

# DOSES DE NITROGÊNIO E DE PALHA EM SISTEMA PLANTIO DIRETO DE MILHO NO CERRADO

Anderson Lange<sup>1</sup>  
João Luís Nunes Carvalho<sup>2</sup>  
Virginia Damin<sup>3</sup>  
José Carlos Cruz<sup>3</sup>  
Luiz Roberto Guimarães Guilherme<sup>5</sup>  
João José Marques<sup>4</sup>

## RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar, em campo, o teor foliar e a produtividade de milho (*Zea mays* L.) em um Latossolo Vermelho distrófico típico do cerrado, influenciados por doses de palha e de N. O experimento foi desenvolvido em Sete Lagoas-MG. Os tratamentos empregados foram cinco doses de palha de milho em cobertura na parcela principal (0, 3, 6, 9 e 12 t ha<sup>-1</sup>) e cinco doses de N na subparcela (0, 40, 80, 120 e 160 kg N ha<sup>-1</sup>), na forma de uréia em cobertura, os quais vêm sendo aplicados anualmente por dez anos. No décimo ano, foram avaliados o estado nutricional e a produtividade do milho. As doses de palha não afetaram significativamente o estado nutricional e o rendimento de grãos de milho. Os resultados indicaram que o incremento de doses de N aplicadas em cobertura possibilita aumento da absorção de N, P, S, Cu, Fe e Zn pela planta. A produtividade da cultura do milho foi positivamente influenciada pela adubação nitrogenada, encontrando a máxima eficiência agrônômica para a dose 140 kg N ha<sup>-1</sup> na forma de uréia, com produtividade de cerca de 11 t ha<sup>-1</sup>.

Palavras-chave: uréia, adubação nitrogenada, nutrição mineral.

## ABSTRACT

### NITROGEN DOSES AND STRAW COVER I MAIZE IN NO-TILL SYSTEM IN THE CERRADO REGION

This paper aimed to evaluate the nutritional status and yield of maize (*Zea mays* L.) grown in a typical Dystrophic Red Latosol in the Cerrado region affected by doses of straw and N. The experiment was set in the field at Sete Lagoas-MG. The treatments were five maize straw doses (0, 3, 6, 9, and 12 t ha<sup>-1</sup>) applied onto the soil in the plots and five doses of N (0, 40, 80, 120, and 160 kg N ha<sup>-1</sup>) in the subplots as urea on the soil surface, during ten years. After ten years, the nutritional status and the yield were measured. The straw doses affected neither the nutritional status nor the yield. The results have shown that a greater dose of N led to a greater plant uptake of N, P, S, Cu, Fe, and Zn. Yield was positively influenced by the N fertilization and the greatest agronomic efficiency was found at the dose 140 kg N ha<sup>-1</sup> as urea, for an yield of about 11 t ha<sup>-1</sup>.

Key words: urea, nitrogen fertilization, mineral nutrition.

<sup>1</sup> Universidade Federal de Lavras. Lavras, MG.

<sup>2</sup> CENA-USP. E-mail: alange@cena.usp.br

<sup>3</sup> ESALQ-USP.

<sup>4</sup> Embrapa-Milho e Sorgo. E-mail: zecarlos@cnpmc.embrapa.br

## INTRODUÇÃO

A adoção crescente do plantio direto (SPD) pelos produtores rurais tem provocado diversas modificações nas propriedades do solo. A manutenção de restos culturais na superfície do solo é fator condicionador importante do solo, refletindo-se no incremento de infiltração da água, devido à melhor relação entre macro e microporos, na redução da variação de temperatura superficial, no aumento da estabilidade de agregados e no aumento da disponibilidade de nutrientes provenientes da decomposição do material vegetal (Floss, 2002). Métodos de manejo do solo que preservem sua estrutura e mantenham os restos culturais sobre a superfície são indicados como a melhor forma de reter umidade e evitar erosão (Cardoso, 1993). Os solos do cerrado apresentam baixa fertilidade natural, e altos investimentos devem ser feitos pelo produtor para corrigi-los. Em função disso, métodos de manejo como o SPD, que podem reduzir as perdas de solo, de água e de nutrientes, devem ser implementados (Hernani *et al.*, 1999; Maria, 1999).

