

Foto: Silvío Ferreira



Efeito de Doses de Fertilizantes na Cultura do Algodoeiro sob Sistema Plantio Direto em Mato Grosso do Sul

Luiz Alberto Staut¹
Fernando Mendes Lamas²
Geraldo Augusto de Melo Filho³
Roberto dos Anjos Reis Júnior⁴

Com a evolução da agricultura, sobretudo daquela voltada para produção de produtos, cujo mercado externo estabelece os preços internos, é fundamental que o agricultor esteja acompanhando os avanços tecnológicos, visando elevar as produtividades. A competição econômica e globalizada na agricultura moderna, induz o cotonicultor a produzir o mais eficientemente possível.

Dentre os vários fatores de produção, a adubação racional e eficiente ocupa lugar de destaque, tanto em termos econômicos e quantitativos, como da qualidade dos produtos agrícolas. Richetti et al. (2004) concluíram que, dentre os vários fatores de produção, a adubação representa uma razoável parcela nos custos. Em Chapadão do Sul, MS, para um custo de produção de R\$5.216,14 por hectare, 18,37% do valor total é representado pela adubação; enquanto em Maracaju e Naviraí, MS, estes valores são de R\$4.581,78 e R\$3.715,72 por hectare, e o custo da adubação corresponde a 20,26% e 25,89% do total, respectivamente.

O algodoeiro é cultivado em áreas com baixa fertilidade, e também em solos trabalhados há anos com a fertilidade já corrigida, freqüentemente usando-se a mesma dose de fertilizante. Uma análise dos custos de produção em uso em diversas localidades, efetuada por Richetti et al. (2004), evidencia que, na maioria dos casos, está ocorrendo excessivo gasto com fertilizantes (NPK) notadamente nos sistemas de maior potencial produtivo. Em alguns casos, tem-se aplicado fertilizantes em doses até 35% superior à recomendada, o que, além de onerar desnecessariamente os custos de produção, pode estar contribuindo para a contaminação de recursos hídricos.

O estudo da adubação mineral do algodoeiro herbáceo vem sendo feito há bastante tempo, mas, devido às variações edafoclimáticas das regiões produtoras, estes resultados não podem ser extrapolados adequadamente.

Segundo Alcarde et al. (1989), a contribuição dos adubos no aumento da produtividade das culturas é da ordem de 30% a 50%, enquanto os demais fatores

¹ Eng. Agr., M.Sc., Embrapa Agropecuária Oeste, Caixa Postal 661, 79804-970 Dourados, MS. E-mail: staut@cpao.embrapa.br

² Eng. Agr., Dr., Embrapa Agropecuária Oeste. E-mail: lamas@cpao.embrapa.br

³ Eng. Agr., M.Sc., Embrapa Gado de Corte, Caixa Postal 154/155, 79106-000 - Campo Grande, MS. E-mail: gmelo@cnpqc.embrapa.br

⁴ Eng. Agr., Dr., Fundação Chapadão, Caixa Postal 39, 79560-000 - Chapadão do Sul, MS. E-mail: reisjr@fundacaochapadao.com.br

de produção (variedades melhoradas, sementes selecionadas, práticas culturais, controle de pragas e doenças, etc.), conjuntamente, contribuem com os 50% a 70% restantes.

De acordo com Rajj (1991), a chamada lei dos incrementos decrescente serve de base para a conceituação da dose mais econômica. A cada quantidade de fertilizante adicionada sucessivamente, corresponde um incremento na produção cada vez menor. Quando o valor do incremento em produção é exatamente igual o custo do fertilizante, atinge-se um nível de aplicação acima do qual a adubação não se traduz em retorno econômico e que corresponde à chamada dose econômica.

Muitos pesquisadores, durante os últimos anos, têm-se preocupado em orientar seus estudos no sentido de determinar, em diferentes regiões produtoras, os efeitos da adição de fertilizantes na cultura do algodoeiro, sobre a produção, características agrônomicas e tecnológicas da fibra do algodoeiro. Porém, a maioria dos trabalhos tem por objetivo identificar somente a dose que possibilita a produtividade máxima física em detrimento da máxima econômica.

Para recomendação de adubação, de forma mais adequada se faz necessário, entre outros fatores, considerar: as análises de solo e folhas, histórico da área e características da cultivar que será utilizada; principalmente se a mesma tem potencial para responder a doses maiores de fertilizantes. Com isso, pode-se diagnosticar problemas de desequilíbrios nutricionais e, assim, tem-se subsídios para recomendar corretamente a fonte e a quantidade de fertilizante, necessárias para conseguir a expressão máxima do potencial de produtividade aliada ao melhor retorno financeiro, sem que eventuais excedentes de fertilizantes comprometam o meio ambiente.

