

AGRÁRIA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias
ISSN (on line) 1981-0997
v.7, n.2, p.213-218, abr.-jun., 2012
Recife, PE, UFRPE. www.agraria.ufrpe.br
DOI:10.5039/agraria.v7i2a1148
Protocolo 1148 - 13/04/2010 • Aprovado em 20/09/2011

Ziany N. Brandão¹

Gilvan B. Ferreira²

Valdinei Sofiatti¹

Rosiane de L. S. de Lima^{3,4}

José da C. Medeiros¹

Uso de nitrogênio e fósforo e seus efeitos na nutrição do algodoeiro irrigado

RESUMO

O manejo de água e nutrientes no algodoeiro é importante para o alcance de altas produtividades. Para isso é necessário conhecer o efeito da adubação sobre o estado nutricional da planta de algodoeiro em condições irrigadas. O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da adubação nitrogenada e fosfatada, sobre os teores foliares de N, P, K, Ca, Mg e S nas condições do semiárido. O experimento consistiu de uma combinação fatorial de quatro doses de nitrogênio (0, 90, 180 e 270 kg ha⁻¹) e quatro doses de fósforo (0, 120, 240 e 360 kg ha⁻¹), em delineamento de blocos casualizados com três repetições. O fósforo e 1/3 do nitrogênio foram aplicados por ocasião do plantio e o restante do nitrogênio foi aplicado aos 38 dias após a emergência (DAE). Aos 80 DAE mediram-se os teores foliares dos macronutrientes. A aplicação de 215 kg ha⁻¹ de N permitiu a obtenção de teores foliares de N e K suficientes para a nutrição da planta e obtenção de elevada produtividade. Na região semiárida, é necessário o fornecimento de enxofre (S) ao solo, ou a utilização de adubos que o contenham, visando suprir as necessidades de S no algodoeiro.

Palavras-chave: estado nutricional, fertilização do algodoeiro, *Gossypium hirsutum*

Nitrogen and phosphorus use and their effects on irrigated cotton nutrition

ABSTRACT

Water and nutrients management in cotton crop is very important to achieve high yields. Therefore, it is necessary to understand the fertilization effect on the nutritional status of cotton plants submitted to irrigated conditions. The objective of this study was to evaluate nitrogen and phosphorus fertilization on N, P, K, Ca, Mg and S leaf contents of in semiarid conditions. Treatments were arranged in a factorial scheme of four N doses (0, 90, 180 and 270 kg ha⁻¹) and four P doses (0, 120, 240 and 360 kg ha⁻¹) in a randomized block design with three replicates. P and 1/3 of N were applied at sowing and the remaining nitrogen at 38 days after emergence (DAE). At 80 DAE, the leaf contents of the macronutrients were determined. The application of 215 kg ha⁻¹ of N provided sufficiency for N and K leaf contents to achieve high yield and nutrition. In the semiarid regions, supplying sulfur (S) to soil, or using fertilizers containing it, is necessary in order to meet the S needs for cotton crop.

Key words: nutritional status, cotton fertilization, *Gossypium hirsutum*

1 Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa do Algodão, Rua Oswaldo Cruz, 1143, Centenário, CEP: 58.428-095, Campina Grande-PB, Brasil. Fone: (83) 3182-4355.

Fax: (83) 3182-4367. E-mail: ziany.brandao@embrapa.br; valdinei.sofiatti@embrapa.br; jose.medeiros@embrapa.br

2 Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa do Algodão, Rodovia BR 020/242, Km 535, s/n, CEP 47.850-000, Zona Rural, Luis Eduardo Magalhães-BA, Brasil. Fone: (77) 3613-8006. E-mail: gilvan.ferreira@embrapa.br

3 Fundação de Apoio À Pesquisa da Paraíba, Rua Emiliano Rosendo Silva, s/n, Bodocongó, CEP 58429-690, Campina Grande-PB, Brasil. Fone: (83) 3333-2600. Fax: (83) 3333-2624. E-mail: rosianelima@yahoo.com.br

4 Bolsista de Pós-doutorado do CNPq

INTRODUÇÃO

A adubação e a irrigação são usadas para aumentar a produtividade do algodoeiro, embora tenham alto custo e forte impacto ambiental sobre os mananciais hídricos sub e superficiais (Viana et al., 2006). Para a obtenção de elevada produtividade o algodoeiro necessita, além de um bom potencial produtivo, condições ambientais favoráveis para seu pleno desenvolvimento. A absorção de nutrientes está intimamente relacionada às condições climáticas e, principalmente, à fisiologia da planta.