Entre os nutrientes utilizados para aumentar a produtividade do milho, o N é o que obtém maior resposta. Têm sido recomendadas doses de até 140 kg N ha<sup>-1</sup>, aplicados em cobertura, dependendo da classe de resposta esperada e do nível tecnológico (Fancelli & Dourado-Neto, 2000). Bull (1993) relatou a importância do correto fornecimento de N para o milho, pois o adequado fornecimento de nutrientes resultou na produção diária de 245 kg ha<sup>-1</sup> de matéria seca reduzindo-se para apenas 82 kg ha<sup>-1</sup> na deficiência de N. Entretanto, a aplicação de adubos nitrogenados, principalmente amoniacais, traz como conseqüência indesejável a acidificação do solo. A adição de uréia causa inicialmente um aumento de pH, principalmente ao redor dos grânulos do adubo. Porém, após a completa nitrificação do amônio, o pH desce para valor abaixo do original (Vale *et al.*, 1997), já que a oxidação do amônio transforma-o em nitrato e libera prótons. A quase totalidade do N do solo está na forma orgânica (Vale *et al.*, 1997). Por isso, a incorporação de matéria orgânica ao solo, bem como sua taxa de decomposição e mineralização, controla o teor do N no solo. Em SPD, a maior parte do N encontra-se na camada 0 – 0,05 m (Sousa & Melo, 2000). O uso do SPD tem demonstrado, em experimentos de longa duração, acúmulo de matéria orgânica e N total (Bayer *et al.*, 2000).

Há duas importantes ferramentas que podem auxiliar o agricultor a fazer uso racional de corretivos e fertilizantes: a análise de solo e a análise foliar. Apesar de sua enorme importância, a análise de solo

isoladamente é insuficiente para se fazer o acompanhamento adequado da fertilidade do solo. Mesmo que os nutrientes estejam presentes em quantidades consideradas adequadas no solo, vários fatores podem influir na absorção. Já os tecidos da planta mostram o estado nutricional da cultura, pois há relação entre a concentração foliar de um dado nutriente e o crescimento e produtividade da cultura (Bataglia, 1991).

Este trabalho objetivou avaliar, em campo, a influência de diferentes doses de palha e de N, após dez anos de uso do SPD, no teor foliar e na produtividade da cultura do milho (*Zea mays L.*) cultivado em um solo da região do cerrado.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi instalado na Embrapa-Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG, em um Latossolo Vermelho distrófico típico A moderado, textura muito argilosa (650 g kg<sup>-1</sup> de argila), fase cerrado tropical subcaducifólio, relevo suave ondulado. A área experimental está situada a 44°10'59"W e 19°27'21"S, a 790 m de altitude. O clima é do tipo Aw, tropical estacional de savana, na classificação de Köppen. A temperatura média anual é de 22°C e a precipitação média anual de 1.340 mm.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com parcelas subdivididas e três repetições. A dimensão da subparcela foi de 7,0 ´ 7,2 m. Anualmente, foi aplicado N em cobertura, na forma de uréia, nas subparcelas, nas doses 0, 40, 80, 120 e 160 kg N ha<sup>-1</sup>. A uréia foi aplicada na superfície do solo próxima à linha de semeadura, quando o milho apresentava seis ou sete folhas completamente expandidas. A palha, proveniente de resíduos culturais de milho, simulando resíduo de plantas de cobertura, foi distribuída também anualmente, nas parcelas, de forma homogênea na superfície do solo, cerca de 20 dias antes da semeadura, nas doses 0, 3, 6, 9 e 12 t ha<sup>-1</sup> de matéria seca. A área experimental foi cultivada continuamente por dez anos em SPD, sendo utilizado na safra de avaliação (2001/02) uma população de 50.000 plantas ha<sup>-1</sup> o híbrido triplo BRS 3150, no espaçamento de 0,7 m entre linhas.

Aplicar palha oriunda de áreas adjacentes não é, obviamente, uma prática do SPD. Apesar de ser um artificialismo, essa foi a única forma de obter, em nível experimental, aportes constantes e regulares de palha ao longo dos dez anos. A palha residual de cada safra foi mantida na área.

