

ADUBAÇÃO NITROGENADA E DENSIDADE DE SEMEADURA NA CULTURA DO MILHO EM PLANTIO DIRETO NO SUDESTE PARAENSE

Carlos Alberto Costa Veloso¹; Luana Paula Freire de Souza²; Manoel Tavares de Paula³; Arystides Resende Silva¹; Eduardo Jorge Maklouf Carvalho¹; Austrelino Silveira Filho¹

¹ Engenheiro Agrônomo, Dr., Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Caixa Postal 48, CEP 66.095-10. Belém, PA. Email: carlos.veloso@embrapa.br

² Engenheira Agrônoma estudante de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Estado do Pará, Belém, PA.

³ Engenheiro Agrônomo, Dr. Professor do Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Estado do Pará, Belém, PA.

RESUMO: O objetivo do estudo foi avaliar a eficiência da adubação nitrogenada em relação à população de plantas de milho sob o sistema plantio direto no município de Paragominas, no Estado do Pará. O delineamento experimental utilizado para cada experimento foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 4 x 4, com três repetições. Assim, avaliou-se na cultura do milho a influência do espaçamento, da densidade populacional e de doses de nitrogênio no teor de nitrogênio nas folhas, número de grãos por espiga, massa de 1.000 grãos e produtividade. O trabalho foi instalado no ano agrícola 2014/2015 e constou de tratamentos representados pela combinação de quatro doses de nitrogênio em cobertura: 0, 60, 120 e 180 Kg.ha⁻¹, com quatro densidades de plantio: 45.000; 55.000; 65.000 e 75.000 plantas.ha⁻¹. O aumento nas doses de nitrogênio em cobertura promoveu acréscimo no teor de N foliar, no número de grãos por espiga, na massa de 1.000 grãos e na produtividade, independente do local, espaçamento e na densidade de plantas.

Termos de indexação: *Zea mays*, fertilizante, nitrogênio, sistema de cultivo.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) desempenha papel fundamental na agricultura brasileira tanto do ponto de vista econômico, em função da extensa cadeia produtiva e por ser uma commodity em ascensão no mercado internacional, como do ponto de vista agrônomo, compondo o sistema de rotação de culturas (Bono et al., 2008).

O milho é cultivado em todo o território brasileiro, o que faz com que assumam expressiva importância, tanto pelo volume de produção e extensão da área plantada, como pelo papel socioeconômico que representa, constituindo-se como fonte alternativa da renda para o agricultor. Na safra 2015/2016, a área plantada no Brasil foi de 15.000.000 ha e a produção foi de 82.000.000 toneladas (Conab, 2016).

O nitrogênio é um dos macronutrientes mais exigidos pela cultura do milho e seu manejo é difícil em virtude da multiplicidade de reações químicas e

biológicas a que está sujeito, além de possuir grande dependência das condições edafoclimáticas (Cantarella e Duarte, 2004).

O nitrogênio se caracteriza por possuir um dos maiores índices de perdas, as quais podem ocorrer por lixiviação, escoamento superficial, erosão, volatilização de amônia e desnitrificação (Queiroz et al., 2011). Nesse aspecto, é necessário buscar técnicas que possibilitem a redução das perdas, aumentando a eficiência da fertilização com nitrogênio e, conseqüentemente, a produtividade da cultura (Kappes et al., 2009).

Avanços tecnológicos no cultivo de milho, como a utilização de híbridos de melhor desempenho, alterações em espaçamento e densidade de semeadura, aliados a melhorias na fertilidade do solo e práticas de adubação, vêm proporcionando incrementos significativos em produtividade (Von Pinho et al., 2008).

Dentre os fatores que podem ser alterados visando elevar a produtividade do milho destaca-se a densidade populacional, podendo proporcionar melhor uso do ambiente pelos genótipos atuais agroecossistema (Fancelli e Dourado Neto, 2003).

