

Utilização de diferentes Critérios para o Manejo da Adubação Nitrogenada de Milho Safrinha.

Evandro Marcos Biesdorf⁽¹⁾; Kássio da Silveira Carvalho⁽²⁾; Charles Araújo⁽³⁾; Willian Brito de Carvalho⁽⁴⁾; Ricardo Pacheco da Silva⁽⁵⁾; Lucian Alex dos Santos⁽⁶⁾;

⁽¹⁾ Graduando em Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso *Campus* São Vicente, BR 364 KM 329, Santo Antônio do Leverger – MT, CEP: 78106-970, evandro.biesdorf@agronomo.eng.br; ⁽²⁾ Graduando em Agronomia do IFMT *Campus* São Vicente; ⁽³⁾ Professor do IFMT *Campus* São Vicente, charles.araujo@svc.ifmt.edu.br; ⁽⁴⁾ Graduando em Agronomia do IFMT *Campus* São Vicente; ⁽⁵⁾ Graduando em Agronomia do IFMT *Campus* São Vicente; ⁽⁶⁾ Graduando em Agronomia do IFMT *Campus* São Vicente;

RESUMO: O Experimento dois teve como objetivo avaliar a capacidade de predição da necessidade da adubação nitrogenada, utilizando-se níveis críticos calculados com base na medida do medidor de clorofila SPAD-502 e do teor de nitrato do solo, em diferentes estágios de desenvolvimento do milho safrinha. Os critérios para a experimentação foram os mesmos adotados para o experimento um. Foram 12 tratamentos sendo que todos receberam uma quantidade de 30 kg.ha⁻¹ de N no plantio. O primeiro foi a testemunha sem adição de N após o plantio; o segundo foi o recomendado com 90 kg.ha⁻¹ no estágio vegetativo de quatro folhas verdadeiras; do terceiro ao sétimo tratamento foi adubação através do nível crítico estabelecido pelo clorofilômetro, sendo realizado de acordo com cada necessidade nos respectivos estágios de V₄ ao V₈; e do oitavo ao décimo segundo tratamento, consistiu na adubação através da determinação do teor de N-NO₃ no solo nos mesmos estágio de desenvolvimento. Os critérios estudados foram submetidos a análise de medias pelo teste de Tukey a 5% e conclui-se que a eficiência do uso do N foi afetado pelo momento da aplicação, a utilização do teor de N-NO₃ no solo no estágio V₄ como critério de adubação não resultou em elevadas eficiências de uso do N e maiores produtividades de grãos e eficiências de uso e agrônômico do N foram obtidas pelos critérios baseados na determinação do valor SPAD a partir do estágio de desenvolvimento V₅.

Termos de indexação: Zea mays, nitrato, SPAD 502.

INTRODUÇÃO

Diversos procedimentos podem ser adotados para a recomendação da dose de nitrogênio a ser aplicada no milho. O primeiro consiste na maneira mais simples é utilizada dose de nitrogênio levando em consideração o potencial produtivo do sistema de produção utilizado na cultura,

Outra possibilidade para a recomendação de adubação nitrogenada em diversas culturas tem

sido buscada pela utilização do conceito de N-mineral (N-NH₄ + N-NO₃) no solo no início do período de cultivo.

A análise do N-NO₃ pode ser realizada antes do plantio ou em cobertura ao longo do desenvolvimento da cultura. Em áreas onde a lixiviação do N-NO₃ é mais provável de ocorrer ou que receberam grande quantidade de resíduo orgânico em cultivos prévios, o teste para determinação do N-NO₃ em cobertura pode ser mais adequado. Este teste, foi desenvolvido por Magdoff et al. (1984) e utiliza a quantidade de N-NO₃ disponível no solo para prever a necessidade de N em cobertura quando o milho encontra-se com 15-30 cm de altura.

A recomendação da dose de N também pode ser realizada por meio do SPAD-502 [Soil Plant Analysis Development (SPAD) Section, Minolta Camera Co. Ltd., Japan] que tem sido utilizado com sucesso para diagnosticar o estado nutricional nitrogenado do milho (Schepers et al., 1992; Smeal e Zhang, 1994).

