



Eficiência da uréia e do nitrato de amônio em adubação de cobertura para milho cultivado no sistema plantio direto

Eloi Erhard Scherer¹

Resumo – Com o objetivo de comparar a eficiência de duas fontes de nitrogênio (N) em diferentes épocas de aplicação da adubação de cobertura em milho, foi conduzido um experimento de campo em Latossolo Vermelho distroférico nos anos agrícolas 2001/02, 2002/03 e 2003/04, em Chapecó, SC. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com os tratamentos arrançados em fatorial 2 x 4, com dois fertilizantes (uréia e nitrato de amônio) e quatro épocas de aplicação do N (todo na emergência das plantas, 1/3 na emergência e o restante (2/3) 28 dias após, e todo 14 e 28 dias após a emergência). Também foi incluído um tratamento sem adubação nitrogenada. O N foi aplicado na dose de 120kg/ha, a lanço, sem incorporação ao solo. Houve apenas efeito significativo para épocas de aplicação do adubo, obtendo-se melhores resultados com aplicação de todo N na emergência das plantas ou parcelado em duas vezes: 1/3 na emergência das plantas e o restante 28 dias após. Não foram constatadas diferenças significativas entre as fontes de N avaliadas, podendo ser utilizada em adubações de cobertura no milho a fonte com menor preço por unidade de N.

Termos para indexação: *Zea mays*, nitrogênio, fontes, adubação de cobertura.

Effect of urea and ammonium nitrate in top-dressing application on corn yield under no-till system

Abstract – To evaluate the efficiency of nitrogen (N) sources and time of N application on corn yield, a field experiment was carried out in a Typical Red Latosol (oxisol) in Chapecó, Santa Catarina State, Brazil. The experiment was conducted as completely randomized block design with the use of two top-dressed N sources (urea and ammonium nitrate) and four application time (total dose at plant emergence, 1/3 at emergence and 2/3 28 days later, and total dose at 14 and 28 days after plant emergence), plus an additional treatment without N fertilization. The results showed that only the time of N application had influence on corn yield. Best results generally were obtained when total N dose was applied at plant emergence or when applied 1/3 of the total N at plant emergence and the remaining 28 days later. The source of N did not significantly affect corn yield. Since no significant differences were observed in the corn yield, the decision of using urea or ammonium nitrate for top-dress application should be based on the cost per unity of N.

Index terms: *Zea mays*, nitrogen, sources, top-dressing.

Introdução

As atuais recomendações de adubação nitrogenada para milho são realizadas com base em curvas de resposta, teor de matéria orgânica do solo, histórico da área,

condições ambientais e produtividade esperada (Sociedade..., 2004). Dada a grande exigência da cultura do milho e o baixo efeito residual no solo, a adubação nitrogenada é, normalmente, realizada de forma parcelada, aplicando-se

uma pequena quantidade na semeadura e o restante em cobertura (Yamada, 1996; Sociedade..., 2004).

A aplicação superficial em cobertura, tanto do nitrato de amônio quanto da uréia, sem

Aceito para publicação em 8/5/07.

¹Eng. agr., Dr., Epagri/Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar – Cepaf –, C.P. 791, 89801-970 Chapecó, SC, fone: (49) 3361-0600, e-mail: escherer@epagri.sc.gov.br

incorporação ao solo, constitui prática rotineira na cultura do milho nos diversos sistemas de produção utilizados no Estado de Santa Catarina (Epagri, 1997). Por outro lado, inúmeros trabalhos de pesquisa (Anjos & Tedesco, 1976; Kissel et al., 1988; Lara Cabezas et al., 1992; Silva et al., 1995; Lara Cabezas et al., 1997b) mostram que a aplicação superficial da uréia, sem incorporação ao solo, pode favorecer as perdas de N por volatilização de NH_3 . Os resultados de campo apontam, em geral, para uma eficiência menor da uréia em relação a outras fontes de N, quando aplicada na superfície, sem sua imediata incorporação ao solo (Silva et al., 1995; Lara Cabezas et al., 1997a; Kissel et al., 1988; Bellow et al., 2006).