A construção da fertilidade do solo é uma poderosa ferramenta de diminuição de riscos. A análise foliar aliada à análise do solo permite avaliar com maior eficiência o estado nutricional da lavoura (Medeiros et al., 2004). A faixa crítica de referência para a interpretação dos resultados de análise foliar varia com as condições climáticas, tipo de solo, disponibilidade de água e nutrientes, interação entre os nutrientes do solo e da planta, estágio fenológico da cultura, volume e eficiência do sistema radicular, declividade do terreno, cultivo prévio, ataque de pragas e doenças, uso de defensivos ou fertilizantes foliares e outras práticas de manejo que influenciam a composição mineral dos tecidos vegetais (Martinez et al., 1999).

Alguns fatores genéticos podem proporcionar diferenças nas concentrações dos teores foliares dos nutrientes minerais, indicando que entre cultivares e entre linhagens existe maior ou menor eficiência de absorção, de translocação ou de utilização de nutrientes pela planta (Marschner et al., 1996).

As estruturas frutíferas do algodoeiro exigem altas concentrações de N, pois seu fornecimento em quantidades adequadas estimula o crescimento, o florescimento, regulariza o ciclo da planta, aumenta a produtividade e melhora o comprimento, a resistência da fibra e o índice micronaire quando aplicado na dosagem e momento adequado para a cultura (Carvalho et al., 2007). Por outro lado, o P participa da formação estrutural das plantas, no fornecimento de energia para a produção de fotoassimilados e na qualidade de produtos finais, sendo de extrema importância para a sustentabilidade ecológica e econômica da cultura (Reichardt & Timm, 2004; Brandão, 2009).

Segundo Ferreira & Carvalho (2005), o algodoeiro extrai cerca de 247 kg ha⁻¹ de N, 91 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 260 kg ha⁻¹ de K₂O para a obtenção de uma produtividade média de 3.560 kg ha⁻¹ de algodão em caroço na região de cerrado da Bahia. Para cada 1.000 kg de algodão em caroço produzidos, são

exportados 50,9, 18,5, 33,0, 6,0, 21,0 e 5,1 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅, K₂O, CaO, MgO e S, respectivamente, ou seja, a maior parte dos nutrientes extraídos permanecem no campo como constituinte de ramos, folhas e cascas de frutos, exceto para o nitrogênio, cuja maior parte é exportada pelas sementes do algodão, que são ricas em proteína.

Com este trabalho, objetivou-se avaliar os efeitos da adubação nitrogenada e fosfatada sobre os teores foliares de macronutrientes no algodoeiro irrigado nas condições do semiárido brasileiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no município de Apodi, RN, em campo experimental da EMPARN, cujas coordenadas centrais são 5°37'19" S e 37°49'06" W e altitude média de 129 m. O solo da área experimental é Cambissolo Eutrófico e os resultados dos atributos químicos do solo antes da instalação do experimento são apresentados na Tabela 1. O clima da região é caracterizado como tropical quente e semiárido com predominância do tipo BSw'h', da classificação climática de Köppen.

A cultivar utilizada foi a BRS 187 8H e o experimento consistiu de uma combinação fatorial de quatro doses de N (0, 90, 180 e 270 kg ha⁻¹), usando uréia (45% de N) como fonte, e quatro doses de P (0, 120, 240 e 360 kg ha⁻¹ de P₂O₅), usando superfosfato triplo (38% de P₂O₅) como fonte, em delineamento de blocos casualizados com três repetições. As unidades experimentais apresentavam 12 fileiras de 15 metros de comprimento com 11 plantas por metro linear e espaçamento entre linhas de 0,90m, totalizando uma área de 162 m². Todo o P₂O₅, 1/3 do N, 40 kg ha⁻¹ de K₂O e 2 kg ha⁻¹ de B foram aplicados na base ao lado da linha de plantio. O restante do N foi aplicado em cobertura aos 38 DAE.

