

PRODUTIVIDADE E EFICIÊNCIA AGRONÔMICA DO MILHO EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA E MANEJOS DO SOLO

ROGÉRIO FARINELLI¹ e LEANDRO BORGES LEMOS¹

¹*Professor Doutor, Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos (UNIFEB), CEP: 14783-226 Barretos, SP, Brasil, E-mail: rog.farinelli@hotmail.com*

²*Professor Doutor, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Departamento de Produção Vegetal, CEP: 14884-900 Jaboticabal, SP, Brasil, E-mail: leandrobl@fcav.unesp.br*

Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.9, n.2, p.135-146, 2010

RESUMO - O nitrogênio é o nutriente exigido em maior quantidade, de maior custo, e também o que mais influencia a produtividade da cultura do milho. O objetivo deste trabalho foi avaliar os componentes da produção, produtividade e eficiência agronômica do milho, em função de doses de nitrogênio em cobertura, cultivado no sistema de preparo convencional do solo e plantio direto, na Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Botucatu, SP, utilizando a sucessão aveia-preta/milho. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas foram representadas por sistema de manejo de solo de preparo convencional e plantio direto, e as subparcelas por doses de adubação nitrogenada em cobertura (0, 40, 80, 120 e 160 kg ha⁻¹ de N), utilizando-se ureia como fonte de N. As doses de N promoveram acréscimos nos teores de N total foliar e N total nos grãos. A máxima produtividade de grãos foi obtida com a estimativa de 92 kg ha⁻¹ de N em cobertura. A eficiência agronômica diminuiu quando se aumentaram as doses de N em cobertura, com maiores ganhos na produção de grãos por kg de N aplicado no sistema de plantio direto.

Palavras-chave: doses de N em cobertura, preparo convencional do solo, plantio direto, características agronômicas e eficiência de uso de nitrogênio.

PRODUCTIVITY AND AGRONOMIC EFFICIENCY OF MAIZE AS A FUNCTION OF NITROGEN FERTILIZATION AND SOIL MANAGEMENT

ABSTRACT - Nitrogen is the nutrient required in largest amount, presents the highest cost, and also is the one that most affects maize grain yield. The purpose of this work was to evaluate the yield components of maize, grain yield and agronomic efficiency, regarding topdress nitrogen doses, cultivated under conventional soil tillage and no-tillage system at Universidade Estadual Paulista (UNESP), campus of Botucatu, SP, using the black oat/corn succession. The experimental design was a randomized complete blocks in split plot arrangement, with four replications. The plots were represented by the different soil tillage systems (conventional and no-tillage), and the subplots by nitrogen doses applied as topdressing (0, 40, 80, 120 and 160 kg N ha⁻¹). Urea was used as N source. The doses of N promoted increases in leaf N content and grain nitrogen content. Maximum grain yield was obtained with the estimative of 92 kg N ha⁻¹ as topdressing. The agronomic efficiency (kg grain per kg N applied) was reduced by increasing N dose, with the greatest gains in grain production per kg of N applied in the no-tillage system.

Key words: doses of N as topdressing, conventional soil tillage, no-tillage, agronomic characteristics, nitrogen use efficiency.

O milho constitui um dos principais cereais do mundo, tanto para utilização na alimentação animal quanto na humana, em virtude de características de capacidade produtiva, qualidade química e nutricional. Entretanto, para atingir altas produtividades, a cultura necessita que suas exigências nutricionais sejam supridas. Nesse caso, o nitrogênio (N) caracteriza-se como o mais exigido em quantidade, e ainda possui recomendações de adubação e manejo mais complexas (Silva et al., 2005a; Gomes et al., 2007; Fornasier Filho, 2007).

A disponibilidade de N no solo, para a cultura do milho, é controlada basicamente pela decomposição da matéria orgânica e por adubações nitrogenadas, sendo que, quando são utilizadas culturas com baixa relação C:N na matéria seca, em rotação ou sucessão, aliado ao manejo de incorporação dos restos culturais, a decomposição e a mineralização é mais rápida e a ciclagem do N ocorre em curto espaço de tempo (Silva et al., 2006b; Pavinato et al., 2008).

