

## Parcelamento de fontes alternativas de nitrogênio no milho safrinha em sucessão à soja

### Effects of splitting doses of nitrogen fertilizers from alternative sources on out-of-season corn following soybean

Rogério Peres SORATTO<sup>2</sup>; Tiago Aparecido Mingotti da COSTA<sup>1,3</sup>; Adalton Mazetti FERNANDES<sup>4</sup>; Magno PEREIRA<sup>3</sup>; Wilson Itamar MARUYAMA<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Parte do trabalho de Iniciação Científica do segundo autor desenvolvido com bolsa PIBIC;

<sup>2</sup> Autor para correspondência - Professor Adjunto; Bolsista do CNPq; Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA); Departamento de Produção Vegetal (Agricultura).  
E-mail.: soratto@fca.unesp.br

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS); Unidade Universitária de Cassilândia (UUC);

<sup>4</sup> Doutorando em Agronomia (Agricultura); FCA/UNESP;

<sup>5</sup> Professor Adjunto; UEMS/UUC.

#### Resumo

Incrementos de produtividade da cultura do milho safrinha podem ser obtidos com a aplicação de nitrogênio, mesmo quando cultivado em sucessão à soja. Porém, existe necessidade de esclarecimentos quanto à melhor fonte nitrogenada e à forma de parcelamento para essa modalidade de cultivo. Com o objetivo de avaliar a influência de fontes e formas de parcelamento do N no milho safrinha, cultivado após soja no sistema plantio direto, conduziu-se o experimento em um Latossolo Vermelho distrófico, em Chapadão do Céu (GO). O delineamento experimental foi o em blocos casualizados, num esquema fatorial 3x5+1, com quatro repetições. Foram estudadas três fontes (ureia, ureia extrusada com produtos amiláceos (Amireia<sup>®</sup> 180S) e sulfonitrato de amônio com inibidor de nitrificação (Entec<sup>®</sup> 26)), cinco formas de parcelamento (90-0; 60-30; 45-45; 30-60 e 0-90 kg ha<sup>-1</sup>, aplicados, respectivamente, de forma complementar na sementeira e em cobertura) e uma testemunha (sem N complementar). Todos os tratamentos receberam 12 kg ha<sup>-1</sup> de N mediante a formulação NPK aplicada na sementeira. As fontes e as formas de parcelamento não influenciaram o teor de N e S foliar, a altura de inserção da primeira espiga, a população final de plantas, o número de espigas por planta e o número de grãos por espiga. A aplicação de N, na forma de Entec<sup>®</sup>, em maiores doses em cobertura, proporcionou maior massa dos grãos. Independentemente do parcelamento, a aplicação de 90 kg ha<sup>-1</sup> de N, apenas na forma de Entec<sup>®</sup>, aumentou a produtividade de grãos em 9,6%, em relação à testemunha.

**Palavras-chave adicionais:** *Zea mays*; efeito do nitrogênio; época de aplicação; plantio direto.

#### Abstract

Increasing out-of-season corn productivity is possible by the application of nitrogen fertilizers even when in succession to soybean. On the other hand, information concerning the best sources of nitrogen and ways of splitting the doses to be applied is still scarce. Having that in mind, an experiment was carried out viewing to evaluate the effects of sources of nitrogen and ways of splitting doses of those N fertilizers on out-of-season corn sown in succession to soybean cultivated in a no-tillage system. The experiment took place in Chapadão do Céu, state of Goiás, Brasil (latitude of 18°35'42" South, longitude of 52°47'59" West and mean altitude above sea level of 802 m) in an Acrutox. The experimental units were distributed in the field in accordance with a randomized complete block design, in a factorial scheme 3 X 5 + 1, with four replications. Three were the sources of N: urea, urea extruded with starch (Amireia<sup>®</sup>) and ammonium sulfonitrate with a nitrification inhibitor (Entec<sup>®</sup>) and five the ways of splitting the nitrogen dose : 90-0, 60-30, 45-45, 30-60, and 0-90 in which the first fraction was applied at sowing and the second in side dressing. In addition to those, there was a check treatment, without N. All plots received, at sowing, 12 kg ha<sup>-1</sup> of N by the mixture NPK. The ways of splitting the N dose and the sources of N had no significant effect on the levels of N and S in the leaves, first ear height, the final plant population, the number of ears per plant, and the number of grains per ear. N in the Entec<sup>®</sup> form at the highest doses applied in side dressing resulted in the highest grain yield, independently of the way the N dose was split. Only in the form Entec<sup>®</sup> the dose of 90 kg ha<sup>-1</sup> of N increased grain productivity by 9.6% in comparison with the check treatment.

**Additional keywords:** *Zea mays*, nitrogen effect; application time; no-tillage.

## Introdução

O nitrogênio (N) determina o desenvolvimento das plantas de milho (*Zea mays* L.), com aumento significativo na área foliar e na produção de matéria seca (OLIVEIRA et al., 2009), resultando em maior produtividade de grãos (UHART & ANDRADE, 1995; BASTOS et al., 2008).

A absorção de N pelas plantas de milho intensifica-se a partir do estágio de 4-5 folhas expandidas (BÜLL, 1993), pois é nesta fase que se inicia o processo de diferenciação floral, o qual origina os primórdios da panícula (pendão) e da espiga, bem como define o potencial de produção (VIEIRA JÚNIOR, 1999). Assim, o suprimento insuficiente de N nesse período pode reduzir a diferenciação do número de óvulos nos primórdios do pendão e da espiga, e com isso afetar negativamente a produtividade de grãos (ERNANI et al., 2005). Contudo, entre 25 e 45 dias, a planta de milho chega a acumular 43% do N de que necessita e, entre as fases de desenvolvimento pleno, ainda vai absorver aproximadamente 31% de suas necessidades totais (BÜLL, 1993). Assim, o parcelamento, visando a aumentar a eficiência da adubação nitrogenada, constitui uma prática recomendada (CANTARELLA et al., 1996; MAR et al., 2003).