Para a avaliação do estado nutricional das plantas foram coletadas folhas do algodoeiro aos 80 DAE, colhidas de 20 plantas, sendo a folha colhida da 5ª posição do caule principal, contada a partir do ápice (Malavolta et al., 1967).

As folhas foram secas em estufa com circulação de ar forçada a 65°C. Posteriormente, as amostras de folhas foram moídas em moinho tipo Willey, passadas em peneira de malha 20 mesh e acondicionadas em sacos de papel. As amostras vegetais foram submetidas à digestão nítrico-perclórica para

Tabela 1. Características químicas do solo, coletado em três profundidades no campo experimental, localizado em Apodi, RN

Table 1. Chemical characteristics of the soil, collected at three depths in the experimental field, located in Apodi, Rio Grande do Norte, Brazil

Profundidade (cm)	pH água	MO (g kg ⁻¹)	P (mg kg ⁻¹)	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H+Al	CTC	SB
						(cmol _c dm ⁻³)		
0-20	6,20	3,92	23,69	0,83	0,69	5,00	2,40	2,47	11,40	8,92
20-40	6,10	2,40	20,92	0,63	0,54	5,80	2,90	2,14	12,01	9,87
40-60	6,20	2,40	20,92	0,53	0,40	6,50	2,50	1,82	11,74	9,93

determinar as concentrações de P, K, Ca, Mg e S, através da digestão de 500 mg de material seco em 6ml da mistura de $\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$ na relação de 4:1 (v/v) (Jones Jr et al., 1991).

Para a determinação do teor de N, as amostras foram submetidas à digestão sulfúrica. O N foi determinado pelo método colorimétrico de Nessler (Jones Jr et al., 1991), o P, pelo método da redução do fosfomolibdato, pela vitamina C, modificado por Braga & Defelipo (1974), e o K por fotometria de chama. O Ca e o Mg foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica e o S por turbidimetria do sulfato (Blanchar et al., 1965).

Os dados foram submetidos à análise de variância, teste F e de regressão polinomial. Nas variáveis em que se detectaram diferenças significativas entre as doses aplicadas, ajustaram-se curvas de regressão e estimaram-se os pontos de máximo e/ou mínimo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A adubação nitrogenada ocasionou variação nos teores foliares de N, K e S (Tabela 2). Por sua vez, a adubação fosfatada ocasionou diferenças significativas nos teores foliares de P e S. Não houve interação significativa entre a fertilização nitrogenada e fosfatada para os teores foliares dos macronutrientes estudados.

A aplicação de doses de N e P_2O_5 na fertilização do algodoeiro propiciou resposta quadrática para os teores foliares de N, P, K e S, observando-se efeitos isolados das doses de nitrogênio para N, K e S, e da adubação fosfatada para P e S (Figura 1).

Tabela 2. Resumo da análise de variância dos teores de N, P, K, Ca, Mg e S no tecido foliar de plantas do algodoeiro fertilizadas com N e P

Table 2. Summary of the variance analysis for N, P, K, Ca, Mg and S on the leaf tissue of cotton plants fertilized with N and P

F.V.	G.L.	Quadrados Médios					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Bloco	2	63,34	0,06	16,35	94,98	0,11	4,44
N	3	683,97**	0,22	34,21*	76,42	0,60	22,47**
P	3	16,75	1,65**	33,18	109,17	1,05	8,99*
N*P	9	21,47	0,11	10,43	55,59	1,03	2,61
Resíduo	30	20,44	0,68	8,90	98,69	0,79	2,19
CV (%)		12,87	12,87	16,35	26,43	15,68	54,51
Regressão N							
Linear	1	1840,60*	-	55,60*	-	-	56,90*
Quadrático	1	210,50*	-	47,00*	-	-	8,50*
Desvio	1	0,80	-	0,02	-	-	2,20
Regressão P							
Linear	1	-	4,32*	-	-	-	26,17*
Quadrático	1	-	0,63*	-	-	-	0,24
Desvio	1	-	0,01	-	-	-	0,57

