

## Calagem e Adubação da Soja

Londrina, PR  
Setembro, 2008

### Autor

**Gedi Jorge Sfredo**

Engº Agrônomo  
Embrapa Soja  
Cx. Postal 231  
86001-970, Londrina, PR  
sfredo@cnpsa.embrapa.br

### 1. AMOSTRAGEM E ANÁLISE DO SOLO

A análise do solo é o início de uma série de fatores que influem na produtividade das culturas, em geral. Possíveis erros, que podem ocorrer durante o processo do cultivo econômico de uma lavoura, têm início na coleta errônea das amostras do solo para análise. Por isso, deve-se ter todo o cuidado para que elas sejam representativas das áreas a serem cultivadas.

Para tanto, alguns critérios técnicos devem ser adotados.

#### 1.1. época

A coleta das amostras deve ser efetuada de tal maneira que haja um tempo hábil, para que as análises sejam feitas e para que se possa iniciar as atividades de correção do solo e adubação, visando a próxima cultura. Esse tempo hábil inclui, principalmente, a calagem que deve ser feita, no mínimo, 90 dias antes da semeadura de qualquer cultura. Nas regiões onde o período de chuvas é de seis meses, com seis meses sem chuvas, se houver necessidade de calagem, deve-se fazer a análise do solo de tal maneira que se possa aplicar o calcário antes do término do período chuvoso. Desse modo, haverá tempo do corretivo reagir para promover as mudanças benéficas ao solo que será cultivado no próximo período de chuvas.

#### 1.2. quantidade

A área a ser amostrada deve ser dividida em talhões, com a maior homogeneidade possível. Isso vai depender do relevo, histórico de utilização, de áreas com erosão ou não, do teor de matéria orgânica, da cor do solo e de outros fatores relacionados.

Daí a necessidade de amostras homogêneas, para a análise retratar a situação mais próxima da realidade daquele solo. Entretanto, não há uma quantidade definida de amostras por área de solo. A escolha da quantidade vai depender do conhecimento que o produtor e/ou o Técnico da Assistência Técnica tem da área a ser cultivada.

A sugestão é que, para uma maior representatividade, devem ser coletadas de 10 a 20 amostras simples (fração homogeneizada de 500 g), em pontos distribuídos aleatoriamente em cada área; o conjunto de amostras simples constituirá a amostra composta.

Barreto et al. (1974) determinaram o número de amostras simples que devem ser coletadas em 1 há, para a análise química do solo. Concluíram que o número de 30 amostras/ha, para os solos estudados, assegura, quanto à variação permitida em torno da média, uma precisão de 51,5% e 29,9%, para P e K, respectivamente.

#### 1.3. profundidade

Na retirada das amostras, com vistas à caracterização da fertilidade do solo, o interesse é pela camada arável do mesmo que, normalmente, é a mais intensamente alterada por arações, gradagens, corretivos, fertilizantes e restos culturais. A amostragem deverá, portanto, contemplar essa camada, ou seja, os primeiros 20 cm de profundidade.

No sistema de semeadura direta, indica-se que, sempre que possível, a amostragem seja realizada em duas profundidades (0-10 e 10-20 cm), com o objetivo principal de se avaliar a disponibilidade de cálcio, magnésio e a variação da acidez entre as duas profundidades.

Para a análise de avaliação da acidez subsuperficial e da disponibilidade de enxofre deve-se coletar à profundidade de 20 a 40 cm.

#### 1.4. laboratório

O laboratório deve ser escolhido entre aqueles que façam controle de qualidade das análises, tanto de solo como de tecido vegetal. Esse controle é feito por Estado ou por região, tendo sempre um Coordenador, de um dos laboratórios, que envie as amostras-padrões para cada participante e, após, faça as análises de desvios dos

resultados de todos os participantes, indicando onde cada um deve corrigir seus possíveis desajustes analíticos.

Deve-se dar preferência, também, ao laboratório da própria região, pois os métodos analíticos podem ser diferentes do pretendido para aquela região específica. Isso porque as recomendações de adubos e corretivos se baseiam na análise do solo dentro de cada região, ou mesmo, do Estado.

## 2. CORREÇÃO DA ACIDEZ DO SOLO

A correção da acidez do solo, através da calagem, é o primeiro passo para se obter um cultivo altamente produtivo, principalmente em áreas recém desbravadas, mas sem descuidar das áreas já cultivadas.

As concentrações de nutrientes e de alumínio, em formas disponíveis às plantas, são influenciadas pela acidez do solo, uma vez que a solubilidade dos compostos minerais e a capacidade de troca de cátions do solo (CTC) estão diretamente relacionadas à atividade dos íons de hidrogênio, na solução do solo (Fig.1).

Em solos ácidos, a limitação ao desenvolvimento das plantas decorre, principalmente, dos efeitos indiretos do pH, como o aumento da disponibilidade de alumínio e de manganês, a níveis tóxicos, ou a indução de deficiências de Ca, Mg, P ou Mo, que prevalecem sobre os efeitos diretos do  $H^+$  (Marschner, 1995).

Por essas razões, a eficiência da utilização de fertilizantes é menor em solos ácidos e, assim, a calagem deve ser a primeira atividade para a correção da fertilidade dos solos.

Para uma melhor disponibilidade de nutrientes, evitando, também, a toxicidade de alguns elementos, deve-se trabalhar dentro de uma faixa de pH ( $CaCl_2$ ), que varia de 5,4 a 5,9, dependendo do material de origem e do estado de intemperização do solo.

Na Figura 1 verifica-se que os micronutrientes Fe, Cu, Mn e Zn se tornam menos disponíveis para as plantas à medida que o pH do solo aumenta. Já para o Mo ocorre o inverso. A disponibilidade do fósforo aumenta com o aumento do pH, até determinado limite (pH 6,9  $CaCl_2$ ) e, depois disto, decresce novamente. Situação inversa à do fósforo, ocorre com o alumínio. Por isso, se não forem tomadas as devidas providências para se manter o pH em valores ótimos, as plantas vão sentir a falta e/ou o excesso de alguns elementos.

Além disso tudo, o calcário é fonte de Ca e Mg que são nutrientes importantíssimos para o desenvolvimento das plantas.

### 2.1. Escolha do calcário

A escolha do corretivo vai depender dos resultados da análise do solo. Determinações do pH, Al, Ca, Mg, H+Al vão indicar o caminho a seguir na escolha do calcário adequado.

Para que a calagem atinja os objetivos de neutralização do alumínio trocável e/ou de elevação dos teores de cálcio e magnésio e do pH, a qualidade do calcário é uma condição básica que deve ser observada na sua escolha.

