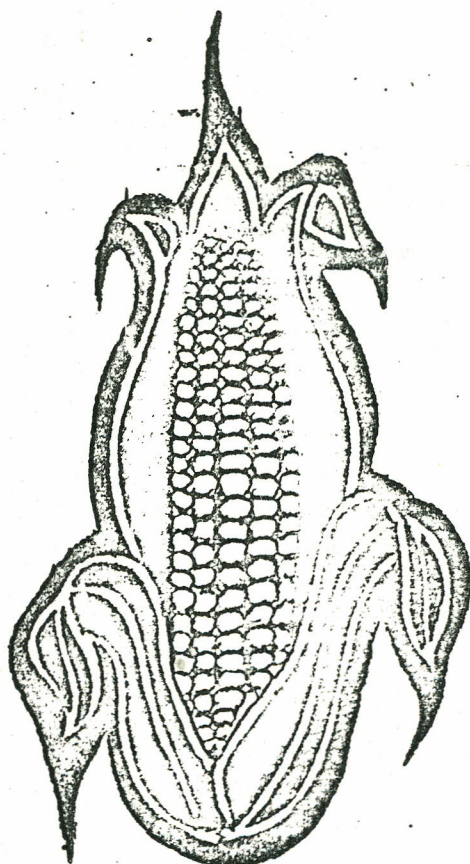


**EMBRAPA**

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA

**SOLOS DA REGIÃO CENTRO SUL  
potencialidades e limitações para as  
culturas de Milho e Sorgo**



**CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE MILHO E SORGO**

**SETE LAGOAS - MG**



**EMBRATER**

Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural  
Vinculada ao Ministério da Agricultura

### APRESENTAÇÃO

A EMBRATER (Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural), objetivando concentrar esforços para execução de um programa de difusão de tecnologia para a cultura do milho, promove o treinamento de seus extensionistas a níveis Estadual e Regional.

Dentro desta sistemática patrocina também, a elaboração de apostilas, procurando iniciar o "Manual Técnico para a Cultura do Milho", material básico para técnicos que trabalham com a cultura no país.

A iniciativa da EMBRATER, sem dúvida, além de promover a transferência de conhecimentos aos extensionistas e técnicos, incentiva o relacionamento e cooperação com técnicos e instituições de pesquisas nas mais diversas áreas.



RICARDO MAGNAVACA

Chefe do Centro Nacional de  
Pesquisa de Milho e Sorgo

631.4  
E 555  
1978

## CONT E Ú D O

No desenvolvimento da apostila, ora apresentada, procurou-se mostrar os solos utilizados na cultura do milho no Centro-Sul e suas limitações ao uso agrícola. Dentre estas limitações deu-se ênfase a um maior embasamento em troca de cations e anions, adsorção aniônica, acidez do solo e sua correção e nitrogênio em solos tropicais.

Foram responsáveis pela elaboração dos diversos segmentos os seguintes pesquisadores do C N P M S.

Principais solos utilizados na cultura do milho no Centro-Sul do Brasil.

Bernardo Carvalho Avelar

Fenômeno de troca de cations e anions no solo.

Gilson V.E. Pitta

Manejo da Adubação.

Antônio F.C. Bahia Filho  
e Carlos A. Vasconcelos

Acidez do solo.

Gilson V.E. Pitta

Calagem em solos ácidos.

Antônio F.C. Bahia Filho  
e Gonçalo E. de França

Adubação Verde para a cultura do Milho

Edson Bolivar Pacheco

Transformações biológicas de nitrogênio

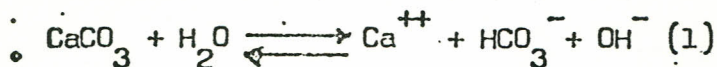
Ivanildo Evódio Marriel

CALAGEM EM SOLOS ÁCIDOS

## CALAGEM EM SOLOS ÁCIDOS

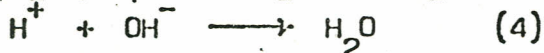
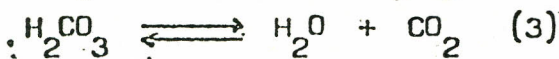
### 1) Reações de Neutralização da acidez

A neutralização da acidez através do uso do calcário inicia-se pela hidrólise segundo a reação 1



Esta reação prossegue até o limite de solubilidade do calcário que normalmente é baixo.

