

ÉPOCAS DE APLICAÇÃO E FONTES DE NITROGÊNIO NOS CARACTERES MORFOLÓGICOS DO MILHO SAFRINHA

Claudinei Kappes¹; Marco Antonio Camillo de Carvalho²; Oscar Mitsuo Yamashita³; Rafael Noetzold⁴; Marcelo Valentini Arf¹; João Paulo Ferreira¹; Flávio Hiroshi Kaneko¹.

¹Engenheiros Agrônomos, Mestrandos do Programa de Pós Graduação em Agronomia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS/Unesp), Avenida Brasil, 56, Centro, Caixa Postal 31, CEP 15385-000, Ilha Solteira - SP, Brasil. E-mail do primeiro autor: code.agro@hotmail.com. Autor para correspondência.

²Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia, Coordenador da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Campus de Alta Floresta, Rodovia MT 208, km 147, Bairro Jardim Tropical, CEP 78580-000, Alta Floresta - MT, Brasil.

³Engenheiro Agrônomo, Mestre em Agricultura Tropical, Professor Assistente do Departamento de Agronomia da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Rodovia MT 208, km 147, Bairro Jardim Tropical, CEP 78580-000, Alta Floresta - MT, Brasil.

⁴Engenheiro Agrônomo, Mestrando do Programa de Pós Graduação em Agricultura Tropical, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Avenida Fernando Corrêa, s/n., Coxipó, CEP 78060-900, Cuiabá - MT, Brasil.

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de épocas de aplicação (estádios fenológicos 1, 2 e 3) e fontes nitrogenadas (uréia, sulfato de amônio e Entec®, + testemunha) nos caracteres morfológicos de plantas de milho safrinha. O experimento foi conduzido em 2008 no Sítio Ivani, Santa Carmem, MT. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso num fatorial 3 x 4 (época x fonte), com quatro repetições. Para os caracteres mensurados, a interação época x fonte não foi significativa, demonstrando que estes fatores comportam-se independentemente. A aplicação no estágio 1 proporcionou maior altura da base do pendão e número de folhas por planta, enquanto a altura de inserção de espiga e diâmetro de colmo foram maiores com a aplicação nos estádios 1 e 2. O maior comprimento do 1º e 2º internódio do colmo foi verificado com a aplicação no estágio 2. No tocante as fontes, estas proporcionaram maior altura da base do pendão e diâmetro de colmo em relação à testemunha, enquanto o sulfato de amônio proporcionou maior altura de inserção de espiga e comprimento do 1º e 2º internódio do colmo. O número de folhas por planta não foi influenciado pelas fontes.

Palavras-chave: *Zea mays* (L.), fonte nitrogenada, adubação de cobertura.

TIME OF APPLICATION AND NITROGEN SOURCES IN THE AGRONOMIC CHARACTERS OF THE SAFRINHA CORN CROP

SUMMARY: The objective of this aim was the evaluation of the influence of time of application (phenological stages 1, 2 and 3) and nitrogen sources (urea, ammonium sulfate and Entec®, control) in the agronomic characters of plants of the safrinha corn (fall cropping). The study was conducted in 2008 in farm Ivani, in Santa Carmem, Mato Grosso State, Brazil. The experimental design was randomized blocks in a factorial scheme 3 x 4 (time x source) with four replications. For the characters measured, the source x time interaction was not significant, demonstrating that these factors behave themselves independently. The application in stage 1 provided the greatest height of the base of the tassel and number of leaves per plant, while the height of insertion of ear and stem diameter were greater with the application in stages 1 and 2. The greatest length of the 1st and 2nd internodes of the stem was observed with the application in stage 2. Regarding the sources, they provided greater height of the base of the tassel and stem diameter compared to the control, while ammonium sulfate provided the greatest time of insertion of ear length and the 1st and 2nd internodes of the stem. The number of leaves per plant

was not influenced by the sources.

Keywords: *Zea mays* (L.), nitrogen source, fertilization of coverage.

INTRODUÇÃO

O milho safrinha é caracterizado pela semeadura em fevereiro, após a colheita da safra normal, visando o aproveitamento das chuvas remanescentes, antes do período da seca. Essa modalidade de cultivo tem adquirido importância nos últimos anos em consequência das poucas alternativas econômicas viáveis para a safra de outono/inverno, constituindo-se em instrumento fundamental para o complemento no abastecimento do milho no Brasil (Shioga et al., 2004). Apesar de apresentar potencial de produtividade menor que a do milho semeado na primeira safra (Duarte, 2004), nos Estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, a produção na safrinha é a principal. No ano agrícola de 2008/09, a área brasileira cultivada com milho de segunda safra (safrinha) atingiu 4,9 milhões de hectares, sendo que somente o Mato Grosso cultivou 1,5 milhões de hectares neste ano (Conab, 2009).

