



## ADUBAÇÃO NPK DO ALGODOEIRO ADENSADO DE SAFRINHA NO CERRADO DE GOIÁS\*

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:** Esse estudo foi realizado com dois experimentos de campo conduzidos na safra 2009/10 com o objetivo de definir doses e níveis de adubação NPK para o algodão de safrinha adensado, nas condições do Cerrado de Goiás. O primeiro experimento constou de um fatorial NPK 3x3x3+3 resultante da combinação de três doses de nitrogênio (40, 80 e 120 kg/ha de N), três doses de fósforo (30, 60 e 90 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e três doses de potássio (40, 80 e 120 kg/ha de K<sub>2</sub>O), mais três tratamentos adicionais (0-0-0 N-P-K, 60-60-60 N-P-K, e 60-0-60 N-P-K). O outro experimento foi disposto no campo em esquema fatorial 4x4: 4 densidades de plantas (8, 10, 12 e 14 plantas por metro) e 4 níveis de adubação NPK (50, 75, 100 e 125 % da adubação recomendada para a cultura de algodão safra). Utilizou-se delineamento de blocos ao acaso com 4 repetições. Concluiu-se que: 1) Não há influência de população de plantas na resposta da cultura à adubação; e 2) A adubação de manutenção com 60 a 90 kg/ha de N, 60 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 60 kg/ha de K<sub>2</sub>O garantem produtividade de até 3.500 kg/ha de algodão em caroço, em solos com a fertilidade corrigida.

**Palavras-chave:** *Gossypium hirsutum*; Nitrogênio, Potássio, Fósforo.

### INTRODUÇÃO

Diante da forte dependência brasileira da importação de fertilizantes, acarretando em aumento do custo de produção das culturas, o uso eficiente dos fertilizantes é essencial e estratégico para a obtenção de produtividade máxima econômica das culturas e para minimizar as perdas de nutrientes para o ambiente. As pesquisas com manejo da adubação do algodoeiro cultivado na primeira safra já são abundantes no Cerrado e têm permitido aprimorar as recomendações de adubação (ZANCANARO; TESSARO, 2006; CARVALHO et al., 2007, 2008). Contudo, os estudos com adubação do algodoeiro adensado de segunda safra, ou safrinha, ainda são escassos no Brasil. No setor produtivo tem sido comum a recomendação de metade da dose de nutrientes aplicados no algodão convencional de safra, sem que haja um critério técnico estabelecido. Desse modo, para o sistema de produção de algodoeiro de safrinha com cultivo adensado há carência de critérios para se definir quantidades de nutrientes a serem aplicados, considerando a fertilidade do solo, os níveis de produtividade alcançados nesse sistema e as quantidades exportadas de nutrientes. Sabe-se que a produtividade do algodoeiro de

<sup>1</sup> \*Apoio financeiro: Embrapa, FIALGO e Fundação Goiás

safrinha deverá ser influenciada, dentre outros fatores, pela disponibilidade de água, que por sua vez afeta a absorção de nutrientes pela planta. Assim, o investimento em fertilizantes deve ser ajustado ao potencial produtivo da cultura nesse sistema de produção.

O objetivo desse trabalho foi definir doses e níveis de adubação NPK para o algodão de safrinha adensado, nas condições do Cerrado de Goiás, em função da fertilidade do solo, da expectativa de produtividade, da população de plantas e das quantidades exportadas desses nutrientes.

## METODOLOGIA

Esse estudo foi conduzido em condições de campo na safra 2009/2010, na Fazenda Vargem Grande, município de Montividiu (51°27'16" W e 17° 22' 53" S). Foram conduzidos dois experimentos, nos quais o algodoeiro foi cultivado em safrinha, após a colheita da soja, sob Sistema Plantio Direto (SPD). Antes da instalação dos experimentos, 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 mostrados na Tabela 1 indicaram se tratar de um solo com a fertilidade corrigida, com teores adequados a altos de nutrientes.

