



XXIX Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas  
XIII Reunião Brasileira sobre Micorrizas  
XI Simpósio Brasileiro de Microbiologia do Solo  
VIII Reunião Brasileira de Biologia do Solo  
Guarapari – ES, Brasil, 13 a 17 de setembro de 2010.  
Centro de Convenções do SESC

## Efeito imediato e residual da adubação com cobre na cultura do algodão

**Maria da Conceição Santana Carvalho<sup>(1)</sup> & Alexandre Cunha de Barcellos Ferreira<sup>(2)</sup>**

Pesquisadora Embrapa Arroz e Feijão, CP 179, CEP: 75375-000, Santo Antônio de Goiás, GO, e-mail: [conceicao@cnpaf.embrapa.br](mailto:conceicao@cnpaf.embrapa.br). (2) Pesquisador Embrapa Algodão, CP 714, CEP: 74001-970, Goiânia, GO, email: [acunha@cnpa.embrapa.br](mailto:acunha@cnpa.embrapa.br)

**RESUMO** – O uso de fertilizantes contendo micronutrientes na cultura do algodoeiro tem se tornado rotina no Brasil, embora haja escassez de resultados de pesquisa para auxiliar os produtores na tomada de decisão. Com o objetivo de avaliar o efeito imediato e residual da aplicação de doses de cobre (Cu) a a lanço e incorporado no solo, conduziu-se um experimento de campo nas safras 2003/04 e 2004/05, em Santa Helena de Goiás. O teor de Cu medido no solo antes da calagem (pH  $\text{CaCl}_2 = 5,4$ ) foi  $2,3 \text{ mg dm}^{-3}$  (Mehlich 1). Os tratamentos foram oito doses de Cu (0; 2,5; 5; 10; 15; 20; 25; e  $30 \text{ kg ha}^{-1}$ ), aplicado a lanço e incorporado, em delineamento de blocos ao acaso com 4 repetições. A fonte usada foi sulfato de cobre. Não houve resposta do algodoeiro aos tratamentos aplicados, em dois cultivos consecutivos. A adubação corretiva com zinco apresentou efeito residual, demonstrado pelo aumento dos teores de Zn no solo até o segundo ano agrícola. A análise de solo por meio do extrator Mehlich-1 foi eficiente para detectar alterações na disponibilidade de Cu no solo.

**Palavras-chave:** *Gossypium hirsutum*, adubação, micronutrientes, Cerrado.

**INTRODUÇÃO** - Os micronutrientes são tão importantes para a nutrição e produtividade do algodoeiro quanto os macronutrientes, embora sejam exigidos em menores quantidades. Nos últimos anos, o uso de fertilizantes contendo micronutrientes na cultura do algodão tem se tornado rotina no Brasil devido, principalmente, ao fato de que a maior parte da área plantada está localizada na região dos Cerrados, aonde a maioria dos solos é pobre em micronutrientes (LOPES, 1984).

O cobre é ativador de enzimas, atuando na síntese de aminoácidos, proteínas, óleos e ceras; tem importante papel na fotossíntese, por meio do efeito

sobre a formação da clorofila, dentre outras funções (MARCHNER, 1995). Devido à sua baixa mobilidade na planta, os sintomas de deficiência desse nutriente aparecem nas folhas novas, caracterizados por clorose, reticulado fino e nervuras tortas e salientes (FUNDAÇÃO MT, 2001; PASSOS, 1980).

A pobreza no solo é a principal causa de deficiência de Cu, porém o total presente no solo não indica, necessariamente, a quantidade disponível. Dentre os fatores que influenciam a disponibilidade de Cu, o pH do solo é um dos mais importantes (MORTVEDT et al., 1991) e a calagem em solos ácidos pode reduzir a disponibilidade desse nutriente para as plantas.

Nos sistemas de produção que incluem a cultura do algodão no Cerrado, são escassos os trabalhos de pesquisa com cobre, sobretudo envolvendo a avaliação do possível efeito residual, havendo necessidade de pesquisas em condições de campo para gerar mais informações e auxiliar o produtor na tomada de decisão. Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito imediato e residual da aplicação de doses corretivas de cobre em solo de Cerrado, após calagem, na cultura do algodoeiro.

**MATERIAL E MÉTODOS** - O estudo foi conduzido na área experimental da Fundação Goiás/Embrapa Algodão, nas safras 2003/2004 e 2004/2005. Nos últimos cinco anteriores a área esteve ocupada com pastagem de braquiário (*Brachiaria brizantha*). Antes da instalação do experimento, em agosto de 2003, realizou-se a análise química do solo, classificado como Latossolo vermelho argiloso, cujos resultados são apresentados na Tabela 1. Após a amostragem do solo, foi feita calagem na área com a aplicação de  $2.000 \text{ kg ha}^{-1}$  de calcário dolomítico (PRNT 80%), seguido de incorporação a 20 cm de

profundidade, visando elevar a saturação por bases do solo nesta camada para 65%.