No sistema convencional, com preparo de solo, mesmo que as adubações sejam efetuadas corretamente, o solo vai perdendo a fertilidade devido, entre outros fatores, à ocorrência de perdas por erosão e lixiviação, associados a seus reflexos na qualidade ambiental. Portanto, o produtor, na tentativa de continuar produzindo eficientemente, necessita de uma contínua demanda de fertilizantes para o suprimento de nutrientes às plantas.

O Sistema Plantio Direto proporciona, principalmente na camada até 0,10 m de profundidade, alterações nos atributos químicos, físicos e biológicos do solo, em comparação ao sistema convencional. Essas alterações afetam a dinâmica dos nutrientes no solo,

favorecendo maior eficiência no aproveitamento dos mesmos, de forma a possibilitar uma diminuição nas doses de fertilizantes utilizadas. Portanto, utilizar doses de adubos que garantam maior produtividade, com o menor custo, é o que produtores de algodão devem buscar, na tentativa de garantir a sustentabilidade econômica da cultura.

Com o objetivo de estudar o efeito de doses crescentes de fertilizantes, na magnitude da resposta em produtividade, e em outras características agrônomicas do algodoeiro em Sistema Plantio Direto, foram conduzidos experimentos em Dourados, Naviraí e Chapadão do Sul, sobre palha de aveia, trigo e milho, respectivamente.

Em Chapadão do Sul e Naviraí, as doses foram: 0, 240, 300, 360, 420 e 480 kg ha⁻¹. Em Dourados, as doses foram: 0, 120, 150, 180, 210 e 240 kg ha⁻¹. A fórmula de adubo comercial utilizada foi 05-25-15 + B (0,2%) + Cu (0,4%). As cultivares utilizadas foram BRS Aroeira e DeltaOpal. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições, com parcelas subdivididas (doses na parcela e cultivares na subparcelas). As parcelas foram constituídas de quatro linhas de dez metros espaçadas de 0,90 m e as subparcelas com quatro linhas de cinco metros. A área útil foram as duas linhas centrais. Todos os tratamentos receberam 100 kg ha⁻¹ de nitrogênio e potássio, distribuídos em duas coberturas realizadas aos 20 e 30 dias após a emergência, utilizando-se como fonte a fórmula comercial 20-00-20. A semeadura foi realizada manualmente e, após o desbaste manual, a população estabelecida foi de 9 plantas m⁻¹. O controle de pragas foi realizado conforme recomendações técnicas estabelecidas para a cultura. Foram realizadas duas colheitas, sendo a primeira quando aproximadamente 60% dos capulhos estavam abertos e a segunda 20 dias após a primeira.

Utilizando-se os dados obtidos, quando foi possível, ajustou-se uma equação de regressão do tipo $y = f(x)$, em que y é a produção e x o fator de produção (insumo). O máximo de eficiência física, ou seja, o máximo de produção obtido foi estabelecido pela condição $dy/dx = 0$, quando então se determina a dose do insumo que propicia esse máximo.

O máximo de eficiência econômica é determinado quando $dy \cdot Py = dx \cdot Px$, em que Py é o preço do produto e dy é o acréscimo de produção proporcionado pelo acréscimo de uma unidade do insumo; Px é o preço do insumo e dx a unidade do insumo. Isto significa que a condição que maximiza o lucro é aquela em que o valor da unidade do insumo é igual ao valor do incremento em produção obtido pela

aplicação do insumo. Matematicamente, a condição de máximo econômico é dada por $dy/dx = Px/Py$.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, utilizando-se os níveis de significância de 1% a 5% para o teste F. Quando o efeito foi significativo para as doses de adubo, foram feitas análises de regressão utilizando-se a média das duas cultivares e este efeito foi representado por uma curva única para as duas cultivares. Em caso de significância do efeito de doses dentro de cada cultivar, foram efetuadas o desdobramento para ambas. Para comparação de médias das cultivares utilizou-se o teste de Tukey, a 5%.

A análise química do solo e os dados de rendimento de algodão em caroço, porcentagem de fibra, rendimento de pluma, peso de capulho e altura de planta referentes às cultivares DeltaOpal e BRS Aroeira em Dourados, Chapadão do Sul e Naviraí, estão nas Tabelas 1 a 4.

Em Dourados, as doses de adubo influenciaram linearmente o rendimento de algodão em caroço (Fig. 1), não sendo possível determinar aquela que proporciona a máxima eficiência econômica.

Em termos de rendimento de algodão em caroço, na média de todos os tratamentos, a cultivar DeltaOpal

superou em 377 kg ha^{-1} (10%), a BRS Aroeira (Tabela 2).

