

## DOSES DE NITROGÊNIO NA CULTURA DO MILHO PARA ALTAS PRODUTIVIDADES DE GRÃOS

LUIZ PAULO DORNELAS DOS SANTOS<sup>1</sup>, LEONARDO ANGELO AQUINO<sup>1</sup>,  
PEDRO HENRIQUE MARQUES PAULA NUNES<sup>1</sup> e FELIPE OLIVEIRA XAVIER<sup>1</sup>

<sup>1</sup>UFV, Rio Paranaíba, MG, Brasil, [luiz.dornelas@ufv.br](mailto:luiz.dornelas@ufv.br), [pedro.h.paula@ufv.br](mailto:pedro.h.paula@ufv.br), [felipe.o.xavier@ufv.br](mailto:felipe.o.xavier@ufv.br), [aquino.ufv@gmail.com](mailto:aquino.ufv@gmail.com)

*Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.12, n.3, p. 270-279, 2013

**RESUMO** - O alcance do máximo potencial produtivo do milho é dependente do adequado fornecimento de nitrogênio (N). Em função disso, objetivou-se avaliar o efeito de doses de N sobre a produtividade e o teor foliar de N da cultura do milho em Sistema de Plantio Direto e em Sistema de Preparo Convencional do Solo. Foram instalados dois experimentos em Latossolo Vermelho Amarelo de textura argilosa em Rio Paranaíba, MG. Utilizou-se delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram de seis doses de N: 40, 100, 160, 220, 280 e 340 kg ha<sup>-1</sup>. Avaliou-se o número de plantas por metro, a prolificidade, a produtividade, a matéria seca foliar, o teor e o conteúdo de N foliar na cultura do milho. Há influência das doses de nitrogênio em todas as variáveis avaliadas, exceto no número de plantas por metro e na prolificidade, no caso do experimento em Sistema de Plantio Direto. As doses de máxima produtividade são 316 e 340 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, para Sistema de Plantio Direto e Sistema de Preparo Convencional do Solo.

**Palavras-chave:** *Zea mays*; matéria seca foliar; alto rendimento; conteúdo de nutriente.

## NITROGEN DOSES IN MAIZE FOR HIGH GRAIN PRODUCTIVITY

**ABSTRACT** - The range of the maximum potential yield of maize depends on the adequate supply of nitrogen. Because of this, the present study aimed to evaluate the effect of N on yield and leaf N content of maize in no-tillage and conventional tillage systems. Two experiments were performed in an Oxisol clayey, in Rio Paranaíba, MG. Experimental design used was randomized blocks with four replications. Treatments consisted of six N doses: 40, 100, 160, 220, 280 and 340 kg ha<sup>-1</sup>. The characteristics evaluated were: number of plants per meter, prolificity, productivity, leaf dry matter, N content and leaf nitrogen content. There was effect of nitrogen doses in all variables except for number of plants per meter and prolificity in the no-tillage system. The doses for maximum productivity were 316 and 340 kg ha<sup>-1</sup>, respectively, for no-tillage and conventional tillage systems.

**Key words:** *Zea mays*; leaf dry matter; high yield; nutrient content.

O milho (*Zea mays* L.) é o principal cereal produzido no Brasil. Na última safra, foram cultivados mais de 15 milhões de hectares, com produção de aproximadamente 72 milhões de toneladas de grãos e produtividade de 4,8 toneladas por hectare (Conab, 2012). O nitrogênio (N) é um dos nutrientes exigidos em maiores quantidades pela cultura do milho e desempenha papel importante para o alcance de altas produtividades (Lourente et al., 2007). Este nutriente tem importância nos processos bioquímicos da planta, como constituinte de proteínas, enzimas, coenzimas, ácidos nucleicos e clorofila (Santos et al., 2010).

