



## Fertilizantes nitrogenados de eficiência aumentada e ureia na cultura do milho

Joaquim J. Frazão<sup>1</sup>, Átila R. da Silva<sup>2</sup>, Vanderli L. da Silva<sup>3</sup>, Vinícius A. Oliveira<sup>4</sup> & Rubia S. Corrêa<sup>5</sup>

<sup>1</sup> UFG. Goiânia, GO. E-mail: frazao.agr@gmail.com (Autor correspondente)

<sup>2</sup> UFG. Goiânia, GO. E-mail: atilareis@gmail.com

<sup>3</sup> UFG. Goiânia, GO. E-mail: vandsilva2001@yahoo.com.br

<sup>4</sup> UFG. Goiânia, GO. E-mail: almeida.oliveira@uft.edu.br

<sup>5</sup> UFG. Goiânia, GO. E-mail: rubiascorreagyn@gmail.com

### Palavras-chave:

*Zea mays*  
volatilização de amônia  
inibidor de urease (NBPT)  
fertilizante revestido por  
polímeros  
produtividade de grãos

### RESUMO

A ureia é o principal fertilizante nitrogenado utilizado na adubação de cobertura no milho; no entanto, apresenta elevada suscetibilidade às perdas de N por volatilização de amônia. Uma alternativa é o tratamento da ureia com inibidor de urease ou revestimento com camadas de polímeros, classificados como fertilizantes nitrogenados de eficiência aumentada. Neste contexto, o presente trabalho objetivou avaliar o efeito da aplicação de doses de nitrogênio na forma de fertilizantes nitrogenados de eficiência aumentada e ureia em cobertura na cultura do milho. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial 3 x 4 + 1. As fontes utilizadas foram: ureia comum; ureia tratada com inibidor de urease e ureia revestida com polímeros testados nas doses de 32,5, 65, 130 e 260 kg ha<sup>-1</sup> de N. A massa de cem grãos e a massa seca de parte aérea de plantas aumentaram de forma linear com as doses de N. O teor de nitrogênio na folha e a produtividade de milho foram superiores quando se utilizou ureia tratada com inibidor de urease ou revestida com polímeros, principalmente nas doses de 130 e 260 kg ha<sup>-1</sup> de N. Neste sentido, a utilização de fertilizantes nitrogenados de eficiência aumentada não apenas aumentou mas também melhorou o suprimento de N para o milho aumentando ainda a produtividade de grãos.

### Key words:

*Zea mays*  
ammonia volatilization  
urease inhibitor (NBPT)  
polymers coated fertilizers  
grain yield

### Enhanced efficiency nitrogen fertilizers and urea in corn

### ABSTRACT

Urea is the main nitrogen fertilizer used in topdressing in corn, however, it has a high susceptibility to N losses due to volatilization of ammonia. An alternative is the treatment of urea with urease inhibitor or coating with layers of polymers, classified as enhanced efficiency nitrogen fertilizers. In this context, the present study aimed to evaluate the application of increasing rates of enhanced efficiency nitrogen fertilizers and urea topdressing in corn. A randomized block design was used in a factorial scheme 3 x 4 + 1. The following sources were tested: common urea, urea treated with urease inhibitor and polymer coated urea, tested at rates of 32.5, 65, 130 and 260 kg ha<sup>-1</sup> of N. The mass of one hundred grains and shoot dry weight increased linearly with rates of N. The nitrogen content in the leaf and corn yield were higher in case of urea treated with urease inhibitor or coated with polymers, especially at rates of 130 and 260 kg ha<sup>-1</sup> of N. In this context, the use of enhanced efficiency nitrogen fertilizers not only improves the supply of N to the corn but also increases the grain yield.

## INTRODUÇÃO

Dentre as culturas produzidas no Brasil o milho (*Zea mays* L.) se destaca pelo volume de produção e pela importância socioeconômica. Na safra 2012/2013 foram cultivados 15,86 milhões de hectares com essa cultura, nos quais foram produzidos 80,25 milhões de toneladas representando aproximadamente 43% da produção de grãos no país (CONAB, 2013).