O sistema de manejo de solo também influencia a distribuição do N no seu perfil. No

plantio direto, o aporte contínuo de resíduos vegetais e a pouca movimentação do solo contribuem para a melhoria da sua qualidade, promovendo acúmulo de teores totais de nitrogênio na camada superficial, o que modifica os processos de imobilização, mineralização, lixiviação e desnitrificação (Silva et al., 2005b), principalmente em áreas onde o uso desse sistema já esteja consolidado (Gomes et al., 2007).

Atualmente, muito se discute a respeito de quantidades de N aplicadas à cultura do milho, como também a sua influência na produtividade. De acordo com Coelho et al. (2007), a quantidade média de N empregada em lavouras comerciais do Brasil é de 60 kg ha⁻¹, sendo muito inferior às da China e dos Estados Unidos, que correspondem a 130 e 150 kg ha⁻¹ de N, respectivamente. Nos sistemas que visam altas produtividades e em cultivos de sequeiro, as recomendações são de 60 a 100 kg ha⁻¹ de N em cobertura e, em cultivos irrigados, de 120 a 160 kg ha⁻¹ (Souza et al., 2003; Amaral Filho et al., 2005; Gross et al., 2006; Pavinato et al., 2008).

Resultados de pesquisa vêm demonstrando que o potencial produtivo da cultura está relacionado à aplicação de doses de N que variam de 90 kg ha⁻¹ a 180 kg ha⁻¹ de N (Silva et al., 2005a; Gross et al., 2006; Veloso et al., 2006; Gomes et al., 2007). Contudo, já se obtiveram respostas significativas com quantidades acima de 200 kg ha⁻¹ de N aplicadas em cobertura (Ohland et al., 2005; Pavinato et al., 2008).

Também é importante salientar que os diversos híbridos e variedades de milho requerem quantidades diferentes de N, de acordo com seu potencial produtivo, sendo que os híbridos são menos eficientes no uso do nitrogênio em altos níveis do suplemento nitrogenado. Além disso, a eficiência do uso de N diminuiu em relação ao aumento de doses aplicadas, em vista de o suprimento de N exceder as necessidades da cultura (Fernandes et al., 2005).

O objetivo deste trabalho foi avaliar os componentes da produção, produtividade e eficiência agrônômica do milho em função de doses de N em cobertura nos sistemas de manejo de solo (preparo convencional e plantio direto).

Material e Métodos

O experimento foi instalado na Faculdade de Ciências Agrônômicas (UNESP), campus de Botucatu, SP, no ano agrícola de 2004/05, num Nitossolo Vermelho distrófico. O clima, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo Cwa, subtropical, com verões quentes e úmidos, e invernos frios e secos.

A área experimental faz parte de um programa de estudos de longo prazo, a fim de comparar os sistemas de manejo de solo, utilizando-se o preparo convencional e plantio direto. Iniciado em 1985, o programa utilizou a sequência de culturas de trigo (inverno) e soja (verão) até 1995, tendo permanecido em pousio até 1999, quando a área foi ocupada por um experimento com a cultura de milho

(verão) nesses dois sistemas de manejo de solo. Após esse experimento, a área permaneceu novamente em pousio até o ano de 2002, quando foi instalado um trabalho envolvendo a cultura do feijão (verão) e adubação nitrogenada em cobertura, por dois anos agrícolas, empregando-se a sucessão aveia-preta (outono/inverno)-milheto (primavera)-feijão (verão).

Antes da cultura do milho, visando estabelecer um sistema de sucessão de culturas para a produção de matéria seca, foi implantada na área experimental, no ano de 2004, a cultura da aveia-preta (cultivar Comum), no período de outono-inverno, sendo manejada aos 70 dias depois da emergência, por meio de dessecação com glifosato, na dose de 1,0 kg ha⁻¹ de produto comercial.

