

FONTES DE NITROGÊNIO NA ADUBAÇÃO DE COBERTURA NO MILHO

Rafaela Alenbrant Migliavacca¹, Tiago Roque Benetoli da Silva², Jaqueline Cazado Felix³, Lucas Bortolozzo Battisti², Flávia Rogério¹, Juciléia Irian dos Santos⁴ e Alfredo Junior Paiola Albrecht¹

¹Escola Superior de Agricultura ‘Luiz de Queiroz’/Universidade de São Paulo – ESALQ/USP, Departamento de Produção Vegetal, Av. Pádua Dias, 11, CEP: 13418-260, Jardim Universitário, Piracicaba, SP. E-mail: rafaela.migliavacca@yahoo.com, flaviarogério@hotmail.com, ajpalbrecht@yahoo.com.br

²Universidade Estadual de Maringá - UEM, Departamento de Ciências Agrônômicas, Campus de Umuarama. Estrada da Paca s/n, CEP: 87500-000 Bairro São Cristóvão, Umuarama, PR. E-mail: trbsilva@uem.br, lucas.battisti@hotmail.com.

³Universidade Estadual de Londrina –UEL, Departamento de Ciências Agrárias. Rodovia Celso Garcia PR 445 Km 380, Campus Universitário, CEP: 86057-970, Londrina, PR. E-mail: jaque_cazado1989@hotmail.com.

⁴Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” UNESP/Jaboticabal, Departamento de Produção Vegetal, Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane s/n, CEP: 14884-900, Jaboticabal, SP. E-Mail: jucileia_irian@hotmail.com.

RESUMO: O milho (Zea mays L.) apresenta grande resposta a adubação nitrogenada, e esta pode ser efetuada a partir de diferentes fertilizantes disponíveis no mercado, sendo necessária a realização de estudos a respeito da eficiência destes produtos. A semeadura do híbrido precoce Pioneer 30F53 foi realizada em fevereiro de 2012 em vasos da casa de vegetação da Universidade Estadual de Maringá – Campus de Umuarama. Os tratamentos foram constituídos por quatro fontes de nitrogênio aplicados em cobertura (Uréia, Sulfato de amônio, Sulfammo[®], Super N[®]) e uma testemunha, sem aplicação de nitrogênio em cobertura. O objetivo dessa pesquisa foi avaliar o efeito das diferentes fontes de nitrogênio aplicadas em cobertura no desenvolvimento da cultura do milho. A aplicação de nitrogênio em cobertura, provenientes de diferentes fontes, não obteve diferenças significativas sobre a altura da planta, diâmetro do colmo, matéria seca e teor de clorofila para a cultura do milho.

PALAVRAS CHAVE: Zea mays L., desenvolvimento, adubação nitrogenada.

SOURCES OF NITROGEN FERTILIZER IN COVERAGE OF CORN CROP

ABSTRACT: Maize (Zea mays L.) has great response to nitrogen fertilization, and it can be made from different fertilizers available in trading, conducting studies on the effectiveness of these products is necessary. The sowing of hybrid Pioneer 30F53 was realized in February 2012, in pots at the greenhouse located in the State University of Maringá – Umuarama Campus. The treatments were built by four nitrogen sources applied in coverage (Urea, ammonium sulfate, Sulfammo[®], Super N[®]) and one treatment, without nitrogen in coverage. The objective of research is verifying the effect of different sources of nitrogen fertilization in application of coverage in the corn development. The application of nitrogen, from different sources, had no effect on plant height, basal diameter, dry matter and chlorophyll content for the culture of corn in the coverage.

KEY WORDS: Zea mays L., development, nitrogen fertilization.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) apresenta grande importância na alimentação animal e humana, sendo um dos produtos agrícolas mais produzidos no país em função de seu potencial produtivo, composição química e valor nutritivo (Souza e Braga, 2004; Fancelli e Dourado Neto, 2000). Para obter rendimentos elevados e produtividades que chegam a 13.000 kg ha⁻¹ as exigências nutricionais da cultura devem ser supridas.