Em maio de 2001, realizou-se uma amostragem de solo até a profundidade de 0,2 m, e calculou-se a necessidade de calagem pelo método de saturação por bases. Verificou-se que uma dose de 1.500 kg ha<sup>-1</sup>, era

necessária. Essa dose foi dividida em três, conforme recomendação da CFSEMG (1999) para áreas de SPD. Em setembro/2001, aplicou-se o calcário superficialmente (500 kg ha<sup>-1</sup>) em toda a área experimental. A adubação de base, no momento da semeadura (22/nov/2001), foi de 300 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 05-20-20 + Zn (0,5 %), sendo igual em todas as subparcelas.

Para a análise foliar, foram coletadas, aos 67 dias após emergência, a primeira folha abaixo e oposta à espiga (Malavolta *et al.*, 1997), sendo dez por subparcela. Para avaliação do rendimento de grãos, foram colhidas as quatro linhas centrais de cada subparcela, desprezando-se as bordaduras. Os grãos foram colhidos e calculou-se a produtividade, com base na umidade de 13%. Ainda em maio de 2002, após a colheita, foi realizada nova coleta de solo.

Os resultados de análise foliar e produtividade foram submetidos à análise de variância, sendo analisado o efeito da palha (P), das doses de N (N) e o efeito da interação P x N, a 5% de probabilidade. Para a análise estatística, foi utilizado o programa SISVAR (Ferreira, 2000).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As diferentes doses de palha aplicadas em superfície não influenciaram significativamente os teores dos nutrientes nas folhas analisadas e o rendimento de grãos na cultura do milho, nem houve interação entre as doses de palha e as de N. Mesmo a aplicação anual de 12 t ha<sup>-1</sup> de palha, durante dez anos consecutivos, apesar do fornecimento de nutrientes ao sistema (Bull, 1993), não foi suficiente para aumentar significativamente a produtividade da cultura. Isso provavelmente deveu-se à baixa quantidade de nutrientes presente na palha, à alta relação C/N, ao alto teor de fibras e ao fato desta palha ser adicionada superficialmente, o que pode ter ocasionado perdas de nutrientes mais voláteis, como N e S, antes que os mesmos pudessem ser absorvidos pelas plantas. Um dos benefícios que a palha deixada sobre a superfície do solo pode proporcionar à cultura é a manutenção da umidade do solo em períodos de déficit hídrico, durante veranicos. Porém, na safra em que foi avaliada a produtividade (2001/02), não houve problemas de falta de água, pois a precipitação acumulada no ciclo foi de 1.088 mm, com chuvas bem distribuídas durante todo o período. A palha deixada sobre o solo também

beneficia as plantas cultivadas ao inibir o crescimento de plantas daninhas. Tal efeito benéfico não foi observado neste experimento já que o controle de plantas daninhas era feito com herbicida em todos os tratamentos. Pelo fato da palha não ter apresentado efeito direto sobre a produtividade, os resultados provenientes das diferentes doses de palha não são discutidos no restante deste artigo.

A análise química do solo mostrou fertilidade adequada, tanto antes como depois da colheita (Tabela 1). Os teores de P, K e Ca podem ser considerados bons e muito bons, e os de Mg, médios.

As diferentes doses de nitrogênio aplicadas em cobertura afetaram significativamente os teores foliares de N, P, S, Cu, Fe e Zn na cultura. Houve correlação entre as concentrações de nutrientes no tecido foliar e as doses de N, tendo sido observado aumento significativo para P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn. O aumento das doses de N pode interferir na absorção de nutrientes pela cultura do milho. Os fatores que podem influenciar uma diferente absorção de nutrientes são a exploração de maior volume de solo pelo aumento do sistema radicular (Bull, 1993); aumento nas taxas de crescimento da planta; modificações no pH, aumentando ou diminuindo a disponibilidade de alguns nutrientes; e possível aumento na mineralização da matéria orgânica.

