



Foto: Dr. Gilvan Barbosa Ferreira/Embrapa Roraima

Recomendação de Calagem pelo Método do pH SMP para o Cerrado de Roraima

Gilvan Barbosa Ferreira¹
José Alberto Martell Mattioni²
Oscar José Smiderle³
Sandra Cátia Pereira Uchôa⁴
Valdinar Ferreira Melo⁵

A correção da acidez do solo é o primeiro passo para a incorporação dos solos ácidos dos trópicos aos sistemas de exploração agrícola. Essa acidez é devida ao processo de intemperismo natural dos solos que promove a entrada de prótons via água da chuva, a produção de ácidos orgânicos pelas plantas e microrganismos do solo, a dissolução dos minerais primários, a lixiviação dos cátions básicos (Na, K, Ca e Mg) e o acúmulo de Al, Fe e Mn nos solos (Wiethölter, 2000). Os baixos teores de K, Ca e Mg trocáveis, altos teores de Al trocável e H não trocável, além do pH baixo (quase sempre menor que 5,5), resultantes desse processo, reduzem drasticamente o crescimento radicular e a absorção de nutrientes pelas plantas, impedindo o alcance de produtividades rentáveis nas culturas agrícolas.

O Estado de Roraima dispõe de 3,5 milhões de hectares de terras de cerrado, dos quais 1,4 milhão pode ser incorporado facilmente ao processo produtivo, necessitando de correção de sua acidez e fertilidade em 98% desta área (Embrapa, 1997). Os solos mais expressivos geograficamente foram mapeados e identificados como Latossolos Amarelos, Argissolos Amarelos, Plintossolos, Gleissolos, Latossolos Vermelhos Amarelos, Argissolos Vermelhos Amarelos, Neossolos Quartzarênicos, Neossolos Flúvicos e outros de menor expressão (Melo et al., 2004).

Os Latossolos e Argissolos são as principais classes de Solos de Roraima e têm amplas variações em suas texturas e fertilidade; a maior parte é distrófico e álico, com baixas reservas

¹ Eng. Agrônomo, DSc. Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisador da Embrapa Roraima. BR-174, km 08, Cx. P. 133, Boa Vista, Roraima, Brasil - gilvan@cpafrr.embrapa.br.

² Eng. Agrônomo, MSc. Técnico de Nível Superior, Embrapa Roraima

³ Eng. Agrônomo, DSc. Tecnologia de Sementes, Pesquisador da Embrapa Roraima. BR-174, km 08, Cx. P. 133, Boa Vista, Roraima, Brasil - ossmiderle@cpafrr.embrapa.br

⁴ Eng. Agrônoma, DSc., Professora de Fertilidade de Solo e Nutrição de Plantas da Universidade Federal de Roraima.

⁵ Eng. Agrônomo, DSc., Professor de Manejo e Classificação de Solos da Universidade Federal de Roraima

2 *Recomendação de calagem pelo método do pH SMP para o Cerrado de Roraima*

de nutrientes e capacidade de troca de cátions (Melo et al., 2004).

Não há no Estado nenhuma recomendação oficial de calagem e adubação, sendo usados os critérios de saturação em bases, elevação dos teores de Ca e Mg, com neutralização do Al trocável e o método SMP ajustado com dados de solo de outros Estados (Souza et al., 1997).

O método SMP foi desenvolvido para solos com altos teores de Al trocáveis e adotado amplamente nos Estados do Sul do Brasil. Trata-se de um método interessante e aplicável em diversas regiões do país, desde que ajustados com dados locais. No método SMP, o objetivo da calagem é atingir determinados valores de pH (5,5; 6,0 ou 6,5) que permitem atender a exigência de determinada cultura de modo que esta alcance sua máxima produtividade econômica. Souza et al. (1997) adaptou o método para o cerrado do Centro-Oeste do Brasil e mostrou que ele é comparável ao uso do critério de saturação em bases para alcance de 50% e pH 6,0.