A aplicação de fertilizantes nitrogenados se faz necessária, pois os solos, em geral, não fornecem a quantidade de nitrogênio (N) requerida nos diferentes estádios de desenvolvimento do milho. As doses baixas e o manejo incorreto de N podem ser os principais responsáveis pelas baixas produtividades (Deuner et al., 2008). Nas fases iniciais de crescimento, que determinam o potencial produtivo, há intensa absorção de nitrogênio, e o suprimento inadequado pode proporcionar um baixo rendimento, acarretando em baixas produtividades (Cardoso et al. 2011).

O conhecimento dos processos envolvidos na incorporação e transformação do N no sistema solo-planta-atmosfera é imprescindível para o surgimento de novas estratégias de manejo que aumentem o aproveitamento pelas culturas (Deuner et al., 2008). A uréia é a principal fonte de nitrogênio utilizada, por apresentar alta concentração de N, apresenta menores custos de transporte, armazenamento e a aplicação.

A eficiência da adubação nitrogenada quando a fonte de N é a uréia, está relacionada à sua forma de aplicação, pois pode ocorrer a formação de amônia e sua liberação para a atmosfera por volatilização (Civardi, et al., 2011; Silva et al., 2012). O sulfato de amônio se dissocia em NH₄⁺ e SO₄²⁻ não apresentando perdas por volatilização, entretanto tem sua eficiência diminuída pelos processos de desnitrificação e lixiviação de nitratos (Meira, 2006).

Nesse cenário, novas estratégias vêm surgindo no mercado no que diz respeito à fertilização com nitrogênio, como o uso de fertilizantes protegidos, minimizando as perdas de N no solo ou para atmosfera. A disponibilidade do nutriente para as plantas é feita de forma gradativa, pois os fertilizantes protegidos apresentam uma camada de proteção que diminui as perdas por volatilização e lixiviação (Cantarella, 2007).

O controle das perdas por volatilização do NH₃ também é realizado com o uso de fertilizantes com inibidores da enzima urease, que reduzem a taxa ou velocidade de hidrólise da uréia, prolongando o tempo para que a chuva incorpore o fertilizante no solo, reduzindo as perdas mais intensas (Lara Cabezas et al., 1997; Martha Júnior et al., 2004).

O objetivo desse trabalho foi verificar o efeito da aplicação de diferentes fontes de adubos nitrogenados em cobertura no desenvolvimento da cultura do milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na casa de vegetação do departamento de ciências agronômicas, localizando na fazenda da Universidade Estadual de Maringá, campus regional de Umuarama-PR.

A semeadura do híbrido precoce Pioneer 30F53 de alto potencial produtivo, foi realizada em fevereiro de 2012 em vasos contendo 15 dm^{-3} de terra, alocando quatro sementes para posterior desbaste, mantendo uma planta por vaso. O solo utilizado é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico (Embrapa, 2006) coletado em área não agricultável, com baixo teor de matéria orgânica (M.O) e baixa saturação por bases (V %). De acordo com os teores dos nutrientes da análise de solo (Tabela 1) a adubação de semeadura foi realizada seguindo as recomendações propostas por Cantarella e Rajj (1997) para a cultura do milho.

Tabela 1- Características químicas e físicas do Latossolo Vermelho Distrófico típico utilizado no experimento

Química								
pH	M.O	CTC	P	Ca	K	Mg	Al	V
CaCl ₂	g dm ⁻³		mg dm ⁻³	cmol cdm ⁻³				%
4,2	6,4	6,78	2,3	1,38	0,13	1,0	0,0	36,9
Granulométrica								
Argila			Silte			Areia		
-----%								
14,7			3,4			81,9		

Os tratamentos foram compostos pela aplicação da adubação de cobertura na dose de 100 mg dm^{-3} de N, utilizando diferentes fontes de nitrogênio (Uréia incorporada, Sulfato de Amônio, Sulfammo® e Super N®), comparando com uma testemunha, sem aplicação de nitrogênio em cobertura. Totalizando cinco tratamentos aplicados no estágio V5, onde as plantas estavam com 5 folhas totalmente expandidas, conforme a recomendação de Fancelli e Dourado Neto, (2004). O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições.

