



## RESPOSTA DO ALGODOEIRO À ADUBAÇÃO FOSFATADA COMPARANDO FERTILIZANTE DE LIBERAÇÃO LENTA COM FERTILIZANTE CONVENCIONAL

Maria da Conceição Santana Carvalho<sup>1</sup>; Alexandre Cunha de Barcellos Ferreira<sup>2</sup>; Ana Luiza Borin<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Embrapa Arroz e Feijão, E-mail: [conceicao@cnpaf.embrapa.br](mailto:conceicao@cnpaf.embrapa.br); <sup>2</sup> Embrapa Algodão.

**Resumo:** A baixa recuperação pelas culturas do fósforo (P) aplicado nas adubações tem despertado o interesse por produtos que anunciam o aumento da eficiência de fertilizantes convencionais. Esse estudo foi realizado em condições de campo na safra 2008/2009, em área de Latossolo Vermelho argiloso com teor médio de P, no município de Perolândia, Goiás. O objetivo foi comparar fertilizante fosfatado revestido com polímero de liberação lenta com fertilizante fosfatado convencional para a adubação do algodoeiro. O experimento foi constituído por 9 tratamentos resultantes da combinação de duas fontes (MAP e MAP recoberto com polímero de liberação lenta) e quatro doses de fósforo (40, 80, 120 e 160 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), além de um tratamento testemunha (sem fósforo). Os tratamentos foram dispostos no campo em esquema fatorial 2x2+1, utilizando-se o delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro repetições. No primeiro ano de avaliação, o fertilizante fosfatado revestido com polímero de liberação lenta apresentou desempenho semelhante ao fertilizante fosfatado convencional na adubação do algodoeiro cultivado em solo argiloso com 5 mg/dm<sup>3</sup> de P. Independente das fontes usadas, houve resposta em produtividade de algodão em caroço até a dose de 115 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

**Palavras-chave:** *Gossypium hirsutum*; Algodão, Fósforo, Polímero.

### INTRODUÇÃO

O Brasil é o quarto maior consumidor de fertilizantes do mundo, sendo que mais da metade desses são importados, ao contrário do que ocorre em todas as outras potências agrícolas mundiais. Assim, o manejo eficiente da adubação é essencial para o aumento da produtividade, redução de custo por tonelada de algodão produzido e viabilização dos sistemas de produção vigentes. Geralmente, a recuperação do fósforo fornecido nas adubações pelas culturas anuais é muito baixa, inferior a 35% da quantidade aplicada, especialmente na região do Cerrado (SOUSA et al., 2004). Em solo arenoso da Bahia, a recuperação do P pelas plantas de algodoeiro no primeiro ano foi 15%, em média, e diminuiu de 37% para 8% com o aumento da dose aplicada de 40 até 320 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, indicando que a maior parte do nutriente foi acumulada no solo (FERREIRA; CARVALHO, 2005). Dessa maneira, alternativas tecnológicas de fertilizantes ou de manejo que possam aumentar a eficiência de uso do fósforo são de extrema importância.

Em tese, melhorias significativas da eficiência do uso dos fertilizantes podem ocorrer com mudanças de sistemas de cultivo, introdução de culturas de cobertura do solo, rotação de culturas, uso de variedades mais eficientes e produtivas, modos e épocas de aplicação, equilíbrio nas quantidades aplicadas, dentre outras práticas. Além de práticas de manejo, existem no mercado de fertilizantes algumas tecnologias com o objetivo de aumentar a eficiência de absorção dos nutrientes pelas plantas, como os fertilizantes de liberação lenta ou controlada (CHIEN et al., 2009; TRENCKEL, 1997). Embora os fertilizantes de liberação lenta tenham apresentado eficiência agrônômica em pesquisas realizadas em outros países (CHIEN et al., 2009; TRENCKEL, 2010) é necessário avaliar estes produtos nas condições de solos de regiões tropicais do Brasil, sobretudo do Cerrado.

O objetivo desse trabalho foi comparar fertilizante fosfatado revestido com polímero de liberação lenta com fertilizante fosfatado convencional para a cultura do algodão, cultivado em solo argiloso com teor médio de fósforo.