O Sistema de Plantio Direto (SPD) tem proporcionado alguns benefícios. Dentre eles, citam-se a conservação do solo, o incremento na infiltração de água, o aumento da estabilidade de agregados e o aumento do teor de matéria orgânica (Lourente et al., 2007). O incremento de matéria orgânica pode aumentar os teores totais de N nas camadas superficiais (Purnomo et al., 2000). Isso acontece em áreas onde o uso deste sistema está consolidado (Gomes et al., 2007). No SPD, as taxas de mineralização da matéria orgânica do solo são reduzidas quando comparadas às do Sistema de Plantio Convencional (SPC), o que resulta na liberação mais lenta e gradual do N na fase inicial de desenvolvimento das culturas. Entre quatro e seis folhas expandidas, define-se boa parte do potencial produtivo do milho (Ritchie et al., 2003; Hurtado et al., 2010). Nesta fase, é importante a adequada disponibilidade de N. Silva et al. (2005) observaram as maiores produtividades de grãos quando o N foi aplicado nos estádios V4 e V6.

No SPC, o revolvimento do solo promove incorporação e maior contato dos resíduos culturais com os microrganismos. Isso acelera a decomposição do material orgânico e a disponibilização de N dos resíduos vegetais para a cultura sucessora (Sá et al., 2009).

Além do sistema de cultivo, a cultura antecessora apresenta papel importante na disponibilidade de N no solo para o milho, conforme observado por Lourente et al. (2007). A cultura antecessora influencia a dinâmica do N no sistema solo-planta, bem como o manejo de sua adubação. O cultivo em sucessão à batata proporciona alto residual de nutrientes no solo devido à utilização de maiores quantidades de fertilizantes. Isso aumenta a disponibilidade de N no solo, o que pode elevar o rendimento de grãos (Fontoura & Bayer, 2009; França et al., 2011). Por outro lado, espécies de gramíneas com alta relação C/N apresentam baixa taxa de decomposição dos resíduos e podem acarretar imobilização do N, com redução da produtividade do milho (Lourente et al., 2007; Fontoura & Bayer, 2009).

Coelho (2007) ressalta que a quantidade média de N utilizada em lavouras comerciais de milho no Brasil é de 60 kg ha<sup>-1</sup>. Existem recomendações técnicas para o alcance de altas produtividades de 60 a 100 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura (cultivo em sequeiro) e de 120 a 160 kg ha<sup>-1</sup> de N para cultivo irrigado (Amaral Filho et al., 2005, Pavinato et al., 2008). Normalmente, os agricultores que obtêm produtividades elevadas aplicam altas doses de N. Essas geralmente são acima dos níveis recomendados em suas regiões pelos órgãos oficiais de pesquisa e extensão (Coelho et al., 2004). Com a aplicação de 289 kg ha<sup>-1</sup> de N, Pavinato et al. (2008) alcançaram produtividade da cultura do milho superior a 12.000 kg ha<sup>-1</sup>.

Com o desenvolvimento de cultivares modernos, a produtividade do milho tem aumentado e, conseqüentemente, a demanda por N segue a mesma tendência. Assim, objetivou-se, com este trabalho, avaliar o efeito de doses de N sobre a produtividade e o teor foliar de N da cultura do milho em Sistema de Plantio Direto e em Sistema de Preparo Convencional do Solo.

### Material e Métodos

O experimento foi conduzido no ano agrícola 2010/2011 em área experimental da Coopadap (Cooperativa Agropecuária do Alto Paranaíba), em Rio Paranaíba, MG, cujas coordenadas geográficas são 19° 12' 21" S e 46° 10' 05" WO, com 1.140 m de altitude.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo de textura Argilosa (Embrapa, 1999). Antes da instalação dos experimentos, foi realizada a amostragem dos solos

na camada de 0 - 0,2 m para determinação das características químicas (Tabela 1).

Foram instalados dois experimentos. Um deles em Sistema de Plantio Direto na Palha, estabelecido há mais de cinco anos com rotação de milho, soja e trigo. Neste, a cultura anterior ao milho foi o trigo. A vegetação presente na área de cultivo antes da semeadura do milho foi dessecada com 1,08 kg ha<sup>-1</sup> de Glyphosate.

No segundo experimento, a cultura do milho foi instalada em área cuja cultura antecessora foi a batata. O sistema de cultivo foi com preparo

**TABELA 1.** Características químicas dos solos utilizados nos experimentos no Sistema de Plantio Convencional (SPC) e no Sistema de Plantio Direto (SPD). Rio Paranaíba, MG, 2011.

