

Ureia Revestida por Diferentes Polímeros em Efeito Residual na Cultura de Milho Safrinha no Cerrado

Tayene Franco Mello⁽¹⁾; Salatiér Buzetti⁽²⁾; Lais Meneghini Nogueira⁽³⁾; Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira Filho⁽⁴⁾; Anna Caroline Pelais de Queiroz⁽⁵⁾; Josiane Aparecida Viveiros de Oliveira⁽⁶⁾

(1, 3, 5 e 6) Graduandos em Agronomia - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira; Ilha Solteira, SP; Faculdade de Engenharia da UNESP, Campus de Ilha Solteira - Av. Brasil, 56, Ilha Solteira - SP, CEP: 15385-000; E-mail: lais-meneghini@hotmail.com; (2) Professor Titular Dr. e (4) Professor Dr. – Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos; Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira.

RESUMO: Como a ureia é o fertilizante nitrogenado mais utilizado no Brasil, o conhecimento de seu efeito residual no solo é importante, principalmente sob sistema plantio direto. Sendo assim, objetivou-se neste trabalho avaliar o efeito residual após dois cultivos, de doses de nitrogênio e formas de ureia convencional e revestidas por diferentes polímeros, nos componentes de produção e na produtividade da cultura do milho safrinha. O experimento foi conduzido num Latossolo Vermelho Distrófico de textura argilosa. O delineamento estatístico foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições, dispostos em um esquema fatorial 4 x 4, sendo: quatro doses de N (0, 40, 80 e 120 kg ha⁻¹), e quatro formas de ureia (convencional e três ureias revestidas por diferentes polímeros) aplicadas em superfície, quando as plantas apresentavam 6 folhas totalmente desdobradas. Para avaliar o efeito residual desta adubação nitrogenada nos cultivos sucessores de milho em 2011/12 e 2012, a semeadura foi realizada exatamente na linha de semeadura da cultura antecessora (milho). As ureias revestidas por polímeros apresentam o mesmo efeito residual que a ureia convencional para os componentes de produção e produtividade de milho safrinha. Apesar de não afetar a produtividade de grãos, o incremento das doses de N proporciona efeito residual mesmo após dois cultivos de milho, com reflexos positivos no diâmetro de colmo e nas alturas de planta e de inserção de espiga, porém com redução do número de grãos por fileira, independentemente da forma de ureia.

Termos de indexação: *Zea mays* L., fertilizante revestido, nitrogênio.

INTRODUÇÃO

O milho é uma cultura altamente responsiva ao nitrogênio, apresentando incrementos em várias características que influenciam a produção final. Tem sido demonstrado em trabalhos que, em geral, 70 a 90% dos experimentos com milho executados em campo no Brasil responderam à aplicação de nitrogênio (Cantarella & Raij, 1986).

Esta elevada exigência em nitrogênio dificilmente será suprida somente pelo solo, havendo necessidade de usar outras fontes suplementares deste nutriente. O suprimento inadequado de nitrogênio é considerado um dos principais fatores limitantes à produtividade de grãos (Kappes et al., 2009).

A principal fonte de N utilizada no Brasil é a ureia, que apresenta como vantagens a alta concentração de N e o menor preço de N por unidade. Possui, ainda, alta solubilidade, menor corrosividade e compatibilidade com muitos fertilizantes. Contudo, apresenta desvantagens, como a possibilidade de perdas de N por volatilização de NH₃, fitoxidez de biureto e perdas por lixiviação (Cantarella, 2007).

Em estudos conduzidos por Lara Cabezas et al. (2000), estima-se que pode haver redução na produtividade de grãos de milho devido à volatilização de N-NH₃, na proporção de 10 kg ha⁻¹ de grãos para cada 1% de N volatilizado, quando a aplicação da ureia é realizada superficialmente no solo, sem incorporação ou irrigação subsequente. Entretanto, de acordo com Cantarella e Marcelino (2006) é pouco provável que a ureia venha a ser substituída por outra fonte de nitrogênio em curto prazo.

No caso do milho, no cultivo que recebeu a aplicação, o aproveitamento raramente ultrapassa 50% do aplicado como fertilizante mineral (Lara Cabezas et al., 2004), permanecendo N residual no solo que poderia ser aproveitado por cultivos subsequentes (Harris et al., 1994; Amado et al., 1999).

