

MANEJO DO NITROGÊNIO EM COBERTURA NA CULTURA DO MILHO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO

CLAUDINEI KAPPES¹, ORIVALDO ARF², EDJAIR AUGUSTO DAL BEM²,
JOSÉ ROBERTO PORTUGAL², ALEX RANGEL GONZAGA²

¹Fundação MT, Rondonópolis, MT, Brasil, claudineikappes@fundacaomt.com.br

²Unesp, Ilha Solteira, SP, Brasil, arf@agr.feis.unesp.br, edjairflorestal@hotmail.com, jr_portugal@hotmail.com,
alequiss@hotmail.com

Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.13, n.2, p. 201-217, 2014

RESUMO - Este trabalho objetivou avaliar a influência de fontes, épocas e doses de nitrogênio em cobertura no milho cultivado em sistema plantio direto. O experimento foi conduzido em Selvíria, MS, Brasil (20° 20' S e 51° 24' W), durante o ano agrícola 2010/11, sob Latossolo Vermelho Distrófico típico argiloso. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com os tratamentos dispostos em esquema fatorial 2 x 2 x 4, com quatro repetições. Como fontes de nitrogênio, utilizaram-se ureia e sulfato de amônio e as aplicações realizadas nos estádios de desenvolvimento V₅ e V₈. As doses testadas foram: 0; 50; 100 e 150 kg ha⁻¹ de N. O híbrido utilizado foi o BG 7049, semeado no espaçamento de 0,9 m entrelinhas. Foram mensurados características morfológicas, componentes de produção e produtividade da cultura. Procedeu-se à análise de variância, comparando-se as médias de fontes e de épocas de aplicação pelo teste de Tukey e de doses de nitrogênio por análise de regressão. As fontes e as épocas de aplicação de nitrogênio não afetaram os componentes de produção, enquanto o índice de clorofila foliar, os diâmetros de colmo e de espiga, a altura de planta, a massa de 1000 grãos e a produtividade aumentaram linearmente com o incremento nas doses de nitrogênio.

Palavras-chave: adubação nitrogenada; produtividade; sulfato de amônio; ureia; *Zea mays*.

SIDE-DRESSING NITROGEN MANAGEMENT IN MAIZE CROP IN NO-TILL SYSTEM

ABSTRACT - This research had the objective of evaluating the influence of sources, application times and rates of nitrogen side-dress applied in maize hybrid cultivated in no-till system. The experiment was conducted in Selvíria, MS, Brazil (20° 20'S and 51° 24'W), during the 2010/11 season, on a clayey Rhodic Haplustox. The experiment was fitted in a randomized complete block design, with 2 x 2 x 4 factorial treatment combinations, with four replications. The nitrogen sources used were urea and ammonium sulfate with applications performed at V₅ and V₈ development stage. The nitrogen rates tested were: 0; 50; 100 and 150 kg ha⁻¹. The BG 7049 maize hybrid was used with 0.9 m row spacing. Morphological characteristics, yield components and grain yield were evaluated. The analysis of variance was performed using the F test, means of nitrogen sources and application times were compared using Tukey test and nitrogen rates were adjusted using regression analysis. The sources and application times of nitrogen did not affect the yield components, whereas chlorophyll level, stalk and ear diameter, plant height, seed weight and yield increased linearly with increasing nitrogen rates.

Key words: nitrogen fertilization; yield; ammonium sulfate; urea; *Zea mays*.

O nitrogênio é o nutriente absorvido em maior quantidade pelo milho. Entretanto, o seu manejo incorreto é o que mais interfere na produtividade e mais onera o custo de produção da cultura. 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). Assim, a dinâmica do nitrogênio no sistema solo-planta é influenciada principalmente pelo sistema de cultivo, pelo tipo de fertilizante, pelas formas de manejo e pelas condições edafoclimáticas (Figueiredo et al., 2005; Santos et al., 2010).

O não-revolvimento do solo promove modificações na ciclagem dos nutrientes, sendo o nitrogênio o mais afetado, pois, com a decomposição mais lenta dos resíduos vegetais deixados na superfície do solo, processos como imobilização, mineralização, lixiviação e volatilização são alterados. Resultados de pesquisas em condições edafoclimáticas diferentes e que apresentam considerável acúmulo de palha, maior teor de matéria orgânica e maior tempo de adoção do sistema plantio direto têm influenciado na recomendação da adubação nitrogenada no milho. Isto implica a necessidade de mais estudos para o entendimento da dinâmica do nitrogênio no sistema solo-planta e possibilita a tomada de decisão quanto às formas de manejo, para que a disponibilidade de nitrogênio ocorra em sincronia com a necessidade da cultura (Lara Cabezas et al., 2004; Figueiredo et al., 2005).

A época de aplicação do fertilizante nitrogenado tem grande influência no aproveitamento deste nutriente. Devido às suas transformações no solo, o nitrogênio é um nutriente muito dinâmico, o que tem gerado muitas controvérsias e discussões com relação à sua época de aplicação no milho, notadamente sob sistema plantio direto. Alguns resultados de pesquisa têm demonstrado vantagens na aplicação

de nitrogênio em pré-semeadura do milho. Outros demonstram a necessidade de aumento da dose de nitrogênio na semeadura, sendo o restante da necessidade fornecido em cobertura (Bortolini et al., 2002). 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 expandidas.

As fontes nitrogenadas mais utilizadas são a ureia e o sulfato de amônio. Ambas estão sujeitas a perdas de nitrogênio no solo por lixiviação, escoamento superficial, volatilização da amônia (principalmente a ureia) e pela imobilização na biomassa microbiana (Alva et al., 2006). As perdas de nitrogênio dependem do tipo de solo (especialmente textura), do local (pluviosidade), da época de aplicação, do tipo de fertilizante (orgânico x químico; nítrico x amoniacal) e do sistema de cultivo (convencional ou direto), mas, de modo geral, a aplicação antes da fase de maior demanda resulta em maiores perdas (Sainz Rozas et al., 2004). A maioria dos trabalhos demonstra que existe grande variação no aproveitamento do nitrogênio do fertilizante pelo milho, que raramente ultrapassa 50% do nitrogênio aplicado.

Nesse aspecto, é necessário buscar técnicas que possibilitem a redução das perdas, aumentando a eficiência da fertilização com nitrogênio e, consequentemente, a produtividade da cultura (Kappes et al., 2009). A determinação da fonte, da época e da dose de aplicação do fertilizante constitui fator de extrema importância para o manejo do nitrogênio no milho.

Perante tais considerações, este trabalho foi conduzido objetivando avaliar a influência de fontes, épocas e doses de aplicação de nitrogênio em cobertura sobre o desempenho do milho cultivado em sistema plantio direto.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em Selvíria, MS, Brasil, em área experimental da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Universidade Estadual Paulista (Unesp), situada a 20° 20' Sul e 51° 24' Oeste, com 340 m de altitude.