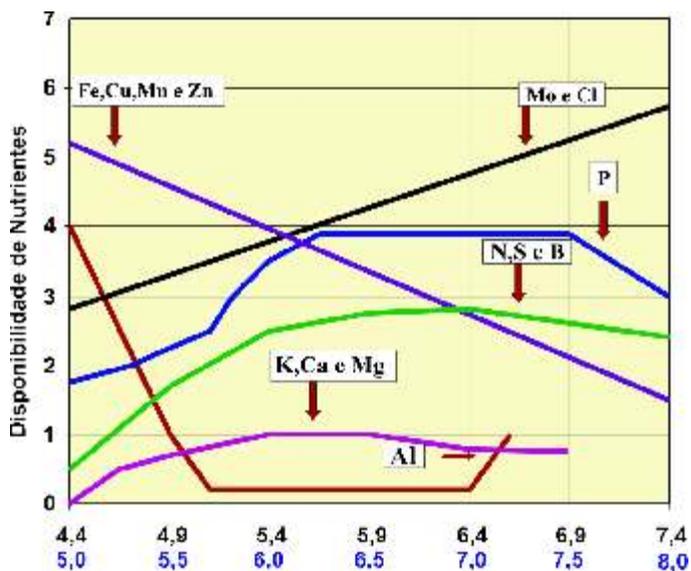


Fig. 1. Relação entre pH e disponibilidade de elementos no solo \_pH em  $CaCl_2$  e pH em água

#### 2.1.1. Eficiência Relativa (ER%)

Através da granulometria, se calcula a Eficiência Relativa do calcário (ER%). As peneiras usadas para determinar a granulometria do calcário são as de 20, 40 e 60 mesh.

Para o cálculo, considera-se que a quantidade que é retida na peneira 20 tem 20% de eficiência, na peneira 40, 40% de eficiência, 60% para a retida na peneira 60 e 100% para o que vai ao fundo. Então, se um calcário tem 80% que passou ao fundo, 13% retido na peneira 60, 4% retido na peneira 40 e 3% na peneira 20, o cálculo será:

$$ER\% = [(80 \times 1) + (13 \times 0,6) + (4 \times 0,4) + (3 \times 0,2)] = 90\%$$

#### 2.1.2. Valor de Neutralização (VN%)

O Valor de Neutralização ou equivalente em carbonato de cálcio é a medida química da reação do material e vai depender do conteúdo de cálcio e magnésio no corretivo. O carbonato de cálcio puro é o padrão, em relação ao qual são medidos os outros materiais utilizados na calagem, sendo seu valor considerado 100%. Para calcular o VN% de um calcário, deve-se multiplicar CaO por 1,79 e o MgO por 2,50, que são os equivalentes em  $CaCO_3$ .

Ex: para um calcário com 37% de CaO e 11% de MgO (calcário magnesiano < 12% de MgO), calcula-se assim:

$$VN\% = (37 \times 1,79) + (11 \times 2,50) = 66,23\% + 27,50\% = 93,73\%$$

Conforme a legislação, o calcário deverá apresentar teores de  $CaO + MgO > 38\%$ . A legislação não menciona quanto deve ter de CaO ou de MgO, isoladamente.

Dar preferência ao uso de calcário dolomítico (> 12,0% MgO) ou calcários magnesianos (entre 5,1% e 12,0% MgO), para solos com larga relação Ca/Mg (>3/1).

Na escolha do corretivo, em solos que contenham menos de 0,8 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup> de Mg, deve ser dada preferência para materiais que contenham maior percentagem de magnésio (calcário dolomítico e/ou magnésiano) a fim de evitar que ocorra um desequilíbrio entre os nutrientes. Como os calcários dolomíticos encontrados no mercado contém teores de magnésio elevados, deve-se acompanhar a evolução dos teores de Ca e Mg no solo e, caso haja desequilíbrio, pode-se aplicar calcário calcítico (<5,0% MgO) para aumentar a relação Ca/Mg.

Por isso, a escolha de qual o calcário a se utilizar, vai depender dos teores de Ca e Mg no solo.

### 2.1.3. Poder Relativo de Neutralização Total-PRNT

Conhecendo-se o valor de neutralização de um corretivo e a distribuição do tamanho das partículas, pode-se calcular a sua eficiência total, que se denomina de PRNT (Poder Relativo de Neutralização Total). Este valor dá, segundo Volkweiss & Ludwick (1969), a ação do calcário sobre a acidez do solo, num período de três anos, aproximadamente. O cálculo do PRNT é feito segundo a fórmula:

$$\text{PRNT}\% = (\text{VN}\% \times \text{ER}\%)/100$$

Tomando-se os valores calculados acima, obtém-se:

$$\text{PRNT}\% = (93,73 \times 90)/100 = 84,36\%$$

Sempre que se calcula a quantidade de calcário a aplicar, por qualquer método, deve-se levar em consideração esse valor. Se o método de cálculo indicar que a necessidade desse calcário é de 3 t ha<sup>-1</sup>, tem-se:

$$t/ha = 3/(84,36/100) = 3/0,8436 = 3,56 \text{ t/ha}$$

## 2.2. Quantidade de calcário

O cálculo da recomendação de calagem é determinado com base na análise química do solo, utilizando-se três metodologias básicas para a correção da camada superficial (0 a 20 cm):

### a) Neutralização do Al<sup>3+</sup> e suprimento de Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>

Este método considera, em sua fórmula de cálculo, a necessidade de neutralização do Al<sup>3+</sup> e a elevação e o suprimento de Ca<sup>2+</sup> e de Mg<sup>2+</sup>. O cálculo da necessidade de calagem (NC) é feito através da seguinte fórmula:

$$\text{NC (t ha}^{-1}\text{)} = \text{Al}^{3+} \times 2 + [2 - (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})] \times f$$

onde:

f = fator de correção do PRNT do calcário = 100/PRNT

Quando se tratar de solos arenosos (teor de argila menor que 20%), a quantidade de calcário a ser utilizada (NC) é dada pelo maior valor encontrado de uma destas duas fórmulas:

$$\begin{aligned} \text{NC (t ha}^{-1}\text{)} &= (\text{Al}^{3+} \times 2) \times f \\ \text{NC (t ha}^{-1}\text{)} &= [2 - (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})] \times f \end{aligned}$$

onde:

f = fator de correção do PRNT do calcário = 100/PRNT

### b) Saturação por bases do solo

A determinação da quantidade de calcário a ser aplicada em uma área é obtida através do método de elevação da saturação por bases, que se fundamenta na correlação positiva existente entre os valores de pH e a saturação por bases.

O cálculo da necessidade de calcário (NC) é feito através da seguinte fórmula:

$$\text{NC (t ha}^{-1}\text{)} = \frac{[(V_2 - V_1) \times T]}{100} \times f$$

onde:

V<sub>1</sub> = valor da saturação por bases trocáveis do solo, em porcentagem, antes da correção. (V<sub>1</sub> = 100 S/CTC), sendo:

S = Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup> + K<sup>+</sup> (cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>);

V<sub>2</sub> = valor da saturação por bases trocáveis do solo, adequada à soja;

T = capacidade de troca de cátions, CTC = S + [H+Al<sup>3+</sup>] (cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>);

f = fator de correção do PRNT do calcário = 100/PRNT

O valor adequado da saturação por bases é variável para cada região, de acordo com as propriedades químicas dos solos predominantes e que determinam os maiores rendimentos econômicos. Nas áreas tradicionais de cultivo de soja, no Estado do Paraná, utiliza-se V<sub>2</sub> igual a 70% (Palhano et al., 1984). Para os Estados de São Paulo (Mascarenhas & Tanaka, 1997) e do Mato Grosso do Sul, o valor é de 60%. Na região do arenito Caiuá, no noroeste do PR (Correção..., 2008), e nos demais estados da região Central, com predominância de solos formados sob vegetação de Cerrados, ricos em óxidos de Fe e de Al (Sousa & Lobato, 2002), o valor adequado de saturação é de 50%. Essa diferenciação está diretamente relacionada à CTC dos solos que determina a relação pH x V<sub>0</sub>% (Raij, 1991) e, também, à limitação da produtividade da cultura por deficiências dos micronutrientes Zn, Cu e Fe e, principalmente, Mn, induzida pela elevação do pH do solo e comum nas áreas Cerrados (Sousa & Lobato, 2002).

