

## Fertilidade do Solo e Nutrição Mineral da Soja

A aptidão agrícola das terras é altamente dependente da capacidade de fornecimento de nutrientes pelo solo. Essa capacidade pode apresentar-se naturalmente elevada, mas pode também ser construída ou recuperada através de ações de manejo da fertilidade do solo.

A exploração agrícola promove uma série de alterações nas propriedades químicas dos solos, desde o aumento da atividade biológica e ciclagem de materiais orgânicos, até a acidificação do ambiente e a modificação na capacidade de retenção de nutrientes pelo solo. O principal fator dessas transformações deve-se à absorção de nutrientes do solo e à sua exportação através dos produtos da colheita das culturas. Como resultado da atividade agrícola, há uma redução progressiva da fertilidade do solo, o que, por sua vez, determina a necessidade de seu manejo por meio de práticas de calagem e de adubação, evitando, assim, processos de esgotamento e redução da sua capacidade produtiva.

A manutenção da fertilidade do solo é essencial para a sustentabilidade dos sistemas de produção agrícola. As tecnologias de manejo da fertilidade devem ser utilizadas de maneira racional, baseadas em análises químicas do solo e de tecido vegetal realizadas em intervalos de 1 a 3 anos, com os objetivos de garantir um nível adequado da fertilidade do solo e de promover um estado de equilíbrio nutricional que possibilite a obtenção de produtividades elevadas com maior eficiência técnica e econômica.

### Avaliação da fertilidade do solo

A análise de solo é a principal ferramenta de avaliação da fertilidade do solo que possibilita a tomada de decisão para a prática da calagem ou para a recomendação da adubação. Normalmente, a amostragem de solo para fins de indicação de fertilizantes é realizada a partir da colheita da cultura de verão, ou da cultura de inverno e previamente a semeadura da cultura em sucessão. A profundidade de amostragem do solo corresponde à camada de 0 a 20 cm, que é a mais intensamente alterada pelo manejo de corretivos, fertilizantes ou restos culturais.

Para que a amostra coletada represente as condições químicas do solo, a propriedade deve ser dividida em áreas homogêneas, quanto ao tipo de solo (cor, textura, M.O.), topografia (plano, declive, baixada) e histórico de cultivo, produtividade e adubação. As áreas devem ser identificadas e localizadas em um mapa da propriedade, e amostradas isoladamente. É recomendável constituir um banco de dados com o histórico de informações sobre o manejo das culturas e da fertilidade do solo ao longo dos anos.

Em cada uma das áreas deve-se coletar de 10 a 20 subamostras, para se obter uma amostra composta representativa de toda a área. As amostras deverão ser coletadas em pontos aleatórios, caminhando-se em ziguezague na área, evitando-se, contudo, linhas de semeadura e a proximidade de depósitos de adubos e corretivos, cupins e formigas, touceiras ou carreadores. Inicialmente em cada ponto, devem-se remover da superfície os detritos e os restos de cultura. Com auxílio da ferramenta de amostragem (trado, sonda, pá, enxadão, etc), coletam-se quantidades proporcionais de solo em cada ponto, mantendo-se a profundidade de 0 a 20 cm. Cada subamostra deverá ser transferida para um balde ou recipiente limpo, repetindo-se a operação em cada ponto da área homogênea. Ao final, as subamostras devem ser homogeneizadas para, em seguida, acondicionar-se uma quantidade aproximada de 500 g (amostra composta) em um saco plástico identificado.

No sistema de plantio direto estabelecido, sempre que possível, a amostragem deve ser realizada em duas profundidades (0 a 10 e 10 a 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 da acidez subsuperficial e da disponibilidade de enxofre devem-se, também, coletar amostras da profundidade de 20 a 40 cm.

Londrina, PR  
Setembro, 2008

### Autores

**Fábio Alvares de Oliveira**  
Engº Agrônomo, Dr.  
Embrapa Soja  
Cx. P. 231  
86001-970, Londrina, PR  
falvares@cnpso.embrapa.br

**César de Castro**  
Engº Agrônomo, Dr.  
Embrapa Soja  
Cx. P. 231  
86001-970, Londrina, PR  
ccastro@cnpso.embrapa.br

**Gedi Jorge Sfredo**  
Engº Agrônomo, Dr.  
Embrapa Soja  
Cx. P. 231  
86001-970, Londrina, PR  
sfredo@cnpso.embrapa.br

**Dirceu Klepker**  
Engº Agrônomo, Dr.  
Embrapa Soja  
Cx. P. 131  
65800-000, Balsas, MA  
dirceu@embrapabalsas.com.br

**Adilson de Oliveira Junior**  
Engº Agrônomo, Dr.  
Embrapa Soja  
Cx. P. 231  
86001-970, Londrina, PR  
adilson@cnpso.embrapa.br

### Correção da acidez

As concentrações de nutrientes e de alumínio, em formas disponíveis às plantas, são influenciadas pela acidez, 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 (Figura 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 de utilização de fertilizantes é menor em solos ácidos e, portanto, a calagem deve ser a primeira atividade para o manejo da fertilidade.

