

## EFEITO DE FONTES E DOSES DE NITROGÊNIO EM COBERTURA, NO MILHO SAFRINHA, EM PLANTIO DIRETO

EMERSON DE FREITAS CORDOVA DE SOUZA<sup>1</sup> e ROGÉRIO PERES SORATTO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Graduando em Agronomia, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS) - Unidade Universitária de Cassilândia, Rod. MS 306, km 6, CEP 79540-000, Cassilândia (MS). E-mail: emerson.cordova@hotmail.com

<sup>2</sup>UEMS, Unidade Universitária de Cassilândia, Rod. MS 306, km 6, CEP 79540-000, Cassilândia (MS). E-mail: soratto@uems.br

---

*Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.5, n.3, p.395-405, 2006*

**RESUMO** - Estudos sugerem que, mesmo quando semeado em sucessão à soja, o milho safrinha pode ter sua produtividade aumentada com a adubação nitrogenada em cobertura. No entanto, ainda existem dúvidas sobre qual a melhor fonte e dose de nitrogênio para a cultura nessa modalidade de cultivo. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de fontes e doses de adubação nitrogenada em cobertura, no milho safrinha, em sucessão à soja. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, num esquema fatorial 2 x 4, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por: duas fontes (uréia e sulfonitrato de amônio com inibidor de nitrificação – Entec 26<sup>®</sup>) e quatro doses (0, 30, 60 e 120 kg ha<sup>-1</sup>) de N em cobertura, aplicados quando as plantas apresentavam quatro folhas expandidas. A aplicação de nitrogênio em cobertura aumentou a altura da planta e de inserção da primeira espiga, número de grãos por espiga e produtividade de grãos do milho safrinha, cultivado no sistema de plantio direto em sucessão à soja. A aplicação de altas doses de nitrogênio (120 kg ha<sup>-1</sup>), na forma de sulfonitrato de amônio, proporcionou maior altura da planta e de inserção da primeira espiga do milho, em comparação à utilização da uréia. A produtividade do milho safrinha em sistema de plantio direto não foi afetada pela fonte de nitrogênio utilizada.

**Palavras-chave:** *Zea mays*, adubação nitrogenada, uréia, sulfonitrato de amônio

## EFFECT OF SIDEDRESSING NITROGEN SOURCES AND DOSES ON OUT-OF-SEASON CORN IN NO-TILLAGE SYSTEM

**ABSTRACT** - Experimental research suggest that even when sowed after soybean harvest, out-of-season corn yield can be increased with nitrogen sidedressing fertilization. However, doubts still exist about nitrogen source and dose for corn in the growing modality. The objective of this work was to evaluate the effect of sources and doses of sidedressed nitrogen application on out-of-season corn, grown after soybean crop. A randomized complete block design in a 2 x 4 factorial scheme, with four replications was used. Treatments were constituted by two sources (urea and ammonium sulfonitrate with nitrification inhibitor – Entec 26<sup>®</sup>) and four doses (0, 30, 60, and 120 kg ha<sup>-1</sup>) of N, applied when the plants presented four expanded leaves. Sidedressing nitrogen application increased plant and first ear insert height, number of grains per ear, and grain yield of out-of-season corn grown in no-tillage system, after soybean crop. High doses of nitrogen (120 kg ha<sup>-1</sup>), applied as ammonium sulfonitrate, provided larger plant and first ear insert

height of corn, compared to urea application. Out-of-season corn grown in no-tillage system was not affected by nitrogen source used.

**Key words:** *Zea mays*, nitrogen fertilization, urea, ammonium sulfonitrate

O cultivo do milho (*Zea mays* L.) na safrinha tem sido viável economicamente para o produtor (Casagrande & Fornasier Filho, 2002). Além do retorno financeiro, a safrinha proporciona os benefícios agrônômicos da rotação de culturas: aumento da palhada, fundamental para a manutenção do sistema de plantio direto, e controle de pragas e doenças da lavoura de verão. Além disso, a sucessão de cultivos distintos também contribui para manter o equilíbrio dos nutrientes no solo e aumentar a sua fertilidade, além de permitir melhor utilização dos insumos agrícolas. E foi justamente em consequência do sistema plantio direto que a safrinha chegou à região Centro-Oeste, onde começou a ganhar força a partir do início da década de 90 (Yamada & Abdalla, 2000), tornando-se a principal cultura de outono-inverno, semeada após a soja. Na safra 2003/2004, essa região contribuiu com 52% da produção de milho obtida na chamada segunda safra ou safrinha, que foi de 10,4 milhões de toneladas (Conab, 2005).

