

CONSIDERATIONS ON THE ACIDITY OF THE GROUND OF SAVANNA

**Itamar Pereira de Oliveira<sup>2</sup>, Kátia Aparecida de Pinho Costa<sup>3</sup>,  
Klayto José Gonçalves dos Santos<sup>4</sup> e Fábio Pires Moreira<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Trabalho parcialmente realizado através de revisão.

<sup>2</sup>Pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão

<sup>3</sup>Professora da UEG e UCG

<sup>4</sup>Coordenador da FMB/ISEMB e Professor da UEG

<sup>5</sup>Estagiário da UFG na Embrapa Arroz e Feijão

**RESUMO.** O cerrado brasileiro apresenta uma topografia plana favorável a mecanização, mananciais de água suficientes para atividades agropastoris, posição geográfica de fácil comunicação com os grandes centros comerciais, rede viária suficiente para transporte de produtos para os grandes centros consumidores, clima variável mas quando associado a um bom manejo cultural consegue-se altas produtividades. Tem como problema a baixa fertilidade de seus solos. A grande maioria é ácida, com baixo pH, altas concentrações de alumínio e algumas vezes de ferro e manganês, baixos teores de fósforo, cálcio e magnésio. Quase sempre apresentam solos deficientes em micronutrientes principalmente o zinco. São pobres em matéria orgânica com baixa capacidade de troca e saturação de bases. Quando corrigidos lideram produtividades da maioria dos produtos potencialmente comerciáveis. A calagem é o ponto inicial para a disponibilização dos seus solos para as atividades agrícolas. A finalidade deste trabalho é discutir a origem das acidez do solo, sua correção com a utilização de calcário e seus efeitos na disponibilidade de macro e micronutrientes para as plantas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Acidez, cerrado, solo.

**SUMMARY.** The Brazilian savanna presents a favorable plain topography for mechanization, enough water sources for agriculture and raising cattle activities, geographic position of easy communication with the great commercial centers, enough road net for transportation of products for great consuming centers, changeable climate but when associated to a good crop management high produtividades can be obtained. Soil low natural fertility presents problems for food production activities. The great majority is acid, with low pH, high aluminum concentrations and sometimes of iron and manganese, low phosphorus, calcium and magnesium contents. Almost always its soils present micronutrients deficient mainly in zinc. They are poor in organic matter with low cation exchangeable capacity and base saturation. When limed correctly the savanna brazilian soils lead produtividades of the majority of potentially marketable products. The liming is the initial point for soil availability for the agricultural activities. The purpose of this paper is to argue the origin of soil acidity, soil amendment trough liming and its effect on macro and micronutrients availability for plants.

**KEY WORDS:** Acidity, Savanna, Ground

## INTRODUÇÃO

O cerrado brasileiro cobre uma área de 2 área de aproximadamente milhões de km<sup>2</sup> (200 milhões de hectares), abrangendo dez estados do Brasil Central. Constitui uma região rica em água destacando a presença de três das maiores bacias hidrográficas da América do Sul (Tocantins - Araguaia, São Francisco e Prata) na região que favorecem sua biodiversidade. Com características típicas de regiões tropicais, o cerrado apresenta duas estações bem caracterizadas: inverno seco e verão chuvoso. Seus solos são ácidos, deficientes na maioria dos deficiente em nutrientes e rico em ferro e alumínio. Diferencialmente, o cerrado abriga plantas de aparência seca, entre arbustos esparsos e gramíneas, e o cerradão, um tipo mais denso de vegetação, de formação florestal.

Os planaltos predominam a paisagem dos Cerrados, embora pode-se observar grande variação de relevos. Calcula-se que metade do Cerrado situa-se entre 300 e 600m acima do nível

do mar, e apenas 5,5% atingem uma altitude acima de 900m. Em pelo menos 2/3 da região o inverno é demarcado por um período de seca que prolonga-se por cinco a seis meses.