Além de corrigir a acidez do solo, a calagem promove a diminuição dos teores disponíveis de alumínio, ferro, manganês, zinco e cobre; por outro lado, aumenta a disponibilidade da maioria dos nutrientes, de maneira que os valores de pH, dentro de uma faixa de ligeira acidez, determinam um ambiente mais equilibrado nutricionalmente. Esta faixa, em geral, varia de 5,2 a 6,0 (pH em  $CaCl_2$ ), dependendo do material de origem e do grau de intemperização do solo.

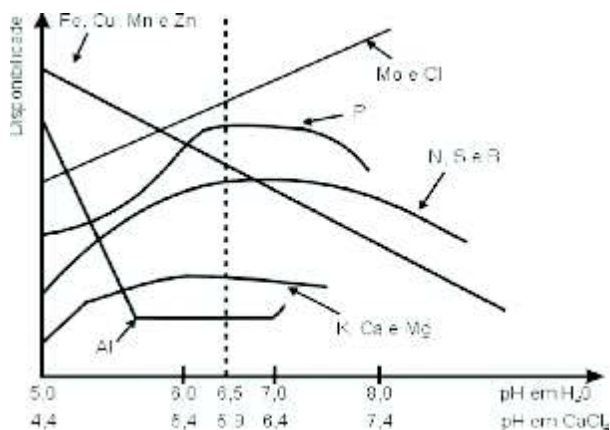


Figura 1. Relação entre o pH e a disponibilidade de elementos químicos no solo (Adaptado de Malavolta, 2006).

A calagem, sempre que possível, 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.

A recomendação de calagem, cujo efeito residual é de 3 a 5 anos, é determinada com base na análise química do solo, utilizando-se três metodologias básicas para a correção da acidez da camada superficial (0 a 20 cm):

#### a) Neutralização do $Al^{3+}$ e suprimento de $Ca^{2+}$ e $Mg^{2+}$

Este método considera, em sua fórmula de cálculo, a necessidade de neutralização do  $Al^{3+}$  e a elevação da disponibilidade de  $Ca^{2+}$  e de  $Mg^{2+}$ . O cálculo da necessidade de calagem (NC) é feito através da seguinte fórmula:

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

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:

$$NC (t ha^{-1}) = (Al^{3+} \times 2) \times f$$

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

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 da elevação da saturação por bases, que se fundamenta na correlação positiva existente entre os valores de pH e de saturação por bases.

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

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

em que:

$V_1$  = valor da saturação por bases trocáveis do solo, em porcentagem, antes da correção. ( $V_1 = 100 S/CTC$ ) sendo:

$S = Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^+ (cmol_c dm^{-3})$ ;

$V_2$  = valor da saturação por bases trocáveis do solo, recomendada para a soja;

$T$  = capacidade de troca de cátions,  $CTC = S + [H + Al^{3+}] (cmol_c dm^{-3})$ ;

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

A faixa de valores adequados de saturação por bases, que determina os maiores rendimentos econômicos, é variável para cada região, de acordo com as propriedades químicas e granulométricas dos solos predominantes. Considerando o efeito residual da calagem, no cálculo da recomendação deve ser utilizado o limite superior da faixa adequada de saturação por bases, não sendo recomendada a aplicação de calcário quando a saturação por bases encontrar-se até 10 % abaixo destes valores. Nas áreas tradicionais de cultivo de soja no Estado do Paraná, utiliza-se  $V_2$  igual a 70%; para os Estados de São Paulo (Mascarenhas & Tanaka, 1997) e do Mato Grosso do Sul, o  $V_2$  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 e ricos em óxidos de Fe e de Al (Sousa & Lobato, 2002), o valor recomendado de  $V_2$  é de 50%. Esta diferenciação está diretamente relacionada à CTC dos solos que determina a relação pH x V% (Raj, 1991) e também à possibilidade de limitação da produtividade da cultura por deficiências dos micronutrientes Zn, Cu e Fe e, principalmente, Mn, induzida pela elevação do pH do solo (Figura 1) e mais comum nas áreas de Cerrados (Sousa & Lobato, 2002).