O clima da região, segundo classificação de Koppen, é do tipo Aw, com precipitação pluviométrica média anual de 1.330 mm, temperatura média anual de 25 °C e umidade relativa do ar média anual de 66%. Os dados climáticos coletados na Estação Meteorológica da Fazenda Experimental durante o ciclo da cultura podem ser observados na Figura 1.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico álico, de textura argilosa (Santos et al., 2006), cuja análise

química, na camada de 0 a 0,1 m, revelou os valores: MO = 22 g dm⁻³; pH (CaCl₂) = 6,2; P (resina) = 70 mg dm⁻³; K, Ca, Mg, H+Al e CTC = 2,0, 25, 16, 16 e 59 mmol_c dm⁻³, respectivamente; e V = 73%. Na camada de 0,1 a 0,2 m, os valores obtidos foram: MO = 19 g dm⁻³; pH (CaCl₂) = 6,1; P (resina) = 20 mg dm⁻³; K, Ca, Mg, H+Al e CTC = 1,6, 24, 17, 16 e 58 mmol_c dm⁻³, respectivamente; e V = 73%. O experimento foi instalado em área cultivada em sistema plantio direto, a qual havia sido ocupada com feijão no período de inverno anterior à instalação.

Foi utilizado o híbrido comercial BG 7049 (Biogene®), o qual apresenta as seguintes características: híbrido triplo; ciclo precoce (890 graus dia); grãos semiduros alaranjados; bom potencial produtivo; e tolerância às principais

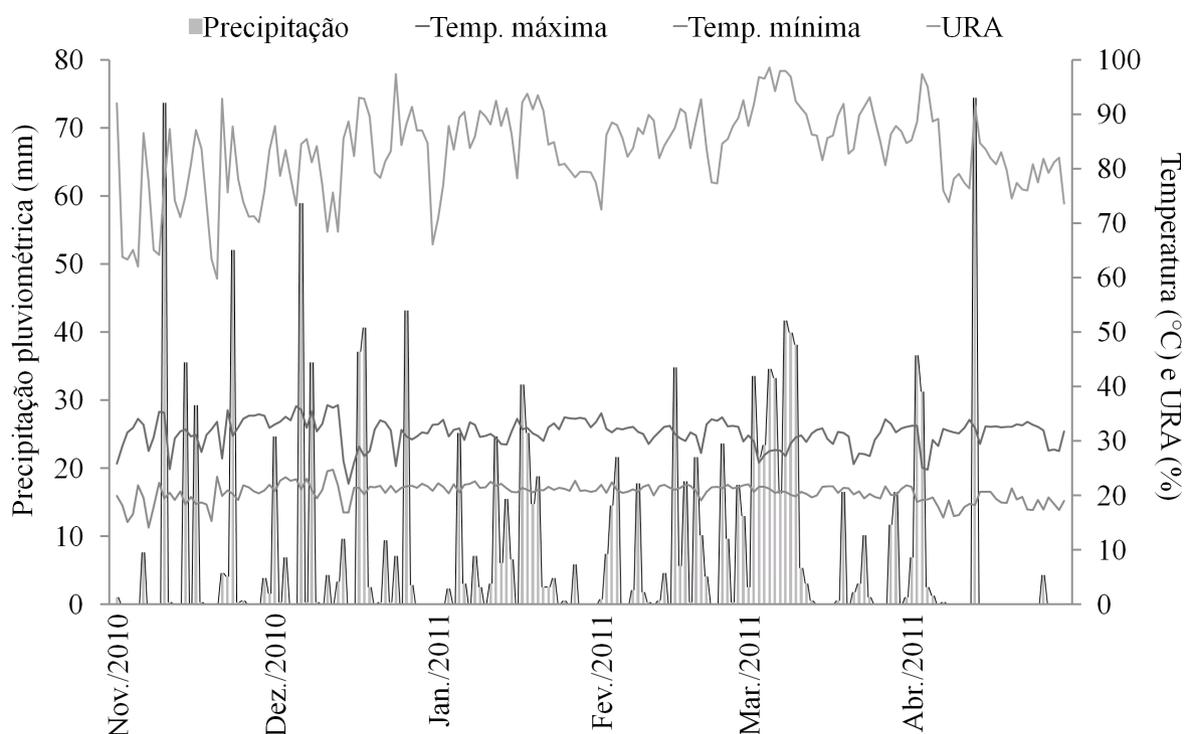


FIGURA 1. Dados diários de precipitação pluviométrica, temperaturas máxima e mínima do ar e umidade relativa do ar (URA) durante a condução do experimento. Selvíria, MS, Brasil (2010/11).

doenças tropicais. É recomendado para o cultivo em safra normal na região de estudo, fato que contribui para que os resultados tenham representatividade para as lavouras comerciais.

Na semana que antecedeu a semeadura do milho, as plantas daninhas presentes na área foram dessecadas com glifosato (960 g ha^{-1} de i.a.). A semeadura foi realizada no dia 19 de novembro de 2010, distribuindo-se 5,8 sementes por metro de sulco a uma profundidade de 0,04 m. A emergência da maioria das plântulas ocorreu aos seis dias após a semeadura e a população inicial estabelecida foi de $61.230 \text{ plantas ha}^{-1}$, estando coerente com a recomendação da empresa produtora das sementes. Na adubação mineral de semeadura, foram aplicados 400 kg ha^{-1} da fórmula 08-28-16 (mais 1% de Ca, 2% de S e 0,3% de Zn). Utilizou-se semeadora específica para o sistema plantio direto, equipada com mecanismo sulcador de hastes (tipo “botinha”) e sistema de distribuição de sementes pneumático.

Durante a condução da cultura, foram realizadas as práticas fitotécnicas de acordo com a necessidade. As plantas daninhas foram controladas em pós-emergência, utilizando-se os herbicidas atrazina (1.000 g ha^{-1} de i.a.) e tembotriona (84 g ha^{-1} de i.a.) na forma de mistura. Adicionou-se, na calda de aplicação, o adjuvante éster metilado de óleo de soja (720 g ha^{-1} de i.a.). No momento da aplicação, as plantas daninhas estavam nos estádios iniciais de desenvolvimento e a cultura encontrava-se com 50% das plantas com a sexta folha expandida - V6 (Ritchie et al., 2003). Para o controle da lagarta-do-cartucho [*Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith)], foram necessárias duas aplicações de inseticidas, ocasião em que a cultura encontrava-se com 50% das plantas com seis e nove folhas expandidas.

Na primeira, aplicou-se metomil (170 g ha^{-1} de i.a.) e, na segunda aplicação, metomil (130 g ha^{-1} de i.a.) e triflumurom (25 g ha^{-1} de i.a.). É oportuno ressaltar que a segunda aplicação de inseticida foi realizada em jato dirigido, com pulverizador costal manual com capacidade de pressão de trabalho de 6 kgf cm^{-2} e munido com ponta do tipo jato plano (“leque”) e volume de calda de 230 l ha^{-1} . As demais aplicações de produtos fitossanitários foram realizadas com pulverizador de barras tratorizado, com volume de calda equivalente a 200 l ha^{-1} .

