

Adubação Nitrogenada de Cobertura e Densidade de Plantas nas Características Agronômicas do Milho Segunda Safra sob Espaçamento Reduzido

Denis Piazzoli¹, André Mateus Prando², Claudemir Zucareli³, Thiago Montagner de Souza⁴,
Glauco Shiroma⁵, João Victor Sella⁶, João Alberto de Oliveira Jr⁷

^{1,2,3,4,5,6} Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR. ²andre.mateus@hotmail.com, ³claudemircca@uel.br ⁴ thiagomontagner_cv@hotmail.com, ^{1,7} Monsanto do Brasil, São Paulo, SP. ¹denis.piazzoli@monsanto.com, ⁶joao.a.oliveira@monsanto.com

RESUMO - O objetivo foi avaliar a influência de doses de adubação nitrogenada em cobertura em diferentes densidades de plantas nas características agronômicas da cultura do milho de segunda safra sob espaçamento reduzido. O experimento foi instalado na segunda safra de 2009 e 2010, no município de Cambé, PR, utilizando o híbrido AG9010 YG. Foram avaliadas quatro populações de plantas (40, 60, 80 e 100 mil plantas ha⁻¹) com quatro doses de N em cobertura (0, 50, 100, 150 kg ha⁻¹). O delineamento experimental foi em blocos com parcelas subdivididas com quatro repetições, com o fator população na parcela principal e a adubação nitrogenada de cobertura na subparcela. Foram avaliados o diâmetro de colmo, a altura de inserção de espiga, a altura de plantas e a produtividade de grãos. Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando o teste F e à análise de regressão, com análise conjunta dos anos. O incremento da densidade de plantas aumenta a altura de plantas e a altura de inserção de espiga e reduz o diâmetro de colmo. Doses de nitrogênio em cobertura aumentam o diâmetro de colmo, a altura de planta e de inserção de espiga. A produtividade é influenciada positivamente pela interação de densidade de plantas e doses de N em cobertura. A maior produtividade de grãos do híbrido AG9010 YG é obtida com a combinação de 8 plantas m⁻² e 120 kg ha⁻¹ de N em cobertura.

Palavras-chave: *Zea mays* L., nitrogênio, população de plantas, produtividade, safrinha.

Introdução

Além dos fatores climáticos, outros fatores podem afetar sobremaneira o cultivo do milho de segunda safra, como a escolha dos híbridos melhor adaptados a estas condições, a população de plantas e o manejo da adubação (CECCON e XIMENES, 2006). Em virtude das condições climáticas desfavoráveis, principalmente da menor disponibilidade de água e radiação solar, tem sido adotada uma população de plantas de 10 a 20% menor do que a época normal de cultivo (PEREIRA FILHO e CRUZ, 2010). A densidade de plantas entre 45 a 55 mil plantas ha⁻¹ tem se mostrado mais adequada, principalmente em função da probabilidade de ocorrência de veranico, do nível de fertilidade do solo e do híbrido utilizado (FANCELLI e DOURADO NETO, 2000). No entanto, Peixoto et al. (1997), analisando o híbrido AG9010, verificaram, sob condições favoráveis de clima e solo, que a densidade populacional adequado ficou entre 60 a 80 mil plantas ha⁻¹. Dessa forma, o aumento da densidade populacional visa saturar o campo com plantas em disposição em que interceptem o máximo de radiação solar, diminuindo a competição intraespecífica (SANGOI et al., 2000), o que resulta em produtividade de grãos.

Para que possa expressar todo seu potencial produtivo, a cultura do milho requer que suas exigências nutricionais sejam plenamente atendidas, em virtude da insuficiente quantidade de N que o solo fornece para o adequado crescimento das plantas. Além de produtividade, o incremento da adubação nitrogenada também interfere em diversas características relacionadas ao crescimento e desenvolvimento da planta, como diâmetro de colmo (DA ROS et al., 2003), altura de plantas (SILVA et al., 2003), inserção de espiga (MAR et al., 2003).

Com a tendência de redução do espaçamento entre linhas e aumento da população de plantas para incrementar a produtividade, altera-se o arranjo das plantas na área e, conseqüentemente a competição entre plantas, interferindo dessa forma na quantidade de N necessária para expressão do máximo potencial produtivo da cultura. Assim há a necessidade de novos estudos para definição de doses mais adequadas de N para máxima resposta das plantas sob diferentes arranjos.