Vários autores têm obtido resposta do milho safrinha à adubação nitrogenada em cobertura, mesmo quando cultivado em sucessão à soja (*Glycine max* (L.) Merr.) (MAR et al., 2003; SOUZA & SORATTO, 2006; BROCH & RANNO, 2008; KAPPES et al., 2009; SORATTO et al., 2010). No entanto, ainda há carência de resultados experimentais em relação à dose de N a ser adicionada na semeadura e em cobertura (CASAGRANDE & FORNASIERI FILHO, 2002). Segundo DUARTE et al. (1996), a necessidade de N pelo milho safrinha baseia-se na produtividade esperada, sendo que, para a obtenção de até 3 t ha<sup>-1</sup>, basta aplicar 30 kg ha<sup>-1</sup> de N na semeadura, não sendo necessário o parcelamento. Já para produtividade esperada de 4 a 6 t ha<sup>-1</sup>, esses 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.

Perdas que ocorrem, principalmente, por volatilização, podem reduzir a eficiência da adubação nitrogenada, principalmente quando se utiliza ureia aplicada sobre a palhada ou na superfície do solo, em época com ocorrência irregular de chuvas, como muitas vezes acontece no cultivo de safrinha, na região Centro-Oeste (PEREIRA et al., 2009). Além disso, o elevado custo dos fertilizantes nitrogenados, as incertezas climáticas e a implantação da cultura em sucessão à soja tornam difícil a tomada de deci-

sões sobre a melhor forma de parcelamento das doses de N no milho safrinha.

Fontes alternativas de N, com a Amireia<sup>®</sup>, produto obtido pela na união da ureia com a molécula de amido gelatinizado, mediante exposição à pressão, temperatura e umidade, por um determinado tempo (PIRES et al., 2004), ou o Entec<sup>®</sup>, fertilizante nitrogenado com inibidor da nitrificação 3,4-dimethylpirazolfosfato (DMPP), podem reduzir perdas por volatilização de amônia, por emissão de óxido nitroso e óxido nítrico, e por lixiviação de nitrato, além possibilitar suprimento de N durante maior parte do ciclo da cultura (BARTH et al., 2001; ZERULLA et al., 2001; BONO et al., 2006; MENÉNDEZ et al., 2006), melhorando o aproveitamento do N (PASDA et al., 2001). Contudo, ainda existem dúvidas sobre qual é a melhor fonte e forma de parcelamento da adubação nitrogenada para a cultura do milho safrinha, cultivado após soja no sistema plantio direto.

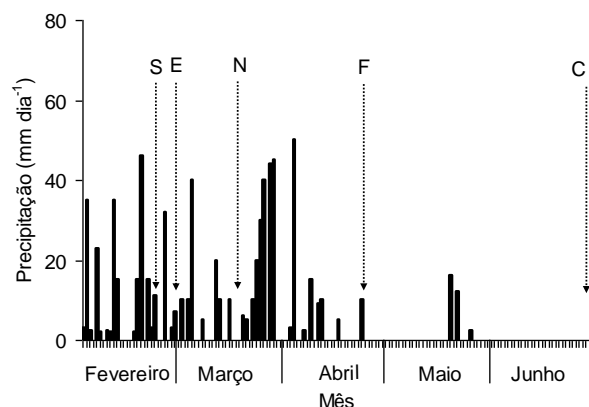
Objetivou-se, com este trabalho, avaliar a influência de fontes e formas de parcelamento do N no milho safrinha, cultivado após soja no sistema plantio direto.

## Material e métodos

O trabalho de pesquisa foi conduzido em campo comercial, na Fazenda Elo III, localizada no município de Chapadão do Céu-GO (18°35'42" S, 52°47'59" W e altitude de 802 m). As precipitações pluviométricas registradas durante a fase experimental estão apresentadas na Figura 1. O solo do local é um Latossolo Vermelho distrófico (EMBRAPA, 2006), manejado há seis anos no sistema plantio direto, com a rotação algodão/milho/soja, nas últimas safras. Antes da instalação do experimento, foi coletada amostra composta de 10 subamostras, na camada de 0-0,20 m, para a determinação das características químicas do solo, cujos resultados foram: MO = 32,0 g dm<sup>-3</sup>; pH (CaCl<sub>2</sub> 0,01 mol L<sup>-1</sup>) = 5,4; P (resina) = 8,0 mg dm<sup>-3</sup>; K<sup>+</sup>; Ca<sup>2+</sup>; Mg<sup>2+</sup> e H+Al = 5,8; 51,0; 18,0 e 35,0 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, respectivamente; V = 68%; e S-SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> = 2,0 mg dm<sup>-3</sup>.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, disposto em esquema fatorial 3x5+1, com quatro repetições. As fontes testadas foram: ureia (45% de N), ureia extrusada com produtos amiláceos (Amireia<sup>®</sup> 180S, Pajoara Indústria e Comércio, Campo Grande-MS, com 28% de N e 3% de S) e sulfonitrato de amônio com inibidor de nitrificação DMPP (Entec<sup>®</sup> 26, Compo do Brasil S.A., Florianópolis-SC, com 26% de N, 18,5% na forma amoniacal e 7,5% na forma nítrica, e 13% de S). As formas de parcelamento da adubação nitrogenada foram: 90-0, 60-30, 45-45, 30-60 e 0-90 kg ha<sup>-1</sup>, aplicados, respectivamente, de forma comple-

mentar na semeadura e em cobertura. Cada unidade experimental foi constituída por 6 linhas de 6 m de comprimento.



**Figura 1** - Precipitação pluvial registrada na área do experimento, durante o período de fevereiro a junho de 2006, Chapadão do Céu (GO). Datas de semeadura (S), emergência (E), aplicação de N em cobertura (N), florescimento masculino (F) e ponto de colheita (C). *Rainfall recorded in the experimental area during the period from February to June of 2006, Chapadão do Céu (GO). Dates of sowing (S), emergence (E), application of nitrogen in side dressing (N), male flowering (F) and harvesting point (C).*

Após a colheita da soja, foi realizada a dessecação das plantas presentes na área com a utilização de herbicida glyphosate (1.440 g ha<sup>-1</sup> do i.a.). A semeadura do milho foi realizada em sistema plantio direto sobre os restos culturais da soja, no dia 24-02-2006, utilizando o híbrido comercial DKB 979, em espaçamento de 0,80 m entre fileiras e sementes para a obtenção de uma população inicial de 60.000 plantas ha<sup>-1</sup>. O DKB 979 é um híbrido duplo, de ciclo precoce (845 graus dias) e recomendado para o cultivo de safrinha na região. A adubação de semeadura foi realizada de acordo com os critérios adotados pelo produtor, aplicando-se 150 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O 08-20-10 + 8% de S. Assim, todos os tratamentos, inclusive a testemunha, receberam 12 kg ha<sup>-1</sup> de N, além das quantidades definidas nos tratamentos. A emergência ocorreu em 1<sup>a</sup>-03-2006.