No entanto tanto o  $\text{HCO}_3^-$  quanto a  $\text{OH}^-$  produzidas podem reagir com os  $\text{H}^+$  dos radicais ácidos da MO quanto com os  $\text{H}^+$  adsorvidos às argilas segundo as reações 2 e 4



Os locais de troca anteriormente ocupados por H são agora preenchidos pelo cation acompanhante. (Ca ou Mg)

As hidroxilas produzidas reagem também com o  $\text{Al}^{+3}$  formando ao final o hidróxido de alumínio que se precipita segundo as reações 5 6 e 7



Assim a neutralização é sempre feita através do anion que acompanha o Ca e/ou Mg.

### 2) Correção da acidez do solo

Atualmente no Brasil são utilizados, predominantemente, dois métodos para de terminar a necessidade de calagem.

A idéia básica é de que em solos minerais intemperizados, Alumínio é o principal componente da acidez trocável, sendo a necessidade de calcário em t/ha igual ao  $Al^{3+}$  trocável multiplicado pelo fator de calagem. As quantidades calculadas por este método teriam que fornecer saturação em  $Al^{3+}$  menor que 15%, nível que não apresenta problema de toxidez para as culturas.

Em Minas Gerais ao lado do fator 2 para o Al trocável utiliza-se também o conceito de completar os teores de Ca+Mg para 2 eq.mg/100cc. Assim a fórmula utilizada para o cálculo é

$$N.C. \text{ t/ha} = 2 \times Al + | 2 - (Ca + Mg) |$$

Apenas como exemplo são apresentados os resultados obtidos em LE textura argilosa fase cerrado no CNPMS (Quadro 2). A necessidade de calagem estimada - pela fórmula foi de 7 t/ha.

Quadro 2 - Efeito de doses de calcário na % de saturação de Al

Doses (t/ha)	PRNT (t/ha)	pH	% sat. Al
0	0	4,6	63
2	1,84	4,8	46
7	6,44	5,2	5

A utilização de 7 t/ha praticamente eliminou todo o Al trocável.

Do exposto pode-se visualizar que existem duas filosofias nos métodos até então utilizados.

Enquanto um se preocupa em atingir um valor de pH entre 6,0 a 6,5, o outro visa exclusivamente eliminar o Al trocável. No primeiro caso, nos EUA, a elevação de pH a 6,5-7,0 era necessária tendo-se em vista o sistema de rotação utilizado. Normalmente para produção ótima de leguminosas como o trevo e alfafa é preciso atingir estes valores. A produção da cultura subsequente à leguminosa normalmente era melhor a pH 6,5-7,0 devido as grandes quantida -

O primeiro deles baseia-se no uso de uma solução tamponada de pH conhecido. Ao se misturar o solo com a solução há uma depressão do pH original causada pela acidez do solo e que indica a necessidade de calagem. É necessário que se tenha neste método, a tabela previamente calibrada com a necessidade de calagem real para se atingir determinado pH. O método mais utilizado principalmente nos estados do sul do Brasil é o SMP adaptado por Kussow.

A tabela em uso no Rio Grande do Sul é mostrada no quadro 1

Quadro 1 - Tabela para recomendar calcário pelo método SMP

pH SMP	t/ha CaCO <sub>3</sub> (1)	pH SMP	t/ha CaCO <sub>3</sub>
6,9 ou mais	0	5,8	4,4
6,8	0,3	5,7	5,2
6,7	0,5	5,6	6,0
6,6	0,8	5,5	7,0
6,5	1,2	5,4	8,0
6,4	1,6	5,3	9,0
6,3	2,0	5,2	10,4
6,2	2,4	5,1	11,6
6,1	3,0	5,0	13,2
6,0	3,4	4,9	15,0
5,9	3,9	4,8 ou menos	17,0

(1) - Quantidade calculada de corretivo com PRNT de 100% para aumentar o pH do solo de 6,0 a 6,5. Fonte MIELNICZUC, J et al Recomendações de adubo e calcário para os solos e culturas do Rio Grande do Sul. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1971 29 p. (Bol. Tec. 2)

