

## Desempenho agrônômico do milho safrinha em resposta às épocas de aplicações e fontes de nitrogênio

### Agronomic performance of out-of-season maize crop as influenced by time of application and source of nitrogen fertilizers

Claudemir ZUCARELI<sup>1</sup>; Gustavo Bastos ALVES<sup>2</sup>; Mariana Alves de OLIVEIRA<sup>3</sup>; Maria Helena MACHADO<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor Adjunto do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, UEL, Cx.P. 6001, CEP: 86051-990, Londrina-PR. E-mail: claudemircca@uel.br

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo. E-mail: gustavo.alves@basf.com

<sup>3</sup> Engenheira Agrônoma, Doutoranda em Agronomia, Universidade Estadual de Londrina. E-mail: agrostar@hotmail.com

<sup>4</sup> Engenheira Agrônoma, Doutora. Universidade Estadual de Londrina. E-mail: maria\_helena@uel.br

\* Autor para correspondência

Recebido em: 16-01-2013; Aceito em: 31-10-2013

#### Resumo

A ureia e o sulfato de amônio são os fertilizantes nitrogenados mais utilizados na agricultura brasileira, e ambos estão sujeitos a perdas de nitrogênio no solo. Objetivou-se avaliar épocas de aplicação de adubação nitrogenada nas características agrônômicas e produtivas do milho safrinha, utilizando diferentes fontes do nutriente. Utilizou-se da cultivar A4454 sob o delineamento experimental de blocos casualizados, totalizando nove tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de duas fontes de nitrogênio: ureia (U) e sulfato de amônio (SA), em quatro épocas de aplicação de 100 kg ha<sup>-1</sup> de N: dose total na semeadura (DTS); dose total em cobertura (DTC); dose parcelada em semeadura (20 kg ha<sup>-1</sup>) e uma aplicação em cobertura no estágio V<sub>7</sub> (80 kg ha<sup>-1</sup>) (DPS1C); e dose parcelada em semeadura (20 kg ha<sup>-1</sup>) e duas aplicações de cobertura nos estádios V<sub>7</sub> (40 kg ha<sup>-1</sup>) e V<sub>12</sub> (40 kg ha<sup>-1</sup>), (DPS2C), e uma testemunha adicional sem aplicação de nitrogênio, com quatro repetições. Foram avaliados componentes de produção, características fitométricas e a produtividade. Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias, comparadas pelo teste de Tukey p<0,05. A aplicação de ureia em dose total na semeadura e em cobertura ou, ainda, em semeadura com uma cobertura, equivale-se ao comportamento agrônômico da testemunha. A aplicação de sulfato de amônio parcelado na semeadura, combinado com uma aplicação em cobertura, favorece o desempenho agrônômico da cultura do milho safrinha. Todos os tratamentos com sulfato de amônio apresentaram média de produtividade superior à testemunha.

**Palavras-chave adicionais:** adubação nitrogenada; sulfato de amônio; uréia; *Zea mays* L..

#### Abstract

Urea and ammonium sulfate are the most widely used nitrogen fertilizers in Agriculture and both are subject to N loss in the soil. The objective of this study was to evaluate time of application of nitrogen fertilizers on the agronomical characteristics and productivity of out-of-season maize submitted to different nitrogen fertilizers. Maize cultivar A4454 was used in a randomized complete block design with nine treatments and four repetitions. Treatments resulted from the combinations of two sources of N : urea (U) and ammonium sulfate (SA) applied at four different times at the dose of 100 kg ha<sup>-1</sup> of N : the total dose at sowing in the furrow(DST), the total dose at sowing in sidedressing, partial dose at sowing (20 kg ha<sup>-1</sup>) and one application in sidedressing at stage V<sub>7</sub> (80 kg ha<sup>-1</sup>) (DPS1C) and partial dose at sowing (20 kg ha<sup>-1</sup>) and two applications in sidedressing at stage V<sub>7</sub> (40 kg ha<sup>-1</sup>) and V<sub>12</sub> (40 kg ha<sup>-1</sup>) (DPS2C) and an additional check treatment with no nitrogen application, with four repetitions. Yield components, phytometric characteristics, and yield were evaluated. Data were submitted to the analysis of variance and the means compared by the Tukey test (p<0.05). The application of the total dose of urea at sowing and in sidedressing or at sowing with one sidedressing has the same effect as the check treatment. Ammonium sulfate in split application in the furrow and in combination with a side dressed application favors the agronomical performance of out-of-season maize crop. All the treatments with ammonium sulfate showed productivity values significantly superior to that of the check treatment.