		Solo	
		SPD	SPC
pH água		6,1	5,7
M.O.	dag kg <sup>-1</sup>	2,9	3,1
P-Mehlich-1	mg dm <sup>-3</sup>	42,9	60,9
P-rem	mg l <sup>-1</sup>	11,6	10,9
K	mg dm <sup>-3</sup>	125	188
Ca	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	3,97	4,17
Mg	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	0,59	0,69
S-SO <sub>4</sub>	mg dm <sup>-3</sup>	7,6	27,9
<b>Micronutrientes</b>			
Al	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	0	0
H+Al	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	3,6	4
SB	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	4,88	5,34
t	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	4,88	5,34
T	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	8,48	9,34
B	mg dm <sup>-3</sup>	0,36	0,47
Zn	mg dm <sup>-3</sup>	14,8	14,5
Fe	mg dm <sup>-3</sup>	34,2	37,9
Mn	mg dm <sup>-3</sup>	15,9	18,6
Cu	mg dm <sup>-3</sup>	6,9	4,7

convencional do solo. Preparou-se o solo com uma aração e duas gradagens para nivelar e destorroar o mesmo. Em ambos os experimentos, semeou-se o híbrido 30F53H, em 20 de outubro de 2010, no espaçamento de 0,80 m e sementes suficientes para alcançar a população de 65.000 plantas ha<sup>-1</sup>.

Nos dois experimentos, os tratamentos consistiram de seis doses de N: 40, 100, 160, 220, 280 e 340 kg ha<sup>-1</sup>. Adotou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições. A parcela constituiu-se de quatro fileiras de 6 m. Foram consideradas úteis as duas fileiras centrais, menos 0,50 m de cada extremidade.

Aplicaram-se 30 kg ha<sup>-1</sup> de N em todos os tratamentos via fertilizante 8-28-16 no sulco de semeadura. O restante das doses de N foi aplicado em cobertura. Para tal, utilizou-se a ureia distribuída em filete lateral à linha de semeadura, na superfície do solo, a 0,10 m da fileira de plantas, no estágio V4. Os demais tratos culturais foram realizados segundo o manejo adotado na propriedade e a exigência da cultura do milho na região em ambos os experimentos.

Foi realizada a amostragem para fins de análise de N foliar na cultura do milho. Retirou-se a 1ª folha fisiologicamente madura, abaixo e oposta à espiga, por ocasião do aparecimento da inflorescência feminina (Malavolta et al., 1997). Foram retiradas quatro folhas dentro da área útil de cada parcela dos experimentos. Essas foram limpas com algodão embebido em solução com detergente neutro, acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa de ventilação forçada de ar a temperatura constante de 70 °C por 72 h.

Determinou-se a matéria seca foliar da primeira folha fisiologicamente madura. Cada amostra foi triturada para determinação do teor de N foliar, conforme métodos descritos por Malavolta et al.

(1997). O conteúdo de N foliar foi determinado através do produto da matéria seca pelo teor foliar de N.

Procedeu-se a colheita do milho em 20 de março de 2011. Nesta, avaliou-se a densidade de plantas (número de plantas por metro), a prolificidade (número de espigas por planta) e a produtividade de grãos após a correção da umidade para 13%. Para determinação da densidade de plantas e da prolificidade, procedeu-se a contagem de plantas e espigas em 10 m de linha. As espigas foram colhidas manualmente dentro das linhas úteis de cada parcela e processadas em trilhadora estacionária. A massa de grãos foi pesada e convertida em kg ha<sup>-1</sup>.

Utilizaram-se, para os cálculos de máxima eficiência econômica, os preços praticados na região do Alto Paranaíba na safra em que o experimento foi conduzido. Consideraram-se o preço da saca de milho (60 kg) de R\$ 25,00 e o custo do kg de N aplicado de R\$ 2,50.

Os dados foram submetidos à análise de variância. Realizou-se análise de regressão para doses de N. Foi utilizado o software Sisvar, versão 5.3, para as análises estatísticas.