Outro método de recomendação de larga utilização, baseia-se na acidez trocável extraída por soluções salinas não tamponadas e foi sugerido por Kamprath.

des de nitrogênio fixado. Este tipo de experimento levou a conclusão que o pH ideal para as culturas era aquele utilizado para as leguminosas. Tentou-se extrapolar este tipo de informação obtido em Molisol e Alfisol de regiões temperadas para Ultisol e Oxisol de regiões tropicais sendo que os resultados obtidos muitas vezes não foram os esperados. Uma síntese das duas filosofias e sua aplicação em solos ácidos é dada pelo quadro 3.

É possível por este quadro visualizar o tipo de resposta que se espera da calagem, os seus efeitos benéficos se aplicada corretamente e os maléficos advindos do uso excessivo do calcário.

Grande parte dos pesquisadores brasileiros admite que a recomendação de calagem deve ser baseada na neutralização do Al trocável e em alguns casos na redução da solubilidade do Mn ao invés de elevar o pH a valores próximos da neutralidade.

---



Quadro 3 - Sumário dos fenômenos relacionados com resposta das culturas à calagem em solos ácidos. a/

Efeito de calagem	Molisol	Alfisol	Ultisol	Oxisol
1. pH ideal	6,2 - 6,8	6,0 - 6,6	5,6 - 6,2	5,0 - 5,6
2. Resposta obtida*	Regular a boa	Excelente	Excelente	Boa a Excelente
3. Efeito benéfico da calagem**				
a. Químico	1. Ajustamento do pH 2. Mobilização de Ca 3. Fixação N <sub>2</sub> e Meta- bolização	1. Ajustamento do pH 2. Inativação de Al 3. Mobilização de Ca 4. Fixação de N <sub>2</sub> e metabolização	1. Inativação de Al e/ ou Mn 2. Adição de Ca - -	1. Inativação de Al e/ ou Mn 2. Adição de Ca 3. Diminuição da intem- perização
b. Físico	Melhoria da agrega- ção	Alguma melhoria da agregação	Nenhuma melhoria quan- do elevado para pH <u>i</u> deal	Nenhuma melhoria quan- do elevado para pH <u>i</u> deal
4. Efeito maléfico do excesso de calagem				
a. Químico	Nenhum	1. Deficiência de Zn ou Mn 2. Toxidez de Mo	1. Def. Zn, Mn (Cu, B) 2. Toxidez de Mo 3. Excesso de Ca	1. Def. Zn, Mn, Cu e B 2. Toxidez de Mo 3. Excesso de Ca
b. Físico	Nenhum	Nenhum	Dispersão de agregados	Dispersão de agregados

a/ McLEAN, E.O. Potentially beneficial effects from lime: chemical and physical. Soil and Crop Sci. of Florida Proc. 31(7,8,9) : 190 - 196. 1971.

\* Resposta obtida com pH aproximadamente uma unidade abaixo do pH ideal.

\*\* Ordem decrescente de importância.

### 3) Escolha do material corretivo

Na escolha do corretivo tem-se que considerar certas propriedades que ao final determinam as quantidades do corretivo a aplicar. Estas propriedades podem ser agrupadas em:

- a) Valor neutralizante
- b) Eficiência do corretivo
- c) Solubilidade

#### a) Valor neutralizante

Mede a capacidade do corretivo em reagir com os ácidos do solo. Sempre é calculado em relação a  $\text{CaCO}_3$  puro com valor igual a 100. Nos cálculos considera-se que uma molécula de  $\text{CaCO}_3$  neutraliza duas de  $\text{HCl}$ . Desta forma pode-se calcular os valores neutralizantes que são apresentados no quadro 4.

Quadro 4 - Valor neutralizante de diversos materiais corretivos.