Com parte das regiões de clima tropical e subtropical, é comum a ocorrência de solos ácidos, caracterizados por reduzido pH, baixos teores de matéria orgânica, baixos teores de Ca e Mg trocáveis, baixo índice de saturação de bases, e relativamente elevados teores de alumínio trocáveis. Quando os solos de cerrado encontram-se inseridos ao processo produtivo, a correção desses já foi realizada através da calagem. A calagem é uma das práticas que mais contribui para o aumento da eficiência dos adubos e conseqüentemente, da produtividade e da rentabilidade agropecuária (Souza *et al.* 1989; Oliveira e Yokoyama, 2003).

## FORMAÇÃO DE ACIDEZ DO SOLO

No processo da decomposição da matéria orgânica há formação tanto de ácidos orgânicos como de inorgânicos. O mais simples, encontrado em maior abundância, é o ácido carbônico que resulta da combinação do óxido carbônico com a água. Por ser um ácido fraco não pode ser responsabilizado pelos baixos valores de pH do solo. Ácidos inorgânicos como ácido sulfúrico e ácido nítrico e alguns ácidos orgânicos fortes são potentes supridores de íons  $H^+$  do solo. A acidez do solo surge com o contato dos ácidos do solo em contato com a solução aquosa, reage com a água dissociando:



O pH ou potencial hidrogeniônico representa a concentração de  $H^+$ , expresso por:  
 $pH = -\log (H^+) = \log 1/(H^+)$

Assim, para uma concentração 0,00001 molar ou  $10^{-5}$  M em  $H^+$ , equivale ao pH 5 sendo que no solo a faixa de pH entre 5,8 e 6,2 é a que apresenta maior disponibilidade da maioria dos nutrientes essenciais disponíveis para as culturas e pastagens.

Solos com pH abaixo de 7 são considerados ácidos; os com pH acima de 7 são alcalinos. Os macronutrientes, N, P,K, Ca, Mg e S, encontram-se mais disponíveis em pH mais elevado e

os micronutrientes como o Cu, Fe, Zn e Mn têm suas concentrações reduzidas quando se aumenta o pH e o B, Mo e Cl são mais disponíveis em pH mais alcalinos.

## **ÉPOCA APLICAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE CALCÁRIO**

Pode ser feita em qualquer época do ano; é importante que anteceda ao plantio e/ ou adubação. Geralmente é incorporado ao solo em profundidade entre 0 e 20 cm com recomendações (Malavota, 1981; Raij et al., 1985; Lima et al., 1989), quando possível até 40 cm. No caso de culturas anuais, para quantidades superiores a 3 t/ha, recomenda-se aplicar metade da dose antes da aração e o restante antes da gradagem de nivelamento. O calcário fino e calcinado, como o caso do "filler", é mais reativo e apresenta maior rapidez na correção do solo. Pode ser aplicado até 15 a 30 dias antes do plantio. Recomendava-se para os calcários de textura grossa serem aplicados seis meses antes do plantio. Atualmente mesmo os calcários não calcinados devem ser aplicados entre 60 a 90 dias antes do plantio mesmo não sendo 100% solúveis. Devido à adaptação de peneiras finas no processo de moagem, produzindo um calcário de distribuição uniforme, permitindo boa mistura com a terra. Em pequenas áreas como hortas e pequenas propriedades, o calcário pode ser espalhado manualmente, a lanço, na superfície do solo.

## **ORIGEM DA ACIDEZ DOS SOLOS**

Os solos podem ser ácidos devido à própria pobreza em bases do material de origem, ou a processos de formação que favorecem a remoção ou lavagem de elementos básicos como K, Ca, Mg, Na e outros. Além disso, os solos podem ter sua acidez aumentada por cultivos e adubações. Em ambos os casos, a acidificação se inicia, ou se acentua, devido à remoção de bases da superfície dos colóides do solo. A origem da acidez do solo é causada principalmente por lavagem de Ca e Mg do solo pela água da chuva ou irrigação, remoção dos nutrientes pelas colheitas e utilização da maioria dos fertilizantes químicos.

Há três maneiras principais que provocam a acidificação do solo.