## METODOLOGIA

Esse estudo foi conduzido em condições de campo na safra 2008/2009 em área de produtor no município de Perolândia, Goiás. Antes da instalação do experimento, amostras de solo da área experimental, classificado como Latossolo vermelho argiloso, foram coletadas nas camadas de 0-20 cm e 20-40 cm de profundidade, cujos resultados da análise química são mostrados na Tabela 1.

O experimento foi constituído por 9 tratamentos resultantes da combinação de duas fontes (MAP e MAP recoberto com polímero de liberação lenta) e quatro doses de fósforo (40, 80, 120 e 160 kg/ha de  $P_2O_5$ ), além de um tratamento testemunha (sem aplicação de fósforo). Os tratamentos foram dispostos no campo em esquema fatorial  $2 \times 4 + 1$ , utilizando-se o delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro repetições. Cada parcela foi formada por 6 linhas de 5 m de comprimento, com espaçamento de 0,80 m entre linhas, sendo utilizadas as quatro linhas centrais como área útil.

A semeadura do algodoeiro foi realizada em 23/12/2008. Os fertilizantes fosfatados foram distribuídos manualmente no sulco de plantio aberto depois de riscado com a plantadeira (sem adubo e sem semente). No sulco foi aplicada uma mistura de MAP ou MAP recoberto com polímero, de acordo com os tratamentos, além do equivalente a 30 kg/ha de N (considerando o N contido no MAP mais o complemento com uréia) e 60 kg/ha de  $K_2O$  na forma de cloreto de potássio. Após o fechamento do sulco, no mesmo dia, foi feito o plantio com a plantadeira distribuindo apenas sementes da cultivar FMT 701. Foram realizadas duas adubações de cobertura: a primeira, em 19/01/2009, com o equivalente a

50 kg/ha de N e 30 kg/ha de S (50% uréia + 50% sulfato de amônio), 60 kg/ha de K<sub>2</sub>O (com cloreto de potássio) e 2 kg/ha de B (com borogran); a segunda, em 19/02/2009, com 60 kg/ha de N (com uréia).

No período de pleno florescimento foram coletadas amostras da 4ª ou 5ª folha a partir do ápice da haste principal, em 15 plantas por parcela, para determinação dos teores de macronutrientes. A colheita foi realizada em 31/07/2009. Antes da colheita foram avaliados e/ou calculados: altura final de plantas, e número de capulhos por planta, em 5 plantas. Amostras de 20 capulhos por parcela, retirados do terço médio das plantas, foram tomadas para análise de rendimento de pluma, por meio do descaroçamento, e qualidade de fibra, por meio da análise em equipamento HVI do Laboratório de Fibras da Embrapa Algodão. A produtividade de algodão em caroço foi determinada após a colheita de todos os capulhos das três linhas centrais de cada parcela. Após a colheita, foi realizada amostragem de solo na camada 0-20 cm para análise química, coletando-se 5 amostras simples para formar uma amostra composta por parcela, nas entrelinhas da área útil, distante 20-30 cm da linha de semeadura.

Os resultados foram analisados estatisticamente por meio da análise de variância (teste F;  $P < 0,05$ ), teste de Tukey ( $P < 0,05$ ) para comparação entre fontes e análise de regressão para doses.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 são apresentados os resultados das variáveis de produção e teor de P na folha do algodoeiro, em função dos tratamentos. A análise de variância dos dados indicou que não houve efeito das fontes avaliadas e nem houve interação entre fontes e doses de fósforo aplicadas. Isso significa que para as condições desse estudo, pelo menos no primeiro ano, não faz diferença para a produtividade de algodão ou para qualquer outra variável avaliada (Tabela 2) o uso de uma fonte de fósforo convencional (no caso o MAP) ou o uso dessa mesma fonte recoberta com polímero de liberação lenta. Contudo, como se trata de resultados apenas de um ano do experimento, não é possível prever se ocorre melhor desempenho de uma ou de outra fonte com o uso contínuo ao longo dos anos. Para o caso de fontes de fósforo que prometem maior eficiência que as fontes convencionais há necessidade de experimentos de longa duração, em diferentes sistemas de produção, com monitoramento anual da fertilidade do solo, da ciclagem do nutriente na biomassa e das quantidades de P exportadas pelas colheitas.

