

Doses e fontes de adubação nitrogenada na cultura do milho segunda safra

Férrix Maquea Alves^{1*}; Luiz Antônio Zanão Junior¹

¹Centro Universitário Assis Gurgacz, Colegiado de Agronomia, Cascavel, Paraná.

^{1*}ferix_13@hotmail.com

Resumo: O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito de tipos e doses de ureia sobre a produtividade do milho safrinha. O experimento foi realizado em propriedade rural no município de Jesuítas – PR, sendo a semeadura realizado em 10 de janeiro de 2019. As parcelas foram estabelecidas com comprimento de 5 m e quatro linhas de semeadura com espaçamento de 0,90 m. O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso com cinco tratamentos e quatro repetições por tratamento totalizando 20 unidades experimentais. Os tratamentos avaliados foram: T1 – 100 kg ha⁻¹ de ureia convencional (45 % N), T2 - 200 kg ha⁻¹ de ureia convencional (45 % N), T3 - 100 kg ha⁻¹ de ureia com eficiência aumentada (43 % N), T4 - 200 kg ha⁻¹ de ureia com eficiência aumentada (43 % N) e T5 – testemunha, sem aplicação de N em cobertura. Foram avaliados a altura das plantas, produtividade e massa de mil grãos. Os dados foram submetidos ao teste de Tukey com 5% de significância com auxílio do programa estatístico Assistat 7.7. A adubação nitrogenada em cobertura influenciou de forma positiva a altura das plantas, produtividade e massa de mil grãos, podendo ser utilizados 100 kg ha⁻¹ de ureia convencional ou ureia revestida com polímero. A ureia revestida com polímero não foi mais eficiente que a ureia convencional.

Palavras-chave: *Zea mays*, L.; nutrição de plantas; nitrogênio.

Doses and sources of nitrogen fertilization in the corn crop

Abstract: The objective of this work was to evaluate the effect of urea types and doses on the yield off-season. The experiment was carried out in a rural property in the city of Jesuítas - PR, being sowed on January 10, 2019. The plots were established with a length of 5 m and four rows of 0.90 m spacing. A randomized block design with five treatments and four replications per treatment totaling 20 experimental units was used. The treatments evaluated were: T1 - 100 kg ha⁻¹ of conventional urea (45% N), T2 - 200 kg ha⁻¹ of conventional urea (45% N), T3 - 100 kg ha⁻¹ of increased urea (43% N), T4 - 200 kg ha⁻¹ of urea with increased efficiency (43% N) and T5 - control, without application of N in coverage. Plant height, yield and mass of one thousand grains were evaluated. The data were submitted to Tukey test with 5% significance with the aid of the Assistat 7.7 statistical program. Topdressing nitrogen fertilization had a positive influence on plant height, yield and one thousand grain weight. 100 kg ha⁻¹ of conventional urea or polymer coated urea could be used. Polymer coated urea was not more efficient than urea conventional.

Keywords: *Zea mays*, L.; plant nutrition; nitrogen.

Introdução

A eficiência da adubação nitrogenada depende totalmente do clima, tendo em vista que dependendo das condições, pode ocorrer perdas de nitrogênio pela volatilização da amônia (NH_3). A forma de aplicação também pode interferir nessas perdas, sendo a aplicação a lanço e em dias quentes a de maior risco. Além disso, a cultura do milho possui alta demanda de N, gerando o interesse de novas tecnologias para eficiência na utilização da ureia. Atualmente no mercado existem adubos nitrogenados considerados com eficiência aumentada, apresentando liberação gradual do nitrogênio podendo minimizar perdas por volatilização.

Segundo Civardi *et al.* (2011), a ureia comum quando incorporada ao solo, promoveu maior produtividade quando comparada com a ureia com eficiência aumentada, ou revestida com polímero aplicada a lanço e propiciou também maior lucratividade. Contudo, verificaram que a redução da dose de ureia revestida com polímeros promoveu menor produtividade do milho.

Frazão *et al.* (2014) verificaram que todas as fontes de N avaliadas favoreceram a massa seca da parte aérea, a produtividade dos grãos e também a massa de mil grãos.

