



CALIBRAÇÃO DA ADUBAÇÃO FOSFATADA DE MANUTENÇÃO NO ALGODOEIRO EM SOLOS DO CERRADO DE RORAIMA¹

Gilvan Barbosa Ferreira¹; Oscar José Smiderle²; Moisés Cordeiro Mourão de Oliveira Júnior³; Ana Luiza Dias Coelho Borin¹; Julio Cesar Bogiani¹

¹Embrapa Algodão, gilvan.ferreira@cpna.embrapa.br; ²Embrapa Roraima, ojsmider@cpafr.embrapa.br; ³Embrapa Amazônia Oriental.

RESUMO – Os solos do cerrado de Roraima têm potencial para produzir algodão. Entretanto, têm baixas reservas de fósforo que limitam fortemente a produtividade. Não há sistema oficial de recomendação de adubação na região e este trabalho objetiva gerar essa tecnologia. Assim, foram montados ensaios com adubação corretiva e de manutenção em dois campos experimentais no cerrado, ambos no município de Boa Vista/RR, nos anos/safras de 2007 e 2008. Os tratamentos foram arranjados no fatorial 5², no delineamento de blocos ao acaso, com três repetições, estudando-se cinco doses de P₂O₅ aplicadas a lanço/incorporadas no solo (0, 50, 100, 200 e 400 kg/ha) combinadas com cinco doses aplicadas na linha de plantio (0, 60, 120, 180 e 240 kg/ha). A aplicação de fósforo na linha de plantio eleva rapidamente os teores de P disponível no solo, especialmente naquele com menos argila. Só há resposta à adubação de manutenção até o limite aproximado de 200 kg/ha de adubação fosfatada corretiva ou teores de 18,9 mg/dm³ no solo com 20% de argila e de 8,0 mg/dm³ no solo com 34% de argila. Em solo nativo, o uso anual de 133 a 144 kg/ha de P₂O₅ na linha de plantio permite ao algodoeiro alcançar altas produtividades.

Palavras-chave: *Gossypium hirsutum* L.; Adubação de plantio; Recomendação de adubação.

INTRODUÇÃO

A adubação fosfatada é, geralmente, efetuada com duas aproximações distintas. Na primeira, aplica-se na linha de plantio todo o adubo necessário para a cultura no momento do plantio; na segunda aproximação, corrige-se o solo até o limite considerado adequado com adubação a lanço e incorporação com arado no pré-plantio e, então, no momento da semeadura se faz a adubação de manutenção com base na extração total da cultura e na produtividade alcançada. A primeira aproximação é de uso comum na maioria dos estados brasileiros, como São Paulo (RAIJ et al., 1996); a segunda, é comum no cerrado (SOUSA; LOBATO, 2004). Neste caso, faz-se uma adubação corretiva total na área ou fosfatagem e, em seguida, se aplica fósforo na linha de plantio, conforme a expectativa de produtividade da área.

¹ Embrapa/Macroprograma 3.

A adubação de plantio ou de fundação do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) é muito importante, pois permite colocar no solo, ao lado e abaixo da semente, as quantidades de nutrientes necessárias ao desenvolvimento inicial da planta. No caso do fósforo (P), toda a adubação de manutenção é posta na linha de plantio, especialmente em solos com baixo teor de P disponível e alta capacidade de adsorção. Segundo Silva (1999), esta é a forma de aplicação mais efetiva, pois permite que a cultura aproveite o máximo do nutriente aplicado, que pode alcançar de 5 a 15% (FERREIRA et al., 2005). Apenas em condições de alto teor de P disponível, a aplicação de P a lanço ou na linha de plantio tem efeito equivalente (SILVA, 1999).

O P é o terceiro nutriente mais usado na cultura do algodoeiro no Brasil, pois os solos do país têm baixa disponibilidade e alto potencial de fixação na fração argila, predominantemente de caulinita e óxidos de ferro e alumínio. Assim, a tendência é que seja explorado em área que tenha recebido adubação corretiva, à lanço, ou que tenha sido incorporada ao sistema produtivo a vários anos. Neste caso, a adubação de manutenção é a mais usada. Em solos já corrigido até mesmo essa adubação pode ser feita a lanço no pré-plantio (CARVALHO et al., 2007).

