



CORREÇÃO DA ACIDEZ SUPERFICIAL E SUBSUPERFICIAL DO SOLO PARA O CULTIVO DO ALGODOEIRO NO CERRADO DE RORAIMA¹

Ana Luiza Dias Coelho Borin¹; Gilvan Barbosa Ferreira¹; Oscar José Smiderle²;
Moisés Cordeiro Mourão de Oliveira Júnior³; Julio Cesar Bogiani¹;
Rárisson Francisco Rodrigues Barbosa⁴; Fernando Gomes de Souza⁴.

¹ Embrapa Algodão, e-mail: ana.borin@cnpa.embrapa.br; ² Embrapa Roraima;

³ Embrapa Amazônia Oriental; ⁴ Universidade Estadual de Roraima.

RESUMO - A cultura do algodoeiro pode ser uma alternativa viável para as condições do cerrado de Roraima, mas o grande entrave da produção é a baixa fertilidade dos solos associada à falta de definição de passos tecnológicos básicos como recomendação de calagem e gessagem. Esta pesquisa teve por objetivo estabelecer critérios para a correção da acidez e definir uma recomendação adequada de calagem e gessagem para os solos de cerrado, comparando a efetividade dos critérios aplicados noutras regiões. O experimento foi instalado no campo experimental Água Boa da Embrapa Roraima, nos anos de 2007 e 2008, o delineamento utilizado foi de blocos ao acaso em esquema fatorial 5x5, com três repetições. Os tratamentos foram cinco doses de calcário (0, 35, 70, 105 e 140% da CTC total estimada em ensaios anteriores) e cinco doses de gesso agrícola (0, 0,5, 1, 1,5 e 2 vezes a dose recomendada para cada área). Após a colheita, os solos foram amostrados em cada parcela até 60 cm de profundidade para análise química. Os resultados permitem concluir que a aplicação de doses de calcário visando atingir 50% da saturação por base pode ser considerada adequada para a maioria dos solos do cerrado de Roraima. E o critério tradicionalmente usado para identificação da necessidade de correção da acidez subsuperficial é apropriado para o cerrado de Roraima para o cultivo do algodoeiro. No entanto, o critério de recomendação, tendo por base a necessidade de gessagem NG (kg ha^{-1}) = 50 x teor de argila (dag kg^{-1}), subestima a dose necessária.

Palavras-chave: Calagem; Gessagem; *Gossypium hirsutum* L.; Latossolo Amarelo.

INTRODUÇÃO

A cultura do algodoeiro pode ser uma alternativa viável para as condições do cerrado de Roraima, contribuindo para a diversificação agrícola local, onde predominam os cultivos de arroz, soja e milho. O grande entrave da produção em Roraima é a baixa fertilidade dos solos da região de cerrado, além da falta de definição de passos tecnológicos básicos como recomendação de calagem e gessagem. O algodoeiro necessita de solos corrigidos em profundidade para poder crescer e produzir

¹ Embrapa/Macroprograma 3.

bem em locais sujeitos a veranicos e/ou com presença de acidez elevadas na subsuperfície; além disso, demanda um bom manejo da fertilidade do solo para poder desenvolver todo o seu potencial produtivo, com fibras de qualidade (FERREIRA et al., 2009).

A correção da acidez do solo é feita com a aplicação de calcário. Ela tem um efeito sistêmico sobre diversos atributos do solo, elevando o pH, os teores de cálcio e magnésio e diminuindo os teores de alumínio trocável e hidrogênio titulável. Como consequência, há elevação do volume de saturação por bases trocáveis na CTC a pH 7,0, redução da saturação por alumínio na CTC efetiva, podendo haver ou não alteração nos teores disponíveis de nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre e micronutrientes (SOUSA et al., 2007). Para garantir maior crescimento radicular é necessário corrigir o perfil do solo, a correção em profundidade é feita com uso do gesso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), que tem alta solubilidade (cerca de $2,9 \text{ g L}^{-1}$ de água), quando comparada com a do calcário (inferior a $0,5 \text{ g L}^{-1}$) (SOUSA ; RITCHEY, 1986).

