

Fontes e Doses de Nitrogênio na Cultura do Milho em Sistema de Semeadura Direta⁽¹⁾.

**Claudinei Kappes⁽²⁾; Leandro Zancanaro⁽³⁾; Alessandro Aparecido Lopes⁽⁴⁾;
Cleverson Volnei Koch⁽⁴⁾; Gilmar da Rocha Fujimoto⁽⁴⁾; Eros Artur Bohac
Francisco⁽⁵⁾**

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do Programa de Monitoramento e Adubação (PMA) da Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária de Mato Grosso (Fundação MT).

⁽²⁾ Pesquisador; Fundação MT; Rondonópolis, MT; E-mail: claudineikappes@fundacaomt.com.br; ⁽³⁾ Gestor Técnico e Pesquisador; Fundação MT; Rondonópolis, MT; ⁽⁴⁾ Assistentes de Pesquisa, Fundação MT; Rondonópolis, MT; ⁽⁵⁾ Diretor Adjunto; International Plant Nutrition Institute – IPNI Brasil; Rondonópolis, MT.

RESUMO: O conhecimento da fonte e da dose de aplicação do fertilizante nitrogenado constitui fator importante no manejo do N na cultura do milho. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de fontes e doses de N em cobertura no milho segunda safra, em sistema de semeadura direta, sobre a produtividade da cultura. Os experimentos foram instalados em Itiquira, MT e Sapezal, MT. Foram avaliados 16 tratamentos dispostos em delineamento experimental de blocos ao acaso em esquema fatorial 5 x 3 (fontes de N: ureia; sulfato de amônio; duas ureias revestidas com polímero de liberação lenta e ureia tratada com NBPT; x doses de N: 0; 30; 60 e 90 kg ha⁻¹) e 1 tratamento controle (sem N em cobertura), com quatro repetições. A resposta do milho à adubação nitrogenada foi semelhante para todas as fontes de N. A aplicação de N incrementou a altura de planta, massa de mil grãos e produtividade de milho. Recomenda-se a aplicação de 90 kg ha⁻¹ de N em cobertura do milho, independente da fonte nitrogenada.

Termos de indexação: *Zea mays* (L.), adubação nitrogenada, produtividade.

INTRODUÇÃO

O suprimento inadequado de nitrogênio (N) é considerado um dos principais fatores limitantes a produtividade. O N possui papel fundamental no metabolismo vegetal por participar na biossíntese de proteínas e clorofilas, sendo importante no estágio inicial de desenvolvimento da planta, período em que a absorção é intensa (Basso & Ceretta, 2000).

Segundo Hoeft (2003), a dose, a época e o método de aplicação de fertilizantes nitrogenados têm efeito marcante sobre a produtividade das culturas. Devido as suas transformações no solo, o N é um elemento muito dinâmico, o que tem gerado controvérsias e discussões com relação à sua fonte, modo e dose de aplicação, principalmente no milho. A dinâmica do N no sistema solo-planta é

influenciada principalmente pelo sistema de cultivo, tipo de fertilizante, formas de manejo e condições edafoclimáticas (Santos et al., 2010).

As fontes nitrogenadas mais utilizadas são a ureia e o sulfato de amônio. Ambas estão sujeitas às perdas de N no solo por lixiviação, escoamento superficial, volatilização da amônia e pela imobilização na biomassa microbiana (Alva et al., 2006). As perdas de N dependem do tipo de solo (especialmente textura), do local (pluviosidade), da época de aplicação, do tipo de adubo (orgânico x químico; nítrico x amoniaco) e do sistema de cultivo (convencional ou direto).

No cultivo do milho segunda safra tem sido usual a recomendação de doses inferiores à adotada para época normal, em consequência principalmente da baixa resposta da planta nessas condições de cultivo, bem como pelo fato da semeadura ser realizada, na maioria das vezes, após a soja. Embora existam relatos de resposta do milho de segunda safra à adubação nitrogenada de cobertura (Cruz et al., 2008; Kappes et al., 2009), perdas que ocorrem, principalmente por volatilização, podem reduzir a eficiência da adubação nitrogenada, especialmente quando a fonte utilizada é a ureia e a aplicação é realizada em época em que a ocorrência de chuvas é irregular. Além disso, a aplicação sobre a palhada ou a superfície do solo, como muitas vezes acontece no sistema de semeadura direta, pode reduzir a eficiência da adubação.