A volatilização de NH_3 ocorre principalmente em função da elevação do pH da solução próximo ao grânulo de uréia durante sua hidrólise (Rodrigues & Kiehl, 1986; Lara Cabezas et al., 1992). Várias características do solo (pH, CTC, textura e teor de matéria orgânica) e condições ambientais (temperatura, umidade, precipitação, evaporação) podem influenciar o equilíbrio $\text{NH}_3 - \text{NH}_4^+$ e ser determinantes na magnitude das perdas gasosas de amônia (Bowmeester et al., 1985). Alta temperatura e umidade são fatores que podem acelerar a hidrólise e as reações da uréia, acarretando perdas de NH_3 pela ação alcalina da uréia em solo com pH próximo ou acima de 7,0 (Rodrigues & Kiehl, 1992).

Entretanto, estas perdas de N por volatilização de amônia podem ser drasticamente reduzidas quando da ocorrência de chuvas ou em caso de irrigação, logo após a aplicação da uréia na superfície do solo (Fox & Hoffmann, 1981; Black et al., 1987).

O nitrato de amônio, ao contrário da uréia, não sofre perdas por volatilização de NH_3 quando o pH do solo é inferior a 7,0. Porém, em solos com textura mais arenosa, o N pode ser facilmente perdido pela lixiviação de NO_3^- , principalmente quando ocorrerem chuvas de alta intensidade logo após sua aplicação.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência agrônômica da

uréia e do nitrato de amônio aplicados na superfície do solo, sem incorporação, em diversas épocas e fases de desenvolvimento da cultura do milho no sistema plantio direto.

Material e métodos

A pesquisa constou de um experimento de campo com a cultura do milho, conduzido nos anos agrícolas 2000/01, 2001/02 e 2002/03, sempre em nova área, em glebas adjacentes, no município de Chapecó, SC. O solo da área experimental, classificado como Latossolo Vermelho distroférrico, apresentou, antes da instalação do experimento, as seguintes características na camada superficial (zero a 10cm): pH em água = 5,6; Índice-SMP = 5,5; matéria orgânica = 3,3%; P = 18mg/dm³; K = 128mg/dm³; Ca = 5,5cmol/dm³; Mg = 2,6 cmol/dm³ e argila = 56%, determinados segundo metodologia de Tedesco et al. (1995).

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com três repetições no primeiro ano e quatro repetições nos demais anos. Os tratamentos constaram de um fatorial 2x4 envolvendo duas fontes de N e quatro épocas de aplicação do adubo nitrogenado. As fontes de N foram uréia e nitrato de amônio aplicados na dose de 120kg/ha na superfície, sem incorporação ao solo, nas seguintes épocas: E1 = 1/3 do N aplicado na emergência das plantas e o restante (2/3) 28 dias após; E2 = todo N aplicado na emergência das plantas; E3 = todo N aplicado 14 dias após a emergência (DAE); E4 = todo N aplicado 28 DAE. Como tratamento adicional incluiu-se uma testemunha sem aplicação de N. Não foi aplicado N na semeadura.

A parcela experimental contou com uma área total de 32,4m² (5,4m x 6m) com semeadura de seis linhas de milho espaçadas em 0,9m. A semeadura do milho, cultivar Ag-9090, foi realizada com semeadora de plantio direto em 19/10/2001, 4/11/2002 e 29/10/2003. Antecedendo o milho, foi cultivada, anualmente, aveia-preta, que foi dessecada com herbicida Glifosato em torno de 20 dias antes da semeadura do milho. O desbaste, objetivando a densidade de 66 mil plantas/ha foi realizado 14 dias após a emergência das plantas.

Os tratamentos culturais foram realizados de acordo com as recomendações do sistema de produção da cultura (Epagri, 1997). Para o controle de plantas daninhas foi utilizado o herbicida Sanson na dose recomendada. As colheitas foram realizadas em área de 18m², colhendo-se as quatro linhas centrais da parcela, com 5m de comprimento, eliminando-se 0,5m nas extremidades. O peso de grãos foi corrigido para umidade de 15%.

Os dados de produção de grãos foram submetidos à análise da variância, empregando-se o teste F, e os tratamentos fatoriais, quando significativos, decompostos para isolamento do efeito de fontes, épocas de aplicação e interação entre fontes e épocas. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5%.