A adubação nitrogenada de cobertura no milho safrinha para esta região deve ser antecipada em relação à safra normal. O nitrogênio possui papel fundamental no metabolismo vegetal por participar diretamente na biossíntese de proteínas e clorofilas (Andrade et al., 2003), sendo importante no estágio inicial de desenvolvimento da planta, período em que a absorção é mais intensa (Basso & Ceretta, 2000). No entanto, encontra-se em quantidades insuficientes na maioria dos solos brasileiros, tornando-se crucial o fornecimento exógeno em concentração adequada para garantir o crescimento e desenvolvimento das plantas de milho (Belarmino et al., 2003).

Em função de suas transformações no solo, o nitrogênio tem gerado muitas controvérsias e discussões com relação à época de aplicação, principalmente no milho. Escosteguy et al. (1997) citam que a época de

aplicação pode variar, sendo comum a aplicação de parte do nitrogênio na semeadura e o restante em cobertura, quando as plantas apresentam de quatro a oito folhas completamente expandidas. O aporte de nitrogênio na fase inicial de desenvolvimento proporciona maior índice de área foliar e maior número de grãos por espiga, culminando na manifestação do potencial genético da planta (Coelho, 2007). No Brasil, as fontes nitrogenadas mais usadas são a uréia e o sulfato de amônio. Ambas estão sujeitas a perdas de nitrogênio por lixiviação, escoamento superficial, volatilização da amônia e pela imobilização na biomassa microbiana (Alva et al., 2005). Além disso, o sulfato de amônio apresenta alta capacidade de acidificação do solo (Barbosa Filho et al., 2001).

Devido à grande exigência de nitrogênio, o milho é uma cultura altamente responsiva a esse nutriente (Ohland et al., 2005). Além do efeito sobre a produtividade de grãos pela cultura do milho, o nitrogênio interfere em diversas outras características da planta relacionadas ao crescimento e desenvolvimento, as quais, direta ou indiretamente, afetam o potencial produtivo da cultura. Como por exemplo, encontram-se na literatura, citações sobre a influência do nitrogênio sobre altura de plantas e peso de espigas (Davide, 1967), diâmetro de colmo e da produção de matéria seca. Nesse contexto, dentre as diversas práticas culturais utilizadas no milho, a determinação da melhor época de aplicação e da fonte de fertilizante nitrogenado constituem técnicas de extrema importância para o desenvolvimento da cultura.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de épocas e fontes de nitrogênio aplicado em cobertura sobre caracteres morfológicos de plantas de milho cultivado na safrinha em sucessão à cultura da soja.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de campo no ano agrícola de 2008, na área comercial do Sítio Ivani, localizada no município de Santa Carmem, MT, apresentando as coordenadas geográficas 12° 00' de latitude Sul e 55° 14' de longitude Oeste, com altitude de 365 m. O clima predominante da região, segundo classificação de Koppen, é do tipo Aw, com precipitação e temperatura média anual de 2.500 mm e 24 °C, respectivamente. A precipitação pluviométrica, por decêndio, ocorrida durante o desenvolvimento do trabalho, pode ser observada na Figura 1.