### c) Índice de pH SMP

Esta metodologia é utilizada nos Estados de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul. Os critérios para recomendação de calcário nesses estados estão contidos em SBCS-NRS, 2004 e RPSRSul, 2006.

Quando a quantidade de calcário necessária é aplicada integralmente, o efeito residual da calagem perdura por cerca de cinco anos, dependendo de fatores como o manejo do solo, a quantidade de N aplicada nas diversas culturas, erosão hídrica e outros. Após esse período, indica-se realizar nova análise de solo para quantificar a dose de corretivo.

Em solos com teor de matéria orgânica muito elevado e em solos de campo nativo, a dose de calcário pode variar de  $\frac{1}{4}$  a  $\frac{1}{2}$  SMP, preferindo-se  $\frac{1}{2}$  SMP para solos com alto teor de argila (>55%). Nesses casos, se fosse utilizada a recomendação pela saturação de bases (V%), quando esta for <60%, obter-se-ia a quantidade de calcário ideal.

No Paraná, quando se comparou duas metodologias de recomendação de calcário (SMP e V%), em solos com alto teor de matéria orgânica (>4%), latossolos brunos e roxos em regiões de temperaturas mais amenas (Guarapuava e Toledo), a quantidade de calcário, recomendada pelo método SMP, era 50% maior da estimada pela saturação de bases. Em outras situações de clima e solo, as quantidades de calcário estimada pelos dois métodos eram equivalentes (Palhano et al., 1984).

Por isso, se o método da V% fosse utilizada em SC e RS, não haveria necessidade de usar variações do método SMP e evitaria a super-calagens nas situações citadas acima.

### 2.3. Época e modo de aplicação

A calagem deve ser realizada com um intervalo mínimo de três meses antes da semeadura da safra de verão, para possibilitar a reação do calcário e a elevação do pH.

Nas regiões onde o período de chuvas é de seis meses, com seis meses sem chuvas, a calagem deve ser feita antes do término do período chuvoso, anterior ao cultivo do próximo período. Desse modo, haverá tempo do corretivo reagir para promover as mudanças benéficas ao solo que será cultivado no próximo período de chuvas.

A incorporação do calcário deve ser feita à profundidade mínima de 20 cm. A má distribuição e/ou a incorporação muito rasa do calcário, pode causar ou agravar a deficiência de manganês, resultando em queda de produtividade. Isso está ocorrendo, com muita frequência, em solos de Cerrado. Além disso, afeta a disponibilidade de alguns nutrientes, devido à elevação do pH na camada superior do solo (Fig. 1).

### 2.4. Calagem no sistema de semeadura direta

Preferencialmente, antes de iniciar o sistema semeadura direta em áreas sob cultivo convencional, indica-se corrigir integralmente a acidez de solo, sendo esta etapa fundamental para a adequação do solo a esse sistema. O corretivo, numa quantidade para atingir a saturação de bases ideal, para cada região, 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 a correção da acidez, depois de algum tempo. Para a identificação da necessidade de calagem, o solo sob semeadura direta, 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 atingir a saturação de bases ideal, a lanço, na superfície do solo, pelo menos seis meses antes da semeadura. Para solos sob semeadura direta que já receberam calcário na superfície, a amostragem do solo 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 quantidade indicada.

### 2.5. Correção da acidez sub-superficial (Gessagem) (Correção..., 2008)

Os solos do Brasil apresentam problemas de acidez subsuperficial, uma vez que a incorporação profunda do calcário nem sempre é possível, nas lavouras comerciais. Assim, camadas mais profundas do solo (abaixo de 20 cm) podem continuar com excesso de alumínio tóxico, mesmo quando tenha sido efetuada uma calagem considerada adequada. Esse problema pode limitar a produtividade, principalmente nas regiões onde é mais freqüente a ocorrência de veranicos.

A aplicação de gesso agrícola diminui a saturação por alumínio nessas camadas mais profundas, num tempo menor. Desse modo, criam-se condições para o sistema radicular das plantas se aprofundar no solo e, conseqüentemente, minimizar o efeito de veranicos. Deve ficar claro, porém, que o gesso não neutraliza a acidez do solo.

O gesso deve ser utilizado em áreas onde a análise de solo, na profundidade de 20 a 40 cm, indicar a saturação por alumínio maior que 20% e/ou quando o teor de cálcio for menor que  $0,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ .

A dose máxima de gesso agrícola (15% de S) a aplicar é de 700, 1200, 2200 e 3200  $\text{kg ha}^{-1}$  para solos de textura arenosa (<20% de argila), média (20% a 40% de argila), argilosa (40% a 60% de argila) e muito argilosa (>60% de argila), respectivamente. O efeito residual destas dosagens é de cinco anos, no mínimo.

Com a gessagem, o sistema radicular das plantas pode se desenvolver melhor abaixo dos 20 cm de profundidade e, com isso, há um aumento considerável de absorção de nutrientes e de água.

Sousa et al. (1995) verificaram que, sem gesso, somente 10% das raízes do milho se distribuem abaixo de 30 cm de profundidade, enquanto que, com gesso, 48% ficam abaixo desta profundidade.

### 2.6. Cálcio e Magnésio no solo

Há muita polêmica na questão das relações entre esses dois nutrientes. Na literatura, encontra-se que a relação Ca/Mg deve estar entre 3/1 e 4/1. Entretanto, já se encontraram relações que vão de 1/1 até 21/1, sem prejuízos para as plantas cultivadas nessas condições.

Atualmente, o que se discute é a saturação desses cátions na CTC. Esse parâmetro parece ser o mais próprio para mostrar o equilíbrio de cátions, no solo.

Individualmente, Sfredo et al. (1999) mostraram que os níveis críticos para Ca e Mg, em solos com  $CTC \geq 8 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , são de  $4 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  e  $0,8 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , para Ca e Mg, respectivamente. Já para solos com  $CTC < 8 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , os níveis são de  $2 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  e  $0,8 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , para os mesmos nutrientes (Borkert et al., 2006).

Sfredo et al. (2006a e b), determinaram os níveis de saturação de Ca, Mg e K na CTC, obtendo valores de 34% de Ca, 18% de Mg e 5% de K, em solos com  $CTC < 8 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  e Sfredo et al. (1999), para solos com  $CTC \geq 8 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , obtiveram valores de 50% de Ca, 20% de Mg e 5% de K (Correção..., 2008).