Entre os macronutrientes, observou-se influência significativa das doses de N sobre os teores foliares de

**Tabela 1.** Propriedades químicas do solo nas diferentes doses de N antes da semeadura (Maio/2001) e após colheita do milho (Maio/2002). Dados médios de 15 repetições, na profundidade 0-0,2 m

Dose de N	pH	C	P	Bases trocáveis			Saturação por Al
				org.	Mehlich-1	K	
kg ha <sup>-1</sup>	H <sub>2</sub> O	g kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>			%
Antes da semeadura (maio/2001)							
0	5,4	23	11	0,4	2,9	1,1	12
40	5,3	23	10	0,4	2,6	0,9	17
80	5,3	23	11	0,3	2,9	0,9	14
120	5,2	24	12	0,4	2,5	0,7	19
160	4,9	22	13	0,3	2,0	0,7	27
Média	5,2	23	11	0,4	2,6	0,9	18
Após a colheita (maio/2002)							
0	5,6	21	17	0,5	3,8	0,9	10
40	5,4	22	15	0,4	3,5	0,9	13
80	5,4	22	19	0,4	3,3	0,8	14
120	5,4	22	18	0,4	3,4	0,9	14
160	5,1	22	17	0,4	2,7	0,8	25
Média	5,4	22	17	0,4	3,3	0,9	15

\*Os métodos analíticos foram os recomendados por Embrapa (1997).

N, P e S. Potássio, Cálcio e Magnésio não foram influenciados significativamente pelas doses de N. Trabalhando com doses crescentes de N na cultura do milho, Belasque (2000) não observou aumento significativo nos teores de nutrientes nas folhas, com exceção de S. Um dos motivos para o referido autor não ter encontrado diferenças significativas nem mesmo para N, foi provavelmente as baixas doses de N aplicadas, que podem não ter interferido nas concentrações dos nutrientes no tecido foliar.

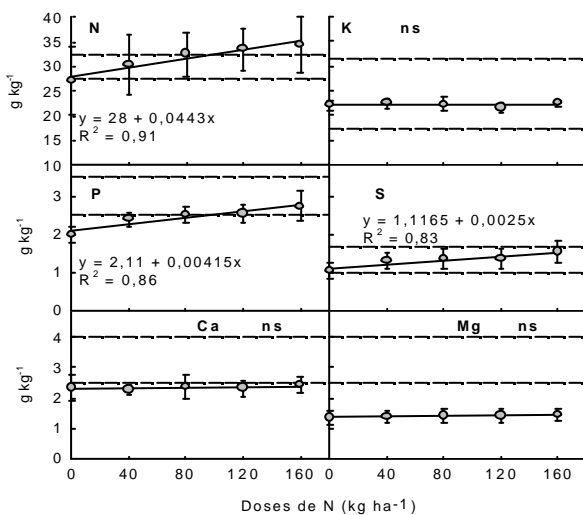
A concentração de N no tecido foliar de milho foi influenciada significativamente pelas diferentes doses de N, variando de 27 a 34 g kg<sup>-1</sup> e aumentando linearmente conforme a dose de N (Figura 1).

Os teores foliares de N com doses maiores que 80 kg ha<sup>-1</sup> situaram-se acima do considerado adequado para a cultura do milho (Figura 1), caracterizando consumo de luxo, conforme classificação da CFSEMG (1999). Isso provavelmente ocorreu porque o híbrido utilizado neste experimento responde a altas doses de N, conforme se verificou nos resultados de rendimento de grãos (Figura 3). O comportamento do P foi semelhante ao do N, aumentando linearmente conforme as doses de N aplicadas em cobertura, variando de 2 a 3 g kg<sup>-1</sup> (Figura 1). Comportamento semelhante foi documentado por

Casagrande (2000) e Vale *et al.* (1997), que observaram incremento nos teores de P em função de doses de N em cobertura na cultura do milho em SPD. Os teores foliares de P na ausência da aplicação de N e com dose 40 kg ha<sup>-1</sup> situam-se abaixo dos níveis adequados para a cultura do milho. Segundo Bull (1993), existe interação entre N e P e, mesmo em solos com elevados teores de P, é marcante a influência do N. Isto foi observado quando se aplicou N em dose superior a 80 kg ha<sup>-1</sup>, o que elevou os teores de P no tecido foliar, passando a enquadrar-se entre os níveis adequados para a cultura (Figura 1). Alguns fatores, apesar de não avaliados neste estudo, podem ser determinantes do aumento da concentração de P com as maiores doses de N. O aumento da superfície radicular da cultura e a maior mineralização da palha superficial, nas maiores doses de N, podem ter favorecido a disponibilidade de P. Segundo Muzilli (1983), no SPD há maior disponibilidade de P atribuída ao não-revolvimento do solo, o que reduz a fixação deste nutriente, e também à decomposição lenta e gradual da matéria orgânica do solo, que disponibiliza este nutriente ao longo do ciclo da cultura. Até mesmo a maior capacidade do solo de armazenar água no SPD pode ter influenciado positivamente a disponibilidade de P para a cultura, já que este nutriente chega até as raízes por difusão. Bull (1993) relata que já observou influência da aplicação de N na maior absorção de P em diversos estudos.

