

Eficiência do Uso da Ureia com Inibidor da Enzima Urease em Milho

Cristhian Riquetti¹, Paulo Regis Ferreira da Silva², Guilherme Batista Menegati³, Silmara da Luz Correia⁴, Michael da Silva Serpa⁵, Guilherme Borba Menezes⁶, Daniele Camargo⁷ e Fabiane Lopes⁸

^{1 a 8} Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

¹cristhian43agro@gmail.com, ²paulo.silva@ufrgs.br, ³gbmenegati@yahoo.com.br, ⁴silcorreia@gmail.com, ⁵micaserpa@yahoo.com.br, ⁶menezes_fritz@yahoo.com.br, ⁷danielecarnargo1@hotmail.com e ⁸fahlopes@hotmail.com

RESUMO - Para maior eficiência agronômica do N aplicado, tem sido proposto o uso de ureia com inibidor de urease. Diante disso, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de duas fontes de adubo nitrogenado e da época de realização da irrigação na produtividade, na eficiência agronômica do N aplicado e no retorno econômico na cultura do milho. O trabalho foi conduzido a campo em Eldorado do Sul-RS, no ano agrícola 2010/11. O delineamento experimental foi de blocos casualizados, dispostos em parcelas subdivididas, com quatro repetições. Os tratamentos constaram de três épocas de irrigação (antes, logo após e aos sete dias após a aplicação dos adubos nitrogenados) e duas fontes de N (ureia e ureia com tecnologia AGROTAIN®). A dose de N utilizada foi de 150 kg ha⁻¹. Com adubação logo após a irrigação, o rendimento de grãos aumentou em 1620 kg ha⁻¹ com aplicação da ureia com inibidor de urease em relação à da ureia comum, com ganhos adicionais de R\$ 692,00 e R\$ 611,00 por hectare. Na média das fontes de N, o rendimento e a EAN aumentaram 19% quando se irrigou logo após a adubação em relação à realizada antes de sua aplicação.

Palavras-chave: *Zea mays* L., nitrogênio, manejo da irrigação, rendimento de grãos.

Introdução

A produtividade média das últimas cinco safras (2005/06 a 2009/10) foi de 3,8 t ha⁻¹ para o Brasil e de 4,7 t ha⁻¹ para a região Sul (estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná (CONAB, 2012). Há uma grande lacuna entre o rendimento médio de grãos obtido em lavouras comerciais de milho e os rendimentos máximos obtidos em experimentos conduzidos sob condições ótimas de manejo, que têm variado entre 15,9 e 17,3 t ha⁻¹ (Sangoi *et al.*, 2003; Endrigo *et al.*, 2009). Várias causas têm contribuído para obtenção de baixos rendimentos em lavouras. Dentre os fatores que afetam a produtividade da cultura do milho está o manejo da adubação, principalmente a nitrogenada. O nitrogênio é um dos elementos mais influenciados pelas condições ambientais e de manejo e apresenta uma dinâmica extremamente complexa. Essa dinâmica se reflete diretamente sobre a eficiência do N aplicado via fertilização mineral. A eficiência do N oriundo de fertilizantes minerais é bastante variável. Entretanto, raramente excede 50 % da quantidade aplicada (Lara Cabezas *et al.*, 2000). A ureia é a fonte de N mais utilizada nas culturas em função de seu menor custo, mas pode apresentar perdas significativas de N, dependendo das condições climáticas e do

manejo da adubação adotado. A baixa eficiência do uso desse fertilizante tem sido atribuída, entre outros fatores, à volatilização de amônia. Experimentos a campo na região Sudeste do Brasil têm registrado perdas equivalentes a 78 % do nitrogênio aplicado via fertilizante em cobertura (Lara Cabezas et al., 1997). Por sua vez, na região Sul tem sido verificado perdas usualmente inferiores a 20 % (Duarte et al., 2007; Fontoura & Bayer, 2010).

Para aumentar a eficiência da adubação nitrogenada e reduzir perdas por volatilização, várias alternativas têm sido apresentadas, desde a incorporação da ureia mecanicamente ao solo até sua substituição por outras fontes nitrogenadas que apresentam menor potencial de perda de N por volatilização. Dentre as formas de minimizar as perdas de N por volatilização da amônia, a utilização de inibidores da urease apresenta grande potencial. A enzima urease é responsável pela hidrólise da ureia. Esta enzima é comum na natureza e está presente em microrganismos, plantas e animais. A volatilização de amônia é favorecida pela maior atividade da urease, que normalmente é verificada na camada superficial de solos em plantio direto (Barreto & Westerman, 1989) e pela presença da palhada a qual atua como um obstáculo para o contato do fertilizante com o solo (Keller & Mengel, 1986). Inibidores de urease são geralmente utilizados em fontes de N que apresentam alto potencial de perdas por volatilização, como a ureia, por exemplo, e em situações nas quais o manejo não permite a incorporação do produto ao solo, como no sistema plantio direto (Cantarella et al., 2008). A adição de inibidor de urease permite maior tempo para que o fertilizante seja incorporado ao solo pela precipitação pluvial sem que ocorram perdas significativas de N. Alguns estudos têm relatado a eficiência na redução das perdas de N-NH₃ quando se adiciona inibidor de urease (NBPT) [N-(n-butyl) thiophosphoric triamide] à ureia (Scivittaro et al., 2010; Pereira et al., 2009).