Resultados e discussão

Encontram-se na Tabela 1 os dados de produção de grãos de milho, valores médios das duas fontes de N, das diversas épocas de aplicação do adubo nitrogenado e da testemunha, sem N. Em todos os anos a cultura apresentou resposta positiva à aplicação de N.

A análise mostrou que houve significância estatística ($P>0,05$) apenas para épocas de aplicação de N e para a interação entre épocas e anos, indicando que estas não tiveram o mesmo comportamento nos 3 anos de cultivo. Observa-se que, com exceção do terceiro ano, a produção de grãos do tratamento com aplicação parcelada do N (um terço na emergência das plantas e aplicação do restante 28 dias após) foi significativamente superior à do tratamento com todo adubo nitrogenado aplicado 28 DAE. Isto está de acordo com as recomendações de adubações para a cultura nos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (Sociedade..., 2004). Mello et al. (1988) também relatam efeito positivo da aplicação parcelada de N em milho. A pior performance com a aplicação tardia de N ocorreu principalmente no primeiro ano, coincidindo com curtos períodos de estiagem daquele ano (Figura 1), o que de certa forma limitou a produtividade e resposta da cultura à adubação nitrogenada ►

Tabela 1. Efeito de épocas de aplicação do adubo nitrogenado (120kg/ha) na produção de grãos de milho em diferentes anos agrícolas. Dados médios de todas as fontes de N

Época de aplicação do N	Ano agrícola ⁽¹⁾		
	2001/02	2002/03	2003/04
kg/ha.....		
1/3 0 DAE e 2/3 28 DAE	5.310 aB	8.367 aA	6.251 aB
Todo 0 DAE	5.708 aC	7.857 abA	5.901 aB
Todo 14 DAE	5.232 aB	7.737 abA	5.447 aB
Todo 28 DAE	3.780 bC	6.994 bA	5.223 aB
Testemunha	1.800 cC	5.647 cA	1.815 bB

⁽¹⁾Médias seguidas de mesmas letras minúsculas para épocas e maiúsculas para anos não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%.
Nota: DAE = dias após a emergência das plantas.

aplicada. Resposta semelhante foi observada por Scherer (2001) também em condições de baixos índices de precipitação pluvial ocorrida após a aplicação do N em cobertura na cultura do milho sob plantio direto.

Os dados de produção de grãos obtidos com as duas fontes de N, nos 3 anos de cultivo, encontram-se na Tabela 2. São apresentados apenas valores médios, pois as duas fontes de N, independentemente da época de aplicação e ano de cultivo, não diferiram significativamente entre si, corroborando os resultados de Scherer (2001) com milho cultivado em condições climáticas e

de solo semelhantes. Mello et al. (1988) não obtiveram diferenças em produtividade de milho com e sem incorporação da uréia ao solo, indicando que as perdas de N por volatilização de NH₃ com aplicação superficial da uréia podem ter sido insignificantes.

Teoricamente, a eficiência da uréia no presente estudo, sem sua imediata incorporação ao solo, deveria ser menor em comparação ao nitrato de amônia. Porém, é possível que as perdas de N por volatilização de amônia, em condições de campo, não tenham sido tão elevadas quanto às verificadas em ambientes contro-

lados (Anjos & Tedesco, 1976; Rodrigues & Kiehl, 1986; Lara Cabezas et al., 1992; Silva et al., 1995) e, dessa forma, tenham exercido pouca influência sobre a produção de grãos.

Por outro lado, as perdas de N por volatilização de NH₃ (Anjos & Tedesco, 1976; Kissel et al., 1988; Lara Cabezas et al., 1992) podem ter sido compensadas por maiores perdas por lixiviação de NO₃, quando da utilização de nitrato de amônio, que tem 50% do N total nesta forma. Maiores perdas de NO₃ podem ocorrer especialmente no SPD, onde a camada de palha sobre a superfície e a continuidade dos poros no perfil favorecem a infiltração e percolação de água com conseqüente maior lixiviação de NO₃ (Salet et al., 1997). Além das perdas por volatilização e lixiviação, fatores ambientais e de solo, tais como precipitação, temperatura, teor de matéria orgânica do solo, relação C/N (Amado & Mielniczuk, 2002), dentre outros, podem afetar a dinâmica do N no solo e sua absorção pelas plantas e ter influenciado a produção de grãos.

