



Adubos verdes e adubação nitrogenada em cobertura e sua influência na altura de plantas e produtividade de espigas de milho⁽¹⁾

Marcos Humberto Silva de Assis⁽²⁾, Leandro Flávio Carneiro⁽³⁾, Guilherme Felisberto⁽⁴⁾, Patrícia Aparecida de Carvalho Felisberto⁽⁵⁾, Dryela Ribeiro Leite⁽⁴⁾, Paulo César Timossi⁽³⁾

⁽¹⁾Trabalho executado com recursos da CAPES.

⁽²⁾ Mestre, Técnico do Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas; Universidade Federal de Goiás (Regional Jataí); Jataí, GO; assis.bio@hotmail.com; ⁽³⁾ Professor Adjunto; Universidade Federal de Goiás; ⁽⁴⁾ Mestrando(a) em Agronomia; Universidade Federal de Goiás; ⁽⁵⁾ Mestre; Universidade Federal de Goiás.

Resumo: O N é o nutriente requerido em maior quantidade pelo milho e o que mais limita a produção de grãos. Nesse contexto, esse trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos da adubação nitrogenada na produtividade da cultura do milho em sucessão ao cultivo de plantas de cobertura. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com parcelas subdivididas e quatro repetições. Os tratamentos consistiram de plantas de cobertura (capim braquiária, crotalária juncea, crambe e nabo forrageiro), e quatro doses de N em cobertura (0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹) na cultura do milho. A cultura do milho foi avaliada determinando-se a altura de planta, altura de inserção da primeira espiga e produtividade. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e teste Scott Knott e análise de regressão a 5% de probabilidade. O uso da crotalária e do nabo forrageiro como culturas antecessoras, propiciaram maior incremento na produtividade do milho. Apesar de as plantas de milho não responderem como o esperado em crescimento em altura e altura de inserção com a dosagem crescente de N, esse fator não influenciou a produtividade da cultura que respondeu satisfatoriamente a adubação nitrogenada, apresentando maiores produções conforme a dose aplicada aumentou.

Termos de indexação: Nitrogênio, produtividade, rotação de culturas

INTRODUÇÃO

O potencial produtivo do milho aliado a seu valor nutritivo, versatilidade de usos, torna essa cultura um dos mais importantes cereais cultivados e consumidos mundialmente (Cruz et al., 2006). No âmbito nacional, avaliando os aspectos socioeconômicos, a cultura do milho apresenta importância incontestável, destacando-se por apresentar a maior área cultivada no país entre os principais grãos e também o maior volume produzido e segundo maior valor de produção,

sendo superado apenas pela soja; ser componente básico da alimentação, especialmente entre a população mais carente, e produto típico da agricultura familiar. Além disso, outra importante característica da cultura está no fato de ser um dos mais importantes produtos utilizados na rotação de culturas.

A produtividade média brasileira ainda é considerada baixa. No entanto, vem crescendo gradativamente, alcançando ganhos expressivos nas últimas safras, atingindo patamar médio de 5.076 kg ha⁻¹ no exercício 2013/14 (CONAB, 2013). Essa mudança no cenário produtivo do milho tem origem no avanço tecnológico com desenvolvimento de híbridos superiores e profissionalização dos produtores.

Plantas de cobertura são espécies cultivadas com finalidade exclusiva ou parcial de cobertura do solo, tornando-se uma das melhores alternativas para a manutenção da sustentabilidade dos recursos naturais (Oliveira et al., 2002).

Estudos recentes demonstram que tanto em pré quanto em pós safra, a deposição dos resíduos culturais na superfície do solo contribuem na melhora dos atributos do solo, na ciclagem de nutrientes e supressão de plantas espontâneas; redução da erosão hídrica, melhoria das condições de fertilidade do solo; manutenção de elevadas taxas de infiltração de água; aumento no sequestro de carbono devido a promoção de grande e contínuo aporte de massa vegetal ao solo, de maneira a manter, ou até mesmo elevar o teor de matéria orgânica e retenção de nutrientes; aumento da porosidade e das funções microbianas do solo (Leite et al., 2002; Canellas et al., 2003; Muñoz-Carpena et al., 2008; Steenwerth e Belina, 2008).

Quando são utilizadas espécies fixadoras de nitrogênio, consegue-se também incorporar esse nutriente ao solo, reduzindo os custos com fertilizantes nitrogenados para a cultura subsequente. Para que o aproveitamento do N das plantas de cobertura seja maximizado pela cultura sucessora, de acordo com Silva et al. (2006), é fundamental que a mineralização de N dos resíduos



culturais ocorra com a maior sincronia possível em relação à demanda de N da cultura seguinte.