## c) Índice de pH SMP

As quantidades de corretivo são dependentes do índice do pH SMP e estão indicadas na Tabela 1.

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

Tabela 1. Indicações de calcário (PRNT 100%) em função do pH SMP para correção da acidez dos solos do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, visando elevar o pH do solo em água para 5,5 ou 6,0.

Índice pH SMP	pH em água desejado		Índice pH SMP	pH em água desejado	
	pH 5,5	pH 6,0		pH 5,5	pH 6,0
	t ha <sup>-1</sup>			t ha <sup>-1</sup>	
<4,4	15,0	21,0	5,8	2,3	4,2
4,5	12,5	17,3	5,9	2,0	3,7
4,6	10,9	15,1	6,0	1,6	3,2
4,7	9,6	13,3	6,1	1,3	2,7
4,8	8,5	11,9	6,2	1,0	2,2
4,9	7,7	10,7	6,3	0,8	1,8
5,0	6,6	9,9	6,4	0,6	1,4
5,1	6,0	9,1	6,5	0,4	1,1
5,2	5,3	8,3	6,6	0,2	0,8
5,3	4,8	7,5	6,7	0,0	0,5
5,4	4,2	6,8	6,8	0,0	0,3
5,5	3,7	6,1	6,9	0,0	0,2
5,6	3,2	5,4	7,0	0,0	0,0
5,7	2,8	4,8			

Fonte: SBSCS-NRS, 2004.

Preferencialmente, pelo menos 3 meses antes de iniciar o primeiro cultivo no sistema de semeadura direta, indica-se corrigir integralmente a acidez do solo, sendo esta etapa fundamental para a adequação ao sistema. Assim, inicialmente, o corretivo deve ser incorporado, uniformemente, na camada de 0 a 20 cm de profundidade. Essa situação é preferencialmente recomendada em áreas sob pastagens cultivadas sem registro de aplicação anterior de calcário, ou quando as disponibilidades de cálcio e magnésio forem muito reduzidas e a concentração de alumínio trocável for elevada. Quando a recomendação de calcário for superior a 2 t ha<sup>-1</sup>, deve-se proceder a incorporação em duas etapas, aplicando-se metade anteriormente à aração e metade anteriormente à gradagem.

Após a implementação da semeadura direta, os processos de acidificação do solo exigirão o monitoramento e a correção da acidez periodicamente. Para a avaliação da necessidade de calagem, o solo deve ser amostrado na profundidade de 0 a 20 cm, podendo-se aplicar a lanço na superfície até 1/3 da quantidade necessária. Para os solos que já receberam calcário superficial, a amostragem deve ser realizada de 0 a 10 e de 10 a 20 cm de profundidade. Portanto, sugere-se que, para o cálculo da recalagem, sejam utilizados os valores médios das duas profundidades, aplicando-se até 1/3 da quantidade indicada, evitando-se aplicar doses superiores a 2 t ha<sup>-1</sup>.

Na ausência de impedimentos físicos, como compactação, erosão, cupins, trilhas ou tocos, que indiquem a necessidade de sistematização da área, e também de elevadas concentrações de alumínio trocável

na camada de 10 a 20 cm, a aplicação de calcário poderá ser realizada superficialmente. Neste caso, deve-se utilizar a mesma recomendação das áreas de semeadura direta implementada, conservando-se, assim, a cobertura vegetal e a estrutura do solo, com diminuição da velocidade de decomposição da matéria orgânica.

### Correção da acidez subsuperficial

Os solos brasileiros podem apresentar problemas de acidez subsuperficial (abaixo de 20 cm), principalmente toxidez por alumínio trocável, mesmo que a área tenha recebido uma calagem considerada adequada. Essa condição limita o desenvolvimento do sistema radicular das plantas em profundidade, que é uma característica determinante para aumentar a tolerância à seca e a promoção da ciclagem de nutrientes.

A aplicação de gesso (CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O) diminui a toxidez por alumínio e aumenta a disponibilidade de cálcio e de enxofre em subsuperfície, resultando num ambiente menos limitante para o desenvolvimento do sistema radicular das plantas (Pavan e Volkweiss, 1986).