Independentemente das fontes usadas, houve efeito das doses aplicadas na produtividade do algodão (Tabela 2 e Figura 1), embora o acréscimo tenha sido modesto. Além das características do solo, como teor abaixo do adequado para o algodão (Tabela 1), outros fatores que devem ter concorrido para a resposta positiva do algodão à adubação fosfatada foram o sistema de produção

convencional, cujo revolvimento do solo propicia as reações de adsorção do P no solo, e as altas produtividades obtidas no experimento. A dose estimada para obtenção de máxima produtividade física de algodão em caroço (6.709 kg/ha) foi 115 kg/ha de  $P_2O_5$  (Figura 1). Essa dose está coerente com o que vem sendo recomendado para adubação de manutenção do algodoeiro com fósforo, em solos argilosos com teores de P e níveis de produtividade semelhantes aos verificados nesse experimento (CARVALHO et al., 2007).

Em função do seu conhecido efeito residual e do baixo aproveitamento pelas culturas, o P tende a se acumular no solo em áreas continuamente adubadas com esse nutriente quando as quantidades aplicadas são maiores que as indicadas para a adubação de manutenção das culturas. Esse fato pode ser confirmado na Figura 2, na qual pode-se verificar que o teor de P no solo, medido após a colheita do algodão, aumentou com o aumento da dose aplicada. Assim, em se tratando do fósforo, a tomada de decisão da dose a ser aplicada deve ser ponderada levando-se em conta não apenas o requerimento da cultura, mas a questão econômica e a tendência de mercado para esse insumo. Ou seja, dependendo da relação de troca, há momentos em que pode ser vantajoso investir em doses mais elevadas de fósforo, como forma de criar uma reserva no solo a ser usada em momentos de relação de troca menos favorável.

As características de qualidade de fibra não foram influenciadas pelos tratamentos e atendem aos padrões exigidos pela indústria têxtil (Tabela 3).

### CONCLUSÃO

No primeiro ano de avaliação, o fertilizante fosfatado revestido com polímero de liberação lenta apresentou desempenho semelhante ao fertilizante fosfatado convencional na adubação do algodoeiro cultivado em solo argiloso com  $5 \text{ mg/dm}^3$  de P. Independente das fontes usadas, houve resposta em produtividade de algodão em caroço até a dose de 115 kg/ha de  $P_2O_5$ .

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARVALHO, M. C. S.; FERREIRA, G. B.; STAUT, L. A. Nutrição, calagem e adubação do algodoeiro. In: FREIRE, E. C. (Org.). **Algodão no cerrado do Brasil**. Brasília, DF: Associação Brasileira dos Produtores de Algodão, 2007. Cap. 16. p. 581-647.

CHIEN, S. H.; PROCHNOW, L. I.; CANTARELLA, H. Recent developments of fertilizer production and use to improve nutrient efficiency and minimize environmental impacts. **Advances in Agronomy**, v. 102, p. 261-316, 2009.

FERREIRA, G. B.; CARVALHO, M. C. S. **Adubação do Algodoeiro no Cerrado**: com resultados de Pesquisa em Goiás e Bahia. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. 71 p. (Embrapa Algodão. Documentos, 138).

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E.; REIN, T. Adubação com fósforo. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado**: correção do solo e adubação. 2. ed. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004. cap. 6, p.147-168.

TRENKEL, M. E. **Improving fertilizer use efficiency**: controlled-release and stabilized fertilizers in agriculture. Paris: International Fertilizer Industry Association, 1997. 151 p.

TRENKEL, M. E. **Slow- and controlled-release and stabilized fertilizers**: an option for enhancing nutrient use efficiency in agriculture. Paris: International Fertilizer Industry Association, 2010. 160 p.

**Tabela 1** - Resultados da análise de solo na área do experimento com fósforo, nas camadas 0-20 cm e 20-40 cm de profundidade, antes da instalação do experimento. Perolândia, Goiás, safra 2008/2009.

M.O.	pH	P (Mehl.)	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	CTC	V	B	Cu	Mn	Zn
mg/dm <sup>3</sup>	CaCl <sub>2</sub>	----- mg/dm <sup>3</sup>	-----	-----	-----	-----	-----	%	-----	-----	-----	-----
										----- mg/dm <sup>3</sup> -----		
<b>Camada 0 - 20 cm</b>												
27	5,0	5,4	70	2,37	1,02	0,06	7,37	48,4	-	1,2	24,0	0,6
<b>Camada 20 - 40 cm</b>												
24	4,8	2,6	50	1,43	0,68	0,06	6,54	34,3	-	1,3	16,8	0,5

**Tabela 2** - Resultados de variáveis de produção e teor de P na folha, em função de fontes e doses de fósforo. Perolândia-GO, safra 2008/2009.