Na literatura são encontrados inúmeros trabalhos de pesquisa demonstrando que a uréia em cobertura pode ser tão eficiente quanto as outras fontes de N, principalmente quando ocorre uma chuva após sua aplicação (Bouwmeester et al., 1985; Mello et al., 1988; Lara Cabezas et al., 1997). Outro procedimento que pode aumentar a eficiência da uréia é o uso da irrigação controlada. A rápida solubilização dos grânulos de adubo pela água e movimentação do N na solução do solo até uma certa profundidade reduz consideravelmente os riscos de perda por volatilização (Fox & Hoffmann, 1981; Black et al., 1987; Kissel et al., 1988). Esta prática pode substituir a incorporação do adubo, quando isto não for possível (Bouwmeester et al., 1985; Vitosh, 2006).

Rodrigues & Kiehl (1986), em estudos de laboratório, observaram que a taxa máxima de volatilização de NH₃ ocorre 4 a 5 dias após a aplicação da uréia. Como no presente estudo geralmente ocorreram precipitações pluviais de média a forte intensidade nos

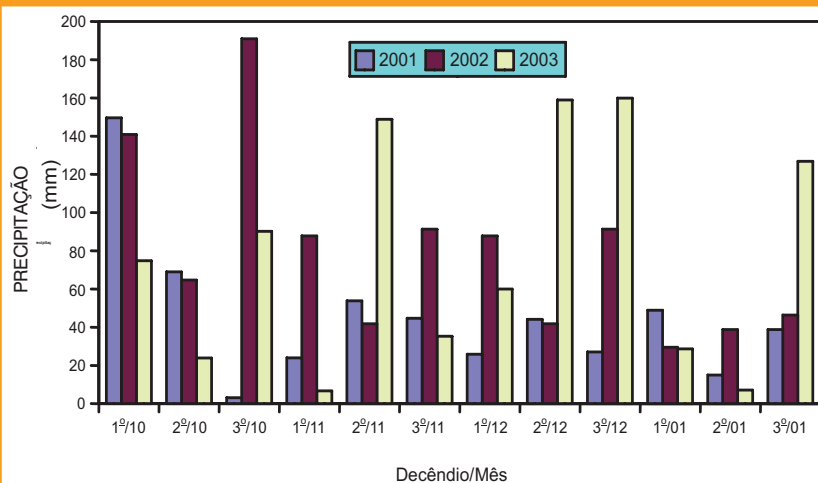


Figura 1. Precipitação pluviométrica acumulada por decênio, em Chapecó, no período de aplicação da adubação nitrogenada e desenvolvimento da cultura do milho (outubro a janeiro de cada ano)

Tabela 2. Influência de fontes de N na produção de milho cultivado em Latossolo Vermelho distroférrico sob plantio direto. Valores médios de todas as épocas e quatro repetições

Fonte de N	Ano agrícola ⁽¹⁾		
	2001/02	2002/03	2003/04
kg/ha.....		
Uréia	4.911	7.680	6.055
Nitrato de amônio	5.105	7.798	6.242
Média	5.008	7.739	6.148

⁽¹⁾As médias não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%.

primeiros dias após a aplicação dos adubos (Figura 1), este fato pode ter contribuído para melhorar a eficiência da uréia em adubações de cobertura.

Conclusões

A adubação nitrogenada aumenta significativamente a produção de milho, obtendo-se, de modo geral, maiores produções com aplicação parcelada ou em dose única do adubo até 14 dias após a emergência da plantas.

Não há diferença entre as fontes de N testadas, uréia e nitrato de amônio, sobre a produção de grãos, em nenhuma das épocas de aplicação da adubação de cobertura, podendo ser utilizada a fonte com menor preço por unidade de N.