Apesar de o Brasil ser o terceiro maior produtor mundial de milho, a produtividade média (5,05 t ha<sup>-1</sup>) ainda é considerada baixa quando comparada às obtidas em países como os Estados Unidos (8,9 t ha<sup>-1</sup>) e a China (5,9 t ha<sup>-1</sup>) os maiores produtores mundiais (CONAB, 2013; USDA, 2013). Um dos fatores que

contribuem para obtenção das elevadas produtividades nesses países é o uso acentuado de fertilizantes nitrogenados visto que esta cultura é muito exigente em nitrogênio.

O Brasil é o quarto maior consumidor de fertilizantes no mundo (IFA, 2013) que, por sua vez, está intrinsecamente ligado à extensa produção agropecuária e à baixa eficiência de utilização de fertilizantes pelas culturas. Em 2012 o Brasil consumiu 29,53 milhões de toneladas de fertilizantes dos quais 17,9 milhões (66,04%) foram importadas (ANDA, 2013). No mesmo ano aproximadamente 84% dos fertilizantes nitrogenados consumidos no país foram importados (IFA, 2013) o que demonstra grande dependência externa.

O fertilizante nitrogenado mais utilizado no Brasil e no mundo é a ureia (IFA, 2013). Esta fonte se destaca devido à sua

elevada concentração de nitrogênio (N) que, por outro lado, reduz o custo de transporte além possuir alta solubilidade e facilidade de mistura com outras fontes. No entanto, a ureia possui elevada suscetibilidade à volatilização de amônia ( $\text{NH}_3$ ), um tipo de perda que é mais intensificado em países de regiões tropicais, como o Brasil, onde há predomínio de altas temperaturas na maior parte do ano.

No Brasil, a adubação nitrogenada em cobertura na cultura do milho é realizada principalmente com ureia aplicada em superfície e sem incorporação. Este modo de aplicação contribui, aliado ao caráter higroscópico da ureia e às condições climáticas, para o aumento das perdas por volatilização. Tasca et al. (2011) observaram que aproximadamente 50% do N aplicado na forma de ureia sobre o solo foram perdidos por volatilização de amônia, em quatro dias.

Inicialmente, o processo de volatilização envolve a hidrólise da ureia por meio da urease, que é uma enzima extracelular produzida por bactérias, actinomicetos e fungos do solo ou, ainda, originada de restos vegetais (Reynolds et al., 1985). Diversos fatores interferem na hidrólise da ureia, entre esses a temperatura, umidade, pH, CTC, tipo de solo e presença de resíduos de plantas na superfície do solo (Cabrera et al., 1991; Cantarella et al., 2008; Lanna et al., 2010).

Visto a elevada demanda de N pela cultura do milho e as perdas de N às quais a ureia está sujeita, é imprescindível a busca por tecnologias que aumentem a eficiência da adubação nitrogenada. Uma alternativa é a utilização de fertilizantes nitrogenados de eficiência aumentada, como os de liberação lenta ou controlada ou com inibidores, visando reduzir os processos de perdas do N proveniente do fertilizante.

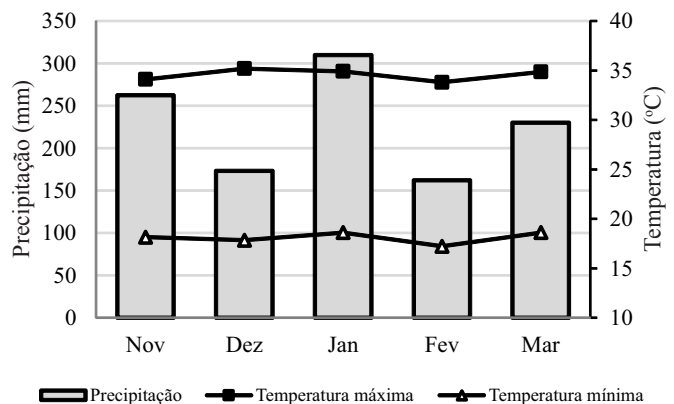
Dentre os fertilizantes nitrogenados de eficiência aumentada os que utilizam inibidores de urease, como o NBPT (N-(n-butil) triamidatofosfórica) têm apresentado os melhores resultados na redução da volatilização de amônia (Cantarella et al., 2008), que é o principal tipo de perda decorrente da aplicação superficial de ureia. Segundo Cantarella et al. (2008) o NBPT inibe a hidrólise da ureia pelo período de três a quatorze dias, dependendo das condições de umidade e temperatura do solo. Diversos autores já constaram redução de perdas por volatilização quando se utilizou ureia tratada com NBPT em países de clima tropical (Pereira et al., 2009; Scivittaro et al., 2010; Marchesan et al., 2013) e temperado (Watson et al., 2008; Sanz-Cobena et al., 2011).

