

VOLATILIZAÇÃO DE AMÔNIA EM SOLOS ALAGADOS INFLUENCIADA PELA FORMA DE APLICAÇÃO DE UREIA

Ronaldir Knoblauch¹, Paulo Roberto Ernani², Timothy Wayne Walker³, Larry Jason Krutz⁴, Jac Jeremier Varco⁵, Luciano Colpo Gatiboni⁶, Francisco Carlos Deschamps⁷

Palavras-chave: arroz irrigado, adubação nitrogenada, perda de nitrogênio.

INTRODUÇÃO

O nitrogênio (N) é o nutriente requerido em maior quantidade pelo arroz irrigado (*Oryza sativa* L.) (FAGERIA et al., 2003; MATTOS, 2004). Todavia, a dinâmica desse elemento no solo é bastante complexa, devido à multiplicidade de formas químicas e às reações e processos aos quais ele está sujeito. Nos solos alagados, essas transformações são ainda mais complexas, em função da existência de uma lâmina de água sobre o solo, de uma fina camada oxidada na interface solo-água seguida por uma camada reduzida abaixo desta, e de outra camada oxidada em torno das raízes do arroz (Ponnamperuma, 1972; Reddy & Patrick, 1986). Isso se reflete diretamente sobre a eficiência de recuperação do N pelas plantas de arroz, que raramente excede 50% da quantidade aplicada (Isherwood, 2003; Fageria et al., 2003).

Em função do menor custo por unidade de N, a ureia é o fertilizante nitrogenado mais utilizado na agricultura brasileira (Cantarella, 2007). Todavia, a dissolução da ureia apresenta uma reação inicial alcalina, o que favorece a volatilização de amônia para a atmosfera quando o fertilizante é aplicado sobre a superfície do solo ou sobre a lâmina de água, e esta é a principal perda de N em solos alagados, cultivados com arroz (Buresh et al., 2008).

O objetivo do presente trabalho foi quantificar a volatilização de amônia em solos alagados influenciada pela forma de aplicação de ureia, em vasos, em casa-de-vegetação.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois experimentos, um na Delta Research and Extension Center - Mississippi State University, nos Estados Unidos, e outro na Estação Experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), em Itajaí, SC. Utilizaram-se um solo Thermic Vertic Haplaquepts nos EUA e um Gleissolo Háplico Típico (Entisol Aeric Típico), no Brasil. Nos dois locais, as amostras foram coletadas da camada superficial de 0 a 15 cm, de áreas cultivadas com arroz irrigado, cujas propriedades se encontram na Tabela 1. As amostras foram secas ao ar, passadas em peneira de 0,5 cm de malha e acondicionadas em baldes plásticos até atingir uma camada de 15 cm de espessura, equivalendo a aproximadamente 6,2 kg de solo seco por balde.

Os seis tratamentos utilizados foram: 1. Ureia aplicada sobre a superfície do solo úmido (80 % da capacidade de campo) o qual permaneceu sem alagamento durante todo o período experimental; 2. Ureia aplicada sobre a lâmina de água de alagamento, na forma de grânulos; 3. Ureia previamente solubilizada em água destilada e aplicada sobre a lâmina de água de alagamento; 4. Ureia incorporada ao solo alagado; 5. Ureia aplicada sobre o solo úmido (80% da capacidade de campo), o qual foi alagado 48 h após; 6. Testemunha sem N.

¹ Eng., Agr., Dr. Epagri – Estação Exp. de Itajaí, Rod Antônio Heil Itajaí, SC. E-mail: roni@epagri.sc.gov.br

² Eng., Agr., Ph.D. Professor do Departamento de Solos da UDESC. Pesquisador do CNPq. E-mail: prernani@cav.udesc.br

³ Associate Agronomist, Ph.D. Mississippi State University, USA. E-mail: twalker@rec.msstate.edu

⁴ Weed Science Researcher, Ph.D. United States Department Agriculture, USA. E-mail: jason.krutz@ars.usda.gov

⁵ Research Professor, Plant and Soil Sciences Dept., Mississippi State University, USA. E-mail: jvarco@pss.msstate.edu

⁶ Eng., Agr., Dr. Professor do Departamento de solos da UDESC. Pesquisador do CNPq. E-mail: lgatiboni@gmail.com

⁷ Méd. Vet. Dr. Epagri Estação Experimental de Itajaí. E-mail: xicodsc@epagri.sc.gov.br

Tabela 1. Alguns atributos químicos da camada (0 – 15 cm) dos solos utilizados.