1) - A primeira ocorre naturalmente pela dissociação do gás carbônico:



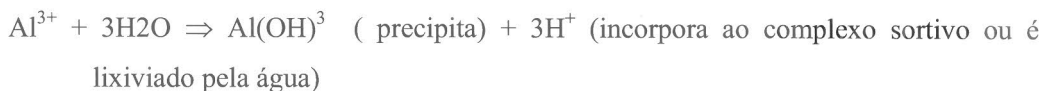
O  $\text{H}^+$  transfere-se então para a fase sólida do solo e libera um cátion trocável, que será lixiviado com o bicarbonato. Esse fenômeno é favorecido por valores de pH elevados, tornando-se menos importante em pH baixos, sendo inexpressivo a pH abaixo de 5,2. Portanto, em solos muito ácidos não é provável uma grande acidificação através do bicarbonato.

2) - A segunda causa da acidificação é ocasionada por alguns fertilizantes, sobretudo os amoniacais e a uréia, que durante a sua transformação no solo, sob ação dos microrganismos, resulta  $\text{H}^+$ :



O  $\text{H}^+$  produzido, como no primeiro caso, libera um cátion trocável para a solução do solo, que será lixiviado com o ânion acompanhante, intensificando a acidificação.

3) - Uma terceira causa importante da acidificação dos solos é a hidrólise do alumínio, a qual produz íons  $\text{H}^+$ , de acordo com a reação:



## TIPOS ACIDEZ DO SOLO

A acidez do solo pode ser dividida em acidez ativa e acidez potencial que pode ser acidez trocável e acidez não trocável.

- a) - Acidez ativa é resultado do H dissociado, ou seja, na solução do solo, na forma de  $H^+$  e é expressa em valores de pH ( $H^+$  da solução do solo).
- b) - A acidez trocável refere-se aos íons  $H^+$  e  $Al^{3+}$  que estão retidos na superfície dos colóides por forças eletrostáticas. A quantidade de H trocável, em condições naturais, parece ser pequena. A acidez não trocável é representada pelo H de ligação covalente, associado aos colóides com carga negativa variável e aos compostos de Al ( $Al^{3+}$  trocável +  $H^+$  trocável).
- c) - A acidez potencial é a soma da acidez trocável e da não trocável. A trocável é a mais prejudicial ao crescimento da maioria das plantas e corresponde à soma da acidez trocável ( $Al^{3+}$  trocável +  $H^+$  trocável) com a acidez não trocável ( $H^+$  de ligação covalente).

## CORRETIVOS E SUA REAÇÕES NO SOLO

Quando se aplica o calcário no solo, os carbonatos de cálcio e de magnésio reagem com o hidrogênio do solo liberando água e gás carbônico. O alumínio é insolubilizado na forma de hidróxido.



A cal virgem (CaO), cal hidratada  $Ca(OH)_2$ , calcário calcinado e outros que são quimicamente bases fortes, o mecanismo de neutralização da acidez do solo baseia-se na reação da hidroxila ( $OH^-$ ) com o ( $H^+$ ) da solução do solo.



## MÉTODOS PARA RECOMENDAÇÃO DE CALAGEM

### A – Neutralização do alumínio

Método impreciso mas ainda usado.

$$\text{Necessidade de calcário em t/ha (NC)} = \text{meq Al}^{+++}/100 \text{ cm}^3 \times f$$

$$\text{meq}/100 \text{ cm}^3 = \text{meq}/100\text{cc} = \text{cmol}/\text{dm}^3$$

f = 1,5 para culturas tolerantes a acidez (ex. gramíneas)

f = 2,0 para culturas não tolerantes a acidez (ex. leguminosas)

A dose de calcário calculada por esse método é insuficiente para elevar o pH do solo de modo sensível, geralmente só até pH 5,7, ou um pouco menos.

### B – Neutralização do alumínio e exigência da planta e Ca + Mg

Método bastante usado no Brasil Central (CFSEMG,1989).

$$\text{Necessidade de calcário em t/ha (NC)} = [(\text{Nc} - \text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}) + 2 \text{ meq Al}^{+++}/100 \text{ cm}^3] \times f$$

f = 1/PRNT(poder relativo de neutralização total)

$$\text{meq}/100\text{cc} = \text{cmol}/\text{dm}^3$$

Nc = nível crítico externo de Ca + Mg que o solo deveria ter. Tem-se usado 1,5 para pastagem, 2 = para culturais com potencial tolerantes a solo mais ácidos, mas exigentes em Ca e Mg como as gramíneas. Para culturas pouco tolerantes ou não tolerantes a acidez e exigentes em Ca e Mg com soja e milho tem-se usado o Nc = 3.