Material		VN %
$\text{CaCO}_3$	Carbonato de cálcio	100
$\text{MgCO}_3$	Carbonato de Magnésio	119
$\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$	Dolomita pura	109
$\text{Ca}(\text{OH})_2$	Hidróxido de cálcio	136
$\text{CaO}$	Oxido de cálcio	179
$\text{MgO}$	Oxido de magnésio	248

#### b) Eficiência relativa do corretivo

Dada a baixa solubilidade do calcário a sua reação no solo está bastante influenciada pela superfície específica. Assim, quanto mais fino o material, - mais rápida é a reação. Atualmente utiliza-se padrões para determinar a eficiência

ciencia em um período de atuação do calcário de 3 anos (Quadro 5).

Quadro 5 - Eficiência relativa do corretivo.

Tamanho partícula (mesh)		Eficiência %
Menor	Maior	
60	-	100
20	60	60
8	20	20
-	8	0

### c) Solubilidade

Em trabalhos realizados no Brasil verificou-se que o calcário dolomítico é menos solúvel que o calcítico. Daí a finura assumir maior importância relativa para o calcário dolomítico que para o calcítico. Constatou-se também que quanto maior o teor de cálcio maior a solubilidade do material corretivo. Deve-se ressaltar, no entanto, que Mg é um dos principais problemas em solos sob vegetação de cerrado e que a aplicação de grandes doses de calcário calcítico pode provocar um desequilíbrio entre Ca e Mg na planta com o aparecimento de deficiência do segundo elemento.

### Poder relativo de neutralização total (PRNT)

Este índice estima a eficiência total do material corretivo através do produto do valor neutralizante pela eficiência relativa.

Assim

$$PRNT = \frac{V. N (\%) \times E. R (\%)}{100}$$

Poder relativo de neutralização total (PRNT)

Exemplo

Dados químicos (Valor neutralizante)

$\text{CaCO}_3$  - 93 %

$\text{MgCO}_3$  - 6 %

Dados físicos (Eficiência relativa)

∟ 60 mesh - 75

20 - 60      15

8 - 20      10

8      0

$$\text{VN} = (93 \times 1,00) + (6 \times 1,19) = 93 + 7,1 = 100,1 \%$$

$$\text{E.R} = (75 \times 1,00) + (15 \times 0,6) + (10 \times 0,2) = 75 + 9,0 + 2 = 86 \%$$

$$\text{PRNT} = \frac{\text{VN} \times \text{E.R}}{100} = \frac{100,1 \times 86}{100} = 86,1 \%$$

Dada a análise de solo

pH em água	Al eq.mg/100cc	Ca+Mg eq. mg/100cc	K ppm	P ppm	M.O %
4,6	2,43	1,40	81	3	3,71

Temos a seguinte necessidade de calagem

$$\text{t/ha} = | 2,43 \times 2 + (2 - 1,40) | = 4,86 + 0,60 = 5,4 \text{ t/ha de calcário com PRNT } 100\%$$

Como última observação deve-se sempre comprar toneladas efetivas de calcário. Portanto, entre dois calcários seria escolhido aquele de tonelada de PRNT mais barata.

## L I T E R A T U R A   C O N S U L T A D A

BRAGA J. M. Correção do solo. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 1972  
22 p (mimeografado)

I G U E, K., CABALA, P., MIRANDA, E., SANTANA, C. & SANTANA, M. B. M. Correção da acidez do solo. Centro de Pesquisas do Cacau. Itabuna, 1972. 35 p.

KAMPATH, E. J. Potential detrimental effects from liming highly weathered soils to neutrality. Soil and Crop Sci. Soc. of Florida Proc. 31(7,8,9): 200 - 3. 1971

McLEAN, E. O. Potentially beneficial effects from lime : chemical and physical. Soil and Crop Sci. Soc. of Florida Proc. 31(7,8,9) : 190 - 6. 1971

PIPAEMG. Recomendações do uso de fertilizantes para o Estado de Minas Gerais. 2ª tentativa. Secretaria do Estado da Agricultura. Belo Horizonte. 1972. 88 p.

WOLKWEIS, S. J. & LUDWICK, A. E. 1971. O melhoramento do solo pela calagem Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre 1971. 30 p (Bol. Tec., 1)

MIELNICZUC, J., LUDWICK, A. & BOHNEN, H. Recomendações de adubo e calcário para os solos e culturas do Rio Grande do Sul. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre 1971 29 p. (Bol. Tec., 2).

---