A cultivar de milho utilizada no experimento foi a DKB 466, classificada como híbrido triplo, de ciclo precoce, com arquitetura foliar semiereta, alta sanidade de colmo e com finalidade de produção de grãos. A semeadura foi realizada em 15/12/2004, tendo o desenvolvimento da cultura ocorrido durante o período de verão, em condições de sequeiro, utilizando-se uma densidade populacional de 60.000 plantas ha⁻¹, no espaçamento entre linhas de 0,90 m. Na adubação de semeadura, foram aplicados 350 kg ha⁻¹ do formulado 8-28-16 + 0,5% Zn, mediante os resultados da análise química de solo (Tabela 1).

O manejo de plantas daninhas foi realizado com 2,5 L de atrazine e 0,5 L de nicosulfuron, sendo aplicados no estágio de V3 (terceira folha

desenvolvida). Para o controle da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae, foram utilizados 150 mL de lambda-cyhalothrin e 100 mL de spinosad, em aplicações nos estádios de V3 e V8 (oitava folha desenvolvida).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas foram representadas por dois sistemas de manejo de solo: preparo convencional, incluindo uma aração com discos, seguida de duas gradagens com grade niveladora, e plantio direto. As subparcelas foram constituídas por cinco doses de nitrogênio em cobertura: 0, 40, 80, 120 e 160 kg ha⁻¹, empregando-se a ureia como fonte de N. Cada subparcela foi formada por cinco linhas de milho, em oito metros de comprimento, tendo sido consideradas úteis as três linhas centrais, desprezando-se 0,5 m de cada extremidade. As adubações em cobertura foram efetuadas no estágio V6, caracterizado pela presença da sexta folha completamente desenvolvida, com a aplicação em filete contínuo a 10 cm de distância das plantas de milho.

Por ocasião do florescimento feminino (R1), foram coletadas em dez plantas por subparcela o terço central de dez folhas abaixo e oposta à primeira espiga, segundo Coelho et al. (2002). Após a secagem em estufa de circulação forçada de ar, a 60-70° C, as folhas foram moídas em moinho tipo Wiley e determinado o teor de N total, segundo o método descrito em Malavolta et al. (1997).

TABELA 1. Atributos químicos do solo na camada de 0-20 cm, nos sistemas de preparo convencional do solo e plantio direto. Botucatu, SP, 2004/05.

Sistemas de manejo de solo	pH (CaCl ₂)	MO (g kg ⁻¹)	P resina (mg dm ⁻³)	H + Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V (%)
Preparo convencional	5,3	32	72,4	47,7	3,4	40	18	61,4	109,1	56,3
Plantio direto	5,3	53,3	136,1	42,9	2,6	50	24	76,6	119,5	64,1

Antes da colheita, avaliaram-se, em dez plantas por subparcela, as seguintes variáveis: altura de planta (medida do nível do solo até a inserção da última folha), altura de inserção de espiga (medida do nível do solo até a inserção da primeira espiga), diâmetro de colmo (medida acima do nível do solo no segundo nó do colmo) e prolificidade (por meio do número total de espigas e número de plantas).

A colheita foi realizada manualmente, na área útil de cada subparcela, tendo sido colhidas todas as espigas com palha. Posteriormente, avaliaram-se as demais variáveis: rendimento de espiga (por meio do peso de grãos e o peso total das espigas com palha), número de grãos por espiga (por meio da multiplicação entre o número de fileiras e o número de grãos na fileira). A massa de 100 grãos foi avaliada por meio da coleta de 4 amostras de 100 grãos por subparcela e posterior pesagem, sendo calculada

em 13% de base úmida. A produtividade de grãos foi obtida por meio da massa de grãos, determinando-se o teor de água calculado em 13% de base úmida.

O teor de N total nos grãos foi obtido mediante a metodologia de Kjeldahl (Malavolta et al., 1997). Também foi determinada a eficiência agrônômica, de acordo com a metodologia proposta por Fageria & Baligar (2005), utilizando a fórmula $EA = (PG_{cf} - PG_{sf}) / (QN_a)$, expressa em kg kg⁻¹, em que EA é a eficiência agrônômica; PG_{cf} é a produção de grãos com fertilizante nitrogenado; PG_{sf} é a produção de grãos sem fertilizante nitrogenado e QN_a é a quantidade de nitrogênio aplicado, em kg.