O gesso deve ser utilizado em áreas onde a análise de solo, na profundidade de 20 a 40 cm, indicar uma saturação de alumínio maior que 10% ou quando o nível de cálcio for inferior a 0,5 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>. Para reduzir a lixiviação de K e de Mg, a recomendação de gesso deve considerar a classe granulométrica do solo, aplicando-se a lanço, 700, 1200, 2200 e 3200 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, para solos de textura arenosa (< 15% de argila), média (15 a 35% de argila), argilosa (35 a 65% de argila) e muito argilosa (> 65% de argila).

### Exigências minerais e avaliação do estado nutricional

A exigência nutricional e o potencial de exportação da soja são características determinadas por fatores genéticos, influenciados pelo clima, pela fertilidade do solo e pelo manejo cultural (Tabela 2). Estas informações são fundamentais para a indicação de adubação da cultura, pois quantificam as necessidades nutricionais mínimas que devem ser complementadas ao solo previamente antes de cada cultivo para a manutenção da fertilidade e para garantir o potencial produtivo da cultura.

Tabela 2. Quantidade absorvida e exportada de nutrientes pela cultura da soja.

Parte da planta	g kg <sup>-1</sup>						mg kg <sup>-1</sup>						
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca	Mg	S	B	Cl	Mo	Fe	Mn	Zn	Cu
Grãos	51	10,0	20	3,0	2,0	5,4	20	237	5	70	30	40	10
Restos culturais	32	5,4	18	9,2	4,7	10,0	57	278	2	390	100	21	16
Total	83	15,4	38	12,2	6,7	15,4	77	515	7	460	130	61	26
% Exportada	61	65	53	25	30	35	26	46	71	15	23	66	38

Obs.: A quantidade de nutrientes nos restos culturais da soja não aumenta linearmente com o aumento da produção de grãos.

Fonte: Correção... (2006).

### Diagnose foliar

A quantidade de nutrientes absorvida pelas plantas guarda relação direta com a capacidade de produção.



Assim, a análise química de folhas (diagnose foliar) pode ser utilizada como ferramenta complementar para avaliar a disponibilidade de nutrientes no solo e a capacidade de absorção pelas plantas, auxiliando no diagnóstico nutricional e na decisão sobre a próxima recomendação de adubação, principalmente para micronutrientes.

A amostragem de folhas, a exemplo da análise de solo, deve obedecer a critérios que identificam áreas uniformes quanto à fertilidade do solo, à cultura e ao manejo adotado. As folhas devem ser coletadas em um número de plantas suficientes, amplamente distribuídas na lavoura, para compor uma amostra representativa do estado nutricional. Para a correta utilização da análise foliar, um aspecto importante é a época de amostragem e a escolha do tecido a ser colhido. A época recomendada é quando 50 % das plantas do talhão se apresentar em início do florescimento (estádio R1), que ocorre com o aparecimento de uma flor aberta em qualquer nó da haste principal. Deve-se colher, por talhão, em torno de 35 folhas trifolioladas recém-maduras, sem pecíolo, que, de modo geral, correspondem à terceira ou quarta folha a partir do ápice da haste principal (Figura 2). Deve-se evitar a coleta de folhas perto de estradas, fontes de contaminação externa ou após a aplicação de produtos que contenham nutrientes. Quando necessário, para evitar a contaminação com poeira, deve-se mergulhar as folhas em água e em seguida secar à sombra, acondicionar em sacos de papel e enviar rapidamente ao laboratório.

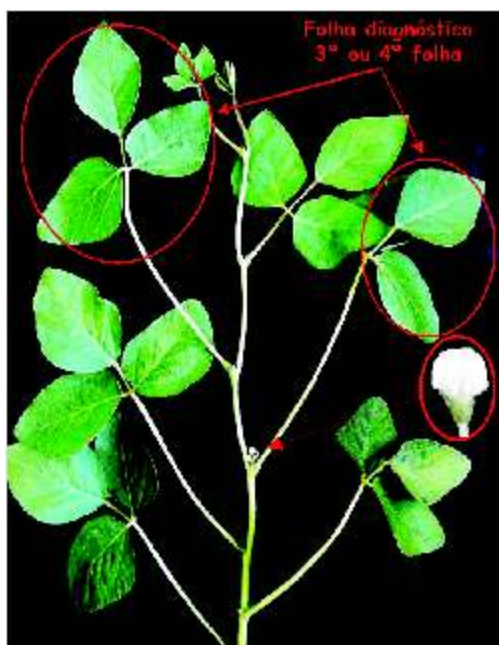


Figura 2. Folha recém madura, no início do florescimento (R1).