### 3. NITROGÊNIO (N)

O nitrogênio (N) é o nutriente requerido em maior quantidade, pela cultura da soja. Estima-se que, para produzir 1000 kg de grãos, são necessários 83 kg de N.

Com aplicação do nitrogênio mineral, haveria um custo de R\$ 415,00/1000 kg (Sulfato de Amônio=R\$ 1000,00/T ou R\$ 5,00/kg de N) de grãos produzidos ou pela média geral de produtividade da soja, 3000 kg/ha, R\$ 1245,00. Com a supressão desse N, devido a fixação biológica, esse custo é zero.

Até o final da década de 1970, o N mineral era recomendado para a soja, por ocasião da semeadura. Dizia-se, na época, que era para dar uma arrancada inicial, até que a nodulação se estabelecesse e se iniciasse a fixação biológica do N.

Campo e Sfredo (1981) constataram que, inicialmente, havia alguma diferença na cor das folhas da soja, que ficavam com um verde pálido, onde o N não era aplicado. Essa coloração desaparecia quando a fixação do N iniciava. Dali para frente as plantas tinham a mesma aparência e não havia diferenças em produtividade de grãos da soja. Por isso, a partir dessa constatação, retirou-se a recomendação de N mineral, no Estado do Paraná. Em seguida, os outros estados seguiram essa orientação, suprimindo a aplicação de N para a soja.

Basicamente, as fontes de N disponíveis para a cultura da soja são os fertilizantes nitrogenados e a fixação biológica do nitrogênio (FBN) (Hungria et al., 2001). Contudo, a FBN é a principal fonte de N para a cultura da soja, não havendo necessidade de se utilizar este nutriente na adubação. Bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, quando em contato com as raízes da soja, infectam as mesmas, via pêlos radiculares, formando os nódulos. A eficiência desse processo depende da utilização correta de inoculantes contendo bactérias específicas para a FBN na soja.

É indispensável o fornecimento de 2 a 3 g  $\text{ha}^{-1}$  de cobalto (Co) e de 12 a 30 g  $\text{ha}^{-1}$  de molibdênio (Mo), que são nutrientes essenciais para a FBN, sendo o Mo essencial, também, para a redução de nitrato a amônio na planta (Sfredo et al., 1997). A aplicação desses micronutrientes pode ser realizada via semente ou via foliar, nos estádios de desenvolvimento V3 a V5.

### 4. FÓSFORO (P)

A deficiência de fósforo é normal na maioria dos solos brasileiros.

Exceção é feita a alguns solos, encontrados, principalmente, no Estado do Paraná, que são as Terras

Roxas estruturadas eutróficas e Latossolos Roxos eutróficos (eutróficos=solos com saturação de bases >50%). Esses solos são de alta fertilidade natural, com teores elevados de todos os nutrientes essenciais às plantas.

Considerando essa maioria, em solos de exploração recente (menos de três anos), ou com baixos teores de fósforo disponível, as deficiências se manifestam, principalmente através da baixa produtividade, do reduzido porte das plantas e da pequena altura de inserção das primeiras vagens. Trabalhos de pesquisa realizados no Paraná, por vários anos, evidenciaram que, à medida que se fornece doses crescentes de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , aumenta-se a altura de planta, a altura de inserção da primeira vagem e a produtividade (Sfredo, 2008).

Portanto, a adubação fosfatada para a soja, em solos de baixa fertilidade natural e com baixo teor de fósforo residual das adubações de culturas anteriores, tem se revelado uma prática de valor no incremento da produtividade.

Já os solos cultivados com soja e adubados por mais de três anos, têm acumulado fósforo que não aparece na análise, de tal modo que a planta, com a sua capacidade de aproveitamento, permite, em muitos casos, reduções consideráveis nos gastos com fertilizantes fosfatados. Muitas vezes, a situação de ausência de resposta a P, comprova que algumas de suas formas, no solo, não são detectadas pelo extrator químico (Mehlich-1) e reforça a idéia de se complementar a análise de solo com outras informações relacionadas com o histórico da área e com a Diagnose Foliar.

Conforme Lantmann et al., 1996, a soja é capaz de apresentar bons rendimentos, em condições de baixa ou nenhuma adubação, desde que a fertilidade do solo esteja em níveis acima dos considerados críticos. Além disso, a soja tem a habilidade para aproveitar o efeito residual das fertilizações de anos anteriores, da soja e do milho, e dos cultivos de inverno.

No trabalho de Lantmann et al., 1996, foi possível evidenciar os efeitos da fertilidade inicial, da fertilidade residual proveniente das adubações para o trigo e das fertilizações praticadas para a soja, sobre os rendimentos da soja, cultivar BR-16, durante os sete anos da sucessão. No primeiro ano de experimentação (1990), não houve resposta a nenhum dos tratamentos, evidenciando que a fertilidade inicial do solo era suficiente para promover os melhores rendimentos.

A prática de semeadura direta confere ao solo um acúmulo de matéria orgânica e nutrientes, principalmente o fósforo, devido à sua baixa mobilidade no perfil, além deste não ser revolvido.

A partir dos resultados de vários trabalhos realizados em solos do Estado do Paraná, para a sucessão soja-trigo, em sistema de semeadura direta (Lantmann et al., 1996), foram disponibilizadas informações para o manejo da fertilidade em áreas com solos livres de alumínio tóxico, nas situações em que o cultivo de inverno (trigo, aveia, cevada ou milho safrinha) seja devidamente adubado.

Os níveis críticos de fósforo e potássio, e a necessidade da planta, oferecem um conjunto de informações importantes para a definição da quantidade de fertilizantes a serem usados nesse sistema, permitindo as seguintes indicações:

a) para o sistema de sucessão soja/trigo-aveia-cevada-milho safrinha, em função da exigência da cultura do trigo, quando a concentração de fósforo estiver acima de  $18,0 \text{ mg dm}^{-3}$ ,  $14 \text{ mg dm}^{-3}$  e  $9 \text{ mg dm}^{-3}$ , em solos com teor de argila  $<20\%$ , de 20 a 40% e  $>40\%$ , respectivamente, e o potássio estiver acima de  $0,30 \text{ cmolc dm}^{-3}$ , em todos os tipos de solo, é possível suprimir a adubação com fósforo e potássio para a cultura da soja, em sistema de semeadura direta;

b) para o monitoramento da fertilidade do solo, a análise do solo, a cada dois anos, é ferramenta fundamental para a tomada de decisão quanto à quantidade e à periodicidade das adubações;

c) a análise de solo deve ser obrigatória ao final do cultivo de soja, onde houve a supressão da adubação com fósforo e potássio.

*Diante do exposto, a decisão final de adubar ou não a cultura da soja, após o cultivo de inverno adubado, fica a critério do profissional da Assistência Técnica, conhecedor do histórico da área a ser cultivada com soja.*

Quanto às fontes de fósforo, deve-se dar preferência às solúveis, tais como superfosfato triplo, superfosfato simples, termofosfato yoorin, MAP e DAP. No caso de adubos fosfatados, total ou parcialmente solúveis, a dose deve ser calculada levando-se em consideração os teores de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , solúveis em água mais citrado neutro de amônio.