Ainda não há pesquisa em Roraima com o uso da gessagem e definição da necessidade de seu uso na região. Esta pesquisa objetivou estabelecer critérios para a correção da acidez superficial e subsuperficial, além de definir uma recomendação adequada de calagem e gessagem para os solos de cerrado, comparando a efetividade dos critérios aplicados noutras regiões.

METODOLOGIA

A pesquisa foi conduzida em Boa Vista, RR no campo experimental Água Boa da Embrapa Roraima, em Latossolo Amarelo com textura franco areno-argilosa (20% de argila), com baixa fertilidade natural (Tabela 1).

Os ensaios foram instalados nos anos de 2007 e 2008, o delineamento utilizado foi de blocos ao acaso em esquema fatorial 5×5 , com três repetições. Os tratamentos foram cinco doses de calcário (0; 35; 70; 105 e 140% da CTC total estimada em ensaios anteriores) e cinco doses de gesso agrícola (0; 0,5; 1; 1,5 e 2 vezes a dose recomendada para cada área). O cálculo da quantidade de calcário foi realizado pelo método de saturação por bases considerando a camada de 0 a 20 cm. Já o cálculo da gessagem foi em função da porcentagem de argila, pela equação: $\text{DG} = 50 \text{ kg} \times \% \text{ argila}$.

A área foi corrigida com 100, 100 e 50 kg ha^{-1} de P_2O_5 , K_2O e FTE BR, um mês antes da semeadura, logo após a aplicação dos tratamentos, conforme Sousa e Lobato (2004). A área foi arada e gradeada para incorporação dos corretivos e adubos. A semeadura da BRS Cedro foi efetuada sempre no início da estação chuvosa, entre a última semana de maio e a primeira dezena de junho, semeando-se 9 a 12 sementes por metro, em parcelas com seis linhas de 5 m de comprimento

espaçadas entre si em 0,90 m. Como área útil foram considerados os 4 m centrais das duas linhas centrais.

Na adubação de semeadura foram aplicados 500 kg ha⁻¹ do formulado 4-28-20 e na adubação de cobertura foram aplicados 100 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio, 300 kg ha⁻¹ de uréia e 20 kg ha⁻¹ de ácido bórico, parcelada aos 25 e 45 dias após a emergência (DAE). Também foram aplicados 300, 200, 300, 50, 200 g ha⁻¹ de B, Cu, Mn, Mo e Zn, respectivamente, em duas pulverizações, efetuadas aos 30 e 50 DAE, além da aplicação de 15 kg ha⁻¹ de S, utilizando como fonte o sulfato de amônio, especialmente para evitar a morte das plantas que não receberam gesso. O controle fitossanitário seguiu as práticas e produtos recomendados no manejo integrado de pragas (CHRISTOFFOLETI et al., 2007; SANTOS, 2007; SUASSUNA; COUTINHO, 2007).

Após a colheita, os solos foram amostrados em cada parcela até 60 cm de profundidade para análise química. 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.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de calagem e gessagem foram discutidos de forma independente, pois a interação não foi significativa. O calcário promoveu alteração em praticamente todos os atributos de fertilidade do solo na camada arável do solo (Tabela 2), o aumento das doses de calcário promoveu elevação do pH, da CTC total, da concentração de cálcio, magnésio e conseqüentemente da soma de bases (SB) e da saturação por bases (V). Adicionalmente, houve redução no teor de matéria orgânica, na concentração de alumínio, de hidrogênio mais alumínio (H+Al) e conseqüentemente na saturação por alumínio (m), além de uma possível perda de potássio por lixiviação, devido à competição com os cátions bivalentes aplicados.