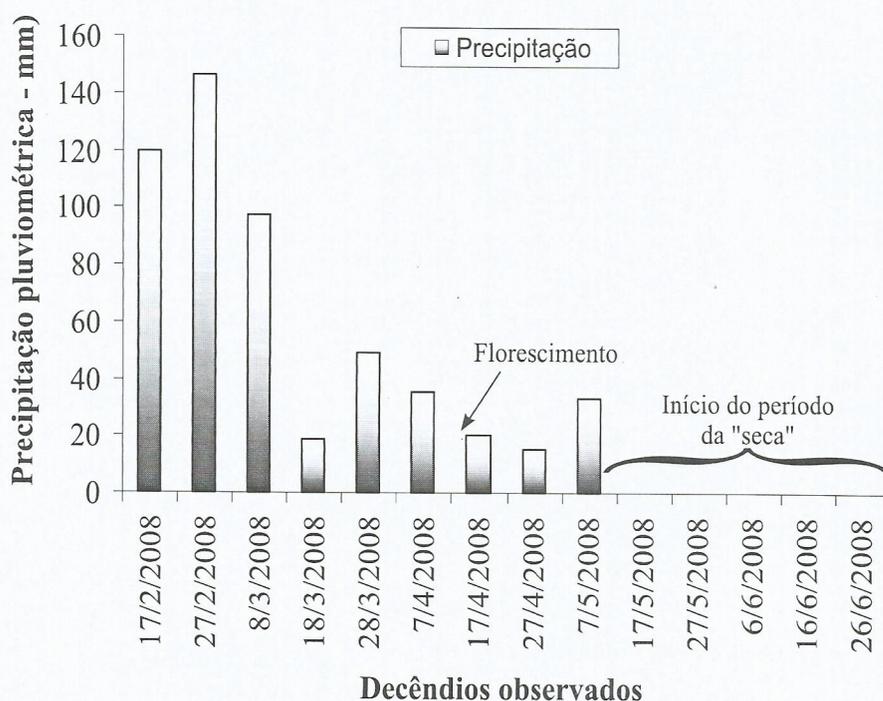


Figura 1. Precipitação pluviométrica registrada, por decêndio, durante o ciclo da cultura. Sítio Ivani, Santa Carmem, Mato Grosso, Brasil (2008).

O relevo é caracterizado como moderadamente plano e ondulado. O solo predominante da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo - LVA argiloso, conforme a nova denominação do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2006), originalmente sob vegetação de floresta amazônica. Antes da instalação do

experimento, foi realizada a amostragem do solo na camada de 0,0 a 0,2 m de profundidade, para a determinação das características físicas e químicas (Tabela 1). Anteriormente, a área foi cultivada com a rotação milheto - soja - milho e a sucessão milheto - soja, no ano agrícola de 2005/06 e 2006/07, respectivamente, em sistema de semeadura direta.

Tabela 1. Análise física e química do solo da área experimental na camada de 0,0 - 0,2 m. Sítio Ivani, Santa Carmem, Mato Grosso, Brasil (2008).

		Granulometria			Classe textural						
Areia		Silte			Argila						
		g kg ⁻¹									
380		100			520						
					Argilosa						
Macronutrientes e resultados complementares											
pH	P	K	S	Ca	Mg	Al	H	S	T	V	MO
H ₂ O		mg dm ⁻³				cmol _c dm ⁻³				%	
6,2	7,5	12,0	22,8	2,4	0,76	0,0	2,7	3,2	5,9	54,0	1,4
Micronutrientes											
B		Cu		Fe		Mn		Zn			
				mg dm ⁻³						—	
0,2		0,5		177,0		9,8		2,2			

S - Soma de bases; T - Capacidade de troca de cátions; V - Saturação por bases; MO - Matéria orgânica. Extratores: P e K: Mehlich; Ca, Mg e Al: KCl 1N; H + Al: SMP; Zn, Cu, Fe e Mn: Mehlich; S: Fosfato de Cálcio; B: Água quente.

Foi utilizado o híbrido duplo DKB 979 (Dekalb®), de ciclo precoce (845 graus dia), recomendado para o cultivo na região e com grande aceitação comercial. A semeadura mecânica sob resteva da cultura da soja foi realizada no dia 17 de fevereiro de 2008, época considerada como cultivo safrinha para a região, distribuindo três sementes por metro de sulco espaçados de 0,5 m entre si, à profundidade de 4 cm. A emergência das plântulas ocorreu aos cinco dias após a semeadura e a população final estabelecida foi de 58.000 plantas ha⁻¹, coerente com a recomendação proposta pela empresa produtora das sementes. Em razão da análise de solo ter sido concluída após a implantação da cultura, a adubação química de semeadura foi realizada pelo método usual do produtor rural, aplicando-se 185 kg ha⁻¹ da formulação N-P₂O₅-K₂O 06-16-16 (+ 6 dag kg⁻¹ de Ca, 5 dag kg⁻¹ de S e 0,3 dag kg⁻¹ de Zn).

Durante o período de desenvolvimento da cultura, foram realizadas as práticas fitotécnicas, de acordo com a necessidade (Barbosa, 2007). No intuito de manter a cultura livre de competição com plantas daninhas até a colheita, foi realizado o controle em pós-emergência inicial com os herbicidas atrazina

e nicossulfuron nas doses de 2000 e 8 g ha⁻¹ do i.a., respectivamente. O controle dos insetos praga foi realizado em duas aplicações, utilizando o inseticida methamidophos na dose de 480 g ha⁻¹ do i.a. no controle de besouros desfolhadores - "vaquinhas" [Diabrotica speciosa (Germar)] e (Maecolaspis calcarifera) e lufenuron na dose de 15 g ha⁻¹ do i.a. no controle da lagarta-do-cartucho [Spodoptera frugiperda (J.E. Smith)], visando evitar a ocorrência de danos provocados pelas referidas pragas. Todas as aplicações foram realizadas com pulverizador de barras tratorizado, regulado para aplicação de 150 dm³ ha⁻¹ de calda.