Foram estabelecidos 16 tratamentos com quatro repetições, resultantes da combinação dos fatores fontes, épocas e doses de nitrogênio em cobertura no milho. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com os tratamentos dispostos em esquema fatorial $2 \times 2 \times 4$ (fontes x épocas x doses). Como fontes de nitrogênio, foram utilizadas a ureia (45% de N) e o sulfato de amônio (20% de N e 24% de S). As doses de nitrogênio em cobertura foram as seguintes: 0 (tratamento controle, sem aplicação de nitrogênio); 50; 100 e 150 kg ha^{-1} .

As aplicações do nitrogênio foram realizadas quando 50% das plantas apresentavam-se com a quinta (V5) e a oitava folhas expandidas (V8) (Ritchie et al., 2003), aos 11 e aos 22 dias após a emergência, respectivamente. As aplicações foram realizadas manualmente, distribuindo os fertilizantes sobre a superfície do solo (sem incorporação), ao lado e a aproximadamente 0,05 m da linha de semeadura, a fim de evitar o contato do fertilizante com as plantas. É válido ressaltar que, no momento das aplicações, o solo apresentava-se com boas condições de umidade, condição esta que propicia a minimização das perdas de nitrogênio por volatilização da amônia

(NH₃). Ademais, nos dias seguintes às aplicações de nitrogênio nos estádios de desenvolvimento V₅ e V₈, constatarem-se precipitações pluviais de 36 e 41 mm, respectivamente, condição que pode ter contribuído para a incorporação dos fertilizantes nitrogenados no solo. As parcelas foram constituídas por quatro linhas de 5,0 m de comprimento, espaçadas de 0,9 m entre si. Para a coleta dos dados, foram utilizadas as duas linhas centrais (área útil de 9,0 m²).

Durante o desenvolvimento da cultura, foi realizada a estimativa do teor de clorofila foliar com a utilização do clorofilômetro portátil ClorofiLOG® (modelo CFL 1030), que, por meio de sensores, analisa três faixas de frequência de luz e, através de relações de absorção de diferentes frequências, fornece medições dos teores das clorofilas a, b e total (a + b), expressas em unidades dimensionais chamadas ICF (Índice de Clorofila Foliar). As leituras foram realizadas em duas épocas (Ritchie et al., 2003): quando 50% das plantas apresentavam-se com 11 folhas expandidas (V₁₁) (23 e 12 dias após a aplicação do nitrogênio na primeira e na segunda épocas, respectivamente); e no florescimento pleno (36 e 25 dias após a aplicação do nitrogênio na primeira e na segunda épocas, respectivamente). A primeira leitura foi realizada na porção do terço central do limbo da 11^a folha expandida e na folha oposta e abaixo da espiga principal para a segunda leitura. Foram consideradas aleatoriamente três plantas na área útil de cada parcela.

O florescimento pleno (50% das plantas no início da polinização) foi verificado aos 48 dias após a emergência. Quando a cultura encontrava-se com as espigas em estágio de grãos pastosos, foram mensuradas, em cinco plantas por parcela, as seguintes características: diâmetro de colmo

(diâmetro do segundo internódio, a partir da base da planta); alturas de planta (medição do colo até a inserção da folha “bandeira”) e de espiga (medição do colo até a inserção da primeira espiga viável com o colmo). A colheita foi realizada no dia 09 de abril de 2011 (135 dias após a emergência), sendo avaliados: população final de plantas; comprimento e diâmetro de espiga (porção mediana da espiga); número de fileiras de grãos por espiga; e massa de 1000 grãos (pesagem de uma subamostra de 250 grãos por parcela, extrapolando-se para 1000 grãos e corrigindo-se para 130 g kg⁻¹ de teor de água - base úmida - “b.u.”). Foram utilizadas cinco espigas ao acaso em cada parcela. A produtividade foi obtida a partir da trilha mecânica e pesagem dos grãos oriundos das espigas colhidas na área útil das parcelas, a qual foi convertida para kg ha⁻¹ e corrigida para 130 g kg⁻¹ de teor de água (b.u.). O teor de água dos grãos foi obtido pelo método elétrico não destrutivo indireto, mediante o uso do aparelho portátil Multi-grain (Dickey-John®), o qual propicia leitura direta.

Os resultados foram submetidos ao teste F da análise de variância e, quando significativos, as médias de fontes e de épocas de aplicação de nitrogênio foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Por se tratar de fator quantitativo, as médias de doses de nitrogênio foram analisadas por regressão, ajustando-se modelos de equações significativas pelo teste F, para melhor discussão dos resultados, utilizando-se o aplicativo computacional Sisvar (Ferreira, 2003). Foram realizadas análises de correlação de Pearson entre as características mensuradas. Os coeficientes de correlação foram submetidos ao teste t, a 5% e a 1% de probabilidade, utilizando-se o aplicativo computacional Assistat (Silva & Azevedo, 2002).

Resultados e Discussão

Os dados climáticos (Figura 1) indicam que, durante a condução do experimento, a temperatura do ar, fator que intervém nas funções fisiológicas da planta, foi adequada para o desenvolvimento da cultura, haja visto que o milho produz melhor em temperaturas moderadas (Didonet et al., 2002), médias diárias entre 18 e 25 °C. Elevadas temperaturas noturnas não são benéficas para a produção do milho, pois proporcionam redução acentuada do ciclo da planta, em função do incremento da somatória térmica, conforme citado por Fancelli & Dourado Neto (2004).

Do mesmo modo, a precipitação pluviométrica foi adequada, havendo disponibilidade hídrica favorável para o crescimento e o desenvolvimento das plantas, mineralização da matéria orgânica do solo e aproveitamento do nitrogênio pelas plantas. O total de precipitação registrado durante o período experimental foi de 1.220 mm. Estresse hídrico durante a fase reprodutiva do milho limita o desenvolvimento da espiga, altera a sincronia entre o florescimento masculino e o feminino, além de limitar a translocação de carboidratos para os grãos, podendo também afetar a resposta da planta ao nitrogênio (Fancelli & Dourado Neto, 2004). A velocidade de mineralização do nitrogênio está relacionada com o tipo de matéria orgânica e as condições ambientais que condicionam a atividade dos microrganismos decompositores (Mar et al., 2003). A decomposição da palhada deixada pela colheita do feijão (cultura antecessora) normalmente é muito rápida, devido à baixa relação C/N da leguminosa e às temperaturas elevadas. No entanto, baixos teores de umidade no solo podem retardar esse processo.

A leitura do índice de clorofila foliar no estágio de desenvolvimento V_{11} não foi influenciada

pela adubação nitrogenada (Tabela 1), provavelmente porque a demanda de nitrogênio até esta época era baixa, indicando que a necessidade de nitrogênio até este estágio era atendida pelo nitrogênio do solo e pela quantidade aplicada na sementeira (32 kg ha⁻¹). Por outro lado, o incremento nas doses de nitrogênio propiciou aumento linear do índice de clorofila foliar na leitura no estágio de florescimento pleno da cultura (Figura 2A), resposta esta atribuída à própria função do nutriente na planta, como participação direta na biossíntese de proteínas e clorofilas (Andrade et al., 2003) e também devido à alta demanda pelo nutriente após o estágio de desenvolvimento V_{11} . Portanto, pode-se considerar que houve bom aproveitamento do nitrogênio fertilizante aplicado, uma vez que vários outros estudos, em diversas culturas, apontam para o fato de que os teores foliares de clorofila podem ser considerados indicadores do status do nitrogênio nas plantas (Lavres Junior & Monteiro, 2006).