Literatura citada

- AMADO, T.J.C.; MIELNICZUK, J.; AITA, C. Recomendação de adubação nitrogenada pra milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.26, p.241-248, 2002.
- ANJOS, J.T.; TEDESCO, M.J. Volatilização de amônia proveniente de dois fertilizantes nitrogenados aplicados em solos cultivados. *Científica*, v.4, p.49-55, 1976.
- BELOW, F.E.; BRANDAU, P.S.; YOCKEY, J.A. *Sources and forms of nitrogen for optimum corn production*. Disponível em: <Http://frec.cropsci.uiuc.edu/1996/report15>. Acesso em: 20 set. 2006.
- BLACK, A.S.; SHERLOCK, R.R.; SMITH, N.P. Effect of timing of simulated rainfall on ammonia volatilization from urea, applied to soil of varying moisture content. *Journal Soil Science*, v.38, p.679-688, 1987.
- BOUWMEESTER, R.J.B.; VLEK, P.L.G.; STUMPE, J.M. Effect of environmental factors on ammonia volatilization from a urea-fertilized soil. *Soil Science Society American Journal*, v.49, p.376-381, 1985.
- EPAGRI. *Recomendações técnicas para a cultura do milho em Santa Catarina*. Florianópolis, 1997. 59p. (Epagri. Sistema de Produção, 28).
- FOX, R.H.; HOFFMANN, L.D. The Effect of N Fertilizer Source on Grain Yield, N Uptake, Soil pH, and Lime Requirement in No-till Corn. *Agronomy Journal*, v.73, p.891-894, 1981.
- KISSEL, D.E.; WHITNEY, D.A.; LAMOND, R.E. Management practices affecting nitrogen loss from urea. *Kansas State University. Department of Agronomy*, 4p., 1988.
- LARA CABEZAS, W.A.R.; TRIVELIN, P.C.O.; BOARETO, A.E. Efeito do tamanho do grânulo e relação N/S da uréia aplicada em superfície na volatilização de amônia sob diferentes umidades iniciais do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.16, p.409-413, 1992.
- LARA CABEZAS, W.A.R.; KORN-DÖRFER, G.H.; MOTTA, S.A. Volatilização de N-NH₃ na cultura do milho. I. Efeito da irrigação e substituição parcial da uréia por sulfato de amônio. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.21, p.481-487, 1997a.
- LARA CABEZAS, W.A.R.; KORN-DÖRFER, G.H.; MOTTA, S.A. Volatilização de N-NH₃ na cultura do milho. II. Avaliação de fontes sólidas e fluidas em sistema de plantio direto e convencional. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.21, p.489-496, 1997b.
- MELLO, F.A.R.; ARZOLLA, S.; KIEHL, J.C. et al. Efeito de doses e modos de aplicação de uréia na produção de milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.12, p.269-274, 1988.
- RODRIGUES, M.B.; KIEHL, J.C. Volatilização de amônia após emprego de uréia em diferentes doses e modos de aplicação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.10, p.37-43, 1986.
- RODRIGUES, M.B.; KIEHL, J.C. Distribuição e nitrificação da amônia proveniente da uréia aplicada ao solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.16, p.403-408, 1992.
- SALET, R.L.; VARGAS, L.K.; ANGHINONI, I. et al. Por que a disponibilidade de nitrogênio é menor no sistema plantio direto. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 2., 1997, Passo Fundo, RS. *Anais...* Passo Fundo, RS: Aldeia Norte, 1997. p.217-219.
- SCHERER, E.E. Avaliação de fontes e épocas de aplicação de adubo nitrogenado na cultura do milho no sistema plantio direto. *Agropecuária Catarinense*, Florianópolis, v.14, n.1, p.48-53, 2001.
- SILVA, A.J.; LIMA JÚNIOR, M.; PEREIRA, N.C.M. et al. Perdas de amônia por volatilização proveniente de uréia aplicada a solos dos trópicos úmidos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.19, p.141-144, 1995.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. *Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina*. 10.ed. Porto Alegre: SBSC/ Núcleo Regional Sul; Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/ SC, 2004. 394p.
- TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A. et al. *Análise de solo, plantas e outros materiais*. 2.ed. Porto Alegre, RS: UFRGS – Faculdade de Agronomia, 1995. 174p. (UFRGS. Boletim Técnico, 5).
- VITOSH, M.L. N-P-K Fertilizers. Disponível em: <http://www.montysjoyjuice.com/docs/npk.htm>. Acesso em: 14 set. 2006.
- YAMADA, T. Adubação nitrogenada do milho: quanto, como e quando aplicar. *Informações Agronômicas*, Piracicaba, SP, n.74, p.1-5, jun. 1996. ■