Após a emergência das plântulas, as parcelas foram demarcadas, com os tratamentos (Tabela 2) dispostos no delineamento de blocos ao acaso no esquema fatorial 3 x 4 (época de aplicação x fonte nitrogenada), com quatro repetições. As épocas de aplicação foram quando 50% das plantas na parcela experimental apresentavam três, sete e dez folhas completamente expandidas, correspondendo respectivamente aos estádios de desenvolvimento 1, 2 e 3 da escala fenológica proposta por Fancelli & Dourado Neto (1997). As fontes nitrogenadas utilizadas foram uréia

(45 dag kg⁻¹ de N), sulfato de amônio (20 dag kg⁻¹ de N e 24 dag kg⁻¹ de S) e Entec® (26 dag kg⁻¹ de N, sendo 18,5 dag kg⁻¹ na forma de amoniacal e 7,5 dag kg⁻¹ na forma nítrica, e 13 dag kg⁻¹ de S), todas na dose de 70 kg ha⁻¹ de N, mais testemunha (sem aplicação de nitrogênio em cobertura). O Entec® (sulfonitrato de amônio) é um produto comercial recentemente lançado no mercado brasileiro e que apresenta características diferenciadas das demais fontes de nitrogênio disponíveis por ser de

liberação lenta e controlada. Segundo o fabricante, em condições normais de cultivo a forma amoniacal do adubo não passa rapidamente para a nítrica em função da presença da molécula estabilizante DMPP (3,4 dimetilpirazolfosfato) que é um inibidor temporário do processo da nitrificação (transformação do amônio em nitrito) causado pelas bactérias Nitrosomonas, prolongando a permanência do nitrogênio na forma amoniacal (menos lixiviável) por um período de seis a oito semanas.

Tabela 2. Descrição sucinta dos tratamentos adotados no experimento. Sítio Ivani, Santa Carmem, Mato Grosso, Brasil (2008).

Nº	Época ⁽¹⁾	Fonte de N	Nº	Época ⁽¹⁾	Fonte de N
01	1	Uréia	07	2	Entec®
02	1	Sulfato de amônio	08	2	Testemunha B
03	1	Entec®	09	3	Uréia
04	1	Testemunha A	10	3	Sulfato de amônio
05	2	Uréia	11	3	Entec®
06	2	Sulfato de amônio	12	3	Testemunha C

(1) Estádio fenológico determinado de acordo com a escala proposta por Fancelli & Dourado Neto (1997).

O adubo nitrogenado foi aplicado manualmente, ao lado e aproximadamente a 5 cm das fileiras de plantas, em forma de cobertura superficial (sem incorporação) e sob boas condições de umidade no solo. As parcelas experimentais foram compostas por seis linhas de 6 m de comprimento, com espaçamento de 0,5 m entre si. Como área útil foram consideradas as duas linhas centrais com 4 m de comprimento, excetuando-se um metro em ambas extremidades. As quatro linhas extremas foram consideradas bordaduras.

O florescimento masculino (emissão da inflorescência masculina - "pendão") ocorreu aos 55 dias após a semeadura. Por ocasião do ponto de maturidade fisiológica da cultura (50% das plantas com aparecimento da camada negra no ponto de inserção do grão com o sabugo - estágio 10), foram mensurados os seguintes caracteres morfológicos: **a) altura da base do pendão:** determinada através da simples medição do comprimento do colmo (da superfície do solo até a base da inflorescência masculina); **b) altura de**

inserção de espiga: determinada pela distância entre a superfície do solo e o ponto de inserção da espiga principal com o colmo (pedúnculo); **c) diâmetro de colmo:** considerado o diâmetro do segundo internódio a partir da base da planta, mensurado através de paquímetro; **d) comprimento do 1º e 2º internódio do colmo:** obtido pela distância entre a superfície do solo e o ponto de limitação do 2º internódio no colmo; **e) folhas por planta:** obtido pela contagem de todas as folhas inseridas no colmo. Cabe salientar que para tais características foram avaliadas sempre as mesmas plantas, considerando cinco plantas por parcela experimental.