## Resultados e Discussão

As doses de N não influenciaram o número de plantas por metro em ambos os experimentos (Tabela 2), apesar de que altas concentrações de sais próximos às raízes poderiam inibir a absorção de água pelas plantas, o que levaria à redução no estande. A prolificidade também não foi influenciada pelas doses de N no cultivo em Sistema de Plantio Direto. No entanto, no cultivo em Sistema de Plantio Convencional do Solo, a prolificidade do milho apresentou aumento linear em função das doses de N aplicadas na cultura.

Veloso et al. (2006) também observaram aumento linear na prolificidade com incremento de doses de N. O aumento da prolificidade no SPC pode ser explicado também pelo residual de nutrientes gerado por altas doses de fertilizantes empregados na cultura da batata, o que beneficia o desenvolvimento da cultura sucessora.

Surgem, porém, dúvidas sobre a possibilidade de impacto ambiental negativo com essas elevadas doses de N, por conta do potencial de perda por lixiviação na forma de  $N-NO_3^-$  e da contaminação do lençol freático, especialmente em condições de clima tropical em período chuvoso. A redução da perda de N-nitrato ( $N-NO_3^-$ ) é importante por três razões: representa perda de N do solo disponível à planta; quando perdido na forma de  $N_2O$ , poderá reforçar o aquecimento global; o  $N-NO_3^-$  lixiviado pode entrar em rios e em águas subterrâneas e iniciar processo de eutrofização em ecossistemas naturais normalmente pobres em N (Primavesi et al., 2006).

As doses de N influenciaram a produtividade da cultura do milho em ambos os experimentos (Figura 1A e 1B). No SPD, as doses de máxima produtividade e de eficiência econômica foram 316 e 228 kg de N  $ha^{-1}$ , respectivamente. As produtividades estimadas com essas doses foram 14.552 e 14.279 kg  $ha^{-1}$ .

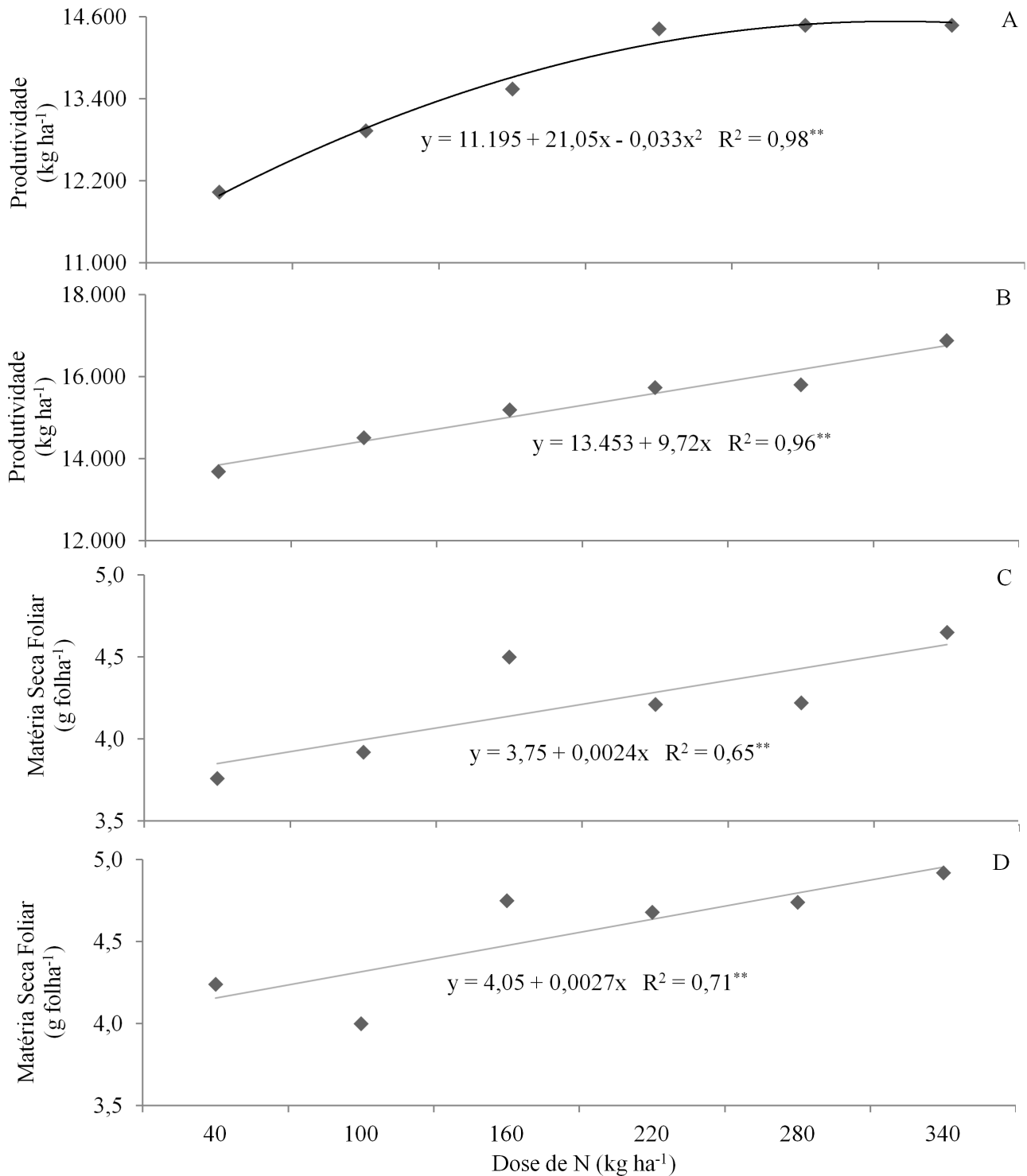
No SPC, houve incremento linear de 9,7 kg de grãos para cada kg de N aplicado. Neste sistema, a produtividade máxima foi de 16.758 kg  $ha^{-1}$  de grãos, alcançada com a dose de 340 kg  $ha^{-1}$  de N (Figura 1B). O incremento de 9,7 kg de grãos por kg de N aplicado apresentou viabilidade econômica. Assim, houve benefício econômico com a aplicação da maior dose avaliada. A máxima produtividade do milho foi 2.206 kg maior no cultivo em Sistema de Plantio Convencional em relação ao Sistema de Plantio Direto.

