

Práticas agrícolas relacionadas à calagem do solo

Carlos Eugênio Martins¹

Introdução

O ponto de partida para o estabelecimento de culturas é o conhecimento de sua fertilidade natural, através dos resultados de análise do solo, expedidos por laboratórios credenciados. Uma vez conhecido tais resultados, a calagem é a primeira prática a ser adotada nos plantios racionais de qualquer cultura.

Uma das principais características dos solos brasileiros é apresentar acidez elevada, proveniente principalmente das altas concentrações de alumínio tóxico, ferro e manganês na solução do solo. A acidez favorece o aparecimento de elementos nocivos ao crescimento e desenvolvimento das plantas, além de reduzir a disponibilidade de muitos nutrientes presentes na solução do solo, absorvidos e utilizados pelas plantas para que, ao serem metabolizados, produzam substâncias importantes para o crescimento e desenvolvimento das plantas e, utilizadas pelo homem e pelos animais.

Para que se obtenham resultados expressivos no crescimento e desenvolvimento de plantas, há necessidade, portanto de se neutralizar os efeitos tóxicos dos fatores responsáveis pela acidez do solo por meio da calagem e, por conseguinte, aumentar a capacidade produtiva das plantas.

Neste comunicado o leitor encontrará informações relacionadas à acidez e à alcalinidade do solo, ao poder de neutralização do calcário, à amostragem do solo, à interpretação dos resultados analíticos apresentados e sugestões de recomendação de calagem baseado nos diferentes métodos empregado no Estado de Minas Gerais.

Acidez e alcalinidade do solo

O potencial hidrogeniônico (pH) do solo está diretamente relacionado com a acidez ou com a alcalinidade do mesmo. O pH 7,00, indica neutralidade do solo, ou seja, as cargas positivas se equivalem às cargas negativas. pH abaixo de 7,00, comum na maioria dos solos brasileiros, indica acidez, enquanto pH acima de 7,00, indica basicidade ou alcalinidade. Essa situação de alcalinidade é comum em solos de fertilidade elevada, especialmente os que apresentam elevadas concentrações de cálcio, magnésio, potássio. São comuns os solos com alcalinidade elevada, conhecidos como solos salinos, apresentarem alta concentração de sódio, elemento este que confere aumento substancial da alcalinidade.

A acidez ou a alcalinidade conferem ao solo variações profundas na disponibilidade dos elementos nutritivos, conhecidos como nutrientes, conforme demonstra a Fig. 1.

¹ Engenheiro Agrônomo, D.Sc., Pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Bolsista do CNPq – Rua Eugênio do Nascimento, 610 – Bairro Dom Bosco – 36038-330 Juiz de Fora/MG – caeuma@cnpq.embrapa.br

Observa-se que na faixa de pH compreendida entre 6,00 a 7,00, ideal para a grande maioria das culturas cultivadas no Brasil, encontra-se a maior disponibilidade de nutrientes, embora se observa para o molibdênio e cloro, que sua disponibilidade aumenta com o aumento do pH, enquanto o ferro, cobre, manganês, zinco, boro, fósforo, nitrogênio e enxofre, têm sua disponibilidade reduzida.

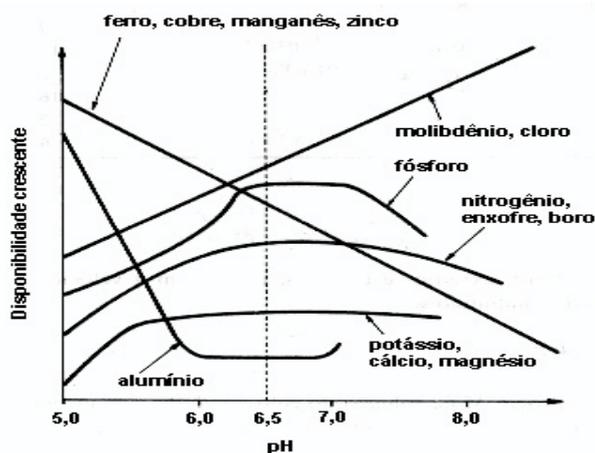


Fig. 1. Disponibilidade de nutrientes na solução do solo em função do pH.

Fonte: MALAVOLTA, 1981.

Fato marcante a ser considerado na Fig. 1, é que o Alumínio em pH abaixo de 6,00, apresenta-se no solo com concentrações tóxicas para a maioria das plantas, interferindo na concentração e na absorção de nutrientes do solo, reduzindo o crescimento das plantas.

