

Respostas de plantas de milho a diferentes doses de nitrogênio mineral e teor de n-no₃ do solo.

**Willian Brito de Carvalho⁽³⁾; Charles de Araújo⁽²⁾; Kássio da Silveira Carvalho⁽³⁾;
Lucian Alex dos Santos⁽³⁾; Giliesio Ap. da Silva Fontana⁽³⁾; Evandro Marcos Biesdorf⁽³⁾.**

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do CNPq.

⁽²⁾ Professor e pesquisador do Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia (IFMT-São Vicente) Santo Antônio de Leverger - MT; Charles.araujo@svc.ifmt.edu.br;

⁽³⁾ Estudantes do Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia (IFMT-Campus São Vicente);

RESUMO: Visando estabelecer a relação de características de plantas de milho e o teor de N-NO₃ do solo com diferentes doses de nitrogênio, foi conduzido um experimento no setor de Agricultura III do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso-(IFMT-Campus São Vicente). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso (DBC) com quatro repetições. Os tratamentos utilizados foram quatro doses de nitrogênio (0; 62,5; 125 e 250 kg.ha⁻¹ de N), na forma de uréia, parceladas em duas aplicações: 30% da dose na semeadura e 70% da dose no estágio de quatro folhas completamente desenvolvidas (V₄) da cultura do milho. A variedade utilizada foi o híbrido simples (YG 3421), utilizando o espaçamento de 0,80 m entre linhas e 0,20 m entre plantas, totalizando uma população de 62.500 plantas/ha. Quando as plantas atingiram os estágios de desenvolvimento V₄, V₅, V₆, V₇ e V₈ foram realizadas coletas de amostragem de solo para determinação de nitrato, diâmetro do caule, teor de clorofila, massa de matéria seca e altura de plantas. Essas características foram relacionadas com as diferentes doses de N e observou-se que o nitrogênio apresenta resposta significativa sobre a altura de plantas, diâmetro do caule, comprimento e diâmetro de espiga (sendo possível determinar o estado nutricional nitrogenado e a quantidade de N a ser aplicada em cobertura na cultura do milho). A obtenção de máxima produtividade de grãos (8.307kg ha⁻¹) foi obtida pela utilização de 171,1 kg ha⁻¹ de N,.

Termos de indexação: *Zea mays*, nitrato, clorofila.

INTRODUÇÃO

O nitrogênio é o nutriente absorvido em maior quantidade pelo milho e o que mais interfere no rendimento de grãos (Amado et al., 2002), sendo constituinte de moléculas de citocromos, além de sua função como integrante da molécula de clorofila (Büll et al., 1993).

Normalmente, a adubação nitrogenada é realizada pela utilização de dose fixa baseada na produtividade esperada, sem levar em consideração a quantidade de N existente no solo. Frequentemente a quantidade do fertilizante nitrogenado aplicada é maior do que a quantidade necessária para obtenção de máxima produtividade (Lemaire et al., 2008). Como consequência, grandes quantidades de fertilizante nitrogenado são aplicadas na cultura e a implicação dessa prática é o aumento substancial da quantidade de N mineral que permanece no solo e do conteúdo de N-NO₃ que pode ser perdido via lixiviação, desnitrificação ou volatilização (Glass, 2003). O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito de doses de N sobre as características morfológicas de plantas de milho, seu nível no solo nos estágios de desenvolvimento do milho V₄, V₅, V₆, V₇ e V₈.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no setor de Agricultura III do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT – Campus São Vicente) no período de agosto a outubro de 2009. Os tratamentos utilizados corresponderam a utilização de quatro doses de nitrogênio (0; 62,5; 125 e 250 kg.ha⁻¹ de N), na forma de uréia, parceladas em duas aplicações: 30% da dose na semeadura e 70% da dose no estágio de quatro folhas completamente desenvolvidas (V₄) da cultura do milho.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso (DBC), com quatro repetições. A área de cultivo foi corrigida de acordo com a análise de solo e preparada através de aração e gradagem niveladora. A semeadura foi feita por meio de semeadora manual, utilizando sementes de um híbrido simples (YG 3421).