Por motivos estratégicos de utilização das reservas de fosfatos nacionais, desaconselha-se o uso dos fosfatos naturais brasileiros para aplicação direta na lavoura, em função da sua extrema baixa eficiência agrônômica e pelos custos de transporte, o que os inviabiliza, economicamente. Já as fosforitas importadas (Gafsa, Arad, Carolina do Norte, etc.), podem ser utilizadas, principalmente para adubações de correção de P, a lançar e incorporadas.

Deve-se calcular a quantidade recomendada em função do  $\text{P}_2\text{O}_5$  total das fontes citadas.

O cálculo da dose mais econômica (MEE), pode ser encontrado na Fig.2A onde obteve-se uma equação de 2º grau ( $y=b_0+b_1X+b_2X^2$ ) e a reta do custo do fertilizante. Com o uso da equação do lucro,  $L=P_{\text{soja}} [911+24\text{P}_2\text{O}_5 - 0,054(\text{P}_2\text{O}_5)^2] - P \text{ P}_2\text{O}_5 - \text{Cfixo}$  e sua derivada, calculou-se a MEE que foi de 140 kg/ha de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , com uma produção de 3227 kg/ha.

Utilizando-se a mesma equação, mas com relações de preço do fertilizante (Superfosfato simples=R\$1200,00/T ou R\$ 6,00/kg de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) e o preço da soja (R\$ 40,00/saca ou R\$ 0,67/kg de soja), Padubo/Psoja, estabelece-se uma reta (Fig.2B) e com ela se calcula a dose econômica com a relação do preço do momento. Para tanto, pode-se usar a equação reduzida:  $MEE=(b_1-\text{Relação})/-(2*b_2)$ .

## 5. POTÁSSIO (K)

Os solos do Paraná, próprios para o cultivo intensivo em seu estado natural (antes de serem cultivados), apresentavam normalmente, um suprimento adequado de potássio, conforme mostram os resultados

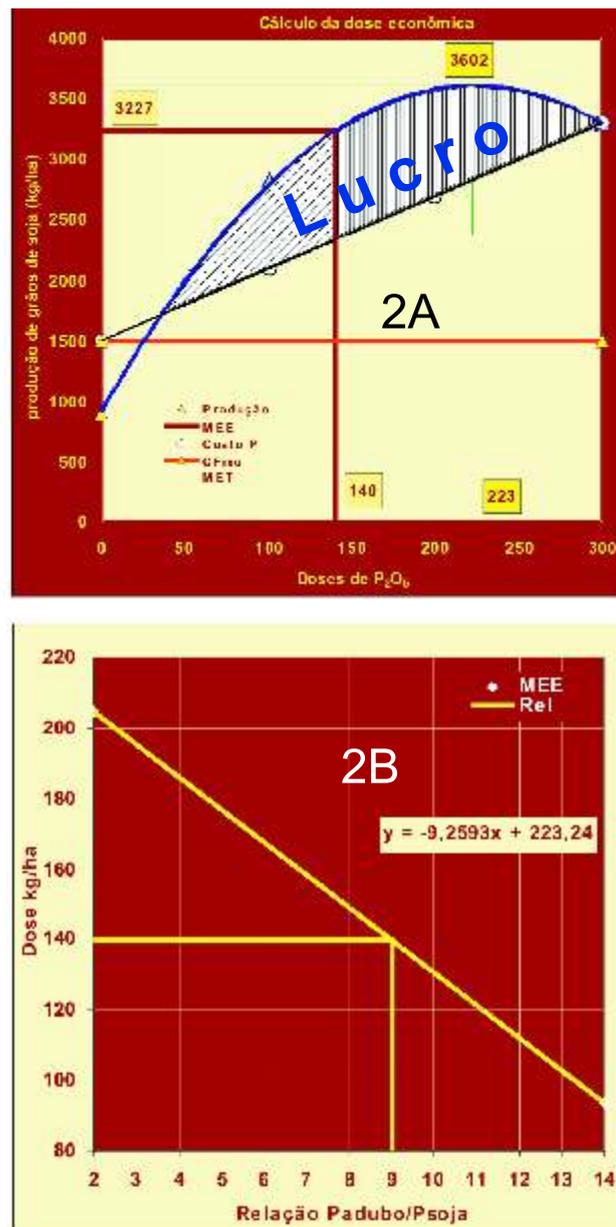


Fig.2. Cálculo da dose mais econômica (MEE)

referentes aos efeitos da adubação potássica para a cultura da soja (Fig.3). Exceção feita aos solos com baixa capacidade de troca de cátions, como grande parte dos solos arenosos situados na região Noroeste e região de Ponta Grossa, no Paraná.

A nível de Brasil, com exceção dos solos de Cerrado, originalmente, os solos são bem supridos de potássio, onde a resposta à aplicação desse nutriente é baixa.

Normalmente, as culturas introduzidas em solos com boa disponibilidade de potássio, não apresentam resposta à adubação potássica. Essa situação tem sido comum para a maioria das culturas. Porém, com a introdução de uma agricultura mais intensiva, possibilitando a obtenção de maiores rendimentos, surgiu a limitação de produtividade por deficiência de potássio.

No Estado do Paraná, foram observados visualmente, sintomas de deficiência de potássio em soja e, com muito mais freqüência, foram constatados teores insuficientes de potássio foliar.

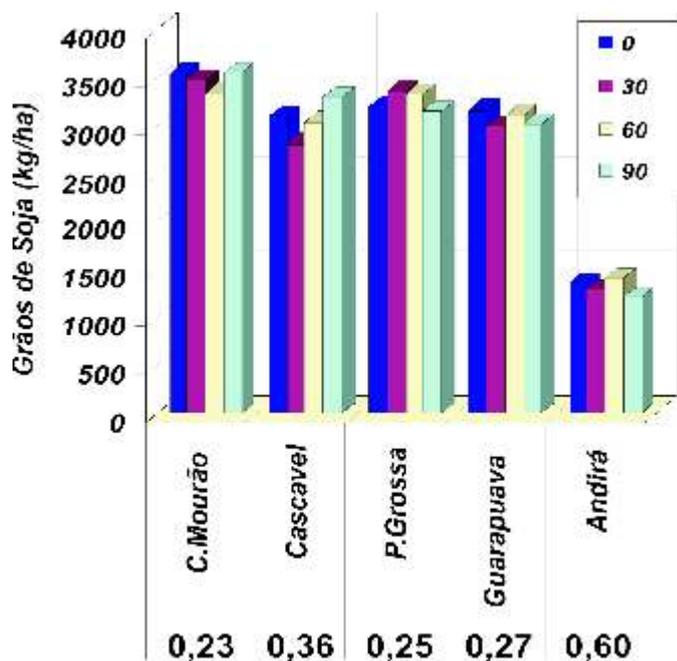


Fig. 3. Resposta à aplicação de doses de potássio em cinco locais do Paraná, em solos com vários níveis de K.

Em experimento de longa duração, com início em 1983, foi observada uma resposta crescente à adubação potássica, sobre a produção de soja (Fig. 4). Esse solo, na época de instalação do trabalho, apresentava 0,05 g/kg de  $K^+$ . Valor tão baixo de potássio foi atribuído ao uso contínuo, pelo agricultor, de formulação com pouco ou nenhum potássio.