Solo	pH-H ₂ O	MO ^{1/}	CTC _{pH7,0} ^{2/}	Argila
		g dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³	g dm ⁻³
Vertissolo	7,5	20,0	32,0	630
Gleissolo	4,4	28,0	7,2	290

^{1/} Matéria orgânica do solo.^{2/} Capacidade de troca de cátions determinada com solução tamponada a pH 7,0.

Nos tratamentos em que o solo foi alagado, a lâmina de água foi mantida numa espessura de 7,0 cm sobre a superfície do mesmo durante todo o período experimental. Foram utilizados 353 mg de N por vaso equivalendo a 200 kg ha⁻¹ de N, considerando a área superficial de solo. A coleta da amônia foi realizada em esponjas impregnadas com ácido fosfórico 0,73 mol L⁻¹ contendo 30% de glicerina, colocadas em tubos de PVC com 15 cm de diâmetro e 60 cm de altura. Os tubos foram introduzidos verticalmente no solo, dentro dos baldes, até atingir o fundo dos mesmos, formando uma espécie de câmara. As esponjas foram trocadas aos 1, 3, 6, 9, 13, 17 e 22 dias após a aplicação da ureia. Para a extração do fosfato de amônio formado, cada esponja foi saturada com 100 mL de KCl 1,0 mol L⁻¹ e espremidas, manualmente, 12 horas após. As determinações de amônio foram realizadas em aparelho 'Flow Solution III', na Mississippi State University, e em destilador semi-micro Kjeldahl, conforme Tedesco et al. (1995), na UDESC, em Lages, SC. Além das perdas de amônia, a cada troca das esponjas, foram medidos o pH e a concentração de amônio na água que estava acima da superfície do solo. Foi utilizado o delineamento experimental completamente casualizado, com três repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas entre si pelo teste de Duncan (p<0,05).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A emissão de amônia variou com a forma de aplicação da ureia, e o comportamento foi similar nos dois solos (Figura 1). As perdas de N no tratamento onde não foi aplicado ureia (testemunha) foram insignificantes, atingindo, após 22 dias de avaliação, um total acumulado equivalente a 2,6 e 3,8 kg ha⁻¹ no Vertissolo e no Gleissolo, respectivamente (Figura 1).

A maior volatilização de amônia ocorreu quando a ureia foi aplicada sobre a lâmina de água, tanto na forma de solução quanto em grânulos, seguida pela aplicação em solo úmido sem alagamento, depois, pela ureia aplicada em solo úmido com alagamento 48 horas após, e, por último, pela ureia incorporada no solo alagado (Figura 1). Dos 353 mg de N aplicados sobre a lâmina de água na forma de solução, volatilizaram 35 e 39 % da quantidade de N aplicada no Vertissolo e no Gleissolo, respectivamente (Tabela 2). Valores similares foram encontrados quando a ureia foi aplicada na forma de grânulos, onde as perdas foram de 30 e 38 % no Vertissolo e no Gleissolo, respectivamente.