Outros fertilizantes nitrogenados de eficiência aumentada utilizam polímeros, como a tecnologia Kimcoat®, na qual a ureia é revestida por três camadas de polímeros distintos que, por sua vez, promovem redução de perdas por volatilização de amônia (Reis Júnior, 2007). Pereira et al. (2009) observaram que o revestimento da ureia com camadas de polímeros promoveu redução de 21% da volatilização de amônia acumulada em onze dias, na dose de 80 kg ha<sup>-1</sup> de N.

Neste contexto, o presente trabalho objetivou avaliar o efeito da aplicação de doses de nitrogênio utilizando fertilizantes nitrogenados de eficiência aumentada e ureia em cobertura na cultura do milho.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em campo, no município de Goiânia, GO (coordenadas 16° 35' 50" S, 49° 16' 40" O e 735 m de altitude) durante a safra de verão 2012/2013. Segundo a classificação de Köppen, o clima do local é do tipo Aw savana, tropical chuvoso, tendo caráter subúmido. O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho distroférrico típico (EMBRAPA, 2006) cuja caracterização granulométrica e química apresentou os seguintes valores: pH (em  $\text{CaCl}_2$ ) = 5,2; H+Al = 3,4 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; P (Mehlich I) = 3,2 mg dm<sup>-3</sup>; K = 0,32 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca = 2,9 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg = 1,1 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Zn = 8,5 mg dm<sup>-3</sup>; Al = 0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Matéria orgânica = 28,0 g dm<sup>-3</sup>; V = 55,96%; CTC = 7,72 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; e textura argilo-arenosa (440, 110 e 450 g kg<sup>-1</sup>, de argila, silte e areia, respectivamente). Os dados de precipitação pluvial e as temperaturas máximas e mínimas ocorridas no período de condução do experimento, estão apresentados na Figura 1.



**Figura 1.** Precipitação pluvial acumulada mensal e temperatura máxima e mínima durante o período de condução do experimento com milho

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados, em esquema fatorial 3x4+1 (3 fontes, 4 doses e o controle sem N) com quatro repetições. As fontes nitrogenadas utilizadas foram: ureia comum (U); ureia tratada com o inibidor de urease NBPT® (UN) e ureia revestida com polímeros Kimcoat® (UK) testados nas doses de 32,5, 65, 130 e 260 kg ha<sup>-1</sup> de N na cultura do milho. As parcelas foram constituídas de oito linhas de milho com oito metros de comprimento cada uma, sendo avaliadas apenas as quatro linhas centrais desprezando-se um metro em cada extremidade.

Realizou-se o preparo do solo na área utilizando-se as grades aradora e niveladora. A semeadura foi realizada com auxílio de uma semeadora-adubadora, com o híbrido simples Pioneer 30K75Y®, no espaçamento 0,9 m entre linhas e população de 60.000 plantas por hectare. A adubação de semeadura foi realizada de acordo com os resultados da análise de solo seguindo as recomendações de Sousa & Lobato (2004) utilizando o fertilizante formulado 04-30-10 na dose de 400 kg ha<sup>-1</sup>. Um dia após a semeadura aplicou-se 1,665 e 1,305 kg ha<sup>-1</sup> dos ingredientes ativos *atrazine* e *S-metolachlor*, respectivamente, como herbicidas pré-emergentes.

Os fertilizantes nitrogenados foram aplicados em superfície no solo quando as plantas de milho possuíam seis folhas verdadeiras totalmente desdobradas, de acordo com as recomendações de Sousa & Lobato (2004). Realizou-se o controle de pragas e plantas daninhas por meio da utilização de inseticidas sintéticos e capinas manuais.

Quando aproximadamente 80% das plantas de milho haviam emitido a inflorescência feminina (já com o estilo estigma) e o pendão, realizou-se o corte de dez plantas de cada parcela rente ao solo, para determinação da massa seca da parte aérea (MSPA). A MSPA foi determinada por meio de pesagem em balança eletrônica após secagem das plantas em estufa de circulação forçada de ar, até adquirir massa seca constante.