A fase inicial do milho possui uma pequena demanda para absorção de nitrogênio, entretanto na fase V4 a V8 a absorção é intensa. A volatilização da amônia pode ocorrer mesmo contendo irrigação, para maior vantagem deve, ser incorporada a ureia ao solo, assim, minimizando a formação de amônia (N-NH_3) e sua liberação para a atmosfera (SOUZA *et al.*, 2016).

Conforme Valderrama *et al.* (2014) as fontes de nitrogênio de eficiência aumentada avaliadas não apresentaram diferença significativa para o aumento dos teores de clorofila das folhas, quando comparadas com a ureia comum e não afetaram o estado nutricional da planta. A relação das doses de N aplicadas com o índice de clorofila e teores de N nas folhas do milho ocorreu de forma linear crescente.

A eficiência da ureia revestida com polímero pode variar em função das condições climáticas. Martins, Cazetta e Fukuda (2014) verificaram que ureia revestida com polímero e ureia convencional apresentaram desempenho semelhante, quando aplicadas na superfície do solo em períodos com alta precipitação.

Segundo Aguiar (2017), as diferentes fontes de adubação nitrogenada testadas não proporcionaram diferença significativa no número de perfilhos por metro e teores de N na

folha e produção de colmos da cana-de-açúcar. Se aplicados na mesma dose, nitrato de amônio possui mesma eficiência da ureia e ureia de eficiência aumentada (NBPT + polímero).

Na cultura do milho a ureia revestida com polímero foi mais eficiente do que a convencional, sendo que a produtividade e eficiência do N, em todas as doses de N avaliadas foram maiores com ela, conforme Sonogo, Reis Jr. e Tiski (2015).

Comparando ureia revestida com polímero e ureia comum, a ureia comum perdeu mais N por volatilização, cerca de 90 kg ha^{-1} de N (ZAVASCHI, 2010).

As perdas de N por volatilização e a eficiência da fontes de N pode variar em função de fatores como condições edafoclimáticas e dose de N avaliada. Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito de fontes de N (ureia comum e ureia revestida com polímero) sobre a altura de planta, produtividade e massa de mil grãos do milho segunda safra.

Material e Métodos

O experimento foi realizado em uma propriedade rural particular no município de Jesuítas – PR, sob as coordenadas geográficas $-24^{\circ} 34' 16''$ latitude Sul e $-53^{\circ} 44' 31''$ longitude Oeste e altitude de 480 m. Foi avaliada a cultura do milho segunda safra, em 2019.

Foram avaliadas duas doses de N e duas fontes de N. O delineamento estatístico utilizado no experimento foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos avaliados foram: T1 – 100 kg ha^{-1} de ureia convencional (45 % N), T2 - 200 kg ha^{-1} de ureia convencional (45 % N), T3 - 100 kg ha^{-1} de ureia com eficiência aumentada (43 % N), T4 - 200 kg ha^{-1} de ureia com eficiência aumentada (43 % N) e T5 – testemunha, sem aplicação de N em cobertura, conforme tabela 1.

Tabela 1 – Descrição dos tratamentos avaliados no experimento.

Tratamentos	Fonte	Dose aplicada ----- kg ha^{-1} -----
1	Ureia convencional	100
2	Ureia convencional	200
3	Ureia revestida com polímero	100
4	Ureia revestida com polímero	200
5	Testemunha	-

O experimento foi conduzido em área sob sistema de semeadura direta em área com histórico de sucessão de soja e milho, sendo a cultura anterior soja. Foi utilizado híbrido simples de ciclo precoce na densidade de 5,2 sementes por metro linear, totalizando 57.777 plantas por hectare.

A semeadura foi realizada mecanicamente no dia 10 de janeiro de 2019, com a semeadeira Tatu PST 2 Plus de cinco linhas. Na semeadura foi realizada adubações no sulco com 270 kg ha^{-1} do formulado NPK 10-15-15. As plântulas emergiram seis dias após a semeadura em todas as parcelas. A adubação nitrogenada de cobertura (tratamentos) foi realizada manualmente de forma homogênea em toda a parcela, sem incorporação do solo no estágio vegetativo V4.