A interpretação dos resultados da análise química de folhas é realizada por comparação com a tabela indicativa das faixas de suficiência de nutrientes para a cultura da soja (Tabela 3), ou através do Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação (DRIS), atualmente disponível para o Estado do Paraná ([www.cnpso.embrapa.br/dris](http://www.cnpso.embrapa.br/dris)) (Embrapa Soja, 2007).

Tabela 3. Concentrações de nutrientes usadas na interpretação dos resultados das análises de folhas de soja do terço superior no início do florescimento (Estádio R1).

Elemento	Deficiente ou muito baixo	Baixo	Suficiente ou médio	Alto	Excessivo ou muito alto
g kg <sup>-1</sup>					
N	< 32,5	32,5 a 45,0	45,0 a 55,0	55,0 a 70,0	> 70,0
P	< 1,6	1,6 a 2,5	2,5 a 5,0	5,0 a 8,0	> 8,0
K	< 12,5	12,5 a 17,0	17,0 a 25,0	25,0 a 27,5	> 27,5
Ca	< 2,0	2,0 a 3,5	3,5 a 20,0	20,0 a 30,0	> 30,0
Mg	< 1,0	1,0 a 2,5	2,5 a 10,0	10,0 a 15,0	> 15,0
S	< 1,5	1,5 a 2,0	2,0 a 4,0	> 4,0	—
mg kg <sup>-1</sup>					
Mn	< 15	15 a 20	20 a 100	100 a 250	> 250
Fe	< 30	30 a 50	50 a 350	350 a 500	> 500
B	< 10	10 a 20	20 a 55	55 a 80	> 80
Cu <sup>(1)</sup>		< 6	6 a 14	> 14	
Zn	< 11	11 a 20	20 a 50	5,0 a 75	> 75
Mo	< 0,5	0,5 a 1	1 a 5,0	50 a 10	> 10

<sup>(1)</sup> Sfredo et al. (2001).

### Adubação

Em função da elevada variabilidade na disponibilidade de nutrientes nos solos, o manejo da fertilidade do solo deve ser determinada com base nas informações das análises químicas do solo e das folhas e no histórico de uso da terra, considerando o sistema de cultivo e a rotação de culturas, os possíveis registros de ocorrência de sintomas de desequilíbrio nutricional e as produtividades nos cultivos anteriores. Os problemas nutricionais são reflexos do manejo da fertilidade dos solos, mas influenciados diretamente pelas condições de desenvolvimento das plantas, que envolvem os fatores climáticos, as práticas culturais e a ocorrência de plantas daninhas, pragas ou doenças.

A recomendação de adubação para a cultura da soja baseia-se na fertilidade atual do solo, que identifica o potencial de resposta aos nutrientes para cada ecossistema, por um sistema de classes de interpretação da disponibilidade destes nutrientes para as plantas. Assim, os nutrientes são aplicados de maneira variável, de acordo com o grau de limitação de sua disponibilidade no solo. Nos solos com teores baixos e muito baixos, é necessária a adubação de correção para elevar a disponibilidade, enquanto que nos solos com teores médios a altos, devem ser aplicadas apenas as quantidades suficientes para repor as perdas com a exportação dos grãos, levando-se em consideração à eficiência agrônômica de cada fertilizante e/ou nutriente aplicado ao solo.

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. 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 utilizá-lo 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 deste processo depende da utilização correta de inoculantes contendo bactérias específicas para a FBN com a soja.

É recomendável 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 e, também, o Mo é essencial para a redução de nitrato a amônio na planta (Marschner, 1995). A aplicação destes micronutrientes pode ser realizada via semente ou via foliar, nos estádios de desenvolvimento V3 a V5.

A recomendação de adubação com fósforo e potássio é função da exigência da cultura, da textura do solo e da disponibilidade dos nutrientes nos solos. Para atender as particularidades regionais, a recomendação de adubação com P e K é apresentada por Estado/Região, com base em estudos de calibração e de resposta à adubação. Assim, tabelas específicas são indicadas para os solos do Estado de Minas Gerais (Tabelas 4 e 5), solos com teores de argila maiores que 400 g kg<sup>-1</sup> do Estado do Paraná (Tabela 6) e, para solos do Estado de São Paulo (Tabela 7).