Nesse aspecto, é necessário buscar técnicas que possibilitem a redução das perdas, aumentando a eficiência da fertilização com N e, conseqüentemente, a produtividade da cultura (Kappes et al., 2009). O conhecimento da fonte, modo e dose de aplicação do fertilizante nitrogenado constitui fator de extrema importância para o manejo do N na cultura do milho.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de fontes e doses de N em cobertura no milho segunda safra, em sistema de semeadura direta, sobre o desempenho produtivo da cultura.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos na Estação Experimental Cachoeira da Fundação MT/PMA (17° 09' S, 54° 45' W e 490 m de altitude), no município de Itiquira, MT, e em uma propriedade particular (13° 29' S, 58° 54' W e 530 m de altitude), no município de Sapezal, MT. Ambas as regiões estão localizadas no bioma de Cerrado, cujo clima predominante, segundo classificação de Köppen, é o do tipo Aw. O solo da Estação Experimental Cachoeira é classificado como Latossolo Vermelho distrófico e de textura muito argilosa e o solo da propriedade particular é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo distrófico e de textura argilosa.

Tratamentos e amostragens

Foram avaliados 16 tratamentos dispostos em delineamento experimental de blocos ao acaso em esquema fatorial 5 x 3 (fonte de N x dose de N) e 1 tratamento controle (sem N em cobertura), com quatro repetições. As fontes nitrogenadas testadas foram: ureia (45% N), sulfato de amônio (20% N), ureia revestida com polímero de liberação lenta 1 (43% N), ureia revestida com polímero de liberação lenta 2 (41% N) e ureia tratada com NBPT (45% N). As doses de N foram: 0; 30; 60 e 90 kg ha⁻¹. Os fertilizantes nitrogenados foram aplicados a lanço quando 50% das plantas apresentavam-se com a quinta folha expandida (V₅) (Ritchie et al., 2003).

Em Itiquira, MT, foi utilizado o híbrido DOW 2B688 Hx, tipo triplo e de ciclo precoce. A semeadura foi realizada no dia 08/02/2012. Em pré-semeadura da soja (cultura antecessora do milho), aplicaram-se 120 kg ha⁻¹ de K₂O via cloreto de potássio (KCl), a lanço. No sulco de semeadura do milho foram aplicados 52 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 10 kg ha⁻¹ de N via fosfato monoamônico (MAP) e 2,5 kg ha⁻¹ de Zn via Zincodur. A colheita foi realizada no dia 28/07/2012. As parcelas foram constituídas por 14 linhas de 10,0 m de comprimento, espaçadas de 0,45 m entre linhas, totalizando área de 63 m².

Em Sapezal, MT, foi utilizado o híbrido AGM 30A86 Hx, tipo simples e de ciclo precoce. A semeadura foi realizada sobre resteva da cultura da soja no dia 12/03/2012. No sulco de semeadura foram aplicados 60 kg ha⁻¹ de K₂O via KCl, 52 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 10 kg ha⁻¹ de N via MAP e 2,5 kg ha⁻¹ de Zn via Zincodur. A colheita foi realizada no dia 19/07/2012. As parcelas foram constituídas por oito linhas de 10,0 m de comprimento, espaçadas de 0,50 m entre linhas, totalizando área de 40 m².

Em ambos os locais, utilizou-se semeadora com mecanismo de distribuição de sementes pneumático para instalação dos experimentos. O manejo de

plantas daninhas e doenças foram realizados conforme a necessidade da cultura.

Foram avaliadas as seguintes características: i) população final de plantas; ii) diâmetro de colmo (2º internódio a partir da base da planta); iii) altura final de planta; iv) massa de mil grãos; e v) produtividade (obtida a partir da trilha mecânica e pesagem dos grãos oriundos das espigas colhidas na área útil das parcelas, com correção para 13% de umidade – base úmida). A produtividade foi determinada em dois pontos amostrais por parcela, sendo cada ponto constituído por duas linhas adjacentes com 4,0 m de comprimento. Desse modo, a produtividade foi obtida pela média aritmética entre os dois pontos amostrados.

