



Revista Brasileira de Ciências Agrárias

ISSN: 1981-1160

editorgeral@agraria.pro.br

Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Brasil

Oliveira, Francisco A. de; Cavalcante, Lourival F.; Silva, Ivandro de F. da; Pereira, Walter E.; Oliveira, Juliana C. de; Filho, José F. da C.

Crescimento do milho adubado com nitrogênio e fósforo em um Latossolo Amarelo  
Revista Brasileira de Ciências Agrárias, vol. 4, núm. 3, julio-septiembre, 2009, pp. 238-244  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Pernambuco, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=119012585001>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica  
Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal  
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

**AGRÁRIA**  
Revista Brasileira de Ciências Agrárias  
v.4, n.3, p.238-244, jul.-set., 2009  
Recife, PE, UFRPE. www.agraria.ufrpe.br  
Protocolo 335 - 26/02/2008 • Aprovado em 05/05/2009

Francisco A. de Oliveira<sup>1</sup>

Lourival F. Cavalcante<sup>1,3</sup>

Ivandro de F. da Silva<sup>1</sup>

Walter E. Pereira<sup>1,3</sup>

Juliana C. de Oliveira<sup>2</sup>

José F. da C. Filho<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, CEP. 58.397-000, Areia-PB. Fone: (83)3362-2300. Fax: (83) 3362-2259. E-mail: oliveira@cca.ufpb.br; lofeca@cca.ufpb.br; ivandro@cca.ufpb.br; wep@cca.ufpb.br; costa@cca.ufpb.br

<sup>2</sup> Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Direito, Rua da paz s/n – Graça, CEP. 40150-140, Salvador-BA. Fone: (71) 3283-9045. Fax: (71)

# Crescimento do milho adubado com nitrogênio e fósforo em um Latossolo Amarelo

## RESUMO

O experimento foi desenvolvido em casa-de-vegetação, no Departamento de Solos e do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB, com o objetivo de avaliar os efeitos de quatro doses de nitrogênio (0, 40, 80 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de N) e de 100 e 150 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) na altura de plantas (AP), na área foliar (AF), no diâmetro de colete (DC), na produção de matéria seca (MS) e na evapotranspiração da cultura (ETc) do milho cv. Sertaneja. Usou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso em esquema fatorial com três repetições. A unidade experimental foi representada por um vaso plástico com primeiros 20 cm de um Latossolo Amarelo. Ocorreu efeito significativo (p ≤ 0,05) das doses de N e quadrático para as de P. A aplicação da dose de 120 kg ha<sup>-1</sup> de N promoveu aumento da ordem de 41%, 50%, 36%, 26% e 33%, respectivamente, nos resultados das variáveis AP, AF, DC, MS e ETc, enquanto que o suprimento de 137,5, 145,7, 145, 120 e 126,5 kg ha<sup>-1</sup> de P promoveu resultados máximos de AP, AF, DC, MS e ETc, respectivamente. Para o solo e clima em que o trabalho foi conduzido há necessidade de aplicação de N e P para obter rendimentos satisfatórios da cultura do milho.

**Palavras-chave:** *Zea mays*, produção, evapotranspiração, fertilidade do solo

## Growth of corn fertilized with nitrogen and phosphorus in a Yellow Latosol

## ABSTRACT

This work was carried out in greenhouse conditions at the Center of Agricultural Sciences and the Center of Agricultural Sciences of the Federal University of Paraíba, located in Areia, State of Paraíba, Brazil. The main objective was to evaluate the effects of four doses of nitrogen (0, 40, 80 and 120 kg ha<sup>-1</sup> of N) and phosphorus (100 and 150 kg ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) on the height of plants (AP), leaf area (AF), stem diameter (DC), dry matter yield (MS) and evapotranspiration (ETc) of a corn crop (*Zea mays* L.), cv. Sertaneja. The experiment was carried out in a randomized block design using a 4 x 4 factorial scheme with three replications. The experimental unit was represented by a plastic recipient with 16 kg of soil (first 20 cm) of a Yellow Latosol. The results showed significant linear effect for the doses of nitrogen and quadratic for the phosphorus. The dose of 120 kg ha<sup>-1</sup> of N promoted increases of 41%, 50%, 36% and 26%, respectively, on the results of AP, AF, DC, MS and ETc, while the maximum results of AP, AF, DC, MS and ETc were verified, respectively, with the applied rates of 137.5, 145.7, 145, 120 and 126.5 kg ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. For the soil and climatic conditions of this experiment, N and P are necessary to obtain satisfactory corn yields.

## INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é largamente cultivado e consumido em todos os continentes, com produção de cerca de 600 milhões de toneladas, inferior apenas àquelas do trigo e do arroz. Os Estados Unidos (EUA), com quase 40% da produção, a China com 20% e o Brasil com cerca de 6%, são os maiores produtores mundiais (Estados Unidos, 2003; Duarte, 2008). Apesar de ser o terceiro maior produtor do cereal, o Brasil possui uma média de produtividade considerada baixa ( $3.352 \text{ kg ha}^{-1}$ ), quando comparada com a da China ( $4.933 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e com a dos Estados Unidos ( $8.672 \text{ kg ha}^{-1}$ ). A produtividade brasileira, entretanto, tem crescido sistematicamente, passando de  $1.874 \text{ kg ha}^{-1}$ , em 1990, para  $3.352 \text{ kg ha}^{-1}$ , em 2001 (Duarte, 2008). A cultura do milho no Brasil é de grande importância para o agronegócio nacional, além de ser a base de sustentação para a pequena propriedade, devendo ser interpretada sob a ótica da cadeia produtiva ou dos sistemas agro-industriais, visto ser o milho insumo para uma centena de produtos (Duarte et al., 2008). Em termo de manejo do solo, deve-se ressaltar os benefícios do milho na rotação de culturas no sistema de plantio direto (Melo & Souza, 2003).

O nitrogênio é o nutriente mais exigido pelas culturas e, freqüentemente, é o que mais limita a produtividade de grãos (Raij, 1991; Coser et al., 2007). Estima-se que a necessidade de N para produção de uma tonelada de grãos de milho varie de 20 a  $28 \text{ kg ha}^{-1}$  (Argenta et al., 2002). Enquanto no Brasil a quantidade utilizada de N é, em média, de  $60 \text{ kg ha}^{-1}$ , na China é de  $130 \text{ kg ha}^{-1}$  e nos Estados Unidos, de  $150 \text{ kg ha}^{-1}$  (International Fertilizer Industry Association, 2007).

Dentre os macronutrientes primários, o fósforo é, quantitativamente, o menos exigido pelas culturas (Malavolta, 2006), não obstante, trata-se de um nutriente de grande uso na adubação das culturas no Brasil (Oliveira et al., 1982). A carência generalizada de fósforo nos solos brasileiros decorre da forte interação desse nutriente com os colóides do solo, proporcionando alta capacidade de fixação e baixa disponibilidade de P, concorrendo para resposta à adubação fosfatada na grande maioria dos solos brasileiros, principalmente nos Latossolos (Oliveira et al. 1982; Novais et al., 2007).

Os Latossolos das regiões tropicais, a exemplo do Brasil, possuem baixos teores de matéria orgânica e elevada capacidade de adsorção ou fixação de P, devido principalmente aos altos teores de óxidos de Fe e Al na composição mineralógica desses solos (Malavolta, 2006). Em sua grande maioria são solos ácidos, possuem baixa saturação por bases e elevado teores de alumínio trocável (Prado, 2003). Em geral, são solos de baixa fertilidade natural, principalmente na disponibilidade de nitrogênio e fósforo (Raij, 1991; Novais et al., 2007).

Como fator preponderante, a inadequada nutrição das plantas concorre para baixos índices de produtividade, devido à falta de gestão no programa de adubação ou inexistência de adubação, haja vista que, para atingir elevados rendi-

dade da cultura do milho nos EUA, está o aumento no uso dos fertilizantes nitrogenados (Araújo et al., 2007).

Baixos teores de fósforo nos solos brasileiros foram observados por Silveira (1986), em vários solos do Rio Grande do Sul; Klepker & Anghinoni (1995) para o Rio Grande do Sul; et al. (1999) para o Paraná, Bull et al. (1998) para o Mato Grosso do Sul; por Amabile et al. (1999) para Goiás. Segundo Oliveira et al. (1982) a baixa disponibilidade de P nesses solos ocorre com freqüência, respostas na produção do milho foram observadas por et al. (2000) e Alves et al. (2002) observaram menor produção de doses de nitrogênio e de fósforo, incremento na produção da cultura do milho.

Considerando-se que a deficiência de N e P pode ser corrigida com adubação nitrogenada e fosfatada, neste estudo, avaliou-se o efeito da aplicação de nitrogênio e fósforo na altura de plantas (AP), no diâmetro de caule (DC), na produção de matéria seca (MS) e na evapotranspiração (ETc) do milho cv. Sertaneja, cultivado em um Latossolo Amarelo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em condições de campo no Departamento de Solos e Engenharia Rural, Centro de Ciências Agrárias - CCA/UFPB, no município de Areia, PB, durante o período de agosto a dezembro de 2007. O local da pesquisa fica a aproximadamente 1 (um) km do ponto coordenado por:  $6^{\circ} 58'$  de latitude Sul e  $35^{\circ} 50'$  longitude a Oeste de Greenwich e altitude de 542 m.

Utilizou-se material de um Latossolo Amarelo (Oliveira et al., 2006), da microrregião do Brejo Paraibano, com profundidade de 0 a 20 cm, que apresentou os seguintes dados analíticos: 542, 92, e  $366 \text{ g dm}^{-3}$  de areia total, respectivamente; umidade a 0,033 MPa de  $1,500 \text{ MPa}$  de  $0,10 \text{ g g}^{-1}$ ; pH em água (4,70);  $1,60, 0,90, 0,03, 0,22 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  de  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^{+}$  e  $\text{Al}^{3+}$ , respectivamente; acidez potencial ( $\text{H}^{+} + \text{Al}^{3+}$ ) de  $1,33, 2,6 \text{ mg dm}^{-3}$  de P disponível (Mehlich 1) e  $1,33 \text{ mg dm}^{-3}$  de matéria orgânica.

Os tratamentos foram definidos por quatro doses de nitrogênio (0, 40, 80 e  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  de N), na forma de amônio (20% de N) e quatro doses de fósforo (0, 50, 100 e  $150 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ), na forma de superfosfato triplo (30% de P). Foi usado o delineamento experimental fatorial 4x4 em bloco casualizado com quatro repetições. A unidade experimental foi representada por um vaso plástico, com capacidade para 20 L, contendo solo secado ao ar.

Aos 70 dias antes da semeadura do milho, procedeu-se à correção da acidez do solo com o alumínio trocável (Raij et al., 1996), usando o calcário dolomítico com o PRNT corrigido para 100%.

restante do nitrogênio foi aplicado após o desbaste (15 dias da emergência).

Procedeu-se uma adubação de manutenção usando solução nutritiva de Hoagland modificada para cultivo de plantas (Epstein & Bloom, 2006) com omissão do nitrogênio e do fósforo. As irrigações foram realizadas com intervalos de um a dois dias, procurando-se manter a umidade do solo em cerca de 70% a 80% da capacidade de campo. Foram avaliadas as variáveis: altura de plantas, diâmetro caulinar, área foliar, segundo Santos (1997), produção de matéria seca da parte aérea e evapotranspiração da cultura (ETc), estimada pela diferença entre a quantidade de água aplicada semanalmente, em cada vaso, e a drenada. Os resultados foram submetidos à análise de variância e da regressão polinomial, sendo utilizado o teste F para verificar a significância dos efeitos polinomiais, escolhendo-se o modelo de maior grau (Gomes, 1990).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os resultados das análises de variância referentes às variáveis: altura de plantas, área foliar, diâmetro de caule, matéria seca e evapotranspiração do milho. Observa-se que houve efeito significativo ( $p \leq 0,01$ ) das doses isoladas de nitrogênio e de fósforo, para todas as variáveis analisadas. Entretanto, constatou-se interação das doses de nitrogênio e de fósforo apenas para a altura de plantas e matéria seca. O desdobramento dos efeitos por meio da análise de regressão polinomial evidenciou efeito linear para o nitrogênio e quadrático para o fósforo. Para o mesmo solo utilizado no presente estudo, porém em condições de campo, Lucena et al. (2000) obtiveram resposta do nitrogênio e do fósforo na altura das plantas e no rendimento da cultura do

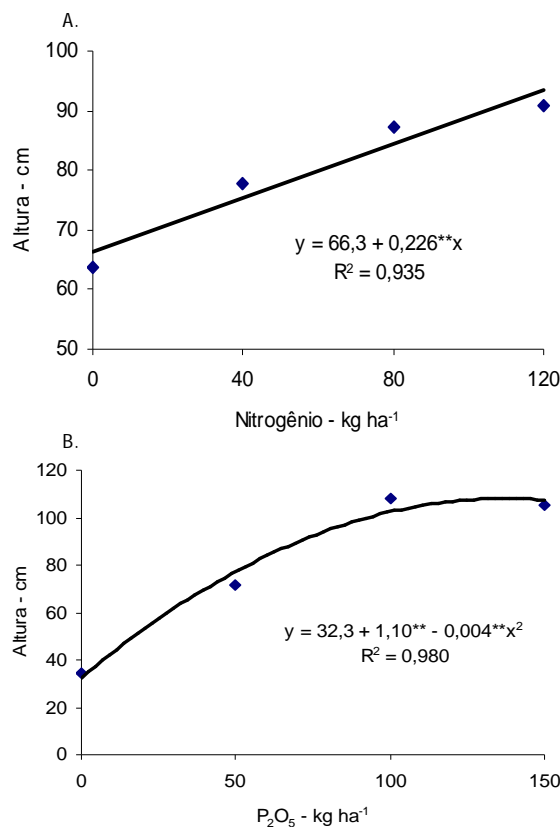
milho, cv. BR 5033. Em idênticas condições de manutenção, Alves et al. (2002) também com o mesmo presente estudo, obtiveram resposta da adubação com plantas de milho, cv. BR 106. Outros autores têm em condições de campo, respostas do milho à adubação trogenada (Mendonça et al., 1999; Araújo et al., 1998) e adubação fosfatada (Sousa & Volkweiss, 1988). A generalização das culturas à adubação fosfatada reportadas por Oliveira et al. (1982) para a grande maioria dos Latossolos brasileiros.

Na Tabela 1 estão registrados os valores médios das variáveis analisadas onde, é possível observar a resposta das doses de nitrogênio aplicadas ao solo, de 0 a 100 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, exceto para o diâmetro de caule, que cresceram até a aplicação de 100 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. A análise de regressão polinomial mostrou aumento linear ( $p \leq 0,01$ ) do crescimento em altura das plantas (Figura 1A), em função do suprimento de nitrogênio com o modelo obtido, as plantas cresceram, em média, numa taxa de 0,226 cm por unidade de nitrogênio aplicado ao solo. Esse incremento por aumento de 100 kg ha<sup>-1</sup> de N contribuiu significativamente com a altura das plantas em 41%, em relação à testemunha. Quanto ao diâmetro de caule, registrou-se comportamento quadrático ( $p \leq 0,01$ ) no fornecimento das doses, obtendo-se a máxima altura das plantas (108 cm) com a dose de 137,5 kg ha<sup>-1</sup> de N (Figura 1B). Com o mesmo solo, porém em condições de campo, a altura máxima do milho, cv. BR 5033 (Lucena et al., 2000) atingida com aplicação de 100 kg ha<sup>-1</sup> de N e a altura máxima de 151,2 cm com aplicação de 177,3 kg ha<sup>-1</sup> de N (Lucena et al., 2000). Gomes et al. (2007) obteve a máxima altura do milho com aplicação de 150 kg ha<sup>-1</sup> de N em Latossolo Vermelho Distrófico.

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância e médias das variáveis altura de plantas (AP), diâmetro de caule (DC), área foliar (AF), matéria seca (MS) e evapotranspiração da cultura (ETc) do milho, submetida a doses de nitrogênio e de fósforo aplicados ao solo.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio			
		AP (cm)	AF (cm <sup>2</sup> /planta)	DC (mm)	MS (g/planta)
Fósforo (F)	3	13346,6**	25019416,4**	81,5**	2063,8**
Nitrogênio (N)	3	653,9**	617182,8**	10,1**	52,4**
N x F	9	49,0**	47890,9 <sup>ns</sup>	2,6 <sup>ns</sup>	6,2*
Ni	1	1809,5**	1689511,0**	23,4**	153,7**
Nq	1	27,6 <sup>ns</sup>	132825,5 <sup>ns</sup>	6,7 <sup>ns</sup>	3,6 <sup>ns</sup>
Pl	1	35868,1**	685043131,7**	209,2**	5681,3**
Pq	1	3316,7**	2873659,0**	13,5*	345,1**
Rep	2	4,8 <sup>ns</sup>	212,4 <sup>ns</sup>	7,2 <sup>ns</sup>	1,4 <sup>ns</sup>
Trat	15	(14000,5)	(250636598,2**)	(91,6**)	(217,2**)
Resíduo	30	9,99	44605,88	2,15	2,38
N (kg ha <sup>-1</sup> )				Médias	
0		63,8	2103,1	15,8	115,8
40		77,7	2677,5	19,1	127,8
80		87,5	2900,3	20,1	135,4
120		90,7	3240,6	21,4	146,8
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg ha <sup>-1</sup> )					
0		34,2	815,8	14,4	103,4

# Crescimento do milho adubado com nitrogênio e fósforo em um Latossolo Amarelo



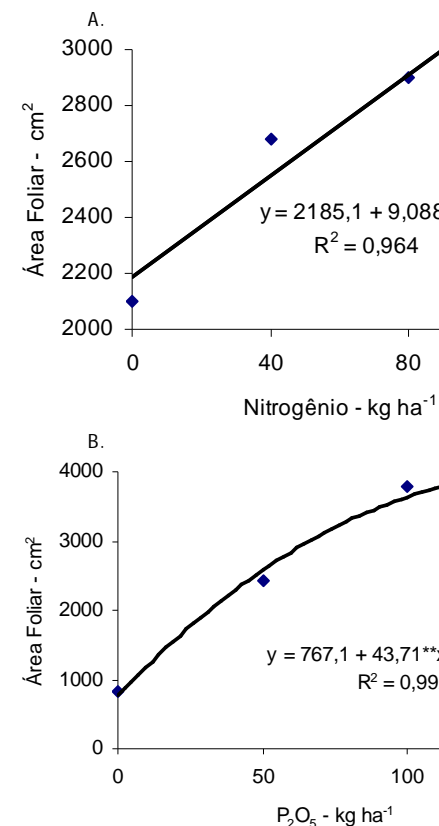
**Figura 1.** Regressão dos valores médios da altura de plantas (AP) de milho em função das doses de nitrogênio (A) e de fósforo (B) aplicadas ao solo

**Figure 1.** Regression of the average values of the height of corn plants (AP) in function of the doses of nitrogen (A) and phosphorus (B) applied to the soil

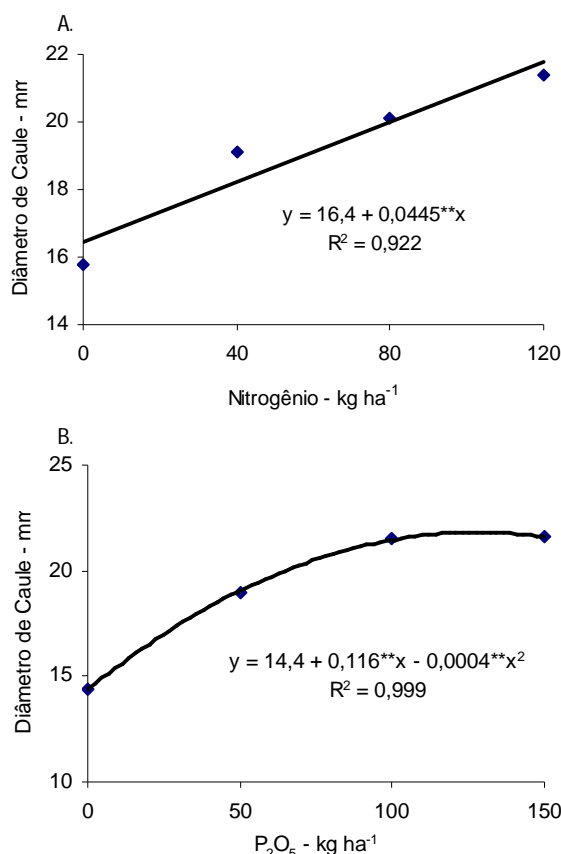
Segundo os coeficientes de determinação obtidos (Figura 2A e 2B) os resultados da área foliar são explicados em 96% pelos tratamentos de nitrogênio e em 99% pelos de fósforo. A análise de regressão polinomial revelou efeito ( $p \leq 0,01$ ) positivo e linear das doses de N na área foliar das plantas (Figura 2A). De acordo com o modelo, a área foliar sofreu incremento médio de 9,1 cm<sup>2</sup> por unidade de nitrogênio (kg ha<sup>-1</sup>) aplicado, correspondendo a aumento de 50%, em relação à testemunha. Para o fósforo os tratamentos promoveram efeito ( $p \leq 0,01$ ) quadrático, cujo modelo estimado permite afirmar que a máxima área foliar das plantas (3860 cm<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup>) seria atingida, teoricamente, com aplicação ao solo de 145,7 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Figura 2B). A título de referência, Lucena et al. (2000) com o mesmo solo, porém em condições de campo, constatou que a aplicação de 65 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> promoveu a área foliar máxima (2517 cm<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup>) do milho.

numa taxa de 0,0445 mm por unidade de nitrogênio (kg ha<sup>-1</sup>) aplicado ao solo. No intervalo das doses de N promoveu aumento no diâmetro de caule em 36%. Com relação ao fósforo, observou-se o mesmo modelo quadrático de regressão, pelo qual se pode calcular o diâmetro máximo de caule (109 mm) com a aplicação de 145 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Figura 3B). O diâmetro de caule também foi obtida por Lucena et al. (2000) para a cultura do milho, com o mesmo solo.

As doses de N promoveram incremento linear na produção de matéria seca das plantas de milho. De acordo com o modelo de regressão, a produção de matéria seca das plantas aumentou em 0,251 g por unidade de nitrogênio (kg ha<sup>-1</sup>) aplicado ao solo por dia. Na faixa das doses empregadas, o nitrogênio promoveu aumento na produção de matéria seca e o fósforo os tratamentos promoveram efeito quadrático, cujo modelo estimado permite afirmar que a máxima produção de matéria seca da cultura (10,5 g planta<sup>-1</sup>) seria atingida, teoricamente, com aplicação de 145,7 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.



**Figura 2.** Regressão dos valores médios da área foliar por planta (AF) de milho, em função das doses de nitrogênio (A) e de fósforo (B) aplicadas ao solo

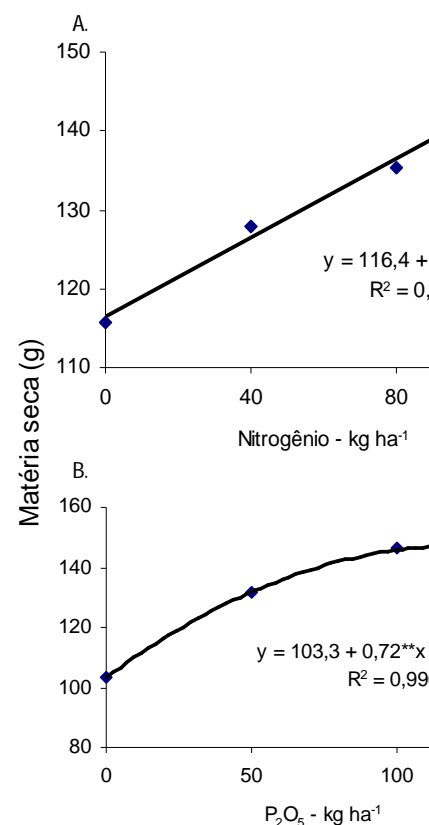


**Figura 3.** Regressão dos valores médios do diâmetro de caule (DC) da cultura do milho em função das doses de nitrogênio (A) e de fósforo (B) aplicadas ao solo

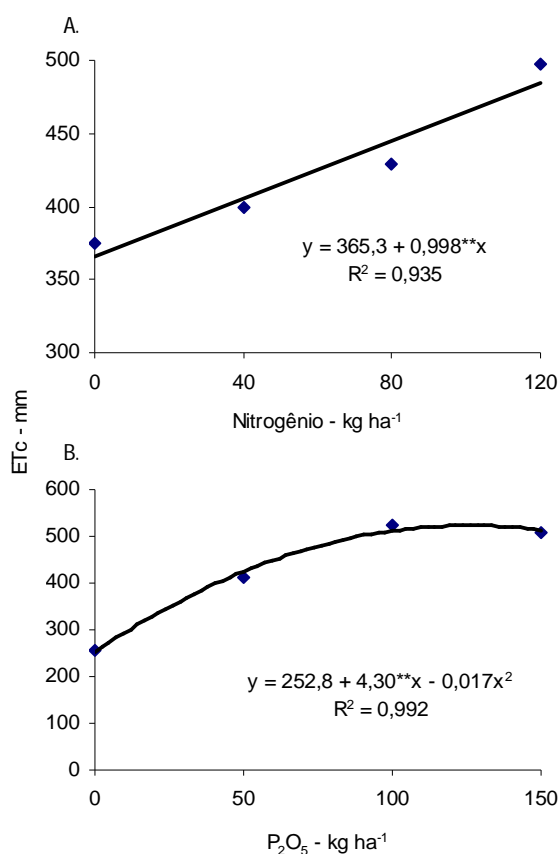
**Figure 3.** Regression of the average values of the corn stem diameter (DC) in function of the doses of nitrogen (A) and of phosphorus (B) applied to the soil

de 120 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Figura 4B). Lucena et al. (2000) obtiveram a máxima produção de matéria seca com aplicação ao de 117 kg ha<sup>-1</sup> de N e com 175 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Alves et al. (2002) também constataram efeito linear crescente com a aplicação de até 120 kg ha<sup>-1</sup> de N. Em condições de irrigação, Mendonça et al. (1999) obtiveram produção máxima do milho com aplicação de 262,6 kg ha<sup>-1</sup> de N. As curvas de resposta obtidas por Lucena et al. (2000) evidenciaram que o máximo rendimento do milho seria atingido com aplicação de 111 kg ha<sup>-1</sup> de N e com 197 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Araújo et al. (2004) em condições de campo, em um Latossolo Vermelho Distroférrico irrigado, obtiveram aumento significativo ( $p \leq 0,01$ ) na produção de matéria seca da parte aérea e de grãos do milho até a aplicação de 180 kg ha<sup>-1</sup> de N.

dos da ETc, a exemplo das outras variáveis, aumentaram de forma linear ( $p \leq 0,01$ ) com a aplicação de nitrogênio (Figura 5A). De acordo com o modelo obtido a ETc cresceu, teoricamente, numa taxa constante por unidade de nitrogênio (kg ha<sup>-1</sup>) aplicado. O aumento na evapotranspiração do milho em função da maior dose de N aplicada em relação ao tratamento de controle. Para o fósforo os tratamentos promoveram aumento na ETc ( $p \leq 0,01$ ) para o modelo quadrático, em que a máxima evapotranspiração da cultura (524,6 mm) seria obtida com a aplicação de 126,5 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Portanto, os dados, de certa forma, estão compatíveis com os resultados de Alves et al. (2002) quando constataram efeito linear crescente com as doses de fósforo no consumo de água pelo milho até a dose de 120 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Portanto, de acordo com Kassam & Kassam (2000) a necessidade hídrica do milho em função das condições edafoclimáticas, pode variar entre 500 e 800 mm de água.



**Figura 4.** Regressão dos valores médios da produção de matéria seca (MS) de milho em função dos tratamentos de nitrogênio (A) e de fósforo (B) aplicados ao solo



**Figura 5.** Regressão dos valores médios da evapotranspiração da cultura (ETc) do milho em função das doses de nitrogênio (A) e de fósforo (B) aplicadas ao solo

**Figure 5.** Regression of the average values of the corn crop evapotranspiration (ETc) in function of the doses of nitrogen (A) and phosphorus (B) applied to the soil

## CONCLUSÕES

A adubação nitrogenada e fosfatada estimulou o crescimento do milho.

As doses de nitrogênio promoveram aumentos lineares na altura de plantas, área foliar, diâmetro de caule, produção de matéria seca da parte aérea e evapotranspiração da cultura, para a aplicação de até 120 kg ha<sup>-1</sup> de N.

Nos tratamentos com fósforo, a altura das plantas, área foliar, diâmetro de caule, produção de matéria seca da parte aérea e evapotranspiração da cultura, foram estimulados com aplicação de 137,5, 145,7, 145, 120 e 126,5 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, respectivamente.

Amabile, R.F.; Fancelli, A.L.; Carvalho, A.M. A. P e K por espécies de adubos verdes cultivadas em diferentes épocas e densidades num latossolo Vermelho argiloso sob cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.23, n.4, p.837-845, 1999.

Araújo, L.A.N.; Ferreira, M.E.; Cruz, M.C.P. A. genada na cultura do milho. *Revista Agropecuária*, v. 39, n. 8, p.771-777. 2004.

Argenta, G.; Silva, P.R.F.; Mielniczuk, J.; Bertolotto, A. metros de planta como indicadores do nível de nutrientes na cultura do milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, n.4, p.519-527, 2002

Bull, L.T.; Forli, F.; Tecchio, M.A.; Corrêa, J.C. fósforo extraído por resina e resposta da cultura do milho à adubação fosfatada em cinco solos com e sem matéria orgânica. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.22, p.459-470, 1998.

Caires, E.F.; Fonseca, A.F.; Mendes, J.; Chueiri, J.; Ga, E.F. Produção de milho, trigo e soja em diferentes condições de adubação e irrigação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.23, n.3, p.327, 1999.

Coser, T.R.; Ramos, M.L.G.; Amabile, R.F.; Ribeiro, J. Nitrogênio da biomassa microbiana em solo de cerrado sob aplicação de fertilizante nitrogenado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.42, n.3, p.399-406, 2007.

Doorenbos, J.; Kassam, A.H. Efeito da água na produtividade das culturas. *Campina Grande: UFPB*, 2000. (FAO. Irrigação e Drenagem, 33).

Duarte, J.O. Cultivo do milho: importância econômica. [www.sistemasdesproçap.cnptia.embrapa.br/br/milho/CultivodoMilho/importancia.htm](http://www.sistemasdesproçap.cnptia.embrapa.br/br/milho/CultivodoMilho/importancia.htm). 22 Dez. 2007.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema de Classificação de Solos, 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 2006. 306p.

Estados Unidos. Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service. World agricultural production. [www.fas.usda.gov/wap/circular/3003/03-01/vol3003.htm](http://www.fas.usda.gov/wap/circular/3003/03-01/vol3003.htm). 26 Dez. 2007.

Epstein, E.; Bloom, A.J. Nutrição Mineral de plantas: princípios e perspectivas. Tradução de Nunes, M.E.T. Editora Plantar, 2006. p.17-40.

Gomes, F. P. Curso de estatística experimental. I. Belo Horizonte, 1990. 468p.

Gomes, R.F.; Silva, A.G.; Assis, R.L.; Pires, J. Efeitos das doses e da época de aplicação de nitrogênio na produtividade e características agrônomicas da cultura do milho sob irrigação. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, v.31, p.931-938. 2007.

International Fertilizer Industry Association. Fertilizer Recommendations for Cereals. 5th ed. Paris, 2002. <http://www.fertilizer.org/statistics.asp>. 26 Dez. 2007.

- Lucena, L. de F.C.; Oliveira, F.A.; Silva, I. de F.; Andrade, A.P. de. Respostas do milho a diferentes níveis de nitrogênio e fósforo aplicados ao solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.4, n.3, p.334-337. 2000.
- Malavolta, E. Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Ceres, 2006. 638p.
- Melo, W.J.; Souza, W.J.O. Matéria orgânica em um Latossolo submetido a diferentes sistemas de produção de milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.27, n.6, p.1113-1122. 2003.
- Mendonça, F.C.; Medeiros, R.D.; Botrel, T.A.; Frizzone, J.A. Adubação nitrogenada do milho em um sistema de irrigação por aspersão em linha. *Scientia Agrícola*, v.56, n.4, p.1151-1155, 1999.
- Novais, R. F.; Alvarez, V. V. H.; Barros, N. F.; Fontes, R. L. F.; Cantarutti, R. B.; Neves, J. C. L. Fertilidade do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 1017p.
- Oliveira, A.J., Lourenço, S., Goedert, W.J. Adubação fosfata-da no Brasil. Brasília, EMBRAPA, 1982. p. 326.
- Prado, R.M.A. a calagem e as propriedades físicas dos solos tropicais: Revisão de literatura. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.27, n.1, p.7-16. 2003.
- Raij, B. van. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba: Potafos, 1991. 343p.
- Raij, B. van; Cantarella, H.; Quaggio, J.A.; Furlan, R. Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2ed. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 1996. p.56-59 (Boletim Técnico, 160).
- Santos, A.C. Espaçamento x níveis de nitrogênio no milho: a produção e o desenvolvimento de dois cultivares de milho pipoca (*Zea mays everta*). Areia: UFPB, 1998. Monografia Graduação.
- Silveira, J.C. da. Determinação da necessidade de adubação dos solos do Estado do Ceará. Fortaleza: UFCE, 1998. Monografia de Mestrado.
- Sousa, D.M.G. de.; Volkweiss, S.J. Rendimento e conteúdo de fósforo da parte aérea do milho: influência dos níveis de adubação com superfosfato triplo e ureia. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, v.11, n.2, p.127-132, 1987.