A concentração de S no tecido foliar foi influenciada significativamente pelas diferentes doses de N, aumentando linearmente e variando de 1 a 1,5 g kg<sup>-1</sup> (Figura 1). Resultados obtidos por Belasque (2000) e Casagrande (2000) também demonstraram resposta significativa de doses de N sobre as concentrações de S no tecido foliar do milho em SPD. Os teores foliares observados situaram-se dentro dos níveis adequados para a cultura do milho, apesar de, na ausência de N, os teores foliares estarem próximos ao limite mínimo adequado (CFSEMG, 1999). Neste caso, e também nos relatados de Belasque (2000) e Casagrande (2000), é possível que a aplicação de doses crescentes de N tenha estimulado a mineralização dos resíduos vegetais que estavam sobre o solo, aumentando a disponibilidade de S neles, além do solo também apresentar alto teor de matéria orgânica, próximo a 38 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 1).

Apesar de não ter avaliado os teores de S no solo, alguns pesquisadores da cultura do milho em SPD têm



**Figura 1.** Concentrações de macronutrientes nas folhas de milho, em função de doses de N aplicadas em cobertura, em sistema de plantio direto. Dados médios e desvio-padrão de 15 repetições ( $R^2$  = significativo a 5% e ns = não-significativo). Linhas tracejadas indicam intervalos entre os teores considerados adequados para cada nutriente na cultura do milho

observado efeito positivo da adubação nitrogenada com sulfato de amônio (SA) em relação à uréia. A aplicação de SA fornece N e S para a cultura, o que pode resultar em ganho de produtividade (Lara Cabezas, 2001; Watanabe *et al.*, 2001). Foi observado também, por Ferreira *et al.* (2001) aumento nos teores de S nos grãos de milho em função do incremento das doses de N, podendo, segundo esses autores, o incremento ser benefício do S presente no adubo SA. Neste trabalho, contudo, observou-se aumento nos teores de S mesmo ao se utilizar a uréia, que não contém tal nutriente. Conforme explicado anteriormente, a decomposição da matéria orgânica é a provável explicação para isso.

Por outro lado, as diferentes doses de N aplicadas em cobertura não influenciaram significativamente a concentração de K no tecido foliar da cultura do milho, resultado que corrobora as observações feitas por Casagrande (2000). Os teores foliares observados variaram apenas entre 22 e 23 g kg<sup>-1</sup>, situando-se entre os níveis adequados para a cultura do milho (Figura 1). Apesar de não ser o objetivo deste estudo, observou-se influência das diferentes doses de palha nos teores de K no solo. Porém, o efeito não se refletiu na nutrição da cultura. Os teores de Ca e Mg nas folhas também não foram influenciados significativamente pelas doses de N e situaram-se abaixo dos níveis mínimos considerados adequados para cultura do milho (Figura 1). Neste contexto, Belasque (2000) e Casagrande (2000) também não observaram efeito das doses de N sobre os teores foliares de Mg na cultura do milho. Entretanto, o segundo Casagrande (2000) observou efeito depressivo nos teores de Ca em função do aumento das doses de N, o que pode ter ocorrido em função de maior produção de massa favorecendo o efeito de diluição. Já é sabido que a aplicação de altas doses de N podem reduzir os teores de Ca no solo (Blevins *et al.*, 1997; Franchini *et al.*, 2000), pois o N causa acidificação do solo, fazendo com que parte das cargas negativas sejam bloqueadas pelo Al, impedindo a adsorção de cátions básicos (Vale *et al.*, 1997).