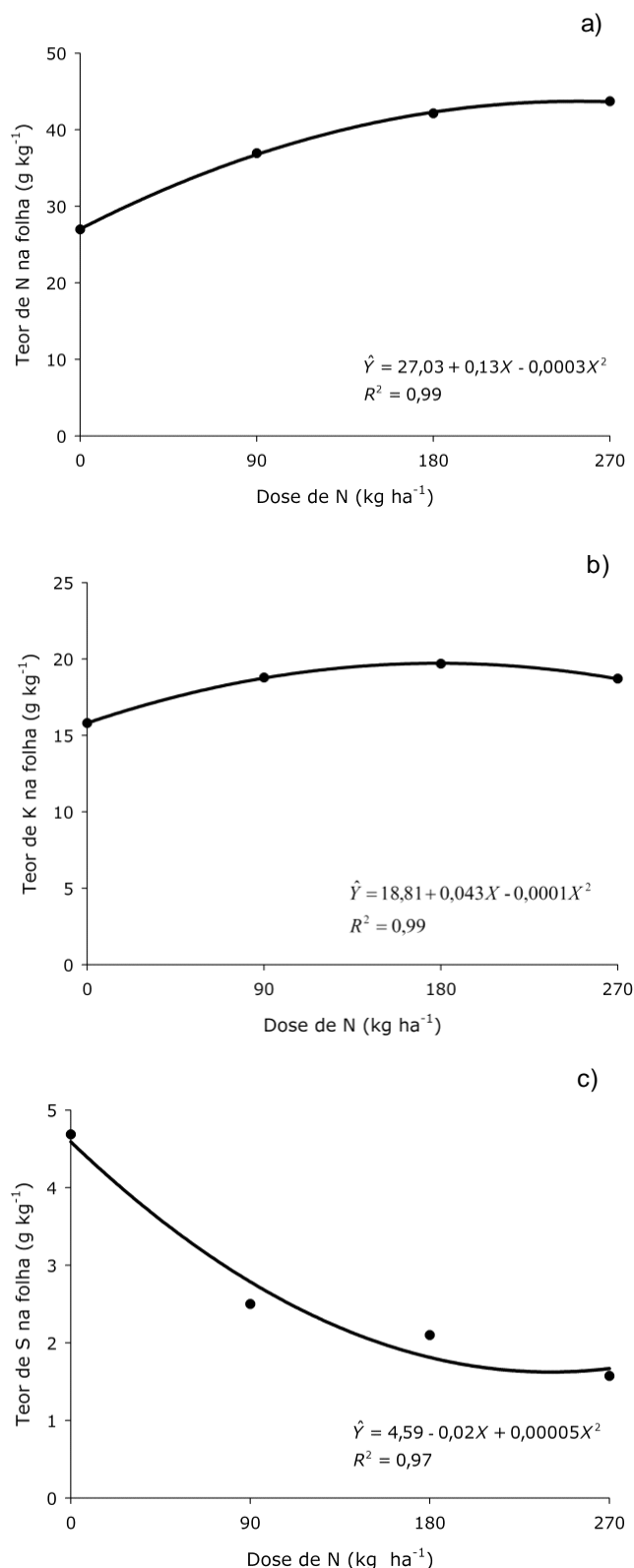


Figura 1. Teores foliares de a) N, b) K e c) S no algodoeiro em função da adubação nitrogenada. Os pontos com barras de erro representam a média \pm o desvio padrão

Figure 1. Leaf contents of a) N, b) K and c) S in cotton nitrogen fertilization. Error bars represent the mean \pm standard deviation

Observou-se que o incremento da adubação nitrogenada promoveu aumento no teor foliar de N até a dose de 216,6 kg ha⁻¹ de N (Figura 1a). A partir da dose de 216,6 kg ha⁻¹ o teor foliar de N se estabilizou, não apresentando variações consideráveis. De acordo com Silva & Raij (1996), os teores foliares desse nutriente são considerados adequados para o algodoeiro no estágio de máximo florescimento, que vão de 35 a 43 g kg⁻¹. A elevada dose necessária para a obtenção do maior teor foliar desse nutriente pode ser explicada pelo baixo teor de matéria orgânica no solo, uma vez que cerca de 5% da matéria orgânica existente é constituída por N, cuja forma orgânica perfaz 94 a 96% do N total, ficando o restante para as formas inorgânicas (NO₃⁻ e NH₄⁺), que são absorvidas pelas plantas (Reichardt & Timm, 2004).