O objetivo desse trabalho foi avaliar a influência de doses de adubação nitrogenada em cobertura em diferentes densidades de plantas nas características agrônômicas na cultura do milho de segunda safra sob espaçamento reduzido.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na segunda safra em dois anos (2009 e 2010) na fazenda Monteiro, localizada no Distrito da Prata, pertencente ao município de Cambé- PR, com altitude de 430 m. O solo do local é caracterizado como Latossolo Vermelho distroférrico (LVdf), com valores de matéria orgânica de 28 g dm⁻³. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é Cfa.

Foram avaliadas populações de 40, 60, 80 e 100 mil plantas ha⁻¹, ou seja, 4; 6; 8 e 10 plantas m⁻², com quatro doses de N em cobertura (0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹), em espaçamento reduzido. Foi utilizado o delineamento experimental em blocos com parcelas subdivididas com quatro repetições. Na parcela alocou-se o fator população e na subparcela as doses de N em cobertura.

Foi utilizado o híbrido AG9010 YG, com a tecnologia Yieldgard[®]. O experimento foi instalado em 2009 e 2010, após a cultura de soja. Foram aplicados na semeadura 25 kg de N ha⁻¹, 35 kg de P₂O₅ ha⁻¹ e 35 kg de K₂O ha⁻¹. A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada no estágio de V3 a V4, ou seja, plantas apresentando três a quatro folhas expandidas.

Foram avaliados os caracteres altura de inserção de espiga (IE), altura de planta (AP) e produtividade de grãos em kg ha⁻¹ a 13% de umidade. Os resultados obtidos foram

submetidos à análise de variância utilizando o teste F e à análise de regressão, com análises conjuntas dos dois anos agrícolas de condução do experimento.

Resultados e Discussão

Para o diâmetro de colmo (DC), observou-se efeito individual para dose e interação dupla de população x ano. A variável altura de plantas (AP) obteve efeito individual para ano. Para os efeitos individuais de população e dose, houve respostas significativas das variáveis altura de inserção de espiga (IE) e AP. Para produtividade de grãos houve interação tripla entre dose x população x ano.

O diâmetro do colmo foi influenciado pela interação população x ano. Nos dois anos, apresentou um comportamento linear decrescente conforme o aumento de plantas m^2 (Figura 1a). Penariol et al. (2003) observaram o mesmo comportamento de diminuição do DC com o incremento da densidade de plantas. O mesmo autor associa o fato com uma redução na disponibilidade de água e nutrientes por planta. Sangoi (2000) relata ainda que, a maior competição entre plantas fragiliza o colmo, visto que, em altas densidades as plantas alocam seus recursos para um crescimento mais rápido, a fim de evitar o sombreamento, aumentando as chances de crescimento acima do dossel (TAIZ e ZEIGER, 2004), diminuindo o DC.

O DC ajustou-se a uma equação quadrática em resposta ao incremento de doses de N em cobertura com ponto de máxima de $92,2 \text{ kg ha}^{-1}$, independentemente da população e dos anos avaliados. Esses resultados corroboram com Soratto et al. (2010), que constataram o mesmo ajuste quadrático (ponto de máxima de $93,7 \text{ kg ha}^{-1}$) no DC com o incremento de doses de N em cobertura (0, 30, 60, 90 e 120 kg ha^{-1}) utilizando híbrido de ciclo precoce, quatro fontes de N e 6 plantas m^2 .

A altura de inserção de espiga e altura de plantas demonstraram resposta linear crescente conforme o incremento de densidade de plantas, independente da dose de N em cobertura e dos anos avaliados (Figura 2a e 2b). Em altas densidades as plantas são mais altas e apresentam maior altura de inserção de espiga, pois menos luz atinge o ponto de crescimento, reduzindo a oxidação das auxinas e aumentando a alongação celular (SANGOI et al., 2010) justificando assim os resultados observados de IE e AP neste estudo.

Em resposta ao incremento das doses de N em cobertura, os valores de IE e AP se ajustaram a uma equação quadrática com ponto de máxima de 112 e 100 kg ha^{-1} de N em cobertura, respectivamente, independente da população de plantas e do ano de cultivo (Figura 3b e 3c). A altura de planta e inserção de espiga responde a dose de nitrogênio em cobertura, uma vez que o nutriente influencia diretamente na divisão e expansão celular e no processo

fotossintético, isso evidencia que plantas nutridas adequadamente em N têm maior desenvolvimento vegetativo (BÜLL, 1993).