**Additional keywords:** ammonium sulfate; nitrogen fertilization; urea; *Zea mays* L..

## Introdução

A modalidade de cultivo do milho safrinha refere-se ao milho de segunda safra, cultivado de janeiro a abril, com colheita de junho a julho, em sucessão a uma cultura de verão, quase sempre depois da soja. No decorrer da década de 90, o processo de deslocamento da cultura do milho da safra normal, provocada pela introdução da soja, intensificou-se, passando parte do cereal a ser cultivado em sucessão à oleaginosa, tornando-se mais uma alternativa econômica na entressafra (FORNASIERI FILHO, 2007).

O suprimento inadequado de nitrogênio (N) é considerado um dos principais fatores limitantes à produtividade na cultura do milho, pois este nutriente exerce importante função nos processos bioquímicos da planta. Além disso, afeta as taxas de iniciação e expansão foliar, o tamanho final e a intensidade de senescência das folhas (SCHRÖDER et al., 2000).

A quantificação da adubação nitrogenada requer o conhecimento do comportamento desse nutriente, de acordo com a produtividade desejada, do genótipo utilizado, do tipo de solo, do clima, da época de semeadura, da cultura antecessora, da adubação anteriormente utilizada e do sistema de produção (COELHO, 2006). O manejo da adubação nitrogenada deve suprir a demanda da planta, nos períodos críticos, e minimizar o impacto no ambiente, pela redução de perdas (FERNANDES & LIBARDI, 2007).

A ureia e o sulfato de amônio são os fertilizantes nitrogenados mais utilizados na agricultura brasileira, e, ambas estão sujeitas a perdas de nitrogênio no solo, por lixiviação, escoamento superficial, volatilização da amônia e pela imobilização na biomassa microbiana (ALVA et al., 2005). Em termos práticos, o critério de escolha do fertilizante pelo produtor tem-se baseado no custo da unidade de nitrogênio. Nesse sentido, a ureia constitui-se numa das fontes mais vantajosas. Por outro lado, SENGIK & KIEHL (1995) alertaram para as perdas por volatilização de amônia da ureia como um dos processos que podem comprometer sua eficiência e, conseqüentemente, sua vantagem econômica. Por outro lado, KELLER & MENGEL (1986) demonstraram que a ureia em cobertura apresenta-se tão eficiente quanto outras fontes de nitrogênio, quando ocorre precipitações após sua aplicação.

Devido às suas transformações no solo, o nitrogênio é um elemento muito dinâmico, o que tem gerado muitas controvérsias e discussões, com relação à sua época de aplicação, principalmente na cultura do milho

(SOUZA et al., 2001). A resposta da cultura do milho ao nitrogênio dependerá de fatores como o manejo adequado da dose de nitrogênio a ser aplicada, da fonte nitrogenada, da época de aplicação do adubo, além da interferência exercida pelas condições edafoclimáticas e pelos microrganismos do solo (OKUMURA et al., 2011). Desse modo, o parcelamento e a época de aplicação do adubo nitrogenado constituem-se em alternativas para aumentar a eficiência da adubação nitrogenada pela cultura do milho, visando ao máximo aproveitamento e à redução das perdas, resultante da sincronização entre as aplicações e o período de alta demanda do nutriente (AMADO et al., 2002; SILVA et al., 2005a).

Tomando-se como referência o ciclo da cultura em dias, a absorção de N pelas plantas de milho ocorre em todo seu ciclo vegetativo, sendo baixa no primeiro mês (VASCONCELLOS et al., 1998; FORNASIERI FILHO, 2007), aumentando consideravelmente a partir daí, atingindo taxa superior a  $4,5 \text{ kg ha}^{-1}$  de N por dia, durante todo o florescimento. Entre 25 e 50 dias, a planta de milho chega a acumular 80% do N de que necessita. Assim, o parcelamento visando ao aumento da eficiência da adubação nitrogenada constitui uma prática recomendada, para se obter a máxima eficiência do fertilizante nitrogenado (RAJCAN & TOLLENAAR, 1999; FANCELLI & DOURADO NETO, 2007).