Além da fonte de nitrogênio utilizada, as condições meteorológicas, principalmente a disponibilidade hídrica, e o manejo da adubação nitrogenada influenciam a eficiência de uso do N aplicado. A precipitação pode aumentar as perdas de N, pois a adição de água ao solo permite que ocorra a dissolução da ureia e início da hidrólise. Por outro lado, a chuva tem o potencial para transporte de ureia e N amoniacal em profundidade no solo, aumentando a adsorção e reduzindo a perda por volatilização. Segundo Kissel et al. (2004), em um solo francoarenoso, 10 a 20 mm são considerados suficientes para incorporar a ureia e reduzir ou mesmo eliminar as perdas de amônia em áreas de solo descoberto. Por outro lado, o parcelamento da dose de N a ser aplicada reduz o risco de perdas em função de condições climáticas adversas no momento da aplicação em relação à aplicação de toda a dose de uma só vez.

Assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito de duas fontes de adubo nitrogenado e da época de realização da irrigação sobre a produtividade, a eficiência agrônômica do N aplicado e o retorno econômico obtido na cultura do milho.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em condições de campo na Estação Experimental Agrônômica, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em Eldorado do Sul-RS, região ecoclimática da Depressão Central do estado do Rio Grande do Sul, no ano agrícola 2010/2011. Esta área é conduzida sob sistema de semeadura direta há 20 anos, utilizando-se no verão a rotação milho e soja. O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho Distrófico típico (Streck et al, 2008). A análise de solo de amostra coletada em junho de 2010 apresentou os seguintes resultados: argila: 22 %; pH (água): 5,4; P: 33 mg dm⁻³; K: 233 mg dm⁻³; MO: 2,5 % (m/v) e CTC: 11,6 cmol_cL⁻¹.

Como cobertura de solo no inverno foi implantada a ervilhaca comum (*Vicia sativa*). A semeadura da ervilhaca foi realizada no dia 17 de maio de 2010, com 80 kg ha⁻¹ de sementes. Na semeadura, foram aplicados 200 kg ha⁻¹ de adubo químico NPK, da fórmula 5-30-15. A ervilhaca foi dessecada em 01 de outubro 2010, com rendimento de massa seca da parte aérea de 4,12 t ha⁻¹.

Os tratamentos constaram de três épocas de irrigação no milho com uma lâmina de água de 20 mm em relação à época de aplicação de duas fontes de adubo nitrogenado, ureia e ureia com inibidor de urease (NBPT (N-(n-butil) tiofosfórico triamida). As três épocas de irrigação testadas foram: imediatamente antes e após a aplicação dos dois adubos nitrogenados e aos sete dias após sua aplicação. No terceiro tratamento, as parcelas principais não receberam água próxima à época de aplicação das duas fontes de adubo nitrogenado, seja oriunda da precipitação pluvial ou da irrigação. Para tanto, elas foram protegidas por uma cobertura plástica, apenas quando havia a iminência de ocorrência de precipitação pluvial durante os respectivos períodos definidos. A dose de N utilizada em cobertura foi de 150 kg ha⁻¹, com aplicação no estágio V₆, conforme escala de Ritchie et al. (1993). O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, dispostos em parcelas divididas, com quatro repetições. Nas parcelas principais foram locadas as épocas de realização da irrigação e nas subparcelas as fontes de adubo nitrogenado.

O milho foi implantado em semeadura direta em sucessão à ervilhaca em 10 de novembro de 2010. Utilizou-se o híbrido simples de milho Pioneer 30F53 HX, da empresa Pioneer Sementes, na densidade de 8,0 pl m⁻² e com espaçamento entrelinhas de 0,5m. Na

semeadura, foi aplicada a quantidade de 400 kg ha⁻¹ de adubo da fórmula 05-30-30. Foi utilizado o sistema de irrigação por aspersão, com vazão de 8,0 mm h⁻¹. Pragas e plantas daninhas foram controladas para não interferirem no rendimento de grãos e nas demais características agronômicas avaliadas.