Por meio de leitura direta na folha com o SPAD-502 é obtido o valor SPAD, que pode ser utilizado pela comparação da intensidade do teor de clorofila obtido na área que se deseja avaliar com aquele obtido em parcela referência. Assim, comparando as leituras SPAD obtidas na área com aquelas obtidas na parcela referência pode ser calculado o índice de suficiência ou percentagem relativa da cultura (Schepers et al., 1992).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi determinar o efeito de critérios baseados na utilização de dose recomendada, níveis críticos SPAD e de N-NO₃ no solo em diferentes estágios de desenvolvimento, para o manejo da adubação nitrogenada do milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O Experimento teve início em fevereiro de 2010 e os tratamentos corresponderam a diferentes critérios para recomendação da adubação nitrogenada: Tratamento 1 (TEST) – aplicação de

30 kg.ha⁻¹ de N no plantio e sem aplicação de N em cobertura (Testemunha); Tratamento 2 (RECO) – utilização de dose recomendada de N para a cultura de milho. Aplicação de 30 kg.ha⁻¹ de N no plantio e 90 kg.ha⁻¹ de N no estágio V₄ (Recomendado). Tratamentos 3 (SPAD-V₄), 4 (SPAD-V₅), 5 (SPAD-V₆), 6 (SPAD-V₇) e 7 (SPAD-V₈): aplicação de 30 kg.ha⁻¹ de N no plantio e o restante se necessário nos estágios de quatro (V₄), cinco (V₅), seis (V₆), sete (V₇) e oito (V₈) folhas completamente desenvolvidas, respectivamente. A determinação da necessidade ou não de aplicação adicional foi através da utilização de clorofilômetro SPAD 502 em cada estágio de desenvolvimento do milho. Nesses tratamentos a quantidade de nitrogênio a ser aplicado foi definida através de equações.

Tratamentos 8 (N-NO₃-V₄), 9 (N-NO₃-V₄), 10 (N-NO₃-V₄), 11 (N-NO₃-V₄) e 12 (N-NO₃-V₄): aplicação de 30 kg.ha⁻¹ de N no plantio e o restante se necessário nos estágios de quatro (V₄), cinco (V₅), seis (V₆), sete (V₇) e oito (V₈) folhas completamente desenvolvidas, respectivamente.

A determinação da necessidade ou não de aplicação adicional foi baseada na determinação do teor de nitrato no solo em cada estágio de desenvolvimento do milho. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. O solo onde foi instalado o experimento é classificado como Latossolo vermelho escuro distrófico, "A" moderado, textura argilosa, suave ondulado/ondulado (Embrapa, 1999), com as seguintes características na camada de 0 a 20 cm: 504, 116 e 380 g.kg⁻¹ de areia, silte e argila, respectivamente, pH 4,9 (CaCl₂); 28,0 g.dm⁻³ de M.O.; 2,6 mg.dm⁻³ de P (Melich 1); 0,10; 2,05 e 0,77 cmolc.dm⁻³ de K⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺, respectivamente; CTC de 8,5 cmolc.dm⁻³ e V de 34,3%. O solo foi preparado mediante gradagem pesada e niveladora, juntamente ao processo de calagem para elevar a V a 60%.

Também foi determinada a eficiência agrônômica do N (EAN) e a eficiência do uso do N para cada um dos critérios avaliados, para recomendação da adubação nitrogenada do milho, através das seguintes equações 1 e 2:

$$EAN = \frac{\text{Produção}N_x - \text{Produção}N_0}{N_x}$$

Equação (1)

$$EUN = \frac{\text{Produção}N_x}{N_x + N_{\text{solo}}}$$

Equação (2)

Onde, EAN = Eficiência agrônômica do N (kg.kg⁻¹);

EUN = Eficiência do uso do N (kg.kg⁻¹)

Produção N_x = produção total de frutos do tratamento x (kg.ha⁻¹);

Produção N₀ = produção total de frutos da testemunha (kg.ha⁻¹);

N_x = dose de N aplicada em cada tratamento (kg.ha⁻¹ de N);

N_{solo} = quantidade de N-NO₃ no solo (kg.ha⁻¹ de N-NO₃);

As características avaliadas foram: altura de planta, diâmetro de colmo, diâmetro e comprimento de espiga, massa de palha e de sabugo e produtividade, submetidas a análise de variância. As médias dos tratamentos serão comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade (Pimentel-Gomes, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferenças significativas entre os critérios estudados apenas para produtividade de grãos (**Quadro 1**). As demais características avaliadas (altura de plantas, diâmetro de colmo, diâmetro e comprimento de espigas, massa de palha e de sabugo) não apresentaram diferenças significativas pelo teste de Tukey (α=5%).

Apesar de terem resultado em menores produtividades a utilização do valor SPAD nos estágios de desenvolvimento V₆ (SPAD-V₆) e V₈ (SPAD-V₈) para recomendação da adubação nitrogenada também resultaram em altas produtividades (6424,0 e 6337,5 kg.ha⁻¹, respectivamente). Esses resultados comprovam o potencial do medidor portátil de clorofila SPAD-502 e da análise do teor de N-NO₃ no solo em cobertura na determinação da quantidade de N a ser aplicada no milho.