No entanto, nas camadas mais profundas do solo (21 a 40 cm e 41 a 60 cm), o efeito do calcário sobre os atributos de fertilidade foi menor, com exceção para o cálcio e magnésio que apresentaram intensa movimentação. A partir dos resultados, observou-se que a aplicação de doses de calcário visando atingir 50% da saturação por base pode ser considerada adequada para a maioria dos solos do cerrado de Roraima, pois nestas condições, o pH foi superior a 5,8, os teores de Ca e Mg trocáveis foram superiores a 2,0 cmol_c dm⁻³ e foram encontrados baixos teores de Al³⁺, que são condições adequadas para o crescimento radicular do algodoeiro.

A gessagem teve forte impacto na fertilidade, afetando a maioria dos atributos químicos, desde a camada arável até 60 cm de profundidade (Tabela 3). As parcelas que não receberam gesso apresentaram forte deficiência de enxofre. Com o aumento da dose de gesso houve aumento linear nos teores de Ca, na CTC total e na saturação por bases (V), com diminuição linear dos teores de Mg, de Al e saturação por Al e aumento quadrático nas somas de bases (Tabela 3). Provavelmente, parte do Ca do $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ aplicado foi retido na camada arável do solo, aumentando seus teores, diminuindo o Al trocável e a saturação por Al e aumentando a saturação por bases. O excesso de SO_4^{2-} livre, provavelmente, favoreceu a lixiviação no perfil de Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+ como íons acompanhantes até 60 cm. Essa lixiviação de bases no perfil permitiu a elevação da saturação por bases e a redução dos teores de Al^{3+} e de sua saturação no complexo de troca do solo. Observa-se que nas camadas mais profundas, nas maiores doses de gesso a saturação por Al^{3+} ficou próxima a 30% e os teores de Ca foram superiores a $0,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e os de Al^{3+} inferiores a $0,4 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$. Segundo Sousa et al. (2004), a gessagem é recomendada quando os teores de $\text{Al}^{3+} > 0,3 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, a saturação por alumínio trocável (m) $> 30\%$ e os teores de $\text{Ca}^{2+} < 0,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$. A análise inicial da fertilidade do solo (Tabela 1) caracterizou bem a necessidade do gesso e os dados colhidos após a aplicação mostraram que a camada de impedimento químico ao desenvolvimento radicular, nas camadas de 21 a 40 e 41 a 60 cm somente foram corrigidas com o uso da maior dose de gesso testada ($1,6 \text{ t ha}^{-1}$), ou cerca de $\text{NG} = 80 \times$ teor de argila (dag kg^{-1} ou %).

Em geral, solos com teor de $\text{Ca}^{2+} > 0,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, saturação por Al trocável $< 30\%$ e teores de $\text{Al}^{3+} < 0,3 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ não apresentam restrição ao crescimento do sistema radicular em profundidade nos solos de cerrado de Roraima, como já observado para outras regiões do Brasil. Porém, é necessário aplicar uma dose de gesso equivalente a $80 \times$ teor de argila (dag kg^{-1} ou %), na correção inicial do solo de cerrado, no momento de sua incorporação à atividade agrícola, para que haja plena correção em profundidades dos teores de alumínio trocável e aumento dos teores de cálcio, magnésio e potássio trocáveis, para pleno crescimento radicular do algodoeiro até, pelo menos, 60 cm. Evidências encontradas em trincheiras abertas mostram raízes crescendo até 100 cm de profundidade, em solos corrigidos.

É provável que a NG para correção inicial do solo, no momento de sua incorporação ao processo produtivo, seja uma dose maior do que a necessária para manter a correção no tempo. Essa diferença entre o critério de recomendação e a resposta do algodoeiro à gessagem também tem sido mostradas em solos arenosos do Oeste da Bahia, onde tem havido resposta a aplicação de até 4 t ha^{-1} de gesso, repetidos anualmente, em condição de cultivo em sequeiro e alta produtividade ($\sim 300 \text{ @/ha}$).