O milho safrinha, cultivado sem irrigação, no período de janeiro a abril, possui algumas características peculiares. Devido às incertezas climáticas, especialmente a disponibilidade de água, e pelo fato de a cultura ser implantada, grande parte das vezes, em sucessão à soja, é muito comum os agricultores utilizarem o adubo que sobrou da semeadura da soja, ou seja, formulações que contêm pouca ou nenhuma concentração de N, além de não realizarem a aplicação do nutriente em cobertura. Porém, o nitrogênio é o nutriente mais limitante na cultura do milho, principalmente em sistema de plantio di-

reto (Yamada & Abdalla, 2000). Essa limitação ocorre porque as plantas requerem quantidades relativamente grandes de N (de 1,5 a 3,5% da massa seca da planta) e porque a maioria dos solos não tem N suficiente em forma disponível para sustentar os níveis de produção desejados (Below, 2002). Segundo Coelho & França (1995), para uma produtividade média de 5.800 kg ha<sup>-1</sup> de grãos, são extraídos pela planta cerca de 100 kg ha<sup>-1</sup> de N, sendo que, dessa quantidade, cerca de 75% é exportados pelos grãos.

Como os riscos de perda da lavoura ou de redução na produtividade do milho safrinha são relativamente grandes, um dos dilemas dessa modalidade de cultivo é saber que quantidade de N aplicar, já que a deficiência hídrica altera a absorção e o metabolismo do N na planta (Ferreira et al., 2002), reduzindo a eficiência do fertilizante aplicado.

Para o milho safrinha, Duarte et al. (1996) citam que a necessidade de N baseia-se na produtividade esperada e, para até 3 t ha<sup>-1</sup>, basta aplicar 30 kg ha<sup>-1</sup> de N, todo na semeadura, não sendo necessário o parcelamento, devido às chances de lixiviação serem pequenas. Quando a produtividade esperada é de 4 a 6 t ha<sup>-1</sup>, os mesmos autores recomendam, além da adubação de semeadura, o fornecimento de no máximo 30 kg ha<sup>-1</sup> de N em uma única aplicação, no estágio de 6 a 8 folhas. Segundo Broch (1999), para uma expectativa de produção de 4.800 kg ha<sup>-1</sup> de milho safrinha, em sucessão à soja, é necessário a aplicação de 75 kg ha<sup>-1</sup> de N. Mar et al. (2003) verificaram que a aplicação de 90 a 120 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura proporcionou a maior produ-

tividade do milho safrinha, após soja, em plantio direto. Tais resultados indicam que, mesmo quando semeado em sucessão à soja, a produtividade do milho safrinha pode ser aumentada com a adubação nitrogenada em cobertura.

Embora existam relatos de resposta do milho safrinha à adubação nitrogenada de cobertura (Fundação-MS, 1994; Broch & Fernandes, 2000; Mar et al., 2003), perdas que ocorrem, principalmente por volatilização, podem reduzir a eficiência da adubação nitrogenada (Yamada & Abdalla, 2000), especialmente quando a fonte utilizada é a uréia e a aplicação é realizada em época em que a ocorrência de chuvas é irregular, como é o caso do cultivo de safrinha na região Centro-oeste. Além disso, a aplicação sobre a palhada ou a superfície do solo (Lara Cabezas & Yamada, 1999; Sousa & Lobato, 2004), como muitas vezes é realizado no sistema de plantio direto, pode reduzir a eficiência da adubação. Dessa forma, é necessária a busca por técnicas

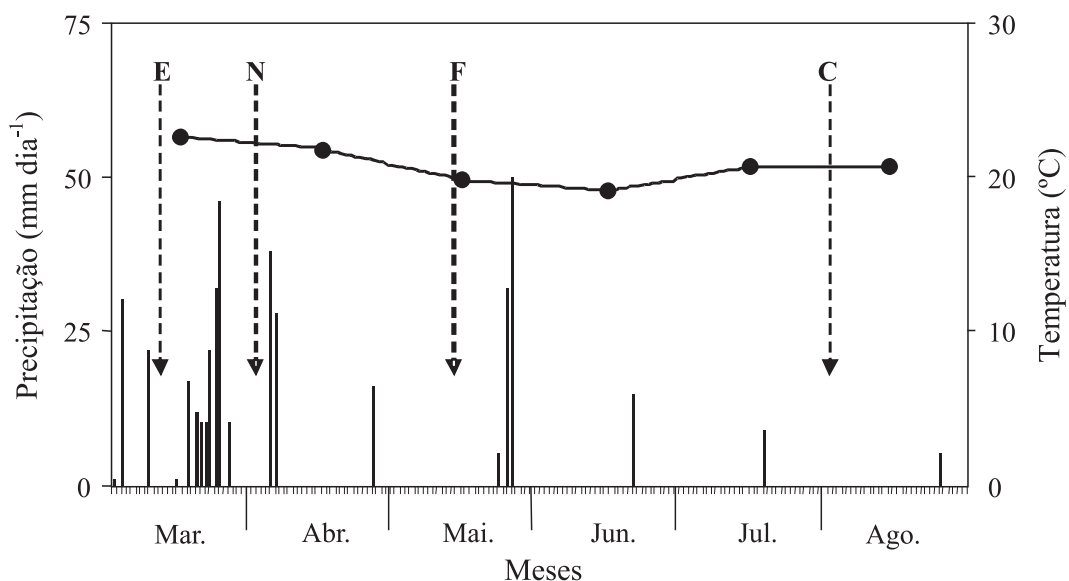
alternativas que possibilitem a redução das perdas, aumentando a eficiência de utilização do nitrogênio e, conseqüentemente, a produtividade da cultura do milho safrinha, em sistema plantio direto.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de fontes e doses de adubação nitrogenada em cobertura, no milho safrinha, cultivado em sucessão à soja, no sistema de plantio direto.