Os resultados obtidos foram submetidos ao teste F da análise de variância. As médias das épocas de aplicação e fontes nitrogenadas, quando significativas pelo teste F, foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro (P<0,05), de acordo com Pimentel Gomes & Garcia (2002). O aplicativo computacional utilizado foi o Sistema de Análise Estatística - SANEST.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apesar da distribuição desuniforme e de Casagrande & Fornasieri Filho (2002) considerarem que podem ocorrer variações nos valores de consumo de água em função do híbrido, da época de semeadura, da região e da população de plantas, as precipitações pluviométricas ocorridas no local do experimento no período compreendido entre meados de fevereiro e meados de maio de 2008 (Figura 1) foram consideradas boas para o desenvolvimento da cultura, podendo afirmar que os caracteres morfológicos mensurados nesse experimento não foram influenciados por déficit hídrico no solo. A partir de meados de maio não foi registrada precipitação pluviométrica, porém, neste período, os caracteres morfológicos já estavam completamente desenvolvidos. Cruz et al. (2006) destacam que o déficit hídrico na cultura do milho pode ocasionar danos em todos os estádios de desenvolvimento, sendo que durante o crescimento vegetativo, devido ao menor alongamento celular e à redução da

massa vegetativa, há uma diminuição na taxa fotossintética. Fancelli & Dourado Neto (2004) citam que tanto o crescimento quanto o desenvolvimento da planta e a translocação de fotoassimilados encontram-se ligados à disponibilidade hídrica do solo.

Os caracteres mensurados apresentaram baixo coeficiente de variação (Tabela 3), indicando boa precisão experimental (Carvalho et al., 2003). A interação época de aplicação x fonte nitrogenada não foi significativa, indicando que estes fatores comportam-se de maneira independente. Silva & Silva (2002), avaliando os efeitos do nitrogênio em milho também não constataram interação significativa, porém, entre os fatores época de aplicação e ano de semeadura. Com baixo coeficiente de variação, Souza & Soratto (2006) constataram interação significativa entre fontes e doses de aplicação de nitrogênio em cobertura para altura de planta e altura de inserção de espiga no milho safrinha, em sistema de semeadura direta.

Tabela 3. Altura da base do pendão (A.B.P.), altura de inserção de espiga (A.I.E.), diâmetro de colmo (D.C.), comprimento do 1º e 2º internódio do colmo (C.I.C.) e folhas por planta (F.P.) de milho em função da aplicação de nitrogênio em diferentes épocas e fontes. Sítio Ivani, Santa Carmem, Mato Grosso, Brasil (2008).

Época (E.) (estádio fenológico)	A.B.P.	A.I.E.	D.C.	C.I.C.	F.P.
	cm		mm		nº
1	184,4 a	93,1 a	19,2 a	122,3 b	13,9 a
2	178,6 ab	89,9 a	19,7 a	137,1 a	13,5 b
3	173,7 b	83,4 b	16,8 b	118,0 b	13,5 b
DMS (5%)	5,81	5,23	1,63	14,37	0,39
Valor de F	10,21 **	10,68 **	10,63 **	5,85 **	4,55 *
Fonte de N (F.)					
Uréia	180,1 a	89,5 ab	19,1 a	128,1 ab	13,6
Sulfato de amônio	183,4 a	92,0 a	19,3 a	136,7 a	13,7
Entec®	181,3 a	89,5 ab	19,6 a	122,3 ab	13,7
Testemunha	171,0 b	84,0 b	16,4 b	116,1 b	13,6
DMS (5%)	7,40	6,66	2,09	18,31	—
Valor de F	8,04 **	3,81 *	7,58 **	3,36 *	0,27 NS
Interação (E. x F.)					
Valor de F	0,47 NS	0,31 NS	0,37 NS	1,24 NS	1,56 NS
CV (%)	3,74	6,79	10,15	13,16	3,27

Médias seguidas por letras distintas nas colunas, em cada parâmetro dentro de cada fator, diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade (P<0,05).

**, * e NS - Significativo em nível de 1%, de 5% de probabilidade e não significativo segundo o teste F, respectivamente.

DMS - Diferença mínima significativa pelo teste de Tukey; CV - Coeficiente de variação.