O incremento da densidade de plantas na produtividade de grãos para as doses de 50, 100, 150 kg ha⁻¹ de N se ajustaram a uma equação quadrática nos dois anos avaliados, com uma variação do ponto de máxima de 7,24 a 8,62 plantas m⁻² dependendo da dose. No primeiro ano, a dose 0 kg de N em cobertura manteve o mesmo comportamento de regressão quadrática, com ponto de máxima de 7,86 plantas m⁻² (Figura 4a e 4b). O híbrido AG9010 YG, específico para época de segunda safra, possui características favoráveis para resposta à alta densidade de plantas, visto que sua recomendação de densidade é uma das mais altas do mercado, estando entre 6 a 6,5 plantas m⁻² (SEMENTES AGROCERES, 2011). As respostas encontradas neste trabalho estão acima da recomendação, visto que os experimentos foram conduzidos em espaçamento reduzido de 0,45 m, favorecendo a resposta à maior densidade devido ao melhor arranjo de plantas na área.

Em relação à resposta ao aumento das doses de N em cobertura, a densidade de 4 plantas m⁻², no segundo ano, apresentou pequena resposta linear ao incremento das doses de N. As demais densidades, nos dois anos avaliados, se ajustaram a uma equação quadrática com respostas de incremento de produtividade até o ponto de máxima de 103 a 131 kg de N em cobertura (Figura 4c e 4d). Resultados semelhantes foram obtidos por Soratto et al. (2010), que observaram aumento da produtividade de grãos do milho segunda safra com a aplicação de até 120 kg de N, utilizando espaçamento de 0,8 m entre linhas e 8 plantas m⁻².

A máxima produtividade foi de 7.771 kg ha⁻¹ com a combinação de 8 plantas m⁻² e 120 kg ha⁻¹ de N em cobertura em espaçamento reduzido de 0,45 m. Considerando que os agricultores da região na segunda safra utilizam espaçamento normal, com densidade de plantas de 5 a 6 plantas m⁻² e adubação de N em cobertura em torno de 50 a 80 kg ha⁻¹, os resultados indicam que é possível aumentar a produtividade do milho de segunda safra melhorando o arranjo de plantas, através do aumento da densidade, com espaçamento entre linhas reduzido, fornecendo uma dose de N adequada às características de resposta do híbrido utilizado.

Conclusões

O incremento da densidade de plantas aumenta a altura de plantas e a altura de inserção de espiga e diminuem o diâmetro do colmo.

Doses de nitrogênio em cobertura aumentam o diâmetro de colmo, a altura de planta e de inserção de espiga.

A produtividade é influenciada positivamente pela interação de densidade de plantas e doses de N em cobertura. A maior produtividade de grãos do híbrido AG9010 YG é obtida com a combinação de 8 plantas m⁻² e 120 kg ha⁻¹ de N em cobertura.

Literatura Citada

BÜLL, L. T. Nutrição mineral do milho. In: BÜLL, L. T.; CANTARELLA, H. (Ed.). **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: POTAFOS, 1993. p. 63-145.

CECCON, G.; XIMENES, A. C. A. **Sistemas de produção de milho safrinha em Mato Grosso do Sul**. 2006. Disponível em: <[http://www.infobibos.com /Artigos/2006_3/SisSafrinha/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2006_3/SisSafrinha/index.htm)>. Acesso em: 08 nov. 2010.

DA ROS, C. O.; SALET, R. L.; PORN, R. L.; MACHADO, J. N. C. Disponibilidade de nitrogênio e produtividade de milho e trigo com diferentes métodos de adubação nitrogenada no sistema plantio direto. **Ciência Rural**, v. 33, n. 5, p. 799-804, 2003.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Introdução In: **Produção de milho**. Rio Grande do Sul: Agropecuária, 2000. p. 21.

MAR, G. D.; MARCHETTI, M. E.; SOUZA, L. C. F.; GONÇALVES, M. C.; NOVELINO, J. O. Produção do milho safrinha em função de doses e épocas de aplicação de nitrogênio. **Bragantia**. Campinas, v. 62, n. 2, p. 267-274, 2003.

PEIXOTO, C. M.; SILVA, P. R. F.; REZER, F. CARMONA, R. C. Produtividade de híbridos de milho em função da densidade de plantas, em dois níveis de manejo da água e da adubação. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 63-71, 1997.

PENARIOL, F. G.; FORNASIERI FILHO, D.; COICEV, L.; BORDIN, L.; FARINELLI, R. Comportamento de cultivares de milho semeadas em diferentes espaçamentos entre linhas e densidades populacionais, na segunda safra. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 2, n. 2, p. 52-60, 2003.

PEREIRA FILHO, I. A. CRUZ, J. C. **Plantio, espaçamento, densidade, quantidade de sementes.** Barraca Missões, 29 set. 2010. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/35671/1/Plantio-espacamento.pdf> Acesso em: 05 jan. 2012.

SANGOI, L. Understanding plant density effects on maize growth and development: an important issue to maximize grain yield. **Ciência Rural**, Santa Maria, 2000.