### Material e Métodos

O presente trabalho foi conduzido no ano agrícola 2004/05, na Fazenda Rio Grande, município de Chapadão do Sul, MS (longitude: 52°40'W; latitude: 18°44'S e altitude: 812 m). As precipitações pluviais e temperaturas médias mensais registradas durante a fase experimental são mostradas na Figura 1.

O solo do local é um Latossolo Vermelho, originalmente sob vegetação de cerrado, cujas características granulométricas são: 380, 20 e



**FIGURA 1.** Valores diários de precipitação pluvial (|) e médias mensais de temperatura (●), registrados durante o ciclo do milho safrinha, no município de Chapadão do Sul, MS (E: emergência; N: aplicação dos tratamentos; F: florescimento masculino; C: colheita).

600 g kg<sup>-1</sup> de areia, silte e argila, respectivamente. Antes da instalação da cultura da soja, antecessora ao milho safrinha (experimento), foi realizada a amostragem de solo, para a determinação das características químicas, na camada de 0 a 20 cm de profundidade, cujos resultados são: pH(CaCl<sub>2</sub>) = 4,9; matéria orgânica = 48 g kg<sup>-3</sup>; P(resina) = 12,2 mg dm<sup>-3</sup>; K = 3,0 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, Ca = 30 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, Mg = 8 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, H+Al = 54 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, CTC = 95 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, saturação por bases = 17% e S = 8,1 mg dm<sup>-3</sup>. A análise de micronutrientes apresentou os teores: B(água quente) = 1,1 mg dm<sup>-3</sup>, Cu(Mehlich-1) = 1,2 mg dm<sup>-3</sup>, Fe(Mehlich-1) = 58 mg dm<sup>-3</sup>, Mn(Mehlich-1) = 9,4 mg dm<sup>-3</sup> e Zn(Mehlich-1) = 15,2 mg dm<sup>-3</sup>.

Anteriormente, a área foi cultivada com a sucessão milheto/algodão e milheto/soja, no ano de 2003/04 e 2004/05, respectivamente, em sistema de plantio direto. Na safra 2004/2005, aproximadamente 60 dias antes da semeadura da soja, foi realizada calagem na área, aplicando-se cerca de 800 kg ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico (PRNT de 85%), em superfície, o qual não foi incorporado.

A dessecação da cobertura vegetal da área foi realizada em 04/02/2005, utilizando-se o herbicida glifosato, na dose de 1.400 g ha<sup>-1</sup> do i.a.

O milho cultivar AGN 2012 (híbrido duplo, superprecoce, com boa tolerância a estresse hídrico, indicado para o cultivo na safrinha) foi semeado em plantio direto sobre os restos culturais da soja, em 08/03/2005, utilizando-se o espaçamento de 0,80 m entre linhas e seis sementes por metro linear. A adubação de semeadura da cultura foi de 200 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula NPK 04-20-10. A emergência das plântulas de milho ocorreu em 13/03/2005.

Após a emergência das plântulas, as parcelas foram formadas, delimitadas mediante estacas, sendo que o delineamento experimental

utilizado foi o de blocos casualizados, num esquema fatorial 2 x 4, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por: duas fontes (uréia - 45% de N e sulfonitrato de amônio, protegido com inibidor de nitrificação 3,4-dimethylpirazolfosfato (Entec 26<sup>®</sup>) - 26% de N) e quatro doses (0, 30, 60 e 120 kg ha<sup>-1</sup>) de N em cobertura. A aplicação das fontes de N foi realizada em 02/04/2006, quando as plantas apresentavam quatro folhas totalmente expandidas, de acordo com a escala proposta por Hanway (1963). O adubo nitrogenado foi distribuído em filete contínuo sobre a superfície do solo, ao lado e aproximadamente 10 cm das fileiras de plantas. Cada unidade experimental foi constituída por cinco linhas de 6 m de comprimento. Para as avaliações, foram consideradas as três linhas centrais, desprezando-se 0,5 m nas extremidades de cada linha de plantas.

Durante o período de desenvolvimento das plantas, foram realizadas todas as práticas agrícolas, de acordo com a necessidade. O florescimento masculino ocorreu em 14/05/2005 e a colheita foi realizada em 02/08/2005.

Foram analisadas as seguintes variáveis: população final de plantas, altura da planta, altura de inserção da primeira espiga, número de espigas por planta, número de grãos por espiga, massa de 100 grãos e produtividade de grãos. Para a avaliação da produtividade de grãos, foram colhidas, manualmente, as plantas contidas na área útil de cada parcela. Após a debulha, os grãos foram pesados e, posteriormente, calculada a produtividade em kg ha<sup>-1</sup> (13% base úmida).