O N é o nutriente requerido em maior quantidade pelo milho e o que mais limita a produção de grãos. A quantidade de N requerida para otimizar a produtividade de grãos pode alcançar valor superior a 150 kg ha⁻¹ (Amado et al., 2002). Essa exigência da cultura dificilmente será suprida pelo solo, pois o N orgânico do solo é lentamente liberado durante o ano. Sendo assim, faz-se necessário o uso isolado ou combinado de adubos minerais, orgânicos e leguminosas.

Nesse contexto, esse trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos da adubação nitrogenada na produtividade da cultura do milho em sucessão ao cultivo de plantas de cobertura.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em área experimental, sob um Latossolo Vermelho distroférrico de textura argilosa, da Universidade Federal de Goiás, UFG, situada no município de Jataí, GO (17°55'37,3" S, 51°43'4,7" W e altitude de 723 m). O clima da região foi classificado por Köppen (1931) como Awa, com duas estações bem definidas, verão chuvoso e inverno seco. A precipitação e temperatura média anual variam de 1.400 a 1.800 mm e 26 °C, respectivamente.

A área experimental possuía histórico de cultivo de soja, seguido do cultivo de milho em sucessão, sobre o sistema plantio direto. Nela foram coletadas amostras de solo para análise química e determinação da fertilidade, que apresentou a seguinte caracterização: pH (H₂O) = 5,4; H+Al, Al, Ca, Mg e K = 5,5; 0,1; 2,4; 0,9 e 50,1 cmol_c dm⁻³; P(Mehlich-1) = 5,0 mg dm⁻³; M.O. = 35,2 g kg⁻¹, na camada de 0-20. A composição granulométrica da camada de 0-20 cm apresentou 60,8% de argila, 27,3% de silte e 11,9% de areia.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com parcelas subdivididas e quatro repetições. Os tratamentos principais foram constituídos de plantas de cobertura (*Crotalaria juncea* (crotalária), *Raphanus sativus* (Nabo), *Crambe abyssinica* (Crambe), *Urochloa ruziziensis* (Braquiária)), e quatro doses de N em cobertura (0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹). A área da parcela foi de 45 m² (4,5x 10 m) e a da subparcela de 11,25 m² (2,25 x 5 m).

Após o manejo dos referidos tratamentos, em outubro de 2014, os restos vegetais foram deixados sobre o solo e em novembro do mesmo ano semeado o milho Impacto Vip3A, espaçado em 0,45m entre linhas e aproximadamente 3 plantas por metro linear. As parcelas foram subdivididas em subparcelas, quando o milho atingiu o estágio

vegetativo V5, onde cada uma recebeu sua respectiva dose de N.

A cultura do milho foi avaliada determinando-se a altura de planta (distância entre o nível do solo e o ponto de inserção da folha bandeira), altura de inserção da primeira espiga (distância entre o nível do solo e inserção da primeira espiga) e produtividade (massa dos grãos, contidos na área útil de cada subparcela em kg ha⁻¹ e com 13% de umidade).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e quando pertinente aplicou-se o teste de Scott-Knott e análise de regressão a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O efeito das plantas de cobertura sobre produtividade do milho é mostrado na Tabela 1. Os resultados indicam um efeito significativo sobre a produtividade do milho cultivado em sucessão. No entanto, não houve interação significativa entre plantas de cobertura e aplicação de doses de N.

Observa-se que o rendimento do milho em sucessão à crotalária e ao Nabo forrageiro foram superiores ao crambe e à Braquiária. Isso pode ser explicado pelas características de cada espécies. A crotalária por ser leguminosa é capaz de fixar o N₂ atmosférico, enquanto que o nabo é eficiente em explorar o perfil do solo. Outro fator importante é a baixa relação C/N dessas espécies, o que favorece a rápida decomposição e liberação desse nutriente para a cultura em sucessão. Já espécies cuja relação C/N é maior, como o crambe e a braquiária, apresentam menor velocidade de decomposição dos restos culturais e mineralização do N, diminuindo a disponibilidade de N nos estádios iniciais de desenvolvimento do milho, segundo estudos de Torres et al. (2005).

Tabela 1. Produtividade de espigas de milho em função das plantas de cobertura.

Plantas de cobertura	Produtividade de espigas kg ha ⁻¹
<i>Crotalaria juncea</i>	11114,17 a
<i>Raphanus sativus</i>	10895,00 a
<i>Crambe abyssinica</i>	10513,33 b
<i>Urochloa ruziziensis</i>	10229,17 b
CV, %	6,75

¹ Médias seguidas por letras distintas diferem entre si, pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade; CV – coeficiente de variação.

Resultados semelhantes foram obtidos por Silva et al. (2009), os quais, avaliando a produtividade de



massa seca do milho cultivado sobre palha de crotalária e de milheto, verificaram maior produtividade na presença de resíduos da crotalária.