A aplicação do N complementar na semeadura foi realizada no mesmo dia da semeadura, mediante a abertura de um sulco a 5 cm da linha e a incorporação dos fertilizantes. A aplicação em cobertura foi realizada 17 dias após a emergência (DAE), quando as plantas apresentavam 5-6 folhas totalmente expandidas, distribuindo-se o adubo sobre a superfície do solo ao lado e aproximadamente a 10 cm das fileiras de plantas.

Para o controle de lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*), foi necessário realizar aplicações dos inseticidas metomil (107,5 g ha<sup>-1</sup> do i.a.), no dia 13-03-2006 (3 folhas expandidas), metomil (107,5 g ha<sup>-1</sup> do i.a.) e novalurom (10 g ha<sup>-1</sup> do i.a.), no dia 23-03-2006 (5 folhas expan-

didadas), e novalurom (12 g ha<sup>-1</sup> do i.a.), no dia 1<sup>a</sup>-04-2006 (7 folhas expandidas).

O florescimento masculino (pendoamento) ocorreu em 24-04-2006. Nesta ocasião, coletaram-se, ao acaso, 15 folhas (terço central da folha da base da espiga) em cada parcela (CANTARELLA et al., 1996). O material foi seco em estufa a 65 °C por 72 horas. Em seguida, foram moídas e submetidas à análise química para a determinação dos teores dos N e S, segundo os métodos descritos por MALAVOLTA et al. (1997).

No dia 12-05-2006 (estágio de grão leitoso), foram realizadas, em 10 plantas por parcela, as determinações de altura da planta (distância do solo até a inserção do pendão) e altura da inserção da primeira espiga (distância do solo até o ponto de inserção da primeira espiga).

Por ocasião da colheita, que ocorreu em 31-06-2006, foram determinadas as seguintes variáveis: população final de plantas, número de espigas por planta, número de grãos por espiga, massa de 1.000 grãos e produtividade de grãos. Para a avaliação da produtividade de grãos, foram colhidas, manualmente, as plantas contidas em duas fileiras de 4 m de comprimento da área útil de cada parcela. Após a debulha, os grãos foram pesados e, posteriormente, calculada a produtividade em kg ha<sup>-1</sup>. Os valores de massa de 1.000 grãos e a produtividade de grãos foram padronizados a 130 g kg<sup>-1</sup> de umidade (base úmida).

Os resultados foram submetidos à análise de variância, pelo teste F. As médias dos tratamentos componentes do fatorial foram comparadas entre si, pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

Por meio do teste de Dunnett ( $P \leq 0,05$ ), os contrastes ortogonais dos tratamentos do fatorial foram comparados com a testemunha. Sendo que, quando houve interação significativa pelo teste F para o fatorial, foram realizados contrastes ortogonais entre cada tratamento e a testemunha. Para a variável na qual o teste F detectou efeito simples dos fatores, foram realizados contrastes ortogonais entre as médias de cada nível do fator e a testemunha. Já, quando o teste F não detectou efeito significativo para o fatorial, foi realizado apenas contraste ortogonal entre a média do fatorial e a testemunha.

## Resultados e discussão

Houve adequada distribuição pluviométrica na fase inicial do desenvolvimento da cultura com boas precipitações até próximo do florescimento masculino, inclusive logo após a aplicação do N em cobertura (Figura 1).

Os teores foliares de N e S não foram influenciados pelos fatores estudados (Tabelas 1 e 2). Verifica-se que, em todos os tratamentos, inclusive na testemunha, os teores de N ficaram dentro ou um pouco acima da faixa ( $27-35 \text{ g kg}^{-1}$ ) considerada adequada para a cultura (CANTARELLA et al., 1996), enquanto os teores

de S estavam dentro da faixa ( $1,5-3,0 \text{ g kg}^{-1}$ ) considerada adequada. Apesar de o teor de  $\text{S-SO}_4^{2-}$  no solo estar baixo ( $2,0 \text{ mg dm}^{-3}$ ), o efeito não significativo da aplicação de N nos teores foliares de N e S justificam-se devido à semeadura do milho safrinha ter ocorrido sobre resteva de soja, associado à distribuição regular de chuvas desde a emergência da cultura até próximo ao florescimento (Figura 1), e terem sido aplicados  $12 \text{ kg ha}^{-1}$  de N e de S na adubação de semeadura. PADOVAN et al. (2006) verificaram que, entre 20 e 34 dias após o manejo, 50% do N contido na parte aérea da soja já haviam sido liberados para o solo. Assim, a liberação de N pela matéria orgânica do solo ( $32,0 \text{ g dm}^{-3}$ ) e/ou da resteva da soja, juntamente com aplicação de pequena quantidade dos nutrientes na semeadura foram suficientes para garantir a nutrição adequada da cultura do milho, pois além de os teores foliares na testemunha ficarem dentro da faixa considerada adequada para a cultura (CANTARELLA et al., 1996), os teores foliares na testemunha não diferiram dos demais tratamentos que receberam os nutrientes via adubação complementar (Tabela 2). Esses resultados demonstram que a disponibilidade de N e S não foram fatores limitantes ao desenvolvimento e à produtividade da cultura do milho safrinha.