O experimento foi instalado na safra 2003/2004 e constou de oito tratamentos correspondentes a oito doses de cobre (0; 2,5; 5; 10; 15; 20; 25; e 30 kg ha<sup>-1</sup> de Cu) em delineamento de blocos ao acaso com 4 repetições. As parcelas possuíam 42 m<sup>2</sup> (6 m x 7 m), comportando 6 linhas de algodão com 7 m de comprimento, das quais foram consideradas como área útil as 4 linhas centrais, descartando-se 1,0 m das extremidades. A fonte de cobre utilizada foi sulfato de cobre (24 % de Cu), cujas quantidades equivalentes às doses testadas, em cada parcela, foram misturadas com 500 dm<sup>3</sup> de areia lavada para facilitar a distribuição manualmente a lanço, em área total. Após a distribuição, o fertilizante foi incorporado com grade niveladora. A semeadura do algodão foi realizada logo em seguida, em 10/12/2003, com semeadora-adubadora utilizando-se 12 sementes por metro da cultivar BRS Aroeira, em espaçamento de 0,90 m entre linhas. A adubação no sulco de semeadura foi com 450 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 4-30-10 (NPK) + 0,5% Zn + 0,2% B. Realizaram-se duas adubações em cobertura: a primeira aos 20 dias após a emergência (DAE), com 200 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 20-0-20 (N-P-K); e a segunda aos 45 DAE, com 250 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de amônio. A colheita foi realizada manualmente em 26/05/2004, coletando-se todos os capulhos na área útil.

Na safra 2004/2005 foi avaliado o efeito residual das doses aplicadas em 2003, realizando-se o segundo cultivo do algodoeiro nas mesmas parcelas, sem aplicação de cobre. Realizou-se a semeadura do algodão em 17/12/2004 com a cultivar BRS Ipê e adubação com 450 kg ha<sup>-1</sup> de 4-30-10 (N-P-K) + 0,5% Zn + 0,2% B. Realizaram-se, também, duas adubações em cobertura: a primeira aos 24 DAE com 300 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 18-0-20 (N-P-K); e a segunda aos 48 DAE com 250 kg ha<sup>-1</sup> do mesmo fertilizante. A colheita foi realizada em 29/05/2005, usando-se o mesmo procedimento da safra 2003/2004.

Nas duas safras agrícolas, realizaram-se as seguintes avaliações: teor de Cu no solo na camada 0-20 cm, após a colheita; teor de Cu nas folhas diagnósticas; altura final de plantas; peso médio de um capulho; número médio de capulhos por planta; porcentagem de fibra; produtividade de algodão em caroço e de algodão em pluma. Os resultados foram analisados estatisticamente por meio da análise de variância (teste F) e análise de regressão para doses.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO** - Nas duas safras avaliadas a produtividade de algodão não foi influenciada pelas doses de cobre (Tabelas 2 e 3); também não houve efeito sobre altura de plantas, massa de capulho, número de capulhos por planta e

rendimento de fibra. Os teores de Cu na folha encontram-se dentro da faixa dos teores observados em lavouras de algodão de alta produtividade no cerrado (5 a 15 mg kg<sup>-1</sup>, de acordo com Malavolta, 2002 e Yamada et al., 1999), inclusive no tratamento sem adubação com esse nutriente. A variação nos teores médios de Cu foliar entre as duas safras (8,4 mg kg<sup>-1</sup> na safra 2003/2004 e 11 mg kg<sup>-1</sup> na safra 2004/2005) deve estar associada com a cultivar do algodoeiro, uma vez que não houve correlação significativa com o teor de Cu no solo (Tabelas 2 e 3).

Nota-se que o teor de Cu no solo foi a única variável influenciada pela aplicação desse nutriente no solo, o qual aumentou linearmente com a dose aplicada (Tabelas 2 e 3), indicando que o extrator usado (Melhich-1) foi eficiente para estimar a sua disponibilidade no solo. Os maiores valores foram medidos no final da safra 2004/2005 (Tabela 3) devido, provavelmente, a alteração no pH do solo.