O primeiro experimento foi formado de um fatorial NPK 3x3x3+3 resultante da combinação de três doses de nitrogênio (40, 80 e 120 kg/ha de N), três doses de fósforo (30, 60 e 90 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e três doses de potássio (40, 80 e 120 kg/ha de K<sub>2</sub>O), mais três tratamentos adicionais (testemunha absoluta = 0-0-0 N-P-K; 60-60-60 N-P-K, que são as doses que têm sido usadas pelos agricultores; e 60-0-60 N-P-K). Os tratamentos foram dispostos no campo em delineamento de blocos ao acaso com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por 6 linhas de 5 m de comprimento com espaçamento 0,45 m, utilizando-se as quatro linhas centrais como área útil. A semeadura foi realizada em 23/01/2010, utilizando-se sementes da cultivar BRS 293, buscando-se a germinação de 12 plantas por metro. No sulco de semeadura foi fornecido todo o fósforo (em função dos tratamentos), 20 kg/ha de N e 40 kg/ha de K<sub>2</sub>O, utilizando as fontes superfosfato triplo, sulfato de amônio e cloreto de potássio, respectivamente. O restante do N e do K, de acordo com os tratamentos, foi aplicado em uma única adubação de cobertura, em 04/03/2010, com uréia e cloreto de potássio.

O segundo experimento foi disposto no campo em esquema fatorial 4x4, totalizando 16 tratamentos resultantes da combinação de quatro densidades de plantas (8, 10, 12 e 14 plantas por metro) e quatro níveis de adubação NPK (50, 75, 100 e 125 % da adubação recomendada para a cultura de algodão de primeira safra). As doses de NPK recomendadas para o algodoeiro de primeira

safrina e consideradas como 100% nesse experimento, para a produtividade esperada em torno de 5.000 kg/ha de algodão em caroço, foram: 100 kg/ha de N, 100 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 120 kg/ha de K<sub>2</sub>O. O delineamento usado foi de blocos ao acaso com 4 repetições. As parcelas foram constituídas por 10 linhas de algodão por 6 m de comprimento, das quais foram usadas as 4 linhas centrais como área útil. A semeadura do algodoeiro foi realizada manualmente em 23/01/2010, com a cultivar BRS 293, em espaçamento 0,45 m entre linhas, buscando-se a germinação de 20 plantas por metro. No sulco de semeadura foi fornecido todo o fósforo (em função dos tratamentos), 20 kg/ha de N e 60 kg/ha de K<sub>2</sub>O, utilizando as fontes superfosfato triplo, sulfato de amônio e cloreto de potássio, respectivamente. Em 04/03/2010 foi feito o desbaste com o objetivo de se obter as densidades de plantas desejadas, em função dos tratamentos. A seguir, realizou-se a única adubação de cobertura com o restante do N e do K, conforme os tratamentos, utilizando-se uréia e cloreto de potássio, os quais foram aplicados manualmente em faixa a cerca de 10 cm da linha de plantio.

As variáveis avaliadas foram: análise de macronutrientes nas folhas, coletadas em pleno florescimento; stand final; altura final de plantas; peso médio de um capulho; número médio de capulhos por planta; produtividade de algodão em caroço; rendimento de fibra; produtividade de algodão em pluma e características tecnológicas de fibra. As amostras de caroço de algodão foram analisadas quimicamente para se determinar as quantidades de N, P e K exportadas do sistema. Os resultados obtidos foram analisados estatisticamente por meio da análise de variância (teste F; Pr<0,05) e análise de regressão.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das variáveis de produção e do estado nutricional do algodoeiro, em função de doses de NPK no algodoeiro cultivado na safrinha encontram-se na Tabela 2. A análise de variância não detectou interação entre os fatores avaliados nas condições desse estudo e, considerando os efeitos isolados, apenas a adubação nitrogenada teve efeito significativo, provocando o aumento da produtividade de algodão e da altura das plantas, mas diminuindo a porcentagem de fibra.

Os teores de P e K determinados na análise do solo antes da instalação dos experimentos (Tabela 1), foram 16 mg/dm<sup>3</sup> e 162 mg/dm<sup>3</sup>, respectivamente, na camada 0-20 cm de profundidade, ou seja, trata-se de solo com a fertilidade corrigida para esses nutrientes. Nessas condições, os estudos conduzidos pela Embrapa no estado de Goiás tem demonstrado que, de fato, não ocorre resposta à adubação com P e K no primeiro ano, uma vez que as plantas utilizam os nutrientes da reserva do solo; porém, sistematicamente tem ocorrido resposta à adubação nitrogenada, em quantidades que

variam em função do patamar de produtividade alcançado, da cultura antecedente ao algodoeiro, do sistema de manejo adotado e do teor de matéria orgânica do solo.