Foram distribuídas cinco sementes por metro linear, e no espaçamento entre linhas de 0,80 m, totalizando uma população de 62.500 plantas por ha⁻¹. Por ocasião da semeadura, foram aplicadas

em sulcos, abertos lateralmente a linha de semeadura, as diferentes doses de nitrogênio, além de fósforo e potássio, em quantidades de acordo com a análise de solo e das necessidades da cultura.

As parcelas experimentais foram constituídas de seis linhas de milho, cada uma contendo cinco metros de comprimento, sendo consideradas como área útil as quatro fileiras centrais. Quando as plantas de milho atingiram os estágios de quatro (V_4), cinco (V_5), seis (V_6), sete (V_7) e oito (V_8) folhas completamente desenvolvidas, foram realizadas as determinações da massa da matéria seca (MMS), altura de plantas (AP), diâmetro do caule (DC) e leituras do teor de clorofila através de medidor portátil de clorofila SPAD 502 [Soil-Plant Analysis Development (Section, Minolta Camera Co. Ltda., Japão, (1989))]. As avaliações foram realizadas no período da manhã entre 08h00min e 09h00min, em dez plantas por parcela. Após as medições duas foram retiradas do solo e enviadas para o laboratório para determinação da área foliar com a ajuda de uma scanner. A massa fresca foi determinada através da pesagem de duas plantas por parcelas. Posteriormente secagem em estufa com circulação forçada de ar, a 70°C, até obtenção de peso constante, determinou-se a massa seca. Cada planta seca foi moída em moinho tipo Wiley, equipado com peneira de 20 mesh, e submetida à digestão sulfúrica para determinação do teor de N-org, pelo método de Nessler (Jackson, 1958). O teor de N- NO_3 foi determinado de acordo com Cataldo et al. (1975). O somatório do N-org e N- NO_3 correspondeu ao N-total.

Juntamente as leituras SPAD, para cada estágio de desenvolvimento (V_4 , V_5 , V_6 , V_7 e V_8), foi realizada amostragem do solo para determinação do teor N- NO_3 , na camada de 0-20 cm de profundidade. Em cada parcela experimental, o solo foi amostrado em cinco pontos na linha de aplicação do fertilizante nitrogenado pertencente às fileiras úteis. Essas cinco amostras formaram a amostra composta de cada parcela experimental que após coletada, foi enviada ao laboratório para secagem em estufa com circulação forçada de ar e peneiramento em peneira de malha de 2 mm para determinação do teor de N- NO_3 . Para tal, foram utilizadas sub amostras de 5 cm^3 de solo. Nessas, a extração de N- NO_3 foi feita utilizando-se cloreto de potássio (KCl) 1 mol.L^{-1} como extrator, na relação solo: extrator de 1:10. Após agitação em agitador horizontal, por 15 minutos, o extrato foi obtido por filtragem, utilizando papel de filtragem lenta. O N- NO_3 presente nos extratos foi dosado por metodologia simplificada, baseada no método do salicilato, proposta por Yang et al. (1998).

Durante o desenvolvimento da cultura foi adotada irrigação suplementar por aspersão. O

controle de plantas invasoras, pragas e doenças foram realizados de acordo com o recomendado para a cultura do milho.

As características avaliadas foram submetidas a análise de variância e de regressão. Os valores de MMS, AP, DC, SPAD e os teores de N- NO_3 no solo, obtidos nos diferentes estágios de desenvolvimento, foram relacionados às doses de nitrogênio aplicadas. Os modelos de regressão foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão até 5% de probabilidade pelo teste t e no maior coeficiente de determinação (R^2).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As doses crescentes de N aplicadas na cultura do milho apresentaram efeito significativo para a produtividade de grãos (Figura 1). A obtenção de máxima produtividade de grãos (8.307,2 kg ha^{-1}) foi obtida pela utilização de 171,1 kg ha^{-1} de N, sendo metade dessa dose aplicada na semeadura e o restante em cobertura no estágio V_4 , conforme foram aplicadas as doses crescentes. Essa dose de N está acima de 142 kg ha^{-1} de N, encontrada por Fernandes e Buzetti (2005) para obtenção de máxima produtividade em seis cultivares de milho. A menor dose de N encontrada pode estar relacionada com a produtividade máxima obtida (6991 kg ha^{-1}) pelos autores abaixo da produtividade máxima encontrada nesse trabalho (8307,2 kg ha^{-1}). Wendling (2005) recomenda a dose de 120 kg ha^{-1} de N para obtenção de produtividade de 8000 kg ha^{-1} de milho de 1ª safra cultivado na Região Sul.