O fato é que, independentemente da calagem realizada, a cultura do algodão não respondeu à adubação com esse micronutriente para as condições avaliadas (teor de Cu no solo igual a 2,3 mg dm<sup>-3</sup> e produtividade média de algodão em caroço até 4.200 kg ha<sup>-1</sup>). Esses resultados corroboram com aqueles obtidos num experimento conduzido em Mato Grosso (ZANCANARO et al., 2004), no qual não houve resposta à aplicação de Cu, em área sob vegetação de Cerrado recém-aberto, quando o solo continha 0,8 mg dm<sup>-3</sup> e as folhas mais que 6,5 mg kg<sup>-1</sup> de Cu, mesmo após 4 cultivos com soja e 3 cultivos com algodão. Em função desses resultados, Zancanaro e Tessaro (2006) concluíram que a adubação corretiva com 3 a 6 kg ha<sup>-1</sup> de Cu, aplicado em área total e incorporado, é uma estratégia eficiente para suprir a necessidade em solos deficientes, com a vantagem de apresentar efeito residual por vários anos. Em outro experimento conduzido em Pedra Preta, Mato Grosso, Zancanaro et al. (2005) observaram que a aplicação de Cu em solo de textura argilosa com teor elevado desse nutriente, cultivado há vários anos com algodão, resultou em redução da produtividade.

Independentemente das culturas, o nível crítico de Cu no solo para a região do Cerrado tem sido estimado entre 0,8 a 1,2 mg dm<sup>-3</sup> (RIBEIRO et al., 1999; SOUSA & LOBATO, 2002). Os resultados encontrados no presente trabalho, além daqueles observados no Mato Grosso (ZANCANARO et al., 2004; ZANCANARO et al., 2005; ZANCANARO & TESSARO, 2006), indicam que o valor de 0,8 mg dm<sup>-3</sup> de Cu sugerido por Galvão (2004) como nível crítico para diversas culturas no Cerrado se aplica, também, para o algodão.

Mesmo sem ter havido influência na planta, o aumento da disponibilidade de Cu no solo com as

doses aplicadas observado na safra 2003/2004 continuou na safra seguinte, caracterizando o efeito residual da adubação. Considerando os resultados de pesquisas conduzidas no Mato Grosso, Zancanaro e Tessaro (2006) concluíram que a adubação corretiva com 3 a 6 kg ha<sup>-1</sup> de Cu, aplicado em área total e incorporado, é uma estratégia eficiente para suprir a necessidade em solos deficientes, com a vantagem de apresentar efeito residual por vários anos. Segundo Galvão (2004), em solos de Cerrado com teores de Cu abaixo de 0,8 mg dm<sup>-3</sup> a adubação corretiva com 2 kg ha<sup>-1</sup> ou sua divisão em 3 partes iguais anualmente, supre a necessidade da maioria das culturas por 4 a 5 anos. No presente trabalho, foi possível observar que a aplicação de 2,5 a 5,0 kg ha<sup>-1</sup> de Cu foi suficiente para aumentar o teor no solo.

**CONCLUSÕES** - Nas condições apresentadas neste estudo, não há resposta do algodoeiro à adubação com 5 a 30 kg ha<sup>-1</sup> de Cu, usando sulfato de cobre, a lanco e incorporado, em dois cultivos consecutivos. A adubação corretiva com zinco apresenta efeito residual, demonstrado pelo aumento dos teores de Zn no solo até o segundo ano agrícola. A análise de solo por meio do extrator Melhich-1 é eficiente para detectar alterações na disponibilidade de Cu no solo.

## REFERÊNCIAS

- FUNDAÇÃO MT. **Boletim de Pesquisa do Algodão**. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. 283p. (Fundação MT. Boletim, 4)
- GALRÃO, E. Z. Micronutrientes. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. Cap. 8, p.185-226.
- LOPES, A. S. **Solos sob cerrados: características, propriedades e manejo**. Piracicaba: POTAFOS, 1984. 162 p.
- MALAVOLTA, E. **Micronutrientes para algodão e soja**. Piracicaba: CENA: USP, 2002. 21 p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. London: Academic Press, 1995. 889 p.
- MORTVEDT, J. J.; COX, F. R.; SHUMAN, L. M.; WELCH, R. M. **Micronutrients in Agriculture**. 2. ed. Madison: SSSA, 1991.
- PASSOS, S. M. G. **Algodão**. Campinas, SP: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1980. p.138-203.
- RIBEIRO, A.C.; GUIMARAES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999.
- 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.
- ZANCANARO, L. Manejo da adubação do algodoeiro no Estado do Mato Grosso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 5, Salvador, BA, 2005. **Anais...** Salvador, 2005. 1 CD ROM.
- ZANCANARO, L.; HILLESHEIM, J.; TESSARO, L.; VILELA, L. C. S. Calibração dos teores de manganês, zinco, cobre e boro no solo e nas folhas da cultura do algodão cultivado em solo com condição de acidez variável. In: Relatório técnico FACUAL: 2004. Rondonópolis: Fundação MT, 2004a. Disponível em: <<http://www.facual.org.br>>. Acesso em: 10 abril 2007
- ZANCANARO, L.; HILLESHEIM, J.; TESSARO, L.; VILELA, L. C. S. Resposta da cultura do algodão à adubação com zinco, cobre, manganês e boro em solos com textura média e solos com textura arenosa. In: Relatório técnico FACUAL, 2005. Rondonópolis: Fundação MT, 2005. Disponível em: <<http://www.facual.org.br>>. Acesso em: 10 abril 2007.
- 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 na camada 0-20 cm de profundidade, antes da instalação do experimento. Santa Helena de Goiás, 2003.

