

Adubação Nitrogenada de Cobertura no Milho em Sistema Plantio Direto

Claudinei Kappes^{1*}, Orivaldo Arf¹, José Roberto Portugal¹, Edjair Augusto Dal Bem¹, Rafael Gonçalves Vilela¹ e Alex Rangel Gonzaga¹

¹ Universidade Estadual Paulista (UNESP), Ilha Solteira, SP. *kappes.agro@gmail.com

Resumo - O presente trabalho objetivou avaliar a influência de fonte, época e dose de N em cobertura no milho em sistema plantio direto. O experimento foi conduzido em Selvíria, MS, durante o ano agrícola 2010/11, sob Latossolo Vermelho distrófico típico argiloso (20° 20' S e 51° 24' W). Os tratamentos foram dispostos no delineamento de blocos casualizados, em esquema fatorial 2x2x4, com quatro repetições. Como fonte de N utilizou-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 e semeado no espaçamento de 0,9 m entre linhas. Os resultados foram submetidos à análise de variância, comparando-se as médias de fonte e época de aplicação pelo teste de Tukey e de dose de N por análise de regressão. A aplicação de sulfato de amônio resultou em maior altura de inserção de espiga, enquanto as épocas de aplicações não influenciaram as características mensuradas. O índice de clorofila foliar, diâmetro de colmo, altura de planta e produtividade de milho aumentaram linearmente à medida que se incrementou a dose de N em cobertura.

Palavras-chave: *Zea mays*, ureia, sulfato de amônio, produtividade.

Introdução

O nitrogênio (N) é o nutriente absorvido em maior quantidade pela cultura do milho, entretanto, o seu manejo incorreto é o que mais interfere na produtividade e mais onera no 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). Porém, a dinâmica do N no sistema solo-planta é influenciada principalmente pelo sistema de cultivo, tipo de fertilizante, formas de manejo e condições edafoclimáticas (FIGUEIREDO et al., 2005; SANTOS et al., 2010).

O não revolvimento do solo promove modificações na ciclagem dos nutrientes, e o N é o mais afetado, pois com a decomposição mais lenta dos resíduos vegetais deixados na superfície do solo, processos como a imobilização, mineralização, lixiviação e volatilização são alterados. Resultados de pesquisas em condições edafoclimáticas diferentes e que apresentam 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 N no sistema solo-planta, e possibilita a tomada de decisão quanto às formas de manejo, para que a disponibilidade de N ocorra em sincronia com a necessidade da cultura (FIGUEIREDO et al., 2005).

A época de aplicação do fertilizante nitrogenado tem influência no aproveitamento do N. No entanto, devido suas transformações no solo, o N é um nutriente muito dinâmico, o que tem gerado controvérsias e discussões com relação à sua época de aplicação no milho, notadamente no sistema plantio direto. Resultados de pesquisa têm demonstrado vantagens na aplicação de N em pré-semeadura do milho; outros demonstram a necessidade de aumento da dose de N na semeadura e que parte seja fornecida em cobertura. Escosteguy et al. (1997) citam que a época de aplicação pode variar, sendo comum a aplicação de parte do N 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 N no solo por lixiviação, escoamento superficial, volatilização da amônia e pela imobilização na biomassa microbiana (ALVA et al., 2006). As perdas de N dependem do tipo de solo, local (pluviosidade), época de aplicação, tipo de fertilizante (orgânico x químico; nítrico x amoniacal) e sistema de cultivo (convencional ou direto). De modo geral, a aplicação antes da fase de maior demanda resulta em maiores perdas. Nesse aspecto, é necessário buscar técnicas que possibilitem a redução das perdas, aumentando a eficiência da fertilização com N e, conseqüentemente, a produtividade da cultura (KAPPES et al., 2009). A determinação da fonte, época e dose de aplicação do fertilizante constitui fator importante para o manejo do N no milho.