A produtividade do cultivo em Sistema de Plantio Direto foi semelhante à obtida por Fontoura & Bayer (2009). Estes autores relataram

**TABELA 2.** Número de plantas por metro e prolificidade da cultura do milho em função de doses de N. Rio Paranaíba, MG, 2011.

Dose N (kg $ha^{-1}$ )	Sistema de Plantio Direto		Sistema de Plantio Convencional	
	Nº de plantas $m^{-1}$	Prolificidade (espiga planta $^{-1}$ )	Nº de plantas $m^{-1}$	Prolificidade (espiga planta $^{-1}$ )
40	5,35	0,973	4,70	1,05
100	5,55	0,953	4,88	1,08
160	5,38	0,963	4,80	1,12
220	5,30	0,953	4,65	1,16
280	5,48	0,968	4,65	1,20
340	5,45	0,958	4,75	1,23
F	1,93 <sup>ns</sup>	0,21 <sup>ns</sup>	0,53 <sup>ns</sup>	4,41 <sup>**</sup>
Média	5,42	0,960	4,74	1,14
CV (%)	2,44	3,67	5,18	6,00

<sup>ns</sup>Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. <sup>\*\*</sup>Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.



**FIGURA 1.** Produtividade e matéria seca foliar do milho no experimento em Sistema de Plantio Direto (A e C) e em Sistema de Plantio Convencional (B e D) em função das doses de N aplicadas. Rio Paranaíba, MG, 2011.

produtividade média de 13.000 kg ha<sup>-1</sup> de grãos com dose de 250 kg ha<sup>-1</sup> de N. Em contrapartida, Ferreira et al. (2009) observaram decréscimo na produtividade da cultura do milho com doses superiores a 165 kg ha<sup>-1</sup> de N. Conforme observado por Lourente et al. (2007), o milho cultivado sobre palhada de gramíneas apresentou menores produtividades quando comparado à palhada de leguminosas. Isso se deve a uma menor relação C/N das leguminosas, o que proporciona rápida mineralização da palhada, além de eficiente incorporação do N, em função da fixação simbiótica.