M.O.	pH	P (Mehl.)	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	H+Al <sup>3+</sup>	CTC	V	B	Cu	Mn	Zn
mg dm <sup>-3</sup>	CaCl <sub>2</sub>	---mg dm <sup>-3</sup> ---		-----	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----			%		----- mg dm <sup>-3</sup> -----		
43	5,4	10	63	3,2	0,7	4,7	8,8	46,4	0,26	2,3	40,8	1,1

Tabela 2. Resultados de altura de plantas, peso médio de um capulho (Pcap), porcentagem de fibra (Fibra), produtividade de algodão em caroço (A. caroço) e de algodão em pluma (Pluma), teor de Cu no solo (Cu - solo) e na folha do algodoeiro (Cu - folha) cv. BRS Aroeira, em função de doses de cobre aplicado no solo. Santa Helena de Goiás, safra 2003/2004.

Dose de Cu	Altura	Pcap	Ncap	Fibra	A.caroço	Pluma	Cu solo <sup>1/</sup>	Cu folha
kg ha <sup>-1</sup>	cm	g		%	----- kg ha <sup>-1</sup> -----		mg kg <sup>-1</sup>	mg dm <sup>-3</sup>
0	122,7	7,1	7,9	39,37	2.882	1.040	2,3	8,8
2,5	118,3	6,9	8,8	38,65	2.960	1.104	2,4	8,0
5	111,9	6,7	8,6	39,01	2.871	1.071	3,2	8,0
10	116,4	6,8	8,1	38,65	3.103	1.142	2,7	9,3
15	118,0	6,9	7,8	39,30	2.987	1.081	2,7	8,3
20	113,6	7,0	8,7	38,05	3.027	1.124	3,4	8,3
25	123,3	7,2	8,2	38,97	2.917	1.077	4,3	8,8
30	118,6	6,9	7,9	38,64	2.956	1.082	3,9	8,3
Média	117,8	6,9	8,2	38,83	2.963	1.090	3,1	8,4
P>F	0,56	0,62	0,64	0,31	0,87	0,77	0,01	0,19
C.V. (%)	7,26	5,53	11,49	1,92	7,09	7,25	24,0	8,23

<sup>1/</sup>Cu - solo = teor de Cu no solo extraído pelo extrator Melhich-1.

Tabela 3. Resultados de altura de plantas, peso médio de um capulho (Pcap), porcentagem de fibra (Fibra), produtividade de algodão em caroço (A. caroço) e de algodão em pluma (Pluma), teor de Cu no solo (Cu - solo) e na folha do algodoeiro (Cu - folha) cv. BRS Ipê, em função de doses de cobre aplicado no solo. Santa Helena de Goiás, safra 2004/2005.

Dose de Cu	Altura	Pcap	Fibra	A.caroço	Pluma	Cu - solo <sup>1/</sup>	Cu - folha
kg ha <sup>-1</sup>	cm	g	%	----- kg ha <sup>-1</sup> -----		mg kg <sup>-1</sup>	mg dm <sup>-3</sup>
0	106,4	6,05	39,37	4.271	1.683	2,4	11,0
2,5	103,4	6,03	38,65	4.152	1.607	3,9	11,0
5	104,2	5,87	39,01	4.083	1.592	3,4	10,5
10	105,9	6,16	38,65	4.225	1.631	3,6	11,3
15	103,3	6,13	39,30	4.262	1.675	4,2	11,3
20	101,3	6,09	38,05	4.233	1.610	5,0	10,8
25	103,7	6,01	38,97	4.198	1.635	6,3	11,0
30	105,0	6,31	38,64	4.310	1.664	6,4	11,0
Média	104,1	6,08	38,83	4.217	1.637	4,39	11,0
P>F	0,73	0,55	0,31	0,96	0,9	<0,01	0,95
C.V. (%)	4,04	4,64	1,92	6,8	6,72	14,51	9,45

<sup>1/</sup>Cu - solo = teor de Cu no solo extraído pelo extrator Melhich-1.