Os resultados foram submetidos à análise de variância, empregando-se o teste F a 5% de probabilidade, para a comparação dos manejos de solo, e análise de regressão polinomial, para os estudos das doses de N em cobertura.

Resultados e Discussão

A adubação nitrogenada e os sistemas de manejo de solo não influenciaram significativamente as características morfológicas da planta (Tabela 2). Alguns trabalhos demonstraram efeito positivo da aplicação de doses de N em cobertura para essas variáveis (Silva et al., 2006a; Fernandes et al., 2005 e Gomes et al., 2007), pois o nitrogênio atua no crescimento vegetativo, influenciando diretamente a divisão e a expansão celular e o

processo fotossintético, promovendo acréscimo em altura de planta, altura de espiga e no diâmetro de colmo (Silva et al., 2005; Fornasieri Filho, 2007).

Quanto à prolificidade, observa-se que houve variação de 1,95 a 2,08 espigas por planta, mas sem resposta aos tratamentos, especificamente quanto à adubação nitrogenada (Tabela 3). Entretanto, segundo Veloso et al. (2006), quando a prolificidade aumenta, o tamanho, principalmente da segunda espiga, muitas vezes torna-se muito pequeno, além de a

TABELA 2. Altura da planta, altura da inserção de primeira espiga e diâmetro do colmo na cultura do milho em função de doses de nitrogênio em cobertura, nos sistemas de preparo convencional do solo e plantio direto. Botucatu, SP, 2004/05.

Sistemas de manejo de solo (SM) ¹	Altura da planta (cm)	Altura da inserção de primeira espiga (cm)	Diâmetro do colmo (cm)
PC	2,55	1,59	2,92
PD	2,47	1,57	2,7
Teste F	5,89 ^{ns}	3,50 ^{ns}	4,97 ^{ns}
CV (%)	2,81	3,2	10,91
Doses de N (DN)			
0	2,45	1,56	2,72
40	2,49	1,55	2,8
80	2,47	1,55	2,85
120	2,55	1,62	2,77
160	2,59	1,62	2,91
Teste F	2,94 ^{ns}	4,58 ^{ns}	0,46 ^{ns}
CV (%)	2,37	3,57	5,26
SM x DN	0,45 ^{ns}	0,23 ^{ns}	0,64 ^{ns}

¹PC: preparo convencional; PD: plantio direto. ^{ns}Não-significativo.

espiga ficar desgranada e deformada, deixando entender que o acréscimo em espigas por planta não significa aumento de produtividade de grãos de milho, apesar da sua contribuição no rendimento final.

Verificou-se acréscimo nos valores com a aplicação das doses de N, especificamente para o rendimento de espiga e massa de 100 grãos, mas, associados ao número de grãos por espiga, os efeitos da adubação não foram significativos (Tabela 3), comprovando que se

trata de características agrônômicas que são influenciadas principalmente pelo genótipo, seguido da disponibilidade de nutrientes e pelas condições climáticas durante a fase de enchimento de grãos (Ohland et al., 2005). Apesar disso, aumentos lineares e quadráticos já foram estabelecidos por Amaral Filho et al. (2005), Silva et al. (2006a), Silva et al. (2006b) e Veloso et al. (2006). Contudo, esses resultados do presente experimento não comprometeram a produtividade de grãos.

TABELA 3. Prolificidade, rendimento de espiga, massa de 100 grãos e número de grãos por espiga na cultura do milho em função de doses de nitrogênio em cobertura, nos sistemas de preparo convencional do solo e plantio direto. Botucatu, SP, 2004/05.

Sistemas de manejo de solo (SM) ¹	Prolificidade (n°)	Rendimento de espiga (%)	Massa de 100 grãos (g)	Grãos/espiga
PC	2,03	73,42	38,18	480,95
PD	1,99	73,15	41,69	397,35
Teste F	0,04 ^{ns}	0,03 ^{ns}	5,34 ^{ns}	11,11*
CV (%)	26,77	6,12	12,03	18,06
Doses de N (DN)				
0	1,95	71,96	37,43	383,87
40	2,06	70,01	38,59	473,12
80	2,08	71,7	39,86	444,62
120	1,96	75,16	42,27	460,12
160	2	77,6	41,49	434
Teste F	0,10 ^{ns}	3,69 ^{ns}	1,38 ^{ns}	1,49 ^{ns}
CV (%)	9,11	6,07	4,4	7,13
SM x DN	2,61 ^{ns}	1,11 ^{ns}	0,42 ^{ns}	0,14 ^{ns}

¹PC: preparo convencional; PD: plantio direto. ^{ns}Não-significativo. * Significativo a 5% de probabilidade.