O diâmetro de colmo e a altura de planta se comportaram de maneira similar e ambas as características foram influenciadas somente pelas doses de nitrogênio (Tabela 1). À medida que se aumentaram as doses de nitrogênio, constatou-se incremento linear nos valores de diâmetro de colmo e de altura de planta (Figuras 2B e C). O aumento do diâmetro de colmo com a dose de nitrogênio mostra-se vantajoso, pois esta característica morfológica é uma das que mais tem sido relacionada com o percentual de acamamento ou quebraimento de planta na cultura do milho. Além disso, o diâmetro de colmo é muito importante para a obtenção de alta produtividade, pois, quanto maior o seu diâmetro, maior a capacidade da planta em armazenar fotoassimilados que contribuirão com o enchimento dos grãos (Kappes et al., 2011). Aumentos no diâmetro de colmo e na altura de planta em resposta às doses de nitrogênio

na cultura do milho também foram citados por Mar et al. (2003), Silva et al. (2003) e Lana et al. (2009). Entretanto, Tomazela et al. (2006) evidenciaram ausência de resposta da cultura do milho à aplicação de doses elevadas de nitrogênio em relação à altura de planta e ao diâmetro do colmo.

Silva et al. (2003) explicam que, até determinadas doses de nitrogênio, a planta continua a

crescer. Depois que tais doses são atingidas, o autossombreamento das plantas, assim como o sombreamento mútuo entre plantas, deve contribuir para a redução do crescimento. Ressalta-se que a resposta linear da altura de planta ao aumento da dose de nitrogênio obtida no presente estudo não pode ser considerada benéfica, pois a menor altura de planta permite: maior penetração de luz no dossel

TABELA 1. Resumo da análise de variância e valores médios de índice de clorofila foliar em plantas de milho no estágio V₁₁ (décima primeira folha expandida) e no florescimento, diâmetro de colmo (DC), altura de planta (AP) e altura de inserção de espiga (AIE) de plantas em função da aplicação de fontes, épocas e doses de nitrogênio em cobertura. Selvíria, MS, Brasil (2010/11).

Tratamentos	---- Índice de clorofila foliar ----		DC (mm)	AP	AIE
	V ₁₁	Florescimento			
Fonte (F)					
Ureia	48,0	60,3	21,6	248,5	129,1 B
Sulfato de amônio	47,6	59,1	22,1	252,1	134,9 A
Época (E)					
V ₅	47,6	59,0	22,0	251,0	131,6
V ₈	48,0	60,4	21,7	249,6	132,4
Dose de N (D)					
0 kg ha ⁻¹	46,0	55,3	21,3	246,5	130,6
50 kg ha ⁻¹	47,6	59,7	21,4	249,1	131,4
100 kg ha ⁻¹	48,8	61,8	22,2	251,9	133,6
150 kg ha ⁻¹	48,7	62,1	22,5	253,8	132,4
F	0,18	0,91	2,83	3,33	12,2**
E	0,10	1,23	1,14	0,52	0,28
D	1,29	6,58**	3,80*	2,60*	0,65
Valor F ¹					
F x E	0,61	3,47	0,24	2,37	3,54
F x D	0,12	2,78	0,11	0,55	2,38
E x D	1,36	1,57	2,36	0,69	1,55
F x E x D	1,37	0,85	0,02	1,67	3,09
CV (%)	9,66	8,23	5,57	3,18	4,98
Média geral	47,8	59,7	21,9	250,3	132,0

¹Teste F: ** e *significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente; Médias seguidas por mesma letra, maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; CV - coeficiente de variação.

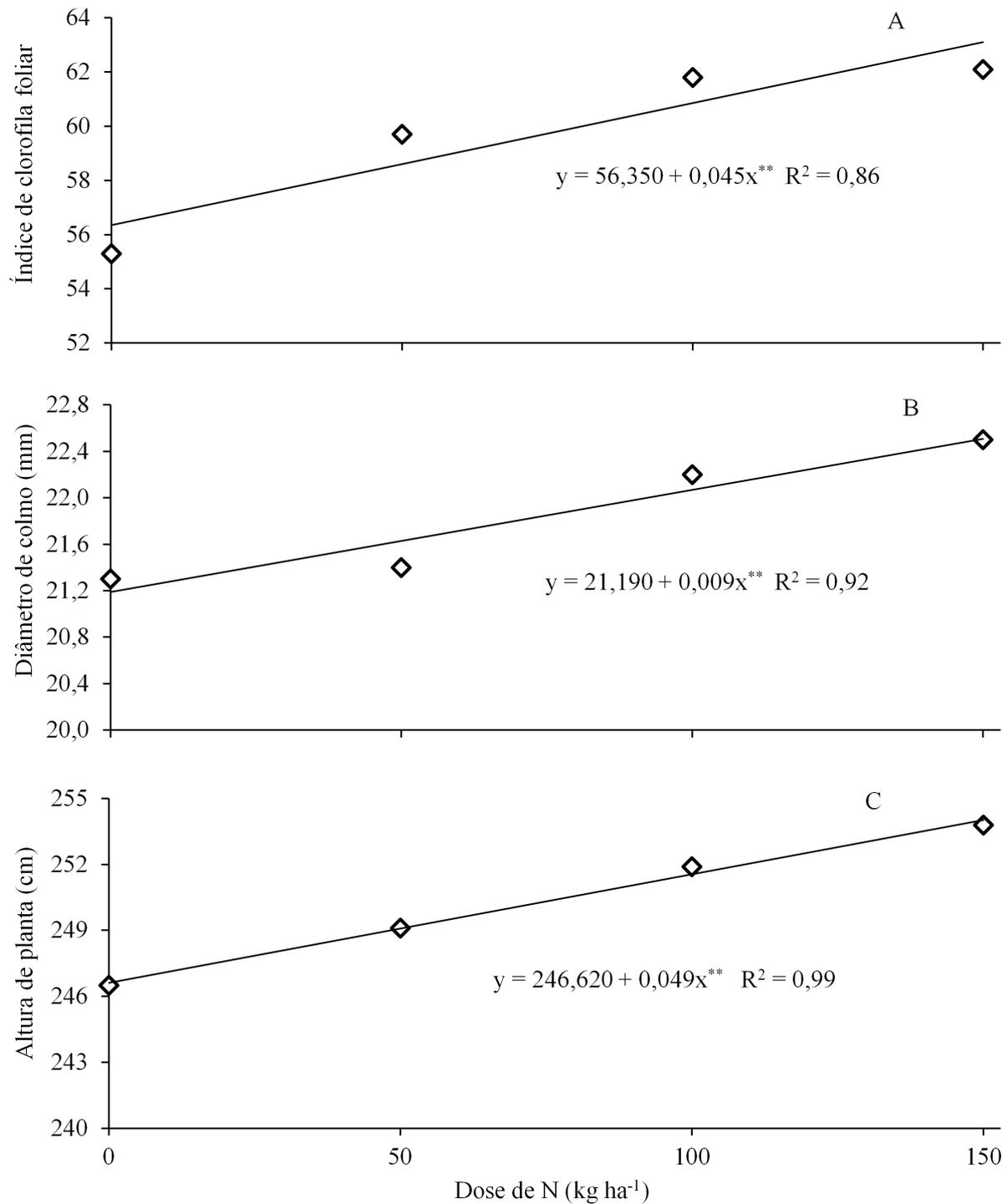


FIGURA 2. Índice de clorofila foliar na segunda leitura (A), diâmetro de colmo (B) e altura de planta (C) de milho em função da aplicação de doses de nitrogênio em cobertura. Selvíria, MS, Brasil (2010/11).

**Significativo a 1% de probabilidade pelo Teste F.

(mesmo com alto índice de área foliar); diminuição de competição intraespecífica por recursos naturais sob altas populações de plantas; cultivos em maiores densidades populacionais; maior eficiência na colheita mecânica; e redução de problemas relacionados ao acamamento e ao quebramento de plantas antes do ponto de colheita, comumente evidenciado com plantas de porte elevado. Atualmente, a menor altura de planta tem sido um caráter desejável entre os produtores de milho.

A altura de inserção de espiga foi influenciada apenas pelas fontes nitrogenadas (Tabela 1). Verifica-se que a aplicação de sulfato de amônio favoreceu a obtenção de plantas com maior altura de inserção de espiga. Em média, a altura de inserção de espiga foi considerada alta, o que pode tornar o genótipo vulnerável às condições de acamamento e de quebramento de planta, pois quanto maior é a relação entre altura de inserção de espiga e altura da planta, mais deslocado estará o centro de gravidade da planta e maior é a possibilidade de quebra de colmo. Em função disso, plantas que apresentem menor altura de inserção de espiga têm sido alvo dos melhoristas dessa cultura.

A população final de plantas não foi influenciada pela aplicação de nitrogênio (Tabela 2). Tal constatação permite afirmar que as demais características agrônômicas avaliadas no presente estudo não foram influenciadas pela população de plantas. De modo similar, o comprimento de espiga, importante componente de produção na cultura do milho, não foi influenciado pela adubação nitrogenada. Por outro lado, Soares et al. (2003) verificaram que a aplicação de 120 kg ha⁻¹ de nitrogênio, na forma de ureia, no estádio de desenvolvimento V₅, proporcionou aumento médio de 22% no comprimento das espigas em relação aos tratamentos sem a aplicação de nitrogênio.

O diâmetro de espiga foi influenciado, isoladamente, pelas doses de nitrogênio (Tabela 2). O aumento nas doses de nitrogênio proporcionou aumento linear do diâmetro de espiga (Figura 3A). Estes resultados discordam, em parte, dos obtidos por Ohland et al. (2005), que, ao avaliarem o efeito de culturas de cobertura e níveis crescentes de adubação nitrogenada em superfície, em duas épocas (50% da dose aplicada no estádio de quatro folhas e os outros 50% com oito folhas expandidas), não verificaram diferença para o diâmetro de espiga do milho cultivado em sistema plantio direto.

O diâmetro de espiga e o número de fileiras de grãos por espiga foram influenciados pela interação entre fontes e épocas de aplicação de nitrogênio (Tabela 2). Quando a fonte utilizada foi a ureia, constatou-se que a aplicação de nitrogênio no estádio de desenvolvimento V₈ favoreceu a obtenção de espigas com maior diâmetro e com maior número de fileiras de grãos em relação ao estádio V₅ (Tabela 3).

Por outro lado, houve diferença entre as fontes somente quando a aplicação de nitrogênio foi realizada no estádio de desenvolvimento V₈, em que a aplicação de ureia resultou em maior diâmetro de espiga e maior número de fileiras de grãos por espiga, comparativamente ao sulfato de amônio. Kappes et al. (2009) avaliaram a influência de épocas de aplicação e de fontes de nitrogênio (ureia, sulfato de amônio e sulfonitrato de amônio) em cobertura no milho “safrinha” cultivado em sucessão à cultura da soja no sistema plantio direto sobre o desempenho produtivo da cultura. Ao término da pesquisa, os referidos autores concluíram que a aplicação de nitrogênio no estádio de desenvolvimento V₁₀ proporcionou maior diâmetro de espiga, comprimento de grão, número de fileiras de grãos por espiga e produtividade, independente da fonte nitrogenada.

A massa de 1000 grãos foi influenciada pelas épocas e pela aplicação de doses de nitrogênio (Tabela 2). O fornecimento de nitrogênio no estágio de desenvolvimento V₈ proporcionou maior massa de grãos. Na análise de regressão, houve ajuste de equação linear crescente (Figura 3B), cujo modelo permitiu afirmar que ocorreu acréscimo de 6,6 g na massa de 1000 grãos para cada 50 kg ha⁻¹ de

nitrogênio aplicado. Resultados semelhantes foram obtidos por Silva et al. (2006b) e Lana et al. (2009), os quais também verificaram aumento na massa de grãos do milho com o incremento da aplicação de doses de nitrogênio em cobertura. Segundo Ohland et al. (2005), a massa de grãos é uma característica influenciada pelo genótipo, pela disponibilidade de nutrientes e pelas condições climáticas durante os

TABELA 2. Resumo da análise de variância e valores médios de população final de plantas (PFP), comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), número de fileiras de grãos por espiga (FG), massa de 1000 grãos (MMG) e produtividade (PROD) de milho em função da aplicação de fontes, épocas e doses de nitrogênio em cobertura. Selvíria, MS, Brasil (2010/11).

Tratamentos	PFP (plantas ha ⁻¹)	CE	DE	FG (nº)	MMG (g)	PROD (kg ha ⁻¹)
		----- mm -----	-----			
Fonte (F)						
Ureia	59.549	183,2	53,2	15,5	335,9	9.290
Sulfato de amônio	61.111	180,7	53,1	15,4	334,1	9.449
Época (E)						
V ₅	60.799	181,1	52,9	15,4	332,0 B	9.378
V ₈	59.861	182,9	53,4	15,5	338,0 A	9.361
Dose de N (D)						
0 kg ha ⁻¹	59.722	177,9	52,6	15,4	325,8	8.512
50 kg ha ⁻¹	59.861	178,7	52,5	15,3	330,5	9.291
100 kg ha ⁻¹	61.111	185,5	53,5	15,3	338,5	9.846
150 kg ha ⁻¹	60.624	185,9	54,0	15,7	345,1	9.828
F	3,23	0,84	0,05	0,03	0,47	0,39
E	1,16	0,41	1,77	0,26	4,88*	0,01
D	0,57	2,46	5,22**	1,11	9,97**	6,02**
Valor F ¹						
F x E	0,08	2,43	9,08**	7,45**	1,57	1,13
F x D	0,34	0,68	0,36	1,25	2,15	0,46
E x D	1,65	2,65	1,95	1,64	2,60	0,13
F x E x D	2,43	0,35	0,71	0,87	1,35	1,73
CV (%)	5,77	5,99	2,40	3,79	3,23	10,91
Média geral	60.330	182,0	53,1	15,4	335,0	9.370

¹Teste F: ** e *significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente; Médias seguidas por mesma letra, maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; CV - coeficiente de variação.