Verifica-se que a aplicação de nitrogênio no estádio 1 proporcionou plantas com porte mais elevado em virtude da maior altura da base do pendão (Tabela 3), corroborando, em parte, com os resultados obtidos por Lucena et al. (2000), que ao avaliarem a resposta do milho a diferentes doses de fósforo no solo e nitrogênio (50% na base e o restante em cobertura) em um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, verificaram que a altura de planta respondeu positiva e significativamente à aplicação. Contudo, discorda com os resultados de Esehie et al. (1995), ao não constatarem efeitos da aplicação de nitrogênio sobre a altura de plantas de milho. Sangoi & Almeida (1994) observaram influência do nitrogênio sobre a altura de plantas de milho apenas em ano onde houve estresse hídrico, o que não foi evidenciado no presente trabalho. Nesse estudo, os autores verificaram aumentos significativos de 28% na altura das plantas mediante a aplicação de 100 kg ha^{-1} de N em relação ao tratamento em que o nutriente não foi aplicado. Entre as fontes, embora estas não tenham apresentado diferença entre si, foi constatado resultado significativamente superior de altura da base do pendão em comparação à testemunha, concordando com Arnon (1975), o qual afirma que planta mal nutrida com nitrogênio apresenta menor capacidade de assimilar CO_2 e de sintetizar carboidratos durante a fotossíntese, resultando em menor acúmulo de biomassa, retardamento a divisão celular nos pontos de crescimento, o que tem como consequência a redução na altura da planta. Ao avaliar a influência de nitrogênio (parte na semeadura e parte em cobertura), zinco e boro e de suas respectivas interações no desempenho da cultura de milho, Soares (2003) verificou que a aplicação de 120 kg ha^{-1} de N na forma de uréia (45 dag kg^{-1} de N), proporcionou maior altura da base do pendão, com acréscimo de 17% em relação à testemunha (0 kg ha^{-1} de N).

A altura de inserção de espiga apresentou comportamento semelhante ao do diâmetro de colmo, ao ser influenciado pela aplicação de nitrogênio nos estádios 1 e 2,

sendo verificado valores significativamente maiores em relação ao último estádio (Tabela 3). Os resultados mostram-se coerentes com os obtidos por Pauletti & Costa (2000) que, ao avaliarem o efeito da época de aplicação de nitrogênio em milho cultivado em sucessão à aveia preta em sistema de semeadura direta em Ponta Grossa, PR, verificaram que a altura de inserção de espiga foi influenciada significativamente, sendo que os tratamentos que receberam o nitrogênio apresentaram valores superiores em relação à testemunha. Não obstante, Mar et al. (2003), avaliando a resposta do milho safrinha ao nitrogênio em cobertura, em sucessão à soja, também constataram aumentos significativos na altura de inserção de espiga e Soares (2003), encontrou superioridade de 30% nos tratamentos que envolveram a adubação nitrogenada em relação à testemunha.

No tocante às fontes, apenas o sulfato de amônio apresentou diferença significativa na altura de inserção de espiga em relação à testemunha, apesar de não ter diferido da uréia e do Entec®. Embora a testemunha tenha apresentado valores menores em relação aos demais tratamentos, isto em nada altera os procedimentos de colheita conduzidos na região, em geral mecanizada. Souza & Soratto (2006) também não verificaram diferença estatística entre uréia e Entec®, aplicados em cobertura, para esta característica agrônômica.

O diâmetro de colmo respondeu à aplicação de nitrogênio nos estádios 1 e 2, sendo verificado valores significativamente maiores em relação ao último estádio (Tabela 3). Em relação ao efeito isolado das fontes, embora estas não tenham se diferido, foi constatada superioridade significativa nos valores de diâmetro de colmo em comparação à testemunha. Soares (2003) verificou que o diâmetro de colmo foi significativamente influenciado pela aplicação de 120 kg ha^{-1} de N, proporcionando aumento de 20% no diâmetro de colmo em comparação aos tratamentos que não receberam o nutriente. De acordo com Fancelli & Dourado Neto (2004), o crescimento do colmo das plantas de milho ocorre

principalmente a partir da emissão da oitava folha, se prolongando até o florescimento, sendo que o colmo não somente atua como suporte de folhas e inflorescências, mas principalmente como uma estrutura destinada ao armazenamento de sólidos solúveis que serão utilizados na formação de grãos. Desta maneira, assim como a altura da base do pendão, que representa o comprimento do colmo, o diâmetro do colmo das plantas de milho é muito importante para a obtenção de alta produtividade.

O maior comprimento do 1º e 2º internódio do colmo das plantas foi verificado com a aplicação de nitrogênio no estágio 2 (Tabela 3). Entre as fontes nitrogenadas, foi constatado maior comprimento do 1º e 2º internódio do colmo com a aplicação de sulfato de amônio, apesar de não ter se diferido significativamente das aplicações com uréia e Entec®, mas apenas da testemunha. Os resultados obtidos mostram concordância com os obtidos por Soares (2003), ao verificar que a aplicação de 120 kg ha⁻¹ de N proporcionou aumento de 27% no comprimento do 2º internódio do colmo quando comparado aos tratamentos em que o nitrogênio não foi aplicado.