Os melhores valores para o pH variam em função da planta. Da mesma forma vale salientar que as plantas tropicais, no caso de pastagens, especialmente as gramíneas tropicais, apresentam tolerância a fatores de acidez de moderada a alta, conferindo às plantas uma grande capacidade de produção de forragem, mesmo em solos com elevada acidez. A *Brachiaria*, por exemplo, é o gênero que apresenta maior tolerância aos fatores de acidez do solo.

No caso das leguminosas, os gêneros *Centrosema*, *Desmodium*, *Calopogônio* e *Stylosanthes*, são mais tolerantes quando comparados à soja perene e alfafa. Assim, as necessidades de calcário para corrigir a acidez do solo variam de acordo com a cultura que se quer estabelecer e com o grau de tecnologia adotado. Sistemas intensivos de produção de leite que adotam adubação e irrigação exigem calagem para atingir 60% de saturação de base (V_2), enquanto os sistemas menos tecnificados permitem que se trabalhe com V_2 de 40% (CFSEMG, 1999). Isso reforça a necessidade da análise de solo anual e da sua correta interpretação por um técnico experiente, que também vai levar em conta o sistema de manejo e a capacidade de produção da cultura.

Poder de neutralização do calcário

Ao se avaliar a qualidade de um calcário, deve-se levar em consideração a sua capacidade de neutralizar a acidez do solo (poder de neutralização – PN), a reatividade do material (RE), que considera a natureza geológica e a granulometria do mesmo e, o teor de nutrientes, especialmente de cálcio (Ca) e magnésio (Mg). O poder de neutralização avalia o teor de materiais neutralizantes no calcário, ou seja, a capacidade de reação dos ânions presente. Considera-se o carbonato de cálcio (CaCO_3) como padrão igual a 100%. A determinação do PN do calcário é feita em laboratório, usando ácido clorídrico, sendo o resultado expresso em %. Esta capacidade de neutralizar a acidez que apresenta um calcário, também pode ser estimada, aproximadamente, determinando-se os teores de Ca e de Mg, teores que se expressam em dag/kg (%) de óxidos de cálcio (CaO) e de magnésio (MgO).

A legislação brasileira define que os teores de cálcio e magnésio dos calcários devam ser expressos na forma de óxidos (CaO e MgO). Para poder ser comercializado, o calcário deve ter, no mínimo, 38% de óxido de cálcio e magnésio. O teor e o tipo de elementos que diminuem a acidez, e o tempo que levam para fazer efeito no solo são diferentes nos produtos comercializados.

Ainda para se escolher um calcário deve-se considerar sua reatividade, que em parte depende da natureza geológica da rocha. A reatividade depende fundamentalmente da granulometria (finura com que o calcário é moído). A granulometria indica a capacidade de um corretivo reagir no solo envolvendo a velocidade de reação e o seu efeito residual no solo. Em relação a granulometria, a legislação atual determina as seguintes características mínimas: passar 95% por peneira de 2 mm de malha, conforme especificação da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT N° 10); 70% por peneira de 0,84 mm (ABNT N° 20) e passar 50% por peneira de 0,30 mm (ABNT N° 50).

Combinando o poder de neutralização (PN) com a reatividade (RE) de um calcário, tem-se o seu poder relativo de neutralização total (PRNT), que estima quanto de calcário irá reagir em um período de aproximadamente três anos.

A legislação especifica quatro faixas de PRNT para efeito de classificação e comercialização de calcário:

- Faixa A: com PRNT entre 45,0 e 60,0%.
- Faixa B: com PRNT entre 60,1 e 75,0%.
- Faixa C: com PRNT entre 75,1 e 90,0%.
- Faixa D: com PRNT maior que 90,1%.

Para corrigir a acidez do solo, usa-se mais calcário quanto menor for o seu PRNT. Por exemplo, uma tonelada de

calcário com PRNT = 100% equivale a 2 toneladas de calcário com PRNT = 50%, por isso é importante verificar os valores de PRNT junto ao provedor de calcário.

Amostragem do solo

A amostragem do solo deverá ser feita após o final da época chuvosa, sendo para a Região Sudeste os meses de abril/maio os mais indicados. Até pouco tempo, recomendavam-se duas amostragens anuais, sendo uma no final e outra no início da época chuvosa. Entretanto, como os resultados obtidos, quase sempre, apresentam valores semelhantes, um grupo de técnicos que compõem a Comissão de Fertilidade de Solo do Estado de Minas Gerais (CFSEMG, 1999) optou por recomendar a realização de uma única amostragem. Assim, a amostragem feita no final da época chuvosa, além de permitir conhecer a fertilidade do solo, reduz o custo de implantação da pastagem, pelo fato de reduzir o número de amostragens. Vale a pena ressaltar que a amostragem feita nesta época possibilita ao produtor adquirir corretivos e fertilizantes nos meses de entressafra (junho/julho) quando, geralmente, o preço destes insumos é menor.