Após a aplicação dos tratamentos ocorreu precipitação em torno de 8,9 mm. A partir desse dia houve precipitações a cada dois dias, com média de 3 mm e uma 52 mm aos sete dias após a aplicação.

O manejo das plantas daninhas, pragas e doenças foram realizados de acordo com recomendações técnicas para a cultura do milho.

A determinação da altura de plantas foi realizada no dia da colheita, com auxílio de régua graduada. Foi medida a distância da superfície do solo até a inserção da inflorescência masculina (pendão).

A colheita foi realizada manualmente 130 dias após a emergência, colhendo as espigas das plantas das duas linhas centrais. Após a colheita houve a debulha do milho e os grãos foram pesados em balança digital de precisão, sendo os dados corrigidos para 13 % de umidade e transformados em kg ha^{-1} .

A massa de mil grãos foi determinada em balança de precisão de 0,01 g, com teor de água dos grãos corrigido para 13 % (base úmida), sendo realizadas em cinco repetições por unidade experimental.

Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, com o auxílio do programa estatístico Assistat 7.7 (SILVA e AZEVEDO, 2016).

Resultados e Discussão

A adubação nitrogenada aplicada em cobertura mostrou resultados positivos, pois a testemunha apresentou a menor produtividade de grãos (Tabela 2). No entanto, não houve diferença estatística significativa entre os outros tratamentos, ou seja, não houve diferença entre a ureia convencional e a recoberta por polímero e suas doses de 100 ou 200 kg ha^{-1} . Estatisticamente não houve diferença, no entanto, em ambas as fontes utilizadas, a diferença entre 100 e 200 kg ha^{-1} foi de aproximadamente 1000 kg ha^{-1} de grãos produzidos a mais. A produtividade de grãos variou de $5246,2 \text{ kg ha}^{-1}$ obtida no tratamento testemunha (sem

adubação de cobertura nitrogenada) a 8172,0 kg ha⁻¹ obtida com a aplicação de 200 kg ha⁻¹ da ureia revestida com polímero.

Tabela 2 - Produtividade do milho em função da aplicação nitrogenada com diferentes tipos de revestimento.

Tratamentos	Produtividade, kg ha ⁻¹
Ureia convencional (100 kg ha ⁻¹)	6888,9 a
Ureia convencional (200 kg ha ⁻¹)	8069,4 a
Ureia revestida (100 kg ha ⁻¹)	6909,7 a
Ureia revestida (200 kg ha ⁻¹)	8172,0 a
Testemunha (sem aplicação)	5246,2 b
CV%	9,66

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si a 5 % de pelo teste de Tukey.

Pereira *et al.* (1999) afirmam que entre os principais fatores determinantes da resposta das culturas à adubação nitrogenada estão as condições climáticas e capacidade do solo em fornecer N. Mascarello e Zanão Júnior (2015) verificaram que a produtividade de milho segunda safra também respondeu à adubação nitrogenada em cobertura na região oeste do Paraná e a dose de 50 kg ha⁻¹ de N proporcionou a maior produtividade.

Valderrama *et al.* (2014) também verificaram que a ureia revestida com polímero não foi mais eficiente que a ureia convencional, nas mesmas doses, aplicadas no milho sobre sistema de irrigação. Nesse caso o experimento foi realizado na região do cerrado brasileiro. No presente trabalho as precipitações que ocorreram após a aplicação da adubação foram de grande importância para absorção do N pela planta, ocorrendo de forma reduzida a perda por volatilização. Provavelmente isso justifique a eficiência semelhante entre a ureia convencional e a revestida por polímero.

Existem trabalhos em que também não se observaram diferenças entre a ureia convencional e a ureia revestida por polímeros (Cahill *et al.* 2010, McKenzie *et al.* 2010). No entanto, Fan *et al.* (2004) e Noellsch *et al.* (2009) verificaram maior eficiência. A explicação para essa situação é que há uma grande variedade de polímeros, e as condições climáticas da safra em que ocorre a avaliação pode alterar o resultado.