As plantas apresentaram maior número de folhas quando o nitrogênio foi aplicado no estágio 1 (Tabela 3), diferindo de maneira significativa dos demais estádios fenológicos, porém, entre as fontes não houve diferença, as quais apresentaram comportamento similar à testemunha, concordando com os resultados de Esehie et al. (1995), ao não constatarem efeitos da aplicação de nitrogênio no milho sobre o número de folhas por planta. Isto demonstra, em parte, que essa característica agrônômica é determinada geneticamente e que responde as condições do ambiente em que está inserida, não apresentando resposta a fonte nitrogenada. Vieira Junior et al. (2005) citam que o número total das folhas no dossel é variável entre e dentro das espécies, como resultado da adaptação ao meio. O desenvolvimento da folha de milho, caracterizado pela taxa de produção de novas folhas, pelo número total de folhas produzidas

e pela duração da área fotossinteticamente ativa, é um importante processo no sistema de produção da cultura, conforme mencionado por Warrington & Kanemasu (1983). Além disso, a área foliar determina a quantidade de radiação interceptada, e conseqüentemente, o crescimento, o desenvolvimento e a produção final da cultura.

Embora a uréia e o sulfato de amônio sejam fontes que apresentam baixa eficiência de utilização pelas culturas (Barbosa Filho & Silva, 2001), de maneira geral, as fontes influenciaram significativamente sobre o desenvolvimento de todos os caracteres morfológicos avaliados no presente estudo, podendo ser justificado principalmente, pelo baixo teor de matéria orgânica no solo e pela precipitação pluviométrica ocorrida nas fases de desenvolvimento da cultura. Keller & Mengel (1986) relatam que na literatura são encontrados inúmeros trabalhos de pesquisa por meio dos quais se demonstra que a uréia em cobertura pode ser tão eficiente quanto outras fontes nitrogenadas, desde que ocorra precipitação ou se proceda à irrigação após a sua aplicação. Contudo, é importante destacar que adubações sucessivas com fertilizantes amoniacais em cobertura têm aumentado a acidez da camada superficial do solo, principalmente em áreas de muitos anos de adoção do sistema de semeadura direta (Barbosa Filho et al., 2001).

CONCLUSÕES

1. A aplicação de nitrogênio no estágio 1 (três folhas completamente expandidas) proporciona a obtenção de plantas com maior altura da base do pendão e número de folhas, enquanto a altura de inserção de espiga e diâmetro de colmo são maiores com a aplicação nos estádios 1 e 2 (sete folhas completamente expandidas) e indivíduos com maior comprimento do 1º e 2º internódio do colmo são obtidos com a aplicação no estágio 2.

2. As fontes nitrogenadas proporcionam maior altura da base do pendão e diâmetro de colmo das plantas de milho em relação ao

tratamento que não recebeu aplicação de nitrogênio, contudo, o número de folhas por planta não foi influenciado com a alteração das fontes nitrogenadas.

3. A aplicação de sulfato de amônio favorece maior altura de inserção de espiga e comprimento do 1º e 2º internódio do colmo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos senhores Armando Pedro Kappes e Nelson Roque Kappes, proprietários do Sítio Ivani em Santa Carmem - MT, pela concessão da área experimental e suporte para realização deste estudo e a Alisson Fernando Pereira, pelo fundamental auxílio nas avaliações de campo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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*, v. 15, n. 2, p. 369-420, 2005.

ANDRADE, A. C.; FONSECA, D. M.; QUEIROZ, D. S.; SALGADO, L. T.; CECON, P. R. Adubação nitrogenada e potássica em capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Napier). *Ciência e Agrotecnologia*, p. 1643-1651, 2003. Edição especial.

ARNON, I. Mineral nutrition maize. Bern: International Potash Institute, 1975. 452 p.

BARBOSA, C. A. Manual da cultura do milho (*Zea mays*). Viçosa, MG: AgroJuris, 2007. 123 p.

BARBOSA FILHO, M. P.; FAGERIA, N. K.; SILVA, O. F. Aplicação de nitrogênio em cobertura no feijoeiro irrigado. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2001. 8 p. (Circular Técnica, 49).

BARBOSA FILHO, M. P.; SILVA, O. F.

Adubação de cobertura do feijoeiro irrigado com uréia fertilizante em plantio direto: um ótimo negócio, *Informações Agronômicas*, n. 93, p. 1-5, 2001.

BASSO, C. J.; CERETTA, C. A. Manejo do nitrogênio no milho em sucessão a plantas de cobertura de solo, sob plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 24, n. 4, p. 905-915, 2000.

BELARMINO, M. C. J.; PINTO, J. C.; ROCHA, G. P.; FERREIRA NETO, A. E.; MORAIS, A. R. Altura de perfilho e rendimento de matéria seca de capim-tanzânia em função de diferentes doses de superfosfato simples e sulfato de amônio. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 27, n. 4, p. 879-885, 2003.