É muito importante subdividir a área a ser amostrada, de modo que esta seja a mais homogênea possível. Nesta subdivisão, deve-se levar em conta a vegetação, a posição topográfica (topo de morro, meia-encosta, baixada etc.), as características perceptíveis do solo (cor, textura, condição de drenagem, produtividade da cultura anterior, uso de fertilizantes e corretivos) etc. Portanto, os limites de uma gleba para amostragem não devem ser definidos exclusivamente pelo tamanho da área (hectares), mas, sim, pelas características mencionadas, as quais determinam sua homogeneidade. Para maior eficiência, não amostrar glebas superiores a dez hectares. Assim, áreas amorreadas não devem ser misturadas com áreas de baixadas, da mesma forma que numa área amorreada, por exemplo, não se devem misturar amostras que tenham cores muito diferentes. Estes cuidados são importantes, pois permitem obter resultados mais representativos da fertilidade natural do solo.

Para se proceder à amostragem do solo, percorre-se em ziguezague a área que se deseja avaliar, coletando-se de 20 a 30 amostras simples por gleba, a uma profundidade de 0 a 20 cm. Dependendo da situação, é recomendável que a amostragem deva ser feita em outras profundidades. Para pastagens já estabelecidas, por exemplo, recomenda-se a amostragem na camada de 0 a 5 cm, ou até 0 a 7 cm. Quando necessário, pode-se retirar outra amostra composta de 5 a 20 cm ou de 7 a 20 cm. Para áreas novas, principalmente quando se pretende a implantação de culturas perenes, como é o caso das pastagens, recomenda-se coletar amostras simples nas profundidades de 0 a 20, 20 a 40 e 40 a 60 cm (CFSEMG, 1999). As amostras simples das diferentes camadas devem ser coletadas

no mesmo ponto e em igual número, obtendo-se amostras compostas para cada camada. A determinação da profundidade de amostragem deverá ser baseada nas sugestões de um técnico. Estas amostras retiradas são colocadas em um balde seco e limpo, destorroando em seguida a massa de solo proveniente destas amostras. Depois de destorroada e homogeneizada essa massa de solo, retira-se uma quantidade de 300 a 500 gramas, a ser colocada em saco plástico limpo, para envio ao laboratório. A identificação correta da amostra é importante, pois facilita a identificação do local amostrado, quando do recebimento dos resultados analíticos do Laboratório, evitando erros por ocasião da adubação e da calagem. Nesta identificação, deverão constar: nome do proprietário, município, nome da propriedade, cultura a ser plantada, local da amostra, e outras. É importante ressaltar que também deve ser solicitada a análise textural do solo, uma vez que a recomendação da necessidade de calagem depende dela, assim como a recomendação da adubação fosfatada.

Interpretação dos resultados da análise do solo

É importante considerar que as culturas e mesmo as variedades ou cultivares, variam muito nas suas capacidades de tolerância ou sensibilidade à acidez ativa, à acidez trocável, saturação por bases, saturação por alumínio e disponibilidade de nutrientes. Desta forma, as classes de fertilidade devem ser interpretadas, considerando as exigências específicas a cada empreendimento agrícola, pecuário ou florestal.

Existem vários manuais que orientam a interpretação dos resultados, porém esta deverá ser feita por técnico experiente em fazer tais interpretações. Interpretações erradas poderão promover prejuízos irreparáveis, relacionados ao aumento acentuado no custo de produção da cultura além de grandes alterações químicas no solo.

Calagem

A calagem tem como principal objetivo neutralizar o alumínio tóxico presente na solução do solo, responsável direto por sua acidez.

É importante ressaltar que as forrageiras tropicais, utilizadas na maioria dos sistemas de produção de leite e/ou carne do País, são medianamente tolerantes a fatores de acidez do solo e, portanto, não requerem grandes quantidades de calcário por ocasião do plantio, ou mesmo durante a fase de utilização da pastagem pelos animais. O calcário é um insumo barato, mas se o produtor tiver que implantar ou reformar áreas extensas, o investimento aplicado na prática da calagem será alto, em função da quantidade total utilizada. Entretanto, não se deve negli-

genciar esta importante característica que as forrageiras tropicais apresentam, qual seja, a de tolerância moderada a alta a fatores de acidez.