SILVA et al. (2005b) sugeriram o parcelamento na adubação nitrogenada, baseados na teoria de que a cultura do milho apresenta dois períodos de máxima absorção de N, durante o início das fases de desenvolvimento vegetativo e reprodutivo ou formação da espiga e menores taxas de absorção no período compreendido entre a emissão do pendão e o início da formação da espiga.

DUARTE & CANTARELLA (2005), avaliando a resposta do milho de segunda safra em relação às épocas de aplicação em cobertura, afirmam que a necessidade de nitrogênio do milho de segunda safra baseia-se na produtividade esperada, pois para o potencial produtivo de grãos abaixo de  $3.000 \text{ kg ha}^{-1}$ , pode-se adubar com doses de até  $35 \text{ kg ha}^{-1}$  de N exclusivamente na semeadura. Contudo, para produtividades acima de  $4.000 \text{ kg ha}^{-1}$ , deve-se aplicar de 30 a  $35 \text{ kg ha}^{-1}$  de N na semeadura e, pelo menos,  $22 \text{ kg ha}^{-1}$  em cobertura no estágio de 6 a 8 folhas.

O trabalho teve como objetivo avaliar épocas de aplicação de adubação nitrogenada nas características agrônômicas e produtivas do milho safrinha utilizando diferentes fontes do nutriente.

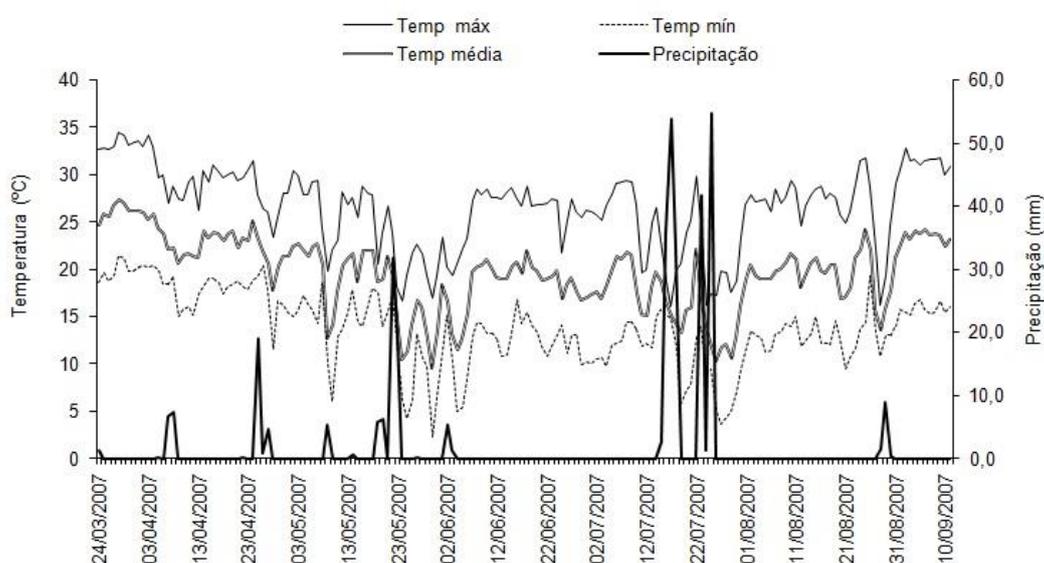
## Material e métodos

O trabalho foi conduzido no distrito de Paiquerê, pertencente ao município de Londrina - PR, (23°33'q de latitude sul e 51°02'q de longitude oeste, com altitude de 520 m). O clima característico da região, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo Cfa, ou seja, clima subtropical úmido mesotérmico, com verões quentes e geadas pouco frequentes. As chuvas tendem a se concentrar nos meses de verão, sem estação seca definida, com precipitação média anual de 1.614 mm e insolação média anual de 7,05 horas por dia. A temperatura do ar média anual é de 20,2 °C, com média das temperaturas máximas de 27,0 °C e das temperaturas mínimas de 14,8 °C. A umidade relativa do ar média é de 75% (IAPAR, 2009). Os dados meteorológicos do período de condução do experimento foram obtidos junto à estação Meteorológica do Instituto Agrônomo do Paraná, dispostos na Figura 1.

