

## Eficiência agrônômica da adubação nitrogenada na cultura do milho com fertilizante de eficiência aumentada

**Luiz Antônio Zanão Júnior<sup>(1)</sup>; Mauro Anísio Balbinot<sup>(2)</sup>; Luiz Carlos de Oliveira<sup>(3)</sup>; Edson Queiroz Rodrigues Júnior<sup>(2)</sup>; Claubert Bruno Sztoltz<sup>(2)</sup>**

<sup>(1)</sup> Pesquisador; Instituto Agrônômico do Paraná; Santa Tereza do Oeste, PR; IZANAO@IAPAR.BR; <sup>(2)</sup> Estudante; Faculdade Assis Gurgacz <sup>(3)</sup> Agente de Ciência e Tecnologia; Instituto Agrônômico do Paraná.

**RESUMO:** O nitrogênio, elemento importante na nutrição do milho, apresenta baixa eficiência nos programas de adubação. Recentemente os fertilizantes de eficiência aumentada têm sido utilizados para melhorar a eficiência da adubação nitrogenada. O objetivo deste trabalho foi comparar a eficiência agrônômica da ureia revestida com polímero (Policote) em relação à ureia sem revestimento aplicada em cobertura na cultura do milho no Oeste do Paraná. Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial (2x4)+1, sendo duas fontes de nitrogênio: ureia (45 % de N) e ureia revestida por Policote (41 % de N), quatro doses de N aplicadas em cobertura (30; 60; 120; 180 kg/ha) e um tratamento adicional sem nitrogênio aplicado em cobertura. O delineamento foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. Foram avaliados o teor foliar de nitrogênio, a produtividade do milho e o índice de eficiência agrônômica do nitrogênio aplicado em cobertura. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão. O teor foliar de N não foi influenciado pela adubação nitrogenada. A produtividade de milho aumentou com a adubação nitrogenada, sendo influenciada pelas fontes e doses de nitrogênio. O revestimento da ureia com Policote aumentou a eficiência agrônômica da adubação nitrogenada, resultando em maiores produtividades que aquelas obtidas com o uso da ureia sem este revestimento.

Termos de indexação: nitrogênio, ureia, polímero.

### INTRODUÇÃO

Para muitas culturas, principalmente aquelas condições de clima subtropical a tropical, recomenda-se a aplicação parcelada de nitrogênio (N), a fim de reduzir suas perdas (Shaviv & Mikkelsen, 1993). Como resultado, há uma insuficiência do aproveitamento da adubação pela planta, com perdas diretas em produtividade e desperdício de fertilizantes, além de aumentar os custos de produção em vista da necessidade de constantes aplicações e os riscos de impactos ambientais (Alva & Paramasivam, 1998).

As recomendações de doses da adubação nitrogenada em cobertura baseiam-se em curvas de resposta, rotação de culturas, expectativa de

produção, teor de matéria orgânica do solo, sistema de manejo, dentre outros. No Paraná as doses recomendadas de N aplicadas em cobertura variam de 60 a 120 kg/ha para a cultura do milho (Oliveira, 2003). Vários pesquisadores têm realizado trabalhos avaliando a eficiência da adubação nitrogenada, encontrando eficiência na ordem de 43 % (Scivittaro et al., 2003), 30 a 40 % (Freney et al., 1993) e 50 a 70 % (Trenkel, 1997) e 20,8 - 29,5% (Cabezas et al., 2000). Entre as principais razões dessa baixa eficiência estão vários processos como volatilização, lixiviação e desnitrificação. Eles representam perdas desse nutriente, estando relacionados ao manejo inadequado da adubação.

Recentemente os fertilizantes de eficiência aumentada têm sido utilizados para aumentar a eficiência da adubação nitrogenada. Dentre eles cita-se o revestimento com polímeros, como o Policote (comercializado pela Wsct/Produquímica).

Pesquisas recentes mostraram que o recobrimento da ureia com polímeros reduziu perdas de N por volatilização e aumentou a eficiência na utilização do N pela cultura do milho (Pereira et al., 2009). Estudos constatando o aumento da eficiência agrônômica da ureia revestida com Policote foram observados por vários pesquisadores (Santini et al., 2009; Cobucci et al., 2010; Costa et al., 2011; Zanão et al., 2011), os quais foram explicados pela redução da volatilização (Kaneko et al., 2012) e nitrificação (Miyazawa & Tiski, 2011).

Assim, dispor de informação sobre fertilizantes de eficiência aumentada na cultura do milho será de grande valia para a agricultura. O objetivo deste trabalho foi comparar a eficiência agrônômica da ureia revestida com Policote em relação à ureia sem revestimento aplicadas em cobertura na cultura do milho no Oeste do Paraná.

### MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizado ensaio de adubação nitrogenada, na área experimental do IAPAR, em Santa Tereza do Oeste, PR, em Latossolo Vermelho distrófico, cujas características estão descritas na tabela 1.

Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial (2x4)+1, sendo duas fontes de nitrogênio (ureia - 45 % N e ureia revestida por Policote - 41 %

N), quatro doses de nitrogênio aplicadas em cobertura (30; 60; 120; 180 kg/ha) e um tratamento adicional sem nitrogênio aplicado em cobertura. O delineamento foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições.

A parcela experimental foi formada por seis linhas, com espaçamento de 0,90 m e com cinco metros de comprimento. Foi considerada como área útil, as quatro fileiras centrais, descartando-se dois metros das extremidades. O híbrido 30F53H foi semeado dia 18/10/2012, juntamente com adubação com 280 kg/ha do formulado 08-28-16.

Os tratamentos foram aplicados, sobre a superfície do solo, sem incorporação, quando as plantas apresentarem quatro folhas totalmente desenvolvidas, juntamente com 30 kg/ha de S (utilizando-se o Sulfurgran como fonte).

No estágio de pleno florescimento do milho foi realizada amostragem foliar. Foram coletadas 30 folhas opostas e abaixo à primeira espiga, sem a nervura central, na área útil de cada parcela, para determinação do teor de nitrogênio. As amostras foliares foram acondicionadas em sacos de papel e em seguida, submetidas à secagem em estufa de ventilação forçada à 70 °C, por 48 h. Posteriormente foram moídas em moinho tipo Willey, para determinar o teor de N, utilizando o método semimicro Kjeldahl, com mineralização das amostras com ácido sulfúrico.

Na colheita (04/03/13) foi avaliada a produtividade (umidade corrigida para 14%).

Com as médias de produtividade das doses e fontes de N foram calculados índices de eficiência do uso de N pela cultura do milho, utilizando-se a equação proposta por Fageria & Baligar (2005).

Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão, utilizando-se o aplicativo Assistat (Silva & Azevedo, 2006). Escolheu-se, dentre os modelos linear, quadrático, logarítmico e exponencial, aquele de maior coeficiente de ajuste de regressão e lógica biológica.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor foliar de nitrogênio não foi influenciado pela adubação nitrogenada (Tabela 2), apresentando valor médio de 32,4 g/kg, que é considerado como adequado (27,5 a 32,5 g/kg) por Coelho & França (1995). O adequado teor de matéria orgânica do solo utilizado no experimento possivelmente explica a falta de resposta do teor foliar de nitrogênio à adubação nitrogenada.

A produtividade de milho respondeu à adubação nitrogenada, variando entre fontes e doses avaliadas (Tabela 2).

Ao utilizar a ureia como fonte a produtividade aumentou de 8028 kg/ha, na ausência de adubação nitrogenada, até o valor máximo de 9474 kg/ha, com a dose de 141,6 kg/ha de N, o que representou um aumento de 18 % na produtividade do milho

(Figura 1). Esta dose necessária para obtenção da máxima produtividade é superior àquela recomendada por Oliveira (2003).

Entretanto, ao se utilizar a ureia revestida com Policote como fonte, a produtividade aumentou de 8010 kg/ha, na ausência de adubação nitrogenada, até o valor máximo de 9798 kg/ha, com a dose de 119,0 kg/ha de N, o que representou um aumento de 22,3 %. A dose necessária para a máxima produtividade utilizando ureia revestida com Policote está dentro da faixa recomendada por Oliveira (2003). Nota-se que a produtividade de 9474 kg/ha (máxima produtividade obtida utilizando ureia - 141,6 kg/ha de N) seria obtida com 68,5 kg/ha de N utilizando ureia revestida com Policote.

A tabela 3 ilustra os índices de eficiência agrônômica (IEA) para as fontes e doses de nitrogênio avaliadas neste trabalho. Com o aumento da adubação ocorreu redução do IEA. Este comportamento também foi observado por Zanão et al (2011). Em média, o revestimento da ureia com Policote aumentou o IEA independentemente da dose de N utilizada na adubação. Esta superioridade de IEA com a utilização da ureia revestida por Policote, quando comparada ao uso da ureia, também foi observada por Zanão et al (2011). Os IEA observados neste trabalho foram inferiores àqueles observados por Zanão et al (2011), o que é explicado pelas maiores produtividades observadas por estes autores associadas a menores doses utilizadas na adubação nitrogenada (13974 kg/ha, utilizando 100 kg/ha de N)

## CONCLUSÕES

O teor foliar de nitrogênio não foi influenciado pela adubação nitrogenada.

A produtividade de milho aumentou com a adubação nitrogenada, sendo influenciada pelas fontes de nitrogênio.