Os teores foliares de N total foram afetados pela adubação nitrogenada em cobertura (Figura 1), obtendo-se acréscimo nos valores mediante a aplicação das doses, atingindo 29,3 g kg⁻¹ com a dose de 160 kg ha⁻¹ de N. Os resultados nos tratamentos sob a ausência de N, e especificamente nas doses de 40 e 80 kg ha⁻¹ de N, permaneceram um pouco abaixo dos teores adequados para a cultura do milho, que são de 27 a 35 g kg⁻¹ (Cantarella et al., 1997). Entretanto, esses resultados não comprometeram o desenvolvimento das plantas, pois a quantidade fornecida na adubação de semeadura, aliada à mineralização dos restos culturais da aveia-preta, permitiu uma produtividade satisfatória mesmo na ausência do nutriente em cobertura e nas doses menores, sendo o mesmo efeito

observado por Amaral Filho et al. (2005) e Gomes et al. (2007).

Quanto à produtividade, o modelo ajustou-se em equação de segundo grau, promovendo 10.476 kg ha⁻¹ de grãos em virtude da aplicação da dose de aproximadamente 92 kg ha⁻¹ de N em cobertura (Figura 2).

Trabalhos na literatura têm relatado efeito significativo de sistemas de manejos de solo e doses de N em cobertura. Silva et al. (2006a) obtiveram no sistema de plantio direto implantado em cinco anos, na mesma sucessão aveia-preta/milho, a produtividade máxima de 8.280 kg ha⁻¹, porém com a quantidade de 205 kg ha⁻¹ de N, Fernandes et al. (2005) verificaram produtividade máxima com a dose de 110 kg ha⁻¹ de N em cobertura.

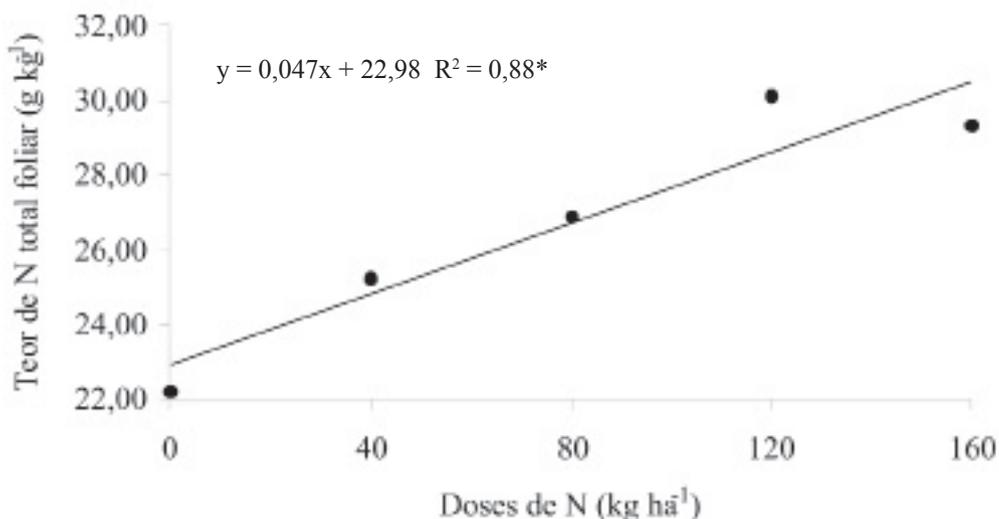


FIGURA 1. Teor de N total foliar da cultura do milho, em função de doses de nitrogênio em cobertura. Botucatu, SP, 2004/05.