Desse modo, nesse trabalho, buscou-se adaptar o método às condições dos solos de Roraima e avaliar seu uso na recomendação local de calagem.

Foram selecionados 13 perfis de solos representativos da área agrícola do cerrado (Latosolos Amarelos, Vermelhos e Vermelho-Amarelos; Plintossolo; e Planossolo) do Estado e coletadas amostras da camada de 0-20 cm, as quais

foram incubadas em laboratório por 60 dias com as doses de 0, 0,5, 1, 1,5, 2 e 4 t ha⁻¹ de calcário (CaCO₃ P.A.). Os solos tinham teores de argila de 161 a 709 g kg⁻¹ e de matéria orgânica de 6,8 a 13,6 g dm⁻¹. O ensaio foi montado em blocos ao acaso, com cinco repetições. As amostras foram mantidas úmidas até, aproximadamente, a capacidade de campo. Ao final deste período, secaram-se as amostras e analisaram-se os teores de K⁺, Ca²⁺+Mg²⁺, Al³⁺, Al+H, pH em água (Embrapa, 1997) e, no mesmo extrato deste, o pH SMP na relação 10:25:5 (Raij e Quaggio, 1983). Por meio de análise de regressão, ajustou-se a curva que melhor representou a relação entre calcário aplicado e pH do solo e estimou-se a dose necessária para alcançar os valores de pH 5,5, 6,0 e 6,5 em cada solo (Necessidade calagem pelo método da incubação – NCI) (Tabela 1). A seguir, ajustaram-se os valores medidos de pH SMP na dose zero de calcário aplicado aos valores de NCI₆₀ obtidos em cada solo, gerando-se as equações para estimativa da necessidade de calcário pelo método SMP para alcançar o pH em água de 5,5, 6,0 e 6,5 (NC SMP) (Figura 1). A partir das equações, gerou-se a tabela da NC SMP para os solos de Roraima (Tabela 2).

Os valores de pH SMP variaram de 6,8 a 5,5, gerando doses de calcário (PRNT=100%) de 0,48 a 2,74 t ha⁻¹, para alcançar pH em água de 5,5; 0,45 a 4,22 t ha⁻¹ para alcançar pH em água de 6,0; e de

3 *Recomendação de calagem pelo método do pH SMP para o Cerrado de Roraima*

0,56 a 7,75 t ha⁻¹, para alcançar pH em água de 6,5 (Tabela 2). A aplicação do método SMP em alguns solos de Roraima permitiu verificar que são necessários, em média, 0,86, 1,57 e 2,25 t ha⁻¹ de calcário para que os solos alcancem os pHs previstos (Tabela 3). Essas doses médias permitem o alcance de teores de Ca+Mg de 1,79, 2,13 e 2,25 cmol_c dm⁻³, percentagem de saturação em bases de 44, 54 e 63%, com o pH em água de 5,53, 6,04 e 6,56, respectivamente. Esses valores são compatíveis com as exigências de correção de acidez para bom desenvolvimento produtivo da maioria das plantas cultivadas. Na validação efetiva do método SMP para a recomendação de calagem no Estado de Roraima, outros estudos devem ser conduzidos para estabelecerem os valores de pH_{H2O} que proporcionam os melhores desempenhos produtivos das espécies cultivadas. Até lá serão usados dados estabelecidos noutras regiões do país.

No geral, o alcance dos pHs 5,5, 6,0 e 6,5 foram obtidos nas saturações em bases de 43, 52 e 61%, respectivamente (Fig. 2). Por exaustão da capacidade tamponante de pH dos solos, nas maiores doses usadas, há uma tendência a menor variação das doses recomendadas para obtenção dos maiores alvos de pH em água (Tabela 3). Os valores médios de Ca+Mg, V e pH em água são obtidos com média a baixa variabilidade, independente do alvo de correção estabelecido, indicando boa precisão do método SMP.