TABELA 3. Diâmetro de espiga e número de fileiras de grãos por espiga de milho em função de fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura. Selvíria, MS, Brasil (2010/11).

Fontes de nitrogênio	Épocas de aplicação do nitrogênio	
	V ₅	V ₈
	Diâmetro de espiga (mm)	
Ureia	52,5 Ab	53,9 Aa
Sulfato de amônio	53,4 Aa	52,8 Ba
	Número de fileiras de grãos por espiga	
Ureia	15,2 Ab	15,7 Aa
Sulfato de amônio	15,6 Aa	15,2 Ba

¹Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

estádios de enchimento dos grãos. O referido componente produtivo tem alta dependência da absorção de nitrogênio pelo milho, a qual alcança um pico durante o período compreendido entre o início do florescimento e o início da formação de grãos. A deficiência de nitrogênio, neste período, pode favorecer a formação de grãos com menor massa específica, devido à não translocação deste nutriente em quantidades adequadas para os mesmos. Entretanto, Silva et al. (2003) e Souza & Soratto (2006), estudando o efeito de doses de nitrogênio em cobertura na cultura do milho, não observaram efeito significativo na massa de grãos.

A produtividade do milho foi influenciada apenas pelas doses de nitrogênio (Tabela 2), de forma semelhante ao verificado para índice de clorofila foliar na segunda leitura, diâmetro de colmo e altura de planta. Obteve-se incremento linear na produtividade à medida que se aumentaram as doses de nitrogênio (Figura 3C), o que pode estar relacionado ao comportamento similar verificado com o diâmetro de espiga (Figura 3A) e massa de 1000 grãos (Figura 3B). O modelo de regressão ajustado permitiu estimar que, para cada 50 kg ha⁻¹ de nitrogênio aplicado, obteve-se incremento de 450 kg

ha⁻¹ na produtividade da cultura. Embora a resposta tenha sido linear, nota-se que a aplicação de 100 kg ha⁻¹ de nitrogênio proporcionou maior produtividade do milho, representando incremento de 15,5% em comparação ao tratamento controle.

O aumento de produtividade com o incremento nas doses de nitrogênio justifica que há a necessidade de suprimento desse nutriente, pois a disponibilidade insuficiente de nitrogênio pode reduzir a diferenciação do número de óvulos nos primórdios da espiga e, com isso, afetar negativamente a produtividade (Ernani et al., 2005), já que a liberação de nitrogênio por meio da mineralização no sistema plantio direto é lenta e dependente da cultura antecessora e da disponibilidade hídrica. Apesar do comprimento de espiga apresentar relação direta com a produtividade, conforme evidenciado por Kappes et al. (2009), esse efeito não foi verificado no presente estudo. Diversos pesquisadores constataram aumento na produtividade do milho com a aplicação de nitrogênio em cobertura (Mar et al., 2003; Silva et al., 2006b; Souza & Soratto, 2006; Tomazela et al., 2006; Lana et al., 2009).

Neste estudo, ressalta-se que, mesmo no tratamento sem aplicação de nitrogênio em cobertura,

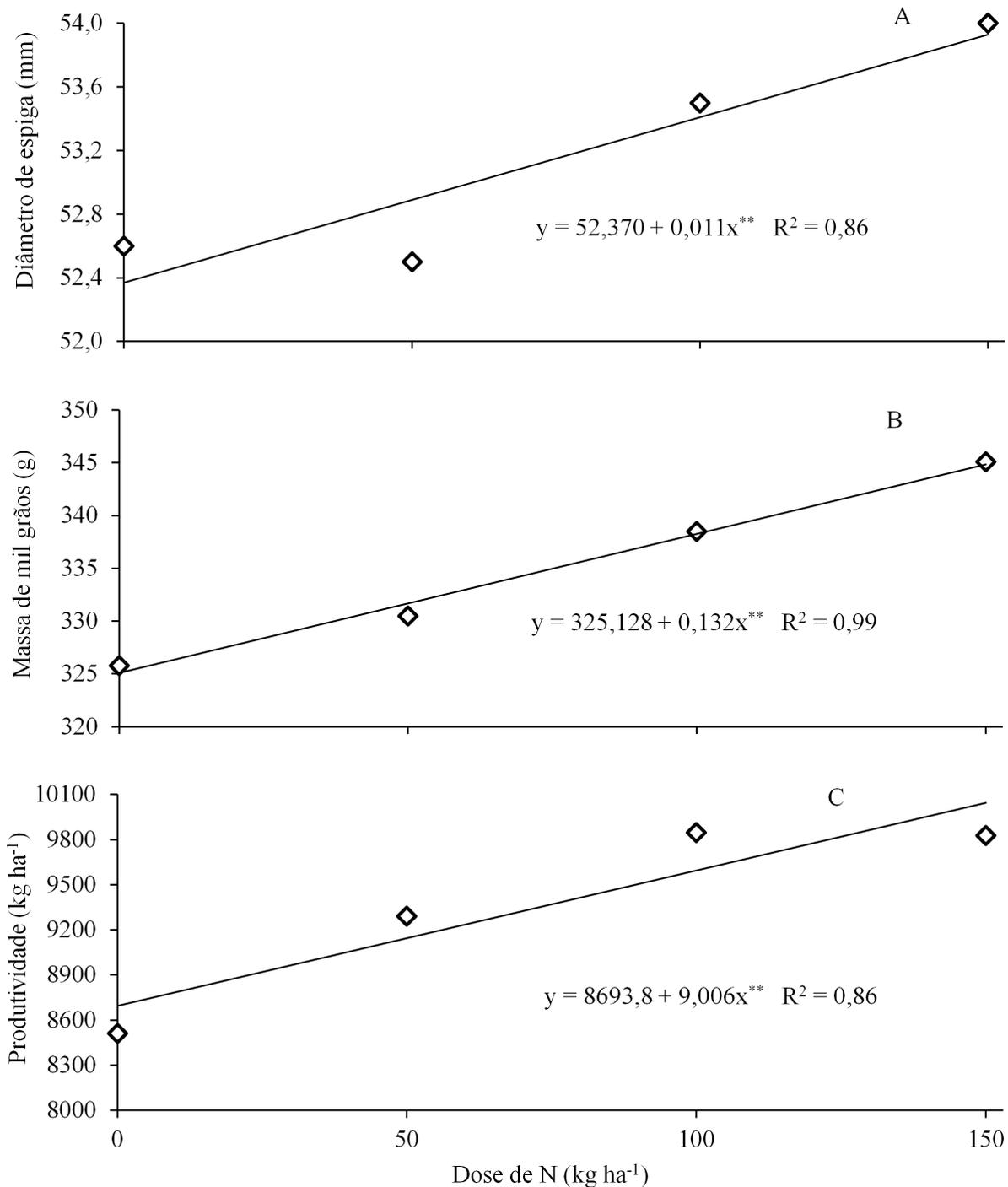


FIGURA 3. Diâmetro de espiga (A), massa de 1000 grãos (B) e produtividade (C) de milho em função da aplicação de doses de nitrogênio em cobertura. Selvíria, MS, Brasil (2010/11). **Significativo a 1% de probabilidade pelo Teste F.

obteve-se boa produtividade, a qual pode ser atribuída ao nitrogênio oriundo do fertilizante utilizado na semeadura (32 kg ha^{-1} de N), à rápida decomposição dos resíduos do feijão antecedente e também à possibilidade de altas taxas de mineralização de nitrogênio neste solo. Embora a ureia e o sulfato de amônio sejam fontes que podem apresentar baixa eficiência de utilização pelas culturas, essas proporcionaram produtividades satisfatórias. Contudo, é importante destacar que adubações sucessivas com fertilizantes amoniacais têm aumentado a acidez da camada superficial do solo (Kappes et al., 2009) e que cuidados devem ser mantidos com a ureia, quando aplicada em condições de baixa precipitação (solo com baixa umidade), condição que potencializa as perdas de nitrogênio na forma de NH_3 .