O experimento foi conduzido na safrinha, utilizando o híbrido A4454<sup>®</sup>, tipo duplo, ciclo precoce. O experimento foi instalado em solo

classificado como Latossolo Vermelho eutrófico (PRADO, 2003), de textura argilosa. Nos seis anos que antecederam a instalação do experimento, a área foi cultivada com soja em sistema de semeadura direta. Previamente à instalação do experimento, foram coletadas amostras de solo da área experimental, na profundidade de 0 a 0,2 m, com os resultados apresentados na Tabela 1.

A semeadura foi realizada no dia 24 de março de 2007, excedendo a data-limite de instalação da cultura do milho safrinha para a região de Londrina-PR, conforme o Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR, 2013), que recomenda como data-limite o dia 10 de março. Para a adubação de semeadura, foram aplicados 150 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 00-18-18, calculado com base nos resultados da análise química do solo (Tabela 1) e nas recomendações para a região (IAPAR, 2003). O controle de doenças, pragas e plantas daninhas, foi realizado mediante monitoramento da cultura e, quando necessário, aplicados produtos recomendados para a cultura do milho.



**Figura 1** - Dados diários de temperatura máxima, média e mínima e de precipitação pluvial durante o período de condução do experimento, em Londrina-PR, no ano de 2007. *Daily data of maximum, mean and minimum temperature and rainfall during the conduction of the experiment in Londrina - PR in 2007.*

**Tabela 1** - Caracterização química do solo da área experimental, na profundidade de 0 a 0,2 m. *Chemical characterization of soil of the experimental area at depth of 0 to 0.2 m.*

Prof.	H <sup>+</sup> + Al <sup>3+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	CTC	V	P	MO
(cm)	----- (mmolc dm <sup>-3</sup> ) -----					(%)	(mg dm <sup>-3</sup> )	(g dm <sup>-3</sup> )
0-20	58	47,7	13,2	6,9	69,7	54,1	5,31	25,99

\* Extratores: Ca, Mg, Al: KCl; P, K: Mehlich-I

Foram testados nove tratamentos, utilizando o delineamento experimental de blocos casualizados. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de duas fontes de nitrogênio: ureia (U) e sulfato de amônio (SA), em quatro épocas de aplicação de 100 kg ha<sup>-1</sup> de N: dose total na semeadura (DTS); dose total em cobertura (DTC); dose parcelada em semeadura (20 kg ha<sup>-1</sup>), e uma aplicação em cobertura no estágio V<sub>7</sub> (80 kg ha<sup>-1</sup>) (DPS1C); e dose parcelada em semeadura (20 kg ha<sup>-1</sup>), e duas aplicações de cobertura nos estádios V<sub>7</sub> (40 kg ha<sup>-1</sup>) e V<sub>12</sub> (40 kg ha<sup>-1</sup>), (DPS2C), e uma testemunha adicional sem aplicação de nitrogênio, com quatro repetições. Na determinação das épocas de aplicação de nitrogênio, foi utilizada a escala fenológica recomendada por RITCHIE et al. (1993). Utilizou-se da dose de 100 kg ha<sup>-1</sup> de N para os tratamentos testados, em virtude das recomendações de adubação para a região e devido ao emprego de semente híbrida exigente e responsiva.

A parcela experimental foi constituída por quatro linhas de 0,5 m, espaçadas de 0,9 m. A área útil de cada parcela foi constituída pelas duas linhas centrais, desprezando-se 0,5 m de cada extremidade, com uma população de 50.000 plantas ha<sup>-1</sup>.

Foram avaliados características fitométricas da planta, componentes de produção e produtividade. Em relação às características fitométricas, foram tomadas ao acaso 10 plantas nas linhas centrais, avaliando-se: a) altura da planta (AP): distância (cm) do colo da planta até a inserção da folha-bandeira; b) altura de inserção da espiga (AE): distância (cm) do colo da planta até a inserção da primeira espiga; c) diâmetro do colmo (DC): determinado no

segundo internódio a partir da base da planta, dado em cm.