Nesse experimento aplicou-se 1000 kg de  $K_2O$  (dose de 200 kg/ano, durante cinco anos) e não houve adubação nas safras 1988/89 até 1992/93. Mesmo assim, houve um decréscimo acentuado nos teores de K, tanto nas folhas como no solo.

Portanto, cuidados devem ser tomados para que não aconteça isso, pois o prejuízo à produção é evidente como se verifica na Figura 4.

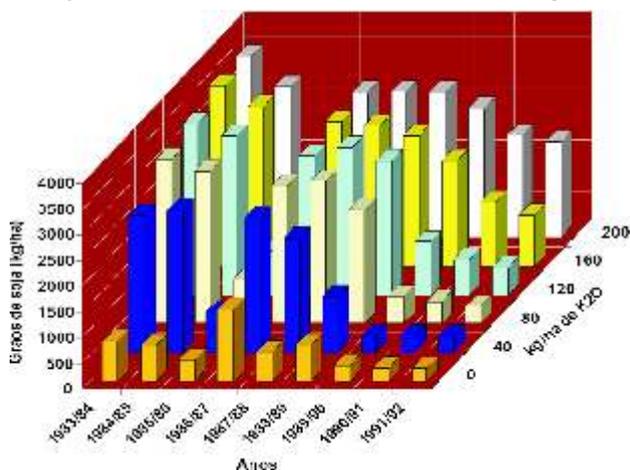


Fig. 4. Produção de grãos de soja (kg/ha), em função de doses de  $K_2O$  em nove anos. Mauá da Serra, PR.

## 6. ENXOFRE (S)

O enxofre é um dos macronutrientes apelidado de “secundário” e, por isto, os estudos sobre sua dinâmica no solo e nas plantas foram deixados de lado. Isso se deu porque havia boa reserva dele nos solos, com exceção dos solos de Cerrado.

Como novos e mais produtivos materiais genéticos foram surgindo, devido à crescente evolução do melhoramento genético vegetal, houve a necessidade de se estudar o S, pois a extração e a exportação desse nutriente pelas plantas foi aumentando gradativamente e, com isso, suas reservas nos solos foi diminuindo drasticamente.

Até a década de 1980, a cultura da soja apresentava pouca resposta ao enxofre. Lantmann et al., (1982) testaram diversos níveis de enxofre na cultura da soja, em seis localidades do Paraná, e não observaram respostas da cultura ao nutriente. Esse resultado foi atribuído aos níveis elevados de matéria orgânica no solo, a qual é uma importante fonte de enxofre.

Já, na década de 1990, Sfredo et al., 2003, encontraram respostas positivas da aplicação de S sobre a produtividade da soja, em vários solos do Brasil. Os altos rendimentos de soja observados, foram alcançados com suprimento de S, via adubo. Outros experimentos, conduzidos pela Embrapa Soja, revelaram aumentos significativos, em resposta à aplicação de quantidades entre 25 a 75 kg/ha de S, nos solos.

Baseando-se nas curvas de respostas obtidas, estabeleceram-se os níveis críticos (NC) de S, no solo. No Paraná, em solos com teor de argila >40%, os NC foram de 10 e 35  $mg\ dm^{-3}$  e, no Cerrado, em solos com teor de argila <40%, de 3 e 9  $mg\ dm^{-3}$  para as profundidades de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm, respectivamente.

Esses resultados geraram uma tabela com a 2ª aproximação da recomendação de adubação com enxofre para a soja, que pode ser utilizada em todo o País (Tabela 1).

Como se verifica na Tabela 1, o enxofre concentra-se mais na camada de solo abaixo de 20 cm e, por isso, quando se visa uma correta aplicação de fertilizante contendo este nutriente, deve-se proceder à análise do solo de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm de profundidade. Sem isso, a recomendação de S não tem nenhuma precisão.

Tabela 1. Indicação de adubação de correção e de manutenção com enxofre (S), conforme as faixas de teores de S no solo ( $mg\ dm^{-3}$ ), a duas profundidades no perfil do solo, para a cultura da soja, no Brasil. 2ª aproximação<sup>1</sup>.

		Análise de S no solo <sup>2</sup>			Quantidade de S a aplicar ( $kg\ ha^{-1}$ )
Faixas para interpretação		Solo argiloso >40% de argila		Solo arenoso ≤40% de argila	
		Profundidade (cm)			
0 a 20	20 a 40	0 a 20	20 a 40	0 a 20	20 a 40
..... $mg\ dm^{-3}$ .....					
Baixo	Baixo	< 5	< 20	< 2	< 6
Baixo	Médio	< 5	20 a 35	< 2	6 a 9
Baixo	Alto	< 5	> 35	< 2	> 9
Médio	Baixo	5 a 10	< 20	2 a 3	< 6
Médio	Médio	5 a 10	20 a 35	2 a 3	6 a 9
Médio	Alto	5 a 10	> 35	2 a 3	> 9
Alto	Baixo	> 10	< 20	> 3	< 6
Alto	Médio	> 10	20 a 35	> 3	6 a 9
Alto	Alto	> 10	> 35	> 3	> 9

<sup>1</sup> Sfredo et al., 2003.

<sup>2</sup> Métodos: Extração- $Ca(H_2PO_4)_2$  0,01 M  $L^{-1}$ ; Determinação-Turbidimetria.

<sup>3</sup> M = Manutenção: 10 kg para cada 1000 kg de produção de grãos esperada.

## 7. MICRONUTRIENTES

Os micronutrientes, devido à baixa necessidade pelas plantas, são os elementos menos estudados pela pesquisa. Com o aumento do potencial genético para produtividade de várias culturas, as reservas desses nutrientes, no solo, foram se extinguindo e, assim, os mesmos estão sendo aplicados ao solo para que as produtividades não sejam prejudicadas. Entretanto, como não haviam critérios corretos para avaliar e quantificar a sua aplicação, vinha ocorrendo excesso ou falta desses nutrientes para as plantas.

Originalmente, os solos da região Sul do Brasil são bem supridos em micronutrientes, exceção feita para solos de textura arenosa, situados na região Noroeste e região de Ponta Grossa, no Paraná, e alguns solos do Rio Grande do Sul.

Assim, os problemas com micronutrientes poderão ocorrer por indução, ou seja: excesso de adubação fosfatada, promovendo deficiências de zinco e de manganês; a calagem em excesso, insolubilizando formas de zinco e de manganês; a calagem, em quantidade sub-estimada ou mal incorporada, comprometendo a disponibilidade de molibdênio e; baixos níveis de matéria orgânica no solo, induzindo às deficiências de zinco, molibdênio e cobre.

Na região de solos de Cerrado, originalmente, já existe deficiência de micronutrientes, principalmente de zinco e de boro. Entretanto, mais recentemente já há deficiência em cobre e manganês, provavelmente devido ao excesso e à má incorporação de calcário. Por isso, para micronutrientes, deve-se fazer um acompanhamento através de análise foliar e de solo e, caso ocorram deficiências, aplicar os elementos via solo, via foliar (Co, Mo e Mn) ou via semente (Co e Mo), dependendo do nível de deficiência.