As principais determinações realizadas foram: rendimento de grãos, com correção da umidade para 130 g kg⁻¹, eficiência agronômica do nitrogênio (EAN) e retorno econômico obtido com a aplicação dos diferentes tratamentos. A EAN foi obtida pela divisão do rendimento de grãos pela quantidade de N aplicada em cobertura. Para cálculo do retorno econômico comparativo entre as duas fontes de N em cada época de irrigação, considerou-se o preço de venda do saco de 60 kg de milho de R\$27,00 e os custos dos sacos da ureia comum e da ureia com inibidor da urease de R\$52,00 e R\$57,50, respectivamente, conforme cotação obtida na Cooperativa de Languirú, no município de Estrela-RS, em 03 de junho de 2011.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo Teste F. Quando significativo, os efeitos simples das médias foram comparados pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Os ganhos obtidos com a aplicação da ureia com inibidor da urease em relação à aplicação de ureia comum foram de 900, 1620 e 1380 kg ha⁻¹, respectivamente em relação à adubação realizada imediatamente após e imediatamente antes da irrigação e à irrigação realizada aos sete dias após a adubação (Tabela 1). Na média das três épocas de irrigação, houve um ganho de 1320 kg ha⁻¹ com o uso da ureia com inibidor da urease em relação à aplicação da ureia comum. Na média das duas fontes de adubos nitrogenados, o menor rendimento de grãos foi obtido quando se adubou logo após a irrigação. Em relação a esse sistema, foram obtidos ganhos de 2100 e 1260 kg ha⁻¹, respectivamente nos sistemas em que se adubou imediatamente antes e aos sete dias antes da irrigação.

A aplicação da ureia com inibidor da urease aumentou em 12% a EAN em relação à ureia (Tabela 2). Na média das duas fontes de adubos nitrogenados, a menor EAN foi obtida quando se adubou logo após a irrigação. Em relação a esse sistema, a EAN aumentou em 19 e 11% respectivamente nos sistemas em que se adubou imediatamente antes e aos sete dias antes da irrigação.

Os incrementos na receita líquida obtidos com a aplicação da ureia com inibidor da urease em relação à ureia comum foram de R\$368,00, R\$692,00 e R\$ 584,00 por hectare, respectivamente em relação à realização da irrigação logo após, imediatamente antes e aos sete dias após a adubação (Tabela 3). Na média das três épocas de irrigação, houve um

incremento de R\$557,00 por hectare com o uso da ureia com inibidor da urease em relação à aplicação da ureia comum. Em relação ao sistema com irrigação antes da adubação, foram obtidos incrementos de R\$378,00 e R\$216,00 por hectare quando se irrigou logo após e aos sete dias após a adubação, na média das duas fontes de adubos nitrogenados (Tabela 4).

Conclusões

A aplicação da ureia com inibidor da urease é uma estratégia eficiente para aumentar o rendimento de grãos, a eficiência agrônômica do N aplicado e a receita líquida obtidos com o cultivo do milho em relação ao uso da ureia comum, especialmente quando se aplica os adubos logo após a irrigação.

Literatura Citada

BARRETO, H. J.; WESTERMAN, R. L. Soil urease activity in winter wheat residue management systems. *Soil Science Society of America Journal*, v.53, n.5, p.1455-1458, 1989.

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 volatilization from urease inhibitor-treated urea applied to sugarcane trash blankets. *Scientia Agricola*, v.65, n.4, p.397-401, 2008.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO . [Informações] Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_01_19_11_00_30_brasilprodutose riehist..xls>. Acesso em: 02 mar. 2012.

DUARTE, F. M.; POCOJESKI, E.; SILVA, L. S.; GRAUPE, F. A.; BRITZKE, D. Perdas de nitrogênio por volatilização de amônia com aplicação de ureia em solo de várzea com diferentes níveis de umidade. *Ciência Rural*, v.37, n.3, p.705-711, 2007.

ENDRIGO, P.C. *et al.* Resposta de híbridos de milho irrigado à redução do espaçamento entrelinhas na época de semeadura precoce, sob duas densidades de plantas. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO, 54 E REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO SORGO, 37, 2009, Veranópolis. Atas e Resumos. Veranópolis: EMATER, 2009. 1 CD-ROM.

FONTOURA, S. M. V.; BAYER, C. Ammonia volatilization in no-till system in the southcentral region of the State of Paraná, Brazil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.34, n.5, p.1677-1684, 2010.

KELLER, G. D.; MENGEL, D. B. Ammonia volatilization from nitrogen fertilizers surface applied to no-till corn. *Soil Science Society of America Journal*, v.50, n.4, p.1060-1063, 1986.

KISSEL, D. E.; CABRERA, M. L.; VAIO, N.; CRAIG, J. R.; REMA, J. A.; MORRIS, L. A. Rainfall timing and ammonia loss from urea in a loblolly pine plantation. *Soil Science Society of America Journal*, v.68, n.5, p.1744-1750, 2004.