(FERREIRA et al., 2009). Naquela região, após a correção inicial, a aplicação anual de 500 kg ha⁻¹ de gesso permite a manutenção de altas produtividades na área.

CONCLUSÕES

Os resultados permitem concluir que a aplicação de doses de calcário visando atingir 50% da saturação por base pode ser considerada adequada para a maioria dos solos do cerrado de Roraima.

O critério tradicionalmente usado para identificação da necessidade de correção da acidez subsuperficial é apropriado para o cultivo do algodoeiro no cerrado de Roraima, porém, a recomendação tendo por base a necessidade de gessagem NG (kg ha⁻¹) = 50 x teor de argila (dag kg⁻¹), subestima a dose necessária para correção inicial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHRISTOFFOLETI, P. J.; MOREIRA, M. S.; BALLAMINUT, C. E.; NICOLAI, M. Manejo de plantas daninhas na cultura do algodão. In: FREIRE, E.C. (Ed.). **Algodão no cerrado do Brasil**. Brasília, D.F.: ABRAPA, 2007. p.523-550.

FERREIRA, G. B.; SANTOS, F. C. dos ; ALBUQUERQUE FILHO, M. R. de ; SILVA FILHO, J. L. da; CARVALHO, M. da C. S. ; BARBOSA, C. A. da S. ; OLIVEIRA FILHO, B. S. ; BRUNERA, P. ; BRENDA, C.E. **Dinâmica dos nutrientes no solo, crescimento, estado nutricional, produção e qualidade da fibra do algodoeiro submetido a diferentes doses e frequência de aplicação de gesso, no Oeste da Bahia**. Barreiras, BA, Comunicado Técnico da Círculo Verde, p.x-y, 2009.

SANTOS, E. J. dos. Manejo das pragas do algodão com destaque para o cerrado brasileiro. In: FREIRE, E.C. (Ed.). **Algodão no cerrado do Brasil**. Brasília: ABRAPA, 2007. p.403-478.

SOUSA, D. M. G. de; MIRANDA, L. G. de; OLIVEIRA, S. A. de. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F. de; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J.C. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: SBCS, 2007. cap. V., p. 205-274.

SOUSA, D. M. G. de; RITCHEY, K. D. Correção da acidez subsuperficial: uso de gesso no solo de cerrado. In: DECHEN, A. R.; CARMELLO, Q. A. C. de (Ed.). **Simpósio Avançado de Química e Fertilidade do Solo**. Campinas,SP: Fundação Cargill, 1986. p. 91-113.

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

SUASSUNA, N. D.; COUTINHO, W. M. Manejo das principais doenças do algodoeiro no cerrado brasileiro. In: FREIRE, E.C. (Ed.). **Algodão no cerrado do Brasil**. Brasília, D.F.: ABRAPA, 2007. p. 479-521.

Tabela 1. Valores dos atributos de fertilidade do solo do Campo Experimental Água Boa pertencente a Embrapa Roraima. Boa Vista, RR, safra 2007.

Cam.	pH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Al ³⁺	P	M.O.	V	m	Argila
cm	H ₂ O	----- cmol _c 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
21-40	5,1	0,43	0,07	0,00	0,32	0,00	0,5	24	39	27
41-60	5,2	0,69	0,10	0,00	0,22	0,00	0,3	33	22	31

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. Variação dos atributos de fertilidade do solo, em diferentes profundidades, influenciada por doses de calcário, em Latossolo Amarelo, textura franco areno-argilosa, do Campo Experimental Água Boa, da Embrapa Roraima. Boa Vista, RR, safra 2007.