Tabela 4. Classes de interpretação da disponibilidade para fósforo de acordo com o teor de argila do solo ou com o valor de fósforo remanescente (P-rem) e para potássio.

Classe	Classificação				
	Muito baixo	Baixo	Médio <sup>(1)</sup>	Bom	Muito bom
Argila (g kg <sup>-1</sup> )	Fósforo disponível <sup>(2)</sup> (mg dm <sup>-3</sup> ) <sup>(3)</sup>				
> 600	< 2,8	2,8 a 5,4	5,4 a 8,0	8,0 a 12,0	> 12,0
350 a 600	< 4,1	4,1 a 8,0	8,0 a 12,0	12,0 a 18,0	> 18,0
150 a 350	< 6,7	6,7 a 12,0	12,0 a 20,0	20,0 a 30,0	> 30,0
< 150	< 10,1	10,1 a 20,0	20,0 a 30,0	30,0 a 45,0	> 45,0
P-rem <sup>(4)</sup> (mg L <sup>-1</sup> )	Potássio disponível (K) <sup>(2)</sup>				
0 a 4	< 3,0	3,0 a 4,3	4,3 a 6,0	6,0 a 9,0	> 9,0
4 a 10	< 4,0	4,0 a 6,0	6,0 a 8,3	8,3 a 12,5	> 12,5
10 a 19	< 6,0	6,0 a 8,3	8,3 a 11,4	11,4 a 17,5	> 17,5
19 a 30	< 8,0	8,0 a 11,4	11,4 a 15,8	15,8 a 24,0	> 24,0
30 a 44	< 11,0	11,0 a 15,8	15,8 a 21,8	21,8 a 33,0	> 33,0
44 a 60	< 15,0	15,0 a 21,8	21,8 a 30,0	30,0 a 45,0	> 45,0
cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	< 0,04	0,04 a 0,10	0,10 a 0,18	0,18 a 0,31	> 0,31
mg dm <sup>-3</sup> <sup>(3)</sup>	< 15	15 a 40	40 a 70	70 a 120	> 120

<sup>(1)</sup> O limite superior desta classe indica o nível crítico.

<sup>(2)</sup> Método Mehlich 1.

<sup>(3)</sup> mg dm<sup>-3</sup> = ppm (m/v).

<sup>(4)</sup> P-rem = fósforo remanescente, concentração de fósforo da solução de equilíbrio após agitar durante 1 h a TFSA com solução de CaCl<sub>2</sub> 10 mmol L<sup>-1</sup>, contendo 60 mg L<sup>-1</sup> de P, na relação 1:10.

Fonte: Ribeiro et al. (1999).

Tabela 5. Indicação de adubação com fósforo e potássio para a soja no estado de Minas Gerais<sup>(1)</sup>

Disponibilidade de P <sup>(2)</sup>			Disponibilidade de K <sup>(2)</sup>		
Baixa	Média	Boa	Baixa	Média	Boa
kg ha <sup>-1</sup> de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O <sup>(3)</sup>		
120	80	40	120	80	40

<sup>(1)</sup> Adubação para uma produtividade de 3.000 kg de grãos.

<sup>(2)</sup> Utilizar os critérios para interpretação da fertilidade do solo apresentados na Tabela 4.12.

<sup>(3)</sup> Não aplicar no sulco, em uma única vez, quantidade superior a 50 kg ha<sup>-1</sup>.

Fonte: Ribeiro et al. (1999).

Tabela 6. Indicação de adubação com fósforo e potássio para a soja no Estado do Paraná em solos com teores de argila maiores que 400 g kg<sup>-1</sup>.

Teor no solo <sup>(2)</sup>		Quantidade a aplicar		
mg dm <sup>-3</sup>		cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	kg ha <sup>-1</sup>	
P	K	K	N <sup>(3)</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sup>(4)</sup>
mg dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	kg ha <sup>-1</sup>	
< 3,0	< 40	< 0,10	0	100
	40 a 80	0,10 a 0,20	0	100
	80 a 120	0,20 a 0,30	0	100
	> 120	> 0,30	0	100
3,0 a 6,0	< 40	< 0,10	0	80
	40 a 80	0,10 a 0,20	0	80
	80 a 120	0,20 a 0,30	0	80
	> 120	> 0,30	0	80
> 6,0	< 40	< 0,10	0	60
	40 a 80	0,10 a 0,20	0	60
	80 a 120	0,20 a 0,30	0	60
	> 120	> 0,30	0	60

<sup>(1)</sup> Em solos com teores de argila menores que 400 g kg<sup>-1</sup>, usar as Tabelas 8 a 10.