O algodoeiro é uma planta muito exigente em P disponível, sem o qual seu crescimento é reduzido e, eventualmente, paralisado, forte acúmulo de amido ocorre nas folhas, que se tornam de coloração verde escura intensa, com necrose nas bordaduras e pontuações necróticas esparsas na lâmina foliar, apresenta coloração pardacenta, amarelo-bronzeada, enegrece e cai. O final do ciclo pode ser antecipado, com pouca ou nenhuma produção de capulho e, eventualmente, queda dos pequenos capulhos formados e morte da planta (CARVALHO et al., 1999; MALAVOLTA, 1987). Para que a cultura seja explorada nas condições de cerrado, é necessário que se corrija o solo, preferencialmente, com uma fosfatagem, e se aplique anualmente as quantidades exigidas para atingir a produtividade esperada na cultura na região. Em Roraima, essa produtividade pode chegar a 6.000 kg/ha, em condições irrigadas, ficando entre 3.000 a 4.000 kg/ha, em áreas já cultivadas anteriormente e uso de tecnologia adequada.

Apesar disso, no Estado de Roraima não existem recomendações específicas de adubação de manutenção para o algodoeiro e este trabalho tem por objetivo estabelecer diretrizes técnicas para a correta adubação de manutenção da lavoura nos solos do cerrado local.

METODOLOGIA

Os ensaios foram realizados em dois campos experimentais da Embrapa Roraima, ambos situados no cerrado, no município de Boa Vista, RR, nos anos/safra de 2007 e 2008. Os solos utilizados foram um Latossolo Amarelo, textura franco areno-argilosa, no campo experimental Água Boa (CEAB), e um Latossolo Vermelho distrófico, textura franco argilo-arenosa no campo experimental Monte Cristo (CEMC), os quais são de baixa fertilidade natural (Tabela 1).

Os ensaios foram montados em arranjo fatorial 5², em delineamento em blocos ao acaso, com três repetições. Foram estudadas cinco doses de P₂O₅ aplicadas a lanço e incorporadas (0, 50, 100, 200 e 400 kg/ha), combinadas com cinco doses na linha de plantio (0, 60, 120, 180 e 240 kg/ha). Neste trabalho são calibrados os teores de P disponível em função da adubação na linha de plantio.

A área usada foi previamente corrigida com 100 kg/ha de K₂O, 50 kg/ha de FTE BR 12, 2,5 t/ha de calcário e 1,2 t/ha de gesso, no CEAB, e 150, 50 kg/ha e 2,8 e 2,5 t/ha no CEMC, respectivamente, um mês antes do plantio, logo após a aplicação dos tratamentos, conforme recomendado por Sousa e Lobato (2004) para garantir inexistência de fatores limitantes além das doses de P estudadas. A área foi arada e gradeada para incorporação dos corretivos e adubos.

Foram utilizados sementes da BRS Cedro semeadas entre 25/maio a 15/junho na densidade de 9 a 12 sementes/m, em parcelas com seis linhas de 5 m de comprimento espaçadas entre si em 0,90 m. As duas linhas centrais, sem os 0,5m de cada extremidade, foram colhidas como parcela útil.

Foram aplicados no plantio 20 kg/ha de N (usando uréia), 30 kg de K₂O (usando cloreto de potássio) e 1 kg/ha de boro (usando ácido bórico). Aos 20 e 45 dias após a emergência (DAE) foram feitas duas aplicações iguais com 75 kg/ha de N, 60 kg/ha de K₂O e 1 kg/ha de boro. Também foram aplicados 300, 200, 300, 50, 200 g/ha de B, Cu, Mn, Mo e Zn em duas pulverizações, aos 30 e 50 dae. Os controles de pragas (insetos, doenças e ervas-daninhas) seguiram as práticas e produtos recomendados no manejo integrado de pragas (FREIRE, 2007).

Foram coletadas folhas para análise aos 80 dae e os dados de altura de planta, número de capulhos por planta, peso médio de capulho, stand final e produtividade no final do ciclo da cultura, aos 160 dae. Adicionalmente, em 2007, fez-se análise da qualidade da fibra em ambos os campos experimentais. Após a colheita, os solos foram amostrados em cada parcela na camada de 0-20 cm para análise de P disponível, extraído por Mehlich-1 (EMBRAPA, 1997).