No estado de Goiás, Carvalho et al. (2006) observaram que as lavouras com teores foliares de N entre 37 e 45 g kg⁻¹ de matéria seca estão bem nutridas para produzir até 5 t ha⁻¹ de algodão em caroço. Porém, para a obtenção de produtividade acima desse valor, a concentração de N na folha deve ser mais elevada, variando de 45 a 50 g kg⁻¹ de matéria seca.

O K seguiu o modelo polinomial quadrático em resposta à aplicação de N (Figura 1b), constatando-se efeito significativo (Tabela 2). A adição de doses de N propiciou variação nos teores foliares de 15,8 a 19,7 g kg⁻¹ de K, que são valores considerados adequados por Silva & Raij (1996), para o algodoeiro em máximo florescimento (15 a 25 g kg⁻¹). O maior teor foliar desse nutriente foi observado quando se aplicaram 215 kg ha⁻¹ de N. O K transportado na planta pelo xilema e floema favorece a neutralização de cargas negativas de ânions orgânicos ou minerais presentes no simplasto, a absorção e translocação de nitrato, a translocação de sacarose dentro da planta e o controle na planta da absorção e translocação total de nutrientes. Em solos com pH superior a 5,5, a atividade das bactérias nitrificadoras é muito intensa e grande parte do N aplicado como uréia é mineralizado para amônio e deste para nitrato, que é absorvido pelas raízes da planta (Sousa & Lobato, 2004). A absorção de nitrato favorece a de K (Marschner et al., 1996), o que justifica sua maior absorção com a elevação das doses de N aplicadas ao solo. É importante destacar que a concentração de K é fortemente influenciada pela idade da folha e pelo estado fisiológico da planta. Assim, as concentrações foliares de K em folhas do algodoeiro tendem a aumentar com a idade da planta até a terceira semana após o florescimento. Após essa fase o requerimento de potássio é superior à capacidade de absorção pelas raízes, de modo que o teor foliar desse nutriente tende a diminuir devido à translocação das folhas para a redistribuição nos frutos (Rosolem, 2007).

O aumento da dose de fertilizante nitrogenado aplicado ao solo ocasionou redução significativa nos teores foliares de S (Tabela 2) - 1,6 a 4,7 g kg⁻¹ - com comportamento quadrático negativo, ou seja, seus teores foliares foram reduzidos com o incremento das doses de N até o ponto de mínimo observado, quando se aplicaram 200 kg ha⁻¹ de N (Figura 1c). O teor de S permaneceu abaixo da faixa ótima estimada por Yamada et al. (1999), que é de 4 a 6 g kg⁻¹ para lavouras de alta produtividade no cerrado brasileiro. Por outro lado, o solo apresentava baixo teor de matéria orgânica, que é a principal

fonte de enxofre e nitrogênio no solo.

Em geral, a demanda por S aumenta sob condição irrigada, especialmente se altas doses de NPK forem fornecidas à planta, pois as proteínas estruturais da planta têm aminoácidos sulfurados. A irrigação também tende a deslocar parte do S solúvel na solução da camada arável para as maiores profundidades do solo. Além disso, pode haver tendência de menor crescimento radicular das plantas bem supridas de N e P, bem como menor absorção de sulfato na presença de maiores teores de nitrato e fosfato, pois todos competem pelos mesmos mecanismos de absorção ativa na membrana plasmática (Marschner, 1995). O resultado conjunto desses fatores é a redução dos teores na planta à medida que se aumentam as doses de N e P no solo e ocorre o acréscimo de seus teores nos tecidos foliares da planta, se não for posto na adubação uma quantidade adicional de S.

Os teores foliares de P variaram entre 1,5 e 2,3 g kg⁻¹, constatando-se que o maior teor foliar para esse nutriente ocorreu quando se aplicaram 312,5 kg ha⁻¹ de P₂O₅, (Figura 2a).