Foram coletadas 10 espigas ao acaso, das linhas centrais, para a determinação dos seguintes componentes de produção: a) comprimento de espiga sem palha (CE): distância do primeiro ao último grão da linha mais longa, obtendo o valor médio, dado em cm; b) número de fileiras de grãos por espigas (NFGE) e número de grãos por fileira (NGF): retirou-se a palha e contaram-se individualmente o número de fileiras de grãos e o número de grãos por fileira, obtendo-se o valor médio; c) diâmetro de espiga (DE) e diâmetro do sabugo (DS): o diâmetro da espiga foi medido no terço mediano da espiga e feita a debulha dos grãos para obter o diâmetro do sabugo, ambos com um paquímetro, e os valores dados em cm; d) massa de cem grãos (MG): pesagem de uma subamostra de cem grãos por parcela.

A produtividade foi determinada com base na produção da área útil da parcela, com dados transformados em kg ha<sup>-1</sup>, com teor de água médio de 130 g de água kg<sup>-1</sup> de grãos. A umidade foi determinada com a utilização do Medidor de Umidade Geole-400. Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias, comparadas pelo teste de Tukey (p<0,05). A análise foi realizada com o auxílio do aplicativo Sisvar (FERREIRA, 2010).

## Resultados e discussão

A altura de planta e a altura de inserção de espiga não foram alteradas pelos tratamentos (Tabela 2), indicando que estas características são intrínsecas ao genótipo utilizado.

**Tabela 2** - Valores médios de altura de planta (AP), altura de inserção de espiga (AE) e diâmetro de colmo (DC) de milho de segunda safra, em função de épocas de aplicação e fontes de nitrogênio (Londrina-PR, 2007). *Plant height (AP), ear insertiion height (AE), and stem diameter (DC) of out-of-season maize plants as influenced by nitrogen fertilizers time of application and nitrogen sources.*

Tratamentos	AP	AE	DC
	----- (cm) -----		
Testemunha	182,22	88,42	1,22 b
DTS-U	188,25	92,32	1,32 ab
DTC-U	188,10	95,47	1,42 ab
DPS1C-U	193,47	99,92	1,42 ab
DPS2C-U	195,22	78,97	1,35 ab
DTS-AS	187,57	90,75	1,55 a
DTC-AS	192,80	91,35	1,40 ab
DPS1C-AS	200,15	98,67	1,50 ab
DPS2C-AS	196,05	96,67	1,50 ab
Valor de F	2,07 ns	1,20 ns	2,94 *
CV(%)	3,96	12,54	8,34

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 0,05 de probabilidade.

Para o diâmetro de colmo, a ureia e o sulfato de amônio, em todas as épocas de aplicação, não diferiram da testemunha, exceto o tratamento com sulfato de amônio, com dose total na semeadura (DTS-SA). Já SORATTO et al. (2010) detectaram que o diâmetro de colmo foi incrementado pelas doses de nitrogênio aplicadas em cobertura, independentemente da fonte utilizada (ureia ou sulfato de amônio). Contudo, MEIRA et al. (2009) não verificaram efeito da aplicação de fontes nitrogenadas (sulfato de amônio, ureia e Entec®) sobre o diâmetro de colmo do milho.

O comprimento de espiga foi maior com a aplicação de sulfato de amônio com dose parcelada em semeadura, com uma e duas aplicações de cobertura, em relação à testemunha (Tabela 3). Comportamento semelhante foi observado para a característica número de grãos por fileira, sendo a aplicação de sulfato de amônio com dose parcelada em

semeadura, com uma e duas aplicações de cobertura, superior aos tratamentos de sulfato de amônio com dose total em cobertura, e sobre os tratamentos com ureia com dose parcelada na semeadura, com uma aplicação em cobertura; dose total na semeadura e testemunha. A massa de cem grãos foi maior com a aplicação de sulfato de amônio com dose parcela em semeadura, com duas aplicações de cobertura, quando comparado ao tratamento sem aplicação de nitrogênio.

De acordo com AMARAL FILHO et al. (2005), a adubação nitrogenada aumentou linearmente o número de grãos por espiga e a massa de mil grãos de milho cultivado na primeira safra em sistema de plantio direto. SANGOI & ALMEIDA (1994), AMARAL FILHO et al. (2005) e SILVA et al. (2005a) obtiveram aumento na massa de grãos com a aplicação de nitrogênio em cobertura, na cultura do milho.