A matéria seca foliar apresentou acréscimo linear em função das doses de N aplicadas em ambos os experimentos (Figuras 1C e 1D). No SPC, a possível maior disponibilidade de N, advindo dos fertilizantes aplicados na cultura anterior, propiciou maior crescimento do milho, o que refletiu em maiores valores de matéria seca foliar quando comparado ao cultivo em SPD. Hurtado et al. (2010), em diferentes solos, também verificaram resultados crescentes para matéria seca foliar com as doses de N. Em trabalho semelhante, Silva et al. (2012) observaram resultados crescentes até a dose 170 kg ha<sup>-1</sup> de N.

Houve aumento linear dos teores foliares de N em função das doses de N aplicadas (Figuras 2A e 2B). Os teores foliares de N variaram de 25,1 a 30,1 g kg<sup>-1</sup> e de 24,2 a 29,3 g kg<sup>-1</sup> nos experimentos em SPD e em SPC, respectivamente. França et al. (2011) observaram teores foliares de N semelhantes quando aplicadas doses de até 200 kg ha<sup>-1</sup> de N. Silva et al. (2005) observaram incremento no teor foliar de N até a dose de 145 kg ha<sup>-1</sup>. Ferreira et al. (2009) afirmaram que o teor foliar de N pode ser menor quando o milho é cultivado em SPD. Porém, foram observados os maiores teores de N foliar no experimento em SPD (Figura 2A).

Assim como o teor, o conteúdo foliar de N aumentou linearmente com as doses de N em ambos os sistemas de cultivo (Figuras 2C e 2D). Isso ocorre devido aos maiores valores de matéria seca foliar e de teores de N. No entanto, o SPC apresenta maiores conteúdos de N que o SPD (Figura 2D). O aumento no conteúdo de N propicia aumento na clorofila, pigmento utilizado para predizer o estado nutricional do N na planta (Booij et al., 2000). Essa relação é atribuída principalmente ao fato de que de 50% a 70% do N total das folhas é integrante de enzimas presentes nos cloroplastos (Chapman & Barreto, 1997). Silva et al. (2012) observaram aumento no conteúdo de N foliar até doses de aproximadamente 140 kg ha<sup>-1</sup> de N.