**Tabela 1** - Valores de F e nível de significância obtidos na análise de variância para teores de N e S na folha e características agrônomicas da cultura do milho safrinha submetida a fontes e formas de parcelamento da adubação nitrogenada. *Results of analysis of variance of data of N and S concentration in the leaves and agronomic characteristics of out-of-season corn as determined by sources of N fertilizer and ways of splitting the N fertilizer.*

| Fonte de Variação     | Teor de N na folha | Teor de S na folha | Altura da planta | Altura de inserção da 1ª espiga | População final de plantas | Nº de espigas por planta | Nº de grãos por espiga | Massa de 1.000 grãos | Produtividade de grãos |
|-----------------------|--------------------|--------------------|------------------|---------------------------------|----------------------------|--------------------------|------------------------|----------------------|------------------------|
| Fonte (F)             | 0,76ns             | 1,78ns             | 5,31**           | 2,10ns                          | 3,12ns                     | 0,95ns                   | 2,25ns                 | 4,21*                | 5,64**                 |
| Parcelamento (P)      | 1,12ns             | 1,04ns             | 3,71*            | 2,35ns                          | 1,21ns                     | 0,34ns                   | 1,15ns                 | 0,80ns               | 1,50ns                 |
| F x P                 | 0,84ns             | 1,70ns             | 0,61*            | 0,82ns                          | 0,77ns                     | 0,84ns                   | 1,37ns                 | 1,95*                | 1,42ns                 |
| Fatorial x Testemunha | 0,94ns             | 1,57ns             | 2,44*            | 1,81ns                          | 1,88ns                     | 0,84ns                   | 1,38ns                 | 1,89ns               | 2,05*                  |
| CV (%)                | 7,4                | 23,2               | 3,5              | 5,6                             | 4,6                        | 4,1                      | 8,3                    | 7,0                  | 6,5                    |

\*\* , \* e ns são, respectivamente, significativo a 1%, 5% e não significativo, pelo teste F. \*\* , \* and ns are, respectively, significant at 1%, 5% and not significant by F test.

A altura das plantas foi influenciada pela interação fonte x parcelamento, sendo que apenas quando o N foi aplicado exclusivamente em cobertura, a fonte ureia proporcionou altura de plantas significativamente menor que o Entec®

(Tabelas 1 e 3). SOUZA & SORATTO (2006) observaram que, na dose de  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  de N em cobertura, o Entec® proporcionou maior altura das plantas, em relação à aplicação da mesma dose de N na forma de ureia.

**Tabela 2** - Teores de N e S na folha do milho safrinha, cultivado em sucessão à soja, em função de fontes e formas de parcelamento da adubação nitrogenada. N concentration in the leaves of out-of-season corn cultivated in succession to soybean as determined by sources of N fertilizer and ways of splitting the N fertilizer.

| Fonte de N                               | <sup>1</sup> Forma de parcelamento |       |       |           |      | Média |
|--|------------------------------------|-------|-------|-----------|------|-------|
|  | 90-0                               | 60-30 | 45-45 | 30-60     | 0-90 |       |
| Teor de N na folha (g kg <sup>-1</sup> ) |                                    |       |       |           |      |       |
| Entec                                    | 34,5                               | 36,5  | 38,4  | 35,5      | 37,8 | 36,5  |
| Amireia                                  | 37,5                               | 36,0  | 36,2  | 34,9      | 37,1 | 36,3  |
| Ureia                                    | 37,5                               | 34,2  | 36,0  | 34,5      | 35,6 | 35,5  |
| Média                                    | 36,5                               | 35,6  | 36,9  | 35,0      | 36,8 | 36,1  |
| Média da testemunha = 35,0               |                                    |       |       | d' = 4,5  |      |       |
| Teor de S na folha (g kg <sup>-1</sup> ) |                                    |       |       |           |      |       |
| Entec                                    | 2,1                                | 2,9   | 2,7   | 2,5       | 2,3  | 2,5   |
| Amireia                                  | 2,1                                | 1,9   | 2,5   | 1,9       | 2,8  | 2,2   |
| Ureia                                    | 2,5                                | 2,4   | 2,4   | 2,0       | 2,0  | 2,3   |
| Média                                    | 2,2                                | 2,4   | 2,5   | 2,1       | 2,4  | 2,3   |
| Média da testemunha = 2,0                |                                    |       |       | d' = 0,91 |      |       |

<sup>1</sup> Dose complementar de N aplicada na semeadura – dose de N aplicada em cobertura. Médias seguidas de letras distintas, minúsculas nas colunas ou maiúsculas nas linhas, diferem entre si, pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). d' é a diferença mínima significativa de Dunnett; \* indica contraste entre o valor médio e a testemunha, significativo ( $P \leq 0,05$ ) pelo teste de Dunnett. *Complementary dose of N applied at sowing - N rate applied at sidedressing. Means followed by different lower case letters in the columns and upper case letters in the rows, are significantly ( $P \leq 0,05$ ) different by Tukey's test. d' is the least significant difference by Dunnett's test. \* indicates contrast between the average value and control significant ( $P \leq 0,05$ ) by Dunnett's test.*

**Tabela 3** - Altura da planta e de inserção da primeira espiga do milho safrinha, cultivado em sucessão à soja, em função de fontes e formas de parcelamento da adubação nitrogenada. Plant and first ear height of out-of-season corn cultivated in succession to soybean as determined by sources of N fertilizer and ways of splitting the N fertilizer.

| Fonte de N                          | <sup>1</sup> Forma de parcelamento |         |         |           |         | Média |
|-------------------------------------|------------------------------------|---------|---------|-----------|---------|-------|
|                                     | 90-0                               | 60-30   | 45-45   | 30-60     | 0-90    |       |
| Altura da planta (m)                |                                    |         |         |           |         |       |
| Entec                               | 2,26aA                             | 2,31aA* | 2,27aA* | 2,23aA    | 2,24aA  | 2,26  |
| Amireia                             | 2,22aA                             | 2,26aA  | 2,24aA  | 2,23aA    | 2,14abA | 2,21  |
| Ureia                               | 2,20aAB                            | 2,23aAB | 2,26aA  | 2,16aAB   | 2,08bB  | 2,18  |
| Média                               | 2,22                               | 2,26    | 2,25    | 2,21      | 2,16    | 2,22  |
| Média da testemunha = 2,13          |                                    |         |         | d' = 0,12 |         |       |
| Altura de inserção da 1ª espiga (m) |                                    |         |         |           |         |       |
| Entec                               | 1,03                               | 1,07    | 1,05    | 1,02      | 1,05    | 1,05  |
| Amireia                             | 1,00                               | 1,03    | 1,05    | 1,02      | 1,03    | 1,02  |
| Ureia                               | 1,02                               | 1,07    | 1,05    | 0,97      | 0,96    | 1,00  |
| Média                               | 1,01                               | 1,06    | 1,05    | 1,00      | 1,01    | 1,03  |
| Média da testemunha = 0,95          |                                    |         |         | d' = 0,15 |         |       |