Calcário	pH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	CTCt	CTCe	V	m	P	MO
t ha ⁻¹	H ₂ O	----- cmol _c dm ⁻³ -----								----- % -----		mg dm ⁻³	g dm ⁻³
Profundidade de 0 a 20 cm													
0,000	4,71	0,70	0,16	0,069	0,74	2,87	0,92	3,79	1,67	23,35	43,01	22,68	11,37
0,875	5,01	1,12	0,30	0,056	0,31	2,46	1,53	3,99	1,83	37,14	18,88	26,79	10,51
1,750	5,29	1,02	0,38	0,049	0,29	2,04	1,45	3,49	1,74	40,79	14,70	18,66	10,76
2,625	5,82	1,44	0,60	0,045	0,12	1,80	2,08	3,89	2,20	52,64	5,43	20,44	10,51
3,500	6,40	1,78	0,77	0,046	0,02	1,50	2,60	4,09	2,62	62,61	0,91	29,45	10,13
Ajuste/Sig.	Eq**	EL***	EL***	Eq*	EL***	EL***	EL***	Eq*	Eq*	EL***	Eq***	ns	EL*
Média	5,45	1,21	0,44	0,053	0,30	2,13	1,72	3,85	2,01	43,31	16,59	23,60	10,66
CV(%)	5,20	25,59	26,39	28,55	144,62	13,57	21,46	12,15	27,52	15,69	59,19	71,76	18,53
Profundidade de 21 a 40 cm													
0,000	4,92	0,51	0,10	0,087	0,56	2,13	0,69	2,82	1,25	23,68	45,88	4,82	6,20
0,875	5,02	0,70	0,17	0,076	0,52	2,17	0,95	3,12	1,47	29,47	37,90	2,11	6,50
1,750	4,97	0,48	0,13	0,084	0,43	2,15	0,70	2,85	1,13	23,73	41,45	3,74	6,17
2,625	5,00	0,51	0,20	0,077	0,37	2,09	0,78	2,87	1,15	26,21	35,18	5,23	6,02
3,500	5,09	0,69	0,25	0,091	0,46	2,09	1,03	3,12	1,49	31,62	31,45	5,84	6,12
Ajuste/Sig.	EL**	na*	EL***	ns	ns	ns	EL°	na°	na°	EL°	EL**	ns	ns
Média	5,00	0,58	0,17	0,083	0,47	2,13	0,83	2,96	1,30	26,94	38,37	4,35	6,20
CV(%)	2,68	48,51	55,38	54,2	57,64	11,9	40,73	12,98	35,29	30,7	29,87	149,44	26,31
Profundidade de 41 a 60 cm													
0,000	4,81	0,55	0,10	0,073	0,52	2,08	0,72	2,80	1,24	23,92	44,16	0,93	5,44
0,875	4,78	0,57	0,15	0,074	0,62	2,12	0,78	2,90	1,41	26,31	36,32	0,63	5,40
1,750	4,82	0,43	0,10	0,073	0,39	1,92	0,59	2,51	0,98	23,08	41,85	0,63	5,70
2,625	4,83	0,42	0,12	0,067	0,32	2,00	0,68	2,68	1,00	23,84	36,26	0,62	4,59
3,500	4,79	0,67	0,19	0,067	0,34	2,01	0,93	2,94	1,26	29,85	30,84	0,74	4,51
Ajuste/Sig.	ns	Eq*	EL**	ns	ns	ns	Eq*	Eq*	ns	ns	EL*	ns	EL°
Média	4,81	0,53	0,13	0,071	0,44	2,02	0,74	2,77	1,18	25,40	37,89	0,71	5,13
CV(%)	3,23	51,15	52,82	53,66	120,26	12,11	45,39	16,23	52,59	30,98	36,09	117,79	34,89

Obs.: ns, °, *, ** e ***: não significativo e significativo a 10, 5, 1 e 0,1% de probabilidade pelo teste F. EL, efeito linear; Eq, efeito quadrático.

Tabela 3. Variação nos atributos de fertilidade, em diferentes profundidades, do Latossolo Amarelo, textura franco areno-argilosa, do Campo Experimental Água Boa, da Embrapa Roraima, no cerrado de Roraima. Boa Vista, RR, safra 2007.