Houve diferença significativa na massa de mil grãos entre todos os tratamentos com adubação nitrogenada em relação à testemunha (Tabela 3). O aumento da massa de mil grãos é ocasionado porque as folhas da planta se mantêm fisiologicamente ativas por mais tempo por causa da adubação nitrogenada, aumentando assim a duração do período de enchimento de grãos e assim favorecendo o aumento da sua massa. Em relação à diferença entre a ureia

convencional e a revestida por polímero, a massa de mil grãos não se diferenciou e foi muito semelhante se compararmos a mesma dose utilizada de cada uma delas.

Tabela 3 - Massa de mil grãos no milho em função da aplicação nitrogenada com diferentes tipos de revestimento.

Tratamentos	Massa de mil grãos, g
Ureia convencional (100 kg ha ⁻¹)	360,7 a
Ureia convencional (200 kg ha ⁻¹)	370,5 a
Ureia revestida (100 kg ha ⁻¹)	359,9 a
Ureia revestida (200 kg ha ⁻¹)	370,3 a
Testemunha (sem aplicação)	285,3 b
CV%	1,50

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si a 5 % de pelo teste de Tukey.

A massa de mil grãos variou de 285,3 g, sem aplicação e N em cobertura a 379,5 g com aplicação de 100 kg ha⁻¹ da ureia convencional. Aguiar *et al.* (2009) e Mascarello e Zanão Júnior (2015) também verificaram que a massa de mil grãos do milho aumentou com a adubação nitrogenada aplicada em cobertura. Já Casagrande e Fornasier Filho (2002) e Souza *et al.* (2011) não verificaram aumento dessa variável com a adubação nitrogenada em cobertura na cultura do milho. Assim como a produtividade a massa de mil grãos apresenta grande variação na resposta em função da adubação nitrogenada em cobertura. Em relação à fonte de N, Guareschi, Perin e Gazola (2013) verificaram que a massa de mil grãos do milho foi maior com ureia de eficiência aumentada em relação a ureia convencional.

A altura das plantas também não se diferenciou entre as doses e tipos de ureia avaliados, somente foram maiores que a testemunha, sem adubação nitrogenada de cobertura. (Tabela 4). A altura das plantas foi menor na testemunha, sendo 2,31 m e nos outros tratamentos a média foi de 2,40 m.

Tabela 4 – Altura de plantas no milho em função da aplicação nitrogenada com diferentes tipos de revestimento.

Tratamentos	Altura de plantas, m
Ureia convencional (100 kg ha ⁻¹)	2,40 a
Ureia convencional (200 kg ha ⁻¹)	2,39 a
Ureia revestida (100 kg ha ⁻¹)	2,41 a
Ureia revestida (200 kg ha ⁻¹)	2,42 a
Testemunha (sem aplicação)	2,31 b
CV%	1,43

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si a 5 % de pelo teste de Tukey.

Em experimento realizado por Valderrama *et al.* (2014) não houve diferenças na altura de plantas, nem mesmo altura de inserção de espiga, diâmetro do internódio, com doses de N que variavam de 0 à 120 kg ha⁻¹ de N.

Conclusão

A adubação nitrogenada em cobertura influenciou de forma positiva a altura das plantas, produtividade e massa de mil grãos, podendo ser utilizados 100 kg ha⁻¹ de ureia convencional ou ureia revestida com polímero.

A ureia revestida com polímero não foi mais eficiente que a ureia convencional.

Referências

AGUIAR, E. P. **Eficiência agrônômica do fertilizante ureia com diferentes tecnologias na soqueira de cana-de-açúcar.** Trabalho de conclusão de curso. Graduação em Agronomia. Universidade federal de Uberlândia. Uberlândia-MG. 2017. 30 p.

AGUIAR, R. A.; SILVEIRA, P.M.; MOREIRA, J. A. A.; TROVO, J. B. F. Manejo do solo utilizando plantas de cobertura, híbridos e nitrogênio na produtividade do milho. **Bioscience Journal**, v. 25, n. 6, p. 15-22, 2009.