### Conclusões

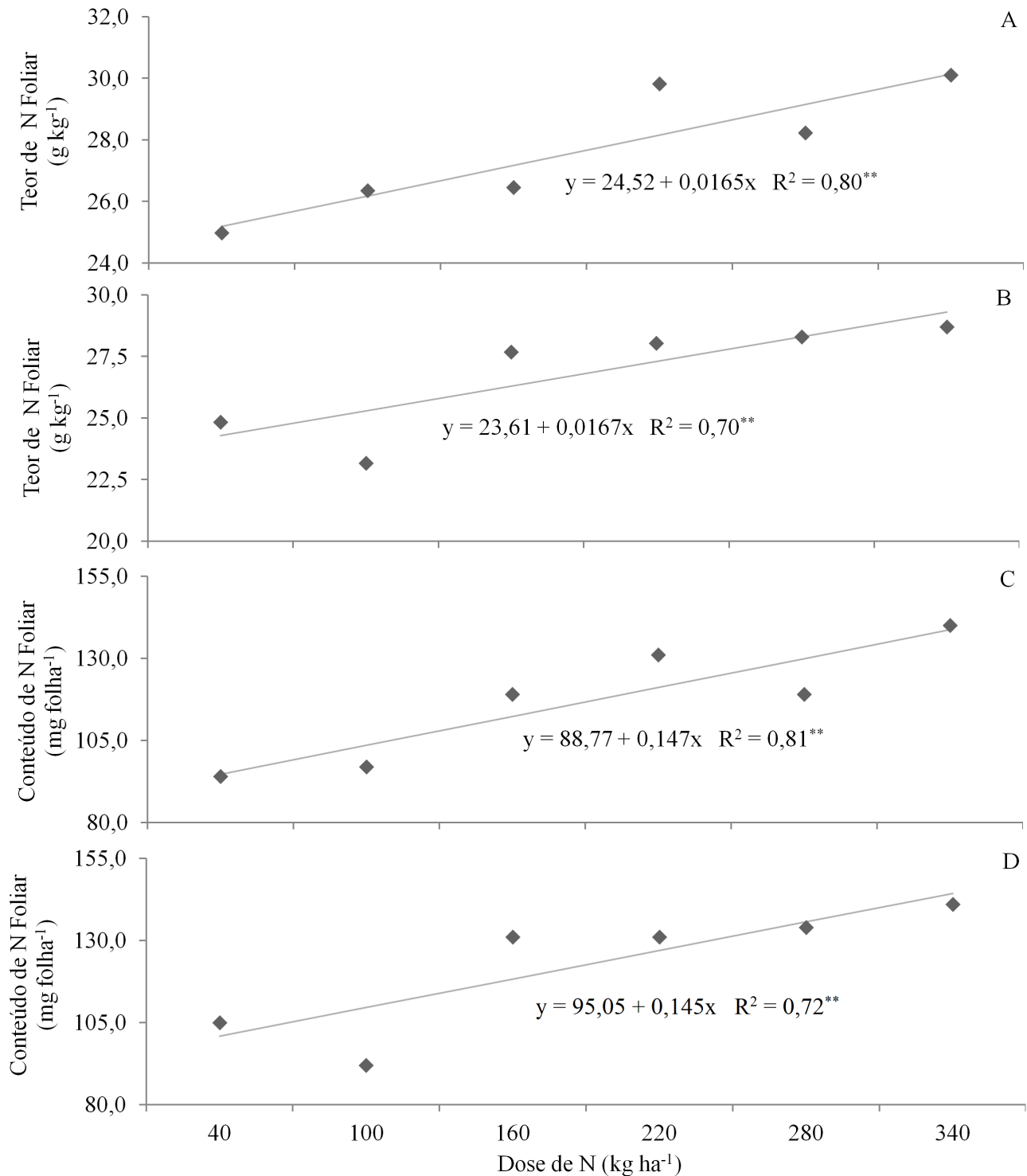
As máximas produtividades foram alcançadas com as doses de 316 e 340 kg ha<sup>-1</sup> de N, quando a cultura do milho foi cultivada em Sistema de Plantio Direto e de Preparo Convencional do Solo, respectivamente.

Os teores foliares de N associados à máxima produtividade e à máxima eficiência econômica de grãos foram 29,7 e 28,3 g kg<sup>-1</sup> no cultivo em Sistema de Plantio Direto. No Sistema de Preparo Convencional do Solo, esse valor é de 29,3 g kg<sup>-1</sup>.

### Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelas bolsas de Iniciação Científica e Tecnológica concedidas ao primeiro e ao terceiro autor.

À Cooperativa Agropecuária do Alto Paranaíba (Coopadap), pelo auxílio na realização do experimento.



**FIGURA 2.** Teor e conteúdo de N foliar do milho no experimento em Sistema de Plantio Direto (A e C) e em Sistema de Plantio Convencional (B e D) em função das doses de N aplicadas. Rio Paranaíba, MG, 2011.