No decorrer do desenvolvimento da cultura, foram realizadas as medições de altura de planta e diâmetro do colmo aos 30, 37, 44, 51, 58, 65 dias após a emergência das plantas (DAE) em intervalos de sete dias após a aplicação dos tratamentos. A variável altura foi

mensurada a partir da superfície do solo até o ápice do colmo. No momento em que as plantas cessaram seu crescimento, mediu-se da superfície do solo até a base ou inserção do pendão. O diâmetro foi avaliado no primeiro internódio do colmo, próximo à superfície do solo.

A quantidade de clorofila nas folhas foi avaliada através do clorofilômetro (SPAD), utilizado para diagnosticar o estado nutricional, crescimento e desenvolvimento do milho (Zotarelli et al., 2003; Magalhães et al., 2009). As leituras no medidor de clorofila foram feitas em pontos situados na metade do comprimento da folha, a partir da base, e a 2 cm de uma das margens da folha.

Após o término das avaliações, a parte aérea das plantas foi coletada e separada em folha e colmo, acondicionados em estufa com circulação forçada de ar a 65°C até peso constante, para posterior determinação da matéria seca.

A análise estatística foi efetuada seguindo-se o modelo de análise variância, com auxílio do programa Sisvar[®], utilizando nível de 5% de significância. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, com o mesmo nível de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se que não houve efeito das fontes de nitrogênio na altura das plantas de milho (Tabela 2), característica relacionada ao genótipo das plantas, que apresenta vantagens no momento da colheita (Possamai et al., 2001). Os níveis obtidos são abaixo do esperado para o híbrido, o que pode estar relacionado à restrição do crescimento das plantas nos vasos.

Tabela 2- Altura de planta de milho em função da aplicação de nitrogênio proveniente de diferentes fontes (Umuarama-PR, 2012)

Fontes de Nitrogênio	Altura de Planta DAE (cm)					
	30	37	44	51	58	65
Testemunha	48,0 a	71,3 a	79,5 a	84,7 a	108,2 a	133,0 a
Uréia	54,5 a	73,0 a	79,5 a	88,7 a	115,7 a	138,5 a
Sulfato de Amônio	53,4 a	75,7 a	79,7 a	87,0 a	115,7 a	142,5 a
Sulfammo [®]	50,3 a	72,3 a	75,0 a	85,0 a	105,0 a	121,3 a
Super N [®]	50,7 a	78,5 a	78,5 a	86,0 a	107,5 a	129,2 a
Teste Tukey	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
C.V(%)	23,04	17,56	13,40	14,78	19,21	22,79

Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey.

n.s.= não significativo a 5% de probabilidade.

Os valores corroboram com os resultados obtidos por Carmo et al. (2012) que encontraram resposta linear para o aumento da dose de nitrogênio, independente da fonte nitrogenada utilizada. Assim como, quando avaliada a utilização de diferentes fontes e épocas

de aplicação de N nos componentes da produção na cultura do milho, não foram encontradas diferenças entre as fontes de nitrogênio (Meira et al., 2006).

A avaliação dos componentes morfológicos é de fundamental importância para a cultura do milho, o diâmetro do colmo apresenta correlação com a produtividade por se tratar de um órgão de reserva da planta atuando no armazenamento dos sólidos solúveis que serão utilizados na formação dos grãos da espiga (Cruz et al., 2008).

A utilização de diferentes fontes de nitrogênio não apresentou diferença significativa no diâmetro basal do colmo (Tabela 3), resultado semelhante ao constatado por Meira (2009) e Schiavinatti (2011), assim como as variáveis produtividade e massa de mil grãos avaliadas por esses autores também não apresentaram diferenças em relação à fonte de N utilizada, confirmando a relação existente entre diâmetro do colmo e produtividade.