Nesta ocasião também foram coletadas amostras de folhas, seguindo a metodologia descrita por Malavolta et al. (1997), para determinação do teor de nitrogênio foliar. As folhas foram lavadas em água e enxaguadas em água destilada para retirada de sujeira na superfície das folhas e posteriormente secadas em estufa de circulação forçada de ar, por 72 h e moídas em moinho do tipo Wiley. O preparo das folhas e a determinação do teor de N foliar, foram realizados de acordo com a metodologia EMBRAPA (2009).

A colheita das espigas foi realizada aos 145 dias após a semeadura, inicialmente de forma manual, seguida de trilhagem mecânica. Com base na produção de cada parcela estimou-se a produtividade ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) com correção da umidade de grãos para 13%. Foram coletadas três amostras de grãos de cada parcela para determinação da massa de cem grãos (MCG) utilizando-se uma balança analítica, também com a umidade corrigida para 13%.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise da variância e, quando o teste F foi significativo, realizou-se a comparação de médias de tratamentos qualitativos pelo teste de Tukey e dos tratamentos quantitativos por análise de regressão.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação significativa entre os fatores fontes e doses de N para as variáveis estudadas (Tabela 1) nem, tampouco, foram constatadas diferenças entre as fontes de N testadas para as variáveis massa seca de parte aérea (MSPA) e massa de cem grãos (MCG). Porém, a média de MCG do tratamento controle (sem aplicação de N) foi inferior às demais fontes.

O teor de N na folha (NF) e a produtividade de milho foram influenciados ( $P < 0,05$ ) pelas fontes de N (Tabela 1). A ureia tratada com o inibidor de urease NBPT (fonte UN) foi 8,09% superior à ureia comum (fonte U) corroborando os resultados obtidos por Scivittaro et al. (2010), Silva et al. (2011) e por Kaneko et al. (2013) nas culturas de arroz, milho e algodão, respectivamente. Não houve diferenças entre as fontes U e UK (ureia revestida com polímeros).

Maestrello et al. (2014) avaliaram o efeito da aplicação ureia convencional (comum) e revestida com polímero na cultura

**Tabela 1.** Massa de cem grãos (MCG), massa seca de parte aérea (MSPA), teor de nitrogênio na folha (NF), produtividade (PROD) de milho em função da aplicação de fertilizantes nitrogenados

Fontes de N#	MCG	MSPA	NF	PROD
	g		$\text{g kg}^{-1}$	$\text{kg ha}^{-1}$
U	36,75 a	496,56 a	25,09 b	7229,84 bc
UK	36,36 a	503,43 a	25,90 ab	7906,44 ab
UN	36,68 a	496,56 a	27,12 a	8008,77 a
Controle	34,11 b	451,25 a	21,23 c	6637,54 c
D.M.S. (5%)	1,91	64,48	2,01	723,85
C.V. (%)	2,40	6,00	3,68	4,40
F fonte x dose	0,34 <sup>ns</sup>	0,54 <sup>ns</sup>	1,02 <sup>ns</sup>	1,81 <sup>ns</sup>

<sup>ns</sup> Não significativo; Médias seguidas pela mesma letra na coluna não se diferem pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade

# U - ureia; UK - ureia revestida com polímeros Kimcoat®; UN - ureia tratada com o inibidor de urease NBPT®.

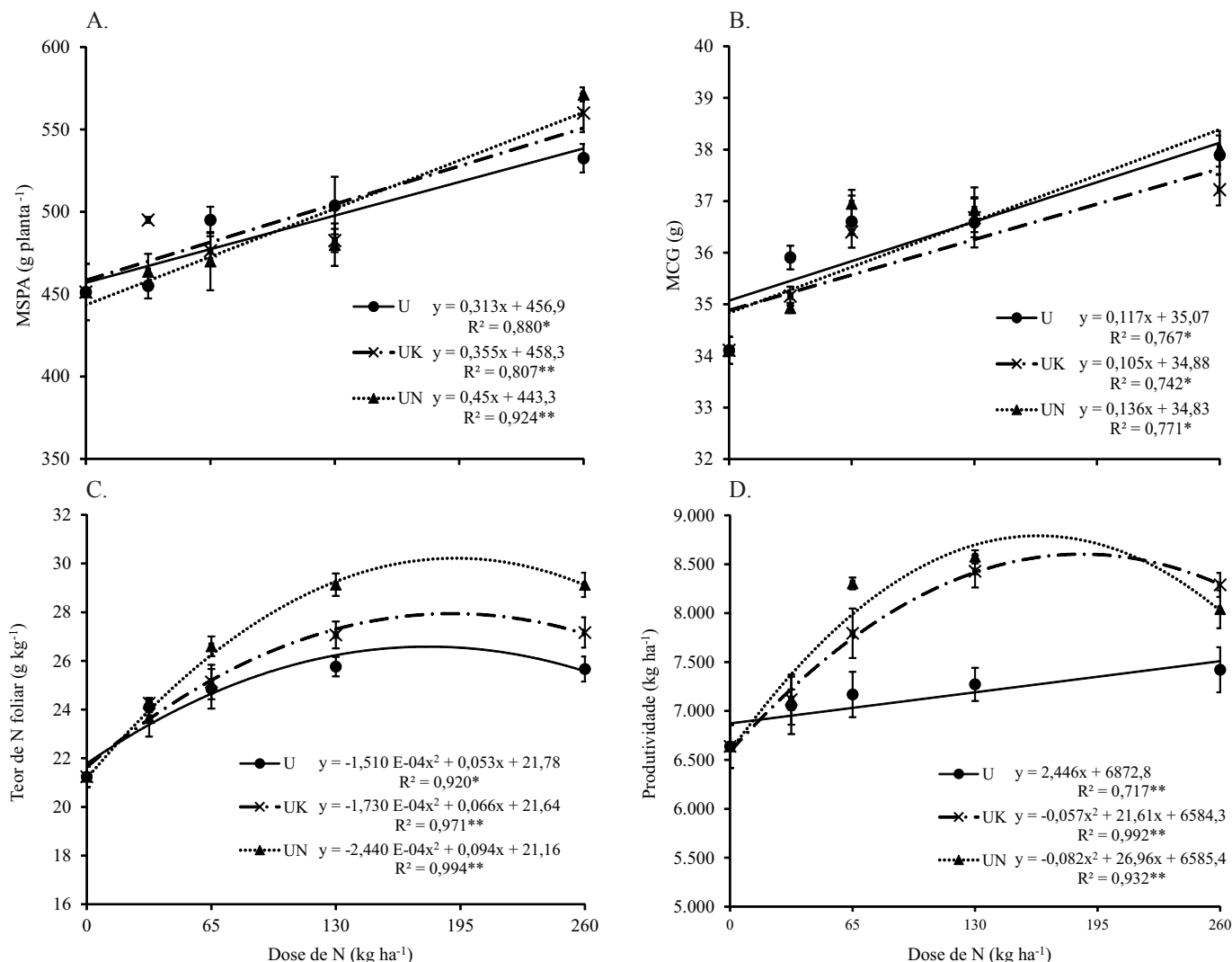
do milho em duas safras consecutivas. Segundo os autores, na primeira safra não houve diferenças no teor de N na folha porém na segunda safra a ureia comum proporcionou a obtenção de maiores médias. Esses autores atribuíram tal efeito à liberação mais rápida de N da ureia comum em função do maior volume de chuva nesta safra; apesar disto não houve, nas duas safras, diferenças entre as fontes de N para a produtividade de grãos confirmando os resultados do presente estudo.

As MSPA e a MCG aumentaram linearmente com o incremento das doses de N independentemente das fontes estudadas (Figuras 2A e 2B). Na dose de 32,5  $\text{kg ha}^{-1}$  de N a maior média de MSPA foi observada com a utilização da fonte UK enquanto que nas doses intermediárias (65 e 130  $\text{kg ha}^{-1}$  de N) a fonte U foi superior; já na maior dose de N, as fontes UN e UK obtiveram as maiores produções de MSPA; para a variável MCG, somente na dose de 32,5  $\text{kg ha}^{-1}$  de N houve diferenças entre fontes, em que a fonte U obteve maior média.