O critério N-NO₃-V₄ foi semelhante ao Pre-sidedress Soil Nitrate Test (PSNT) proposto por Magdoff et al. (1984) e amplamente utilizado nos Estados Unidos, pois a determinação do teor de N-NO₃ para o critério N-NO₃-V₄ foi realizada no estágio V₄ quando as plantas de milho apresentavam altura entre 30-45 cm, que é aquela recomendada para amostragem no PSNT. A diferença do critério proposto neste estudo e o PSNT está relacionada ao nível crítico de N-NO₃ no solo. De acordo com os dados obtidos no Experimento 1 e que foram utilizados para determinação do critério N-NO₃-V₄ o nível crítico de N-NO₃ no solo foi de 5,96 mg.dm⁻³ na camada de 0-20 cm de profundidade. Este valor é cerca de quatro vezes menor do que aquele proposto por Magdoff et al. (1984) e Fox et al. (1989), onde haverá resposta a adubação

nitrogenada quando o teor de N-NO₃ no solo estiver abaixo 21 e 25 mg.dm⁻³ na camada de 0-30 cm de profundidade. Para os demais estágios de desenvolvimento a utilização do teor de N-NO₃ no solos como critério para recomendação da adubação nitrogenada resultaram na diminuição da quantidade de N aplicada e em produtividades estatisticamente iguais, mas que diminuíram a medida que as análises de solo foram realizadas nos estágios mais avançados de desenvolvimento do milho (V₇ e V₈). A exceção foi o critério baseado no nível crítico de N-NO₃ no solo determinado no estágio V₆ (N-NO₃-V₆), que proporcionou produtividade de 6408,9 kg.ha⁻¹, próxima aquela obtida no critério N-NO₃-V₄ (6548,4 kg.ha⁻¹).

Os diferentes critérios para recomendação da adubação nitrogenada apresentaram diferenças significativas apenas para eficiência de uso do N (EUN) (**Tabela 2**). Para a eficiência agrônômica do N (EAN) não houve diferenças significativas apesar dos valores observados terem sido bem diferentes. Semelhante ao observado no **Tabela 1**, os critérios para recomendação da adubação nitrogenada do milho baseados no valor SPAD para os diferentes estágios de desenvolvimento analisados (SPAD-V₄, SPAD-V₅, SPAD-V₆, SPAD-V₇ e SPAD-V₈) apresentaram maiores eficiências de uso e agrônômica do N. Provavelmente, a razão principal para aumentar a eficiência do fertilizante nitrogenado e obter alta produtividade seja devido às leituras SPAD terem indicado necessidade de aplicar N em cobertura quando necessário, em momento que o fornecimento de N coincidiu com a demanda da cultura (Peng et al. 1996).

Ao analisar o mesmo critério de recomendação da adubação nitrogenada utilizado em diferentes estágios de desenvolvimento pôde ser observado que houve diminuição nas eficiências de uso e agrônômica do N, quando o critério foi baseado nas leituras SPAD, ou seja, o valor SPAD apresenta maior eficiência na recomendação da adubação nitrogenada se utilizado nos estágios iniciais de desenvolvimento do milho a partir do V₅. Para os critérios baseados no teor de N-NO₃ no solo, o efeito foi contrário ao observado nos critérios baseados nas leituras SPAD, onde o atraso no momento de aplicação do N, proporcionou maiores eficiências de uso e agrônômica do N, apesar da produtividade não ter apresentado o mesmo comportamento (**Tabela 1**).

Tabela 2 - Eficiências de uso (EUN) e agrônômica (EAN) nos diferentes critérios para recomendação da adubação nitrogenada do milho.

Tratamento/ Critério	EUN (kg.kg ⁻¹)	EAN (kg.kg ⁻¹)
1 – (TEST)	-	-
2 – (RECO)	52,6 bcd	20,1 a
3 – (SPAD-V ₄)	74,7 bc	25,9 a
4 – (SPAD-V ₅)	92,0 b	37,9 a
5 – (SPAD-V ₆)	75,6 bc	29,7 a
6 – (SPAD-V ₇)	61,7 bcd	25,3 a
7 – (SPAD-V ₈)	57,1 bcd	22,0 a
8 – (N-NO ₃ -V ₄)	33,1 cd	13,4 a
9 – (N-NO ₃ -V ₅)	30,5 d	10,9 a
10 – (N-NO ₃ -V ₆)	37,9 cd	14,9 a
11 – (N-NO ₃ -V ₇)	56,4 bcd	17,0 a
12 – (N-NO ₃ -V ₈)	153,3 a	23,3 a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha=5\%$).