Desse modo, o objetivo desse trabalho foi avaliar a influência de quatro níveis de adubação nitrogenada em cobertura, associados a quatro densidades de semeadura, sobre características agrônomicas de um híbrido comercial de milho cultivado no Estado do Pará.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em condições de campo, no ano agrícola de 2014/2015, no campo experimental da Embrapa Amazônia Oriental no município de Paragominas, localizado na região do Sudeste Paraense, área considerada representativa para o cultivo de grãos no Estado do Pará.

O solo foi classificado como Latossolo Amarelo, textura argilosa, com boas propriedades físicas e baixa concentração de alumínio (Rodrigues et al., 1999).

O Município de Paragominas, segundo a classificação de Köppen, apresenta clima do tipo Aw. A temperatura média anual de 26,3 °C, a umidade relativa do ar média de 81% e a

precipitação pluviométrica anual de 1800 mm. O local do experimento apresenta as seguintes coordenadas geográficas: latitude 02°57' 24" S; Longitude 47°31' 36" W; e altitude média de 85 m (Bastos, 1972), correspondendo a dois períodos, um chuvoso que compreende os meses de dezembro a junho e outro menos chuvoso que abrange os meses de julho a novembro (Figura 1).

As amostras de solo para determinação das análises químicas e físicas, foram coletadas antes da instalação dos experimentos na camada de 0 - 20 cm de profundidade. As análises químicas foram realizadas no laboratório de solos da Embrapa Amazônia Oriental, segundo metodologia descrita pela Embrapa (1997).

Os resultados das análises químicas e físicas do solo encontram-se na Tabela 1.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com três repetições, sendo os tratamentos dispostos em esquema fatorial, 4 x 4, correspondendo a quatro doses de nitrogênio: (0; 60; 120 e 180 kg.ha⁻¹ de N) na forma de ureia, combinadas com quatro densidades de plantio: 45.000; 55.000; 65.000 e 75.000 plantas.ha⁻¹.

O preparo de área consistiu de uma aração e duas gradagens, sendo a primeira com grade aradora e a segunda com grade niveladora, passadas em sentidos transversais. Para correção da acidez do solo, aplicou-se a lanço e em toda área experimental o equivalente a 1,5 t ha⁻¹ de calcário dolomítico (PRNT 90%), estimado com base no critério de elevação da saturação por bases a 60%, de acordo com Raij et al. (1996). O corretivo foi incorporado, por ocasião do preparo de solo, aplicando-se metade, antes da aração e o restante antes da gradagem. Todas as parcelas receberam o equivalente a 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 80 kg ha⁻¹ de K₂O nas formas de superfosfato triplo e cloreto de potássio, aplicado em sulco ao lado das linhas de plantio. A aplicação de potássio foi parcelada em duas vezes, sendo 1/3 na ocasião do plantio e o restante 2/3 em cobertura nas entrelinhas, juntamente com a segunda aplicação do nitrogênio.

Foi utilizada a cultivar de milho híbrido AG 7088, de ciclo precoce e porte médio, sendo efetuada a semeadura em parcelas experimentais com dimensões de 5,0 m x 8,0 m, com oito linhas e espaçamento de 0,70 m, com cinco plantas por metro linear. Fez-se também, o plantio de capim braquiária (*Brachiaria ruziziensis*) logo após o plantio para a cobertura do solo, visto que a cobertura permanente do solo é um dos pilares do SPD. Na semana que antecedeu a semeadura do milho, as plantas daninhas presentes na área foram dessecadas com o herbicida Atrazina.

A floração iniciou em abril e, por ocasião do pleno florescimento, fase recomendada para diagnosticar o estado nutricional da planta, coletou-se 30 folhas opostas e abaixo da espiga retirando-se o terço central, por tratamento, para a determinação dos teores de N, P, K, Na, Ca e Mg. Na colheita foram consideradas as quatro linhas centrais de cada parcela experimental.

Antes da colheita foi realizada a coleta de solo² na profundidade de 0-20 cm para determinações de pH (H₂O), MO, P, K, Ca, Na, Mg e Al. Todas as análises de solo (Embrapa, 1997) e análises de tecido vegetal (Malavolta, 1997) foram realizadas no Laboratório de Análises de Solos da Embrapa Amazônia Oriental.

Aos 120 dias da semeadura, realizou-se a colheita do milho, obtendo-se os seguintes componentes de produção: massa de palha da espiga, do sabugo, de grãos a 13% de umidade e total de espiga. Os dados foram submetidos à análise de variância e conforme a significância, as médias das épocas de aplicação foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade e as doses de nitrogênio foram submetidas à análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a aplicação de doses de nitrogênio, teve efeito significativo ($p < 0,05$) na produtividade de grãos de milho. O modelo ajustou-se em uma equação do primeiro grau (Figura 2), cujo coeficiente de determinação r^2 foi 0,88 indicando que 88,8% da variação do rendimento do milho em função das doses de nitrogênio são explicados pela equação.

Foi obtido ajuste linear para as doses de nitrogênio aplicadas no milho e a maior produtividade de grãos foi alcançada com a aplicação da dose de 180 kg.ha⁻¹, com a qual foi necessário aproximadamente 30,6 kg de N para produção de 1000 kg de grãos. No tratamento com a maior dose a produtividade foi 1.572,2 kg.ha⁻¹ de grãos (26,8%) superior a produtividade obtida com a dose de 60 kg.ha⁻¹, e 1.666,9 kg.ha⁻¹ (28,4%) superior à não aplicação de N.

Em estudo com milho, Kappes et al. (2014) utilizando doses de 0 a 150 Kg.ha⁻¹ de nitrogênio em SPD no Mato Grosso do Sul, também verificou aumento linear da produtividade de acordo com a elevação das doses de nutriente. Bastos et al. (2008), no estado do Maranhão, observaram efeito linear para doses crescentes de N na cultura do milho cultivado em SPD, obtendo-se produtividade de grãos de 7.700 kg.ha⁻¹, com 180 kg.ha⁻¹, de N. Lange (2006) também verificou influência positiva da adubação nitrogenada com produtividade de 11.000 kg.ha⁻¹, com a dose de 140 kg.ha⁻¹ de N em SPD no cerrado de Minas Gerais.

Em outros estudos em Belterra, na região do oeste do Pará, Veloso et al. (2012) observou que a produtividade aumentou de forma linear em relação às doses de N aplicadas, sendo a máxima produtividade obtida com a maior dose de N (120 kg.ha⁻¹), ao avaliar doses de nitrogênio de 0 a 120 kg.ha⁻¹ em Latossolo Amarelo distrófico.

Resultado diferente foi obtido por Melo et al. (2011) que, utilizando doses de nitrogênio de 0 a 200 kg.ha⁻¹ no milho em SPD de seis anos no Maranhão, verificou que a resposta aos tratamentos seguiu também um modelo quadrático, com o

máximo rendimento de grãos de milho correspondente a dose de 120 kg.ha⁻¹.

Com a aplicação da dose de 60 kg.ha⁻¹ obteve-se produtividade de grãos de 4.303,1 kg.ha⁻¹, valor abaixo do nível médio nacional de produtividade, de cerca de 5.411 kg.ha⁻¹ (Conab, 2016). Com a dose mínima de nutriente utilizada neste estudo já é possível superar a média do Estado do Pará, de apenas 3.232 kg.ha⁻¹ (Conab, 2016).

O solo fornece N para as culturas a partir da mineralização do N da MO, assim, é possível inferir que havia disponibilidade de N no solo proveniente de matéria orgânica (MO) no mesmo (Tabela 1), visto que a produtividade média obtida no tratamento em que não houve aplicação de nitrogênio (N0) foi de 4.208,4 kg.ha⁻¹.

Com relação a produção de grãos em Belterra, observou-se que não ocorreu diferenças significativas ($p > 0,05$) quanto às densidades de plantio (Tabela 2) e não houve interação entre doses de nitrogênio e densidade de plantio em relação a produtividade de grãos ($p > 0,05$). Em estudo de Gross et al. (2006), no cultivo de milho sob SPD em Minas Gerais, ao avaliar densidade de 55, 70 e 85 mil plantas por hectare, os autores também não verificaram diferenças significativas.

CONCLUSÕES

O aumento nas doses de nitrogênio em cobertura promoveu acréscimo no teor de N foliar, no número de grãos por espiga, na massa de 1.000 grãos e na produtividade, independente do local, espaçamento e na densidade de plantas.

REFERÊNCIAS

BASTOS, T.X. O estado atual dos conhecimentos das condições climáticas da Amazônia brasileira. Belém: IPEAN, 1972. p.68-122. (IPEAN. Boletim Técnico, 54).

BONO, J.; RODRIGUES, A.; MAUAD, M.; ALBUQUERQUE, J.; YAMAMOTO, C.; CHERMOUTH, K.; FREITAS, M. Modo de aplicação de fertilizantes nitrogenados na qualidade fisiológica de sementes de milho. *Revista Agrarian*, v.1, n.2, p.91-102, 2008.

CANTARELLA, H.; DUARTE, A.P. Manejo da fertilidade do solo para a cultura do milho. In: GALVÃO, J.C.C.; MIRANDA, G.V. (Eds.) **Tecnologia de produção de milho**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2004. p. 139-182.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos, 4º levantamento. Brasília, v.4 safra 2015/2016. Conab, Janeiro, 2016..

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Rio de Janeiro. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 2. ed. 1997. 212p. (EMBRAPA/CNPS. Documento 1).

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Milho: estratégias de manejo para alta produtividade**. Piracicaba: Esalq/USP/LPV, 2003. 208p.

KAPPES, C. et al. Manejo do nitrogênio em cobertura na cultura do milho em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.13, n.2, p. 201-217, 2014.

KAPPES, C.; CARVALHO, M. A. C.; YAMASHITA, O. M.; SILVA, J. A. N. Influência do nitrogênio no desempenho produtivo do milho cultivado na segunda safra em sucessão à soja. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 39, p. 251-259, 2009.

LANGE, A.; CARVALHO, J. L. N.; DAMIN, V.; CRUZ, J. C.; GUILHERME, L. R. G.; MARQUES, J. J. Doses de nitrogênio e de palha em sistema plantio direto de milho no cerrado. *Revista Ceres*, vol. 53, núm. 306, março-abril, 2006, pp. 171-178. Viçosa, MG.

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

MELO, F. B.; CORÁ, J. E.; CARDOSO, M. J. Fertilização nitrogenada, densidade de plantas e rendimento de milho cultivado no sistema plantio direto. *Revista Ciência Agronômica*, v. 42, n. 1, p. 27-31, jan-mar, 2011.

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*, v.10, n.3, p. 257-266, 2011.

RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: IAC, 1996. 285p. (IAC. Boletim Técnico, 100).

RODRIGUES, T. E.; VALENTE, M.A.; GAMA, J.R.N.F.; OLIVEIRA JUNIOR, R. C. de; SANTOS, P.L. dos ; SILVA, J.L. da. **Zoneamento agroecológico do município de Paragominas, Estado do Pará**. Belém. Embrapa Amazônia Oriental. 1999, 64p.

VELOSO, C. A. C.; FRANZINI, V. I.; SILVA, A. R. B. ; SILVA, A. R. Adubação nitrogenada no milho no Oeste do estado do Pará. (Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 84). 2012.

VON PINHO, R.G.; GROSS, M.R.; STEOLA, A.G.; MENDES, M. Adubação nitrogenada, densidade e espaçamento de híbridos de milho em sistema plantio na região sudeste de Tocantins. *Bragantia*, v.67, p.733-739, 2008.

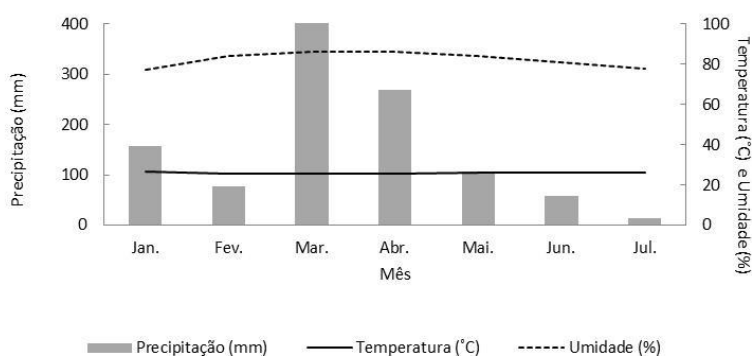
Tabela 1. Características químicas e físicas da área experimental utilizada no município de Paragominas, PA, 2015.

pH (H ₂ O)	M.O. g.kg ⁻¹	P mg.kg ⁻¹	Ca	Mg	K	Al	H+Al	Areia	Silte	Argila
			cmolc.dm ⁻³					g.kg ⁻¹		
5,2	32	2,5	2,0	0,5	0,11	0,3	5,2	250	150	600

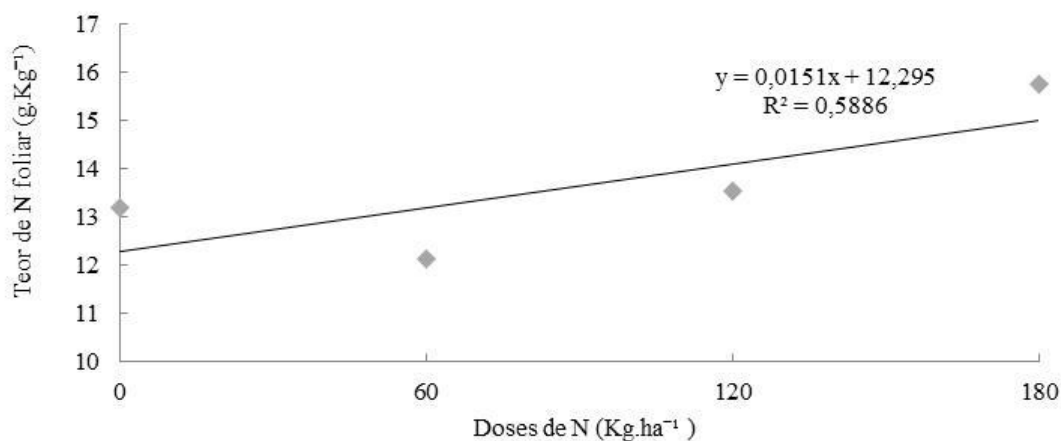
Tabela 2. Atributos químicos do solo antes da colheita do milho, em função de doses de N¹.

Doses de nitrogênio (Kg.ha ⁻¹)	Atributos químicos solo									
	N %	MO g/Kg	pH água	P mg/dm ³	K mg/dm ³	Na mg/dm ³	Ca cmolc/dm ³	Mg cmolc/dm ³	Al cmolc/dm ³	
0	0.18 a	56.21 a	5.78 a	10.67 a	97.58 a	7.33 a	4.78 a	1.81 a	0.11 a	
6	0.17 a	51.49 a	5.63 a	5.00 a	74.67 a	5.00 a	4.03 a	1.58 a	0.17 a	
120	0.18 a	65.33 a	5.55 a	3.25 a	85.25 a	5.17 a	4.03 a	1.52 a	0.13 a	
180	0.21 b	55.34 a	5.80 a	10.50 a	120.0 b	7.75 a	6.32 b	1.86 a	0.12 a	

¹Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade



Fonte: INMET.

Figura 1. Precipitação, temperatura média e umidade relativa do ar entre os meses de janeiro a julho de 2015 em Paragominas/PA.

Figura 2 Teor de nitrogênio nas folhas de milho em função de doses de N, em Paragominas,PA.