Oliveira & Caires (2003) e Souza et al. (2011) também observaram aumentos lineares na MCG com as doses de N em milho. Neste sentido, o aumento das doses de N pode ter favorecido o enchimento de grãos e o aumento da sua densidade. Valderrama et al. (2011) não observaram, comparando ureia comum e revestida com polímeros, diferenças na MCG de milho, confirmando os resultados do presente estudo.

Espíndula et al. (2013) também observaram aumentos lineares na produção de massa seca de plantas de trigo com o aumento das doses de ureia tratada com NBPT, sendo superior às produções obtidas com ureia comum nas doses de 90 e 120  $\text{kg ha}^{-1}$  de N. Os mesmos autores ainda constataram maior massa de mil grãos quando se utilizou ureia tratada com NBPT. Resultados semelhantes foram observados por Artola et al. (2011), utilizando ureia tratada com 0,125% de NBPT em trigo.

A produtividade de grãos de milho foi influenciada ( $P < 0,01$ ) pelas doses de N em todas as fontes estudadas (Figura 2D). As fontes UN e UK proporcionaram produtividades superiores à fonte U, em todas as doses de N testadas, exceto na menor dose (32,5  $\text{kg ha}^{-1}$  de N). Para as fontes UK e UN, os dados se ajustaram melhor ao modelo quadrático, enquanto que, para a fonte U houve ajuste ao modelo linear. A



\*Significativo a 0,05; \*\*Significativo a 0,01; barras sobre os pontos representam o erro padrão da média

**Figura 2.** Massa seca de parte aérea (MSPA) de plantas (A), massa de cem grãos (MCG) (B), teor de nitrogênio na folha (C) e produtividade de grãos (D) em função de doses de N na forma de fertilizantes nitrogenados de eficiência aumentada e ureia

produtividade máxima obtida com a utilização das fontes UK e UN foram 8604,16 e 8790,95 kg ha<sup>-1</sup>, nas doses de 186,94 e 163,60 kg ha<sup>-1</sup> de N, respectivamente.

O inibidor de urease NBPT tem demonstrado eficiência na redução de perdas de N por volatilização de amônia. Em estudos realizados por Scivittaro et al. (2010), constataram-se redução de 88% das perdas por volatilização em solo úmido com o tratamento da ureia com esse inibidor. Nesse sentido, a utilização de ureia tratada com NBPT (fonte UN) pode ter favorecido a obtenção de maiores produtividades comparada à ureia comum (fonte U), em função da redução de perdas de N e conseqüentemente, na maior disponibilidade desse nutriente para a cultura. Um fator que contribuiu para obtenção desses resultados, foi a ausência de chuva nos três primeiros dias após a aplicação dos tratamentos, as elevadas temperaturas (Figura 1) e a presença de umidade no solo. Segundo Black et al. (1987) conforme se aumenta a umidade do solo, a taxa de hidrólise da ureia também é aumentada, favorecendo, portanto, maiores perdas de N por volatilização de NH<sub>3</sub>.

Maiores produtividades de milho fertilizado com ureia tratada com NBPT também foram observadas por Silva et al. (2011) em área sob sistema de cultivo convencional (preparo do solo), sendo superiores às obtidas com a utilização de ureia comum, nas doses de 180 e 240 kg ha<sup>-1</sup> de N.

Pereira et al. (2009) avaliaram a utilização ureia comum tratada com inibidor de urease (NBPT) e recoberta com camadas de polímeros na cultura do milho safrinha. As maiores produtividades de grãos foram obtidas com a utilização de ureia tratada com NBPT porém os mesmos autores verificaram que o revestimento da ureia com polímeros não influenciou significativamente a produtividade em comparação com a ureia comum. Diversos estudos têm demonstrado que o revestimento da ureia com polímeros não tem sido eficiente em aumentar a produtividade de grãos de milho (Civardi et al., 2011; Guareschi et al., 2013; Maestrello et al., 2014).

A concentração de N na folha aumentou de forma quadrática ( $P < 0,01$ ) com o aumento das doses de N em todas as fontes estudadas (Figura 2C). Somente na dose de 32,5 kg



ha<sup>-1</sup> de N não houve diferenças entre fontes; as maiores médias foram observadas quando se utilizou a fonte UN.