Gesso	pH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	CTCt	CTCe	V	m	P	MO
t ha ⁻¹	H ₂ O	----- cmolc dm ⁻³ -----								----- % -----	mg dm ⁻³	g dm ⁻³	
Profundidade de 0 a 20 cm													
0	5,47	1,03	0,47	0,054	0,34	2,10	1,55	3,65	1,90	40,83	22,92	21,01	10,38
0.4	5,47	1,23	0,46	0,053	0,42	2,13	1,74	3,87	2,17	43,90	16,66	19,94	10,85
0.8	5,32	1,00	0,34	0,051	0,32	2,27	1,39	3,66	1,72	37,84	19,57	23,36	10,58
1.2	5,46	1,35	0,41	0,049	0,21	2,07	1,81	3,89	2,02	45,94	11,93	25,31	10,92
1.6	5,52	1,44	0,53	0,058	0,18	2,10	2,07	4,17	2,25	48,02	11,85	28,41	10,53
Ajuste/Sig.	ns	EL***	Eq***	ns	EL°	ns	Eq*	EL*	ns	EL*	EL**	ns	ns
Média	5,45	1,21	0,44	0,053	0,30	2,13	1,72	3,85	2,01	43,31	16,59	23,60	10,66
CV(%)	5,20	25,59	26,39	28,55	144,62	13,57	21,46	12,15	27,52	15,69	59,19	71,76	18,53
Profundidade de 21 a 40 cm													
0	5,06	0,45	0,15	0,075	0,43	2,10	0,67	2,77	1,10	23,39	42,48	3,84	6,21
0.4	5,04	0,52	0,15	0,083	0,64	2,15	0,76	2,91	1,40	25,16	43,10	5,20	6,56
0.8	4,93	0,44	0,16	0,091	0,48	2,21	0,68	2,90	1,17	23,34	43,73	4,39	6,51
1.2	4,99	0,70	0,18	0,082	0,39	2,09	0,96	3,04	1,34	29,69	32,65	4,32	6,11
1.6	4,99	0,78	0,22	0,085	0,41	2,09	1,08	3,17	1,49	33,15	29,90	3,98	5,62
Ajuste/Sig.	Eq°	EL***	EL*	ns	na°	ns	EL***	EL**	EL°	EL***	EL***	ns	ns
Média	5,00	0,58	0,17	0,083	0,47	2,13	0,83	2,96	1,30	26,94	38,37	4,35	6,20
CV(%)	2,68	48,51	55,38	54,2	57,64	11,9	40,73	12,98	35,29	30,7	29,87	149,44	26,31
Profundidade de 41 a 60 cm													
0	4,77	0,46	0,13	0,055	0,68	2,05	0,65	2,69	1,33	22,79	45,67	0,70	4,41
0.4	4,77	0,49	0,11	0,068	0,42	1,93	0,67	2,60	1,09	24,66	38,35	0,55	5,23
0.8	4,74	0,43	0,10	0,063	0,39	2,03	0,66	2,69	1,05	23,31	41,46	0,66	5,77
1.2	4,87	0,67	0,15	0,080	0,33	2,07	0,90	2,97	1,23	28,55	30,42	0,62	5,05
1.6	4,89	0,58	0,17	0,088	0,37	2,05	0,83	2,88	1,20	27,70	33,53	1,02	5,19
Ajuste/Sig.	EL**	EL*	Eq*	EL*	EL°	ns	EL*	EL*	ns	EL*	EL**	ns	ns
Média	4,81	0,53	0,13	0,071	0,44	2,02	0,74	2,77	1,18	25,40	37,89	0,71	5,13
CV(%)	3,23	51,15	52,82	53,66	120,26	12,11	45,39	16,23	52,59	30,98	36,09	117,79	34,89

Obs.: Obs.: ns, °, *, ** e ***: não significativo e significativo a 10, 5, 1 e 0,1% de probabilidade pelo teste F. EL, efeito linear; Eq, efeito quadrático.