A porcentagem de fibra foi influenciada significativamente pelas doses aplicadas e também pelas cultivares ($P < 0,01$). Para a cultivar BRS Aroeira, os dados se ajustaram a uma equação quadrática ($P < 0,05$), e a dose estimada de 175 kg ha^{-1} do adubo maximiza a porcentagem de fibra. No caso da cultivar DeltaOpal, os dados se ajustaram a uma equação linear ($P < 0,05$) e a porcentagem de fibra aumentou de 44% sem adubo, para 45% com a dose de 240 kg ha^{-1} . Verifica-se que a cultivar DeltaOpal, com a média de 45%, foi superior a BRS Aroeira que atingiu o valor de 41% (Fig. 2). A diferença para porcentagem de fibra verificada entre as cultivares é devido a características genéticas das mesmas, sendo que na BRS Aroeira, por ser uma cultivar mais "rústica", o uso de doses elevadas de fertilizante deprimiu a porcentagem de fibra, enquanto para a DeltaOpal, cultivar que já tem como característica alta porcentagem de fibra e além disso é mais responsável, adubações mais generosas possibilitam maiores produtividades de fibra. Com base nesses resultados, fica claro que, dependendo do nível de tecnologia adotado e na dose de fertilizante a ser utilizada o produtor deve ficar atento na escolha da cultivar que lhe possibilitará o maior retorno.

Tabela 1. Análise química do solo, de amostras coletadas na profundidade de 0 a 0,20 m, em Dourados, Naviraí e Chapadão do Sul, MS.

Local	pH	Al	Ca	Mg	K	SB	CTC	P	V	MO
	água	$\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$					(mg dm^{-3})		(%)	(g kg^{-1})
Dourados	5,3	0,5	3,5	1,5	0,39	5,4	13,0	29,5	40	28
Naviraí	5,3	0,1	2,0	0,4	0,33	2,7	7,7	13,0	35	15
Chapadão do Sul	5,9	0,0	3,4	1,5	0,20	5,1	10,4	6,5	49	43

Al, Ca, e Mg extraídos por KCl 0,01 M; P e K extraídos por Mehlich-1; Matéria Orgânica extraída por oxidação com dicromato de potássio.

Tabela 2. Rendimento de algodão em caroço e outras características agrônômicas das cultivares BRS Aroeira e DeltaOpal, em Dourados, MS.

Cultivares	Algodão em caroço (kg ha^{-1})	Rendimento de pluma (kg ha^{-1})	Porcentagem de fibra (%)	Peso de capulho (g)	Altura de planta (m)
DeltaOpal	3593 a	1620 a	45 a	6.0 a	0,90 b
BRS Aroeira	3216 b	1321 b	41 b	6.1 a	0,95 a
CV (%)	11,9	11,6	1,5	4,6	6,1

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente entre si (Tukey, 5%).

Tabela 3. Rendimento de algodão em caroço e outras características agrônômicas das cultivares BRS Aroeira e DeltaOpal, em Chapadão do Sul, MS.

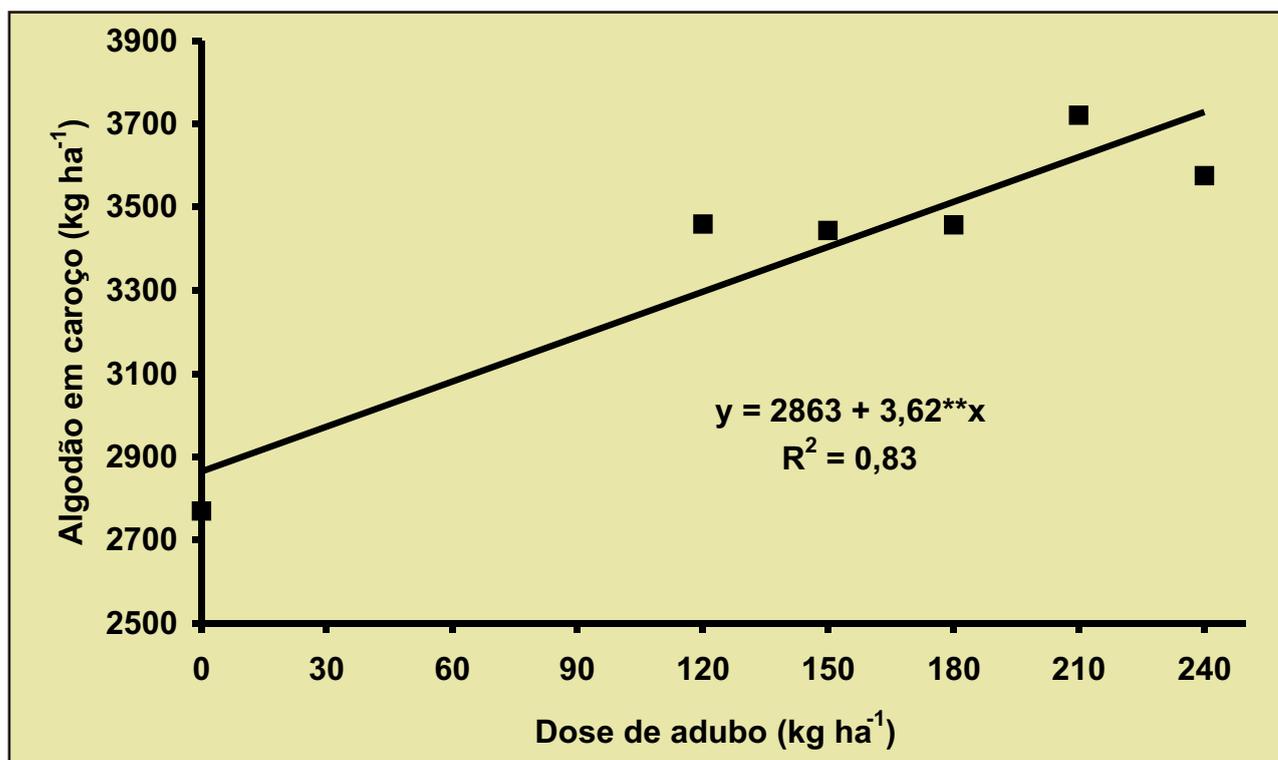
Cultivares	Algodão em caroço (kg ha ⁻¹)	Rendimento de pluma (kg ha ⁻¹)	Porcentagem de fibra (%)	Peso de capulho (g)	Altura de planta (m)
DeltaOpal	3.426 a	1.482 a	43 a	5,8 b	1,18 b
BRS Aroeira	3.612 a	1.446 a	40 b	6,4 a	1,27 a
CV (%)	9,4	9,3	1,3	3,5	5,7