Uma das formas de aumentar a eficiência de aproveitamento da ureia, principalmente no sistema de semeadura direta, seria o seu revestimento por polímeros, o que forma uma ou mais camadas protetoras neste fertilizante, minimizando assim, teoricamente, as perdas por volatilização da amônia e liberando gradualmente o N. Contudo, a utilização de fertilizantes revestidos com polímeros, por produtores rurais, ainda é pouco expressiva devido ao custo mais elevado e porque essa tecnologia ainda em fase de experimentação pelas mais variadas instituições de pesquisa agropecuária do país.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito residual após dois cultivos, de doses de nitrogênio e formas de ureia (convencional e revestida por diferentes polímeros), nos componentes de produção e na produtividade da cultura do milho safrinha.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida em condições de campo sob sistema de semeadura direta, na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, da Universidade Estadual Paulista (FEIS/UNESP), no Município de Selvíria - MS, localizada nas coordenadas geográficas de 22° 22' de latitude S e 51° 22' de longitude O, com altitude de 335 m.

O solo da área experimental é um Latossolo Vermelho Distrófico de textura argilosa, segundo a classificação da Embrapa (2006). O clima, conforme a classificação de Köppen, é o tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno, do tipo fundamental Aw. A precipitação e temperatura médias anuais são de aproximadamente 1.370 mm e 23,5 °C, respectivamente.

As características químicas do solo foram determinadas antes da instalação do experimento em 2010, segundo metodologia proposta por Raij et al. (2001), com os seguintes atributos, na camada 0,0-0,20 m: P (resina) = 22 mg dm⁻³; M.O. = 32 g dm⁻³; pH (CaCl₂) = 5,4; K, Ca, Mg, H+Al = 2,2; 30,0; 16,0 e 31,8 mmol_c dm⁻³, respectivamente e 60% de saturação por bases.

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições, dispostos em um esquema fatorial 4 x 4, sendo: 4 doses de N (0, 40, 80 e 120 kg ha⁻¹) e 4 formas de ureia (convencional com 45% de N e três ureias revestidas por 3 diferentes polímeros, sendo K-0043 com 43,18% de N, K-0049 com 41,355% de N e K-0055 com 41,355% de N) aplicadas em superfície sem incorporação ao solo, quando as plantas apresentavam 6 folhas totalmente desdobradas, para todos os tratamentos, posicionando o adubo na entrelinha, a uma distância de 0,20 m da linha da cultura.

As ureias com revestimentos foram identificados com os códigos acima (já que ainda não são produtos comerciais), pois as diferentes composições e concentrações dos polímeros são segredo da indústria que produziu estes fertilizantes e, por isso, não foram divulgadas estas especificações. Contudo, salienta-se que para obtenção deste fertilizante revestido de liberação gradual são realizadas operações de nebulização acumulativas, ou seja, cada nova nebulização de polímero sobrepõem-se à condição anterior de

recobrimento, até que se chegue ao produto desejado, o grânulo de ureia revestido.

Para avaliar o efeito residual desta adubação nitrogenada nos cultivos sucessores de milho em 2011/12 e 2012, a semeadura foi realizada exatamente na linha de semeadura da cultura antecessora (milho). As dimensões das parcelas foram 5 m de comprimento com 4 linhas espaçadas de 0,90 m. Considerou-se como útil as 2 linhas centrais de cada parcela.

A adubação de semeadura foi realizada com 30 kg ha⁻¹ de N, 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 80 kg ha⁻¹ de K₂O, igualmente para todos os tratamentos, baseada na análise do solo e na tabela de recomendação de adubação para a cultura do milho irrigado, para o Estado de São Paulo, conforme descrito em Cantarella et al. (1997). Salienta-se que não foi realizada a adubação nitrogenada em cobertura neste cultivo do milho, pois esta se refere aos tratamentos oriundos do efeito residual.

Foram realizadas as seguintes avaliações: a) diâmetro do segundo internódio do colmo; b) altura de plantas na maturação, definida como sendo a distância (m) do nível do solo ao ápice do pendão; c) altura de inserção da primeira espiga. Da área útil de cada parcela, foram coletadas cinco espigas, ao acaso, para contagem manual de: d) número de grãos por fileira; e) número de fileiras por espiga. f) massa de 100 grãos, determinada em balança de precisão 0,01 g com teor de água dos grãos corrigidos para 13% (base úmida); g) produtividade de grãos, determinada pela coleta das plantas contidas nas duas linhas centrais (5 m) de cada parcela. O material foi submetido à secagem a pleno sol e após a trilha mecânica, os grãos foram quantificados e os dados transformados em kg ha⁻¹, a 13% (base úmida).