<sup>1</sup> Dose complementar de N aplicada na semeadura – dose de N aplicada em cobertura. Médias seguidas de letras distintas, minúsculas nas colunas ou maiúsculas nas linhas, diferem entre si, pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). d' é a diferença mínima significativa de Dunnett; \* indica contraste entre o valor médio e a testemunha, significativo ( $P \leq 0,05$ ) pelo teste de Dunnett. *Complementary dose of N applied at sowing - N rate applied at sidedressing. Means followed by different lower case letters in the columns and upper case letters in the rows, are significantly ( $P \leq 0,05$ ) different by Tukey's test. d' is the least significant difference by Dunnett's test. \* indicates contrast between the average value and control significant ( $P \leq 0,05$ ) by Dunnett's test.*

MAR et al. (2003) também 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. Entretanto, SOUZA et al. (2001) não encontra-

ram diferenças significativas entre doses e formas de parcelamento do N sobre a altura das plantas.

As formas de parcelamento do Entec® e da ureia protegida não influenciaram na altura

das plantas, mas a aplicação parcelada da adubação nitrogenada complementar, na forma de ureia, com metade da dose na semeadura ( $45 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e metade em cobertura ( $45 \text{ kg ha}^{-1}$ ), proporcionou maior altura de planta em comparação à aplicação somente em cobertura (Tabela 3). Esses resultados podem ser atribuídos às maiores perdas de N da ureia por volatilização em comparação às demais fontes, principalmente quando se utilizam maiores doses de N em cobertura. PEREIRA et al. (2009) quantificaram a volatilização de amônia da ureia aplicada em cobertura, na cultura do milho safrinha, e observaram que os tratamentos com ureia revestida e ureia com inibidor de urease reduziram a volatilização de N em torno de 50% em relação à ureia comum. Pela comparação dos tratamentos componentes do fatorial com a testemunha, verifica-se que apenas os parcelamentos da adubação nitrogenada complementar, com aplicação de  $60\text{-}30 \text{ kg ha}^{-1}$  e  $45\text{-}45 \text{ kg ha}^{-1}$ , na forma de Entec<sup>®</sup>, diferiram da testemunha, ou seja, nos demais tratamentos, as fontes e formas de aplicação de N proporcionaram plantas de milho com altura semelhante à do tratamento que recebeu apenas  $12 \text{ kg ha}^{-1}$  de N na semeadura (Tabela 3).

A altura de inserção da primeira espiga e a população final de plantas não foram alteradas pelos fatores estudados, sendo que a altura média de inserção da espiga foi de 1,03 m, e a população final média foi de  $55.174 \text{ plantas ha}^{-1}$  (Tabelas 1, 3 e 4). Esses resultados demonstram que a aplicação de mais que  $12 \text{ kg ha}^{-1}$  de N no milho safrinha, na semeadura ou em cobertura, não incrementa a altura de inserção da primeira espiga e a população final de plantas. SOUZA & SORATTO (2006) também não observaram influência da aplicação de fontes e doses de N em cobertura sobre a população final de plantas, mas verificaram que as doses de N influenciaram a altura de inserção da primeira espiga. Já SORATTO et al. (2010) não observaram incrementos na altura de inserção da primeira espiga e na população final de plantas do milho safrinha cultivado após soja, submetido a diferentes fontes e doses de N em cobertura.

Quanto ao número de espigas por planta e grãos por espiga, não houve efeito dos fatores estudados (Tabelas 1 e 4). Assim, a aplicação de mais que  $12 \text{ kg ha}^{-1}$  de N no milho safrinha, semeado após soja, não alterou o número de espigas por planta e de grãos por espiga. KAPPES et al. (2009) também não observaram influência de fontes e épocas de aplicação de N em cobertura, sobre o número de espigas por planta do milho safrinha, cultivado em sucessão à cultura da soja. Segundo SOUZA et al. (2001), isso deve-se ao fato de o número de espigas por planta ser uma característica pouco afetada por fatores

extrínsecos à planta. Este resultado demonstra que a mineralização dos restos culturais da soja e da matéria orgânica do solo ( $32,0 \text{ g dm}^{-3}$ ), mais a aplicação de  $12 \text{ kg ha}^{-1}$  de N disponibilizaram quantidades de N suficientes para garantir a formação e o desenvolvimento adequado das estruturas reprodutivas femininas, ou seja, das espigas. SORATTO et al. (2010) obtiveram aumento linear do número de grãos por espiga em razão das doses de N aplicadas em cobertura, mas não verificaram efeito das fontes utilizadas sobre esta característica. Nos estádios iniciais do ciclo, é essencial o fornecimento adequado de N para estimular o crescimento e o desenvolvimento da planta de milho, pois o suprimento insuficiente de N durante o estágio de diferenciação floral 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). Por conseguinte, tem-se demonstrado que o principal componente da produção do milho é o número de grãos por espiga (UHART & ANDRADE, 1995).

A massa de 1.000 grãos foi afetada pelo fator fonte e pela interação entre fonte e parcelamento (Tabela 1). Nos tratamentos com aplicação da maior parte do N em cobertura, a utilização do N na forma de Entec<sup>®</sup> proporcionou maior massa de grãos em comparação à mesma forma de parcelamento da ureia (Tabela 4). A maior massa de grãos obtida com a aplicação de Entec<sup>®</sup>, em comparação à ureia, nos tratamentos que receberam maiores doses de N em cobertura, deve-se, provavelmente, à maior disponibilidade de N na forma de  $\text{NH}_4^+$ , que pode ter favorecido o enchimento de grãos, devido ao menor gasto de energia por parte da planta para metabolizar o N absorvido (FANCELLI & TSUMANUMA, 2007). Isso ocorre pelo fato de que, em função da presença da molécula estabilizante DMPP (3,4 dimetilpirazolfosfato) no Entec<sup>®</sup>, que é um inibidor temporário do processo da nitrificação, tem-se maior tempo de permanência do N na forma amoniacal no solo (BARTH et al., 2001; ZERULLA et al., 2001; KAPPES et al., 2009; MEIRA et al., 2009). No entanto, nas demais formas de parcelamento (90-0; 45-45 e 60-30), a massa de 1.000 grãos não foi influenciada pelas fontes utilizadas.