Análise estatística

Os resultados foram submetidos ao teste F da análise de variância, comparando-se as médias de fontes de N pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os efeitos de doses de N foram analisados por regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos dois locais de estudo, nenhuma característica foi influenciada, isoladamente, pela fonte de N, bem como não houve interação significativa entre os fatores fonte e dose de N (**Tabela 1**). Contudo, a massa de mil grãos e a produtividade de milho foram influenciadas, isoladamente, pelas doses de N em ambos os locais, enquanto a altura final de planta foi influenciada por este fator somente em Itiquira, MT.

Tabela 1 – Parâmetros da análise de variância para população final de plantas (PFP), diâmetro de colmo (DC), altura final de planta (AFP), massa de mil grãos (MMG) e produtividade (PROD) de milho segunda safra em função da aplicação de fontes e doses de N em cobertura.

Parâmetros	PFP	DC	AFP	MMG	PROD
<i>Itiquira, MT (safra 2011/12)</i>					
P>F (Fonte N)	ns	ns	ns	ns	ns
P>F (Dose N)	ns	ns	**	**	**
P>F (Interação)	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	5,3	3,4	3,2	5,1	6,3
<i>Sapezal, MT (safra 2011/12)</i>					
P>F (Fonte N)	ns	ns	ns	ns	ns
P>F (Dose N)	ns	ns	ns	*	**
P>F (Interação)	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	7,4	6,7	2,5	4,6	8,3

CV – coeficiente de variação. Teste F: **, * e ns – significativo a 1% e 5% de probabilidade e não significativo, respectivamente.

A população final de plantas e o diâmetro de colmo não foram alterados em resposta às fontes e doses de N aplicadas em cobertura no milho. Porém, nota-se que o incremento nas doses de N proporcionou aumento linear nos valores de massa de mil grãos (**Figuras 1B e 2A**) e produtividade de milho (**Figuras 1C e 2B**) em ambos os locais, e sobre a altura final de planta em Itiquira, MT (**Figura 1A**). As respostas positivas do milho à aplicação de N demonstram que as condições edáficas das áreas experimentais foram compatíveis com os objetivos propostos neste trabalho.

Os modelos de regressão ajustados permitem afirmar que para cada 30 kg ha⁻¹ de N aplicados obteve-se incrementos de 568 e 390 kg ha⁻¹ na produtividade do milho em Itiquira, MT e Sapezal, MT, respectivamente. Os incrementos em produtividade, comparativamente ao tratamento que não recebeu N em cobertura, foram de 22 e 17% em Itiquira, MT e Sapezal, MT, respectivamente. Portanto, nas condições destes estudos, recomenda-se a aplicação de 90 kg ha⁻¹ de N em cobertura do milho sob sistema de semeadura direta, independente da fonte nitrogenada. Diversos pesquisadores constataram aumento na produtividade do milho com a aplicação de N em cobertura, dentre eles, Cruz et al. (2008), Kappes et al. (2009) e Lana et al. (2009).

O aumento de produtividade com o incremento nas doses de N justifica a necessidade de suprimento desse nutriente, pois a disponibilidade insuficiente de N pode reduzir a diferenciação do número de óvulos nos primórdios da espiga e, com isso, afetar negativamente a produtividade (Ernani et al., 2005), já que a liberação de N mineralizado no sistema de semeadura direta é lenta e dependente da cultura antecessora e da disponibilidade hídrica.

No presente estudo, ressalta-se que, mesmo no tratamento controle (sem aplicação de N em cobertura), obteve-se produtividades satisfatórias, as quais podem estar relacionadas ao N oriundo do fertilizante aplicado na semeadura (10 kg ha⁻¹ de N via MAP) e à rápida decomposição dos resíduos culturais da soja antecedente, por se tratar de uma cultura de baixa relação C/N.