SANGOI, L; SILVA, P. R. F; ARGENTA, G. **Estratégias de manejo do arranjo de plantas para aumentar o rendimento de grãos de milho.** Lages: Graphel, 2010. 64p.

SEMENTES AGRO CERES. **AG 9010 YG.** Disponível em: <http://www.sementesagroceres.com.br/milho_segunda_safra.> Acesso em: 27 de jul. 11.

SILVA, P. S. L.; OLIVEIRA, F. H. T.; SILVA, P. I. B. Efeitos da aplicação de doses de nitrogênio e densidades de plantio sobre os rendimentos de espigas verdes e de grãos de milho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 3, p. 452-455, julho-setembro 2003.

SORATTO, R. P.; PEREIRA, M.; COSTA, T. A. M.; LAMPERT, V. N. Fontes alternativas e doses de nitrogênio no milho safrinha em sucessão à soja. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 4, out./dez., p. 511-518, 2010.

TAIZ, L; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal.** Porto Alegre: Armed, 2004. 710p.

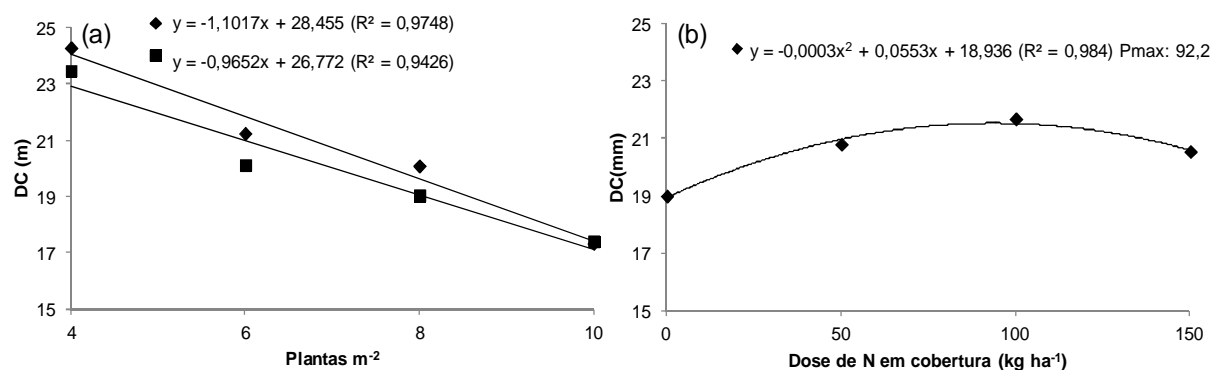


Figura 1 – Diâmetro de colmo (DC) em função da interação de (a) densidade de plantas e ano de cultivo e (b) doses de N em cobertura, Cambé– PR (2012).