Quanto às formas de parcelamento, verifica-se que apenas quando se utilizou a fonte Entec<sup>®</sup>, o parcelamento de metade na semeadura e metade em cobertura foi significativamente menor que a aplicação de  $30 \text{ kg ha}^{-1}$  na semeadura e  $60 \text{ kg ha}^{-1}$  em cobertura, sendo que as demais formas de parcelamento não influenciaram a massa de 1.000 grãos, independentemente das fontes utilizadas (Tabela 4).

O contraste entre o tratamento-testemunha e os tratamentos componentes do fatorial

não se mostrou significativo, indicando que, nas condições do experimento, não houve diferença entre a aplicação de 12 kg ha<sup>-1</sup> de N na semeadura (testemunha) e a aplicação complementar de 90 kg ha<sup>-1</sup> de N na semeadura, em cobertura,

ou de forma parcelada, na massa dos grãos (Tabela 4). KAPPES et al. (2009) também não verificaram efeito da fonte e da época de aplicação na massa dos grãos de milho safrinha.

**Tabela 4** - População final de plantas, número de espigas por planta e de grãos por espiga, massa de 1.000 grãos e produtividade de grãos do milho safrinha, cultivado em sucessão à soja, em função de fontes e formas de parcelamento da adubação nitrogenada. Final plant population, number of ears per plant and of grains per ear, mass of 1,000 grains, and productivity of out-of-season corn cultivated in succession to soybean as determined by sources of N fertilizer and ways of splitting the N fertilizer.

| Fonte de N                                    | Forma de parcelamento |          |            |          |          | Média   |
|---|-----------------------|----------|------------|----------|----------|---------|
|   | 90-0                  | 60-30    | 45-45      | 30-60    | 0-90     |         |
| População final (planta ha <sup>-1</sup> )    |                       |          |            |          |          |         |
| Entec   | 53.646                | 56.249   | 55.208     | 55.208   | 58.333   | 55.729  |
| Amireia                                       | 55.208                | 56.770   | 56.771     | 55.208   | 55.208   | 55.833  |
| Ureia   | 54.166                | 53.646   | 53.124     | 53.125   | 55.729   | 53.958  |
| Média   | 54.340                | 55.555   | 55.034     | 54.513   | 56.424   | 55.174  |
| Média da testemunha = 59.895                  |                       |          | d' = 6.960 |          |          |         |
| Nº de espigas por planta                      |                       |          |            |          |          |         |
| Entec   | 0,99                  | 0,99     | 1,01       | 0,99     | 0,97     | 0,99    |
| Amireia                                       | 1,01                  | 0,98     | 1,02       | 1,01     | 1,02     | 1,01    |
| Ureia   | 1,00                  | 1,00     | 0,97       | 1,03     | 1,00     | 1,00    |
| Média   | 1,00                  | 0,99     | 1,00       | 1,01     | 0,99     | 1,00    |
| Média da testemunha = 0,97                    |                       |          | d' = 0,07  |          |          |         |
| Nº de grãos por espigas                       |                       |          |            |          |          |         |
| Entec   | 457,0                 | 459,9    | 470,8      | 459,1    | 443,3    | 458,0   |
| Amireia                                       | 399,9                 | 453,7    | 424,3      | 442,3    | 456,2    | 435,3   |
| Ureia   | 429,8                 | 434,8    | 483,7      | 419,7    | 421,3    | 437,9   |
| Média   | 428,9                 | 449,5    | 459,6      | 440,3    | 440,3    | 443,7   |
| Média da testemunha = 432,8                   |                       |          | d' = 63,5  |          |          |         |
| Massa de 1.000 grãos (g)                      |                       |          |            |          |          |         |
| Entec   | 248,2aAB              | 241,5aAB | 216,7aB    | 250,5aA  | 239,6aAB | 239,3   |
| Amireia                                       | 222,2aA               | 236,9aA  | 238,5aA    | 228,5abA | 230,4abA | 231,3   |
| Ureia   | 234,6aA               | 228,6aA  | 228,0aA    | 220,7bA  | 209,1bA  | 224,2   |
| Média   | 235,0                 | 235,7    | 227,8      | 233,2    | 226,4    | 231,6   |
| Média da testemunha = 232,7                   |                       |          | d' = 27,9  |          |          |         |
| Produtividade de grãos (kg ha <sup>-1</sup> ) |                       |          |            |          |          |         |
| Entec   | 5.387                 | 5.670    | 5.175      | 5.179    | 5.324    | 5.347a* |
| Amireia                                       | 4.889                 | 5.129    | 5.530      | 4.829    | 5.070    | 5.089b  |
| Ureia   | 4.976                 | 4.966    | 5.120      | 4.973    | 4.995    | 5.006b  |
| Média   | 5.084                 | 5.255    | 5.275      | 4.994    | 5.130    | 5.148   |
| Média da testemunha = 4.877                   |                       |          | d' = 448   |          |          |         |

<sup>†</sup> Dose complementar de N aplicada na semeadura – dose de N aplicada em cobertura. Médias seguidas de letras distintas, minúsculas nas colunas ou maiúsculas nas linhas, diferem entre si, pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). d' é a diferença mínima significativa de Dunnett; \* indica contraste entre o valor médio e a testemunha, significativo ( $P \leq 0,05$ ) pelo teste de Dunnett. Complementary dose of N applied at sowing - N rate applied at sidedressing. Means followed by different lower case letters in the columns and upper case letters in the rows, are significantly ( $P \leq 0.05$ ) different by Tukey's test. d' is the least significant difference by Dunnett's test. \* indicates contrast between the average value and control significant ( $P \leq 0.05$ ) by Dunnett's test.

A produtividade de grãos foi influenciada pela fonte de N utilizada, sendo que a aplicação de Entec<sup>®</sup> proporcionou produtividade de grãos 5,0% e 6,8% maior que a aplicação de Amireia<sup>®</sup> e ureia, respectivamente (Tabelas 1 e 4). As formas de parcelamento das fontes nitrogenadas não influenciaram a produtividade de grãos. CASAGRANDE & FORNASIERI FILHO (2002) não observaram efeito de doses e épocas de

aplicação de N em cobertura sobre a produtividade de milho safrinha, enquanto RAGAGNIN et al. (2010) não verificaram efeito da época de aplicação de N em cobertura sobre produtividade de grãos do milho safrinha, cultivado em sucessão à soja. Esses autores atribuíram essa falta de resposta ao N, à disponibilização de N do resíduo da cultura antecessora e ao suprimento

de N da matéria orgânica do solo, porém não citaram a cultura antecessora.