Quando a análise de solo para os nutrientes P e K indicam teores adequados para a maioria das culturas cultivadas no Cerrado, incluindo o algodão, recomenda-se que a adubação de manutenção tenha o objetivo de repor as quantidades exportadas pela colheita, efetuando-se as devidas correções da eficiência, que não é 100%. Sendo assim, é importante determinar as quantidades de nutrientes exportadas na colheita do algodão. Na Tabela 3 são apresentados os teores de N, P e K no caroço e as quantidades exportadas. O aumento da dose de N na adubação aumentou a concentração de N no caroço do algodão e, conseqüentemente, a quantidade exportada. É fato conhecido que altas doses de N aumentam a massa de caroço de algodão, diminuindo o rendimento de fibra, e esse é um dos fatores que devem ser considerados para a recomendação da dose de N a ser aplicada. Os teores médios de N, P e K no caroço foram 46, 6 e 20 g/kg, respectivamente, e as quantidades exportadas de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O foram 94, 30 e 49 kg/ha, respectivamente. Sendo assim, para a média de produtividade alcançada (3.414 kg/ha), seria necessário repor, pelo menos, essas quantidades de NPK por meio da adubação. No entanto, para o cálculo das quantidades de fertilizantes a serem aplicadas, é preciso considerar a eficiência da adubação que, em média, varia de 50% a 70% para N, 30% a 50% para P e 60% a 90% para K, dependendo das práticas de manejo. Assim, para as condições de safrinha, onde a produtividade esperada é de no máximo 3.500 kg/ha, a aplicação de 60 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 60 kg/ha de K<sub>2</sub>O estaria adequada para as condições de solo com teores adequados e altos de P e K. Já para o N, a melhor dose vai depender de outros fatores que condicionam a resposta do algodoeiro à adubação com esse nutriente, já que a maior parte do N absorvido pelas plantas é fornecida pela matéria orgânica do solo; porém, como a quantidade exportada foi, em média, 94 kg/ha de N, a aplicação anual de doses abaixo desse valor resulta em balanço negativo de N no sistema, podendo levar à redução do teor de matéria orgânica do solo com o tempo.

Na Tabela 4 são apresentados os resultados das variáveis de produção e os teores de macronutrientes na folha do algodoeiro, em função de níveis de adubação NPK e densidade de plantas. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, da qual foi possível concluir que não houve interação entre os fatores níveis de adubação NPK e densidade de plantas (Tabela 4), indicando que a resposta da cultura à adubação não depende da densidade de plantas, mas do estado da fertilidade do solo e do potencial de produtividade. Também não houve efeito dos fatores isolados na produtividade de algodão; ou seja, o menor nível de adubação N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O aplicado (60-50-60) foi suficiente para o patamar de produtividade alcançado naquelas condições, cuja média foi 3.617 kg/ha

de algodão em caroço. No entanto, maiores doses de NPK implicaram em aumento da altura de plantas, o que não é desejável para o algodão cultivado em safrinha por dificultar a colheita.

## CONCLUSÕES

O planejamento da adubação do algodão de safrinha adensado deve usar os mesmos princípios usados na safra, ou seja, considerar a análise de solo, a expectativa de produtividade e as quantidades exportadas na colheita.

Não há influência da população de plantas na resposta da cultura à adubação.

Devido ao risco climático do algodoeiro cultivado em safrinha, recomenda-se planejar a adubação considerando uma produtividade de até 3.500 kg/ha. Nessas condições, é suficiente uma adubação de manutenção com 60 a 90 kg/ha de N, dependendo das condições de resposta a N, 60 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 60 kg/ha de K<sub>2</sub>O, em solos com a fertilidade corrigida.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARVALHO, M. C. S.; FERREIRA, G. B.; CARVALHO, O. S.; SILVA, O. R. R. F. da; MEDEIROS, J. C. Nutrição, calagem e adubação. In: BELTRÃO, N. E. de M.; AZEVEDO, D. M. P. de. (Ed.). **O Agronegócio do Algodão no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. v. 2, cap. 23, p. 679-789.

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.

ZANCANARO, L.; TESSARO, L. Calagem e adubação. In: **ALGODÃO: pesquisa e resultados para o campo**. Cuiabá: FACUAL, 2006. p. 56-81.

**Tabela 1** - Resultados da análise de solo, nas camadas 0-20 cm e 20-40 cm de profundidade, antes da instalação dos experimentos. Montividiu, Goiás, safra 2009/2010.