**Tabela 3** - Valores médios de comprimento de espiga (CE), número de fileiras de grãos por espiga (NFGE), número de grãos por fileira (NGF), diâmetro de espiga (DE), diâmetro de sabugo (DS), massa de cem grãos (MCG) e produtividade (P) de milho de segunda safra, em função de épocas de aplicação e fontes de nitrogênio (Londrina-PR, 2007). *Ear length (CE), number of kernel rows per ear (NFGE), number of grains per row (NGF), ear diameter (DE), corn cob diameter (DS), 100 grains weight (MCG), and productivity (P) of out-of-season maize plants as influenced by nitrogen fertilizers time of application and nitrogen source.*

Tratamentos	CE (cm)	NFGE	NGF	DE (cm)	DS (cm)	MCG (g)	P (kg ha <sup>-1</sup> )
Testemunha	13,44 b	14,47	27,95 c	4,15 b	2,42	28,22 b	4.702 b
DTS-U	14,57 ab	14,75	31,00 b	4,22 ab	2,50	31,12 ab	5.878 ab
DTC-U	14,56 ab	14,37	32,62 ab	4,30 ab	2,45	31,70 ab	6.365 ab
DPS1C-U	15,21 ab	14,42	30,92 b	4,30 ab	3,00	31,97 ab	6.060 ab
DPS2C-U	15,50 ab	14,50	33,30 ab	4,42 a	2,55	32,82 ab	6.700 a
DTS-AS	15,02 ab	14,90	33,40 ab	4,37 ab	2,60	30,55 ab	7.020 a
DTC-AS	14,77 ab	14,07	31,82 b	4,37 ab	2,47	31,30 ab	7.038 a
DPS1C-AS	15,82 a	14,50	34,65 a	4,37 ab	2,52	33,42 ab	7.103 a
DPS2C-AS	16,17 a	14,25	35,05 a	4,35 ab	2,50	34,35 a	6.921 a
Valor de F	3,38 *	1,00 ns	14,26 *	2,55 *	1,12 ns	2,45 *	7,08 *
CV (%)	5,84	3,39	3,58	2,51	13,38	7,16	8,95

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 0,05 de probabilidade.

O número de fileira de grãos por espiga e o diâmetro de sabugo não foram influenciados pelos tratamentos considerados neste estudo (Tabela 3). Em concordância, COSTA (2000), avaliando três doses de nitrogênio em semeadura (30; 60 e 90 kg ha<sup>-1</sup> de N) e três doses de nitrogênio em cobertura (30; 60 e 90 kg ha<sup>-1</sup> de N), na cultura do milho, demonstrou que as diferenças entre tratamentos não foram significativas para o número de fileiras de grãos por espiga. Do mesmo modo ao verificado com a

altura de planta e de inserção de espiga, infere-se que esta característica é definida pelo genótipo, sendo pouco influenciada por práticas de manejo da cultura.

A característica diâmetro de espiga foi favorecida pela aplicação de ureia com dose parcelada na semeadura e duas aplicações em cobertura (DPS2C-U), superando a testemunha. OHLAND et al. (2005), ao avaliar o efeito de cultivos de cobertura do solo e níveis crescentes de adubação nitrogenada em superfície, em

duas épocas (metade da dose aplicada no estádio de quatro folhas e a outra metade no estádio de oito folhas completamente expandidas), verificaram que não houve efeito do parcelamento do nitrogênio sobre o diâmetro de espiga.

Porém, KAPPES et al. (2009), com o objetivo de avaliar a influência de épocas de aplicação e fontes de nitrogênio (ureia, sulfato de amônio, Entec<sup>®</sup> e testemunha), em cobertura, no milho de segunda safra, detectaram que a aplicação de nitrogênio, quando a planta apresenta dez folhas completamente expandidas, proporciona maior diâmetro de espiga.

A produtividade variou em relação aos tratamentos avaliados (Tabela 3). Os tratamentos com ureia, com dose total na semeadura (DTS-U), dose total em cobertura (DTC-U) e dose parcelada em semeadura e uma aplicação de cobertura (DPS1C-U), não diferiram estatisticamente da testemunha.