A comparação da testemunha com as médias das fontes de N utilizadas demonstrou que apenas a aplicação de Entec<sup>®</sup> proporcionou produtividade de grãos estatisticamente superior à do tratamento-testemunha, ou seja, a aplicação de Entec<sup>®</sup> aumentou em 9,6% a produtividade de grãos em relação à testemunha (Tabela 4). SORATTO et al. (2010), estudando com fontes Amireia<sup>®</sup>, Entec<sup>®</sup>, sulfato de amônio e ureia, obtiveram incremento linear da produtividade do milho safrinha cultivado após soja com a aplicação de N em cobertura até a dose de 120 kg ha<sup>-1</sup>, independentemente da fonte, porém o aumento foi de apenas 7,6% em relação ao tratamento sem aplicação de N em cobertura. Não foi observada diferença significativa entre o tratamento-testemunha e as fontes Amireia<sup>®</sup> e ureia. RAGAGNIN et al. (2010), estudando doses e épocas de aplicação de N (ureia) em cobertura no milho safrinha, cultivado após soja, verificaram aumento de produtividade de grãos até a dose estimada de 35 kg ha<sup>-1</sup>, independentemente da época de aplicação. Contudo, esses autores obtiveram produtividade de grãos de 6.535 kg ha<sup>-1</sup> com aplicação de apenas 15 kg de N ha<sup>-1</sup> na semeadura, em solo com teor de matéria orgânica de 34,5 g dm<sup>-3</sup>. A falta de resposta à adubação nitrogenada com a Amireia<sup>®</sup> e ureia, bem como a pequena resposta obtida com a aplicação do Entec<sup>®</sup>, pode ter sido influenciada pelo N advindo da decomposição da matéria orgânica, que era 32,0 g dm<sup>-3</sup>, e dos restos culturais da soja, bem como pelo N (12 kg ha<sup>-1</sup>) aplicado da semeadura em todos os tratamentos, já que inclusive na testemunha os teores de N na folha estavam dentro da faixa considerada adequada para a cultura (CANTARELLA et al., 1996) (Tabela 2). Além disso, deve-se considerar que houve adequada disponibilidade hídrica durante o desenvolvimento inicial das plantas e após a aplicação do N em cobertura (Figura 1).

A maior produtividade de grãos obtida com a aplicação de N, na forma de Entec<sup>®</sup>, deve-se aos pequenos incrementos proporcionados por essa fonte no número de grãos por espiga e na massa de 1.000 grãos, os quais, embora não tenham sido significativos, foram de 5,8% e 2,8%, respectivamente, em comparação à testemunha (Tabela 4).

Embora a disponibilidade hídrica tenha sido satisfatória até o florescimento, nota-se que houve reduzida precipitação pluvial a partir do florescimento masculino da cultura do milho (Figura 1). PENARIOL et al. (2003) destacam que a produtividade do milho pode ficar comprometida se a deficiência hídrica coincidir com o período do florescimento, fase que determina a quantidade de óvulos a serem fecundados, e, por

consequência, a produção de grãos. Segundo CRUZ et al. (2006), o déficit hídrico pode ocasionar danos em todos os estádios de desenvolvimento, sendo que na fase de enchimento de grãos afeta o metabolismo da planta e o fechamento de estômatos, reduzindo a taxa fotossintética e, conseqüentemente, a produção de foto-assimilados e sua translocação para os grãos. Isso justifica as menores produtividades obtidas no presente experimento, em relação às relatadas para o milho safrinha por MAR et al. (2003), KAPPES et al. (2009) e RAGAGNIN et al. (2010), que tiveram melhor disponibilidade hídrica, inclusive após o florescimento da cultura. Apesar disso, a produtividade de grãos obtida foi satisfatória para a condição de safrinha, ou seja, variou de 4.877 kg ha<sup>-1</sup> na testemunha a 5.347 kg ha<sup>-1</sup> com a aplicação de Entec<sup>®</sup> (Tabela 4). Os resultados indicam que é possível aumentar a produtividade do milho safrinha com a aplicação de N, mesmo quando esse é cultivado em sucessão à soja, quando a aplicação é realizada em período com boa ocorrência de chuvas e utiliza-se o Entec<sup>®</sup> como fonte de N. Entretanto, deve-se avaliar o custo do fertilizante, pois os incrementos de produtividade foram por volta de 10%.

## Conclusão

As fontes e as formas de parcelamento não influenciaram o teor de N e o de S foliar, a altura de inserção da primeira espiga, a população final de plantas, o número de espigas por planta e o número de grãos por espiga. A aplicação de N, na forma de Entec<sup>®</sup>, em maiores doses em cobertura, proporcionou maior massa dos grãos. Independentemente do parcelamento, a aplicação de 90 kg ha<sup>-1</sup> de N, apenas na forma de Entec<sup>®</sup>, aumentou a produtividade de grãos em 9,6%, em relação à testemunha.

## Agradecimentos

Ao Sr. Adriano Loeff, proprietário da Fazenda Elo III, pela permissão de realização do experimento em sua área. Ao CNPq, pela concessão de bolsa de Produtividade em Pesquisa para o primeiro autor.

## Referências

BARTH, G., TUCHER, S. von; SCHMIDHALTER, U. Influence of soil parameters on the effect of 3,4-dimethylpyrazole-phosphate as a nitrification inhibitor. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v.34, n.1, p.98-102, 2001.

BASTOS, E. A.; CARDOSO, M. J.; MELO, F. B.; RIBEIRO, V. Q.; ANDRADE JÚNIOR, A. S. Do-



ses e formas de parcelamento de nitrogênio para a produção de milho sob plantio direto. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.39, n.2, p.275-280, 2008.

BONO, J. A. M.; SETTI, J. C. A.; SPEKKEN, S. S. P. O nitrogênio protegido como alternativa de fertilizante para o uso no plantio da cultura do algodão. **Ensaio e Ciência**, Campo Grande, v.10, n.1, p.39-45, 2006.