CARVALHO, C. G. P.; ARIAS, C. A. A.; TOLEDO, J. F. F.; ALMEIDA, L. A.; KIIHL, R. A. S.; OLIVEIRA, M. F.; HIROMOTO, D. M.; TAKEDA, C. Proposta de classificação dos coeficientes de variação em relação à produtividade e altura da planta de soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 38, n. 2, p. 187-193, 2003.

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

COELHO, A. M. Manejo da adubação nitrogenada na cultura do milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2007. 11 p. (Circular Técnica, 96).

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento de safra brasileira: grãos, décimo primeiro levantamento, agosto 2009. Brasília, DF: Conab, 2009. 39 p.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; 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. 12 p. (Circular Técnica, 87).

- DAVIDE, J. G. The effect of fertilizer and population density on the grow and yield of corn in the Philippines. *Philippine Agriculturist*, v. 14, n. 10, p. 573-580, 1967.
- DUARTE, A. P. Milho safrinha: características e sistemas de produção. In: GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V. (Ed.). *Tecnologias de produção do milho*. Viçosa, MG: UFV, 2004. p. 109-138.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.
- 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*, v. 21, n. 1, p. 71-77, 1997.
- ESECHIE, H. A.; ELIAS, S.; MAGPANTAY, J. Timing of nitrogen application to enhance corn (*Zea mays* L.) yields in a desert climate. *Journal of Agronomy and Crop Science*, v. 175, n. 4, p. 271-278, 1995.
- FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Fenologia do milho. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. (Coord.). *Tecnologia da produção de milho*. Piracicaba: Publique, 1997. p. 131-134.
- FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. *Produção de milho*. 2.ed. Guaíba: Agropecuária, 2004. 360 p.
- KELLER, G. D.; MENGEL, D. B. Ammonia volatilization from nitrogen fertilizers surface applied to no-till corn. *Soil Science Society of America Journal*, v. 50, n. 4, p. 1060-1063, 1986.
- LUCENA, L. F. C.; OLIVEIRA, F. A.; SILVA, I. F.; ANDRADE, A. P. Resposta do milho a diferentes dosagens de nitrogênio e fósforo aplicados ao solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 4, n. 3, p. 334-337, 2000.
- 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*, v. 62, n. 2, p. 267-274, 2003.
- OHLAND, R. A. A.; SOUZA, L. C. P.; HERNANI, L. C.; MARCHETTI, M. E.; GONÇALVES, M. C. Culturas de cobertura do solo e adubação nitrogenada no milho em plantio direto. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 29, n. 3, p. 538-544, 2005.
- PAULETTI, V.; COSTA, L. C. Época de aplicação de nitrogênio no milho cultivado em sucessão à aveia preta no sistema plantio direto. *Ciência Rural*, v. 30, n. 4, p. 599-603. 2000.
- PIMENTEL GOMES, F.; GARCIA, C. H. *Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais: Exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos*. Piracicaba: FEALQ, 2002. 309 p.
- SANGOI, L., ALMEIDA, M. L. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio para a cultura do milho num solo com alto teor de matéria orgânica. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 29, n. 1, p. 13-24, 1994.
- SHIOGA, P. S.; OLIVEIRA, E. L.; GERAGE, A. C. Densidade de plantas e adubação nitrogenada em milho cultivado na safrinha. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 3, n. 3, p. 381-390, 2004.
- SILVA, P. S. L.; SILVA, P. I. B. Efeitos de épocas de aplicação de nitrogênio no rendimento de grãos do milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 37, n. 8, p. 1057-1064, 2002.
- SOARES, M. A. Influência de nitrogênio, zinco e boro e de suas respectivas interações no desempenho da cultura de milho (*Zea mays* L.). Piracicaba: Escola Superior de Agricultura

"Luiz de Queiroz" (ESALQ), 2003. 92 f. (Dissertação de Mestrado).

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, v. 5, n. 3, p. 395-405, 2006.

VIEIRA JUNIOR, P. A.; DOURADO NETO, D.; BERNARDES, M. S.; MANFRON, P. A.; KREZINGER, A.; PEREIRA, C. R. Previsão da população e arranjo espacial de plantas de milho em função da arquitetura da copa e da localização da cultura. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v. 4, n. 3, p. 404-417, 2005.

WARRINGTON, I. J.; KANEMASU, E. T. Corn growth response to temperature nad photoperiod I. seedling emergence, tassel initiation and anthesis. Agronomy Journal, v. 75, p. 749-754, 1983.