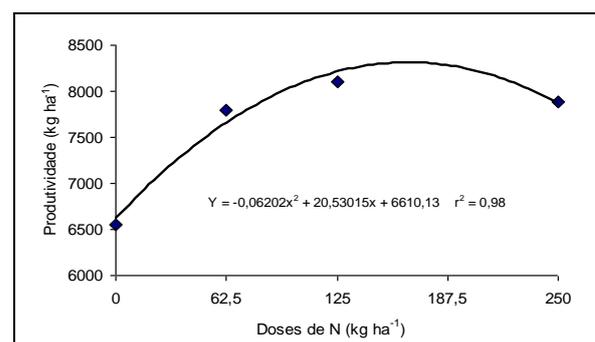


Tabela 1 – Produtividade de milho safrinha (kg ha^{-1}) em função de doses de nitrogênio (kg ha^{-1}).

A produtividade máxima 8.307,2 kg ha^{-1} de grãos obtida equivale a 138,5 sacas ha^{-1} de milho, o que está bem acima da produtividade média de 72,8 sacas ha^{-1} , para o milho safrinha no Estado de Mato Grosso, obtendo assim significância nos dados, conforme estimativas do IMEA (2010).

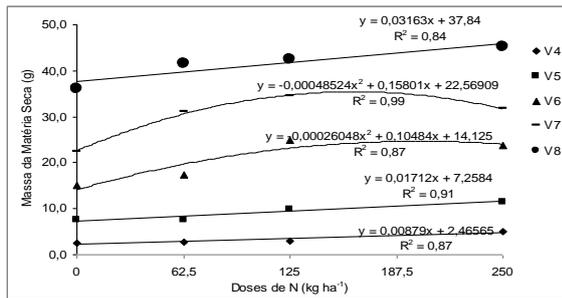


Figura 2 – Massa da matéria seca (MMS) de plantas de milho em função de diferentes doses de N.

Para os estágios V6 e V7, maior MMS foi obtida pela utilização de 201,2 e 162,8 kg.ha⁻¹ de N, respectivamente.

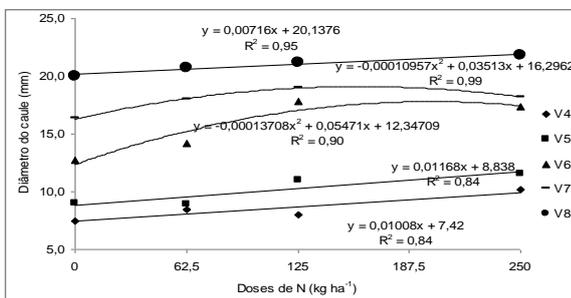


Figura 3 – Diâmetro do caule (DC) de plantas de milho em função de doses de N aplicadas.

A quantidade de N necessária para obtenção da altura máxima de plantas foi de 206,7; 157,6; 202,9; 173,6 e 177,1 kg.ha⁻¹ de N, para os estágios V4, V5, V6, V7 e V8, respectivamente. Com essas doses de N, as plantas de milho apresentaram altura de 40,6; 54,9; 73,1; 80,9 e 99,5 cm, respectivamente obtendo-se assim a altura máxima para cada estadiu fisiológico.

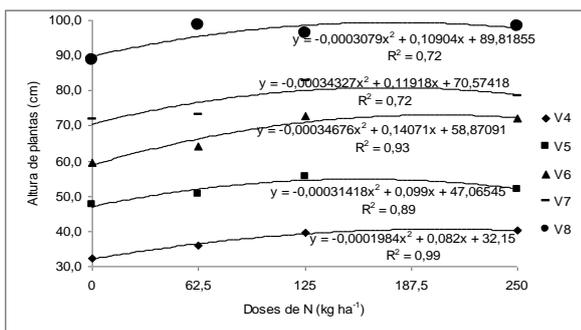


Figura 4 - Alturas de plantas de milho em função de diferentes doses de N aplicadas.