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente entre si (Tukey, 5%).

Tabela 4. Rendimento de algodão em caroço e outras características agrônômicas das cultivares BRS Aroeira e DeltaOpal, em Naviraí, MS.

Cultivares	Algodão em caroço (kg ha ⁻¹)	Rendimento de pluma (kg ha ⁻¹)	Porcentagem de fibra (%)	Peso de capulho (g)	Altura de planta (m)
DeltaOpal	6164 a	2454 a	40 a	6.6 b	1,45 b
BRS Aroeira	6389 a	2331 b	37 b	7,5 a	1,59 a
CV (%)	6,6	7,2	1,7	7,6	7,9

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente entre si (Tukey, 5%).

**Fig. 1.** Rendimento de algodão em caroço, em função de doses de adubo aplicadas em Dourados, MS.

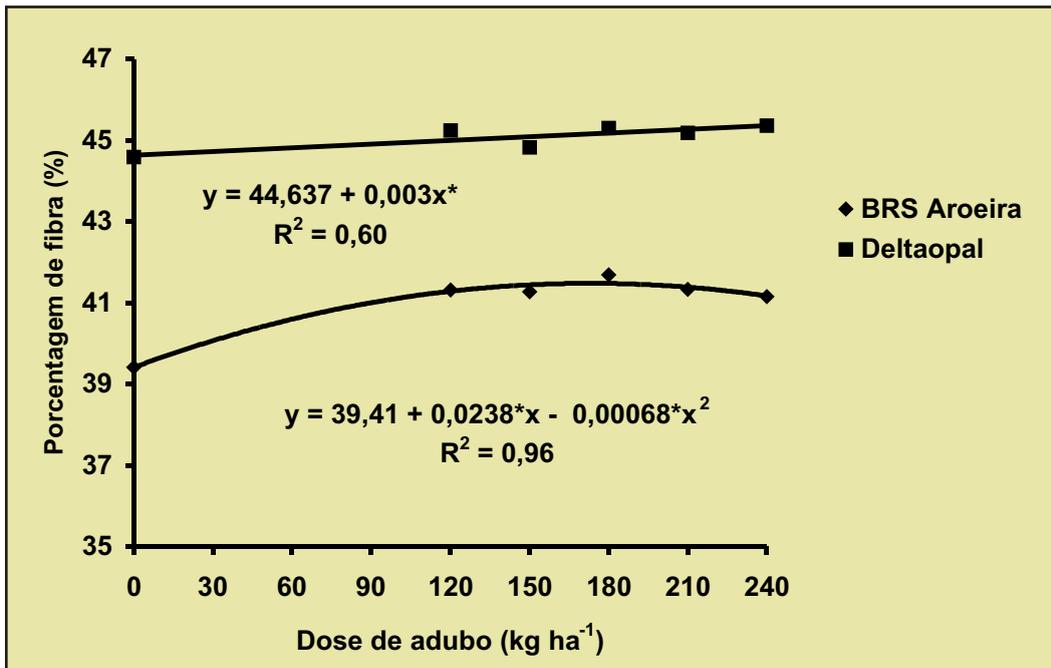


Fig. 2. Porcentagem de fibra em função das doses de adubo aplicadas em Dourados, MS.

O rendimento de pluma e o peso de capulhos foram significativamente influenciados pelas doses de adubo ($P < 0,05$ e $P < 0,01$, respectivamente), sendo que os dados se ajustaram a um modelo quadrático, com estimativa de 234 (Fig. 3) e 215 kg ha⁻¹ (Fig. 4) de adubo a ser aplicado, para a obtenção de valores máximos para estas variáveis. Para rendimento de pluma observou-se diferenças entre as cultivares, sendo que a DeltaOpal (1.620 kg ha⁻¹) superou significativamente a BRS Aroeira (1.321 kg ha⁻¹).