Os resultados foram submetidos à análise de variância. As médias referentes às fontes de N foram comparadas pelo teste t (DMS) a 5% de probabilidade, enquanto os efeitos das doses de N em cobertura foram avaliados por meio de análise de regressão. Foram realizadas análises de corre-

lação simples entre as características agronômicas e a produtividade da cultura do milho.

### Resultados e Discussão

Pela Figura 1, verifica-se que os valores médios mensais de temperatura não sofreram grandes variações, havendo disponibilidade térmica favorável para o crescimento e o desenvolvimento das plantas. Mar et al. (2003) verificaram bom desenvolvimento das plantas de milho em condições de temperatura média, entre 18 e 25 °C, semelhante ao observado no presente trabalho. No entanto, nota-se que houveram períodos prolongados sem precipitação, a partir do início do mês de abril, o que, provavelmente, comprometeu o adequado desenvolvimento das plantas, de forma direta, mediante restrição hídrica, e devido à redução na mineralização da matéria orgânica do solo e conseqüente diminuição na liberação de N para as plantas (Sangoi & Almeida, 1994; Mar et al., 2003). A

velocidade de mineralização do N está relacionada com o tipo de matéria orgânica e condições ambientais que condicionam a atividade dos microrganismos decompositores (Mar et al., 2003). A decomposição da palhada deixada pela colheita da soja, anterior à semeadura do milho safrinha, normalmente é muito rápida, devido à baixa relação C/N da leguminosa e às temperaturas elevadas; no entanto, baixos teores de umidade no solo podem retardar esse processo (Sanchez, 1976).

A população final de plantas não sofreu efeito dos tratamentos (Tabela 1). Verifica-se que a cultura apresentou população média, na colheita, de 50,5 mil plantas ha<sup>-1</sup>, valor próximo ao recomendado pela empresa produtora das sementes, para o cultivo em safrinha (Agromen, 2006), que é de 45 a 50 mil plantas ha<sup>-1</sup>.

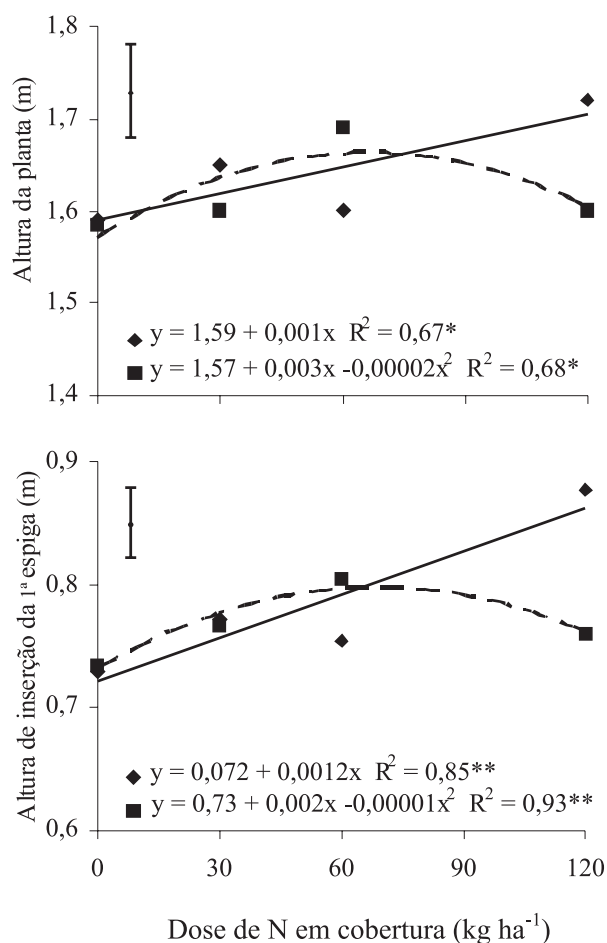
As alturas da planta e de inserção da espiga foram afetadas pela interação entre fontes e doses, além da altura de inserção da primeira espiga

**TABELA 1.** População final de plantas, altura da planta e altura de inserção da primeira espiga na cultura do milho safrinha, em função da aplicação de fontes e doses de nitrogênio em cobertura. Chapadão do Sul (MS), 2005.

Fonte de N	População final de plantas/ha <sup>1</sup>	Altura da Planta (m) <sup>1</sup>	Altura de inserção da 1 <sup>a</sup> espiga (m) <sup>1</sup>
Uréia	50.130a	1,62a	0,77a
Sulfonitrato de amônio	51.041a	1,64a	0,79a
DMS ( <i>P</i> =0,05)	2.209	0,06	0,03
Teste F			
Fonte (F)	0,74 <sup>ns</sup>	0,62 <sup>ns</sup>	1,74 <sup>ns</sup>
Dose (D)	0,42 <sup>ns</sup>	1,42 <sup>ns</sup>	6,31*
F x D	1,94 <sup>ns</sup>	3,44*	6,65**
Coefficiente de variação (%)	5,9	4,4	5,0