### C – Método baseado no teor de argila e Al e teores de Ca + Mg.

$$NC \text{ (t/ha)} = [ Y \times \text{meq Al/100 cm}^3 + (X - \text{meq Ca} + \text{Mg/100 cm}^3)]$$

$$\text{meq/100cc ou emg/100cm}^3 = \text{cmol/dm}^3$$

O valor Y é variável em função da textura do solo, e o valor X é variável em função da exigência da cultura.

Y = 1 para solos arenosos (< 15% de argila)

2 para solos de textura média (15 a 35% de argila)

3 para solos argilosos (> 35% de argila)

X = 2 para a maioria das culturas

1 para eucalipto (por exemplo)

3 para cafeeiro (por exemplo)

#### **D – Solução tampão SMP**

Método usado no sul do país que consiste em agitar uma quantidade de solo com um volume da solução tampão (CFS, 1989). Através do pH da suspensão, representado por pH SMP, é consultada uma tabela onde se lê diretamente a quantidade de calcário a aplicar.

#### **E – Saturação por bases**

Baseia-se na relação existente entre pH e saturação por bases. Na fórmula são considerados parâmetros referentes à solo, corretivo e cultura específica.

$$NC \text{ (t/ha)} = \frac{T (V2 - V1)}{100} \times f$$

NC = necessidade de calcário (t/ha).



T = capacidade de troca de cátions a pH 7,0 = K+Ca+Mg+H+Al em  $\text{cmol/dm}^3$   
 $\text{cmol/dm}^3 = \text{emg/100cc}$

V2 = saturação por bases desejada para a cultura a ser implantada (%)

V1 = saturação por bases atual do solo = S x 100 (%).

\*S = soma de bases = K + Ca + Mg em  $\text{cmol/dm}^3$

\* em solos salinos adiciona-se o Na e em solos de clima frio adiciona-se  $\text{NH}_4^+$

f = 1/PRNT

## F – Calagem em plantio direto

Recomenda-se, antes de iniciar o sistema semeadura direta em áreas sob cultivo convencional, corrigir integralmente a acidez do solo, sendo esta etapa fundamental para a adequação do solo a esse sistema (Lopes, 1983; Trani & Belizario, 1983; Sousa, 1989). No cerrado, esta tecnologia é fundamental, onde a maioria dos solos é ácida apresentando baixo pH, rica em alumínio trocável e pobre em  $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$ . O uso de corretivo, na quantidade recomendada, deve ser incorporado, uniformemente, na camada arável do solo, ou seja, até 20 cm de profundidade. Após a implementação da semeadura direta, os processos de acidificação do solo irão ocorrer e será necessário, depois de algum tempo, a correção da acidez.

Para a identificação da necessidade de calagem, o solo já implantado de maneira correta, deve ser amostrado na profundidade de 0 a 20 cm, podendo-se aplicar até 1/3 da quantidade necessária. Para os solos que já receberam calcário na superfície, a amostragem deve ser realizada de 0 a 10 e 10 a 20 cm de profundidade. Portanto, em solos que já receberam calcário em superfície, sugere-se que, para o cálculo da recalagem, sejam utilizados os valores médios das duas profundidades, aplicando-se até 1/3 da calagem indicada.

## **BENEFÍCIOS DA CALAGEM**

A calagem adequada é aquela que eleva o pH; fornece Ca e Mg como nutrientes; diminui ou elimina os efeitos tóxicos do Al, Mn e Fe; diminui a “fixação” de P; aumenta a disponibilidade do N, P, K, Ca, Mg, S e Mo no solo; aumenta a eficiência dos fertilizantes; aumenta a atividade microbiana e a liberação de nutrientes, tais como N,P, S e B pela decomposição da matéria orgânica; melhora as propriedades físicas do solo, proporcionando melhor aeração, circulação de água, favorecendo o desenvolvimento das raízes das plantas; aumenta a produtividade das culturas como resultado de um ou mais dos efeitos anteriormente citados (Lopes, 1991).