De acordo com a Yamada et al. (1999), para lavouras de alta produtividade, no máximo florescimento são considerados teores adequados de P, da ordem de 2,5 a 4,0 g kg⁻¹. Os teores foliares de P observados encontram-se abaixo da faixa ótima mencionada, com o alcance de apenas 2,3 g/kg de P obtido com o uso da dose de 312,5 kg/ha de P₂O₅. Isso pode ser explicado, considerando-se que os solos do semiárido têm pH elevado e são altamente ricos em Ca, além de apresentar alta afinidade pelo P. Nessa condição, parte do P aplicado é precipitado como fosfato tricálcico, que não é absorvido pelas plantas, reduzindo os teores disponíveis e, conseqüentemente, o acúmulo na folha (Novais & Smith, 1999). É possível que esse fator tenha limitado a obtenção de maior produtividade no algodoeiro, por ocasionar deficiência crônica nas plantas. A adubação em área total e a aplicação de produto acidificante, como o enxofre elementar, poderia reduzir o pH e aumentar a solubilidade do fosfato de cálcio, elevando a disponibilidade do nutriente e possivelmente a produtividade (Tisdale et al., 1985; Silva Filho & Vidor, 2001; Barroso, 2006).

O algodoeiro extrai pequenas quantidades de S do solo, que varia de 4 a 8 kg para cada tonelada de algodão em caroço produzida, dos quais cerca de 60% são exportados pelas sementes e fibras. O S apresentou aumento linear com teores variando de 1,7 a 3,8 g kg⁻¹ em resposta a aplicação de P (Figura 2b). A cada incremento na dose de P₂O₅ observou-se um aumento de 1,2 g kg⁻¹ no teor foliar desse elemento, provavelmente por maior deslocamento de sulfato adsorvido na superfície das argilas, em troca pelo íon fosfato, que poderia elevar a concentração na solução do solo e sua subsequente absorção, e/ou pelo estímulo a uma maior atividade de H⁺-ATPase na membrana plasmática pelo aumento de fósforo nas células das raízes, com conseqüente aumento da absorção ativa de sulfato. De acordo com Yamada et al. (1999), são considerados adequados teores de S da ordem de 4 a 6 g kg⁻¹. É possível que o baixo teor de matéria orgânica do solo e a possível maior lixiviação do SO₄²⁻, provocada pela irrigação, tenham reduzido a disponibilidade de sulfato no solo e