Tratamentos	Altura	Ncap	Pcap	Fibra	A. caroço	Pluma	P
	cm		g	%	----- kg/ha -----	-----	g/kg
<b>Média das fontes de P</b>							
MAP	126,6	11,9	6,0	42,3	6.549	2.793	2,8
MAP + Polímero	127,1	11,8	6,2	42,4	6.603	2.801	2,8
<b>Média das doses de P</b>							
0	126,5	13,2	6,0	42,1	6.434	2.490	2,7
40	123,8	11,4	6,1	42,2	6.462	2.787	2,8
80	125,2	12,3	6,0	42,4	6.283	2.714	2,9
120	127,9	11,8	6,1	42,3	6.815	2.884	2,8
160	130,5	12,0	6,3	42,4	6.743	2.804	2,7
Análise de regressão	ns	ns	ns	ns	EQ<0,01	EQ <0,01	ns
<b>MAP</b>							
40	124,8	11,3	5,9	41,8	6.531	2.728	2,7
80	125,0	12,8	6,1	42,1	6.246	2.724	3,0
120	127,9	11,5	6,0	42,6	6.777	2.885	2,6
160	128,7	12,0	6,2	42,7	6.643	2.835	2,6
<b>MAP + Polímero</b>							
40	122,8	11,6	6,2	42,6	6.393	2.846	2,8
80	125,5	11,8	6,0	42,8	6.321	2.704	2,7
120	127,9	12,1	6,2	42,1	6.854	2.883	2,9
160	132,4	11,9	6,4	42,1	6.843	2.772	2,8
C.V. (%)	3,86	10,04	5,10	1,41	6,35	6,43	10,22

Ncap = número de capulhos por planta; Pcap = peso médio de 1 capulho do terço médio; A.caroço = produtividade de algodão em caroço.

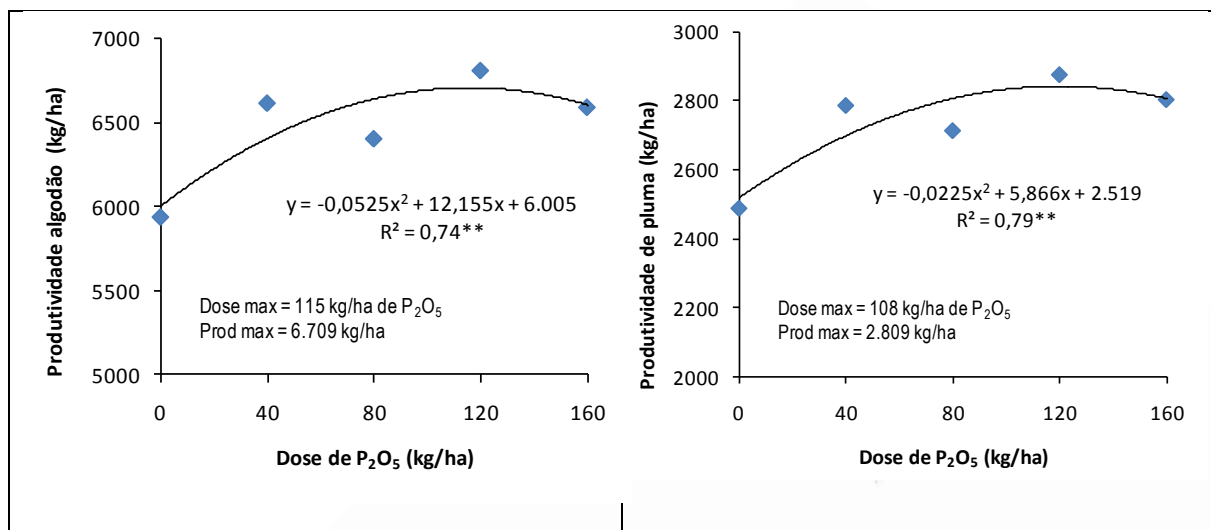


Figura 1 – Produtividade de algodão em caroço e algodão em pluma, em função de doses de fósforo aplicado no solo. Média das duas fontes usadas (MAP e MAP recoberto com polímero de liberação lenta). Perolândia-GO, safra 2008/2009.