O efeito da adubação nitrogenada de cobertura sobre a produtividade da cultura do milho é demonstrado na Figura 1. Observa-se a produtividade foi influenciada pela adubação nitrogenada. A medida em que aumentou as doses de N em cobertura, aumentou-se a produtividade.

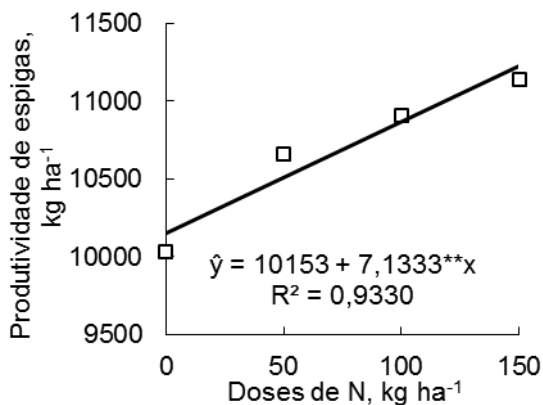


Figura 1. Produtividade de espigas de milho em função da adubação nitrogenada.

Esses resultados corroboram com os encontrados Araújo et al. (2004) ao avaliar a produtividade do milho em função de diferentes doses de N. eles relataram aumento em produtividade de grãos e de matéria seca da parte aérea da planta de milho conforme foram elevadas as doses de nitrogênio.

A formação de grãos está diretamente ligada a translocação de açúcares (sacarose e nitrogênio) na planta de milho, que promovem o desenvolvimento das espigas e mais especificamente dos grãos. A medida que se aumenta as doses de N, maior será a produção de espigas. Lopes et al. (2010) relatou valores de diâmetro de espiga na ordem de 27,1, 26,4, 27,5, 28,0, 27,8 e 28,0 mm, respectivamente, e valores de matéria seca da espiga de 39,1, 39,8, 40,6 40,7, 43,4 e 42,1 g, respectivamente, com o aumento da fertilização (0, 40, 80, 120, 160 e 200 kg ha⁻¹ de N).

A altura da planta e da inserção da primeira espiga nas plantas foram influenciadas pelo aumento da dose de nitrogênio em cobertura como mostram as Figuras 2 e 3.

Observa-se que conforme aumentou-se a dose de N aplicada, tanto a altura da planta quanto a altura de inserção foram reduzindo. Esses resultados contrariam o relatado pela literatura, onde Gazola et al. (2014) estudando a aplicação

foliar de aminoácidos e adubação nitrogenada de cobertura na cultura do milho safrinha, observou que a altura de plantas, assim como de inserção apresentaram ajuste linear crescente em resposta à aplicação de N.

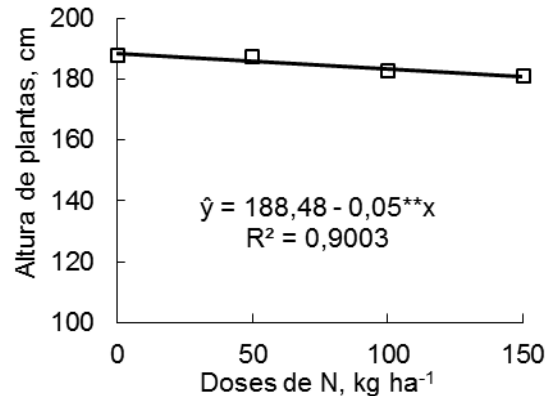


Figura 2. Altura de plantas de milho em função da adubação nitrogenada.

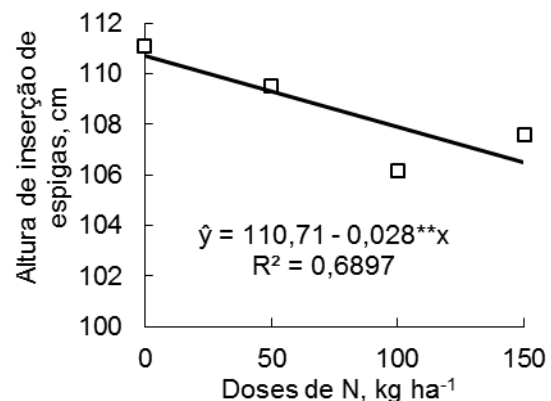


Figura 3. Altura de inserção de espigas de milho em função da adubação nitrogenada.

O N atua no crescimento vegetativo influenciando diretamente a divisão e a expansão celular e o processo fotossintético, promovendo acréscimo em altura de planta e de espiga (Silva et al., 2005). Plantas maiores tendem a ser mais produtivas pelo fato de sofrerem menos estresse durante o desenvolvimento e acumular maiores quantidades de reserva no colmo (Silva et al., 2006). No entanto, como pode ser observado nesse estudo, o menor desenvolvimento em altura das plantas não influenciou negativamente a produtividade.