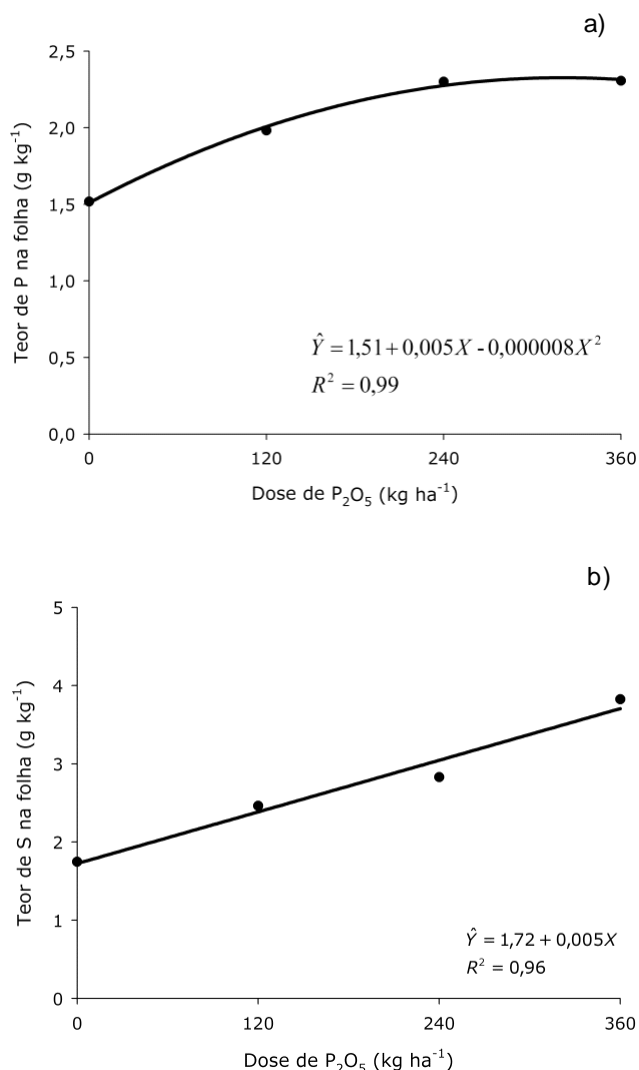


Figura 2. Teores foliares no algodoeiro em função da adubação fosfatada. As barras de erro representam a média \pm o desvio padrão.

Figure 2. Leaf contents in cotton plants related to phosphorus fertilization. Error bars represent the mean \pm standard deviation.

impedido à planta de absorver maiores quantidades de nutrientes do solo. Nessas condições, a aplicação de 30 kg ha⁻¹ de S, especialmente como enxofre elementar para baixar o pH, é essencial para garantir o adequado estado nutricional em S no algodoeiro. Caso contrário, o uso de uréia como principal fonte de N tornará comum o aparecimento crônico ou mesmo agudo, com manifestação visível dos sintomas de deficiência de S. Nesse caso, a resposta do algodoeiro ao enxofre torna-se muito provável. Embora não se disponham de resultados específicos, a aplicação anual de 25 a 50 kg ha⁻¹ de S deve prevenir o aparecimento de deficiência (Rosolem, 2001).

CONCLUSÕES

A adubação nitrogenada elevou os teores foliares de N e K e reduziu os de S.

A aplicação de 215 kg ha⁻¹ de N permitiu a obtenção de teores foliares de N e K suficientes para nutrição da planta e obtenção de elevada produtividade.

Na região estudada é necessário o fornecimento de enxofre ao solo, ou a utilização de adubos nitrogenados ou fosfatados que o contêm, visando suprir as necessidades do algodoeiro.

Em solo pobre em fósforo no semiárido e condição irrigada, são necessários 313 kg ha⁻¹ de P₂O₅ no primeiro ano para alcançar 2,3 g kg⁻¹ de P no tecido foliar do algodoeiro.

LITERATURA CITADA

- Barroso, C.B. Produção de pellets livres e imobilizados e mecanismo de solubilização de fosfatos inorgânicos por *Aspergillus niger*. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2006. 111p. Tese Doutorado. <<http://www.fcav.unesp.br/download/pgtrabs/micro/d/1508.pdf>>. 21 Mar. 2011.
- Blanchar, R.W.; Rehm, G.; Caldwell, A.C. Sulfur in plant material by digestion with nitric and perchloric acid. Soil Science Society of America Proceedings, v. 29, n.1, p.71-72, 1965.
- Braga, J.N.; Defelipo, B.V. Determinação espectrofotométrica de P em extratos de solo e material vegetal. Revista Ceres, v.21, n.113, p.73-85, 1974.
- Brandão, Z.N. Estimativa da produtividade e estado nutricional da cultura do algodão irrigado via técnicas de sensoriamento remoto. Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande, 2009. 152p. Tese Doutorado.
- Carvalho, M.C.S.; Leandro, W.M.; Ferreira, A.C.B.; Barbosa, K.A. Sugestão de adubação nitrogenada do algodoeiro para o estado de Goiás - com base em resultados de pesquisa. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 5p. (Comunicado Técnico 268).
- Carvalho, M.C.S.; Ferreira, G.B.; Staut, L.A. Nutrição calagem e adubação do algodoeiro. In: Freire, E.C. (Ed.) Algodão no Cerrado do Brasil. Brasília: ABRAPA, 2007. 918p.
- Ferreira, G.B.; Carvalho, G.B. Adubação do algodoeiro no Cerrado: com resultados de pesquisa em Goiás e Bahia. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. 71p.
- Jones Jr, J.B.; Wolf, B.; Mills, H.A. Plant analysis handbook: a practical sampling, preparation, analysis and interpretation guide. Athens: MicroMacro Publishing, 1991. 213p.
- Malavolta, E.; Haag, H.P.; Mello, F.A.F. de; Brasil Sobrinho, M.O.C. Nutrição mineral de algumas culturas tropicais. Piracicaba: Livraria Pioneira, 1967. 251p.
- Marschner, H. Mineral Nutrition of higher plants. London: Academic Press, 1995. 889p.