Pesquisas recentes, permitiram alterar as recomendações de micronutrientes no Estado do Paraná (Zn, Cu e Mn) e nos Cerrados (Mn). Essas alterações são muito importantes pois as existentes, até então, foram adaptações provenientes de pesquisas antigas. Houve grande diferença quanto aos níveis críticos, principalmente para o manganês, tanto no Paraná quanto nos solos de Cerrado (Correção..., 2008).

O nível crítico de Mn no solo, utilizado até recentemente, era de 5 mg/dm<sup>3</sup>, independentemente do solo e do método de extração do nutriente.

A recomendação atual indica que os níveis críticos de Mn são:

Solos do PR: 30 mg/dm<sup>3</sup> para o método Mehlich e 5 mg/dm<sup>3</sup> para o DTPA;

Solos do Cerrado: 10 mg/dm<sup>3</sup> para o método Mehlich e 2 mg/dm<sup>3</sup> para o DTPA.

É indispensável o fornecimento de 2 a 3 g ha<sup>-1</sup> de cobalto (Co) e de 12 a 30 g ha<sup>-1</sup> de molibdênio (Mo), que são nutrientes essenciais para a FBN, além de que, o Mo também é essencial para a redução de nitrato a amônio, na planta (Sfredo et al., 1997). A aplicação desses micronutrientes pode ser realizada via semente ou via foliar, nos estádios de desenvolvimento V3 a V5.

Após o lançamento da tecnologia de aplicação de Mo e Co, em 1996, a produtividade da soja no Brasil sofreu um acréscimo de 20%, saltando de 2.299 kg/ha

para 2.751 kg/ha, na safra 2000/01 e, para 2.820 kg/ha, na safra 2007/08. Isso mostra a coerência dos resultados de pesquisa, onde o aumento médio, ao se usar Mo e Co, foi em torno de 20%.

Para aplicação de micronutrientes na adubação de semente deve-se dar preferência às formulas NPK+Micro cujos nutrientes estejam no mesmo grânulo. Conforme Lopes (2001), ao se aplicar 1 kg de Zn/ha na forma de ZnSO<sub>4</sub> granulado, misturado a grânulos de NPK, são atingidos 20 pontos por m<sup>2</sup> de Zn, enquanto que, ao se usar NPK+micro no mesmo grânulo, o Zn atinge 350 pontos/m<sup>2</sup>.

## 8. ADUBAÇÃO (Correção..., 2008)

### 8.1. Macro e Micronutrientes

Para fósforo e potássio, basicamente, existem cinco recomendações diferentes (SC e RS, PR, SP, MG e Cerrados).

Para enxofre há uma recomendação única, que pode ser vista na Tabela 1.

A recomendação de micronutrientes é feita para solos de Cerrado e para solos do Paraná.

### 8.2. Adubação foliar com macro e micronutrientes

No caso da deficiência de manganês (Mn), constatada através de exame visual, indica-se a aplicação de 350 g ha<sup>-1</sup> de Mn (1,5 kg de MnSO<sub>4</sub>), diluídos em 200 litros de água com 0,5% de uréia.

Na cultura da soja, essa prática não é indicada para outros macro ou micronutrientes. Isso porque, os muitos testes de fertilizantes foliares, para a soja, não deram os resultados positivos com seu uso.

## 9. USO DA INFORMÁTICA PARA ADUBAÇÃO E NUTRIÇÃO DE SOJA (Sfredo & Lazzarotto, 2007)

Em 2004, foi editado, pela Equipe de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, da Embrapa Soja, o **NutriFert**, um CD-ROM que contém as recomendações das tecnologias de adubação e de calagem para a produção sojícola nacional. Com isso, a utilização e a interpretação das informações tornaram-se mais dinâmicas, facilitando o uso das recomendações técnicas.

Em 2007, houve alterações nas tecnologias contidas na 1ª edição e, por isso, o CD-ROM foi atualizado, ficando à disposição dos clientes da Embrapa Soja, que são os produtores e a assistência técnica da cultura, em todo o Brasil.

Nesse mesmo CD, há, também, uma planilha com fotos e a descrição dos sintomas de deficiências de nutrientes, na planta de soja. Essa planilha vai auxiliar na identificação desses sintomas, quando estes aparecerem na lavoura.

## 10. INFORMAÇÕES ADICIONAIS

Para informações adicionais sobre Calagem e Adubação para Soja, consultar a seguinte publicação: TECNOLOGIAS de produção de soja - região central do Brasil - 2008. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2008. p.85-109. (Sistemas de Produção/Embrapa Soja, 12).

## 11. OCORRÊNCIAS FREQUENTES, RELACIONADAS À NUTRIÇÃO DE PLANTAS E FERTILIDADE DO SOLO, NA CULTURA DA SOJA

### 11.1. Manganês (Mn)

As deficiências ocorrem devido, principalmente, ao mau manejo do solo, como p. ex., o excesso de calcário, com aumento considerável do valor do pH e da Saturação de Bases, afetando a disponibilidade de Mn para as plantas.

A solução, nesses casos, é a aplicação foliar de Mn (ver recomendações de micronutrientes). Entretanto, a deficiência de Mn pode ser corrigida com a aplicação do mesmo, via solo, evitando, assim, uma aplicação foliar, apesar de normalmente ser feita em conjunto com outra operação de pulverização (inseticida ou fungicida).

Após o início do cultivo de soja transgênica (soja RR), muitas dúvidas surgiram em relação à nutrição deste tipo de planta. Resultados mostram que há uma diminuição de absorção de nutrientes pela soja RR, principalmente de manganês. Porém, após alguns dias do aparecimento dos sintomas de deficiência de Mn, a planta se recupera e não há interferência sobre a produtividade da soja.

### 11.2. Nitrogênio (N)

A deficiência de nitrogênio vem em associação com outros fatores, além da má nodulação que afeta a fixação biológica de N. Um dos fatores é a deficiência de molibdênio, que pode gerar a deficiência de nitrogênio, causando sintomas de clorose nas folhas das plantas, pois afeta a fixação biológica de N. Também, vai causar diminuição do teor de proteína nos grãos de soja, porque a redução do nitrato vai ser prejudicada pela falta de Mo, dificultando a translocação do N dos órgãos vegetativos para os órgãos reprodutivos da planta.

### 11.3. Molibdênio (Mo) e Cobalto (Co)

O que ocorre com o Mo é o uso inadequado das doses recomendadas. Muitos produtores aplicam Mo e Co via sementes e, ainda, usam a pulverização foliar, para reforçar a dose aplicada nas sementes. Isso é desnecessário, pois a dose recomendada, via sementes ou via foliar, isoladamente, é suficiente para eles cumprir sua função na planta que é de auxiliar a fixação biológica do N e o Mo para promover a redução do nitrato, facilitando o transporte de N dentro das plantas.

Já com o Co, ocorre a aplicação em excesso, surgindo sintomas de deficiência de Fe, que é uma clorose das plântulas, logo após a emergência. Esses sintomas vão desaparecer em alguns dias, principalmente após as chuvas. Entretanto, essa clorose vai afetar a fotossíntese, prejudicando o desenvolvimento normal das plantas de soja. Por isso, deve-se tomar cuidado ao se aplicar produtos contendo Co.