Os dados foram submetidos à análise de variância (teste F) e as médias das formas de ureia foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e para as doses de N foi utilizada análise de regressão. Para análise estatística foi utilizado o programa SISVAR (Ferreira, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferença significativa para o efeito residual das ureias no diâmetro do colmo, altura de planta, altura de inserção de espiga, número de grãos por fileira, número de fileira por espiga, massa de 100 grãos e produtividade de grãos de milho safrinha (Tabela 1).

Valderrama et al. (2011), avaliando a ureia convencional e outra ureia revestida, aplicadas na mesmo ciclo da cultura, não encontraram efeito significativo para estas mesmas avaliações. Kappes et al. (2009) também não contataram diferença entre



a ureia convencional e a ureia revestida na massa de 100 grãos de milho. Entretanto, Pereira et al. (2009) verificaram que o revestimento da ureia e o inibidor da urease foram eficientes na redução da volatilização do N (em torno de 50%) da ureia aplicada em cobertura, o que refletiu em maiores produtividades de grãos.

Segundo Chitolina (1994), estes fertilizantes de liberação lenta ou controlada dependem de água e da temperatura do solo (ótima igual a 21°C), para a adequada liberação dos nutrientes às plantas. Portanto, é provável que o revestimento não tenha sido eficaz nas condições edafoclimáticas desta pesquisa, por se tratar de condições de cerrado de baixa altitude, onde predominam as altas temperaturas.

O aumento das doses de N proporcionou efeito residual mesmo após dois cultivos de milho, porém não afetou a massa de 100 grãos e produtividade de grãos de milho safrinha irrigado (Tabela 1). Para o diâmetro do colmo e a altura de inserção da espiga houve ajuste a função linear crescente. Enquanto que, a altura de planta ajustou-se a função quadrática, com o ponto de máxima altura sendo alcançado com a estimativa de aplicação de 71 kg ha⁻¹ de N. Contudo, este efeito positivo do residual da adubação nitrogenada não se refletiu em ganhos de produtividade de grãos. Isto provavelmente ocorreu, porque o incremento das doses de N diminuiu o número de grãos por fileira, e consequentemente, reduziu o número de grãos por espiga.

Power et al. (1986) verificaram que não houve aproveitamento do N proveniente do resíduo de milho pela mesma cultura produzida em sucessão. Assim, a maior parte do N incorporado aos resíduos do milho no primeiro cultivo permaneceu, provavelmente, estocada na forma orgânica. Já Sampaio & Salcedo (1993) verificaram que a maior parte do nitrogênio da palha do milho (¹⁵N) não foi absorvida pelo milheto, cinco meses após sua aplicação, e causou decréscimo na disponibilidade de N da ureia, em função da imobilização.

CONCLUSÕES

As ureias revestidas por polímeros apresentam o mesmo efeito residual que a ureia convencional para os componentes de produção e produtividade de grãos de milho safrinha.

Apesar de não afetar a produtividade de grãos, o incremento das doses de nitrogênio proporciona efeito residual mesmo após dois cultivos de milho, com reflexos positivos no diâmetro de colmo e nas alturas de planta e de inserção de espiga, porém, com redução do número de grãos por fileira, independentemente da forma de ureia.

REFERÊNCIAS

AMADO, T.J.C.; MIELNICZUK, J.; FERNANDES, S.B.V. & BAYER, C. Culturas de cobertura, acúmulo de nitrogênio total no solo e produtividade do milho. R. Bras. Ci. Solo, 23:679-686, 1999.

ARAUJO, L. A. N.; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. Adubação nitrogenada na cultura do milho. Pesqui. Agropec. Bras., 39:771-777, 2004.

CANTARELLA, H. & RAIJ, B. van. Adubação nitrogenada no Estado de São Paulo. In: SANTANA, M.B.M. (Coord.). Adubação nitrogenada no Brasil. Ilhéus: CEPLAC/SBCS, 1986. p.47-49.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B. & NEVES, J.C.L. Fertilidade do Solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007, cap.7, p.375-470.