CAHILL, S.; OSMOND, D.; WEISZ, R.; HEINIGER, R. Evaluation of alternative nitrogen fertilizers for corn and winter wheat production. **Agronomy Journal**, v.102, p. 1226-1236, 2010.

CASAGRANDE, J.R.B.; FORNASIERI FILHO, D. Adubação nitrogenada na cultura do milho safrinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.1, p.33-40, 2002.

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.

FAN. X.; LI, F.; LIU, F.; KUMAR, D. Fertilization with a new type of coated urea: evaluation for nitrogen efficiency and yield in winter wheat. **Journal of Plant Nutrition**, v. 27, p. 853-865, 2004.

FRAZÃO, J. J., DA SILVA, Á. R., DA SILVA, V. L., OLIVEIRA, V. A., CORRÊA, R. S. Fertilizantes nitrogenados de eficiência aumentada e ureia na cultura do milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental - Agriambi**, v. 18, n. 12, p. 1262-1267, 2014.

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, n. 2, p. 31-37, 2013.

MARTINS, I. S., CAZETTA, J. O., FUKUDA, A. J. F. Condições, modos de aplicação e doses de ureia revestida por polímeros na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 44, n. 3, p. 271-279, 2014.

MASCARELLO, G. ; ZANÃO JUNIOR, L. A. Produtividade de milho em resposta a doses de nitrogênio e inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense*. **Cultivando o Saber**. Edição Especial, p. 46–55, 2015.

MCKENZIE, R.H.; PFIFFNER, P.G.; MIDDLETON, A.B.; BREMER, E. Evaluation of polymer-coated urea and urease inhibitor for winter wheat in southern Alberta. **Agronomy Journal**, v. 102, p. 1210- 1216, 2010.

NOELLSCH, A.J.; MOTAVALLI, P.; NELSON, K.A.; KITCHEN, N.R. Corn response to conventional and slow-release nitrogen fertilizers across a claypan landscape. **Agronomy Journal**, v. 101, p. 607-614, 2009.

PEREIRA, S.L.; ARAÚJO, G.A.A.; SEDIYAMA, C.S.; VIEIRA, C.; MOSQUIM, P.R. Efeitos da adubação nitrogenada e molíbdica sobre a cultura do milho. **Ciência e Agrotecnologia**, v.23, p.790-798, 1999.

SILVA F.A.S, AZEVEDO C.A.V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal Agricultural Reserach**, v. 11, p. 3733-3740, 2016.

SILVA, A. A.; SILVA, T. S.; DE VASCONCELOS, A. C. P.; LANA, R. M. Q. Aplicação de deferentes fontes de ureia de liberação gradual na cultura do milho. **Bioscience Journal**, v. 28, Supl. 1, p.104-111, 2012.

SONEGO, D. A., REIS JR, R. A., TISKI, Í. Produtividade de Milho em função da Adubação Nitrogenada com Fertilizante de Eficiência Aumentada. **Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**, 35, 2015, Natal – RN p 4.

SOUZA, F. H. Q., TEIXEIRA FILHO, M. C. M., GALINDO, F. S., MALMONGE, L. F., MALMONGE, J. A., BUZETTI, S. Doses de nitrogênio e modos de aplicação de polímeros orgânicos com ureia dissolvida na cultura do milho. **Revista de Ciências Agronômicas**, v. 25, n. 4, p. 361-372 2016.

SOUZA, J.A.; BUZETTI, S.; TEIXEIRA FILHO, M.C.M.; ANDREOTTI, M.; SÁ, M.E.; ARF, O. Adubação nitrogenada na cultura do milho safrinha irrigado em plantio direto. **Bragantia**, v.70,p.447-454, 2011.

VALDERRAMA, M., BUZETTI, S., TEIXEIRA FILHO, M. C. M., SABIN BENETT, C. G., ANDREOTTI, M. (2014). Adubação nitrogenada na cultura do milho com ureia revestida por diferentes fontes de polímeros. **Semina Ciências Agrárias**, v. 35, n. 2, p. 659-669, 2014.

ZAVASCHI, E. **Volatilização de amônia e produtividade do milho em função da aplicação de ureia revestida com polímeros**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Piracicaba-SP. 2010.