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras distintas na coluna (fontes) diferem entre si pelo teste t (*P*=0,05); ns, \* e \*\* são: não significativo e significativo a 5% e 1% pelo teste F.

ga também ter sofrido efeito das doses (Tabela 1). Por meio da Figura 2, é possível observar que, com a aplicação de uréia, os dados se ajustaram a equações quadráticas. A maior altura de planta (1,68 m) foi alcançada com a dose estimada de 66,8 kg ha<sup>-1</sup> de N e a altura máxima de inserção da primeira espiga (0,82 m), com a aplicação de 70,0 kg ha<sup>-1</sup> de N, na forma de uréia. Isso acontece porque uma planta bem nutrida em N tem



**FIGURA 2.** Altura da planta e de inserção da 1ª espiga do milho safrinha em função da aplicação de doses de nitrogênio em cobertura, utilizando (◆) sulfonitrato de amônio e (■) uréia como fonte. \* e \*\* são: significativo a 5% e 1% pelo teste F. Barras verticais indicam o valor de DMS do teste t ( $P=0,05$ ).

melhor desenvolvimento de área foliar e de sistema radicular, uma vez que o nutriente influencia diretamente a divisão e expansão celular e o processo fotossintético (Büll, 1993).

A aplicação de sulfonitrato de amônio, protegido com inibidor de nitrificação (Entec 26®) proporcionou aumentos lineares nas alturas de planta e de inserção da primeira espiga. Deve-se salientar que, mesmo nas doses mais altas, os valores obtidos para altura de planta ficaram dentro dos padrões apresentados pelo híbrido AGN 2012, em ensaios de competição de cultivares conduzidos em Santo Antônio de Goiás, GO (Alves *et al.*, 2000). Escosteguy *et al.* (1997) não encontraram diferenças significativas entre doses e épocas de aplicação do N na altura das plantas. Já Mar *et al.* (2003) verificaram aumento da altura de plantas e de inserção da espiga do milho safrinha, em sucessão à soja, em resposta à aplicação de N em cobertura.

Houve diferença entre fontes apenas com a aplicação de 120 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura, sendo que o sulfonitrato de amônio proporcionou valor superior à uréia, de 0,12 m, tanto para altura de planta quanto para de inserção da primeira espiga (Figura 2). A diminuição do tamanho das plantas, decorrente da aplicação de doses maiores que 61,7 kg ha<sup>-1</sup> de N, indica que essa dose pode ter contribuído para o desequilíbrio entre outros elementos. Elevada relação N/S pode acarretar acúmulo de N na forma não-proteica, principalmente N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> e N orgânico solúvel (Stewart & Porter, 1969; Haq & Carlson, 1993), reduzindo o crescimento da planta. Além do que, segundo Smiciklas & Below (1992), o fornecimento de N como mistura de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> e NH<sub>4</sub><sup>+</sup> pode aumentar o desempenho da planta de milho. Lembrando que o sulfonitrato de amônio possui 13% de S, além de N na forma nítrica e amoniacal, em sua constituição.

Maiores alturas de inserção das espigas e da planta podem predispor a planta ao acamamento ou quebramento (Casagrande & Fornasieri Filho, 2002), fatores que não foram observados no experimento, provavelmente pelo fato de o híbrido utilizado não ser suscetível a essas características indesejáveis (Agromen, 2006) e pela baixa disponibilidade hídrica, que pode ter limitado o desenvolvimento da cultura (Figura 1). Por outro lado, as perdas e a pureza dos grãos na colheita mecanizada, dentre outros fatores, são diretamente influenciadas pela altura das plantas e, principalmente, pela altura de inserção da primeira espiga. Assim, plantas mais altas e com inserção de espigas também mais altas apresentam vantagens na colheita (Possamai, et al., 2001).

A prolificidade (número de espigas por planta) não foi afetada significativamente pelos fatores estudados (Tabela 2). Os resultados concordam com os obtidos por Souza et al. (2001) e

Teixeira & Carvalho (2003), que alegam ser essa uma característica pouco afetada por fatores extrínsecos à planta. Porém, Sangoi & Almeida (1994) verificaram aumento no número de espigas por planta com a aplicação de até 50 kg ha<sup>-1</sup> de N, em ano com boa distribuição hídrica.

O número de grãos por espiga foi afetado significativamente apenas pelas doses de N em cobertura (Tabela 2). Verifica-se que houve incremento linear dessa variável com o aumento das doses de N, independentemente da fonte utilizada, com um aumento médio de 17,9% da maior dose (120 kg ha<sup>-1</sup>), em relação à testemunha (Figura 3). Resultados semelhantes foram obtidos por Sangoi & Almeida (1994), Escosteguy et al. (1997), Amaral Filho et al. (2005) e Silva et al. (2005), os quais também verificaram efeito da aplicação de N no número de grãos por espiga e na produtividade de grãos de milho. Um importante papel do N em assegurar alta produtividade de milho está no estabelecimento da ca-

**TABELA 2.** Número de espigas por planta e de grãos por espiga, massa de 100 grãos e produtividade de grãos, na cultura do milho safrinha, em função da aplicação de fontes e doses de nitrogênio em cobertura. Chapadão do Sul (MS), 2005.