O uso do método SMP, com alvo de pH em água igual ou superior a 6,0, permite obter correções de acidez adequada com alcance de pH ≥ 6,0, valor V ≥ 54% e valores de Ca + Mg trocáveis ≥ 2,0 cmol_c dm⁻³, dentro dos esperados pelos critérios de Saturação em Bases Trocáveis e de Neutralização

Tabela 1. Coeficientes das equações determinadas a partir das relações entre pH em água e doses de calcário ($t\ ha^{-1}$) usadas na incubação, estimativa da necessidade de calcário (NC) para obtenção de diferentes pH em água e o pH SMP medido em cada solo analisado

| SOLO ⁽¹⁾ | Equações pH_{H_2O} x calcário ⁽²⁾ | | | | NC pelo método da incubação ($t\ ha^{-1}$) | | | pH SMP na amostra |
|---------------------|--|--------|--------|----------------|--|-----------------|-----------------|-------------------|
| | a | b | c | R ² | pH_{H_2O} 5,5 | pH_{H_2O} 6,0 | pH_{H_2O} 6,5 | |
| LAdt1 | -0,0704 | 0,8547 | 3,7997 | 0,9995*** | 2,51 | 3,71 | (4) | 5,52 |
| LVdt1 | -0,0911 | 0,9373 | 4,7374 | 0,9863*** | 0,89 | 1,59 | 2,48 | 6,35 |
| PTpc | -0,21 | 1,5714 | 4,4368 | 0,9888*** | 0,75 | 1,18 | 1,70 | 6,53 |
| LVdt2 | -0,174 | 1,1491 | 5,5116 | 0,9922*** | -0,01 | 0,46 | 1,02 | 6,70 |
| LAdt2 | -0,1451 | 1,2438 | 4,8046 | 0,9931*** | 0,60 | 1,10 | 1,70 | 6,47 |
| LVAdt1 | -0,2035 | 1,3455 | 4,9663 | 0,9910*** | 0,42 | 0,89 | 1,46 | 6,58 |
| LA1 | -0,1417 | 1,0849 | 5,1359 | 0,9685*** | 0,35 | 0,90 | 1,59 | 6,59 |
| LVAdt2 | -0,1749 | 1,2575 | 5,3531 | 0,9980*** | 0,12 | 0,56 | 1,07 | 6,83 |
| LVAdt3 | -0,0918 | 1,0229 | 4,7532 | 0,9658*** | 0,79 | 1,39 | 2,11 | 6,42 |
| LVAdt4 | -0,0915 | 0,9864 | 4,6447 | 0,9816*** | 0,95 | 1,62 | 2,43 | 6,49 |
| PLhdp | 0,421 | 4,9089 | (3) | 0,9631*** | 1,39 | 2,57 | 3,79 | 6,35 |
| LA2 | -0,1293 | 0,9699 | 5,3505 | 0,9972*** | 0,16 | 0,74 | 1,48 | 6,88 |
| LVdt5 | -0,0662 | 0,7245 | 4,6484 | 0,9962*** | 1,34 | 2,39 | 4,07 | 6,14 |
| Dpd | | | | | 0,68 | 0,93 | 0,98 | 0,34 |
| Média | | | | | 0,79 | 1,47 | 2,07 | 6,45 |
| Máx | | | | | 2,51 | 3,71 | 4,07 | 6,88 |
| Mín | | | | | -0,01 | 0,46 | 1,02 | 5,52 |