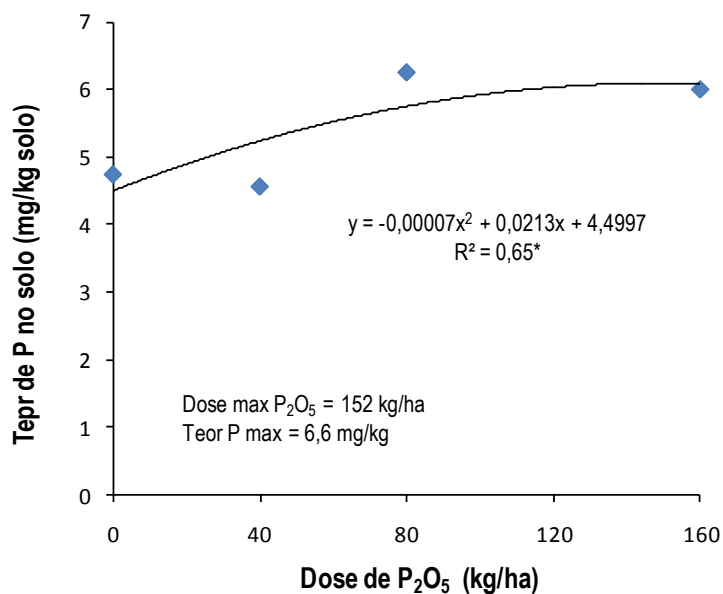


Figura 2 – Teor de P no solo, em função de doses de fósforo aplicado no solo. Média das duas fontes usadas (MAP e MAP recoberto com polímero de liberação lenta). Perolândia-GO, safra 2008/2009.

**Tabela 3** - Características da fibra do algodoeiro (UHM=comprimento, UNF=uniformidade, SFI=índice de fibras curtas, STR=resistência, MIC=micronaire ou finura, MAT=maturidade, Rd=grau de reflexão, +b=grau de amarelo, SCI=fiabilidade) cv. FMT 701, em função de fontes e doses de fósforo. Perolândia-GO, safra 2008/2009.

Tratamentos	UHM	UNF	SFI	STR	ELG	MIC	MAT	Rd	+b	CSP
	mm	%	%	gf/tex	%	µg/pol <sup>2</sup>	%	%		
<b>Média das fontes de P</b>										
MAP	30,2	84,3	5,4	28,9	5,5	3,9	85,9	82,1	7,3	2823
MAP + Polímero	30,4	84,1	5,2	29,1	5,4	4,0	86,0	81,6	7,3	2803
<b>Média das doses de P</b>										
0	30,0	84,1	5,5	28,2	5,6	4,0	86,0	81,8	7,8	2728
40	30,2	84,2	4,9	28,6	5,7	4,0	85,8	82,1	7,4	2779
80	30,4	84,3	6,1	29,2	5,5	4,0	85,9	81,5	7,2	2832
120	30,5	84,2	5,1	29,0	5,4	4,0	86,3	82,5	7,3	2803
160	30,2	84,2	5,2	29,4	5,3	3,9	86,0	81,2	7,3	2838
<b>MAP</b>										
40	29,9	84,1	5,3	28,6	5,8	3,9	85,5	81,8	7,5	2769
80	30,3	84,4	6,1	29,3	5,4	4,0	86,0	81,4	7,4	2848
120	30,5	84,3	5,2	28,1	5,3	4,1	86,5	82,5	7,1	2749
160	30,1	84,6	5,3	29,9	5,4	3,8	85,8	82,6	7,2	2926
<b>MAP + Polímero</b>										
40	30,5	84,3	4,5	28,7	5,5	4,1	86,0	82,4	7,3	2789
80	30,5	84,1	6,1	29,1	5,5	4,0	85,8	81,7	7,1	2816
120	30,6	84,1	5,0	29,9	5,4	4,0	86,0	82,6	7,6	2856
160	30,3	83,9	5,1	28,8	5,2	4,1	86,3	79,8	7,5	2751
C.V. (%)	1,69	1,28	28,13	4,40	7,97	5,46	0,85	2,22	7,96	5,76