LARA CABEZAS, W. A. R.; TRIVELIN, P. C. O.; KORNDORFER, G. H.; PEREIRA, S. Balanço da adubação nitrogenada sólida e fluida de cobertura na cultura de milho, em sistema de plantio direto no Triângulo Mineiro (MG). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.24, n.2, p.363-376, 2000.

LARA CABEZAS, W. A. R.; KORNDÖRFER, G. H.; MOTTA, S. A. Volatilização de N-NH₃ na cultura de milho: I. Efeito da irrigação e substituição parcial da uréia por sulfato de amônio. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.21, n.3, p.481-487, 1997.

PEREIRA, H. S.; LEÃO, 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, n.6, p.1685-1694, 2009.

SANGOI, L. *et al.* Níveis de manejo na cultura do milho em dois ambientes contrastantes: análise técnico-econômica. *Ciência Rural*, v.33, n.6, p.1021-1029, 2003.

SCIVITTARO, W. B.; GONÇALVES, D. R. N.; VALE, M. L. C.; RICORDI, V. G. Perdas de nitrogênio por volatilização de amônia e resposta do arroz irrigado à aplicação de uréia tratada com o inibidor de urease NBPT. *Ciência Rural*, v.40, n.6, p.1283-1289, 2010.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. Análise de solo, plantas e outros materiais. Porto Alegre: UFRGS. 1995. 174 p.

Tabela 1. Rendimento de grãos de milho em função de fonte de adubo nitrogenado e de época de irrigação. Eldorado do Sul-RS, 2010/11.

Época de irrigação ¹	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)		Ganho c/ aplicação de ureia com inibidor da urease (kg ha ⁻¹)	Média	Ganho em relação à adubação após a irrigação (kg ha ⁻¹)
	Fonte				
	Ureia	Ureia c/ inibidor da urease			
Adubação antes da irrigação	12480	13380	900	A 13020	2100
Adubação logo após irrigação	10080	11700	1620	B 10920	-
Adubação com irrigação aos 7 dias após	11520	12900	1380	A 12180	1260
Média	B* 11400	A 12720	1320	-	-

¹Aplicação de lâmina de água de 20 mm. * Médias antecedidas pela mesma letra na coluna e na linha não diferem pelo teste de Duncan (p• 0,05).

Tabela 2. Eficiência agrônômica do nitrogênio (EAN) aplicado no milho em função de fonte de adubo nitrogenado e de época de irrigação. Eldorado do Sul-RS, 2010/11.

Época de irrigação ¹	EAN (kg de grãos/kg de N aplicado)		Ganho c/ aplicação de ureia com inibidor da urease (%)	Média	Ganho em relação à adubação após a irrigação (%)
	Fonte				
	Ureia	Ureia c/ inibidor da urease			
Adubação antes da irrigação	83	89	7	A 87	19
Adubação logo após irrigação	67	78	16	B 73	-
Adubação com irrigação aos 7 dias após	77	86	12	A 81	11
Média	B* 76	A 85	11	-	-

¹Aplicação de lâmina de água de 20 mm. * Médias antecedidas pela mesma letra na coluna e na linha não diferem pelo teste de Duncan (p• 0,05).

Tabela 3. Retorno econômico com a aplicação de duas fontes de adubo nitrogenado em função da época de irrigação na cultura do milho. Eldorado do Sul-RS, 2010/11.

Época de irrigação ¹	Retorno econômico com aplicação de ureia com inibidor da urease (R\$ ha ⁻¹)			
	Ganho c/ aplicação de ureia com inibidor da urease (kg ha ⁻¹)	Receita extra ²	Custo extra ³	Receita líquida com a aplicação de ureia com inibidor da urease
Adubação antes da irrigação	900	405	37	368
Adubação logo após irrigação	1620	729	37	692
Adubação com irrigação aos 7 dias após	1380	621	37	584
Média	1320	594	37	557

¹Aplicação de lâmina de água de 20 mm. ²Preço de comercialização do milho de R\$ 27,00 sc⁻¹. ³Preço de comercialização da ureia de R\$ 51,00 sc⁻¹ e da ureia com inibidor de urease de R\$ 56,50 sc⁻¹.

Tabela 4. Receita líquida com o cultivo do milho em função de época de irrigação em relação à aplicação da adubação nitrogenada, na média de duas fontes de adubo. Eldorado do Sul-RS, 2010/11.

Época de irrigação ¹	Ganho em relação à adubação após a irrigação (kg ha ⁻¹)	Receita líquida em relação à adubação após a irrigação (R\$ ha ⁻¹) ²
Adubação antes da irrigação	840	378
Adubação com irrigação aos 7 dias após	480	216

¹Aplicação de lâmina de 20 mm. ²Preço de comercialização do milho de R\$ 27,00 sc⁻¹.