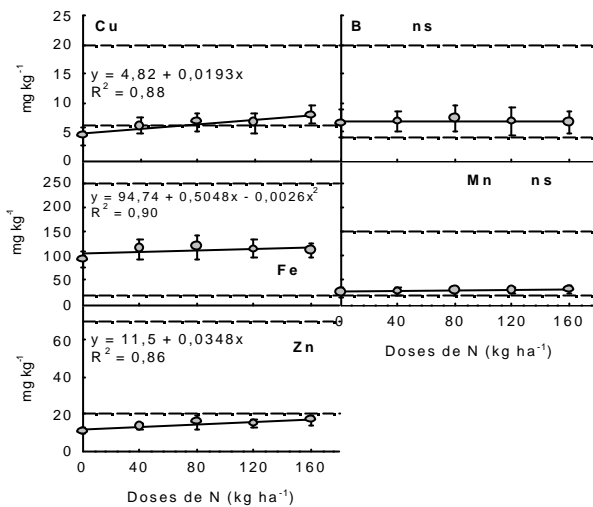
Apesar de ter aplicado calcário antes do cultivo, o que elevou os níveis de Ca no solo (Tabela 1), tal efeito não se refletiu no tecido foliar, pois constatou-se carência tanto de Ca como de Mg (Figura 1). A CFSEMG (1999) recomenda o intervalo no solo entre 0,4 e 4,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, e 0,15 e 1,5 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, para Ca e Mg, respectivamente,

o que torna os valores da Tabela 1 adequados. Porém, mesmo nos tratamentos onde não se aplicou N, a deficiência de Ca e Mg foi observada. Estes resultados podem indicar que os teores desses elementos, considerados como adequados à cultura do milho em SPD, podem estar, na verdade, em desequilíbrio neste sistema. Outros fatores podem também ter influenciado a menor absorção de Ca e Mg, como o pH relativamente baixo, os níveis de Al no solo mais altos nas maiores doses de N (Tabela 1) e o próprio híbrido utilizado.

Entre os micronutrientes, observou-se influência significativa das doses de N sobre os teores foliares de Cu, Zn e Fe. Por outro lado, os teores de Mn e B não foram influenciados significativamente pelas doses de N, estando em quantidades adequadas para o milho em todas as doses de N (Figura 2). Em outros trabalhos (Belasque, 2000; Ferreira *et al.*, 2001; Watanabe *et al.*, 2001) também não foram observados efeitos significativos das doses de N sobre as concentrações de B e Mn na cultura do milho.

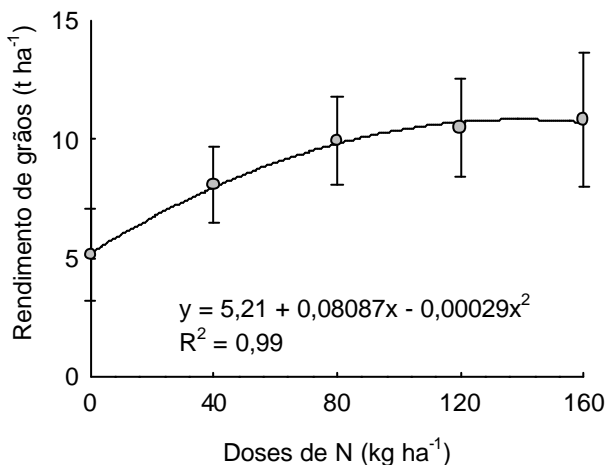
A concentração de Cu aumentou linearmente conforme as doses de N, com teores variando entre 4 e 8 mg kg<sup>-1</sup>. Na ausência de N em cobertura, os teores de Cu estiveram abaixo dos níveis mínimos adequados para cultura do milho (Figura 2). Também foi observado por Watanabe *et al.* (2001) aumento significativo nos teores foliares de Cu em função de doses de N em SPD. A concentração de Zn também aumentou linearmente conforme as doses de N aplicadas em cobertura, corroborando observações feitas por Casagrande (2000). Para Zn, os teores variaram de 11 a 17 mg kg<sup>-1</sup>, abaixo dos níveis considerados adequados para a cultura (Figura 2). Altas doses de N aplicadas ao solo provocam queda de pH, o que pode ter beneficiado a absorção de Zn pela cultura (Bull, 1993). Existe grande antagonismo entre P e Zn na nutrição de milho, particularmente associado a altas concentrações de P no solo. Neste estudo, os teores de P no solo foram considerados muito altos (> 12 mg dm<sup>-3</sup>), conforme a CFSEMG (1999). Mesmo assim, é pouco provável que estes tenham causado os baixos teores foliares de Zn. A concentração de Fe no tecido foliar aumentou linearmente até a dose 80 kg N ha<sup>-1</sup> e a partir desta decresceu. Apesar dos valores de Fe terem sido influenciados pelas doses de N, estes sempre se enquadraram dentro dos níveis recomendados para a cultura do milho (Figura 2).