BROCH, D. L.; RANNO, S. K. Fertilidade do solo e adubação na cultura do milho safrinha. In: **Tecnologia e Produção: milho safrinha e culturas de inverno 2008**. Maracajú: Fundação MS, 2008. p.7-13.

BÜLL, L. T. Nutrição mineral do milho. In: BÜLL, L. T.; CANTARELLA, H. (Ed.). **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1993. p.63-145.

CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van; CAMARGO, C. E. O. Cereais. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônômico, 1996. p.75-71. (Boletim Técnico, 100).

CASAGRANDE, J. R. R.; FORNASIERI FILHO, D. Adubação nitrogenada na cultura do milho safrinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.1, p.33-40, 2002.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; ALVARENGA, R. C.; GONTIJO NETO, M. M.; VIANA, J. H. M.; OLIVEIRA, M. F.; SANTANA, D. P. **Manejo da cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 12p. (Circular técnica, 87).

DUARTE, A. P.; CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van. **Milho safrinha: recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: IAC/Fundação IAC, 1996. p.60-61. (IAC. Boletim Técnico, 100).

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos**. Brasília: Embrapa STI, 2006. 412p.

FANCELLI, A. L.; TSUMANUMA, G. M. Nitrogênio e enxofre nas culturas de milho e feijão. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S.; VITTI, G. C. (Ed.). **Nitrogênio e enxofre na agricultura brasileira**. Piracicaba: IPNI, 2007. p.445-486.

ERNANI, P. R.; SANGOI, L.; LECH, V. A.; RAMPAZZO, C. A forma de aplicação da Ureia e dos resíduos vegetais afeta a disponibilidade de nitrogênio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.2, p.360-365, 2005.

KAPPES, C.; CARVALHO, M. A. C.; YAMASHITA, O. M.; SILVA, J. A. N. Influência do nitrogênio no desempenho produtivo do milho cultivado na segunda safra em sucessão à soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.39, n.3, p.251-259, 2009.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.

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, n.2, p.267-274, 2003.

MEIRA, F. A.; BUZZETTI, S.; ANDREOTTI, M.; ARF, O.; SÁ, M. E.; ANDRADE, J. A. C. Fontes e épocas de aplicação do nitrogênio na cultura do milho irrigado. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.30, n.2, p.275-284, 2009.

MENÉNDEZ, S.; MERINO, P.; PINTO, M.; GONZÁLEZ-MURUA, C.; ESTAVILLO, J. M. 3,4-Dimethylpyrazol phosphate effect on nitrous oxide, nitric oxide, ammonia, and carbon dioxide emissions from grasslands. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v.35, n.4, p.973-981, 2006.

OLIVEIRA, F. A.; CAVALCANTE, L. F.; SILVA, I. F.; PEREIRA, W. E.; OLIVEIRA, J. C.; FILHO, J. F. C. Crescimento do milho adubado com nitrogênio e fósforo em um Latossolo Amarelo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.4, n.3, p.238-244, 2009.

PADOVAN, M. P.; ALMEIDA, D. L.; GUERRA, J. G. M.; RIBEIRO, R. L. D.; OLIVEIRA, F. L.; SANTOS, L. A.; ALVES, B. J. R.; SOUTO, S. M. Decomposição e liberação de nutrientes de soja cortada em diferentes estádios de desenvolvimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.4, p.667-672, 2006.

PASDA, G.; HÄHNDEL, R.; ZERULLA, W. Effect of fertilizers with the new nitrification inhibitor DMPP (3,4-dimethylpyrazole phosphate) on yield and quality of agricultural and horticultural crops. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v.34, n.2, p.85-97, 2001.

- PENARIOL, F. G.; FORNASIERI FILHO, D.; COICEV, L.; BORDIN, L.; FARINELLI, R. Comportamento de cultivares de milho semeadas em diferentes espaçamentos entre linhas e densidades populacionais na safrinha. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.2, n.2, p.52-60, 2003.
- PEREIRA, H. S.; LEÃO, A. F.; VERGINASSI, A.; CARNEIRO, M. A. C. Ammonia volatilization of urea in the out-of-season corn. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.33, n.6, p.1685-1694, 2009.
- PIRES, A. V.; OLIVEIRA JUNIOR, R. C.; FERNANDES, J. J. R.; SUSIN, I.; SANTOS, F. A. P.; ARAÚJO, R. C.; GOULART, R. C. D. Substituição do farelo de soja por Ureia ou Amireia<sup>®</sup> na dieta de bovinos de corte confinados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.9, p.937-942, 2004.
- RAGAGNIN, V. A.; SENA JÚNIOR, D. G.; KLEIN, V.; LIMA, R. S.; COSTA, M. M.; OLIVEIRA NETO, O. V. Adubação nitrogenada em milho safrinha sob plantio direto em Jataí - GO. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v.3, n.2, p.70-77, 2010.
- SORATTO, R. P.; PEREIRA, M.; COSTA, T. A. M.; LAMPERT, V. N. Fontes alternativas e doses de nitrogênio no milho safrinha em sucessão à soja. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.41, n.4, p.511-518, 2010.
- SOUZA, E. F. C.; SORATTO, R. P. Efeito de fontes e doses de nitrogênio em cobertura, no milho safrinha, em plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.5, n.3, p.387-397, 2006.
- SOUZA, A. C.; CARVALHO, J. G.; PINHO, R. G. V.; CARVALHO, M. L. M. 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.
- UHART, S. A.; ANDRADE, F. H. Nitrogen deficiency in maize: II. Carbonnitrogen interaction effects on kernel number and grain yield. **Crop Science**, Madison, v.35, n.5, p.1384-1389, 1995.
- VIEIRA JUNIOR, P. A. Milho. In: CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A. (Coord.) **Ecofisiologia de cultivos anuais**: trigo, milho, soja, arroz e mandioca. São Paulo: Nobel, 1999. p.41-71.
- ZERULLA, W.; BARTH, T.; DRESSEL, J.; ERHARDT, K.; LOCQUENGIEN, K. H. V.; PASDA, G.; RÄDLE, M.; WISSEMEIER, A. 3,4 Dimethylpyrazole phosphate (DMPP) a new nitrification inhibitor for agriculture and horticulture: An introduction. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v.34, n.1, p.79-84, 2001.