Tabela 3- Diâmetro do colmo de milho em função da aplicação de nitrogênio proveniente de diferentes fontes (Umuarama-PR, 2012)

Fontes de Nitrogênio	Diâmetro do Colmo (mm)					
	30	37	44	51	58	65
Testemunha	13,5 a	16,7 a	18,3 a	19,1 a	17,8 a	18,5 a
Uréia	13,6 a	17,2 a	18,4 a	18,2 a	16,4 a	16,9 a
Sulfato de Amônio	14,4 a	18,6 a	18,5 a	19,4 a	18,1a	19,5 a
Sulfammo [®]	13,3 a	15,0 a	17,5 a	17,1 a	17,2 a	17,8 a
Super N [®]	13,2 a	17,5 a	18,3 a	19,5 a	16,7 a	17,3 a
Teste Tukey	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
C.V(%)	24,64	16,50	11,83	14,82	9,95	11,76

Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey.
n.s.= não significativo a 5% de probabilidade.

O clorofilômetro é utilizado para determinar o teor de N da folha, já que a clorofila e o nitrogênio se correlacionam positivamente nas plantas, os parâmetros de clorofila da cultura do milho estão entre 45 a 48, sendo estes valores um pouco maiores do que foram obtidos no experimento (Tabela 4), não apresentando diferenças entre os tratamentos Malavolta et al. (1997).

Tabela 4- Leitura do clorofilômetro em folhas (SPAD), matéria seca de folha, matéria seca do colmo e matéria seca total da parte aérea (gramas) do milho, da aplicação de nitrogênio proveniente de diferentes fontes (Umuarama-PR, 2012)

Fontes de Nitrogênio	SPAD	Matéria seca da parte aérea		
		Folha	Colmo	Total
Testemunha	34,02 a	15,14 a	67,83 a	82,97 a
Uréia	35,80 a	14,86 a	65,10 a	79,97 a
Sulfato de Amônio	40,97a	17,30 a	65,66 a	82,96 a
Sulfammo [®]	38,60 a	16,34 a	60,34 a	76,68 a
Super N [®]	42,25 a	16,99 a	60,63 a	77,63 a
Teste Tukey	n.s	n.s	n.s	n.s

C.V(%)	16,76	21,69	17,65	16.49
--------	-------	-------	-------	-------

Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey.

n.s.= não significativo a 5% de probabilidade.

Os valores obtidos de massa seca da parte aérea não apresentaram diferenças significativas, nas diferentes partes da planta (Folha e Colmo) e na matéria seca total de planta, independente da fonte de N utilizada. Em estudos realizados por Queiroz et al.(2011), não foram observadas diferenças significativas de produtividade entre as fontes de nitrogênio aplicadas em cobertura na cultura do milho. As quantidades de nutrientes presentes no solo e aplicadas na adubação de semeadura foram suficientes para a cultura obter um desenvolvimento satisfatório, não apresentando diferenças entre as fontes de nitrogênio proveniente da adubação de cobertura.

CONCLUSÃO

Não houve alteração no desenvolvimento do milho pela aplicação de nitrogênio em cobertura, proveniente de diferentes fontes (Uréia, Sulfato de Amônio, Sulfammo[®], Super N[®]) nos parâmetros morfológicos analisados.

REFERÊNCIAS

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.) **Fertilidade do solo**. 2. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.375-470.

CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van. Cereais. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2ªed. Campinas: IAC, p. 45-71, 1997 (Boletim Técnico 100).

CARDOSO, S. M.; SORATTO, R. P.; SILVA, A. H.; MENDONÇA, C. G. Fontes e parcelamento do nitrogênio em cobertura, na cultura do milho sobre plantio direto. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.6, n.1, p.23-28, 2011.