De acordo com a 5ª Aproximação (CFSEMG, 1999), o método mais indicado para a recomendação de calagem para o Estado de Minas Gerais, e, por analogia, para toda a Região Sudeste e parte do Centro-Oeste, deverá basear-se nos teores de alumínio (Al^{+++}) e de cálcio mais magnésio ($Ca^{++} + Mg^{++}$) (Método do Al e Ca + Mg trocáveis), embora também possa ser usado o método que se baseia na porcentagem de saturação de bases (V%).

No primeiro caso, a equação que determina a quantidade de calagem (NC) a ser utilizada, considerando-se o PRNT de 100% é: $NC = Y (Al^{+++}) + [X - (Ca^{++} + Mg^{++})]$.

No segundo caso, considerando-se a saturação de bases (V%), o valor considerado para gramíneas forrageiras tropicais, para efeito de quantificar a necessidade de calagem, é de no máximo 60%. Neste caso a necessidade de calagem é determinada pela fórmula:

$$NC = \frac{T(V2-V1)}{100} \times \frac{100}{PRNT}, \text{ onde:}$$

Vale a pena salientar que ambas as alternativas relativas à recomendação de calcário são baseadas na capacidade da planta em responder ao corretivo aplicado.

O calcário deverá ser aplicado a lanço sobre toda a área, com uma antecedência mínima de 60 dias do plantio, seguido de uma aração ou de uma gradagem.

A seguir é apresentado um exemplo sobre necessidade de calagem (NC) para se corrigir a camada de 0 - 20 cm, utilizando-se os dois métodos de recomendação.

Método do Al e Ca + Mg trocáveis

A quantidade de calcário a ser aplicada é baseada nos teores de Al e Ca + Mg, obtidos mediante análise química do solo.

$$NC = Y (Al^{+++}) + [X - (Ca^{++} + Mg^{++})]$$

O valor Y varia com a textura do solo, enquanto o valor X é variável em função da exigência da cultura. Assim, Y e X, podem admitir os seguintes valores.

Y = Valor 1: para solos arenosos (< 15% de argila)
 Valor 2: para solos de textura média (15 a 35% de argila)
 Valor 3: para solos argilosos (> 35% de argila)

X = Valor 2: para a maioria das culturas
 Valor 1: para culturas tolerantes à saturação de alumínio. Ex.: eucalipto
 Valor 3: para culturas sensíveis à saturação de alumínio. Ex.: café, alfafa etc.

Obs: para as gramíneas tropicais, X assume o valor 2.

Exemplo: Os resultados da análise de um determinado solo indicaram:

$Al^{+++} = 1,2 \text{ cmol}_c/dm^3$ equivalente a $meq/100 \text{ cm}^3$
 $Ca^{++} + Mg^{++} = 1,2 \text{ cmol}_c/dm^3$ equivalente a $meq/100 \text{ cm}^3$
 Teor de argila = 36% (Nesse caso, Y admite valor 3)

$NC = [(3 \times 1,2) + (2 - 1,2)] = 4,4 \text{ t/ha}$ de calcário, com PRNT 100%

Obs.: se o calcário tiver o PRNT de 80%, a quantidade a ser aplicada é de:

$$4,4 \times \frac{100}{80} = 5,5 \text{ t/ha de calcário}$$

Vale ressaltar que se o solo apresentasse textura média (15 a 35% de argila), e com os mesmos teores de Al e Ca + Mg, a quantidade de calcário a ser aplicada, com PRNT de 80%, reduziria para 4,0 t/ha, isto porque Y assumiria o valor 2.

Método da saturação de bases

Neste método, a calagem é calculada para elevar a saturação de bases (V%) da capacidade de troca de cátions a pH 7,0, a valores desejados de acordo com a cultura de interesse, sendo a necessidade de calagem calculada por:

$$NC = \frac{T(V2-V1)}{100} \times \frac{100}{PRNT}, \text{ onde:}$$

NC = necessidade de calcário em toneladas/ha, considerando-se a camada de incorporação de 0-20 cm e calcário com PRNT 100%.

T = capacidade de troca de cátions do solo a pH 7,00 = $cmol}_c/dm^3$ de $Ca^{++} + Mg^{++} + K^+ + H^+ + Al^{+++}$.

V2 = percentagem de saturação de bases (%) desejada para a cultura em questão (obtida por dados de pesquisa).