As fontes de N, geralmente, sofrem interferências durante sua utilização que podem acarretar em perdas do nutriente. A regularidade na distribuição de chuvas, geralmente, ameniza as perdas do nutriente em questão. Contudo, momentos de instabilidade e ausência de precipitação podem prejudicar a eficiência agrônoma das fontes nitrogenadas. Por isso, investigação de processos tecnológicos que interfiram positivamente na eficiência agrônoma dessas fontes deve ser valorizada.

CONCLUSÕES

O tipo de fonte de N utilizada não afetou os parâmetros produtivos da cultura do milho.

A aplicação de N em cobertura incrementou a altura de planta, massa de mil grãos e produtividade de milho.

Nas condições edafoclimáticas destes estudos, recomenda-se a aplicação de 90 kg ha⁻¹ de N em cobertura do milho segunda safra, independente da fonte nitrogenada.

REFERÊNCIAS

- ALVA, A. K.; PARAMASIVAM, S.; FARES, A. et al. Nitrogen and irrigation management practices to improve nitrogen uptake efficiency and minimize leaching losses. *Journal of Crop Improvement*, Binghamton, 15:369-420, 2006.
- BASSO, C. J. & CERETTA, C. A. Manejo do nitrogênio no milho em sucessão a plantas de cobertura de solo, sob plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 24:905-915, 2000.
- CRUZ, S. C. S.; PEREIRA, F. R. S.; SANTOS, J. R. et al. Adubação nitrogenada para o milho cultivado em sistema plantio direto, no Estado de Alagoas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 12:62-68, 2008.
- ERNANI, P. R.; SANGOI, L.; LECH, V. A. et al. A forma de aplicação da uréia e dos resíduos vegetais afeta a disponibilidade de nitrogênio. *Ciência Rural*, 35:360-365, 2005.
- HOEFT, R. G. Desafios para a obtenção de altas produtividades de milho e de soja nos EUA. Piracicaba: Potafós, 2003. p.1-4, 2003. (Informações Agrônomicas, 104).
- KAPPES, C.; CARVALHO, M. A. C.; YAMASHITA, O. M. et al. Influência do nitrogênio no desempenho produtivo do milho cultivado na segunda safra em sucessão à soja. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 39:251-259, 2009.
- LANA, M. C.; WOYTICHOSKI JR, P. P.; BRACCINI, A. L. et al. Arranjo espacial e adubação nitrogenada em cobertura na cultura do milho. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 31:433-438, 2009.
- RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J. & BENSON, G. O. Como a planta de milho se desenvolve. Piracicaba: Potafós, 2003. 20p. (Informações Agrônomicas, 103).
- SANTOS, M. M.; GALVÃO, J. C. C.; SILVA, I. R. et al. Épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura do milho em plantio direto, e alocação do nitrogênio (¹⁵N) na planta. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 34:1185-1194, 2010.

