	N-GRÃO	N-EXP	BF
	%	kg ha ⁻¹		g kg ⁻¹		kg ha ⁻¹	g kg ⁻¹	kg ha ⁻¹	%
Controle	84 a	5.229 a	7.069 a	28,2 c	13,5 b	95 b	13,4 b	72 a	8 b
Ureia comum	78 b	4.578 a	6.872 a	30,4 b	17,2 a	118 a	15,3 a	70 a	21 a
Ureia + polímero	76 b	4.696 a	6.920 a	31,1 ab	18,5 a	129 a	14,6 ab	69 a	24 a
Ureia + NBPT	75 b	5.235 a	7.663 a	32,2 ab	17,0 a	125 a	14,7 ab	77 a	28 a
Ureia + Cu + B	75 b	4.869 a	7.271 a	30,7 b	17,0 a	123 a	15,5 a	75 a	23 a
Ureia + Zeólita	78 b	4.612 a	7.134 a	32,6 a	16,5 a	118 a	14,6 ab	67 a	24 a

Valores seguidos de mesma letra, para cada variável, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.