A altura de planta foi afetada pelas doses de adubo e pelas cultivares ($P < 0,01$). Com relação às doses, os dados obtidos para a cultivar DeltaOpal se ajustaram a

uma equação quadrática. Porém, esta não foi significativa ($P > 0,05$). Quanto à cultivar BRS Aroeira, os dados se ajustaram a uma equação linear ($P < 0,01$) e a altura de planta aumentou de 0,85 m com a dose zero para 1,01 m quando se utilizou a dose de 240 kg ha⁻¹ (Fig. 5). Verifica-se que a cultivar BRS Aroeira, com a altura média de 0,95 m, superou a cultivar DeltaOpal, que na média de todos os tratamentos atingiu a altura de 0,90 m (Tabela 2). Destaca-se que, para todas as dose e para as duas cultivares, os valores atingidos são compatíveis com a colheita mecânica a qual é realizada sem problemas com plantas atingindo até 1,30 m de altura.

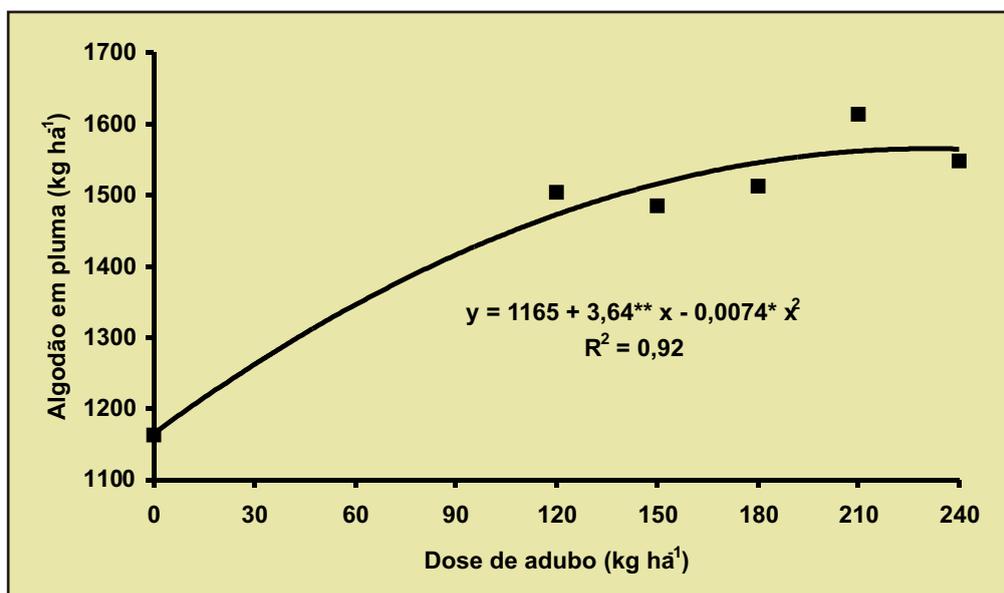


Fig. 3. Rendimento de pluma em função de doses de adubo aplicados em Dourados, MS.

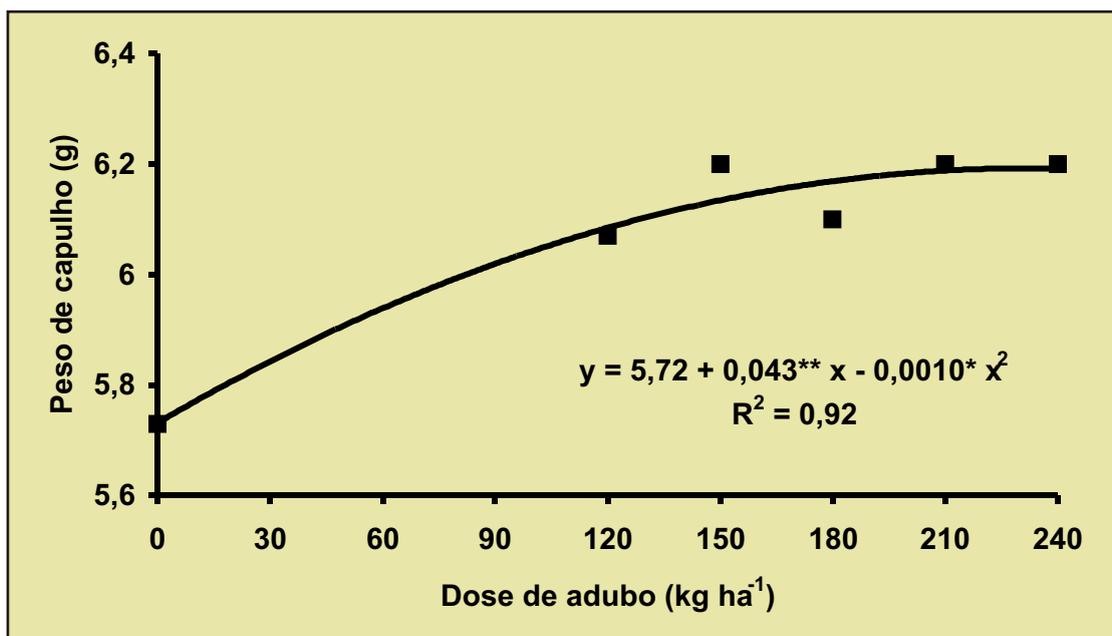


Fig. 4. Peso de capulho em função de doses de adubo aplicados em Dourados, MS.