<sup>(2)</sup> Extrator de P e K: Mehlich 1.

<sup>(3)</sup> O nitrogênio deve ser suprido através da inoculação.

<sup>(4)</sup> Pode-se usar até 10 kg a menos do que o indicado na Tabela.

<sup>(5)</sup> Quando o teor de K no solo for muito baixo, menor que 0,08 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> ou 31 mg dm<sup>-3</sup>, fazer adubação corretiva com 140 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O a lanço, além da adubação de manutenção na semeadura.

Fonte: Embrapa Soja (1999).

Nos solos originários de basalto do Estado do Paraná, a adoção do sistema de semeadura direta tem propiciado um acúmulo de matéria orgânica e de nutrientes no solo, principalmente do fósforo e do potássio. Em condições específicas de alta fertilidade do solo, saturação por bases adequada e ausência de alumínio tóxico, desde que o cultivo de safrinha/inverno seja devidamente adubado, a adubação com P e K pode ser suprimida para o cultivo da soja, quando a disponibilidade destes nutrientes no solo estiver acima dos níveis críticos estabelecidos para o sistema de semeadura direta (9,0 mg dm<sup>-3</sup> de P e 0,30 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de K). Para tanto, a análise do solo deve ser obrigatória ao final do cultivo de soja com a supressão da adubação P e K para o monitoramento da fertilidade e tomada de decisão quanto ao manejo da fertilidade (Lantmann et al., 1996).

Tabela 7. Indicação de adubação mineral de semeadura para a soja no Estado de São Paulo.

Produtividade esperada	P resina, mg dm <sup>-3</sup>				K <sup>+</sup> trocável, mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>			
	< 7	7 a 16	16 a 40	> 40	< 0,8	0,8 a 1,5	1,5 a 3,0	> 3,0
--- t ha <sup>-1</sup> ---	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg ha <sup>-1</sup>				K <sub>2</sub> O, kg ha <sup>-1</sup>			
< 2,0	50	40	30	20	60	40	20	0
2,0 a 2,5	60	50	40	20	70	50	30	20
2,5 a 3,0	80	60	40	20	70	50	50	20
3,0 a 3,5	90	70	50	30	80	60	50	30
> 3,5	— <sup>(1)</sup>	80	50	40	80	60	60	40

<sup>(1)</sup> Não é possível obter essa produtividade com a aplicação localizada de fósforo em solos com teores muito baixos de P.

Fonte: Mascarenhas & Tanaka (1997).

Para os solos da região dos Cerrados e também para os solos com teores de argila menores que 400 g kg<sup>-1</sup> do Estado do Paraná, o manejo da adubação com P e K diferencia-se de acordo com os teores dos nutrientes no solo (Tabelas 8 e 10). Em casos de disponibilidade muito baixa ou baixa, há a necessidade de correção da fertilidade, realizada de maneira total ou, especificamente para o fósforo, de forma gradual por intermédio de aplicações anuais no sulco de semeadura (Tabelas 9 e 10).

Quando os níveis de P e de K no solo forem classificados como Médio ou Bom, recomenda-se somente a utilização da adubação de manutenção, baseada na exportação de P e de K pela soja e na eficiência de utilização do fertilizante pela cultura. Assim, a adubação de manutenção corresponde a 20 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 20 kg de K<sub>2</sub>O, para cada tonelada de grãos. Portanto, considerando-se uma produtividade média de 3000 kg ha<sup>-1</sup>, devem ser aplicados 60 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e de K<sub>2</sub>O.

Tabela 8. Classes de interpretação da disponibilidade de fósforo para solos de Cerrados, de acordo com os teores de argila.

Teor de argila (g kg <sup>-1</sup> )	Teor de P (mg dm <sup>-3</sup> ) <sup>(1)</sup>			
	Muito baixo	Baixo <sup>(2)</sup>	Médio	Bom
> 600	≤ 1	1 a 2	2 a 3	> 3
400 a 600	≤ 3	3 a 6	6 a 8	> 8
200 a 400	≤ 5	5 a 10	10 a 14	> 14
≤ 200	≤ 6	6 a 12	12 a 18	> 18

<sup>(1)</sup> Fósforo extraído pelo método Mehlich 1.

<sup>(2)</sup> Ao atingir níveis de P extraído acima dos valores estabelecidos nesta classe, utilizar somente adubação de manutenção.