O revestimento da ureia com Policote aumentou a eficiência agrônômica da adubação nitrogenada, resultando em maiores produtividades que aquelas obtidas com o uso da ureia sem este revestimento.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pela concessão de bolsa de Iniciação Científica à Mauro Anisio Balbinot e de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação à Clauber Bruno Sztoltz.

## REFERÊNCIAS

ALVA, A. K. & PARAMASIVAM, S. Nitrogen management for high yield and quality of citrus in Sandy soil. Soil Science of American Journal, 62:1335-1342, 1998.

COBUCCI, T.; FAGERIA, N. K.; REIS JÚNIOR, R. A. et al. Eficiência do uso do nitrogênio em terras altas. In: FERTBIO, 2010. Anais... Guarapari: INCAPER, 2010. CD-ROM.

COELHO, A. M. & FRANÇA, G. E. Seja o doutor do seu milho - nutrição e adubação. 2.ed. Piracicaba Potafos, 1995 (Arquivo do agrônomo, 2).

COSTA, A.; MIYAZAWA, M. & TISKI, I. Respostas da cultura do milho à adubação com ureia revestida com Policote. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 2011. Anais... Uberlândia: SBCS, 2011. CD-ROM.

FAGERIA, N. K. & BALIGAR, V. C. Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. *Advances in Agronomy*, 88:97-185, 2005.

FRENEY, J. R.; KEERTHISINGHE, D. G.; CHAIWANAKUPT, P. et al. Use of urease inhibitors to reduce ammonia loss following application of urea to flooded rice fields. *Plant and Soil*, 155/156: 371-373, 1993.

KANEKO, H. F.; ARF, O.; LEAL, A. J. F. et al. Efeito da ureia e ureia revestida com polímero na volatilização da amônia em duas regiões do cerrado. In: FERTBIO, 2012. Maceió. Anais... Maceió: SBCS, 2012. CD-ROM.

LARA CABEZAS, W. A. R.; TRIVELIN, P. C. O.; G. H. KONDÖRFER, G. H. et al. Balanço da adubação nitrogenada sólida e fluida de cobertura na cultura de milho, em sistema plantio direto no triângulo mineiro (MG). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 24:363-376, 2000.

MIYAZAWA, M. & TISKI, I. Teores de N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> no solo em função de fontes nitrogenadas: ureia e ureia revestida por Policote. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 2011, Uberlândia Anais... Uberlândia SBCS, 2011. CD-ROM.

OLIVEIRA, E. L. Sugestão de adubação e calagem para culturas de interesse econômico no Estado do Paraná. Londrina: IAPAR, 2003. 30p.

PEREIRA, H.S.; LEÃO, A.F.; VERGINASSI, A. et al. Ammonia volatilization of urea in the out-of-season corn. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 33:1685-1694, 2009.

SANTINI, J. M. K.; PERIN, A.; GAZOLLA, P. R. et al. Produtividade de milho submetido à aplicação de ureia revestida por polímeros. In: XXXII CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 2009. Fortaleza, SBCS. 2009. p. 323.

SCIVITTARO, W. B.; MURAOKA, T.; BOARETTO, A. E. et al. Transformações do nitrogênio proveniente de mucuna-preta e ureia utilizados como adubo na cultura do milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 38:1427-1433, 2003.

SHAVIV, A. & MIKKELSEN, R. L. Slow release fertilisers for a safer environment maintaining high agronomic use efficiency. *Fertilizer Research*, 35:1-12, 1993.

SILVA, F. A. S. & AZEVEDO, C. A. V. A New Version of The Assisat-Statistical Assistance Software. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 4, Orlando-FL-USA: Anais... Orlando: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2006. p.393-396.

TRENKEL, M. E. Controlled-Release and Stabilized Fertilizers in Agriculture. IFA, Paris. 1997. 151 p.

ZANÃO JÚNIOR, L. A.; DALCHIAVON, F.; ZAGATTO, M. R. G. et al. Eficiência agrônômica do revestimento da uréia com polímero aplicada em cobertura na cultura do milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 2011. Anais... Uberlândia SBCS, 2011. CD-ROM.