Todos os tratamentos com sulfato de amônio apresentaram média de produtividade superior à testemunha. Pode-se observar que todos os tratamentos submetidos ao sulfato de amônio se mostraram superiores aos tratamentos de ureia, com exceção ao tratamento de ureia com dose parcelada em semeadura, com duas aplicações (DPS2C-U) de cobertura. Estes dados corroboram os de SORATTO et al. (2010), os quais obtiveram maior produtividade de milho de segunda safra, cerca de 4.952 kg ha<sup>-1</sup>, quando o nitrogênio em cobertura foi fornecido na forma de sulfato de amônio. Já OLIVEIRA & CAIRES (2003) demonstraram que a ureia na superfície, ou com incorporação, e o sulfato de amônio na superfície tiveram comportamento semelhante na nutrição e na produção de milho.

As médias de produtividade entre os tratamentos com utilização de ureia e com sulfato de amônio foram, respectivamente, de 6.250 e 7.020 kg ha<sup>-1</sup>. A superioridade do sulfato de amônio pode ser justificada pelo enxofre presente no fertilizante. As médias produtivas foram superiores à média do Estado do Paraná, a qual se situa entre 3.000 e 4.000 kg ha<sup>-1</sup> para o milho de segunda safra (CONAB, 2009).

A forma de aplicação do fertilizante nitrogenado mais comum na região é a adubação nitrogenada na base (1/3 da dose na semeadura) e o parcelamento com uma aplicação em cobertura, no estádio fenológico V<sub>6</sub> (RITCHIE et al., 1993), equivalente ao tratamento de ureia e sulfato de amônio com a dose parcela em semeadura, com uma aplicação de cobertura. Nesta prática, o sulfato de amônio apresentou-se superior em 1.043 kg ha<sup>-1</sup> de grãos em relação à ureia.

O parcelamento em duas vezes do volume aplicado em cobertura não gerou incremento produtivo em relação a uma aplicação em cobertura, tanto para a ureia quanto para o sulfato de amônio. FORNASIERI FILHO (2007) relata melhores resultados quando a aplicação foi realizada de forma parcelada, na ocasião da semeadura e na fase de pico de desenvolvimento vegetativo (35 a 40 dias após emergência), divergindo, portanto, dos resultados obtidos neste estudo, onde, tanto para a ureia quanto para o sulfato de amônio, não houve diferenças entre as formas de parcelamento do nitrogênio. No entanto, FORNASIERI FILHO & CASAGRANDE (2002), estudando a influência de doses e modos de aplicação de nitrogênio no milho de segunda safra, relataram que não houve efeito da forma de aplicação do nitrogênio (todo na semeadura ou todo em cobertura) e de doses de nitrogênio nas características de produtividade.

### Conclusões

A aplicação de ureia em dose total na semeadura e em cobertura ou, ainda, em semeadura com uma cobertura, equivale-se ao comportamento agrônomico da testemunha.

A aplicação de sulfato de amônio parcelado na semeadura, combinado com uma aplicação em cobertura, favorece o desempenho agrônomico da cultura do milho de segunda safra.

Todos os tratamentos com sulfato de amônio apresentaram média de produtividade superior à testemunha.

### Referências

- ALVA, A. K.; PARAMASIVAM, S.; FARES, A.; DELGADO, J. A.; MATTOS JUNIOR, D.; SAJWAN, K. Nitrogen and irrigation management practices to improve nitrogen uptake efficiency and minimize leaching losses. **Journal of Crop Improvement**, Binghamton, v.15, n.2, p.369-420, 2005.
- AMADO, T.J.C.; MIELNICZUK, J.; AITA, C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.26, p.241-248, 2002.
- AMARAL FILHO, J. P. R.; FORNASIERI FILHO, D.; FARINELLI, R.; BARBOSA, J.R. Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.29, p.467-473, 2005.