**Figura 2.** Concentrações de micronutrientes nas folhas de milho em função de doses de N aplicadas em cobertura em plantio direto. Dados médios e desvio-padrão de 15 repetições ( $R^2$  = significativo a 5% e ns = não-significativo). Linhas tracejadas indicam intervalos entre os teores considerados adequados para cada nutriente na cultura do milho

As diferentes doses de N aplicadas em cobertura afetaram significativamente a produtividade da cultura do milho, sendo observada produtividade de grãos entre 5,2 e 10,85 t ha<sup>-1</sup> (Figura 3). A produtividade aumentou de forma quadrática com o aumento das doses de N (0, 40, 80, 120 e 160 kg ha<sup>-1</sup>). Comportamento semelhante foi



**Figura 3.** Rendimento de grãos de milho em função de doses de N aplicadas em cobertura na cultura do milho em sistema de plantio direto no cerrado ( $R^2$  = significativo a 5%). Dados médios e desvio-padrão de 15 repetições

observado por Fernandes *et al.* (1998) e Sá (1999) em áreas sob SPD. Com doses crescentes de N em SPD, na mesma região, Fernandes (1998) observou resposta quadrática para produtividade de milho, tendo verificado

a máxima eficiência agrônômica (MEA) para a dose próxima a 150 kg N ha<sup>-1</sup>. Neste estudo, observou-se a MEA para a dose 140 kg N ha<sup>-1</sup>, com produtividade estimada de 10,85 t ha<sup>-1</sup>. Já a máxima eficiência econômica calculada (90% da MEA) foi alcançada com a produtividade de 9,76 t ha<sup>-1</sup>, necessitando de cerca de 78 kg N ha<sup>-1</sup>. Entretanto, com base nos preços de milho e da uréia no mercado nacional, tomados em agosto de 2005, recomendam-se como dose ideal 60–70 kg N ha<sup>-1</sup> para uma produtividade estimada de 9,45 t ha<sup>-1</sup>. Acima desta dose, a resposta em produtividade para o referido híbrido não compensaria a adição de N ao sistema, nas atuais circunstâncias econômicas (ago/05) e nos níveis de manejo abordados.

## CONCLUSÕES

A quantidade de palha aplicada superficialmente no solo não afeta a produtividade e os teor foliar de nutrientes na cultura do milho em plantio direto.

O aumento das doses de N, aplicadas em cobertura na cultura do milho em plantio direto, proporcionam incremento nos teores foliares de N, P, S, Cu, Fe e Zn.

A produtividade da cultura do milho foi positivamente influenciada pela adubação nitrogenada, com máxima eficiência agrônômica na dose 140 kg N ha<sup>-1</sup>, para produtividade próxima a 11 t ha<sup>-1</sup>.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES, CNPq e FAPEMIG pela concessão de bolsas e pelo apoio financeiro ao projeto de pesquisa, ao Prof. A.S. Lopes (UFLA-DCS) pelas sugestões dadas e à Embrapa-Milho e Sorgo, por disponibilizar toda a infra-estrutura experimental e funcionários que realizaram a condução dos trabalhos de campo.

## REFERÊNCIAS

- Bataglia OC (1991) Análise química de plantas. In: Ferreira, ME & Cruz, MCP (Eds.) Micronutrientes na Agricultura. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fósforo, p.289–308.
- Bayer C, Mielniczuk J & Martin Neto L (2000) Efeito de sistemas de preparo e de cultura na dinâmica da matéria orgânica e na mitigação das emissões de CO<sub>2</sub>. Revista Brasileira de Ciência do Solo 24: 599–607.