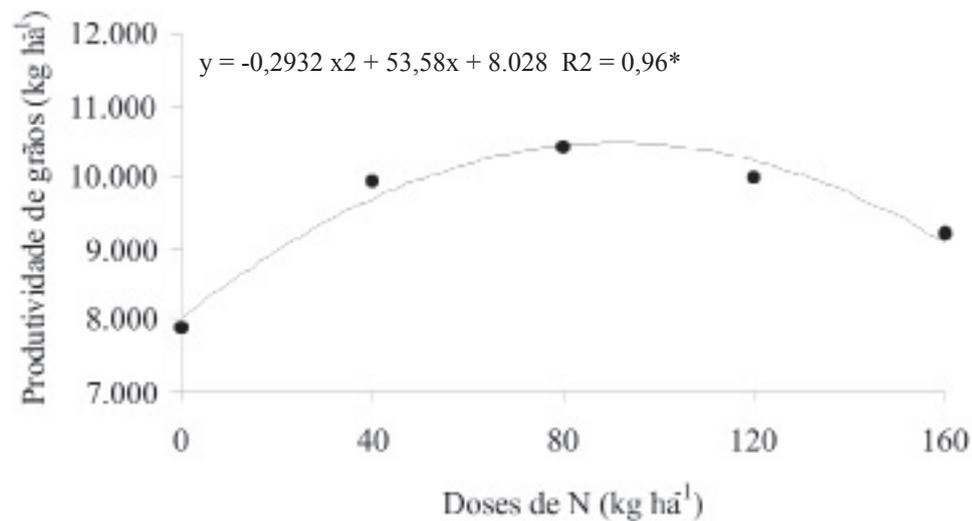


FIGURA 2. Produtividade de grãos da cultura do milho, em função de doses de nitrogênio em cobertura. Botucatu, SP, 2004/05.

Para alcançar maiores rendimentos da cultura em área de dez anos de plantio direto, Gomes et al. (2007) verificaram que foi necessária a aplicação de 150 kg ha⁻¹ de N. Já Silva et al. (2006b) também obtiveram respostas de 144 e 149 kg ha⁻¹ de N em sucessão à crotalária e pousio, respectivamente. Em sucessão ao milheto, por sua vez, a dose estabelecida foi de 161 kg ha⁻¹ de N. Em outros trabalhos, não foi possível estabelecer máxima produtividade de grãos (Ohland et al., 2005; Amaral Filho et al., 2005), sendo avaliadas doses de até 280 kg ha⁻¹ de N em cobertura (Pavinato et al., 2008).

Para o teor de N total nos grãos, verificou-se aumento linear nos valores com as doses aplicadas (Figura 3), corroborando Amaral Filho et al. (2005). Esse resultado reflete a importância do teor

de N nos grãos para a cultura, pois está diretamente relacionado à quantidade de proteína nos grãos. Além disso, Silva et al. (2006a) relataram que 70% do nitrogênio da planta de milho está contido nos grãos e dessa forma é exportado, evidenciando que maiores produtividades exigem quantidades adequadas de N.

Com o aumento das doses de N em cobertura, a eficiência do uso de nitrogênio diminuiu significativamente nos dois sistemas de manejo de solo, porém os valores foram superiores no plantio direto (Figura 4). Na dose de 40 kg ha⁻¹ de N, a produção de grãos de milho foi de 78,80 kg e de 23,12 kg, no sistema de plantio direto e no preparo convencional, respectivamente. Isso reflete que nem sempre a quantidade recomendada para obter altas