CONCLUSÕES

Maiores produtividades de grãos e eficiências de uso e agrônômicas do N foram obtidas pelos critérios baseados na determinação do valor SPAD a partir do estágio de desenvolvimento V₅;

A alta produtividade para utilização do critério baseado na determinação do teor de N-NO₃ no solo no estágio V₄ não resultou em elevadas eficiências de uso e agrônômica do N;

As eficiências de uso e agrônômica do N foram afetadas pelo momento de aplicação do N nos diferentes critérios;

O critério baseado na dose recomendada de 120 kg.ha⁻¹ de N não proporcionou maiores produtividade e eficiência de uso e agrônômica do N;

Como critério para recomendação da adubação nitrogenada em cobertura do milho safrinha deve ser utilizado o medidor portátil de clorofila para determinação dos valores SPAD a partir do estágio de desenvolvimento V₅.

REFERÊNCIAS

EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Embrapa, Brasília, Brasil, 412p. 1999.

FOX, R.H.; ROTH, G.W.; IVERSEN, V.; PIEKIELEK, W.P. Soil and tissue nitrate tests compared for predicting soil nitrogen availability to corn. *Agronomy Journal*, v.81, p.971-974, 1989.



MAGDOFF, F.R.; ROSS, D.; AMADON, J. A soil test for nitrogen availability to corn. Soil Science Society American Journal, v.48, p.1301-1304, 1984.

PENG, S.; GARCIA, F.V.; LAZA, M.R.C.; SANICO, A.L.; VISPERAS, R.M.; CASSMAN, K.G. Increased N-use efficiency using a chlorophyll meter on high-yielding irrigated rice. Field Crop Research, v.47, p.243-252, 1996.

PIMENTEL-GOMES, F. Curso de estatística experimental. Piracicaba: ESALQ-USP, 2000. 477p.

SCHEPERS, J.S.; FRANCIS, D.D.; VIGIL, M.; BELOW, F.E. Comparison of corn leaf-nitrogen concentration and chlorophyll meter readings. Communications in Soil Science and Plant Analysis, v.23, n.17-20, p.2173-2187, 1992.

SMEAL, D.; ZHANG, H. Chlorophyll meter evaluation for nitrogen management in corn. Communications in Soil Science and Plant Analysis, v. 25, p. 1495-1503, 1994.

Tabela 1. Altura de plantas (APLA), diâmetro de colmo (DCOL), diâmetro (DESP) e comprimento de espigas (CESP), massa de palha (MPAL) e de sabugo (MSAB); produtividade (PROD) de milho safrinha, em função de diferentes critérios para o manejo da adubação nitrogenada.

Tratamento/ Critério	Dose de N aplicada (kg.ha ⁻¹)		APLA (cm)	DCOL (mm)	DESP (mm)	CESP (cm)	MPAL (g)	MSAB (g)	PROD (kg.ha ⁻¹)
	Semeadura + Cobertura	Total							
1 – (TEST)	0 + 0	0	140 a	19,0 a	40,1 a	11,1 a	19,3 a	22,5 a	3898,1 b
2 – (RECO)	30 + 90	120	169 a	21,2 a	42,6 a	12,5 a	24,1 a	29,0 a	6315,5 ab
3 – (SPAD-V ₄)	30 + 50	80	167 a	20,3 a	43,1 a	12,8 a	34,3 a	32,7 a	5972,4 ab
4 – (SPAD-V ₅)	30 + 42	72	170 a	20,8 a	42,5 a	12,7 a	29,8 a	32,0 a	6625,8 a
5 – (SPAD-V ₆)	30 + 55	85	172 a	21,1 a	41,8 a	12,4 a	31,4 a	34,3 a	6424,0 ab
6 – (SPAD-V ₇)	30 + 67	107	169 a	19,8 a	41,7 a	12,4 a	31,4 a	31,2 a	6603,0 a
7 – (SPAD-V ₈)	30 + 81	111	157 a	18,3 a	42,6 a	12,6 a	30,1 a	35,7 a	6337,5 ab
8 – (N-NO ₃ -V ₄)	30 + 168	198	164 a	20,7 a	42,6 a	12,5 a	27,7 a	35,8 a	6548,4 a
9 – (N-NO ₃ -V ₅)	30 + 169	199	157 a	21,2 a	41,1 a	11,4 a	25,4 a	29,9 a	6070,0 ab
10 – (N-NO ₃ -V ₆)	30 + 139	169	172 a	21,3 a	41,9 a	12,0 a	26,6 a	32,7 a	6408,9 ab
11 – (N-NO ₃ -V ₇)	30 + 69	99	158 a	20,5 a	41,2 a	12,4 a	29,1 a	31,8 a	5582,9 ab
12 – (N-NO ₃ -V ₈)	30 + 0	30	147 a	18,6 a	40,5 a	11,3 a	23,2 a	24,7 a	4598,1 ab

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha=5\%$).