### 11.4. Enxofre (S)

Na Tabela 1, o que chama a atenção é que existem diferenças marcantes quanto aos níveis críticos a duas profundidades de solo. Na profundidade de 20 a 40 cm, os valores dos níveis críticos de S podem chegar a três vezes daqueles à profundidade de 0 a 20 cm. Isso está mostrando que a análise, visando quantificar os teores de S no solo deve ser feita a duas profundidades,

para que a recomendação possa ser aplicada com exatidão.

Muitas vezes, o teor de S a 20 cm de profundidade está abaixo do nível crítico preconizado, porém profundidades maiores, há S suficiente para o bom desenvolvimento das plantas de soja. Caso isso aconteça e não se fez análise até os 40 cm, a tendência é aplicar fertilizante contendo S sem necessidade. Por outro lado, a não reposição da quantidade absorvida e exportada de S pela cultura pode causar deficiência do nutriente.

Recomenda-se para S, portanto, que se faça a análise do solo de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm de profundidade, para racionalização da adubação com esse nutriente.

## 12. REFERÊNCIAS

BARRETO, A.C. ; NOVAIS, R.F. de ; BRAGA, J.M. Determinação estatística de amostras simples de solo por área para avaliação de sua fertilidade. **Revista Ceres**, v.21, n.114, p.142-147, 1974

BORKERT, C. M.; SFREDO, G. J.; KLEPKER, D.; OLIVEIRA, F. A. de. Estabelecimento das relações entre Ca, Mg e K para soja, em solo de Cerrados. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 28., 2006, Uberaba, MG. **Resumos...** Londrina: Embrapa Soja: Fundação Meridional: Fundação Triângulo, 2006. p. 428-429 (Embrapa Soja. Documentos, 272). Organizado por Odilon Ferreira Saraiva, Regina M.V.B. de C. Leite, Janete Lasso Ortiz.

CAMPO, R.J.; SFREDO, G.J. **Nitrogênio na cultura da soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1981. 6p. (EMBRAPA- CNPSO. Comunicado Técnico, 8).

CORREÇÃO e manutenção da fertilidade do solo. In: TECNOLOGIAS de produção de soja - região central do Brasil - 2008. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2008. p.85-109. (Sistemas de Produção/Embrapa Soja., 12).

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. London: Academic Press, 1995. p.889.

PALHANO, J.B.; SFREDO, G.J.; CAMPO, R.J.; LANTMANN, A.F.; BORKERT, C.M. **Calagem para soja: recomendação para o Estado do Paraná**. Londrina: 1984. 13p. (EMBRAPA-CNPSO. Comunicado Técnico, 12).

RAIJ, B.van. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo :Agronômica CERES: Potafos, 1991. 343p.

**REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL**, 34., 2006, Pelotas. **Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e Santa Catarina 2006/2007**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006. 240 p.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. NÚCLEO REGIONAL SUL. Comissão de Química e de Fertilidade do Solo-RS/SC. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10 ed. Porto Alegre, 2004. 400p.

- SFREDO, G.J.; BORKERT, C.M.; LANTMANN, A.F.; MEYER, M.C.; MANDARINO, J.M.G.; OLIVEIRA, M.C.N. DE. **Molibdênio e cobalto na cultura da soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1997. 18p. (EMBRAPA.CNPSo. Circular Técnica, 16).
- SFREDO, G.J.; BORKERT, C.M.; OLIVEIRA, M.C.N. de; WOBETO, C. e ALMEIDA, J. **Determinação da relação ótima entre Ca, Mg e K para a cultura da soja em solos do Paraná**. In: RESULTADOS DE PESQUISA DE SOJA 1991/92. Londrina, 1999. 816 p. (Embrapa Soja. Documentos, 138).
- SFREDO, G. J.; BORKERT, C. M.; KLEPKER, D.; OLIVEIRA, F. A. de. Estabelecimento de faixas de suficiência de Ca e Mg para a cultura da soja em solos de Cerrados. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 27.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 11.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 9.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 6., 2006, Bonito, MS. **A busca das raízes**: anais. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 82). 1 CD-ROM
- SFREDO, G. J.; KLEPKER, D.; BORKERT, C. M.; OLIVEIRA, F. A. de. Estabelecimento de faixas de suficiência da saturação de Ca e Mg, na CTC, e da saturação por bases para a soja, em solos de Cerrados. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 28., 2006, Uberaba, MG. **Resumos...** Londrina: Embrapa Soja: Fundação Meridional: Fundação Triângulo, 2006b. p. 430-431
- (Embrapa Soja. Documentos, 272). Organizado por Odilon Ferreira Saraiva, Regina M.V.B. de C. Leite, Janete Lasso Ortiz.
- SFREDO, G.J.; LAZZAROTTO, J.J. **Uso da informática para adubação e nutrição de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. (Embrapa Soja. Documentos, 289). 1 CD – ROM
- SFREDO, G.J. **Soja no Brasil: calagem, adubação e nutrição mineral**. Londrina: Embrapa Soja, 2008. 145p. (Embrapa Soja. Documentos, 305).
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. NÚCLEO REGIONAL SUL. Comissão de Química e de Fertilidade do Solo-RS/SC. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10 ed. Porto Alegre, 2004. 400p.
- SOUSA, D.M.G. de; LOBATO, E.; REIN, T.A. **Uso de gesso agrícola nos solos dos Cerrados**. Planaltina, EMBRAPA-CPAC, 1995. 20p. (EMBRAPA-CPAC. Circular Técnica, 32).
- SOUSA, D.M.G.de; LOBATO, E. Correção da acidez do solo. In: SOUSA, D.M.G.de; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2002. 81-96.
- VOLKWEISS, S.J.; LUDWICK, A.E. **O melhoramento do solo pela calagem**. Porto Alegre, RS. FAV-UFRGS. 30p. 1969. (Boletim Técnico, 01).



Patrocínio:



**Circular  
Técnica, 61**

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:  
**Embrapa Soja**  
Cx. Postal 231  
86001-970 - Londrina, PR  
Fone: (43) 3371-6000 - Fax: 3371-6100  
Home page: <http://www.cnpso.embrapa.br>  
e-mail: [sac@cnpso.embrapa.br](mailto:sac@cnpso.embrapa.br)

**1ª edição**  
1ª impressão (2008): tiragem 500 exemplares

Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento

Governo  
Federal

**Comitê  
de Publicações**

**Presidente:** José Renato Bouças Farias  
**Secretário Executivo:** Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite

**Membros:** Antonio Ricardo Panizzi, Claudine Dinali Santos Seixas, Francismar Corrêa Marcelino, Ivan Carlos Corso, Maria Cristina Neves de Oliveira, Norman Neumaier, Rafael Moreira Soares, Sérgio Luiz Gonçalves

**Supervisão editorial:** Odílton Ferreira Saraiva  
**Normalização bibliográfica:** Ademir Benedito Alves de Lima

**Expediente**

**Editoração eletrônica:** Danilo Estevão