O efeito de doses de N em relação ao teor de clorofila, determinado pelas leituras SPAD, foi quadrático em todos os estágios de desenvolvimento (Figura 5), semelhante ao observado para a altura de plantas (Figura 4). Isso demonstra que o teor de clorofila de plantas de milho varia de acordo com a quantidade de N aplicada desde a fase inicial de desenvolvimento da cultura (V4) e que a determinação desta característica através do medidor portátil de clorofila SPAD 502 pode detectar diferenças em relação ao estado nutricional nitrogenado. Esses resultados são

contrários aqueles obtidos por Godoy et al. (2003) ao observarem que não houve diferença significativa nas leituras SPAD em função de diferentes doses de N utilizadas no estágio V4, indicando que esta característica deveria ser utilizada somente num estágio mais avançado da planta. Além disso, Zotarelli et al. (2003) observaram que a utilização do SPAD 502 permite avaliar o estado nutricional do milho somente após a floração. Entretanto, pelos resultados obtidos no presente estudo, é possível utilizar o medidor portátil de clorofila para prever a necessidade de N desde o estágio V4, momento este em que normalmente é realizada a adubação de cobertura em plantios de milho safrinha no estado de Mato Grosso.

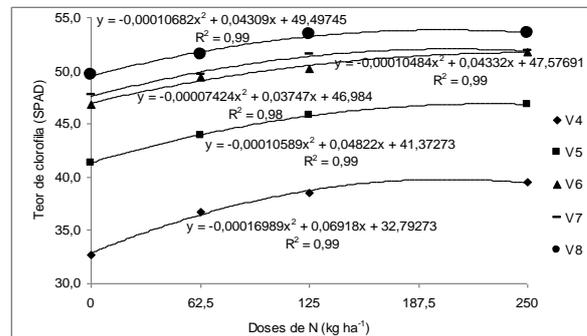


Figura 5 – Teor de clorofila (SPAD) em folhas de milho em função de doses de N aplicadas

Para obtenção dos maiores teores de clorofila nos estágios de desenvolvimento V4, V5, V6, V7 e V8 seria necessário a aplicação de 204,2; 228,3; 252,4; 206,6 e 201,7 kg.ha⁻¹ de N, respectivamente. Essas doses permitiriam a obtenção de teores de clorofila de 39,8; 46,9; 51,7; 52,1 e 53,8 unidades SPAD, respectivamente, obteve significância nessas diferentes doses para cada estadiu fisiológicos, cujos valores podem ser utilizados como referência para verificação da quantidade de N na planta baseado no teor de clorofila.

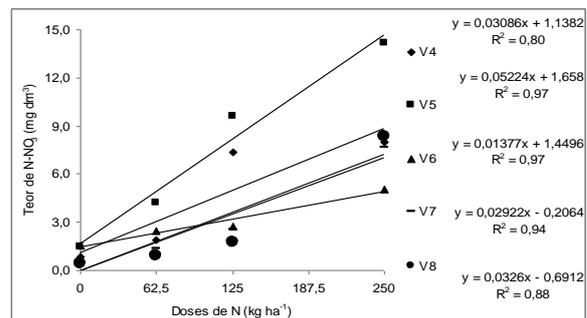


Figura 6 – Teor de N-NO₃ no solo em função de doses de N aplicadas no milho.

De acordo com Rambo et al. (2008), a utilização do teor de N-NO₃ no solo para predição da necessidade de adubação nitrogenada em cobertura pode apresentar resultados variáveis, dependendo das condições climáticas, de solo e sistema de cultivo de cada região. Portanto, a utilização do teor de N-NO₃ para determinação da adubação nitrogenada em cobertura, dificilmente poderá ser utilizada

isoladamente, sendo necessário a integração com outros atributos de solo e planta.

CONCLUSÕES

Para obtenção de máxima produtividade de milho safrinha é necessária a utilização de 171,1 kg ha⁻¹ de N. Os níveis críticos SPAD foram 39,3; 46,5; 51,2; 51,9 e 56,8 US, para os estágios V₄, V₅, V₆, V₇ e V₈, respectivamente. Houve aumento das leituras SPAD a medida que as plantas ficaram mais velhas.