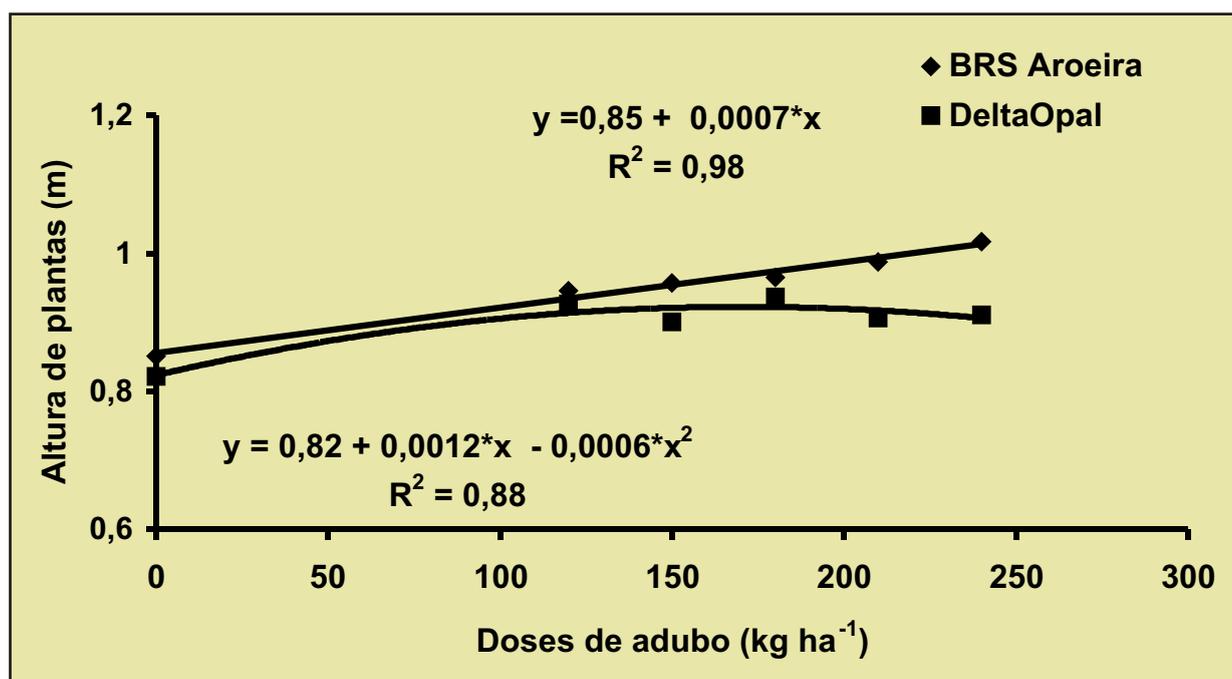


Fig. 5. Altura de planta em função de doses de adubo aplicados em Dourados, MS.

Em Chapadão do Sul, as doses de adubo influenciaram o rendimento de algodão em caroço de forma quadrática. A equação que representa a resposta das cultivares de algodão DeltaOpal e BRS Aroeira, à adubação foi: $Y = 2.654,60 + 4,3892x - 0,0043x^2$ (Fig. 6). A dose estimada que maximiza a produção foi de 510 kg ha^{-1} e a que maximiza o lucro, de 439 kg ha^{-1} . O nível de produção economicamente ótimo é de 3.753 kg ha^{-1} e o lucro máximo da atividade, considerando apenas a despesa com fertilizante, é de $\text{R\$ } 4.182,95 \text{ ha}^{-1}$.

O rendimento de pluma foi significativamente afetado pelo efeito de doses, sendo que os dados se ajustaram a uma equação linear ($P < 0,05$) (Fig. 7). O rendimento de pluma das cultivares BRS Aroeira e DeltaOpal aumentou de 1.185 kg ha^{-1} sem de adubo, para 1.589 kg ha^{-1} com a dose de 480 kg ha^{-1} .

A porcentagem de fibra, foi influenciada somente pelas cultivares ($P < 0,01$). Verifica-se que a cultivar DeltaOpal, com a média de 43%, foi superior em 3% à BRS Aroeira, que atingiu o valor de 40% (Tabela 3).