Os dados foram analisados estatisticamente em conjunto, usando análise de variância e de regressão para discriminações dos efeitos dos fatores em estudo, usando o nível de 5% de probabilidade. Onde relevante, efetuou-se o ajuste das curvas de regressão até 10% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A taxa de acréscimo no teor de P disponível do solo, em função da adubação fosfatada posta na linha de plantio, dependeu do solo e da dose usada na adubação de correção (Figura 1A e B). Em geral, no CEAB e na dose zero de adubação corretiva (y_{PC_0}), os teores de P disponível aumentaram 11,9 mg/dm³ para cada 100 kg/ha de P₂O₅ aplicado na linha de plantio. A partir daí, o incremento passou a ser de 14,3, 14,8, 13,2 e 13,8 mg/dm³ para cada 100 kg/ha de P₂O₅ posto na linha de plantio, nas adubações corretivas com 50, 100, 200 e 400 kg/ha de P₂O₅ (equações y_{PC_50} , 100, 200 e 400), respectivamente. É interessante notar que as doses corretivas possibilitaram o aumento do intercepto de 0,9 até 19,0 mg/dm³ de P disponível, implicando em forte aumento nos teores disponíveis com o incremento das doses na linha de plantio (Figura 1A).

Ao contrário do CEAB, onde as retas foram quase paralelas nas diversas doses corretivas, no CEMC as taxas de acréscimo nos teores de P disponível foram crescentes com as doses corretivas aplicadas, variando de 7,9 a 16,5 mg/dm³ para cada 100 kg/ha de P aplicado na linha de plantio (Figura 1B). O teor de fósforo cresce lentamente nas condições naturais do solo e tende a se acelerar à medida que a superfície das argilas são recobertas pelo nutriente adsorvido. Devido a este fato, os interceptos das curvas tendem a ser muito próxima a zero, o que restringe a separação de classes de disponibilidade.

As curvas de respostas em produção obtidas para os dois campos experimentais mostram que há resposta positiva a aplicação de fósforo na linha de plantio, independente da adubação corretiva usada (Figura 2), sendo mais intensa, porém, nas doses de 0, 50 e 100 kg/ha de P₂O₅. A partir da dose corretiva de fósforo de 200 kg/ha, é pouco provável que haja resposta econômica à adubação, devendo ser posto apenas o equivalente a reposição do nutriente retirado da área pela colheita esperada (cerca de 15 kg/ha de P₂O₅ para cada tonelada de algodão produzida).

Considerando o valor de mercado atacadista local do P₂O₅ de R\$ 3,51/kg na forma de superfosfato triplo (39% de P₂O₅ total) e o valor de R\$ 14,80/@ de algodão em caroço (cerca de R\$ 0,99/kg de algodão), resulta em uma relação insumo/produto de 3,5483 (Dez/2009). Aplicando esse valor a primeira derivada das equações quadráticas das Figuras 2 A, B, C, D e E, é possível gerar os dados de recomendação de adubação de manutenção que constam na Tabela 2.

Observa-se que nas respostas econômicas listadas na Tabela 2, a adubação de manutenção somente ocorre até o limite de fosfatagem de 50 kg/ha, no CEAB, e 100 kg/ha, no CEMC. A partir de então, a rigor, somente seriam econômicas as doses de P_2O_5 que gerem retorno em renda superior a R\$ 3,51 /kg de P_2O_5 aplicado. Com o algodão custando R\$ 0,99/kg, é necessária uma taxa de incremento (declividade da reta) superior a 3,54 kg de algodão/kg de nutriente aplicado para que seja econômica a adubação a ser efetuada.

CONCLUSÃO

Nas condições de solo nativo, a aplicação de 133 a 144 kg/ha de P_2O_5 na linha de plantio permite obter as melhores produtividades de algodão em caroço no cerrado do estado de Roraima.