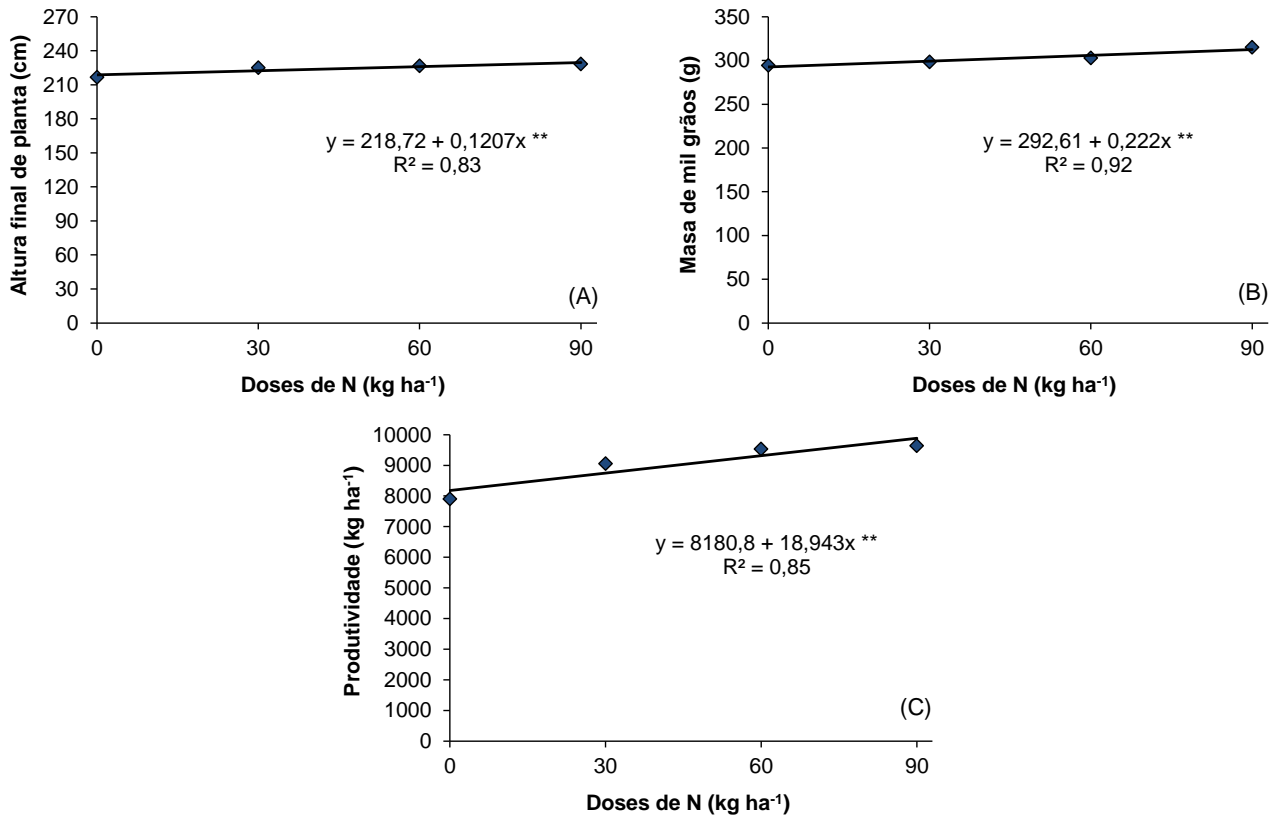


Figura 1 – Altura final de planta (A), massa de mil grãos (B) e produtividade (C) de milho segunda safra em função de doses de N em cobertura, em Itiquira, MT (safra 2011/12). Teste F: ** – significativo a 1% de probabilidade.

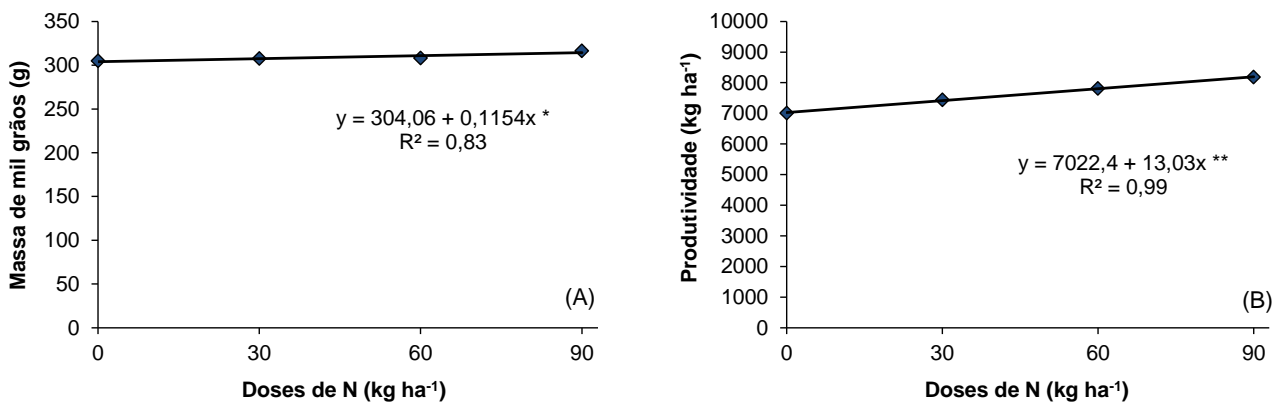


Figura 2 – Massa de mil grãos (A) e produtividade (B) de milho segunda safra em função de doses de N em cobertura, em Sapezal, MT (safra 2011/12). Teste F: ** e * – significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente.