

Doses de nitrogênio e de fósforo recomendadas para produção econômica de milho verde em Mossoró-RN

Gerônimo Ferreira da Silva¹; Fábio Henrique Tavares de Oliveira²; Rodrigo Gomes Pereira¹; Talita Barbosa Abreu Diógenes²; José Novo Júnior²; Antonio Lisboa de Souza Filho²

¹ Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, CEP 52.171-900, Recife, PE, Brasil. E-mails: agrogefe@yahoo.com.br; rgpereira2005@hotmail.com

² Universidade Federal Rural do Semiárido, Av. Francisco Mota, 572, Costa e Silva, CEP 59.625-900, Mossoró, RN, Brasil. E-mails: Fabio@ufersa.edu.br; ttabreu@yahoo.com.br; agrojunior86@hotmail.com; alisboa70@yahoo.com.br

Resumo: O nitrogênio (N) e o fósforo (P) geralmente são os dois nutrientes que ocorrem em menores teores no solo em relação à necessidade da planta e são os nutrientes mais exigidos pela cultura do milho. Objetivou-se definir a melhor combinação das doses de N e P associadas à máxima produção econômica do milho verde, assim como definir os níveis críticos desses nutrientes no solo e na planta, em um Argissolo Vermelho-Amarelo do município de Mossoró-RN. Foram aplicados 17 tratamentos, sendo 16 tratamentos resultantes da combinação entre quatro doses de N (30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹) e de quatro doses de P₂O₅ (30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹) e um tratamento controle (sem N e sem P). O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com quatro repetições. As características avaliadas foram: número e peso total de espigas, número e peso de espigas empalhadas comercializáveis e número e peso de espigas despalhadas comercializáveis. A melhor combinação das doses de N e de P₂O₅ recomendadas para a produção de espigas verdes empalhadas comercializáveis e que proporcionam o maior retorno econômico é de 120 kg ha⁻¹ de N combinado com 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Para produção de espigas verdes empalhadas comercializáveis, nas condições deste experimento, o nível crítico de N no solo é de 0,43 g kg⁻¹, o nível crítico de P no solo é de 8,21 mg dm⁻³ e os níveis críticos de N e de P na folha são, respectivamente, de 17,17 g kg⁻¹ e 1,54 g kg⁻¹.

Palavras chave: *Zea mays* L., Adubação nitrogenada, Níveis críticos.

Doses of nitrogen and phosphorus recommended for production economic of green corn at Mossoró-RN

Abstract: The nitrogen (N) and phosphorus (P) generally are the two nutrients that occur in lower levels in the soil in relation to the need of the plant and are the nutrients most required by the maize crop. The objective of this work was to define the best combination of N and P associated with maximum economic production of corn, and to define the critical levels of these nutrients in the soil and in the plant, in an argisil red yellow of the city of Mossoró-RN. Were applied 17 treatments, being 16 treatments resulting from the combination between four doses of N (30, 60, 90 and 120 kg ha⁻¹) and four doses of P₂O₅ (30, 60, 90 and 120 kg ha⁻¹) and a control treatment (no N and no P). The experimental design was in randomized blocks with four repetitions. The characteristics evaluated were: number and total weight of cobs, number and weight of marketable covered cobs and number and weight of marketable uncovered cobs. The best combination of N and P₂O₅ recommended for the production of marketable ears with husk and they provide the greatest economic return per hectare (R\$ 9.735,22) is 120 kgha⁻¹ of N combined with 120 kg ha⁻¹ of P₂O₅. For production of green ears with husk, in this experiment, the critical level of N in the soil is 0.43 g kg⁻¹, the critical level of P in the soil is 8.21 mg dm⁻³ and the critical levels of N and P in the leaf are, respectively, 17.17 g kg⁻¹ and 1.54 g kg⁻¹.

Key words: *Zea mays* L., Nitrogen fertilization, Critical levels.

Introdução

No Brasil o cultivo de milho (*Zea mays* L.) destinado à produção de milho verde vem aumentando de forma significativa, em função de sua lucratividade, visto que, na forma de grãos verdes, isto é, milho com grãos no estado leitoso, o valor de comercialização é maior, quando comparado com o milho na forma de grãos secos (PINHO et al., 2008; PAIVA et al., 2012).

No Rio Grande do Norte, como em outros Estados do Nordeste brasileiro, o milho é cultivado visando-se a obtenção de grãos, milho verde e palhada para o rebanho. No Estado, o milho para consumo verde, com 70 a 80% de umidade (SILVA et al., 2003; PAIVA et al., 2012) desperta o interesse do produtor, principalmente, em algumas regiões próximas aos grandes centros consumidores. Esse interesse se deve ao fato deste produto apresentar demanda durante todo o ano e de proporcionar alta taxa de agregação de renda aos produtores (ARCHANGELO et al., 2007). Entretanto, para que o produtor atenda a demanda e às exigências do mercado consumidor, é necessário que se obtenham produtividades elevadas e sustentáveis.

Dentre os principais fatores responsáveis pela baixa produtividade da cultura do milho na região, destacam-se as precipitações pluviárias irregulares, os baixos teores de N e de P dos solos e a falta de experimentos de adubação em condições de campo que definam as melhores doses de nutrientes para a adequada nutrição e produção elevada da cultura (PAIVA et al., 2012). De acordo com Rebequi et al. (2011) o aumento de produção da maioria das culturas está na dependência da fertilização do solo e da nutrição mineral das plantas, o que não deve ser diferente para a cultura do milho.

As principais tabelas de recomendação de adubação em uso no país (CEFS, 1989; UFC, 1993; RAIJ et al., 1997; CAVALCANTI et al., 1998; RIBEIRO et al., 1999 e SOUSA & LOBATO,

2004) recomendam doses de N e de P_2O_5 para a cultura do milho que variam de 60 a 95 kg ha⁻¹ de N e 0 a 125 kg ha⁻¹ de P_2O_5 , de acordo com o teor de P no solo, com a produtividade esperada da cultura, com o tipo de solo e com a tabela de recomendação de adubação.

Isso mostra que é fundamental realizar experimentos de adubação nas diferentes regiões produtoras de milho do país, tendo em vista a elaboração de recomendações de adubação nitrogenada e fosfatada para essa cultura com base em resultados de pesquisas regionais (PAIVA et al., 2012). Portanto, o desenvolvimento regional de pesquisas visando à obtenção de uma recomendação de adubação econômica baseada em curvas de resposta da cultura a doses de nutrientes é indispensável para a cultura do milho.

Sendo assim, objetivou-se definir a melhor combinação das doses de N e P para produção econômica de milho verde, assim como definir os níveis críticos desses nutrientes no solo e na planta, em um solo representativo do município de Mossoró-RN.

Material e métodos

O experimento foi conduzido na Estação Experimental Rafael Fernandes, pertencente à Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), distante 20 km da sede do município de Mossoró-RN, cujas coordenadas geográficas locais de referência são: 5° 03' 40" de latitude sul, 37° 23' 51" de longitude oeste e altitude de 72 m. O clima da região segundo a classificação de Köppen, é do tipo BSw^h, isto é, seco e muito quente, com duas estações climáticas: uma seca que vai geralmente de junho a janeiro, e uma chuvosa, de fevereiro a maio. A precipitação média anual é de 695 mm, a umidade relativa do ar é de 70% e a temperatura média anual de 27,4 °C.

O solo do experimento foi classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico de

textura arenosa (EMBRAPA, 2009).

As características químicas e físicas do solo quantificadas analiticamente (EMBRAPA, 1997), na camada de 0 a 20 cm antes da implantação do experimento, encontram-se na Tabela 1.

O preparo do solo foi realizado com uma aração e duas gradagens. Em seguida, foram

realizadas a demarcação das parcelas, a adubação de plantio (aplicação dos tratamentos) e a semeadura do milho híbrido semiprecoce AG 1051 no espaçamento de 0,70 x 0,23 m.

Os tratamentos consistiram na combinação de quatro doses de N (30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹) com quatro doses de P₂O₅ (30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹), mais um tratamento com ausência de N e de P₂O₅ (controle).

Tabela 1 - Características químicas e físicas da amostra do Argissolo Vermelho Amarelo eutrófico de textura arenosa da área experimental antes da implantação do experimento, avaliadas na camada de 0-20 cm.

pH	MO	N _{total}	P	K	Na	Ca	Mg	Al	(H+Al)	Areia	Silte	Argila
H ₂ O	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	-----	mg dm ⁻³	-----	-----	cmol _c dm ⁻³	-----	-----	-----	g kg ⁻¹	-----
5,5	3	0,35	6,2	65	18,8	1,2	1,3	0,05	0,33	806	54	140

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos consistiram na combinação de quatro doses de N (30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹) com quatro doses de P₂O₅ (30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹), mais um tratamento com ausência de N e de P₂O₅ (controle). Cada parcela foi constituída por quatro linhas de 6 m de comprimento espaçadas a 0,7 m entre si, contendo 26 plantas em cada linha. As duas linhas centrais, descartando-se duas plantas em cada extremidade, foram consideradas como área útil da parcela, onde em dois metros lineares de uma dessas linhas da área útil foram feitas as avaliações.

As doses de N foram parceladas, aplicando-se 20% da dose de N na semeadura e os 80% restantes em duas coberturas, aos 20 e 40 dias após a emergência das plântulas. As doses dos demais nutrientes foram aplicadas na semeadura e foram constantes para todos os tratamentos, inclusive no controle. As doses de N e 75 kg ha⁻¹ de K₂O foram fornecidas por meio dos fertilizantes ureia (semeadura) e sulfato de amônio (cobertura) e cloreto de potássio, respectivamente. Parte da dose de P₂O₅ foi fornecida por meio do superfosfato simples visando o fornecimento de 20 kg ha⁻¹ de S em todos os tratamentos, sendo a outra parte do S (10 kg ha⁻¹) fornecida por meio do sulfato de amônio aplicado na primeira cobertura, o restante

do P₂O₅ foi fornecido por meio do fertilizante superfosfato triplo, conforme o tratamento. As doses dos micronutrientes B (1,0 kg ha⁻¹), Zn (3,0 kg ha⁻¹) e Cu (0,5 kg ha⁻¹) foram fornecidas por meio das fontes ácido bórico, sulfato de zinco e sulfato de cobre, respectivamente.

Os tratos culturais realizados durante a condução do experimento foram os mesmos utilizados pelos produtores da região. O controle de plantas daninhas foi realizado por meio da aplicação dos herbicidas Atrazina (500 g L⁻¹) e Tembotriona (420 g L⁻¹), aplicados na fase V2 de desenvolvimento da cultura. Foram realizadas seis pulverizações utilizando-se os inseticidas Metomil (215 g L⁻¹) e Clorantroliprole (200 g L⁻¹) para o controle da lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith). Devido aos frequentes veranicos que ocorrem na região e à alta sensibilidade da cultura do milho ao estresse hídrico (RUFINO et al., 2012), o experimento contou com o auxílio de um sistema de irrigação localizada por gotejamento, com espaçamento de 0,30 m entre emissores e vazão 2,3 L h⁻¹, sendo essa lâmina suplementar de irrigação obtida pelo balanço hídrico, considerando-se a precipitação e a evapotranspiração da cultura (ETc). O milho verde foi colhido no estágio fenológico R3 aos 68 dias após a emergência das plântulas quando os

grãos apresentavam teor de água entre 70 e 80%.

As variáveis mensuradas foram o número e o peso totais de espigas, o número e o peso de espigas comercializáveis, empalhadas e despalhadas. O número e o peso de espigas foram estimados com base, respectivamente, na contagem e na pesagem das espigas colhidas.

O número de espigas empalhadas comercializáveis, peso de espigas empalhadas comercializáveis, número de espigas despalhadas comercializáveis e peso de espigas despalhadas comercializáveis foram avaliadas manualmente com o auxílio de balança comercial com precisão de cinco gramas (SILVA et al., 2003). Como espigas verdes empalhadas comercializáveis foram consideradas aquelas com aparência adequada à comercialização, isto é, sem evidências aparentes do ataque de pragas e com comprimento superior a 19 cm. Como espigas despalhadas comercializáveis foram consideradas aquelas com aparência adequada à comercialização, isto é, bem granadas, não atacadas por pragas e com comprimento superior a 12 cm.

Aos 45 dias após a emergência das plântulas foram coletadas com trado holandês, na área útil de cada parcela, amostras compostas de solo na profundidade de 0 a 20 cm, visando-se a quantificação dos teores de N total (TEDESCO et al., 1995) e P disponível pelo extrator Mehlich-1 (EMBRAPA, 1997). Para composição de uma amostra composta, foram coletadas 12 amostras simples nas duas fileiras centrais de cada parcela, sendo, duas amostras simples no sulco de plantio, quatro amostras simples a 0,10 m do sulco e seis amostras simples no ponto médio entre os sulcos, de acordo com recomendação de Oliveira et al. (2007).

Por ocasião do aparecimento da inflorescência feminina (embonecamento), em 12 plantas da área útil de cada parcela, foram coletados o terço basal da folha oposta e abaixo da primeira espiga (superior), excluída a nervura central (MALAVOLTA, 2006) para determinação das concentrações de N e de P na folha, seguindo-se procedimentos analíticos descritos em Tedesco et al. (1995).

Os dados foram submetidos à análise de variância, sendo testados por contrastes de

interesse e de importância prática previamente estabelecidos pelo teste F a 5% de probabilidade e à análise de regressão linear múltipla (superfície de resposta). As médias de cada tratamento foram ajustadas por um modelo de regressão linear múltipla considerando-se as doses de N e de P como variáveis independentes: $Y = a + bN + cN^2 + dP + eP^2 + fNP$. Onde: Y é a variável dependente, N as doses de nitrogênio (kg ha^{-1}) e P as doses de P_2O_5 (kg ha^{-1}).

Após o ajuste deste modelo completo, foram descartados os coeficientes com significância superior a 10%, ajustando-se um novo modelo mais simples apenas com os parâmetros com contribuição significativa para o modelo. Essas análises foram efetuadas com o software SAEG, sendo que os coeficientes dos modelos de regressão ajustados foram testados pelo teste t, utilizando-se como erro experimental o quadrado médio do resíduo da análise de variância geral do experimento (RIBEIRO JÚNIOR, 2001). Após esses procedimentos foram desenhadas superfícies de resposta para cada característica avaliada, utilizando-se o programa Sigma Plot 9.0.

De posse do valor da produtividade de espigas verdes estimado pelo modelo de regressão, foi realizada a análise econômica da adubação do experimento, onde foram calculados a receita bruta, os custos com fertilizantes e a receita líquida. Para realização dessa análise econômica, foram considerados os custos dos fertilizantes que variaram em função da combinação das doses dos mesmos e o preço do milho verde. No cálculo dos custos dos fertilizantes, não foram considerados os custos operacionais de sua aplicação com máquinas e serviços. Os demais custos, como a semeadura, mão-de-obra, tratamentos culturais e outros itens envolvidos indiretamente no processo produtivo, como depreciação, despesas administrativas, juros e outros serviços não foram considerados, por serem os mesmos para todos os tratamentos. A receita bruta foi calculada considerando a produção estimada pelo modelo de regressão ajustado e o preço do milho verde.

Na propriedade agrícola, 1 kg de espigas empalhadas comercializáveis foi cotado a R\$ 0,72, em maio de 2013 e um saco de milho com 60 kg a R\$ 34,00. Para calcular os custos com

fertilizantes, foi utilizado o custo dos fertilizantes empregados na adubação do experimento, tendo 1 kg de P_2O_5 via superfosfato simples custado R\$ 3,50, 1 kg de P_2O_5 via superfosfato triplo custado R\$ 2,52, 1 kg de N via uréia custado R\$ 4,18 e 1 kg de N via sulfato de amônio custado R\$ 4,75. Com base nessas informações e nos valores das doses de N e de P_2O_5 aplicadas, calculou-se o custo da adubação. A receita líquida foi calculada através da diferença entre a receita bruta e os custos com fertilizantes.

Os níveis críticos de N e de P no solo e na folha foram obtidos mediante a substituição das doses de máxima eficiência econômica de N e de P_2O_5 recomendadas para a obtenção da máxima produção econômica de espigas verdes comercializáveis, em cada uma das equações de regressão ajustadas para os respectivos teores. Quando não constatado ajuste de modelo de regressão aos dados, o nível crítico do respectivo nutriente foi considerado como sendo a média geral do fatorial.

Resultados e discussão

Apesar de ter havido efeito significativo de tratamentos para número total de espigas, nenhum modelo de regressão se ajustou aos dados dessa variável (Tabela 2). As médias do número total de espigas variaram de 57.143 espigas ha^{-1} (Controle) a 65.142 espigas ha^{-1} (120 kg ha^{-1} de P_2O_5 + 90 kg ha^{-1} de N) (Tabela 2). Verifica-se que mesmo tendo-se constatado efeito significativo de tratamentos para esta variável, a média do fatorial (59.986 espigas ha^{-1}) foi apenas 5% maior que a média do tratamento controle (57.143), indicando que as adubações nitrogenadas e fosfatadas influenciaram com pequena magnitude o número total de espigas produzidas.

Em experimento com adubação nitrogenada na cultura do milho, Freire et al. (2010) constataram que embora tenha se observado tendência de elevação do número total de espigas por hectare em resposta à aplicação de N, essa variável não foi afetada de forma significativa pelas doses de N. Por outro lado, em experimento de adubação com cultivares diferentes daquelas do experimento dos autores mencionados acima, Silva et al. (2003) e Veloso

et al. (2006) constataram efeito da aplicação de N sobre tal variável. Essas diferenças de resultados entre trabalhos para essa variável devem-se a fatores ambientais e genéticos do híbrido utilizado (FREIRE et al., 2010).

De acordo com Zucareli et al. (2012), a magnitude das respostas ao N em experimentos com a cultura do milho conduzidos no Brasil tem sido variável. Entretanto, a maioria dos estudos indicam respostas positivas quando se varia as doses de N, devido, em parte, aos níveis de produtividade relativamente baixos. Em pesquisas conduzidas no Brasil sob diversas condições de solo, clima e sistemas de manejo, Okumura et al. (2011) demonstraram respostas positivas da cultura do milho à adubação com N. Contudo, é importante mencionar que o aproveitamento do N pela cultura é relativo às doses de N aplicadas, assim como o aproveitamento do P é relativo as doses de P_2O_5 aplicadas, logo, as respostas da cultura em solos com baixas disponibilidades desses nutrientes normalmente aumentam com o aumento das doses aplicadas ao solo (DUETE et al., 2008).

Diferentemente do número total de espigas por hectare, para as demais características relacionadas ao número de espigas, a análise de regressão foi significativa com valor elevado de R^2 (Tabela 2, Figuras 1A e 1B). Verifica-se que tanto o número de espigas empalhadas comercializáveis quanto o número de espigas despalhadas comercializáveis apresentaram resposta linear crescente com as doses de N e de P_2O_5 aplicadas ao solo (Figura 1).

O número estimado de espigas empalhadas comercializáveis variou de 20.569 (Controle) a 59.709 espigas ha^{-1} (120 kg ha^{-1} de N + 120 kg ha^{-1} de P_2O_5) (Figura 1A) e o número estimado de espigas despalhadas comercializáveis variou de 14.286 (Controle) a 55.000 espigas ha^{-1} (120 kg ha^{-1} de N + 120 kg ha^{-1} de P_2O_5) (Figura 1B).

De acordo com Santos et al. (2011), a cultura do milho responde normalmente às fertilizações fosfatadas de plantio e aos seus efeitos residuais, com significativos aumentos na produção, inclusive no número de espigas empalhadas e despalhadas comercializáveis.

Tabela 2 - Número total de espigas, número de espigas empalhadas e despalhadas comercializáveis, em função de doses de nitrogênio e de fósforo aplicadas no solo.

Doses de P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)	Doses de N (kg ha ⁻¹)					Média
	0	30	60	90	120	
----- Número total de espigas (espigas ha ⁻¹) -----						
0	57.143	-	-	-	-	-
30	-	62.500	58.929	60.714	62.500	61.161
60	-	62.500	64.286	64.286	60.714	62.946
90	-	64.286	64.286	60.714	44.643	58.482
120	-	60.714	60.714	65.142	42.857	57.357
Média	-	62.500	62.053	62.714	52.678	59.986
ANOVA ⁽¹⁾ :	CV(%): 9,6					F _{trat} : 4,81**
Regressão:	Nenhum modelo se ajustou aos dados					
----- Número de espigas empalhadas comercializáveis (espigas ha ⁻¹) -----						
0	14.286	-	-	-	-	-
30	-	26.190	44.643	40.476	42.857	38.541
60	-	39.286	45.238	44.643	50.000	44.792
90	-	40.476	48.214	48.214	55.357	48.065
120	-	46.429	46.429	53.571	57.143	50.893
Média	-	38.095	46.131	46.726	51.339	45.573
ANOVA ⁽¹⁾ :	CV(%): 17,9					F _{trat} : 7,13**
Regressão:	$\hat{Y} = 20.568,8 + 176,477*N + 149,691*P$ R ² = 0,87					
----- Número de espigas despalhadas comercializáveis (espigas ha ⁻¹) -----						
0	10.714	-	-	-	-	-
30	-	25.000	32.143	33.929	37.500	32.143
60	-	30.357	37.500	39.286	44.643	37.946
90	-	33.929	41.071	44.643	50.000	42.411
120	-	42.857	44.643	48.214	53.571	47.321
Média	-	33.036	38.839	41.518	46.428	39.955
ANOVA ⁽¹⁾ :	CV(%): 22,4					F _{trat} : 5,79**
Regressão:	$\hat{Y} = 14.285,7 + 157,738*N + 181,548*P$ R ² = 0,97					

⁽¹⁾Análise de variância considerando o delineamento em blocos ao acaso, com 16 graus de liberdade para tratamentos e 48 graus de liberdade para o resíduo. ** e *: respectivamente, significativo a 1% e a 5% de probabilidade.

Efeito de níveis de adubação nitrogenada e fosfatada, sobre o número de espigas empalhadas e despalhadas comercializáveis foi também verificado por Lucena et al. (2000), onde os autores observaram respostas positivas e significativas à aplicação de doses de N e de P ao solo. Freire et al. (2010) também verificaram respostas na produção de espigas comerciais com palha, em função da aplicação de doses de N.

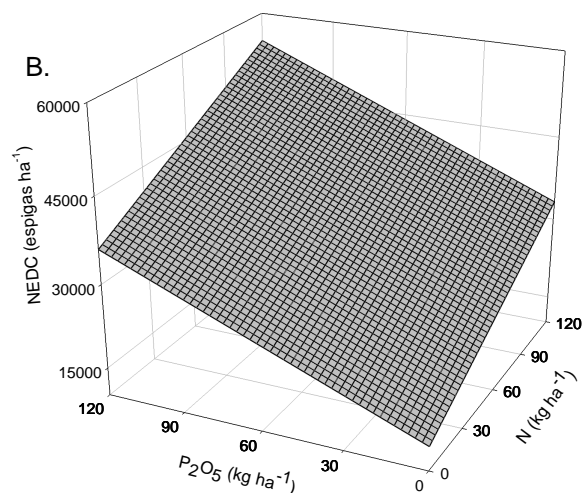
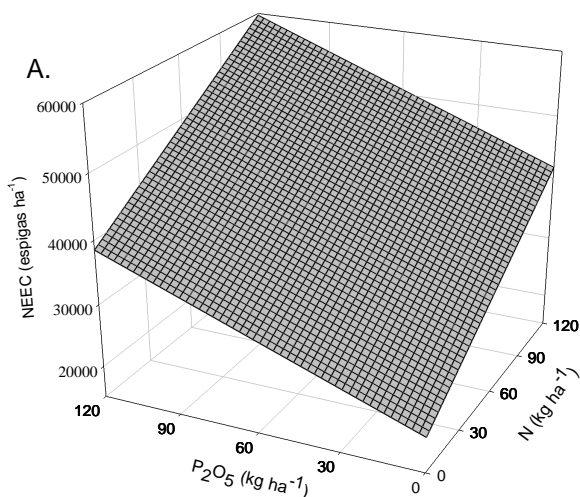
Silva & Silva (2003), estudaram o efeito do parcelamento da dose recomendada de N, no número de espigas empalhadas comercializáveis

e no número de espigas despalhadas comercializáveis e, verificaram maiores rendimentos quando a dose total de N foi aplicada aos 45 dias após o plantio ou quando 1/3 dessa dose de N foi aplicada aos 25 dias após o plantio e os 2/3 restantes aos 45 após o plantio. Mesmo que neste experimento os autores não tenham trabalhado com variação de doses de N, mas com o parcelamento da dose recomendada de N, isso evidencia que o número de espigas empalhadas e despalhadas comercializáveis são variáveis que respondem bem a variações na disponibilidade de N no solo.

Figura 1 - Superfície de resposta para o número de espigas empalhadas (NEEC) (A) e despalhadas comercializáveis (NEDC) (B), em função de doses de nitrogênio e de fósforo aplicadas no solo.
*: significativo a 5% de probabilidade.

$$\hat{Y} = 20.568,8 + 176,477*N + 149,691*P \quad R^2 = 0,87$$

$$\hat{Y} = 14.285,7 + 157,738*N + 181,548*P \quad R^2 = 0,97$$



Para todas as características relacionadas ao peso de espigas a análise de variância apresentou efeito significativo de tratamentos e a análise de regressão mostrou que foi possível o ajuste de um modelo de regressão com valor elevado de R^2 (Tabela 3 e Figura 2).

Em todas as características relacionadas ao peso de espigas foi constatado efeito positivo e linear para a adubação nitrogenada e fosfatada (Tabela 3 e Figura 2). Observa-se que o maior peso de espigas foi obtido com a combinação das doses de 120 kg ha⁻¹ de N + 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅, sugerindo-se assim, que possivelmente haveria resposta positiva à aplicação de doses maiores. Incrementos no peso das espigas empalhadas e despalhadas, como consequência do aumento das doses de N aplicadas ao solo, foi também constatado por Silva et al. (2003) e Freire et al. (2010).

Verifica-se que a diferença entre a produção obtida no tratamento controle (0 kg ha⁻¹ de N + 0 kg ha⁻¹ de P₂O₅) e o tratamento referente à aplicação das menores doses de nutrientes (30 kg ha⁻¹ de N + 30 kg ha⁻¹ de P₂O₅) em todas as características relacionadas ao peso

de espigas, é de grande magnitude (Tabela 3). Para o peso de espigas empalhadas comercializáveis, a produção obtida com a aplicação de 30 kg ha⁻¹ de N + 30 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (6.395 espigas ha⁻¹) foi 2,7 vezes maior que a obtida no tratamento controle (2.329 espigas ha⁻¹) (Tabela 3). Se for considerado o peso de espigas despalhadas comercializáveis, essa diferença também é de 2,7 vezes.

Contrastando o tratamento controle com o tratamento resultante da combinação das menores doses de N e P₂O₅ verificou-se efeito significativo ao nível de 5% de probabilidade para o contraste testado. Esses resultados confirmam que o solo da área experimental apresentava baixa disponibilidade de N e de P e que, por isso, respondeu positivamente às adubações com doses desses nutrientes, mesmo ao aplicar-se pequenas doses. Infere-se desta forma, que qualquer combinação de doses de N e de P₂O₅, maior ou igual a 30 kg ha⁻¹, é muito mais vantajosa para o aumento do peso das espigas empalhadas quando comparada a não aplicação desses nutrientes.

Tabela 3 - Peso total de espigas, peso de espigas empalhadas e despalhadas comercializáveis, em função de doses de nitrogênio e de fósforo aplicadas no solo.

Dose de P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)	Dose de N (kg ha ⁻¹)					Média
	0	30	60	90	120	
----- Peso total de espigas (kg ha⁻¹) -----						
0	6.982	-	-	-	-	-
30	-	8.933	10.726	12.141	12.462	11.065
60	-	9.866	11.683	12.395	12.854	11.699
90	-	11.575	12.129	14.104	14.252	13.015
120	-	14.088	14.536	14.143	14.964	14.433
Média	-	11.115	12.268	13.196	13.633	12.553
ANOVA ⁽¹⁾ :	CV(%): 12,3					F _{trat.} : 7,29**
Regressão:	Ŷ = 7.819,51 + 33,553**N + 31,6631**P					R ² = 0,89
----- Peso de espigas empalhadas comercializáveis (kg ha⁻¹) -----						
0	2.329	-	-	-	-	-
30	-	6.395 ⁽²⁾	9.502	9.652	10.982	9.133
60	-	6.636	11.210	10.382	12.593	10.205
90	-	7.768	11.162	12.134	12.834	10.974
120	-	8.721	11.734	13.257	13.664	11.844
Média	-	7.380	10.902	11.356	12.518	10.539
ANOVA ⁽¹⁾ :	CV(%): 21,1					F _{trat.} : 7,61**
Regressão:	Ŷ = 3.401,19 + 54,6329**N + 39,6389*P					R ² = 0,94
----- Peso de espigas despalhadas comercializáveis (kg ha⁻¹) -----						
0	1.345	-	-	-	-	-
30	-	3.618	4.530	4.782	5.893	4.706
60	-	3.680	5.437	5.946	7.543	5.651
90	-	3.748	5.884	6.695	8.773	6.275
120	-	4.674	6.859	8.455	9.464	7.363
Média	-	3.930	5.677	6.469	7.918	5.999
ANOVA ⁽¹⁾ :	CV(%): 31,2					F _{trat.} : 5,11**
Regressão:	Ŷ = 988,493 + 37,7318**N + 30,4729*P					R ² = 0,95

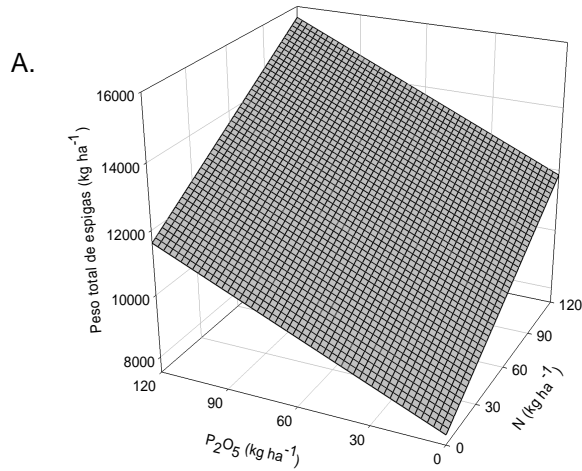
⁽¹⁾Análise de variância considerando o delineamento em blocos ao acaso, com 16 graus de liberdade para tratamentos e 48 graus de liberdade para o resíduo. ** e *: respectivamente, significativo a 1% e a 5% de probabilidade. ⁽²⁾Difere do tratamento controle, pelo teste de Dunnett a 5%. ** e *: respectivamente, significativo a 1% e a 5% de probabilidade.

Carmo et al. (2012), estudando o efeito de doses e fontes de N na cultura do milho doce, também constataram aumentos no peso de espigas com palha e observaram comportamento linear dos dados até a dose de 150 kg ha⁻¹. Em experimento com a cultura do milho verde adubada com N e P, Lucena et al. (2000) verificaram que o aumento das doses de N e de P₂O₅ aplicadas no solo aumentou o peso de espigas empalhadas e despalhadas, mas não foi verificado efeito da interação entre esses fatores. Esses resultados corroboram com os que foram observados neste trabalho.

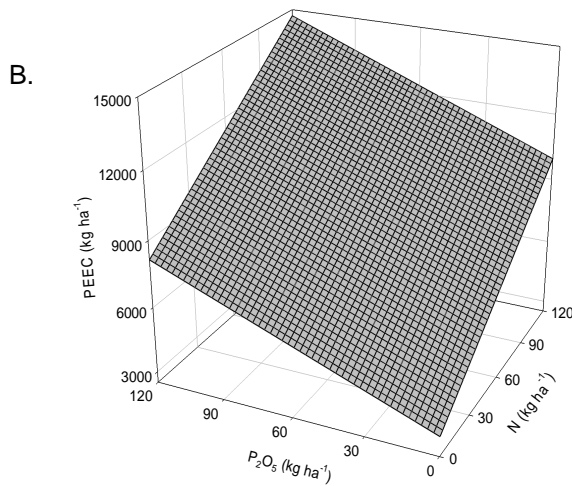
A análise econômica da adubação foi feita levando-se em consideração o peso de espigas empalhadas comercializáveis, visto que essa característica é muito importante para a comercialização do milho verde nas centrais de abastecimento e nas feiras livres, onde o milho verde é comercializado com palha e o consumidor sempre tende a escolher as espigas maiores e mais pesadas (PAIVA et al., 2012). O custo desta adubação foi calculado com base nos custos dos fertilizantes utilizados, nos valores das doses de N e de P₂O₅ aplicadas e no valor do preço da espiga de milho verde na propriedade agrícola.

Figura 2 - Superfície de resposta para o peso total de espigas (A), para o peso de espigas empalhadas (PEEC) (B) e despalhadas comercializáveis (PEDC) (C), em função de doses de nitrogênio e de fósforo aplicadas no solo. ** e *: respectivamente, significativo a 1% e a 5% de probabilidade.

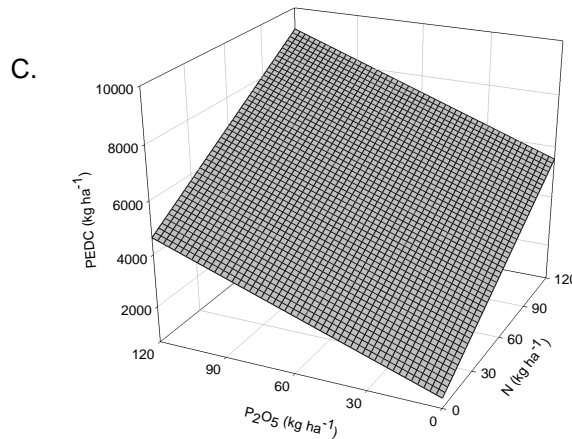
$$\hat{Y} = 7.819,51 + 33,553^{**}N + 31,6631^{**}P \quad R^2 = 0,89$$



$$\hat{Y} = 3.401,19 + 54,6329^{**}N + 39,6389^{*}P \quad R^2 = 0,94$$



$$\hat{Y} = 988.493 + 37.7318^{**}N + 30.4729^{*}P \quad R^2 = 0.95$$



O peso de espigas empalhadas comercializáveis apresentou efeito positivo e linear para as doses de N e de P_2O_5 estudadas (Figura 2B), pode-se inferir dessa forma, que as doses de N e de P_2O_5 utilizadas não foram suficientes para atingir a máxima produção.

No Brasil, as recomendações de corretivos e fertilizantes têm sido feitas mediante a utilização de tabelas publicadas em vários Estados ou regiões do país (CEFS, 1989; UFC, 1993; RAIJ et al., 1997; CAVALCANTI et al., 1998; RIBEIRO et al., 1999; SOUSA & LOBATO, 2004).

Para a produção de 6 a 8 t ha^{-1} de grãos de milho e, conseqüentemente, produções também elevadas de espigas verdes, visto que não existem tabelas de recomendação de adubação específicas para a produção de milho verde, essas principais tabelas em uso no país, recomendam doses de N e de P_2O_5 que variam de 30 a 120 $kg\ ha^{-1}$ de N (média de 69 $kg\ ha^{-1}$) e de 0 a 125 $kg\ ha^{-1}$ de P_2O_5 (média de 58 $kg\ ha^{-1}$), de acordo com o teor de P no solo e com a tabela de recomendação de adubação. Assim, em

média, essas tabelas de recomendação de adubação recomendam doses de N e de P_2O_5 bem inferiores àquelas às quais se obteria a máxima eficiência física e econômica neste trabalho (120 $kg\ ha^{-1}$ de N + 120 $kg\ ha^{-1}$ de P_2O_5).

Atribuindo-se o valor de 60 $kg\ ha^{-1}$ para a dose de N e de 70 $kg\ ha^{-1}$ para a dose de P_2O_5 na função de produção (Figura 2B), obtém-se a produção de 9.454 espigas ha^{-1} (Tabela 4 e Figura 2B), valor correspondente a 64% da maior produção obtida (14.714 espigas ha^{-1}) com a aplicação de 120 $kg\ ha^{-1}$ de N + 120 $kg\ ha^{-1}$ de P_2O_5 (Tabela 4 e Figura 2B). Portanto, a diminuição das doses de N para 60 $kg\ ha^{-1}$ e de P_2O_5 para 70 $kg\ ha^{-1}$ reduz o peso das espigas empalhadas comercializáveis em 5.260 $kg\ ha^{-1}$.

Tendo em vista que na propriedade rural, 1 kg de espigas empalhadas comercializáveis foi cotado a R\$ 0,72, em maio de 2013, a diminuição na receita bruta do produtor rural seria de R\$ 3.787,14, caso ele diminuísse a dose de N de 120 $kg\ ha^{-1}$ para 60 $kg\ ha^{-1}$ e a dose de P_2O_5 de 120 $kg\ ha^{-1}$ para 70 $kg\ ha^{-1}$ (Tabela 4).

Tabela 4 - Produção estimada de grãos (PEEC), receita bruta, custos com fertilizantes nitrogenados e fosfatados e receita líquida, em função de doses de nitrogênio e de fósforo aplicadas no solo.

Dose de N	Dose de P_2O_5	PEEC ⁽¹⁾	Receita bruta	Custos com fertilizantes	Receita líquida
----- $kg\ ha^{-1}$ -----			----- R\$ -----		
0	0	3.401	2.448,86	0,00	2.448,86
30	30	6.229	4.485,13	214,68	4.270,45
30	60	7.418	5.341,33	290,28	5.051,05
30	90	8.608	6.197,53	365,88	5.831,65
30	120	9.797	7.053,73	441,48	6.612,25
60	30	7.868	5.665,20	353,76	5.311,44
60	60	9.057	6.521,40	429,36	6.092,04
60	70	9.454	6.806,88	454,56	6.352,24
60	90	10.247	7.377,60	504,96	6.872,64
60	120	11.436	8.233,80	580,56	7.653,24
90	30	9.507	6.845,27	492,84	6.352,43
90	60	10.696	7.701,47	568,44	7.133,03
90	90	11.886	8.557,67	644,04	7.913,03
90	120	13.075	9.413,87	719,64	8.694,23
120	30	11.146	8.025,34	631,92	7.393,42
120	60	12.335	8.551,54	707,52	8.174,02
120	90	13.525	9.737,74	783,12	8.954,62
120	120	14.714	10.593,94	858,72	9.735,22

¹Produção estimada pela equação de regressão linear múltipla apresentada na Tabela 3 e Figura 2B.

Ainda de acordo com a Tabela 4, constata-se que a diminuição na dose de N de 120 kg ha⁻¹ para 60 kg ha⁻¹ gera uma economia de R\$ 278,16 nas compras de ureia e de sulfato de amônio. Para P, a diminuição da dose de 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ para 70 kg ha⁻¹ de P₂O₅ gera uma economia na compra do superfosfato triplo de R\$ 126,00.

Logo, reduzindo a dose de N pela metade e a dose de P₂O₅ de 120 kg ha⁻¹ para 70 kg ha⁻¹, obtém-se uma economia de R\$ 404,16 na compra de fertilizantes nitrogenados e fosfatados, no entanto, o produtor perde R\$ 18.410,00 de receita bruta pela diminuição no peso das espigas empalhadas.

Pelo exposto, as doses de 60 kg ha⁻¹ de N e de 70 kg ha⁻¹ de P₂O₅ não podem ser consideradas como as doses correspondentes à máxima eficiência econômica, o que discorda com as doses médias de N e de P₂O₅

recomendadas pelas tabelas de recomendação em uso no país. No presente trabalho, a maior receita líquida obtida para o peso de espigas empalhadas comercializáveis foi proporcionada com a aplicação de 120 kg ha⁻¹ de N + 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅, de modo que essas doses podem ser consideradas como as doses de máxima eficiência econômica.

O teor de N no solo foi positivamente influenciado pelo aumento das doses de N e de P₂O₅ aplicadas, tendo o modelo de equação regressão linear sido aquele que melhor se ajustou aos dados (Tabela 5 e Figura 3). Com base na equação de regressão ajustada para o teor de N no solo (Figura 3) e para as condições deste experimento, estima-se que o teor de N no solo associado à produção de máxima eficiência econômica para a produção de milho verde (nível crítico) é de 0,43 g kg⁻¹.

Tabela 5 - Teores de nitrogênio e de fósforo no solo, em função de doses de nitrogênio e de fósforo aplicadas no solo.

Dose de P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)	Dose de N (kg ha ⁻¹)					Média
	0	30	60	90	120	
----- Teor de nitrogênio no solo (g kg ⁻¹) -----						
0	0,19	-	-	-	-	-
30	-	0,37	0,39	0,46	0,36	0,39
60	-	0,38	0,41	0,42	0,41	0,40
90	-	0,37	0,38	0,43	0,38	0,39
120	-	0,35	0,39	0,38	0,41	0,38
Média	-	0,37	0,39	0,42	0,39	0,39
ANAVA ⁽¹⁾ :	CV(%): 22,0					F _{trat} : 2,64*
Regressão:	Ŷ = 0,30294 + 0,000761729**N + 0,000334645°P					R ² = 0,72
----- Teor de fósforo no solo ⁽²⁾ (mg dm ⁻³) -----						
0	3,62	-	-	-	-	-
30	-	3,80	3,94	5,55	5,49	4,69
60	-	5,65	4,35	6,11	5,88	5,50
90	-	7,70	6,91	7,13	11,07	8,20
120	-	10,97	6,35	8,03	13,50	9,71
Média	-	7,03	5,39	6,70	8,98	7,02
ANAVA ⁽¹⁾ :	CV(%): 78,6					F _{trat} : 1,06 ^{ns}
Regressão:	Ŷ = 1,94459 + 0,0169576 ^{ns} N + 0,0522061**P					R ² = 0,75

⁽¹⁾Análise de variância considerando o delineamento em blocos ao acaso, com 16 graus de liberdade para tratamentos e 48 graus de liberdade para o resíduo. ⁽²⁾P extraído com o extrator Mehlich-1. ^{ns}, **, * e °: respectivamente, não significativo, significativo a 1%, a 5% e a 10% de probabilidade.

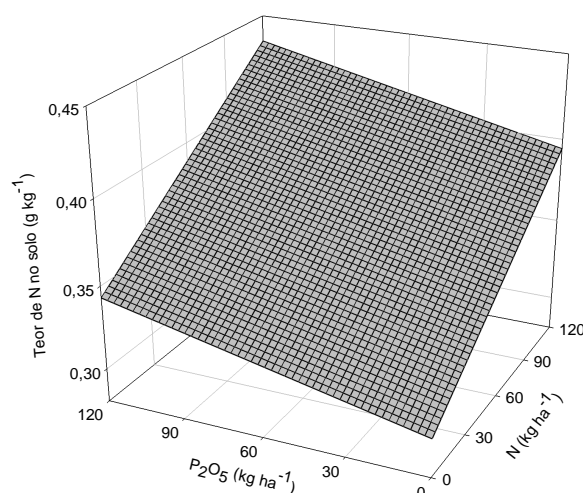
Para o teor de P no solo não foram constatados aumentos significativos em função das doses de N e de P_2O_5 aplicadas (Tabela 5).

Apesar disso, o modelo de equação de regressão que melhor se ajustou aos dados foi o linear crescente, que por sinal, evidenciou possível tendência de incremento no teor de P no

solo a medida que se aumentaram as doses de P_2O_5 aplicadas (Tabela 5 e Figura 4). Com base na equação de regressão ajustada para o teor de no solo (Figura 4), constata-se que o teor de P no solo associado à produção de máxima eficiência econômica para a produção de milho verde (nível crítico) é de $8,21 \text{ mg dm}^{-3}$.

Figura 3 - Superfície de resposta para o teor de nitrogênio (N) no solo em função de doses de nitrogênio e de fósforo aplicadas no solo. ** e °: respectivamente, significativo a 1 e a 10% de probabilidade.

$$\hat{Y} = 0,30294 + 0,000761729^{**}N + 0,000334645^{\circ}P \quad R^2 = 0,72$$



As doses de N e P_2O_5 aplicadas no solo exerceram efeito significativo ($p < 0,01$) nos teores de N e de P na folha, entretanto, nenhum modelo de equação de regressão se ajustou aos dados observados dessas variáveis (Tabela 6), sendo desta forma, a média geral dos tratamentos para os teores de N ($17,17 \text{ g kg}^{-1}$) e de P ($1,54 \text{ g kg}^{-1}$), consideradas como os teores desses nutrientes na folha associados à produção de máxima eficiência econômica para a produção de milho verde (níveis críticos).

Esses dados corroboram com aqueles obtidos por Oliveira e Caires (2003) os quais também verificaram que o teor de N na folha diagnóstica do milho aumentou com o aumento das doses de N aplicadas ao solo.

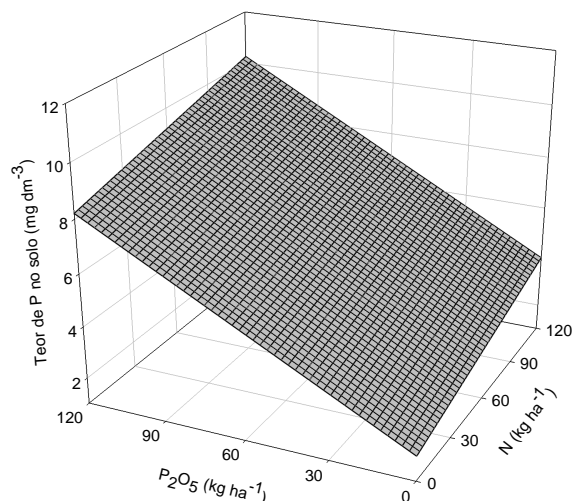
Trabalhando com os tratamentos 0 kg ha^{-1} , 50 kg ha^{-1} , 100 kg ha^{-1} e 150 kg ha^{-1} de P_2O_5 , Valderrama et al. (2011) também observaram

efeito significativo das doses de P aplicadas no solo sobre os teores de P foliar, entretanto, ao contrário do que foi verificado nesse experimento, os autores obtiveram um modelo de equação de regressão quadrática ajustado aos dados, com ponto de máxima sendo alcançado com a estimativa de aplicação de 127 kg ha^{-1} de P_2O_5 . De acordo com Malavolta (2006), o teor adequado de N nas folhas do milho para um bom desenvolvimento e produção, está situado na faixa de 28 a 35 g kg^{-1} e de P na faixa de $2,5$ a $4,0 \text{ g kg}^{-1}$ de matéria seca. Por sua vez, Martinez et al. (1999) sugerem como ideal as faixas de $27,5$ a $32,5 \text{ g kg}^{-1}$ para os teores de N e de $2,5$ a $3,5 \text{ g kg}^{-1}$ para os teores de P.

Desta forma, percebe-se que de modo geral os teores médios de N e de P na folha diagnóstica do milho (Tabela 6) ficaram abaixo do considerado adequado pela literatura.

Figura 4 - Superfície de resposta para o teor de fósforo (P) no solo em função de doses de nitrogênio e de fósforo aplicadas no solo.

$$\hat{Y} = 1,94459 + 0,0169576^{ns}N + 0,0522061^{**}P \quad R^2 = 0,75$$



^{ns} e ^{**}: respectivamente, não significativo e significativo a 1% de probabilidade.

Tabela 6 - Teores de nitrogênio e de fósforo na folha, em função de doses de nitrogênio e de fósforo aplicadas no solo.

Dose de P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)	Dose de N (kg ha ⁻¹)					Média	
	0	30	60	90	120		
----- Teor de nitrogênio na folha (g kg ⁻¹) -----							
0	10,66	-	-	-	-	-	
30	-	14,77	16,60	17,35	19,30	17,00	
60	-	14,06	19,73	16,29	16,76	16,71	
90	-	14,65	17,05	18,69	16,76	16,79	
120	-	14,96	18,45	19,42	19,84	18,17	
Média	-	14,61	17,96	17,94	18,16	17,17	
ANAVA ⁽¹⁾ :	CV(%): 11,4					F _{trat} : 10,08 ^{**}	
Regressão:	Nenhum modelo se ajustou aos dados						
----- Teor de fósforo na folha (g kg ⁻¹) -----							
0	1,29	-	-	-	-	-	
30	-	1,31	1,55	1,38	1,45	1,42	
60	-	1,40	1,56	1,47	1,50	1,48	
90	-	1,50	1,60	1,57	1,55	1,55	
120	-	1,50	2,04	1,58	1,63	1,69	
Média	-	1,43	1,69	1,50	1,53	1,54	
ANAVA ⁽¹⁾ :	CV(%): 8,5					F _{trat} : 6,41 ^{**}	
Regressão:	Nenhum modelo se ajustou aos dados						

Entretanto, em decorrência da constatação de aumentos nos teores desses nutrientes no solo e nas folhas em função das doses de N e P₂O₅ aplicadas, infere-se que, possivelmente, esses teores abaixo do considerado adequado

pela literatura encontrados neste experimento, possa ter ocorrido devido aos efeitos de diluição desses nutrientes em função do maior crescimento e, conseqüentemente, maior produção da cultura.

Agradecimento

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPQ, pelo apoio financeiro.

Conclusões

A melhor combinação das doses de N e de P₂O₅ recomendadas para a produção de espigas verdes empalhadas comercializáveis e que proporcionaram o melhor retorno econômico por hectare (R\$ 9.735,22) é de 120 kg ha⁻¹ de N combinado com 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

Para produção de espigas verdes empalhadas comercializáveis, nas condições deste experimento, o nível crítico de N no solo é de 0,43 g kg⁻¹, o nível crítico de P no solo é de 8,21 mg dm⁻³ e os níveis críticos de N e de P na folha são, respectivamente, de 17,17 g kg⁻¹ e 1,54 g kg⁻¹.

Referências

- ARCHANGELO, E. R. et al. Avaliação de cultivares de milho para a produção de milho verde na região de Palmas-TO. **Revista Ciência Agroambiental**, v. 2, n. 1, p. 1-8, 2007.
- CARMO, M. S. et al. Doses e fontes de nitrogênio no desenvolvimento e produtividade da cultura de milho doce (*Zea mays* convar. *Saccharata* var. *rugosa*). **Bioscience Journal**, v. 28, Supplement 1, p. 223-231, 2012.
- CAVALCANTI, F. J. A. C. (Coord.) **Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco**. 2ª aproximação. Recife: IPA, 1998, 198 p.
- COMISSÃO ESTADUAL DE FERTILIDADE DO SOLO. **Manual de adubação e calagem para o estado da Bahia**. Salvador: CEPLAC; EMATERBA; EMBRAPA; EPABA; NITROFÉRTIL, 1989. 173 p.
- DUETE, R. R. C. et al. Manejo da adubação nitrogenada e utilização do nitrogênio (¹⁵N) pelo milho em Latossolo Vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 1, p. 161-171, 2008.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análises de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 1997. 212 p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa SPI, 2009. 412 p.
- FREIRE, F.M. et al. Produtividade econômica e componentes da produção de espigas verdes de milho em função da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 9, n. 3, p. 213-222, 2010.
- LUCENA, L. F. C. et al. Resposta do milho a diferentes dosagens 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: Agronômica Ceres, 2006. 638 p.
- MARTINEZ, H. E. P.; CARVALHO, J. G.; SOUZA, R. B. Diagnose foliar. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.V.H. (Eds.). **Recomendação para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p.143-168.
- OKUMURA, R. S; MARIANO, D. C.; ZACCHEO, P. V. C. Uso de fertilizante nitrogenado na cultura do milho: uma revisão. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, v.

4, n. 2, p. 226-244, 2011.

OLIVEIRA, F.H.T. et al. Amostragem para avaliação da fertilidade do solo em função do instrumento de coleta das amostras e de tipos de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 5, p. 973-983, 2007.

OLIVEIRA, J. M. S.; CAIRES, E. F. Adubação nitrogenada em cobertura para o milho cultivado após aveia preta no sistema plantio direto. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 25, n. 2, p. 351-357, 2003.

PAIVA, M. R. F. C. et al. Doses de nitrogênio e de fósforo recomendadas para produção econômica de milho-verde na Chapada do Apodi-RN. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 4, p. 1-10, 2012.

PINHO, L. et al. Qualidade de milho verde cultivado em sistemas de produção orgânico e convencional. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 7, n. 3, p. 279-290, 2008.

RAIJ, B. V. et al. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2ª ed. Campinas: Instituto Agrônomo; Fundação IAC, 1997. 285 p. (Boletim Técnico, 100).

REBEQUI, A. M. et al. Crescimento e produção de maracujazeiro amarelo sob diferentes níveis e combinações de adubações nitrogenada e potássica no solo e foliar nas plantas. **Magistra**, v. 23, n.1-2, p.45-52, 2011.

RIBEIRO JÚNIOR, J. I. **Análises estatísticas no SAEG**. Viçosa: UFV, 2001. 301 p.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Eds.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa: CFSEMG, 1999. 359 p.

RUFINO, C. A. et al. Desempenho de genótipos de milho submetidos ao déficit hídrico no estágio vegetativo. **Magistra**, Cruz das Almas, BA, v.24, n.3, p.217-225, 2012.

SANTOS, M.R. et al. Produção de milho-verde em resposta ao efeito residual da adubação orgânica do quiabeiro em cultivo subsequente. **Revista Ceres**, v. 58, n. 1, p. 77-83, 2011.

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**, v. 21, n. 3, p. 452-455, 2003.

SILVA, P. S. L.; SILVA, P. I. B. Parcelamento da adubação nitrogenada e rendimento de espigas verdes de milho. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 2, p. 149-152, 2003.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416 p.

TEDESCO, M. J. et al. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2º ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1995. 174 p. (Boletim Técnico, 5).

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. **Recomendações de adubação e calagem para o estado do Ceará**. Fortaleza: UFC, 1993. 247 p.

VALDERRAMA, M. et al. Fontes e doses de NPK em milho irrigado sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 2, p. 254-263, 2011.

VELOSO, M. E. C. et al. Doses de nitrogênio na cultura do milho, em solos de várzea, sob sistemas de drenagem subterrânea. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 5, n. 3, p. 382-394, 2006.

Recebido em: 04/10/2013
Aceito em: 01/06/2014