Marchesan et al. (2013) observaram maior acúmulo de N em plantas arroz, aos 43 dias após a emergência de plantas fertilizadas com ureia tratada com o inibidor de urease NBPT comparada à ureia comum. Esses resultados são confirmados por Artola et al. (2011) que observaram aumentos lineares do teor de N em folhas de trigo com o aumento das concentrações de NBPT em ureia.

O revestimento da ureia com polímeros (fonte UK) favoreceu o teor de N na folha (Figura 2C). Por outro lado, Valderrama et al. (2011) e Maestrello et al. (2014) não observaram diferenças nos teores foliares de N em milho comparando ureia comum e revestida com polímeros.

O teor máximo de N na folha foi de 30,36 e 28,05 g kg<sup>-1</sup> nas doses de 195,83 e 194,12 kg ha<sup>-1</sup> de N, para as fontes UN e UK, respectivamente; já para a fonte U, o teor máximo de N na folha na dose de 176,67 kg ha<sup>-1</sup> de N foi de 26,46 g kg<sup>-1</sup>, estando abaixo do relatado por Silva et al. (2011) e Souza et al. (2011) para a cultura do milho.

O teor de N na folha com a utilização da fonte U está abaixo dos níveis considerados adequados (27,5 a 32,5 g kg<sup>-1</sup>) para esta cultura, de acordo com Malavolta et al. (1997), enquanto que para as fontes UN e UK, nas doses de 130 e 260 kg ha<sup>-1</sup> de N, os teores foliares N são considerados adequados; é possível, desta forma, perceber que as perdas de N proveniente da fonte U, não apenas reduziu a produtividade de grãos como também contribui para a deficiência de N na planta. Nesse sentido, o tratamento da ureia com inibidor de urease (fonte UN) ou o revestimento da ureia com camadas de polímeros (fonte UK) favorece maior suprimento de N para a planta de milho visto a redução de perdas de N proporcionada pela adição desses produtos.

## CONCLUSÕES

1. Independente da fonte de nitrogênio (N), o aumento das doses de N favoreceu a produção de massa seca de parte aérea de plantas, a massa de cem grãos, o teor de N na folha e a produtividade de grãos.

2. O revestimento da ureia com camadas de polímeros ou o tratamento com inibidor de urease a partir da dose de 65 kg ha<sup>-1</sup> de N, favoreceu a obtenção de maior teor de N na folha como, também, maiores produtividades de grãos.

## LITERATURA CITADA

- ANDA - Associação Nacional para Difusão de Adubos. Anuário estatístico do setor de fertilizantes de 2012. <<http://www.anda.org.br/>>. 19 Fev. 2013.
- Artola, E.; Cruchaga, S.; Ariz, I.; Moran, J. F.; Garnica, M.; Houdusse, F.; Mina, J. M. G.; Irigoyen, I.; Lasa, B.; Aparicio-Tejo, P. M. Effect of N-(n-butyl) thiophosphoric triamide on urea metabolism and the assimilation of ammonium by *Triticum aestivum* L. *Plant Growth Regulation*, v.63, p.73-79, 2011.
- 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 of Soil Science*, v.38, p.679-687, 1987.
- Cabrera, M. L.; Kissel, D. E.; Bock, B. R. Urea hydrolysis in soil: effects of urea concentration and soil pH. *Soil Biology and Biochemistry*, v.23, p.1121-1124, 1991.
- 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 volatilisation from urease inhibitor-treated urea applied to sugarcane trash blankets. *Scientia Agricola*, v.65, p.397-401, 2008.
- Civardi, E. A.; Silveira Neto, A. N.; Ragagnin, V. A.; Godoy, E. R.; Brod, E. Ureia de liberação lenta aplicada superficialmente e ureia comum incorporada ao solo no rendimento do milho. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.41, p.52-59, 2011.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento de safra brasileira: grãos, décimo primeiro levantamento, setembro de 2013. <<http://www.conab.gov.br/>>. 24 Set. 2013.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627p.
- Espíndula, M. C.; Rocha, V. S.; Souza, M. A. de; Campanharo, M.; Paula, G. de S. Rates of urea with or without urease inhibitor for topdressing wheat. *Chilean Journal of Agricultural Research*, v.73, p.160-167, 2013.
- Guareschi, R. F.; Perin, A.; Gazolla, P. R. Produtividade de milho submetido à aplicação de ureia revestida por polímeros. *Global Science and Technology*, v.6, p.31-37, 2013.
- IFA - International Fertilizer Industry Association. IFA database. <<http://www.fertilizer.org/>>. 17 Set. 2013.
- Kaneko, F. H.; Leal, A. J. F.; Anselmo, J. L.; Buzetti, S.; Tosta, F. da S. Fontes e manejos da adubação nitrogenada em algodoeiro. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.43, p.57-63, 2013.
- Lanna, A. C.; Silveira, P. M. da; Silva, M. B. da; Ferraresi, T. M.; Kliemann, H. J. Atividade de urease no solo com feijoeiro influenciada pela cobertura vegetal e sistemas de plantio. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.34, p.1933-1939, 2010.
- Maestrello, P. R.; Buzetti, S.; Teixeira Filho, M. C. M.; Garcia, C. M. P.; Rodrigues, M. A. C.; Lino, A. C. M.; Andreotti, M. Aplicação de ureia revestida em cobertura no milho irrigado sob sistema de semeadura direta. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.9, p.192-199, 2014.
- Malavolta, E.; Vitti, G. C.; Oliveira, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