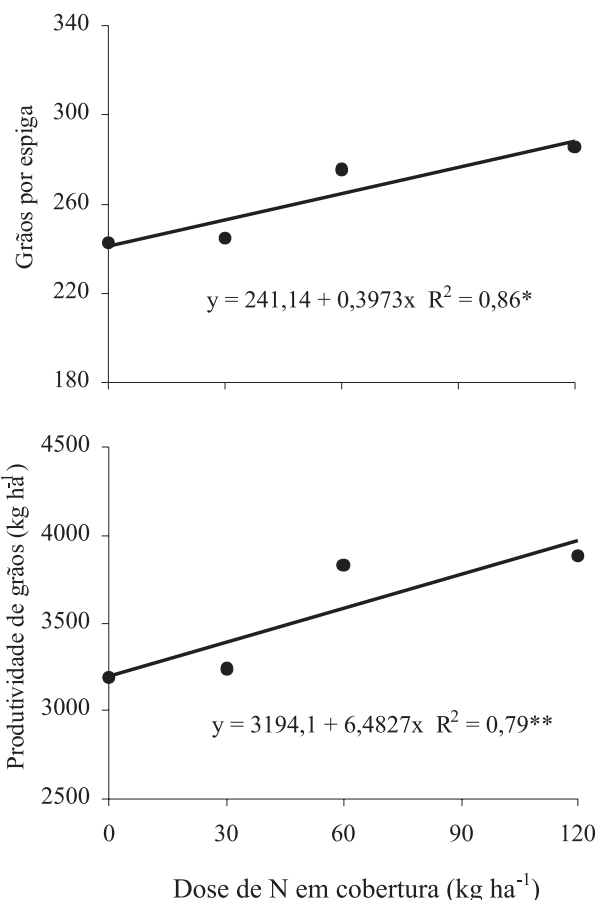
Fonte de N	Espigas por planta <sup>1</sup>	Grãos por espiga <sup>1</sup>	Massa de 100 grãos (g) <sup>1</sup>	Produtividade de grãos (kg ha <sup>-1</sup> ) <sup>1</sup>
Uréia	0,95a	264,2a	27,2a	3.505a
Sulfonitrato de amônio	0,97a	259,7a	28,0a	3.564a
DMS ( <i>P</i> =0,05)	0,05	31,4	1,6	335
Teste F				
Fonte (F)	0,62 <sup>ns</sup>	0,10 <sup>ns</sup>	1,17 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>
Dose (D)	0,57 <sup>ns</sup>	5,11*	0,90 <sup>ns</sup>	5,41**
F x D	1,50 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	1,53 <sup>ns</sup>	0,40 <sup>ns</sup>
CV (%)	7,0	12,7	8,0	12,9

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras distintas na coluna (fontes) diferem entre si pelo teste t (*P*=0,05); ns, \* e \*\* são: não significativo e significativo a 5% e 1% pelo teste F.

pacidade do dreno reprodutivo (Below, 1995). Apesar da capacidade do dreno reprodutivo ser função do número e do tamanho dos grãos, o número de grãos por espiga se correlaciona mais intensamente com a produtividade de grãos de milho que qualquer outro componente da produção (Tabela 3).

Quanto à massa de 100 grãos, não houve efeito dos fatores estudados (Tabela 2). Escosteguy et al. (1997), estudando doses de N, que variavam de 0 a 160 kg ha<sup>-1</sup>, também não verificaram alteração nessa variável, obtendo valor médio de 27,5 g, semelhante ao observado no presente experimento. No entanto, Sangoi & Almeida (1994), Amaral Filho et al. (2005) e Silva et al. (2005) obtiveram aumento no peso dos grãos com a aplicação de N em cobertura na cultura do milho. Para Borrás & Otegui (2001), esse é o componente da produção menos afetado por variações nas práticas de manejo e adubação.

A produtividade de grãos sofreu efeito apenas da dose de N utilizada (Tabela 2), com os dados se ajustando à função linear, semelhante ao observado para o número de grãos por espiga (Figura 3). É importante destacar que os 66 mm de chuva que ocorreram nos dois dias posteriores à aplicação da adubação de cobertura podem



**FIGURA 3.** Número de grãos por espiga e produtividade de grãos da cultura do milho safrinha, em função da aplicação de doses de nitrogênio em cobertura. Média das duas fontes. \* e \*\* são: significativo a 5% e 1% pelo teste F.

**TABELA 3.** Coeficientes de correlação simples entre características agrônômicas e produtividade de grãos do milho safrinha, em função da aplicação de fontes e doses de nitrogênio em cobertura, no sistema plantio direto. Chapadão do Sul (MS), 2005.