CONCLUSÕES

O uso da crotalária e do nabo forrageiro como culturas antecessoras, propiciaram maior incremento na produtividade do milho;



Apesar de as plantas de milho não responderem como o esperado em crescimento em altura e altura de inserção com a dosagem crescente de N, esse fator não influenciou a produtividade da cultura que respondeu satisfatoriamente a adubação nitrogenada, apresentando maiores produções conforme a dose aplicada aumentou.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Capes pela concessão da bolsa e a Fundação Chapadão pela doação de fertilizantes.

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, subsistema de plantio direto. R. Bras. Ci. Solo, 26: 241-248, 2002.
- ARAÚJO, L.A.N.; FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. Adubação nitrogenada na cultura do milho. Pesquisa Agropecuária Brasileira. 39:771-777, 2004.
- CANELLAS, L. P.; VELLOSO, A. C. X.; MARCIANO, C. R.; RAMALHO, J. F. G. P.; RUMJANEK, V. M.; RESENDE, C. E.; SANTOS, G.A. Propriedades químicas de um Cambissolo cultivado com cana-de-açúcar, com preservação do palhço e adição de vinhaça por longo tempo. R. Bras. Ci. Solo, 27:935-944, 2003.
- Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. – v. 1, n.1 (2013) – Brasília: Conab, 2013
- CRUZ, C. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; ALVARENGA, R. C.; GONJITO NETO, M. M.; VIANA, J. H. M.; OLIVEIRA, M. F.; SANTANA, D. P. Manejo da cultura do milho em sistema de plantio direto. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 27:42-53, 2006.
- FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D. Produção de Milho. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360 p.
- GAZOLA, D.; ZUCARELI, C.; SILVA, R. R.; FONSECA, I. C. B. Aplicação foliar de aminoácidos e adubação nitrogenada de cobertura na cultura do milho safrinha. R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, 18:700–707, 2014.
- LOPES, M. M. S.; ALVES, G. A. R.; OLIVEIRA NETO, C. F.; OLIVEIRA, N. N. S.; SANTOS, D. G. C.; OKUMURA, R. S.; LOBATO, A. K. S.; MAIA, S. Comprimento, diâmetro e matéria seca da espiga em milho sob influência de vários níveis de nitrogênio. Anais do XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Goiânia. 2010, CD-Rom.
- MELO, W.M.C.; VON PINHO, R.G.; VON PINHO, E.V.R.; CARVALHO, M.L.M.; FONSECA, A.H. Parcelamento da adubação nitrogenada sobre o desempenho de cultivares de milho para produção de silagem. Revista Ciência e Agrotecnologia. 23:608-616, 1999.
- MUÑOZ-CARPENA, R.; RITTER, A.; BOSCH, D. D.; SCHAFFER, B.; POTTER, T. L. Summer cover crop impacts on soil percolation and nitrogen leaching from a winter corn field. Agricultural Water Management, 95:633-644, 2008.
- OLIVEIRA, F. H. T.; NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; CANTARUTTI, R. B.; BARROS, N. F. Fertilidade do solo no sistema plantio direto. SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, II-Tópicos em ciência do solo, Viçosa, MG, p. 393-486, 2002.
- SILVA, E. C. DA; BUZETTI, S.; GUIMARÃES, G. L.; LAZARINI, E.; SÁ, M. E. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio na cultura do milho em plantio direto sobre Latossolo Vermelho. R. Bras. Ci. Solo, 29:353-362, 2005.
- SILVA, A. D.; VITORINO, A. C. T.; SOUZA, L. C. F.; GONÇALVES, M. C.; ROSCOE, R. Culturas antecessoras e adubação nitrogenada na cultura do milho, em sistema de plantio direto. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, 5:75-88, 2006.
- SILVA, M. A. S.; MAFRA, A. L.; ALBUQUERQUE, J. A.; DALLA ROSA, J.; BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Propriedades físicas e teor de carbono orgânico de um Argissolo Vermelho sob distintos sistemas de uso e manejo. R. Bras. Ci. Solo, 30:329-337, 2006.
- SILVA, E. D.; MURAOKA, T.; VILLANUEVA, F. C. A.; ESPINAL, F. S. C. Aproveitamento de nitrogênio pelo milho, em razão da adubação verde, nitrogenada e fosfatada. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, DF, 44:118-127, 2009.
- STEENWERTH, K.; BELINA, K. M. Cover crops enhance soil organic matter, carbon dynamics and microbiological function in a vineyard agroecosystem. Applied Soil Ecology, 40:359-369, 2008.
- TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; ANDRIOLI, I.; POLIDORO, J. L.; FABIAN, A. J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura em um solo de Cerrado. R. Bras. Ci. Solo, 29:609-618, 2005.