### Referências

- AMARAL FILHO, J. P. R.; FORNASIERI FILHO, D.; FARINELLI, R.; BARBOSA, J. C. Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 29, n. 3, p. 467-473, 2005.
- BOOIJ, R.; VALENZUELA, J. L.; AGUILERA, C. **Determination of crop nitrogen status using non-invasive methods**. In: HAVERKORT, A. J.; MACKERRON, D. K. L. (Ed.). Management of nitrogen and water in potato production. Wageningen: Wageningen Pers, 2000. p. 72-82.
- CHAPMAN, S. C.; BARRETO, H. J. Using a chlorophyll meter to estimate specific leaf nitrogen of tropical maize during vegetative growth. **Agronomy Journal**, Madison, v. 89, p. 557-562, 1997.
- COELHO, A. M. **Manejo da adubação nitrogenada na cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2007. 11 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 96).
- COELHO, A. M.; CRUZ, J. C.; FILHO, I. A. P. **Desafios para obtenção de altas produtividades de milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2004. (Comunicado Técnico, 112).
- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos, décimo primeiro levantamento**. Brasília, DF, Agosto 2012. 29 p.
- FERREIRA, A. O.; SÁ, J. C. M.; BRIEDIS, C.; FIGUEIREDO, A. G. desempenho de genótipos de milho cultivados com diferentes quantidades de palha de aveia-preta e doses de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 44, n. 2, p. 173-179, 2009.
- FOUNTOURA, S. M. V.; BAYER, C. Adubação Nitrogenada para Alto Rendimento de Milho em Plantio Direto na Região Centro-Sul do Paraná. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 33, p. 1721-1732, 2009.
- FRANÇA, S.; MIELNICZUK, J.; ROSA, L. M. G.; BERGAMASCHI, H.; BERGONCI, J. I. Nitrogênio disponível ao milho: crescimento, absorção e rendimento de grãos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 11, p. 1143-1151, 2011.
- GOMES, R. F.; SILVA, A. G.; ASSIS, R. L.; PIRES, F. R. Efeito de doses e da época de aplicação de nitrogênio nos caracteres agrônômicos da cultura do milho sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 31, p. 931-938, 2007.
- HURTADO, S. M. C.; SILVA, C. A.; RESENDE, A. V.; CORAZZA, E. J.; SHIRATSUCHI, L. S.; HIGASHIKAWA, F. S. Sensibilidade do clorofilômetro para diagnóstico nutricional de nitrogênio no milho. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 3, p. 688-697, 2010.
- LOURENTE, E. R. P.; ONTOCELLI, R.; SOUZA, L. C. F.; GONÇALVES, M. C.; MARCHETTI, M. E.; RODRIGUES, E. T. Culturas antecessoras, doses e fontes de nitrogênio nos componentes de produção do milho. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 29, n. 1, p. 55-61, 2007.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas. 2. ed. Piracicaba: **Potafos**, 1997. 319 p.
- PAVINATO, P. S.; CERETTA, C. A.; GIROTTO, E.; MOREIRA, I. C. L. Nitrogênio e potássio em milho irrigado: análise técnica e econômica da

- fertilização. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 2, p. 358-364, 2008.
- PRIMAVESI, O.; PRIMAVESI, A. C.; CORRÊA, L. A.; SILVA, A. G.; CANTARELLA, H. Lixiviação de nitrato em pastagem de coastcross adubada com nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 3, p. 683-690, 2006.
- PURNOMO, E.; BLACK, A. S.; SMITH, C. J.; CONYERS, M. K. The distribution of net nitrogen mineralisation within surface soil. Field studies under a wheat crop. **Australian Journal of Soil Research**, Victoria, v. 38, p. 129-140, 2000.
- RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. Como a planta de milho se desenvolve. Piracicaba: **Potafos**, 2003. p. 1-11. (Informações Agronômicas, n. 103)
- SÁ, J. C. M.; NETTO, C. Q.; NAVARRO, J. F.; BRIEDIS, C.; FERREIRA, A. O. Modos de aplicação de nitrogênio e fósforo na cultura de milho em plantio direto. **Synergismus scyentifica UTFPR**. Pato Branco, v. 4, n. 1, 2009. Disponível em: <<http://revistas.utfpr.edu.br/pb/index.php/SysScy/article/view/575>>
- SANTOS, M. M.; GALVÃO, J. C. C.; SILVA, I. R.; MIRANDA, G. V.; FINGER, F. L. Épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura do milho em plantio direto, e alocação do nitrogênio (15N) na planta. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, MG, v. 34, p. 1185-1194, 2010.
- SILVA, A. A.; SILVA, T. S.; VASCONCELOS, A. C. P.; LANA, R. M. Q. Aplicação de diferentes fontes de ureia de liberação gradual na cultura do milho. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n 1, p. 104-111, 2012.
- SILVA, E. C.; BUZETTI, S.; GUIMARÃES, G. L.; LAZARINI, E.; SÁ, M. E. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio na cultura do milho em plantio direto sobre latossolo vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 29, p. 353-362, 2005.
- SISTEMA Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília, DF: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.
- VELOSO, M. E. C.; DUARTE, S. N.; NETO, D. D.; MIRANDA, J. H.; SILVA, E. C.; SOUZA, V. F. Doses de nitrogênio na cultura do milho, em solos de várzea, sob sistema de drenagem subterrânea. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 5, n. 3, p. 382-394, 2006.