Perante tais considerações, este trabalho foi conduzido objetivando avaliar a influência de fonte, época e dose de aplicação de N em cobertura sobre o desempenho agrônômico do milho cultivado em sistema plantio direto.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em Selvíria, MS, em área experimental da UNESP (20° 20' S e 51° 24' W, com 340 m de altitude). O clima da região, segundo classificação de Köppen, é do tipo Aw, com precipitação pluvial média anual de 1.330 mm, temperatura média anual de 25 °C e umidade relativa do ar média anual de 66%. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distrófico álico e de textura argilosa (EMBRAPA, 2006), cujos resultados da análise química constam na Tabela 1. O experimento foi instalado em área cultivada em sistema plantio direto, a qual havia sido ocupada com feijão no período de inverno anterior a instalação.

Foi utilizado o híbrido triplo BG 7049 (Biogene®)⁽¹⁾, ciclo precoce (890 graus dia) e de grãos semi-duros alaranjados. A semeadura foi realizada no dia 19/11/2010 e a população inicial estabelecida foi de 61.230 plantas ha⁻¹. Na semeadura foram aplicados 400 kg ha⁻¹ da fórmula 08-28-16. 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 sua necessidade.

Foram estabelecidos dezesseis tratamentos com quatro repetições, resultantes da combinação de fonte, época e dose de aplicação de N em cobertura no milho. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com os tratamentos dispostos em esquema fatorial 2 x 2 x 4 (fonte x época x dose). Como fontes de N foram utilizadas a ureia (45% de N) e o sulfato de amônio (20% de N e 24% de S). As doses de N em cobertura foram as seguintes: 0 (tratamento testemunha), 50, 100 e 150 kg ha⁻¹. As aplicações de N foram realizadas manualmente quando as plantas apresentavam-se em V₅ e em V₈ (RITCHIE et al., 2003). Os fertilizantes foram distribuídos sobre a superfície do solo (sem incorporação), ao lado da linha de semeadura. 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.

Foi realizada a estimativa do índice de clorofila foliar com a utilização de clorofilômetro (modelo CFL 1030). As leituras foram realizadas em V₁₁ e no florescimento (RITCHIE et al., 2003), em três plantas por parcela. A primeira leitura foi realizada no terço central do limbo da última folha recentemente desenvolvida (fora do “cartucho”) e na folha oposta e abaixo da espiga principal para a segunda leitura. Na presença de grãos pastosos (R₃), foram mensuradas em cinco plantas por parcela as seguintes características: diâmetro de colmo (diâmetro do segundo internódio, a partir da base da planta), altura de planta e de espiga. A colheita foi realizada no dia 09/04/2011 (135 dias após a emergência). 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 13% de umidade (base úmida).

Os resultados foram submetidos ao teste F, comparando-se as médias de fonte e de época de aplicação de N pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (PIMENTEL GOMES & GARCIA, 2002) e as médias de dose de N foram submetidas à análise de regressão.

⁽¹⁾ Nome de produto comercial e sua utilização no experimento não caracteriza recomendação ou preferência dos autores.

Resultados e Discussão

A primeira leitura do índice de clorofila foliar não foi influenciada pela adubação nitrogenada (Tabela 2). Provavelmente, o tempo (dias) decorrido após as aplicações de N não foi suficiente para favorecer aumento no índice de clorofila foliar nesta ocasião. Por outro lado, o incremento na dose de N propiciou aumento linear do índice de clorofila foliar na segunda leitura e no florescimento da cultura (Figura 1a), resposta atribuída à própria função do nutriente na planta, como participação direta na biossíntese de proteínas e de clorofilas (ANDRADE et al., 2003). Portanto, pode-se inferir que houve bom aproveitamento do N 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 N nas plantas.

O diâmetro de colmo e altura de planta se comportaram de maneira similar e ambas as características foram influenciadas somente pela dose de N (Tabela 2). À medida que se aumentou a dose de N, constatou-se incremento linear nos valores de diâmetro de colmo e de altura de planta (Figuras 1b e 1c). O aumento do diâmetro de colmo com a dose de N mostrou-se ser vantajoso, pois esta característica morfológica é uma das que mais tem sido relacionada com o percentual de acamamento ou quebra 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). Aumento no diâmetro de colmo e altura de planta em resposta a alterações nas doses de N na cultura do milho também foram evidenciados por Lana et al. (2009).

A aplicação de sulfato de amônio favoreceu a obtenção de plantas com maior altura de inserção de espiga (Tabela 2). Em média, a altura de inserção de espiga foi considerada alta, o que pode tornar o genótipo vulnerável as condições de acamamento e quebra 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 tem sido alvo dos melhoristas dessa cultura.