Os efeitos da calagem se refletem de maneira positiva no aumento da CTC do solo e, segundo os benefícios da intensificação do uso de fertilizante só serão visualizados se o pH do solo estiver acima de 5,5. Portanto, o calcário tem sido usado para a correção química do solo, objetivando elevar o V %, o pH e os teores de Ca e Mg e diminuir os efeitos negativos do alumínio e manganês (Volkweiss & Tedesco, 1984; CFSG, 1988; Lopes & Guidolin, 1989). De fato, a calagem necessária para elevar o índice de saturação de bases superior a 60% é importante para manter o pH acima de 5,5, precipitando o alumínio e elevando os teores das bases trocáveis no solo. Por outro lado à calagem excessiva pode imobilizar certos micronutrientes (Zn, B, Cu, Mn e o Fe), causando sintomas de deficiência às plantas, que quando não acompanhada da adubação fosfatada, conduz ao desequilíbrio da relação Ca : P na forragem, com desagradáveis conseqüências para a nutrição animal .

CFSG – COMISSÃO DE FERTILIDADE DE SOLOS DE GOIÁS. **Recomendações de corretivos e fertilizantes para Goiás**. 5ª aproximação. Goiânia. UFG/EMGOPA, 1988. 101 p. (Informativo Técnico, 1)

CFS – RS/SC-COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. **Recomendações de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 2ª ed. Passo Fundo. SBCS – Núcleo Regional Sul/EMBRAPA-CNPT, 1989. 128 p.

CFSEMG – **Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais**, 1989. 176p.

LIMA, E.; COSTA, A.; PARRA, M.S.; CHAVES, J.C.D. 7 PAVAN, M.A. **Recomendações de adubação e calagem para as principais culturas do Estado do Paraná**. In: **Manual Técnico do Sub - programa de Manejo e Conservação do Solo**. Curitiba, Secretaria da Agricultura e do Abastecimento, 1989. P. 85-104.

LOPES, A.S. **Solos sob “cerrado”, características, propriedades e manejo**. Piracicaba, Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato. 1983. 162p.

LOPES, A.S.; SILVA, M.C.; GUIMARÃES GUILHERME, L.R. **Correção da acidez do solo**. São Paulo: ANDA. 1991. 22p. (Boletim Técnico 1).

\*LOPES, A. S.; GUIDOLIN, J.A. **Interpretação de Análise de Solo – Conceitos e Aplicações**. 3º edição. São Paulo: ANDA. 1989. 64p.

\*MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: adubos e adubação**. 3ª ed. São Paulo, Ceres, 1981. 595p.

OLIVEIRA,I.P.; YOKOYAMA, L.P. Implantação e condução do Sistema Barreirão. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE,L.F.; AIDAR, H. **Integração lavoura - pecuária**. Santo Antônio de Goiás:Embrapa Arroz e Feijão. 2003. p. 265 – 302.

RAIJ B. van; SILVA, N.M. da; BATAGLIA, O.C.; QUAGGIO, J.A;HIROCE, R.; CANTARELLA, H.; BELINAZZI JÚNIOR, R; DECHEN, A .R. & TRANI, P.E. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo, Campinas**, Instituto Agrônomo, 1985. 107p. (Boletim Técnico, 100)

SOUSA, D.M.G. **Calagem e adubação da soja no cerrado**. Porto Alegre, DE AGRO/ADUBOS TREVO S/A, 1989. 17p.

SOUSA, D.M.G.; MIRANDA, L.N. DE; LOBATO, E.; CASTRO, L.H.R. de Métodos para determinar as necessidades de calagem em solos dos cerrados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, 13(2): 193 - 198, maio/ago. 1989.

THUNG, M.D.T.; OLIVEIRA, I.P. **Problemas abióticos que afetam a produção do feijoeiro e seus métodos de controle**. Santo Antônio de Goiás. EMBRAPA-CNPAF.1998. 172 p.

TRANI, P.E.; BELINAZZI Jr., R. **Calagem**. Campinas, CATI, 1983. (Boletim Técnico, 167)

VOLKWEISS, S.J.; TEDESCO, M.J. **A calagem dos solos ácidos: prática e benefícios**. Porto Alegre, UFRGS. Fac. De Agronomia, Dep. De Solos, 1984.