As altas perdas de N verificadas nos tratamentos em que a ureia foi aplicada sobre a lâmina de água, em ambos os solos, demonstram que a presença da água não inibiu a emissão da amônia para a atmosfera, apenas a retardou no Vertissolo (Figura 1). Verifica-se nesta mesma Figura que houve um grande diferencial na dinâmica de emissão de amônia entre os dois solos estudados. No Vertissolo, quando a ureia foi aplicada sobre a lâmina de água a emissão de amônia iniciou no 3º dia e estendeu-se até o final do período de avaliação, enquanto no Gleissolo a emissão de amônia iniciou no primeiro dia após a aplicação da ureia e diminuiu de intensidade a partir do 13º dia. No Vertissolo, a lâmina de água provocou atraso na hidrólise da ureia, o que não ocorreu no Gleissolo. Esse fato pode ser atribuído à alta concentração de amônio na água do Gleissolo um dia após a adição da ureia (dados não apresentados). A rápida hidrólise da ureia no Gleissolo pode ter ocorrido em função do seu maior teor de MO, uma vez que altos conteúdos de matéria orgânica aumentam a população microbiana e esta, por sua vez, intensifica a atividade da urease que catalisa a hidrólise da ureia (Sahrawat, 1983; Sangoi et al., 2003).

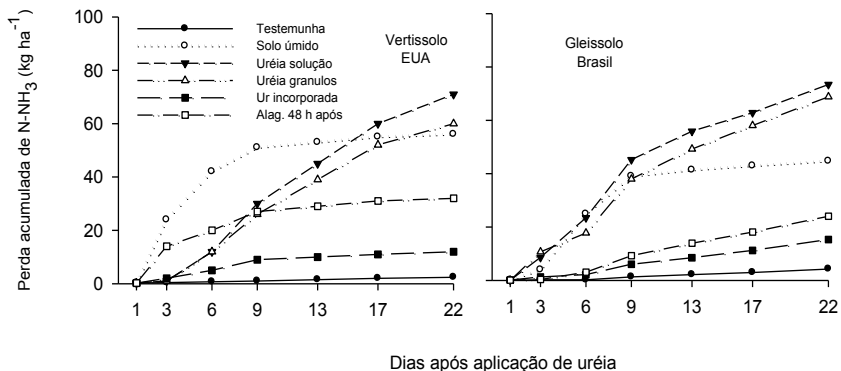


Figura 1. Perda acumulada de amônia em função da forma de aplicação de ureia no solo. Testemunha (sem N); ureia em solo úmido = ureia aplicada sobre a superfície do solo úmido, sem alagamento durante todo o período de avaliação; ureia em solução = ureia solubilizada em água destilada e aplicada sobre a lâmina de água; ureia em grânulos = ureia aplicada sobre lâmina de água, na forma de grânulos; ur incorporada = ureia incorporada no solo previamente alagado; alag. 48 h após = ureia aplicada na superfície solo úmido o qual foi alagado 48 h após a aplicação da mesma.

Quando a ureia foi aplicada em solo úmido, o qual permaneceu sem alagamento durante todo o período de avaliação, foram perdidos 26 e 22 % da quantidade de N aplicada no Vertissolo e no Gleissolo, respectivamente (Tabela 2). Nesse tratamento, a intensidade das emissões de amônia não teve o mesmo comportamento entre os dois solos. No Vertissolo, as emissões de amônia iniciaram a partir do 1º dia após a aplicação de ureia e atingiram uma perda de N equivalente a 52 kg ha⁻¹, enquanto no Gleissolo as perdas iniciaram no 3º dia e atingiram o equivalente a 44 kg ha⁻¹ (Figura 1). A antecipação da emissão de amônia no Vertissolo é atribuída ao elevado pH inicial desse solo (Tabela 1). Em ambos os solos, as emissões de amônia ocorridas no tratamento em que os solos não foram alagados, cessaram aos nove dias após a aplicação da ureia (Figura 1). Isto ocorreu porque, para manter a umidade dos solos em 80 % da capacidade de campo, foi adicionado água aos nove dias após a aplicação de ureia. A aplicação de água nos solos favoreceu o deslocamento descendente da ureia e do amônio que estavam na superfície, diminuindo, dessa forma, a volatilização da amônia (Savant & De Datta, 1980; Sangoi et al., 2003).

No tratamento em que os solos foram alagados 48 horas após a aplicação da ureia, foram perdidos 14 e 10 % do N aplicado no Vertissolo e no Gleissolo, respectivamente (Tabela 2). As menores perdas de amônia nesse tratamento, quando comparadas às perdas dos tratamentos com ureia aplicada sobre a lâmina de água e ureia aplicada em solo úmido sem alagamento, demonstram que a aplicação de ureia no solo seco com posterior alagamento é uma prática eficiente no aproveitamento do N da ureia pelo arroz irrigado.