CARMO, M.S; CRUZ, S.C.S; SOUZA, E.J.; CAMPOS, L.F.C; MACHADO, C.G. Doses e fontes de nitrogênio no desenvolvimento e produtividade da cultura de milho doce (*Zea mays* convar. *saccharata* var. *rugosa*). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28 ,p.223-231, 2012.

CIVARDI, E. A.; SILVEIRA NETO, A. N.; RAGAGNIN, V. A.; GODOY, E. R.; BROD, E. Uréia de liberação lenta aplicada superficialmente e ureia comum incorporada ao solo no rendimento do milho. **Revista Agropecuária tropical**, Goiânia, v.41, n.1, p.52-59, 2011.

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, n.1, p. 62-68, 2008.

DEUNER, S.; NASCIMENTO R.; FERREIRA, L. S.; BADINELLI, P. G. B.; KERBER, R. S. Adubação foliar e via solo de nitrogênio em plantas de milho em fase inicial de desenvolvimento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1359-1365, 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPQ, 2006. 412p.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. 2 ed. Guaíba: Editora Livrocere, 2004. 360p.

LARA CABEZAS, W. A. R.; KORNDORFER, G. H.; MOTTA, S. A. Volatilização de N-NH₃ na cultura de milho: I- Efeito da irrigação e substituição parcial da uréia por sulfato de amônio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 21, n. 3, p. 481-487, 1997.

MAGALHÃES, P. C.; SOUZA, T. C. de; ALBUQUERQUE, P. E. P.; KARAM, D.; MAGALHÃES, M. M.; CANTAO, F. R. de O. Caracterização ecofisiológica de linhagens de milho submetidas à baixa disponibilidade hídrica durante o florescimento. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 8, n. 3, p. 223- 232, 2009.

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

MARTHA JÚNIOR, G. B.; CORSI, M.; VILELA, L.; PINTO, T. L. F.; TEIXEIRA, G. M.; MANZONI, C. S.; BARIONI, L. G. Perda de amônia por volatilização em pastagem de capim-tanzânia adubada com uréia no verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 2240-2247, 2004.

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

MEIRA, F. A. **Fontes e modos de aplicação do nitrogênio na cultura do milho**. 2006. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2006.

POSSAMAI, J. M.; SOUZA, C. M.; GALVÃO, J. C. C. Sistemas de preparo do solo para o cultivo do milho safrinha. **Bragantia**, Campinas, v. 60, n. 2, p. 79-82, 2001.

QUEIROZ, A.M; SOUZA, C.H.E.; MACHADO, V.J.; LANA, R.M.Q; KORNDORFER, G.H.;SILVA, A.A. Avaliação de diferentes fontes e doses de nitrogênio na adubação da cultura do milho (*Zea mays* L.). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.10, n. 3,p.257-266, 2011.

SCHIAVINATTI, A. F. ANDREOTTI, M.; BENETT, C. G. S.; PARIZ, C. M.; LODO, B. N.; BUZETTI, S. Influência de fontes e modos de aplicação de nitrogênio nos componentes da produção e produtividade do milho irrigado no cerrado. **Bragantia**, Campinas, v.70, n.4, p. 925-930, 2011.

SILVA, A. A.; SILVA, T. S.; VASCONCELOS, A. C. P.; LANA, R. M. Q. Aplicação de

diferentes fontes de uréia de liberação gradual na cultura do milho. **Biociencia Journal**, Uberlândia, v.28, p.104-111, 2012.

SOUZA, P. M.; BRAGA, M. J. Aspectos econômicos da produção e comercialização do milho no Brasil. In: GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V. (Ed.). **Tecnologia de Produção de Milho**. Viçosa: UFV, 2004. p.13-54.

ZOTARELLI, L.; CARDOSO, E. G.; PICCININ, J. L.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M.; TORRES, E.; ALVES, B. J. R. Calibração do medidor de clorofila Minolta SPAD-502 para avaliação do conteúdo de nitrogênio do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 9, p. 1117-1122, 2003.

Recebido para publicação em: 15/09/2013

Aceito para publicação em: 09/10/2013