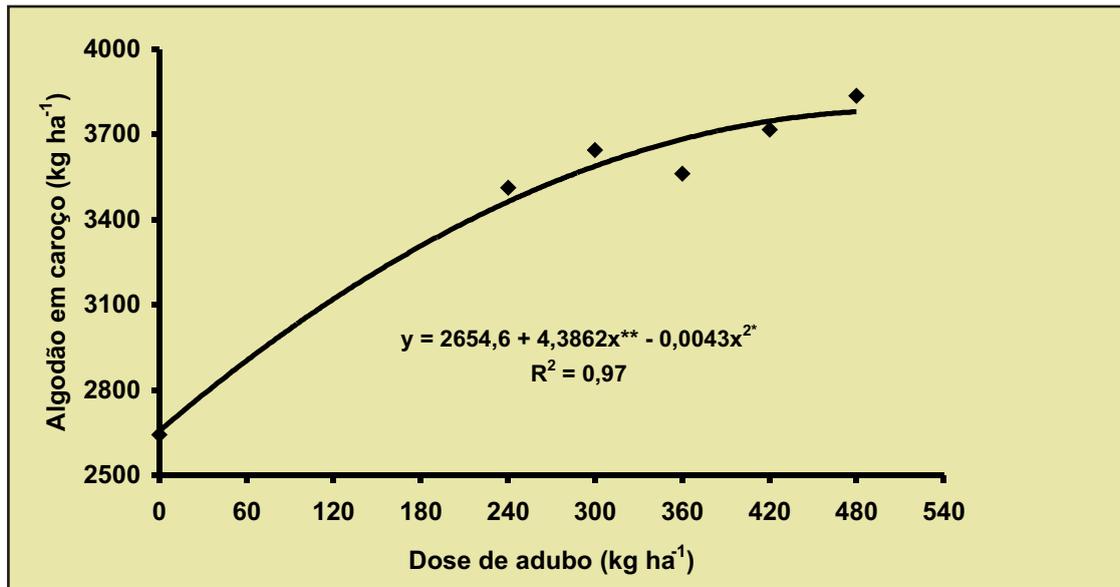


Fig. 6. Rendimento de algodão em caroço em função de doses de adubo aplicados em Chapadão do Sul, MS.

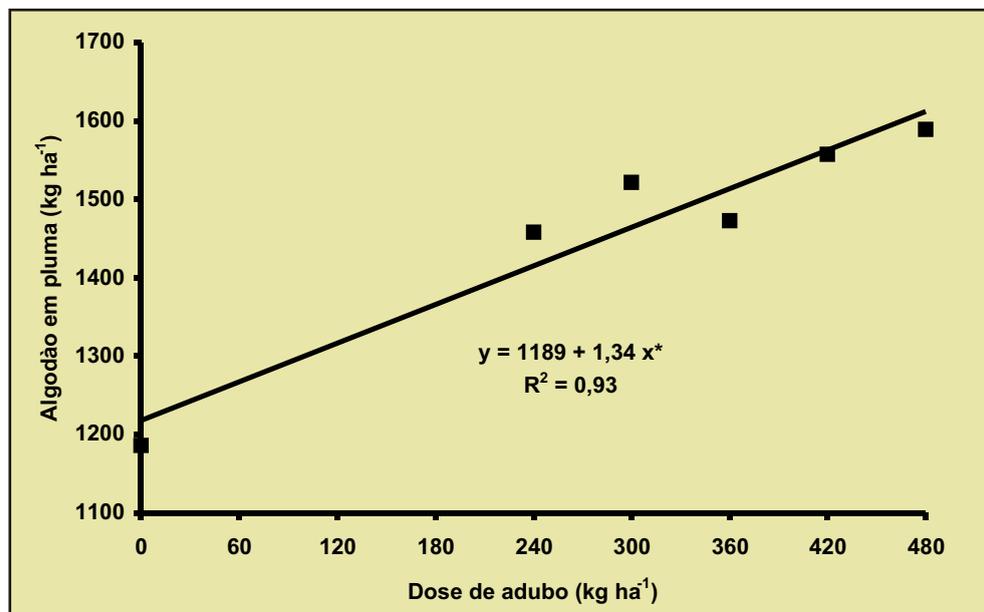


Fig. 7. Rendimento de pluma em função de doses de adubo aplicados em Chapadão do Sul, MS.

O peso de capulho foi influenciado somente pelas cultivares ($P < 0,01$). A cultivar BRS Aroeira, com o peso médio de 6,4 g por capulho, foi superior à DeltaOpal, com peso de 5,8 g (Tabela 3).

O efeito das doses de adubo e cultivares, para a variável altura de plantas foi significativo ($P < 0,01$). Com relação às doses, os dados obtidos se ajustaram a um modelo quadrático e linear, para as cultivares BRS Aroeira e DeltaOpal, respectivamente; porém estas não foram significativas a 5%. Verifica-se que a cultivar BRS Aroeira, com a altura média de 1,27 m, superou a cultivar DeltaOpal, que na média de todos os tratamentos atingiu a altura de 1,18 m. Destaca-se

que, para todas as doses e para as duas cultivares, os valores obtidos são compatíveis com a colheita mecânica.