A perda de amônia no tratamento que foi alagado 48 horas após a aplicação de ureia foi intensa a partir do 1º dia no Vertissolo e iniciou de forma mais moderada, a partir do 3º dia, no Gleissolo, atingindo uma perda acumulada de N equivalente a 29,6 e 20,0 kg ha⁻¹ no Vertissolo e no Gleissolo, respectivamente (Figura 1). A diferença na intensidade de emissão de amônia nos primeiros dias após a aplicação de ureia é atribuída ao pH inicial de cada solo, visto que o Vertissolo possui pH alcalino enquanto o Gleissolo possui pH ácido (Tabela 1).

Tabela 2. Perda acumulada de amônia durante os primeiros 22 dias após a aplicação de ureia, em diferentes formas, em dois solos.

Tratamento	Perda de N-NH ₃			
	Vertissolo (EUA)		Gleissolo (Brasil)	
	mg vaso ⁻¹	%	mg vaso ⁻¹	%
Ureia em solo úmido	100 b	26 b	78 b	22 b
Ureia em solução	122 a	34 a	137 a	38 a
Ureia em grânulos	104 b	29 b	132 a	37 a
Ureia incorporada	14 d	4 d	21 d	6 d
Alagamento 48 h após	52 c	14 c	35 c	10 c
CV (%)	10,0	10,0	5,2	5,2

^{1/} Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Duncan (P<0,05).

A incorporação da ureia no solo alagado diminuiu substancialmente a emissão de amônia nos dois solos. Foram perdidos apenas 4,0 e 6,1 % da quantidade de N aplicada no Vertissolo e no Gleissolo, respectivamente (Tabela 2).

Embora os resultados tenham mostrado alta volatilização de amônia, em alguns tratamentos, quando se incorpora a ureia ao solo alagado, no intuito de diminuir a volatilização de amônia, persiste alguma perda de N pelo fenômeno da nitrificação seguido por desnitrificação. Portanto, os dados obtidos no presente experimento devem ser referendados a campo, para avaliação do real aproveitamento do N da ureia pelas plantas de arroz.

CONCLUSÕES

1. A lâmina de água que permanece na superfície de solos alagados não evita a volatilização de amônia após a aplicação de ureia;
2. A volatilização de amônia é menor quando a ureia é aplicada em solo drenado seguido de alagamento do que quando ela é aplicada sobre a lâmina de água;
3. Quando a ureia é incorporada ao solo alagado, as perdas de N por volatilização de amônia são insignificantes.

LITERATURA CITADA

- BURESH, R.J. Site-specific nutrient management for rice, **Farming Outlook**. p.18-23, 2008.
- CANTARELA, H. Nitrogênio. In:NOVAIS. R.F.; ALVAREZ, V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B. & NEVES, J.C.L. eds. Fertilidade do Solo. Viçosa, MG, **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2007. p.375-470.
- FAGERIA, N.K.; SLATON, N.A. & BALIGAR, V.C. Nutrient management for improving lowland rice productivity and sustainability. **Advances Agronomy** ., 80: 63-152, 2003.
- PONNAMPERUMA, F.N. The chemistry of submerged soils. **Advances Agronomy**., 24:29-96, 1972.
- REDDY, K.R. & PATRICK, J.R. Fate of fertilizer nitrogen in the rice root zone. **Soil Sciece Societe of America Journal**, 50:649-651, 1986.
- SAVANT, N.K. & De DATTA, S.K. Movement and distribution of ammonium following deep placement of urea in a wetland rice soil. **Soil Sciece Societe of America Journal**., 44:559-565, 1980.
- SANGOI, L.; Ernani, P.R.; Lech, V.A. & Rampazzo, C. Volatilização de N-NH₃ em decorrência da forma de aplicação de uréia, manejo de resíduos e tipo de solo, em laboratório. **Ciência Rural**, 33:687-692, 2003.