- Marschner, H.; Kirkby, E.A.; Cakmak, I. Effect of mineral nutritional status on shoot-root partitioning of photoassimilates and cycling of mineral nutrients. *Journal of Experimental Botany*, v.47, issue suppl. 1, p.1255-1263, 1996. <http://jxb.oxfordjournals.org/content/47/Special_Issue/1255.full.pdf>. 15 Jun. 2011.
- Martinez, H.E.P.; Carvalho, J.G.; Souza, R.B. Diagnose foliar. In: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação*. Viçosa, 1999. p.143-170.
- Medeiros, J.C.; Medeiros Jr, J.C.; Pereira, J.R.; Carvalho, M.C.S.; Santos, J.W. dos. Resposta do algodoeiro a doses de fósforo no cerrado. *Campina Grande: Embrapa Algodão*, 2004. 4p. (Comunicado Técnico 217).
- Novais, R.F.; Smith, T.J. Fósforo em solo e planta em condições tropicais. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 399p.
- Reichardt, K.; Timm, L.C. Adsorção de nutrientes pelas plantas. In: Reichardt, K.; Timm, L.C. (Eds.). *Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações*. Barueri: Manole, 2004. p.341-355.
- Rosolem, C.A. Fenologia e ecofisiologia no manejo do algodoeiro. In: Freire, E.C. (Ed.) *Algodão no Cerrado do Brasil*. Brasília: ABRAPA, 2007. 918p.
- Rosolem, C.A. Problemas em nutrição mineral, calagem e adubação do algodoeiro. *Informações Agronômicas*, n.95, p. 10-17, 2001. <[http://www.ipni.org.br/ppiweb/brazil.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/d5fbc829a2f54298832569f8004695c5/\\$FILE/Enc95p10-17.pdf](http://www.ipni.org.br/ppiweb/brazil.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/d5fbc829a2f54298832569f8004695c5/$FILE/Enc95p10-17.pdf)>. 12 Jun. 2011.
- Silva Filho, G.N.; Vidor, C. Atividade de microrganismos solubilizadores de fosfatos na presença de nitrogênio, ferro, cálcio e potássio. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.36, n.12, p.1495-1508. 2001. <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v36n12/7492.pdf>>. doi:10.1590/S0100-204X2001001200007. 12 Jun. 2011.
- Silva, N.M., Raij, B. van. Fibrosas. In: Raij, B. van.; Cantarella, H.; Quaggio, J.A.; Furlani, A.N.C. (Ed.) *Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo*. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1996. p.261-273.
- Sousa, D.M.G.; Lobato, E. Adubação com nitrogênio. In: Sousa, D.M.G.; Lobato, E. (Eds.). *Cerrado: correção do solo e adubação*. 2.ed. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. p.129-145.
- Tisdale, S.L.; Nelson, W.L.; Beaton, J.D. *Soil and fertilizers*. New York: Macmillan, 1985. 754p.
- Viana, S.B.A.; Bezerra, J.R.C.; Gheyi, H.R.; Fernandes, P.D.; Marques, A.; Sousa Neto, M.N. de. Manejo de água no algodoeiro herbáceo no oeste baiano, safra 2003/2004. In: Silva Filho, J.L.; Pedrosa, M.B.; Santos, J.B. dos. (Eds.). *Pesquisas realizadas com o algodoeiro no Estado da Bahia – safra 2004/2005*. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. p.109-119. (Embrapa Algodão. Documentos, 146). <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/274680/1/DOC146.pdf>>. 18 Jul. 2011.
- Yamada, T.; Malavolta, E.; Martins, O.C.; Zancanaro, L.; Casale, H.; Baptista, I. Teores foliares de nutrientes observados em áreas de alta produtividade. Piracicaba: Potafos, 1999.