Os níveis críticos das massas de matéria seca nas plantas foram 4,0; 7,4; 24,4; 35,4 e 43,2 g planta⁻¹; diâmetro dos caules foram 9,13; 10,82; 17,68; 19,10 e 21,35 mm e altura de plantas foram 40,3; 54,8; 72,8; 80,9 e 99,5 cm para os estágios V₄, V₅, V₆, V₇ e V₈, respectivamente. Os níveis críticos do teor de N no tecido foram 41,5; 35,9; 32,3; 31,5 e 27,7 g kg⁻¹ de N, para os estágios V₄, V₅, V₆, V₇ e V₈, respectivamente.

Os níveis críticos do teor de N-NO₃ no solo foram 5,96; 10,51; 3,78; 4,74 e 4,83 mg dm⁻³, para os estágios V₄, V₅, V₆, V₇ e V₈, respectivamente.

Através da utilização de níveis críticos de características de planta (leituras SPAD, massa de matéria seca, altura de plantas, diâmetro do caule, área foliar e teor de N no tecido) é possível determinar o estado nutricional nitrogenado e determinar a quantidade de N a ser aplicada em cobertura na cultura do milho.

O nitrogênio apresenta pequeno efeito sobre a altura de plantas, diâmetro do caule, comprimento e diâmetro de espigas ao final do ciclo de desenvolvimento.

REFERÊNCIAS

AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; AITA, C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.26, n.1, p.241-248. 2002.

BÜLL, L.T. Nutrição mineral do milho. In: BÜLL, L.T.; CANTARELLA, H. (Eds). *Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba: POTAFOS, 1993. P.67-145.

CATALDO, D.A.; HARRON, M.; SCHRADER, L.E.; YOUNES, V.L. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration. Of alicyclic acid. *Communication in Soil Science and Plant Analysis*, v.6, p.71-80, 1975.

FERNANDES, F.C.S.; BUZZETTI, S. Efeito de níveis de nitrogênio na produtividade de seis cultivares de milho

GODOY, L.J.G.; VILLAS BÔAS, R.L.; GRASSI FILHO, H. Adubação nitrogenada na cultura do milho baseada na medida do clorofilômetro e no índice de suficiência em nitrogênio (ISN). *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 25, no. 2, p. 373-380, 2003.

(Zea mays L.). *Revista Científica Eletrônica de Agronomia*, v.4, n.7, p.1-7, 2005.

GLASS, A.D.M. Nitrogen use efficiency of crop plants: physiological constraints upon nitrogen absorption. *Critical Reviews of Plant Sciences*, v. 22, p.453-470, 2003.

JACKSON, M.L. **soil chemical analysis**. englewood cliffs: prentice hall, 1958. 458p.

lemaire, g.; jeuffroy, m-h.; gastal, f. diagnosis tool for plant and crop n status in vegetative stage. Theory and practices for crop N management. *European Journal of Agronomy*, v.28, p.614-624, 2008.

RAMBO, L.; SILVA, P.R.F.; STRIEDER, M.L.; DELATORRE, C.A.; BAYER, C.; ARGENTA, G. Adequação de doses de nitrogênio em milho com base em indicadores de solo e de planta.

WENDLING, A. Recomendação de nitrogênio e potássio para trigo, milho e soja sob sistema plantio direto no Paraguai. Santa Maria-RS, UFSM, 2005. 124p. (Dissertação de Mestrado)

YANG, J.E.; SKOGLEY, E.O.; SCHAFF, B.E.; KIM, J.J. a simple spectrophotometric determination of nitrate in water, resin and soil extracts. *soil science society of american journal*, v.62, p.1108-1115, 1998.

ZOTARELLI, L. et al. 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.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. <http://saladeimprensa.ibge.gov.br/noticias?view=noticia&id=1&busca=1&idnoticia=2233>. (sala de imprensa, setembro de 2012).

IMEA – Instituto Mato-grossense de Economia Agropecuária. *Imea revisa para baixo a produtividade do milho*. <http://www.imea.com.br/noticias.php?id=46> (19/12/2010)