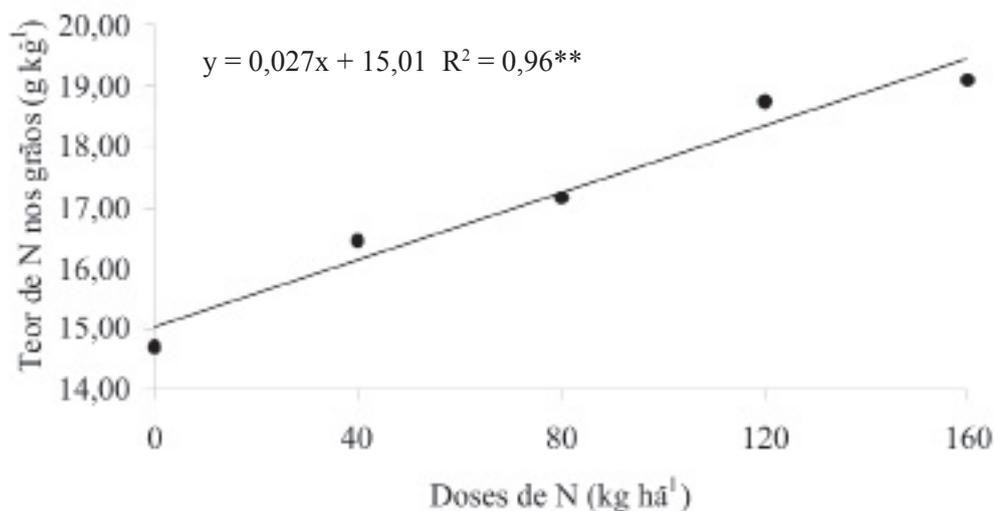


FIGURA 3. Teor de N nos grãos da cultura do milho, em função de doses de nitrogênio em cobertura. Botucatu, SP, 2004/05.

produtividades, que geralmente ultrapassa a dose de 120 kg ha⁻¹ de nitrogênio em cobertura (Cantarella et al., 1997; Coelho et al., 2007), corresponde à mesma quantidade que propicia ganhos na eficiência agrônômica.

Esses resultados concordam com o trabalho desenvolvido por Fernandes et al. (2005), que, estudando a eficiência de uso de N em cultivares de milho, utilizando doses de 0 a 180 kg ha⁻¹ de N, relataram que os aproveitamentos de N decresceram com a elevação das doses aplicadas, em razão de o suprimento de nitrogênio exceder as necessidades da cultura do milho. Essa diminuição é oriunda de prováveis perdas de amônia e perdas de nitrato por lixiviação após o processo de nitrificação, que aumentam com a dose aplicada, e esse aumento pode ser linear ou exponencial.

Todos esses resultados permitem afirmar que a dinâmica do nitrogênio no sistema solo-planta e, conseqüentemente, a eficiência de uso desse elemento pela cultura do milho, é dependente do sistema de cultivo, da quantidade e época de aplicação do fertilizante, dos resíduos vegetais de culturas antecessoras, como também das condições edafoclimáticas.

Conclusões

A máxima produtividade de grãos foi obtida com a estimativa de 92 kg ha⁻¹ de N em cobertura.

As doses de N promoveram acréscimos nos teores de N total foliar e nos grãos.

A eficiência agrônômica diminuiu quando se aumentaram as doses de N em cobertura,