A resposta linear crescente em função da adubação nitrogenada em cobertura, demonstrada pelo índice de clorofila foliar (segunda leitura), diâmetro de colmo e de espiga, altura de planta, massa de 1000 grãos e produtividade, ressalta o papel do nitrogênio no desempenho agrônômico da cultura do milho e nos componentes de produção. Isto ocorre porque o nitrogênio está presente na constituição de proteínas, enzimas, coenzimas, ácidos nucleicos e fitocromos, além de ser integrante da molécula da clorofila (Andrade et al., 2003).

Por meio do estudo da correlação de Pearson, foi possível observar correlações positivas e significativas para o índice de clorofila foliar em plantas de milho no estágio V_{11} (décima primeira folha expandida) com o diâmetro de colmo e de espiga e com o comprimento de espiga (Tabela 4). O índice de clorofila foliar em plantas de milho no florescimento correlacionou-se, positivamente, com o diâmetro de colmo e de espiga, com o comprimento de espiga, com o número de fileiras de

grãos por espiga, com a massa de 1000 grãos e com a produtividade de milho.

O diâmetro de colmo apresentou correlações positivas e significativas com a altura de planta, com o diâmetro e o comprimento de espiga, com a massa de 1000 grãos e com a produtividade de milho (Tabela 4). De certo modo, tais resultados comprovam os relatos de (Kappes et al., 2011), em que o diâmetro de colmo é muito importante para a obtenção de alta produtividade, pois, quanto maior o seu diâmetro, maior a capacidade da planta em armazenar fotoassimilados que contribuirão com o enchimento dos grãos.

Correlações positivas e significativas também foram observadas entre a altura de planta com a altura de inserção de espiga, com a massa de 1000 grãos e com a produtividade de milho (Tabela 4). No estudo de Silva et al. (2005) e de Gomes et al. (2007), os referidos pesquisadores também obtiveram correlação positiva e significativa entre a altura de planta e a produtividade de milho, o que corrobora com os resultados do presente estudo. Plantas maiores tendem a ser mais produtivas, supostamente porque sofrem menos estresse durante o seu desenvolvimento e acumulam maiores quantidades de reservas no colmo (Silva et al., 2006a). Por outro lado, Cruz et al. (2008) relatam que, dentre as características morfológicas do milho, a altura de planta não tem, geralmente, correlação com a produtividade; genótipos modernos, com alto potencial produtivo, são, em sua maioria, de porte baixo, mas também podem ser encontrados materiais de porte alto com desempenho semelhante ao dos baixos. Já a altura de inserção de espiga correlacionou-se, positivamente, apenas com a produtividade de milho. No presente estudo, plantas de maior porte e com maior altura de inserção de espigas tenderam a ser mais produtivas.

A população final de plantas apresentou correlação negativa com a massa de 1000 grãos

e positiva com a produtividade de milho (Tabela 4). Este resultado demonstra que, com o aumento de plantas por unidade de área, ocorre incremento na produtividade da cultura. Todavia, a massa de grãos é “penalizada” devido, provavelmente, à competição intraespecífica por recursos do meio, como luz, água e nutrientes.

O comprimento de espiga apresentou correlações positivas e significativas com o seu diâmetro e com a massa de 1000 grãos (Tabela 4). No entanto, não houve correlação entre o comprimento de espiga e a produtividade, fato que contraria os relatos de Büll (1993), em que maiores produtividades de milho são atribuídas ao aumento do comprimento de espiga proporcionado pela aplicação de nitrogênio. O diâmetro de espiga apresentou correlações positivas e

significativas com o número de fileiras de grãos por espiga e com a massa de 1000 grãos. Ohland et al. (2005) mencionam que o diâmetro de espiga está estreitamente relacionado com o número de fileiras de grãos por espiga e com o enchimento de grãos e é também influenciado pelo genótipo.

Por fim, a massa de 1000 grãos, característica que pode ser influenciada pelo genótipo, pela disponibilidade de nutrientes e pelas condições climáticas durante os estádios de enchimento dos grãos, correlacionou-se positivamente com a produtividade de milho (Tabela 4). Dessa forma, o aumento de produtividade, favorecido também pela massa de grãos, baseada no presente estudo, demonstra a importância desse parâmetro agrônômico quando o objetivo é a maximização da produção.

TABELA 4. Coeficientes de correlação de Pearson entre índice de clorofila foliar em plantas de milho com a décima primeira folha expandida (ICF-V₁₁) e no florescimento (ICF-flor), diâmetro de colmo (DC), altura de planta (AP), altura de inserção de espiga (AIE), população final de plantas (PFP), comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), número de fileiras de grãos por espiga (FG), massa de 1000 grãos (MMG) e produtividade (PROD) de milho em função de fonte, época e dose de aplicação de nitrogênio em cobertura. Selvíria, MS, Brasil (2010/11).¹

	ICF-V ₁₁	ICF-flor.	DC	AP	AIE	PFP	CE	DE	FG	MMG	PROD
ICF-V ₁₁	1,0	0,242 ^{ns}	0,296*	0,055 ^{ns}	-0,066 ^{ns}	-0,191 ^{ns}	0,333**	0,409**	0,189 ^{ns}	0,166 ^{ns}	0,048 ^{ns}
ICF-flor.	-	1,0	0,276*	0,122 ^{ns}	-0,015 ^{ns}	-0,145 ^{ns}	0,344**	0,342**	0,268**	0,495**	0,303**
DC	-	-	1,0	0,366**	0,136 ^{ns}	-0,130 ^{ns}	0,430**	0,359**	0,002 ^{ns}	0,399**	0,307**
AP	-	-	-	1,0	0,697**	0,239 ^{ns}	0,032 ^{ns}	0,082 ^{ns}	0,095 ^{ns}	0,294**	0,635**
AIE	-	-	-	-	1,0	0,176 ^{ns}	-0,089 ^{ns}	0,001 ^{ns}	-0,042 ^{ns}	0,131 ^{ns}	0,435**
PFP	-	-	-	-	-	1,0	-0,223 ^{ns}	-0,046 ^{ns}	-0,026 ^{ns}	-0,263*	0,346**
CE	-	-	-	-	-	-	1,0	0,660**	0,211 ^{ns}	0,404**	0,164 ^{ns}
DE	-	-	-	-	-	-	-	1,0	0,507**	0,432**	0,218 ^{ns}
FG	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0	0,087 ^{ns}	0,001 ^{ns}
MMG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0	0,378**
PROD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0

¹Teste t: **, * e ^{ns}significativo a 1% e 5% de probabilidade e não significativo, respectivamente.