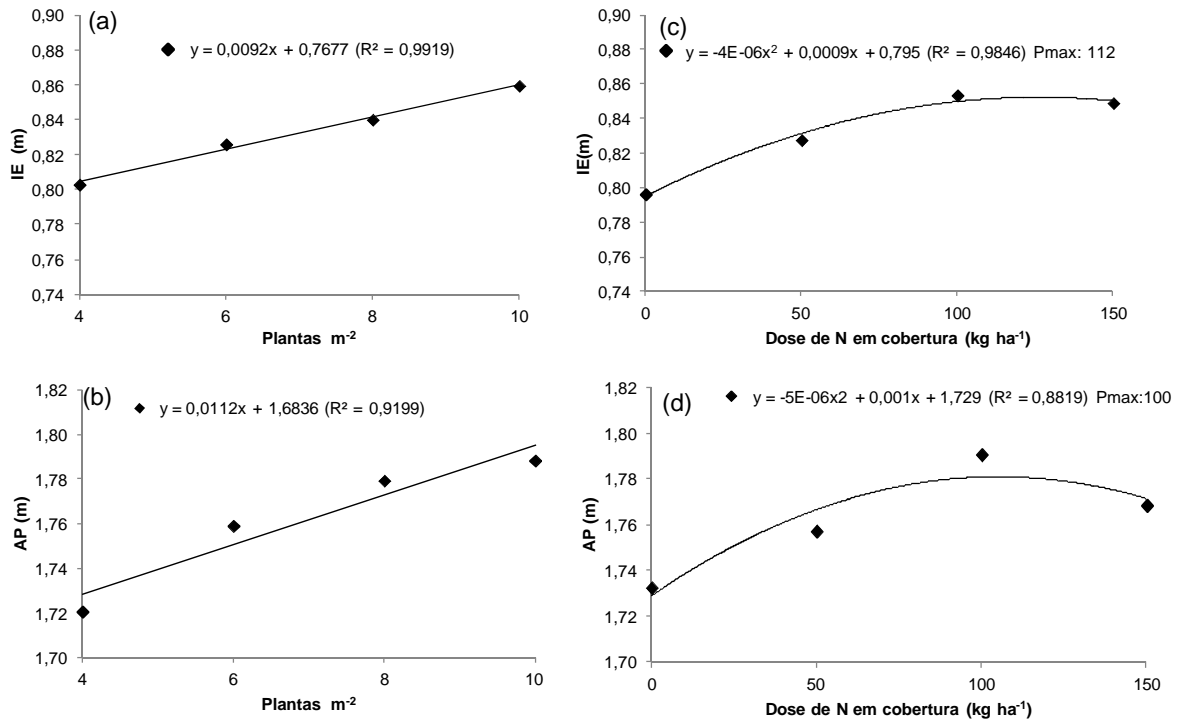
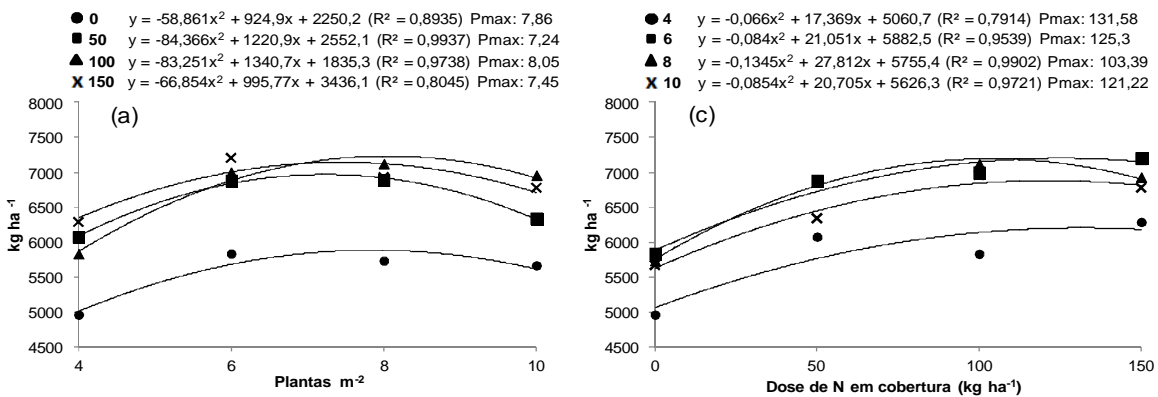


Figura 2 – Altura de planta e inserção de espiga (IE) em função da (a) e (b) densidade de plantas e de (c) e (d) doses de nitrogênio em cobertura, Cambé- PR (2012).

ANO 2009



ANO 2010

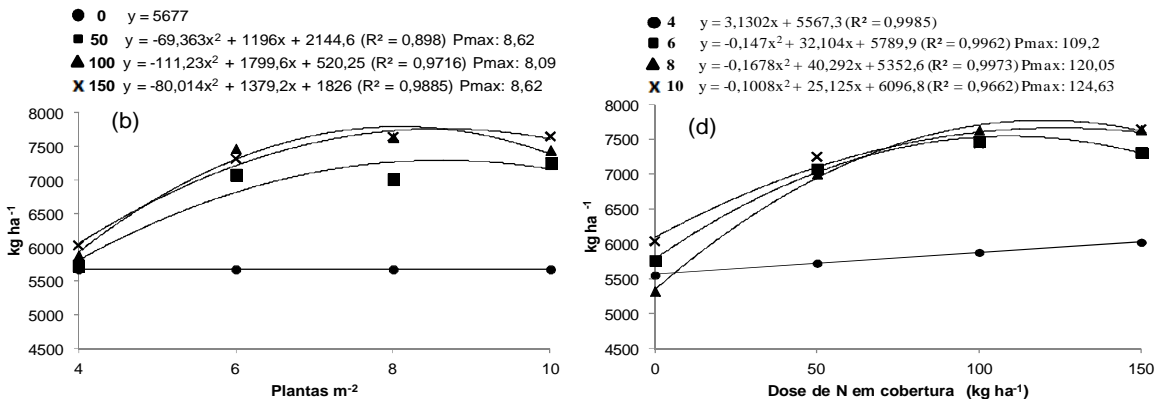


Figura 3 - Produtividade de grãos (kg ha^{-1}) em função de (a) e (b) densidade de plantas, (c) e (d) doses de N em cobertura, Cambé- PR (2012).