A produtividade do milho foi influenciada apenas pelas alterações nas doses de N (Tabela 2). Obteve-se incremento linear na produtividade à medida que se aumentou as doses de N (Figura 1d). O modelo de regressão ajustado permitiu afirmar que para cada 50 kg ha⁻¹ de N 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 N proporcionou maior

produtividade do milho, representando incremento de 15,5% em comparação à testemunha. Portanto, nas condições consideradas no presente estudo, recomenda-se a aplicação de 100 kg ha⁻¹ de N em cobertura do milho no sistema plantio direto, independente de fonte e época de aplicação. Diversos pesquisadores constataram aumento na produtividade do milho com a aplicação de N em cobertura, dentre eles, Tomazela et al. (2006) e Lana et al. (2009).

O aumento de produtividade com o incremento nas doses de N justifica que há a necessidade de suprimento desse nutriente, pois a disponibilidade insuficiente de N 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 N mineralizado no sistema plantio direto é lenta e dependente da cultura antecessora e da disponibilidade hídrica. No presente estudo, ressalta-se que mesmo na testemunha, obteve-se boa produtividade, a qual pode ser atribuída ao N oriundo do fertilizante utilizado na sementeira e à rápida decomposição dos resíduos do feijão antecedente. É importante destacar que adubações sucessivas com fertilizantes amoniacais têm aumentado a acidez da camada superficial do solo (KAPPES et al., 2009).

Conclusões

A aplicação de sulfato de amônio resultou em maior altura de inserção de espiga, enquanto as épocas de aplicações não influenciaram as características mensuradas. O índice de clorofila foliar, diâmetro de colmo, altura de planta e produtividade de milho aumentaram linearmente à medida que se incrementou a dose de N em cobertura.

Literatura Citada

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*, v.15, n.2, 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*, p.1643-1651, 2003. Edição especial.

EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Brasília: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

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*, v.35, n.2, 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*, v.21, n.1, p.71-77, 1997.

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*, v.6, n.3, p.285-296, 2007.

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*, v.40, n.3, p.279-287, 2005.

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*, v.70, n.2, 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*, v.39, n.3, 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*, v.31, n.3, p.433-438, 2009.

PIMENTEL GOMES, F.; GARCIA, C.H. Estatística aplicada a experimentos agrônomicos e florestais: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos. Piracicaba: FEALQ, 2002. 309p.

RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J.; BENSON, G.O. Como a planta de milho se desenvolve. Piracicaba: Potafós, 2003. 20p. (Informações Agrônomicas, 103).

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*, v.34, n.4, p.1185-1194, 2010.

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*, v.5, n.2, p.192-201, 2006.

Tabela 1. Análise química do solo antes da instalação do experimento. Selvíria, MS (2010/11).

Camada — m —	pH CaCl ₂	P ⁽¹⁾ mg dm ⁻³	K	Ca	Mg	Al	H+Al	CTC	V	MO
			mmol _c dm ⁻³						%	g dm ⁻³
0,0-0,1	6,2	70	2,0	25	16	0	16	59,0	73	22
0,1-0,2	6,1	20	1,6	24	17	0	16	58,6	73	19

⁽¹⁾ Método da resina.

Tabela 2. Resumo do teste F e valores médios de índice de clorofila foliar (ICF), diâmetro de colmo (DC), altura de planta (AP) e de inserção de espiga (AIE) e produtividade (PROD) de milho em função de fonte, época e dose de N em cobertura. Selvíria, MS (2010/11).