V1 = percentagem de saturação (%) de bases do solo = $100 \times SB / T$, onde

SB = soma de bases = $Ca^{++} + Mg^{++} + K^+$ ($cmol}_c/dm^3$ de solo)

Exemplo: Os resultados da análise de um determinado solo indicaram:

T = $10,2 \text{ cmol}_c/dm^3$
 V2 = 60% (desejada)
 V1 = 35%

Para efeito de cálculo, a fórmula será desmembrada em duas partes:

$$NC = \frac{10,2(60-35)}{100} = 2,55 \text{ t/ha de calcário,}$$

com PRNT de 100%, para uma incorporação a 20 cm de profundidade

Obs.: se o calcário tiver um PRNT de 80%, a quantidade a ser aplicada ao solo será de:

$$2,55 \times \frac{100}{80} = 3,188 \text{ t/ha de calcário}$$

É importante destacar que as gramíneas tropicais apresentam tolerância moderada a alta à saturação de alumínio; portanto, recomendação de calagem, utilizando valores de V2 elevados, poderá redundar em aumentos exagerados no custo de implantação da pastagem, além de promover alterações substanciais na disponibilidade de alguns nutrientes.

Vale salientar que quando vai se implantar uma cultura, qualquer que seja ela, a calagem é diferente daquela destinada à correção de solo de uma cultura já estabelecida. A quantidade de calcário aplicada em uma pastagem já estabelecida, é bem menor que a quantidade recomendada para o plantio desta pastagem. Em geral recomenda-se a metade ou ¼ da recomendação de calagem para o plantio. Esta quantidade reduzida de calcário aplicada em uma pastagem já estabelecida, deve-se à:

- Para incorporar o calcário numa pastagem formada não é possível aplicá-lo e depois arar e gradear para permitir a incorporação na massa de solo até 20 cm, já que isso acabaria com a cultura.
- Distribuir grandes quantidades numa pastagem formada provocará um excesso de cálcio e magnésio na superfície, o que leva a alterações no metabolismo da planta.
- Sem arar e gradear, o calcário não chegará às camadas mais profundas do solo, o que impede sua absorção pelo sistema radicular de algumas espécies de forrageiras, que chegam a ter raízes com mais de 2 metros de profundidade.

Passos a serem seguidos na calagem

- Fazer anualmente a amostragem do solo. Há um grande dinamismo na interação entre alumínio,

cálcio, magnésio e potássio e apenas a análise indicará se há necessidade da calagem.

- Seguir corretamente as indicações de um técnico experiente. Isso também evita a supercalagem, o que torna o solo alcalino e provoca um descontrole no aproveitamento dos nutrientes necessários para a planta (Fig. 1).
- Preparar o solo muito bem e permitir a total incorporação do calcário, quando o objetivo é implantar uma cultura. A distribuição deve ser feita com antecedência mínima de 60 dias do plantio.
- Temperatura e umidade adequadas são indispensáveis. Distribuindo o calcário em agosto, haverá tempo para que, até o plantio, a calagem tenha atingido seu objetivo principal de corrigir a acidez do solo.
- Se existe um sistema de irrigação, o calcário pode ser distribuído por volta de três semanas antes do plantio, tempo suficiente para neutralizar o alumínio, desde que haja temperaturas elevadas.
- Junho e julho são os meses em que os preços dos insumos estão mais baixos. Vale a pena fazer as compras nesse período.
- No caso de pastagem estabelecida, o calcário só deve ser aplicado com o solo úmido. Ou seja, após uma chuva ou imediatamente antes da irrigação para que a água proceda à incorporação. Outro fator de incorporação é o casco do animal. O pisoteio na área de pastagem ajuda o processo, principalmente em sistemas intensivos, em que a taxa de lotação é maior.

Referências bibliográficas

- COMISSÃO DE FERTILIDADE DE SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (CFSEMG). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**; 5ª aproximação. Lavras: CFSEMG, 1999. 359p.
- MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola – Adubos e adubação**. Editora Agronômica CERES Ltda. São Paulo/SP. 594. 1981.

**Comunicado
Técnico, 47**

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Gado de Leite

Rua Eugênio do Nascimento, 610 – Bairro Dom
Bosco – 36038-330 Juiz de Fora/MG

Fone: (32) 3249-4700

Fax: (32) 3249-4751

E-mail: sac@cnpgl.embrapa.br

1ª edição

1ª impressão (2005): 500 exemplares

**Comitê de
publicações**

Presidente: *Pedro Braga Arcuri*

Secretária-Executiva: *Inês Maria Rodrigues*

Membros: *Aloisio Torres de Campos, Angela de Fátima*

A. Oliveira, Antonio Carlos Côser, Carlos Eugênio Martins,

Edna Froeder Arcuri, Jackson Silva e Oliveira, João César

de Resende, John Furlong, Marlice Teixeira Ribeiro e

Wanderlei Ferreira de Sá

Expediente

Supervisão editorial: *Carlos Eugênio Martins*

Tratamento da ilustração e editoração eletrônica: *Leonardo
Fonseca*