CHITOLINA, J.C. Fertilizantes de lenta liberação de N: conceitos. Uréia coberta com enxofre. Piracicaba: ESALQ/USP, 1994. 16p.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2a ed. Rio de Janeiro, Embrapa, 2006. 306p.

HARRIS, G.H.; HESTERMAN, O.B.; PAUL, E.A.; PETERS, S. & E. JANKE, R.R. Fate of legume and fertilizer nitrogen-15 in a long term cropping systems experiment. Agron. J., 86:910-915, 1994.

KAPPES, C.; CARVALHO, M.A.C.; YAMASHITA, O.M. & SILVA, J.A.N. Influência do nitrogênio no desempenho produtivo do milho cultivado na segunda safra em sucessão à soja. Pesq. Agropec. Trop., 39:251-259, 2009.

LARA CABEZAS, W.R.L.; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S. & SANTANA, D.G. Influência da cultura antecessora e da adubação nitrogenada na produtividade de milho em sistema plantio direto e solo preparado. Ci. Rural, 34:1005-1013, 2004.

POWER, J.F.; DORAN, J.W. & WILHELM, W.W. Uptake of nitrogen from soil, fertilizer and crop residues by no till corn and soybean. Soil Sci. Soc. Am. J., 50:137-142, 1986.

SAMPAIO, E.V.S.B. & SALCEDO, L.H. Mineralização e absorção por milheto do nitrogênio do solo, da palha de milho (15N) e da uréia (15N). R. Bras. Ci. Solo, 17:423-429, 1993.

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. Pesq. Agropec. Trop., 41:254-263, 2011.

Tabela 1 - Diâmetro do colmo, altura de planta, altura de inserção da espiga, números de grãos por fileira e de fileiras por espiga, massa de 100 grãos e produtividade de grãos de milho safrinha em função do efeito residual de formas de ureia e doses de nitrogênio. Selvíria - MS, 2012.

	Diâmetro do colmo (cm)	Altura de planta (m)	Altura de inserção da espiga (m)	Números de grãos por fileira	Números de fileiras por espiga	Massa de 100 grãos (g)	Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)
Formas de Ureia							
55 ⁽¹⁾	2,08 a	2,52 a	1,11 a	29,86 a	16,85 a	24,03 a	6893 a
43 ⁽²⁾	2,09 a	2,53 a	1,12 a	30,66 a	17,13 a	24,07 a	6564 a
46 ⁽³⁾	2,10 a	2,57 a	1,13 a	30,66 a	17,13 a	24,11 a	7081 a
49 ⁽⁴⁾	2,12 a	2,60 a	1,15 a	31,35 a	17,13 a	25,22 a	6812 a
D.M.S.(5%)	0,17	0,15	0,05	1,98	0,64	2,14	600
Doses de N (kg ha⁻¹)							
0	1,94 ⁽⁵⁾	2,39 ⁽⁶⁾	1,08 ⁽⁷⁾	32,10 ⁽⁸⁾	16,90	23,61	6581
40	2,19	2,63	1,15	30,25	17,25	25,08	6944
80	2,08	2,63	1,15	29,51	17,05	24,04	6751
120	2,17	2,57	1,15	30,74	17,03	24,68	7074
C.V. (%)	8,59	6,34	5,13	6,85	4,00	9,31	9,30
Média geral	2,10	2,56	1,13	30,65	17,06	24,35	6838

Médias seguidas de mesma letra, dentro de cada parâmetro estudado, não diferem entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

⁽¹⁾ Ureia revestida com 41,355% de N

⁽²⁾ Ureia revestida com 43,18% de N

⁽³⁾ Ureia convencional com 45% de N

⁽⁴⁾ Ureia revestida com 41,355% de N

⁽⁵⁾ $Y = 2,0086 + 0,0014x$ ($R^2 = 0,42^{**}$)

⁽⁶⁾ $Y = 2,3969 + 0,0071x - 0,00005x^2$ ($R^2 = 0,96^{**}$ e PMax. = 71 kg ha⁻¹ de N)

⁽⁷⁾ $Y = 1,0974 + 0,0005x$ ($R^2 = 0,64^{**}$)

⁽⁸⁾ $Y = 31,3738 - 0,0121x$ ($R^2 = 0,33^*$)