Em Naviraí, para a produção de algodão em caroço, o efeito das doses de adubo e das cultivares não foi significativo ($P > 0,05$). Em função da grande dispersão dos dados não houve ajuste de nenhum tipo de modelo matemático que explicasse os efeitos.

A porcentagem de fibra, o rendimento de pluma e o peso de capulhos foram influenciados significativamente apenas pelas cultivares. DeltaOpal, com a média de 40% de porcentagem de fibra foi superior em 3% à BRS Aroeira que atingiu o

valor de 37% . Com um rendimento de pluma médio de 2.454 kg ha⁻¹, a cultivar DeltaOpal superou em 5% a cultivar BRS Aroeira, que produziu 2.331 kg ha⁻¹. Para peso de capulho, a cultivar BRS Aroeira com o peso médio de 7,5 g por capulho, superou significativamente a DeltaOpal com peso de 6,6 g.

A altura de planta foi afetada significativamente pelas doses de adubo e pelas cultivares (P<0,01). Com relação às doses, os dados obtidos se ajustaram a um modelo linear e quadrático, para as cultivares BRS Aroeira e DeltaOpal, respectivamente, porém as equações apresentaram nível de significância maior que 5%. A cultivar BRS Aroeira, com a altura média de 1,59 m, superou a DeltaOpal que na média de todos os tratamentos atingiu a altura de 1,45 m. Destaca-se que para todas as doses e para as duas cultivares, os valores atingidos para altura de plantas, ao contrário dos outros locais (Dourados e Chapadão do Sul), são considerados inadequados para a colheita mecânica, a qual é realizada sem problemas com plantas atingindo até 1,30 m de altura. Portanto, em Naviraí, deve-se monitorar o crescimento das plantas com maior rigor e, quando necessário, lançar mão do uso de reguladores de crescimento, para adequar a altura de planta à colheita mecânica.

Em geral, conclui-se que em Dourados todos as variáveis analisadas foram influenciada pelas doses de fertilizantes, sendo que porcentagem de pluma e peso de capulho também foram influenciados pelas cultivares. Em Naviraí, não se observou efeito das doses e nem das cultivares sobre a produção de

algodão em caroço apesar de ter sido o local onde se obteve o maior rendimento. Verificou-se somente o efeito das cultivares nas demais variáveis, à exceção da altura de plantas que respondeu tanto a doses como a cultivares, e foi o local no qual as plantas atingiram o maior valor, sendo este acima do desejável para colheita mecânica. Em Chapadão do Sul, os efeitos foram alternados, sendo que o rendimento de algodão em caroço foi influenciado exclusivamente pelas doses de fertilizante, assim como o peso de capulho se mostrou dependente somente das cultivares. Para as demais variáveis, porcentagem de pluma e altura de plantas, observou-se efeito tanto das doses como das cultivares.

Referências Bibliográficas

ALCARDE, J. C.; GUIDOLIN, J. A.; LOPES, A. S. Os adubos e a eficiência das adubações. São Paulo, ANDA, 1989. 35p. (Boletim Técnico, 3).

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo: Agronômica Ceres, Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e Fosfato, 1991. 341p.

RICHETTI, A.; MELO FILHO, G. A. de; LAMAS, F. M.; STAUT, L. A.; FABRICIO, A. C. Estimativa do custo de produção de algodão, safra 2004/05, para Mato Grosso do Sul e Mato Grosso. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2004. p. 16. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado Técnico, 91).

Comunicado Técnico, 104

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento



Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

Embrapa Agropecuária Oeste

Endereço: BR 163, km 253,6 - Caixa Postal 661
79804-970 Dourados, MS

Fone: (67) 425-5122

Fax: (67) 425-0811

E-mail: sac@cpao.embrapa.br

1ª edição

1ª impressão (2005): online

Comitê de Publicações

Presidente: Renato Roscoe

Secretário-Executivo: Edvaldo Sagrilo

Membros: André Luiz Melhorança, Clarice Zanoni Fontes, Eli de Lourdes Vasconcelos, Fernando Mendes Lamas, Vicente de Paulo Macedo Gontijo e Walder Antonio de Albuquerque.

Expediente

Supervisão editorial: Eliete do Nascimento Ferreira

Revisão de texto: Eliete do Nascimento Ferreira

Editoração eletrônica: Eliete do Nascimento Ferreira.

Normalização bibliográfica: Eli de Lourdes Vasconcelos.

Porte Pago
DR/MS
Contrato ECT/EMBRAPA
nº 029/2000

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
BR 163, km 253,6 - Trecho Dourados-Caarapó
Caixa Postal 661 - 79804-970 Dourados, MS
Telefone (67) 425-5122 Fax (67) 425-0811
www.cpa.embrapa.br
sac@cpao.embrapa.br



**Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento**



IMPRESSO