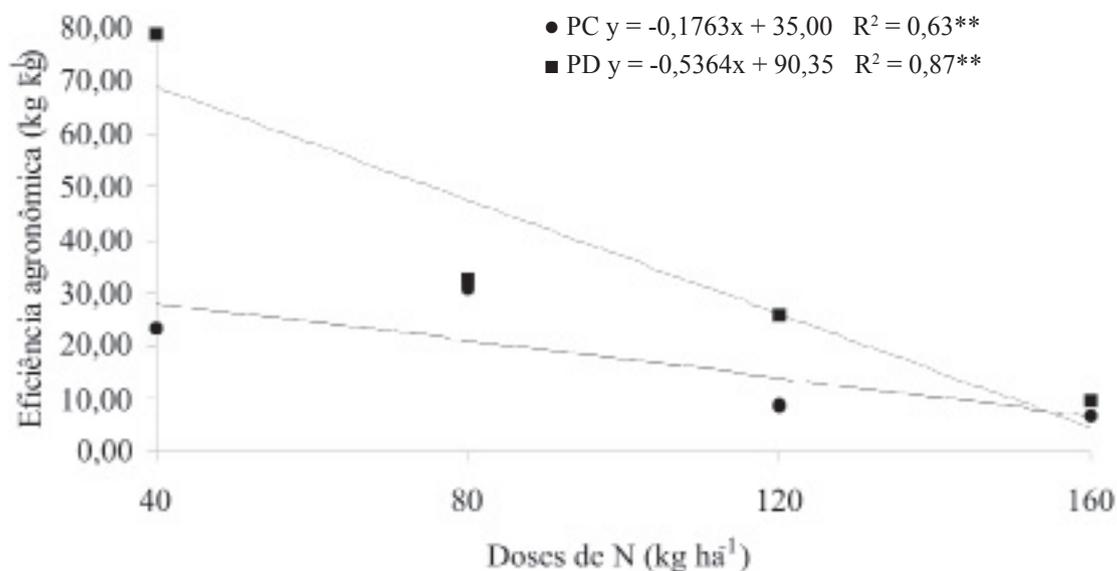


FIGURA 4. Eficiência agrônômica da cultura do milho em função de doses de nitrogênio em cobertura, nos sistemas de preparo convencional do solo e plantio direto. Botucatu, SP, 2004/05. (PC: preparo convencional e PD: plantio direto).

com maiores ganhos na produção de grãos por kg de N aplicado, no sistema de plantio direto.

Literatura Citada

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, p. 467-473, 2005.

CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van; CAMARGO, C. E. O. Cereais. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações técnicas de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas:

Instituto Agronômico de Campinas. 1997. p. 45-57. (Boletim Técnico 100).

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.; FRANÇA, G. E.; PITTA, G. V. E.; ALVES, V. M. C. **Cultivo do milho: diagnose foliar do estado nutricional da planta**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. 5 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico, 45).

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C. Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. **Advances in Agronomy**, Newark, v. 88, p. 97-185, 2005.

- FERNANDES, F. C. S.; BUZETTI, S.; ARF, O.; ANDRADE, J. A. C. Doses, eficiência e uso de nitrogênio por seis cultivares de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 4, n. 2, p. 195-204, 2005.
- FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. Jaboticabal: Funep, 2007. 576 p.
- GOMES, R. F.; SILVA, A. G. da; ASSIS, R. L.; PIRES, F. R. Efeito de doses e época de aplicação de nitrogênio nos caracteres agronômicos da cultura do milho sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 31, p. 931-938, 2007.
- GROSS, M. R.; VON PINHO, R. G.; BRITO, A. H. Adubação nitrogenada, densidade de semeadura e espaçamento entre fileiras na cultura do milho em sistema plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 3, p. 387-393, 2006.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319 p.
- OHLAND, R. A. A.; SOUZA, L. C. F.; HERNANI, L. C.; MARCHETTI, M. E.; GONÇALVES, M. C. Culturas de cobertura do solo e adubação nitrogenada no milho em plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 3, p. 538-544, 2005.
- 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.
- SILVA, D. A.; VITORINO, A. C. T.; SOUZA, L. C. F.; GONÇALVES, M. C.; ROSCOE, R. Culturas antecessoras e adubação nitrogenada na cultura do milho, em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 5, n. 1, p. 75-88, 2006a.
- 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, 2005a.
- SILVA, E. C.; FERREIRA, S. M.; SILVA, G. P.; ASSIS, R. L.; GUIMARÃES, G. L. Épocas e formas de aplicação de nitrogênio no milho sob plantio direto em solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 29, p. 725-733, 2005b.
- SILVA, E. C.; MURAOKA, T.; BUZETTI, S.; TRIVELIN, P. C. O. Manejo de nitrogênio no milho sob plantio direto com diferentes plantas de cobertura, em Latossolo Vermelho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 41, p. 477-486, 2006b.
- SOUZA, L. C. F.; GONÇALVES, M. C.; ALVES SOBRINHO, T.; FEDATTO, E.; ZANON, G. D.; HASEGAWA, E. K. B. Culturas antecessoras e adubação nitrogenada na produtividade de milho em plantio direto irrigado. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 2, n. 3, p. 55-62, 2003.
- VELOSO, M. E. C.; DUARTE, S. N.; DOURADO NETO, D.; MIRANDA, J. H.; SILVA, E. C.; SOUSA, 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.