⁽¹⁾ Solos: LAdt - Latossolo Amarelo distrófico típico (CCA/Boa Vista – RR); LVdt – Latossolo Vermelho distrófico típico (1 a 4 – CCA/Boa Vista – RR; 5 – Campo Experimental Monte Cristo/Boa Vista – RR); PTpc – Plintossolo pétrico concrecionário; LA – Latossolo Amarelo (1 – CCA/Boa Vista e 2 – Campo Experimental Água Boa/Boa Vista – RR); PLhdp – Planossolo háplico distrófico plíntico. Dpd= Desvio padrão da média. ⁽²⁾ $y=ax^2+bx+c$ ou $y=bx+a$, onde y é o pH em água na relação 1:2,5 e x é a quantidade de calcário aplicada ($t\ ha^{-1}$). *** significativo a 0,1 de probabilidade pelo teste F. ⁽³⁾ não existente na equação do 1º grau. ⁽⁴⁾ pH máximo atingido inferior a 6,5, com uso de até 4 t/ha.

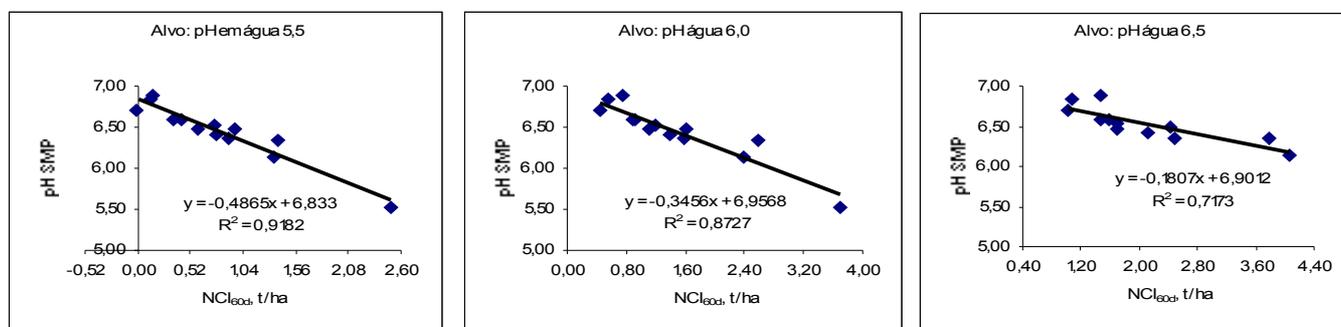
**Fig 1.** Relação entre a necessidade de calagem pelo método da incubação (NCl₆₀) e o pH SMP, para três valores de pH em água (5,5 – A; 6,0 – B e 6,5 – C).

Tabela 2. Necessidade de calagem pelo método do tampão SMP para o Estado de Roraima

| pH SMP | pH água | | |
|--------|---|------|------|
| | 5,5 | 6,00 | 6,50 |
| | Necessidade de calcário, t ha ⁻¹ | | |
| 6,8 | - | 0,45 | 0,56 |
| 6,7 | - | 0,74 | 1,11 |
| 6,6 | 0,48 | 1,03 | 1,67 |
| 6,5 | 0,68 | 1,32 | 2,22 |
| 6,4 | 0,89 | 1,61 | 2,77 |
| 6,3 | 1,10 | 1,90 | 3,33 |
| 6,2 | 1,30 | 2,19 | 3,88 |
| 6,1 | 1,51 | 2,48 | 4,43 |
| 6,0 | 1,71 | 2,77 | 4,99 |
| 5,9 | 1,92 | 3,06 | 5,54 |
| 5,8 | 2,12 | 3,35 | 6,09 |
| 5,7 | 2,33 | 3,64 | 6,65 |
| 5,6 | 2,53 | 3,93 | 7,20 |
| 5,5 | 2,74 | 4,22 | 7,75 |