Variável	Produtividade de grãos
População final de plantas	0,09 <sup>ns</sup>
Altura da planta	0,39*
Altura de inserção da 1 <sup>a</sup> espiga	0,44*
Número de espigas por planta	0,38*
Número de grãos por espiga	0,81**
Massa de 100 grãos	0,06 <sup>ns</sup>

\*, \*\* e ns: são, respectivamente, significativos a 5 e 1% e não significativo pelo teste t.



ter contribuído para minimizar as perdas por volatilização, especialmente do N proveniente da uréia. Verifica-se que a aplicação de 120 kg ha<sup>-1</sup> de N proporcionou aumento de 22,1% na produtividade, em relação à testemunha, porém, com a aplicação de 60 kg ha<sup>-1</sup>, obteve-se produtividade apenas 1,5% inferior à maior dose (120 kg ha<sup>-1</sup>). Vale ressaltar que, mesmo no tratamento sem adição de N em cobertura, obteve-se produtividade de 3.184 kg ha<sup>-1</sup>, valor semelhante ao observado por Mar et al. (2003), na região de Dourados, MS, que atribuíram tal nível de produtividade ao N deixado pelo resíduo da cultura da soja. No entanto, os mesmos autores também verificaram aumento da produtividade do milho safrinha, cultivado em sucessão à soja, com a aplicação de N em cobertura, com os maiores valores obtidos com doses entre 90 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, justificando que há a necessidade de suprimento de N, pois a disponibilidade insuficiente desse nutriente pode reduzir a diferenciação do número de óvulos nos primórdios da espiga e, com isso afetar negativamente a produtividade de grãos (Ernani et al., 2005), já que a liberação de N mineralizado de forma biológica no sistema de plantio direto é muito lenta, especialmente em períodos de déficit hídrico.

A semelhança entre o número de grãos por espiga e a produtividade, no que diz respeito à resposta ao N, é explicada pela alta correlação entre essas variáveis (Tabela 3). As alturas da planta e de inserção da primeira espiga e o número de espigas por planta também se correlacionaram positivamente com a produtividade. No entanto, segundo Fancelli & Dourado Neto (2004), o número de grãos por planta é um dos mais importantes componentes de produção da cultura, o qual é bastante influenciado por eventos que ocorrem entre a emissão da quarta e da décima folha, momen-

to em que a planta deve encontrar-se adequadamente nutrida.

De maneira geral, a produtividade de grãos foi baixa, o que pode ser explicado pela reduzida e má distribuída precipitação ocorrida durante o desenvolvimento da cultura (Figura 1). Estresse hídrico durante a fase reprodutiva do milho limita o desenvolvimento da espiga, altera a sincronia entre o florescimento masculino e feminino, além de limitar a translocação de carboidratos para os grãos, podendo também afetar a resposta da planta ao N (Sangoi & Almeida, 1994; Fancelli & Dourado Neto, 2004).

### Conclusões

A aplicação de nitrogênio em cobertura influencia positivamente a altura da planta e de inserção da primeira espiga, número de grãos por espiga e produtividade de grãos do milho safrinha, cultivado no sistema de plantio direto, em sucessão à soja.

A aplicação de altas doses de nitrogênio (120 kg ha<sup>-1</sup>), na forma de sulfonitrato de amônio, proporciona maior altura da planta e de inserção da primeira espiga do milho, em comparação à utilização da uréia.

A produtividade do milho safrinha em sistema de plantio direto não foi afetada pela fonte de nitrogênio utilizada.

### Agradecimentos

Os autores agradecem a André Krug, administrador da Fazenda Rio Grande, em Chapadão do Sul (MS), a concessão da área e suporte para realização do experimento no campo.

### Literatura Citada

AGROMEN SEMENTES AGRÍCOLAS LTDA. **AGN 2012 duplo superprecoce**: produtivo versátil e estável. Disponível em:

- <[http://www.agromen.com.br/site/produtos\\_milho2012.php](http://www.agromen.com.br/site/produtos_milho2012.php)>. Acesso em: 27 jul. 2006.
- ALVES, S. M. F.; SERAPHIN, J. C.; SILVA, A. E.; ZIMMERMAN, F. J. P. Diferentes arranjos para estudo de bordadura lateral em parcelas experimentais de milho-verde. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 11, p. 2145-2150, 2000.
- 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, v. 29, n. 3, p. 467-473, 2005.
- BELOW, F. E. Fisiologia, nutrição e adubação nitrogenada do milho. **Informações Agrônomicas**, Piracicaba, n. 99, p. 7-12, 2002.
- BELOW, F. E. Nitrogen metabolism and crop productivity. In: PRESSARAKLI, M. (Ed.). **Handbook of plant and crop physiology**. New York: Marcel Dekkar, 1995. p. 275-301.
- BORRÁS, L.; OTEGUI, M. E. Maize kernel weight response to postflowering source-sink ratio. **Crop Science**, Madison, v. 41, p. 1816-1822, 2001.
- BROCH, D. L. Milho safrinha: resultados de pesquisa e experimentação. In: FUNDAÇÃO MS PARA PESQUISA E DIFUSÃO DE TECNOLOGIAS AGROPECUÁRIAS, 1999. Maracajú. **Anais...** Maracajú: Fundação MS, 1999. p. 32-35.
- BROCH, D. L.; FERNANDES, C. H. Efeito da adubação de plantio e de cobertura na produtividade do milho safrinha. **Informações Agrônomicas**, Piracicaba, n. 89, p. 1-3, 2000.
- BÜLL, L. T. Nutrição mineral do milho. In: BÜLL, L. T.; CANTARELLA, H. (Ed.). **Cultura do milho**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: POTAFOS, 1993. p. 63-145.
- CASAGRANDE, J. R. R.; FORNASIERI FILHO, D. Adubação nitrogenada na cultura do milho safrinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, p. 33-40, 2002.
- COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E. de. **Seja o doutor do seu milho**: nutrição e adubação. 2.ed. **Informações Agrônomicas**, Piracicaba, n. 71, p. 1-9, set. 1995 Arquivo do Agrônomo, Piracicaba, n. 2, p.1-9, set., 1995. Encarte.
- CONAB (Brasília, DF). **Safras 1990/91 a 2004/05**: série histórica. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/safras.asp>>. Acesso em: 28 nov. 2005.
- DUARTE, A. P.; CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van. Milho safrinha. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: IAC, 1996. p. 60-61. (IAC.Boletim Técnico, 100).
- ERNANI, P. R.; SANGOI, L.; LECH, V. A.; RAMPAZZO, C. A forma de aplicação da uréia e dos resíduos vegetais afeta a disponibilidade de nitrogênio. **Ciência Rural**, Ciência Rural, v. 35, p.360-365, 2005.
- ESCOSTEGUY, P. A. V.; RIZZARDI, M. A.; ARGENTA, G. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura do milho em duas épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 21, p. 71-77, 1997.
- FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. 2. ed. Guaíba: Agropecuária, 2004. 360 p.

- FERREIRA, V. M.; MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; OLIVEIRA L. E. M.; PURCINO, A. A. C. Metabolismo do nitrogênio associado à deficiência hídrica e sua recuperação em genótipos de milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, p. 13-17, 2002.
- FUNDAÇÃO MS PARA PESQUISA E DIFUSÃO DE TECNOLOGIAS AGROPECUÁRIAS. **Milho safrinha**. Maracajú, 1994. 45 p. (Fundação MS. Informativo Técnico, 1/94).
- HANWAY, J. J. Growth stages of corn (*Zea mays* L.). **Agronomy Journal**, Madison, v. 55, p. 487-492, 1963.
- HAQ, I. U.; CARLSON, R. M. Sulphur diagnostic criteria for French prune trees. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 16, n. 5, p. 911-931, 1993.
- LARA CABEZAS, W. A. R.; YAMADA, T. Uréia aplicada na superfície do solo: um péssimo negócio! **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 86, p. 9-10, 1999.
- MAR, G. D.; MARCHETTI, M. E.; SOUZA, L. C. F.; GONÇALVES, M. C.; NOVELINO, J. O. Produção do milho safrinha em função de doses e épocas de aplicação de nitrogênio. **Bragantia**, Campinas, v. 62, p. 267-274, 2003.
- POSSAMAI, J. M.; SOUZA, C. M.; GALVÃO, J. C. C. Sistemas de preparo do solo para o cultivo do milho safrinha. **Bragantia**, Campinas, v. 60, n. 2, p. 79-82, 2001.
- SANCHEZ, P. **Properties and management of soils in the tropics**. New York: J. Wiley, 1976. 618 p.
- SANGOI, L.; ALMEIDA, M. L. de. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio para a cultura do milho num solo com alto teor de matéria orgânica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 29, n. 1, p. 13-24, 1994.
- 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, v. 29, n. 3, p. 353-362, 2005.
- SMICIKLAS, K. D.; BELOW, F. E. Role of nitrogen form in determining yield of field-grown maize. **Crop Science**, Madison, v. 32, p. 1220-1225, 1992.
- SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. Adubação com nitrogênio. In: SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2.ed. Planaltina: Embrapa Cerrados; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 129-145.
- SOUZA, A. C. de; CARVALHO, J. G. de; PINHO, R. G. von; CARVALHO, M. L. M. de. Parcelamento e época de aplicação de nitrogênio e seus efeitos em características agronômicas do milho. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 2, p. 321-329, 2001.
- STEWART, B. A.; PORTER, L. K. Nitrogen-Sulfur relationships in wheat (*Triticum aestivum* L.), corn (*Zea mays*), and beans (*Phaseolus vulgaris*). **Agronomy Journal**, Madison, v. 61, n. 2, p. 267-271, 1969.
- TEIXEIRA, C. M.; CARVALHO, G. J. de. Componentes de produção do milho em diferentes épocas de adubação nitrogenada em cobertura nos sistemas de plantio convencional e direto. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n.1, p. 228-231, 2003.
- YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. Como melhorar a eficiência da adubação nitrogenada do milho? **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 91, p. 1-5, 2000.