- Belasque JJ (2000) Doses e épocas de aplicação de Nitrogênio sobre dois híbridos de milho cultivados na safrinha. Dissertação de Mestrado. Jaboticabal, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de UNESP, 80 p.
- Blevins RL, Thomas GW & Cornelius PL (1997) Influence of no-tillage and nitrogen fertilization on certain soil properties after 5 years of continuous corn. *Agronomy Journal* 69: 383–386.
- Bull LT (1993) Nutrição Mineral do Milho. In: Bull LT & Cantarella H. (eds). *Cultura do Milho: Fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba, POTAFOS. p. 63–145.
- Cardoso NA (1992) Manejo e Conservação do solo na cultura da soja. In: Arantes NE & Souza PIM (Eds). *Simpósio sobre a Cultura da soja nos Cerrados*, Uberaba. Anais, Piracicaba, POTAFOS. p.71–104.
- Casagrande JJR (2000) Efeito da adubação nitrogenada nas culturas de milho (*Zea mays L.*) e sorgo (*Sorghum bicolor L.*) na safrinha. Dissertação de Mestrado. Jaboticabal, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de UNESP, 50p.
- CFSEMG (1999) Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais: Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação. Viçosa, MG. 359p.
- Embrapa (1997) Manual de métodos de análise de solo. 2<sup>nd</sup> ed. Rio de Janeiro, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 212p.
- Fanceli AL & Dourado-Neto D (2000). *Produção de Milho*. Guaíba: Agropecuária. 360 p.
- Fernandes LA, Furtini Neto AE, Vasconcellos CA & Guedes GAA (1998) Preparo do solo e adubação nitrogenada na produtividade do milho em latossolo sob vegetação de cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 22: 247–254.
- Ferreira DF (2000) Análises estatísticas por meio do SISVAR (Sistema para análise de variância) para Windows versão 4.0. In: Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria, 45, São Carlos. Anais, UFSCar.
- Ferreira ACB, Araújo GAA, Pereira PRG & Cardoso AA (2001) Características agronômicas e nutricionais do milho adubado com nitrogênio, molibdênio e zinco. *Scientia Agrícola* 58:131-138.
- Floss EL (2002) Aveia, um sustentáculo do Sistema de Semeadura Direta. *Revista Plantio Direto*. n. 72.
- Franchini JC, Borkert CM, Ferreira MM & Gaudênio CA (2000) Alterações na fertilidade do solo em sistemas de rotação de culturas em semeadura direta. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 24:459-467.
- Hernani LC, Kurihara CH & Silva WM (1999) Sistemas de manejo de solo e perdas de nutrientes e matéria orgânica por erosão. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 23: 145-154.
- Lara Cabezas WAR (2001) Imobilização de N na cultura do milho após a aplicação em pré e pós-semeadura de uréia e sulfato de amônio. In: *Workshop Sobre Manejo de Adubos Nitrogenados e Sulfatados na Agricultura*, Piracicaba. Anais, 1 CD.
- Malavolta E, Vitti GC & Oliveira SA (1997) Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2<sup>nd</sup>ed. Piracicaba: POTAFOS. 319p.
- Maria IC (1999) Erosão e terraços em Plantio Direto. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Boletim informativo, 24, n. 03.
- Muzilli O (1983) Influência do sistema de plantio direto, comparado ao convencional sobre a fertilidade da camada arável do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 7: 95–102.
- SÁ JCM (1999) Manejo da fertilidade do solo no sistema plantio direto. In: Siqueira JO, Moreira FMS, Lopes AS, Guilherme LRG, Faquin V, Furtini Neto AE & Carvalho JG (Eds) *Inter-relação Fertilidade, Biologia do Solo e Nutrição do Solo*. Lavras MG, p.267–310.
- Sousa WLO & Melo WJ (2000) Teores de nitrogênio no

solo e nas frações da matéria orgânica sob diferentes sistemas de produção de milho. Revista Brasileira de Ciência do Solo 24:885-896.

Vale FR, Guedes GAA, Guilherme LRG & Furtini Neto AE (1997) Fertilidade do Solo: Dinâmica e Disponibilidade

de Nutrientes de Plantas. Lavras-FAEPE/UFLA. 171 p.

Watanabe T, Cunha JF, Lima Filho & Yamada T (2001) Manejo da adubação nitrogenada na cultura do Milho: A experiência na região de Mauá da Serra - PR. In: Workshop Sobre Manejo de Adubos Nitrogenados e Sulfatados na Agricultura, Piracicaba. Anais, 1 C

*Aceito para publicação em 20/02/2006*