Tratamentos	ICF		DC (mm)	AP cm	AIE	PROD kg ha ⁻¹	
	1ª leitura	2ª leitura					
Fonte (F)							
Ureia	48,0	60,3	21,6	248,5	129,1 b	9.290	
Sulfato de amônio	47,6	59,1	22,1	252,1	134,9 a	9.449	
Época (E)							
V ₅	47,6	59,0	22,0	251,0	131,6	9.378	
V ₈	48,0	60,4	21,7	249,6	132,4	9.361	
Dose de N (D)							
0 kg ha ⁻¹	46,0	55,3	21,3	246,5	130,6	8.512	
50 kg ha ⁻¹	47,6	59,7	21,4	249,1	131,4	9.291	
100 kg ha ⁻¹	48,8	61,8	22,2	251,9	133,6	9.846	
150 kg ha ⁻¹	48,7	62,1	22,5	253,8	132,4	9.828	
Valor de F ⁽¹⁾	F	0,18	0,91	2,83	3,33	12,24**	0,39
	E	0,10	1,23	1,14	0,52	0,28	0,01
	D	1,29	6,58**	3,80*	2,60*	0,65	6,02**
	F x E	0,61	3,47	0,24	2,37	3,54	1,13
	F x D	0,12	2,78	0,11	0,55	2,38	0,46
	E x D	1,36	1,57	2,36	0,69	1,55	0,13
	F x E x D	1,37	0,85	0,02	1,67	3,09	1,73
CV (%)	9,66	8,23	5,57	3,18	4,98	10,91	

⁽¹⁾ Teste F: ** e * – significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente; Médias seguidas por letra distinta na coluna diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; CV – coeficiente de variação.

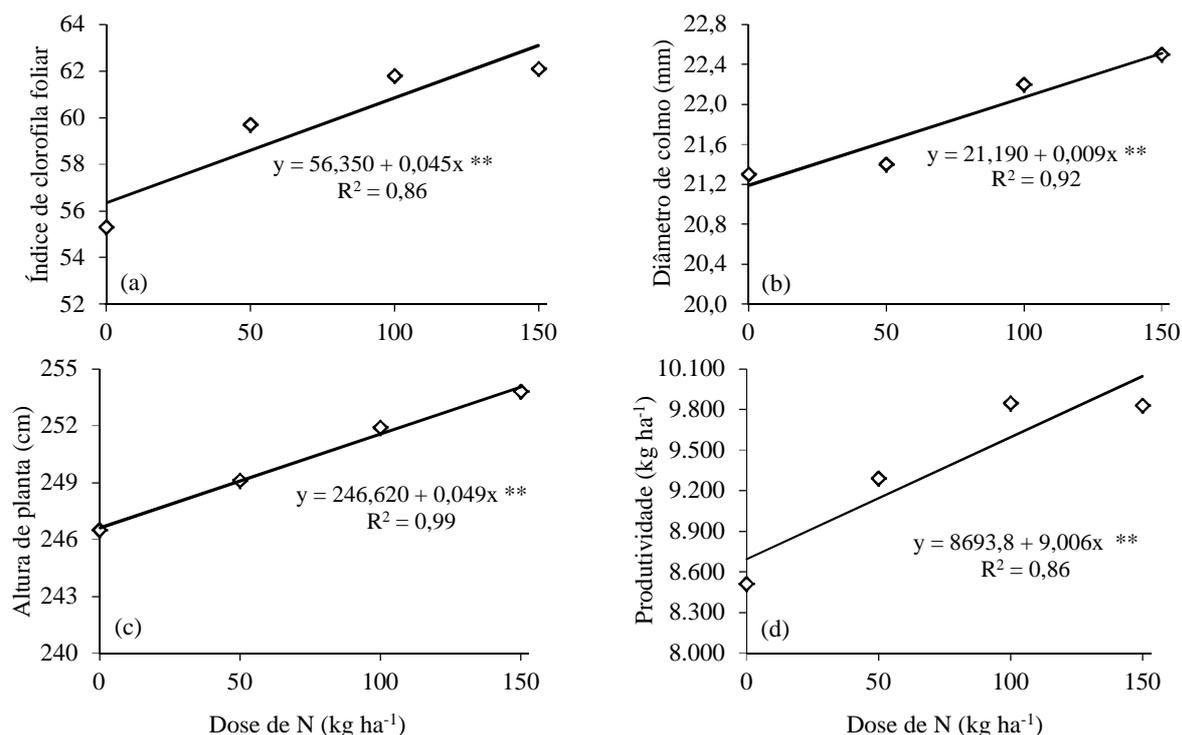


Figura 1. Índice de clorofila foliar na segunda leitura (a), diâmetro de colmo (b), altura de planta (c) e produtividade (d) de milho em função de doses de N em cobertura. Selvíria, MS (2010/11). Teste F: (***) Significativo a 1% de probabilidade.