Tabela 3. Estimativa da necessidade de calagem pelo método SMP e dos valores de Ca+Mg trocáveis, percentagem de saturação em bases e pH em água alcançados para alguns solos de Roraima com o uso das doses de calcário estimadas

| Solo ⁽¹⁾ | pH SMP | NC pelo SMP | | | Teor de Ca+Mg alcançado | | | Valor V alcançado | | | pH em água alcançado | | |
|---------------------|--------|--------------------------------------|--------|----------------|--|--------|----------------|-------------------|--------|----------------|----------------------|------|----------------|
| | | pH 5,5 | pH 6,0 | pH 6,5 | pH 5,5 | pH 6,0 | pH 6,5 | pH 5,5 | pH 6,0 | pH 6,5 | 5,5 | 6,0 | 6,5 |
| | | -- t ha ⁻¹ de calcário -- | | | ----- cmol _c dm ⁻³ ----- | | | ----- % ----- | | | ----- pH ----- | | |
| LAdt1 | 5,52 | 2,70 | 4,16 | ⁽²⁾ | 2,80 | 3,06 | ⁽²⁾ | 50,4 | 58,4 | ⁽²⁾ | 5,59 | 6,14 | ⁽²⁾ |
| LVdt1 | 6,35 | 0,99 | 1,75 | 3,04 | 1,58 | 2,03 | 2,53 | 44,4 | 54,8 | 65,2 | 5,57 | 6,10 | 6,74 |
| PTpc | 6,53 | 0,62 | 1,23 | 2,04 | 1,45 | 1,79 | 2,08 | 44,5 | 56,7 | 68,0 | 5,33 | 6,05 | 6,77 |
| LVdt2 | 6,70 | 0,27 | 0,74 | 1,11 | 1,32 | 1,55 | 1,72 | 39,9 | 49,3 | 55,6 | 5,81 | 6,27 | 6,58 |
| LAdt2 | 6,47 | 0,75 | 1,41 | 2,39 | 1,86 | 2,41 | 3,06 | 50,5 | 63,3 | 75,6 | 5,65 | 6,27 | 6,95 |
| LVAdt1 | 6,58 | 0,51 | 1,08 | 1,76 | 1,38 | 1,80 | 2,24 | 40,4 | 53,0 | 64,9 | 5,61 | 6,18 | 6,71 |
| LA1 | 6,59 | 0,51 | 1,08 | 1,75 | 1,67 | 1,91 | 2,20 | 43,4 | 51,5 | 59,7 | 5,65 | 6,14 | 6,60 |
| LVAdt2 | 6,83 | 0,01 | 0,37 | 0,39 | 1,85 | 1,89 | 1,89 | 47,5 | 52,2 | 52,6 | 5,36 | 5,79 | 5,82 |
| LVAdt3 | 6,42 | 0,85 | 1,56 | 2,68 | 1,46 | 1,68 | 2,01 | 41,5 | 52,0 | 64,3 | 5,56 | 6,13 | 6,83 |
| LVAdt4 | 6,49 | 0,71 | 1,36 | 2,29 | 1,42 | 1,84 | 2,32 | 38,1 | 49,1 | 61,3 | 5,30 | 5,82 | 6,42 |
| PLhdp | 6,35 | 1,00 | 1,77 | 3,08 | 1,82 | 2,11 | 2,61 | 41,7 | 48,9 | 61,2 | 5,33 | 5,65 | 6,20 |
| LVdt5 | 6,14 | 1,42 | 2,36 | 4,21 | 2,88 | 3,53 | 3,42 | 48,3 | 59,3 | 64,6 | 5,55 | 5,99 | 6,53 |
| Dpd | 0,34 | 0,68 | 0,96 | 1,03 | 0,52 | 0,59 | 0,51 | 4,15 | 4,54 | 6,13 | 0,16 | 0,20 | 0,32 |
| Média | 6,45 | 0,86 | 1,57 | 2,25 | 1,79 | 2,13 | 2,37 | 44,22 | 54,04 | 62,99 | 5,53 | 6,04 | 6,56 |
| Máx | 6,88 | 2,70 | 4,16 | 4,21 | 2,88 | 3,53 | 3,42 | 50,46 | 63,29 | 75,56 | 5,81 | 6,27 | 6,95 |
| Mín | 5,52 | 0,01 | 0,37 | 0,39 | 1,32 | 1,55 | 1,72 | 38,10 | 48,92 | 52,55 | 5,30 | 5,65 | 5,82 |
| CV,% | 5,3 | 79,3 | 61,3 | 45,8 | 29,3 | 27,8 | 21,4 | 9,4 | 8,4 | 9,7 | 2,9 | 3,2 | 4,9 |