Solo franco areno-argiloso com teor de P disponível maior que 18,7 mg/dm³ e solo franco argilo-arenoso com teor maior que 8,0 mg/dm³ não respondem economicamente a adubação fosfatada na linha de plantio no cerrado de Roraima.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARVALHO, M. da 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, D.F.: Associação Brasileira dos Produtores de Algodão, 2007. p.581- 647.

CARVALHO, O. S.; SILVA, O. R. R. F. da; MEDEIROS, J. da C. Adubação e Calagem. In: BELTRÃO, N. E. de M. (Org.). **O Agronegócio do algodão no Brasil**. Brasília, D.F.: Embrapa Comunicação para a Transferência de Tecnologia, 1999. p.173-229.

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

FREIRE, E. C. (Ed.). **Algodão no cerrado do Brasil**. Brasília, D.F.: Associação Brasileira dos Produtores de Algodão, 2007. p. 581- 647.

MALAVOLTA, E. **Manual de calagem e adubação das principais culturas**. São Paulo: Ceres, 1987. p.151-178.

SILVA, N. M. Nutrição Mineral e Adubação do Algodoeiro no Brasil. In: CIA, E., FREIRE, E. C. e SANTOS, W. J. dos. **Cultura do Algodoeiro**. Piracicaba, SP: Potafos, 1999.

SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416 p.

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

RAIJ, B. van, CANTARELLA, H., QUAGGIO, J.A. et al. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas, SP: IAC, 1996. 285 p.

Tabela 1. Valores dos atributos de fertilidade dos solos nos Campos Experimentais Água Boa e Monte Cristo, pertencentes à Embrapa Roraima. Boa Vista, RR, safra 2007.

Cam.	pH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Al ³⁺	P	M.O.	V	M	Argila
cm	água	----- cmol/dm ³ -----				mg/dm ³	----- % -----			
Campo Experimental Água Boa										
0-20	4,8	0,70	0,15	0,02	0,52	0,41	1,4	26	37	20
Campo Experimental Monte Cristo										
0-20	5,3	1,20	0,23	0,01	0,27	0,00	1,3	32	16	34

Obs.: pH, em água na relação solo:água 1:2,5; Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Al³⁺, cálcio, magnésio, potássio e alumínio trocáveis, respectivamente; P, fósforo disponível (Mehlich-1); M.O., matéria orgânica; V, volume de saturação por bases trocáveis; e m, saturação por Al³⁺.

Tabela 2. Recomendação de adubação de manutenção anual com fósforo, aplicada na linha de plantio, para o algodoeiro em dois solos arenosos e argiloso do cerrado de Roraima

P disponível	Dose recomendada	Produtividade estimada
mg/dm ³	----- kg/ha -----	
Latossolo Amarelo, 20 dag/kg de argila, CEAB		
0,0 – 0,9*	144	2506
0,9 – 4,2	114	2253
4,2 – 5,3	60	2328
5,3 – 13,6	40**	2463
13,6 – 18,7	30**	2324
>18,7	0	2372
Latossolo Vermelho, 34 dag/kg de argila, CEMC		
0,0 – 1,0*	133	3213
1,0 – 1,5	106	3009
1,5 – 1,8	95	3095
1,8 – 3,1	60	3047
3,2 – 8,0	45**	3142
> 8,0	0	3034

Obs.: * O limite superior é a média de P disponível alcançada com as doses corretivas de 0, 50, 100, 200 e 400 kg/ha de P₂O₅, respectivamente. **Dose de reposição de P exportado da área (15 kg/ha de P₂O₅ por tonelada de algodão em caroço).