M.O.	pH	P (Mehl.)	K <sup>+</sup>	S	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>	mg/dm <sup>3</sup>	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>			cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	%	mg/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>
Camada 0 - 20 cm													
44	5,1	16,3	162	8	4,1	1,0	0,1	10,7	51,4	0,47	2,9	26,4	10,3
Camada 20 - 40 cm													
35	5,1	2,1	132	37	2,9	0,7	0,0	8,3	47,2	0,44	1,5	13,9	3,9

**Tabela 2** – Variáveis de produção e teores de N, P e K nas folhas do algodoeiro (cv BRS293) cultivado em safrinha e adensado, em função de doses de NPK aplicados no solo. Montividiu, safra 2009/2010.

Tratamentos	Stand	Altura cm	Ncap	Pcap g	A.caroço kg/ha	Fibra %	Pluma kg/ha	N	P	K
								----- g/kg -----		
<b>Efeito geral de doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (kg/ha)</b>										
30	10,8	85,3	4,7	5,7	3.406	41,1	1.398	44,7	2,6	24,3
60	10,8	86,7	4,5	5,7	3.415	41,1	1.401	45,1	2,7	24,6
90	11,2	88,1	4,7	5,5	3.510	41,4	1.452	44,5	2,8	25,4
Teste F (Pr>F)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<b>Efeito geral de doses de N (kg/ha)</b>										
40	11,0	82,9	4,6	5,7	3.312	41,5	1.374	43,6	2,5	24,6
80	10,9	87,7	4,7	5,5	3.458	41,0	1.417	45,1	2,7	25,0
120	10,9	89,5	4,5	5,7	3.561	41,0	1.461	45,5	2,8	24,7
Teste F (Pr>F)	ns	<0,01	ns	ns	<0,05	<0,05	<0,05	ns	<0,01	ns
<b>Efeito geral de doses de K<sub>2</sub>O (kg/ha)</b>										
40	11,0	86,4	4,7	5,8	3.488	40,9	1.425	44,1	2,6	25,2
80	11,0	85,8	4,7	5,6	3.425	41,2	1.412	44,4	2,7	24,8
120	10,8	87,9	4,5	5,5	3.418	41,4	1.414	45,7	2,8	24,4
Teste F (Pr>F)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<b>Tratamentos adicionais</b>										
N0-P0-K0	13,1	74,8	4,3	6,3	3.161	41,8	1.320	42,9	2,5	21,7
N60-P0-K60	10,8	80,3	4,4	5,4	3.318	40,8	1.354	45,5	2,8	25,4
N60-P60-K60	10,5	85,3	5,1	6,1	3.501	41,0	1.437	45,5	3,1	25,8
C.V.(%)	15,44	9,42	17,2	11,8	10,35	2,03	10,15	6,69	13,0	21,0

Ncap = número de capulhos, Pcap = peso de um capulho, A.caroço = produtividade de algodão em caroço, Pluma = produtividade pluma

**Tabela 3** – Teores de N, P e K no caroço e quantidades exportadas desses nutrientes na colheita do algodão, cultivado na safrinha após soja em sistema adensado. Montividiu, safra 2009/2010.

Tratamentos	Caroço	Teor no caroço			Total exportado		
		N	P	K	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
	kg/ha	g/kg			kg/ha		
<b>Efeito geral de doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (kg/ha)</b>							
30	2.008	47,5	6,3	20,0	95,6	29,4	48,6
60	2.013	45,7	6,6	19,9	92,1	30,6	48,4
90	2.057	45,8	6,4	20,0	94,0	30,1	49,5
Teste F (Pr>F)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<b>Efeito geral de doses de N (kg/ha)</b>							
40	1.937	44,2	6,3	20,0	85,9	28,2	46,6
80	2.041	47,4	6,5	19,9	96,3	30,6	48,9
120	2.100	47,4	6,5	20,1	99,8	31,3	51,1
Teste F (Pr>F)	<0,05	<0,05	ns	ns	<0,05	ns	<0,05
<b>Efeito geral de doses de K<sub>2</sub>O (kg/ha)</b>							
40	2.062	46,0	6,4	20,1	94,9	30,3	50,1
80	2.013	45,5	6,2	19,8	91,5	28,9	48,0
120	2.003	47,6	6,7	20,0	95,4	31,0	48,3
Teste F (Pr>F)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	10,71	14,4	16,1	6,71	17,5	21,27	12,27

**Tabela 4** – Variáveis de produção e teores de nutrientes nas folhas do algodoeiro cultivado em safrinha e adensado, em função de níveis de NPK e densidade de plantas. Montividiu, safra 2009/2010.