Conclusões

As fontes e as épocas de aplicação de nitrogênio não afetaram os componentes de produção, enquanto o índice de clorofila foliar, os diâmetros de colmo e de espiga, a altura de planta, a massa de 1000 grãos e a produtividade aumentaram linearmente à medida que se incrementaram as doses de nitrogênio em cobertura.

Portanto, nas condições consideradas no presente estudo, recomenda-se a aplicação de 100 kg ha⁻¹ de nitrogênio em cobertura do milho sob sistema plantio direto, independente de fonte e de época de aplicação, desde que aplicados 32 kg ha⁻¹ de N na semeadura.

Referências

- ALVA, A. K.; PARAMASIVAM, S.; FARES, A.; DELGADO, J. A.; MATTOS JR, D.; SAJWAN, K. Nitrogen and irrigation management practices to improve nitrogen uptake efficiency and minimize leaching losses. **Journal of Crop Improvement**, Binghamton, v. 15, p. 369-420, 2006.
- 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**, Lavras, p. 1643-1651, 2003.
- BORTOLINI, C. G.; SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G.; FORSTHOFER, E. L. Sistemas de aplicação de nitrogênio e seus efeitos sobre o acúmulo de N na planta de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 26, p. 361-366, 2002.
- BÜLL, L. T. Nutrição mineral do milho. In: BÜLL, L. T.; CANTARELLA, H. (Ed.). **Cultura do milho**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: POTAFÓS, 1993. p. 63-145.
- CRUZ, S. C. S.; PEREIRA, F. R. S.; SANTOS, J. R.; ALBUQUERQUE, A. W.; PEREIRA, R. G. Adubação nitrogenada para o milho cultivado em sistema plantio direto, no Estado de Alagoas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, p. 62-68, 2008.
- DIDONET, A. D.; RODRIGUES, O.; MARIO, J. L.; IDE, F. Efeito da radiação solar e temperatura na definição do número de grãos de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, p. 933-938, 2002.
- ERNANI, P. R.; SANGOI, L.; LECH, V. A.; RAMPAZZO, C. A forma de aplicação da uréia e dos resíduos vegetais afeta a disponibilidade de nitrogênio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, p. 360-365, 2005.
- ESCOSTEGUY, P. A. V.; RIZZARDI, M. A.; ARGENTA, G. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura do milho em duas épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 21, p. 71-77, 1997.
- FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. 2. ed. Guaíba: Agropecuária, 2004. 360 p.
- 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, p. 285-296, 2007.
- FERREIRA, D. F. **Sisvar**: sistema de análise de variância para dados balanceados. Versão 5.0.

- Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2003.
- FIGUEIREDO, C. C.; RESCK, D. V. S.; GOMES, A. C.; URQUIAGA, S. Sistemas de manejo na absorção de nitrogênio pelo milho em um Latossolo Vermelho no Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 40, p. 279-287, 2005.
- GOMES, R. F.; SILVA, A. G.; ASSIS, R. L.; PIRES, F. R. Efeito de doses e da época de aplicação de nitrogênio nos caracteres agronômicos da cultura do milho sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 31, p. 931-938, 2007.
- KAPPES, C.; ANDRADE, J. A. C.; ARF, O.; OLIVEIRA, A. C.; ARF, M. V.; FERREIRA, J. P. Desempenho de híbridos de milho em diferentes arranjos espaciais de plantas. **Bragantia**, Campinas, v. 70, p. 334-343, 2011.
- 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, p. 251-259, 2009.
- LANA, M. C.; WOYTICHOSKI JÚNIOR, P. P.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; ÁVILA, M. R.; ALBRECHT, L. P. Arranjo espacial e adubação nitrogenada em cobertura na cultura do milho. **Acta Scientiarum**. Agronomy, Maringá, v. 31, p. 433-438, 2009.
- LARA CABEZAS, W. A. R.; ALVES, B. J. R.; CABALLERO, S. S. U.; SANTANA, D. G. Influência da cultura antecessora e da adubação nitrogenada na produtividade de milho em sistema plantio direto e solo preparado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, p. 1005-1013, 2004.
- LAVRES JUNIOR, J.; MONTEIRO, F. A. Diagnose nutricional de nitrogênio no capim-aruaana em condições controladas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 30, p. 829-837, 2006.
- MAR, G. D.; MARCHETTI, M. E.; SOUZA, L. C. F.; GONÇALVES, M. C.; NOVELINO, J. O. Produção do milho safrinha em função de doses e épocas de aplicação de nitrogênio. **Bragantia**, Campinas, v. 62, p. 267-274, 2003.
- 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. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, p. 538-544, 2005.
- RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. **Como a planta de milho se desenvolve**. Piracicaba: Potafós, 2003. 20 p. (Informações Agronômicas, 103).
- SAINZ ROZAS, H. R.; ECHEVERRÍA, H. E.; BARBIERI, P. A. Nitrogen balance as affected by application time and nitrogen fertilizer rate in irrigated no-tillage maize. **Agronomy Journal**, Madison, v. 96, p. 1622-1631, 2004.
- SANTOS, M. M.; GALVÃO, J. C. C.; SILVA, I. R.; MIRANDA, G. V.; FINGER, F. L. Épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura do milho em plantio direto, e alocação do nitrogênio (15N) na planta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 34, p. 1185-1194, 2010.
- 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, p. 725-733, 2005.

- SILVA, D. A.; VITORINO, A. C. T.; SOUZA, L. C. F.; GONÇALVES, M. C.; ROSCOE, R. Culturas antecessoras e adubação nitrogenada na cultura do milho, em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 5, p. 75-88, 2006a.
- SILVA, E. C.; MURAOKA, T.; BUZETTI, S.; TRIVELIN, P. C. O. Manejo de nitrogênio no milho sob plantio direto com diferentes plantas de cobertura, em Latossolo Vermelho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 41, p. 477-486, 2006.
- SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 4, p. 71-78, 2002.
- SILVA, P. S. L.; OLIVEIRA, F. H. T.; SILVA, P. I. B. Efeitos da aplicação de doses de nitrogênio e densidades de plantio sobre os rendimentos de espigas verdes e de grãos de milho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 21, p. 452-455, 2003.
- SOARES, M. A.; DOURADO NETO, D.; MANFRON, P. A. Nitrogênio, zinco e boro e suas respectivas interações no desempenho da cultura de milho. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, v. 76, p. 22-27, 2003.
- 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, p. 395-405, 2006.
- TOMAZELA, A. L.; FAVARIN, J. L.; FANCELLI, A. L.; MARTIN, T. N.; DOURADO NETO, D.; REIS, A. R. Doses de nitrogênio e fontes de Cu e Mn suplementar sobre a severidade da ferrugem e atributos morfológicos do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 5, p. 192-201, 2006.