**Tabela 1** - Análise química e física do solo utilizado. Santa Tereza do Oeste, PR, 2013.

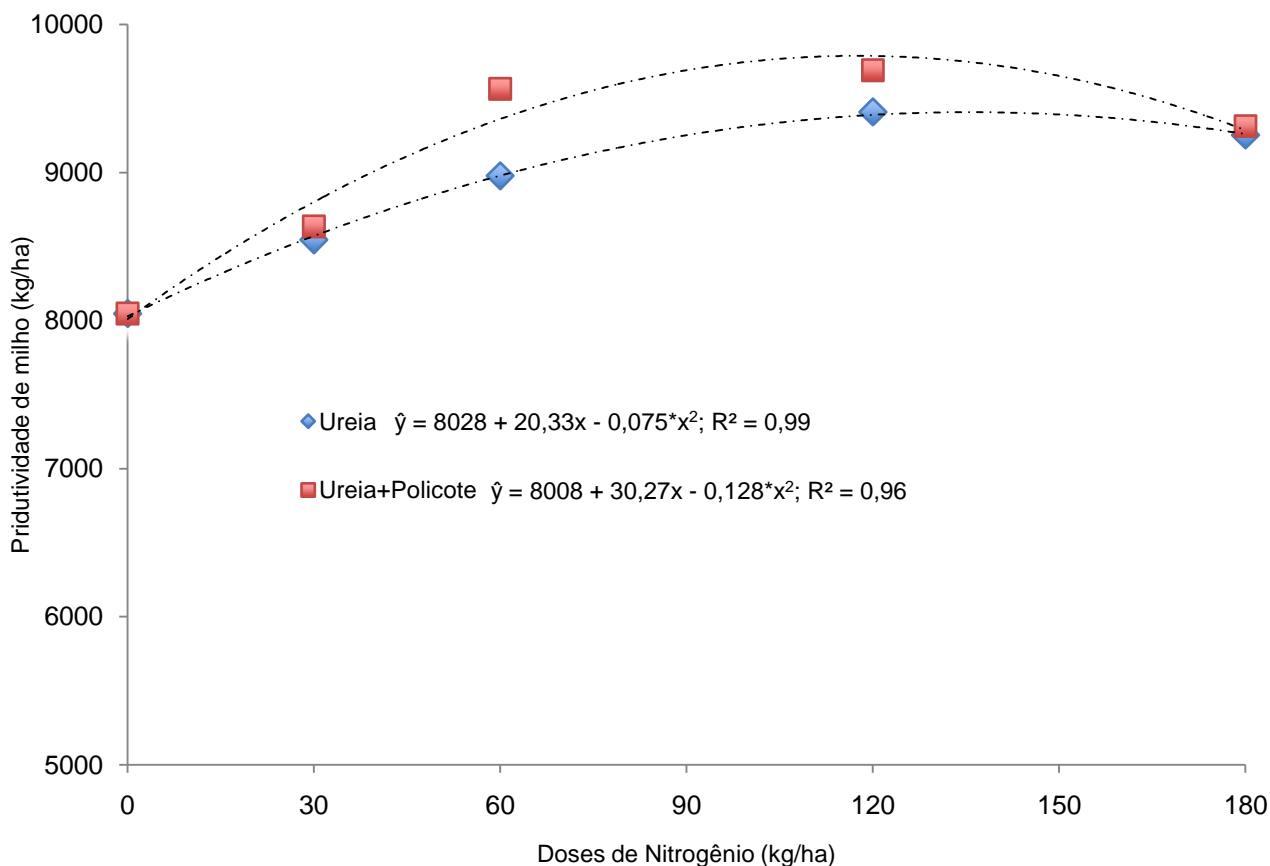
pH (CaCl <sub>2</sub> )	C g/dm <sup>3</sup>	P -- mg/dm <sup>3</sup> --	K --	Ca	Mg	Al	H+Al	V	m	Argila g/kg
					----- cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> -----			----- % -----		
5,00	35,8	11,8	291	8,50	2,50	0,00	6,68	64	0	580

P, K - Extrator Mehlich 1; Ca - Mg - Al - Extrator: KCl - 1 mol/L; H+Al - Extrator Acetato de Cálcio 0,5 mol/L - pH 7,0.

**Tabela 2** - Resultados do teste F para teor foliar de nitrogênio e produtividade de milho, bem como respectivas médias e coeficientes de variação observados na análise de variância.

	Teor Foliar de N	Produtividade
Fonte	0,68 <sup>ns</sup>	3,28*
Dose	6,05**	8,48**
Fonte*Dose	0,18 <sup>ns</sup>	0,75 <sup>ns</sup>
Resposta à adubação nitrogenada	0,75 <sup>ns</sup>	28,3**
Média	32,4 g/kg	9048 kg/ha
CV (%)	3,95	4,41

<sup>ns</sup> - não significativo; \* p<0,085; \*\* p<0,010.



**Figura 1** - Produtividade de milho em função de fontes e doses de nitrogênio aplicadas em cobertura. Santa Tereza do Oeste, PR, 2013.  $p < 0,05$ .

**Tabela 3** - Índices de eficiência agrônômica (kg de milho/kg de N fornecido via adubação em cobertura) de fontes e doses de nitrogênio. Santa Tereza do Oeste, PR, 2013.

Dose de N (kg/ha)	Ureia	Ureia+Policote	Média
30	16,2	19,2	17,4
60	15,6	25,2	20,4
120	11,4	13,2	12,0
180	6,60	7,20	6,60
Média	12,6	16,2	