- Marchesan, E.; Grohs, M.; Walter, M.; Silva, L. S. da; Formentini, T. C. Agronomic performance of rice to the use of urease inhibitor in two cropping systems. *Revista Ciência Agronômica*, v.44, p.594-603, 2013.
- Oliveira, J. M. S. de; Caires, E. F. Adubação nitrogenada em cobertura para o milho cultivado após aveia preta no sistema de plantio direto. *Acta Scientiarum Agronomy*, v.25, p.351-357, 2003.
- 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, p.1685-1694, 2009.
- Reis Júnior, R. A. Kimcoat N - Uma nova ferramenta para a otimização do uso de fertilizantes. *Informações Agronômicas*, n.117, p.13-14. 2007.
- Reynolds, C. M.; Wolf, D. C.; Armbruster, J. A. Factors related to urea hydrolysis in soil. *Soil Science Society of America Journal*, v.49, p.104-108, 1985.
- Sanz-Cobena, A.; Misselbrook, T.; Camp, V.; Vallejo, A. Effect of water addition and the urease inhibitor NBPT on the abatement of ammonia emission from surface applied urea. *Atmospheric Environment*, v.45, p.1517-1524, 2011.
- Scivittaro, W. B.; Gonçalves, D. R. N.; Vale, M. L. C. do; Ricordi, V. G. Perdas de nitrogênio por volatilização de amônia e resposta do arroz irrigado à aplicação de ureia tratada com o inibidor de urease NBPT. *Ciência Rural*, v.40, p.1283-1289, 2010.
- Silva, D. R. G.; Pereira, A. F.; Dourado, R. L.; Silva, F. P. da; Ávila, F. W.; Faquin, V. Productivity and efficiency of nitrogen fertilization in maize under different levels of urea and NBPT-treated urea. *Ciência e Agrotecnologia*, v.35, p.516-523, 2011.
- Sousa, D. M. G.; Lobato, E. Cerrado: Correção do solo e adubação. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416p.
- Souza, J. A.; Buzetti, S.; Teixeira Filho, M. C. M.; Andreotti, M.; Sá, M. E. de; Arf, O. Adubação nitrogenada na cultura do milho safrinha irrigado em plantio direto. *Bragantia*, v.70, p.447-454, 2011.
- Tasca, F. A.; Ernani, P. R.; Rogeri, D. A.; Gatiboni, L. C.; Cassol, P. C. Volatilização de amônia do solo após aplicação de ureia convencional ou com inibidor de urease. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.35, p.493-502, 2011.
- USDA - United States Department of Agriculture. Grain: World Markets and Trade. <<http://www.usda.gov/>>. 24 Set. 2013.
- Valderrama, M.; Buzetti, S.; Benett, C. G. S.; Andreotti, M.; Teixeira Filho, M. C. M. Fontes e doses de NPK em milho irrigado sob plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.41, p.254-263, 2011.
- Watson, C. J.; Akhonzada, N. A.; Hamilton, J. T. G.; Matthews, D. I. Rate and mode of application of the urease inhibitor N-(n-butyl) thiophosphoric triamide on ammonia volatilization from surface-applied urea. *Soil Use and Management*, v.24, p.246-253, 2008.