Níveis de NPK	Densidade	Altura	Ncap	Pcap	A.carçoço	Fibra	Pluma	N	P	K	Ca	Mg	S
% (N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O)	plantas/m	cm		g	kg/ha	%	kg/ha	----- g/kg -----					
50 (60-50-60)	8	87,2	7,2	5,6	3.567	42,4	1.512	43,8	2,7	30,3	25,4	4,5	4,0
	10	84,6	6,3	5,1	3.513	41,8	1.468	41,4	2,4	28,1	21,3	4,0	3,3
	12	88,3	6,1	5,4	3.556	41,9	1.491	45,4	2,6	28,2	25,3	4,6	3,7
	14	87,3	5,8	5,5	3.554	42,1	1.497	46,8	2,5	24,0	23,8	4,4	4,0
	<i>Média</i>	<i>86,8</i>	<i>6,3</i>	<i>5,4</i>	<i>3.547</i>	<i>42,1</i>	<i>1.492</i>	<i>44,4</i>	<i>2,6</i>	<i>27,7</i>	<i>24,0</i>	<i>4,4</i>	<i>3,7</i>
75 (90-75-90)	8	89,0	7,3	5,5	3.435	42,4	1.455	50,1	2,6	27,3	26,4	5,2	3,6
	10	90,3	6,2	5,6	3.632	42,7	1.550	49,6	2,6	29,4	23,1	5,2	3,6
	12	87,1	7,1	5,5	3.764	43,1	1.621	45,7	2,6	29,2	25,1	4,8	3,1
	14	89,5	7,0	5,4	3.452	42,3	1.461	47,6	2,5	28,7	22,5	4,5	3,3
	<i>Média</i>	<i>89,0</i>	<i>6,9</i>	<i>5,5</i>	<i>3.571</i>	<i>42,6</i>	<i>1.522</i>	<i>48,2</i>	<i>2,6</i>	<i>28,7</i>	<i>24,3</i>	<i>4,9</i>	<i>3,4</i>
100 (120-100-120)	8	87,2	7,3	5,6	3.549	42,7	1.517	50,3	2,7	26,9	21,8	4,2	3,9
	10	94,5	6,0	5,6	3.731	42,0	1.569	48,3	2,7	28,9	24,8	4,3	3,5
	12	96,5	7,2	5,4	3.664	42,8	1.570	51,8	2,6	28,7	22,9	4,4	3,4
	14	98,0	7,0	5,6	3.634	42,1	1.531	46,9	2,9	25,3	24,2	4,5	3,9
	<i>Média</i>	<i>94,0</i>	<i>6,8</i>	<i>5,6</i>	<i>3.644</i>	<i>42,4</i>	<i>1.547</i>	<i>49,3</i>	<i>2,7</i>	<i>27,4</i>	<i>23,4</i>	<i>4,3</i>	<i>3,7</i>
125 (150-125-150)	8	95,9	7,3	5,7	3.766	42,3	1.590	45,9	2,7	28,4	22,0	4,2	3,9
	10	91,6	7,2	5,4	3.606	42,7	1.540	47,8	2,9	27,4	23,6	4,7	3,5
	12	95,5	6,1	5,8	3.636	42,2	1.536	50,7	2,7	30,3	23,5	5,4	3,4
	14	90,6	5,7	5,8	3.805	42,3	1.614	47,6	2,7	28,1	24,1	4,7	3,5
	<i>Média</i>	<i>93,4</i>	<i>6,6</i>	<i>5,7</i>	<i>3.704</i>	<i>42,4</i>	<i>1.570</i>	<i>48,0</i>	<i>2,7</i>	<i>28,6</i>	<i>23,3</i>	<i>4,7</i>	<i>3,6</i>
<i>C. V. (%)</i>		<i>6,06</i>	<i>5,27</i>	<i>6,58</i>	<i>6,58</i>	<i>1,87</i>	<i>6,60</i>	<i>7,42</i>	<i>14,3</i>	<i>14,64</i>	<i>11,53</i>	<i>14,96</i>	<i>13,80</i>

Ncap = número de capulhos por planta; Pcap = peso médio de 1 capulho; Prod = produtividade de algodão em carçoço; Pluma = produtividade pluma