- COELHO, A. M. **Nutrição e Adubação do Milho**. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 2006.10p. (Comunicado Técnico, 78).
- CONAB. Acompanhamento da safra Brasileira. **Grãos: décimo segundo levantamento, setembro 2009/ Companhia Nacional de Abastecimento**. Brasília, 2009.
- COSTA, A. M. **Adubação nitrogenada na cultura do milho (*Zea mays* L.) em sistema de plantio direto**. 2000. 90f. Dissertação (Mestrado) . Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.
- DUARTE, A. P.; CANTARELLA, H. Adubação nitrogenada de cobertura em milho safrinha no médio Paranapanema em 2004 e 2005. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 8., 2005. Assis. **Anais...** p.353-360.
- 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, MG, v.21, p.71-77, 1997.
- FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Milho: fatores determinantes da produtividade**. Piracicaba: FEALQ, 2007. 219p.
- FERNANDES, F. C. S.; LIBARDI, P. L. Percentagem de recuperação de nitrogênio pelo milho, para diferentes doses e parcelamentos do fertilizante nitrogenado. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.6, n.3, p.285-296, 2007.
- FORNASIERI FILHO, D.; CASAGRANDE, J. R. R. Adubação nitrogenada na cultura do milho safrinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.1, p.33-40, 2002.
- FORNASIERE FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. São Paulo: FUNEP, 2007. 273p.
- IAPAR. **Monitoramento agroclimático do Paraná**. Disponível em: <[http://www.iapar.br/arquivos/Image/monitoramento/Medias\\_Historicas/Londrina.htm](http://www.iapar.br/arquivos/Image/monitoramento/Medias_Historicas/Londrina.htm)>. Acesso em: 7 jun. 2009.
- IAPAR. **Zoneamento agrícola: Milho**. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1089>>. Acesso em: 04 de junho 2013.
- IAPAR. **Sugestão de adubação e calagem para culturas de interesse econômico no Estado do Paraná**. Londrina, 2003. 30 p. (Circular técnica, 128)
- 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.
- KELLER, G. D.; MENGEL, D. E. Ammonia volatilization from nitrogen fertilizers surface applied to no-till corn. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.50, p.1060-1063, 1986.
- MEIRA, F. A.; BUZETTI, 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.02, p.275-284, 2009.
- OHLAND, R. A. A.; SOUZA, L. C.F.; HERNANI, L. C.; MARCHETTI, M. E.; GONÇALVES, M. C. Culturas de cobertura do solo e adubação nitrogenada no milho em plantio direto. **Revista de Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.3, p.538-544, 2005.
- OKUMURA, R. S.; MARIANO, D. C.; ZACCHEO, P. V. C. Uso de fertilizante nitrogenado na cultura do milho: uma revisão. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava, v.4, n.2, p.226-244, 2011.
- OLIVEIRA, J. M. S. de; CAIRES, E. F. Adubação nitrogenada em cobertura para o milho cultivado após aveia preta no sistema plantio direto. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.25, n.2, p.351-357, 2003.
- PRADO, H. **Solos do Brasil: gênese, morfologia, classificação, levantamento e manejo**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 2003, p.31-49.
- RAJCAN, I.; TOLLENAAR, M. Source: sink ratio leaf senescence in maize: Dry matter and partitioning during grain filling. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.60, p.245-253, 1999.
- RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. **How a corn plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1993. 21p. (Cooperative Extension Service. Special Report, 48)

- 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.
- SCHRÖDER, J. J.; NEETESON, J. J.; OENEMA, O.; STRUIK, P. C. Does the crop or the soil indicate how to save nitrogen in maize production? Reviewing the state of art. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.66, n.1, p.151-164, 2000.
- SENGIK, E.; KIEHL, J. C. Controle da volatilização de amônia em terra tratada com ureia e turfa pelo emprego de sais inorgânicos. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.19, n.1, p.455-461, 1995.
- SILVA, E. C.; BUZETTI, S.; GUIMARÃES, G. L.; LAZARINI, E.; SÁ, M. E. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio na cultura do milho em plantio direto sobre Latossolo Vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.29, n.3, p.353-362, 2005a.
- SILVA, E. C.; FERREIRA, S.M.; SILVA, G.P.; ASSIS, R.L.; GUIMARÃES, G.L. Épocas e formas de aplicação de nitrogênio no milho sob plantio direto em solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa; MG, v.29, n.5, p.725-733, 2005b.
- 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**, Campina Grande, v.41, n.4, p.511-518, 2010.
- 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.
- 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.395-405, 2006.
- VASCONCELLOS, C. A.; VIANA, M. C. M.; FERREIRA, J. J. Acúmulo de matéria seca e de nutrientes em milho cultivado no período inverno-primavera. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, p.1835-1945, 1998.