⁽¹⁾ Solos: LAdt - Latossolo Amarelo distrófico típico (CCA/Boa Vista – RR); LVdt – Latossolo Vermelho distrófico típico (1 a 4 – CCA/Boa Vista – RR; 5 – Campo Experimental Monte Cristo/Boa Vista – RR); PTpc – Plintossolo pétrico concrecionário; LA – Latossolo Amarelo (CCA/Boa Vista – RR); PLhdp – Planossolo hápico distrófico plíntico. Dpd= Desvio padrão da média. ⁽²⁾ Valores não estimados.

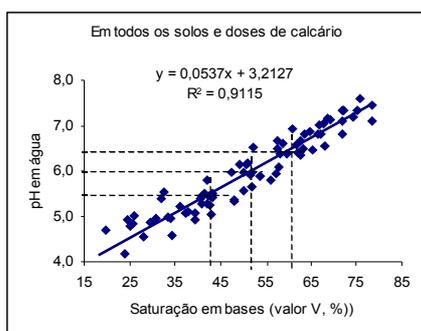


Fig. 2. Relação entre o pH em água e a saturação em bases trocáveis do solo, para o conjunto das doses e solos de estudados.

do Al e correção de Ca + Mg trocáveis, que são os mais comumente usados. A estimativa da NC pelo pH SMP, entretanto, é mais simples, rápida e barata que os demais métodos listados e facilmente adaptável à análise de rotina de solos para fins de correção de sua fertilidade.

Literatura citada

EMBRAPA. **Estudo de viabilidade agrícola dos cerrados de Roraima.** Brasília, 1997a. 121 p. (Relatório Técnico ao BNDES).

EMBRAPA. **Manual de métodos de análises de solo.** 2. ed. Rio de Janeiro, 1997b. 212p. (Embrapa Solos. Documentos, 1)

MELO, V.F.; GIANLUPPI, D., UCHÔA, S.C.P. **Características edafológicas dos solos do Estado de Roraima.** Boa Vista:DSI/UFRR, 2004. 46p.

RAIJ, B. Van; QUAGGIO, J.A. **Métodos de análises de solo para fins de fertilidade.** Campinas: Instituto Agrônomo, 1983. 31p. (Boletim Técnico, 81)

SOUSA, D.M.G. De; MIRANDA, L.N. De; LOBATO, E. **Avaliação dos métodos de determinação da necessidade de calcário em solos de cerrado.** Planaltina: Embrapa-CPAC, 1996. 14p. (Embrapa-CPAC. Circular Técnica, 27).

WIETHÖLTER, S. **Calagem no Brasil.** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. 104p. (Embrapa Trigo. Documentos, 22).

Comunicado Técnico, 07

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO



Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Roraima
Rodovia Br-174, km 8 - Distrito Industrial
Telefax: (95) 3626 71 25
Cx. Postal 133 - CEP. 69.301-970
Boa Vista - Roraima- Brasil
sac@cpafrr.embrapa.br
1ª edição
1ª impressão (2007): 100

Comitê de Publicações

Presidente: Roberto Dantas de Medeiros
Secretário-Executivo: Alberto Luiz Marsaro Júnior
Membros: Aloisio Alcântara Vilarinho
Gilvan Barbosa Ferreira
Kátia de Lima Nechet
Liane Marise Moreira Ferreira
Moisés Cordeiro Mourão de Oliveira Júnior

Expediente

Editoração Eletrônica: Vera Lúcia Alvarenga Rosendo