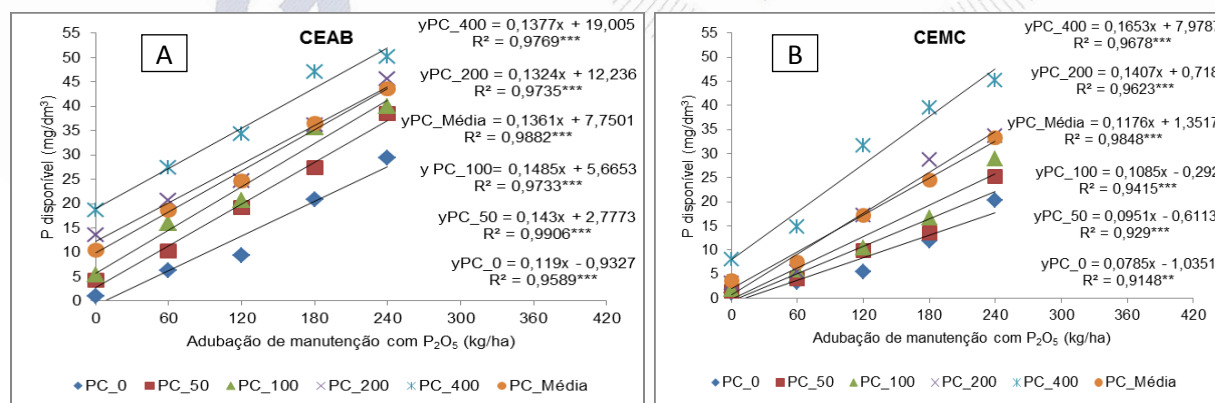


Figura 1. Teor de P disponível, extraído por Mehlich-1, em função da adubação fosfatada corretiva, à lanço e incorporado, nos Campos Experimentais de Água Boa (CEAB, Fig. A, safra 2007) e Monte Cristo (CEMC, Fig. B, safra 2008) no cerrado de Roraima. Boa Vista, RR.

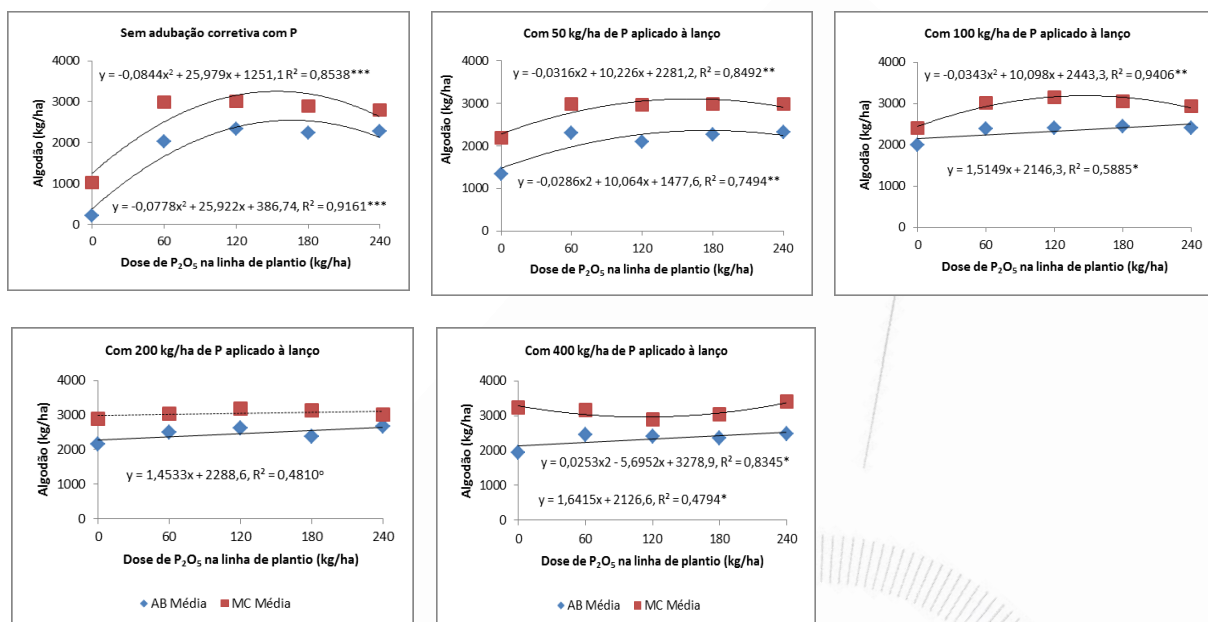


Figura 2. Produção de algodão em caroço em função de doses de fósforo na linha de plantio, em diferentes taxas de adubação de correção, em dois campos experimentais (Água Boa – AB; e Monte Cristo – MC), no cerrado de Roraima. Médias das safras 2007 e 2008.