Fonte: Sousa & Lobato (1996).

Tabela 9. Indicação de adubação fosfatada corretiva e adubação fosfatada corretiva gradual para solos de Cerrados, de acordo com a classe de disponibilidade de P e os teores de argila.

Teor de argila (g kg <sup>-1</sup> )	Adubação fosfatada (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup> ) <sup>(1)</sup>			
	Corretiva total <sup>(2)</sup>		Corretiva gradual <sup>(3)</sup>	
	P muito baixo	P baixo	P muito baixo	P baixo
> 600	240	120	100	90
400 a 600	180	90	90	80
200 a 400	120	60	80	70
≤ 200	100	50	70	60

<sup>(1)</sup> Fósforo solúvel em citrato de amônio neutro mais água, para os fosfatos acidulados; solúvel em ácido cítrico 2% (relação 1:100); para termofosfatos, fosfatos naturais e escórias.

<sup>(2)</sup> Além da correção total, aplicada a lanço, usar adubação de manutenção no sulco de semeadura.

<sup>(3)</sup> No sulco de semeadura, em substituição à adubação de manutenção.

Fonte: Sousa & Lobato (1996).

Tabela 10. Indicação de adubação corretiva de potássio para solos de Cerrados com teores de argila maiores que 200 g kg<sup>-1</sup>, de acordo com a classe de disponibilidade de K.

Teor de K <sup>(1)</sup>		Adubação (kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O) <sup>(2)</sup>
mg dm <sup>-3</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	
≤ 25	≤ 0,06	100
25 a 50	0,06 a 0,13	50
> 50	> 0,13	0

<sup>(1)</sup> Potássio extraído pelo método Mehlich I.

<sup>(2)</sup> Aplicação parcelada de 1/3 n a semeadura da soja e 2/3 em cobertura 20 a 30 dias após a semeadura. Estando o nível de K acima do nível crítico (50 mg dm<sup>-3</sup> ou 0,13 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>), indica-se a adubação de manutenção de 20 kg de K<sub>2</sub>O para cada tonelada de grão a ser produzida.

Fonte: Sousa & Lobato (1996).

Os resultados de pesquisa com fontes de fósforo indicam que a recomendação deve ser calculada com base nos teores de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> solúveis em água + citrato neutro de amônio (fosfatos acidulados) ou ácido cítrico a 2% (termofosfatos e fosfatos naturais reativos), respectivamente.

A adubação com potássio pode ser realizada totalmente a lanço antes da semeadura. Quando a aplicação de KCl for realizada no sulco de semeadura, deve-se considerar a necessidade de parcelamento e cobertura, nos casos de recomendação de doses superiores a 50 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, para reduzir os riscos de efeito salino sobre a germinação das sementes, principalmente em condições de estresse hídrico. Esta alternativa também deve ser sempre utilizada em solos com textura média a arenosa (< 20% de argila) para reduzir as perdas do nutriente por lixiviação no perfil do solo. Nesses casos, deve-se aplicar 1/3 da quantidade total indicada na semeadura e 2/3 em cobertura, 30 dias após a semeadura.

No Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, as quantidades de fertilizantes contendo P e K a aplicar variam em função dos teores desses nutrientes no solo e da classe textural do solo (Tabelas 11 e 12).

Tabela 11. Interpretação dos teores de fósforo e de potássio no solo - RS/SC. 2007.

Interpretação do teor de P no solo	P Mehlich-I				P-resina em lâmina	K Mehlich-I			
	Classe textural do solo <sup>1</sup>					CTC pH 7,0 cmol. dm <sup>-3</sup>	5,1-15,0		>15,0
	>60%	41%-60%	21%-40%	<20%					
	mg P dm <sup>-3</sup>					mg dm <sup>-3</sup>			
Muito Baixo	72,0	73,0	74,0	77,0	75,0	715	720	730	
Baixo	2,1-4,0	3,1-6,0	4,1-8,0	7,1-14	5,1-10,0	16-30	21-40	31-60	
Médio	4,1-6,0	6,1-9,0	8,1-12,0	14,1-21,0	10,1-20,0	31-45	41-60	61-90	
Alto	6,1-12,0	9,1-18,0	12,1-24,0	21,1-42,0	20,1-40,0	46-90	61-120	91-180	
Muito Alto	>12,0	>18,0	>24,0	>42,0	>40,0	>90	>120	>180	

<sup>1</sup> Teor de argila: classe 1: >60%; classe 2: 60-41%; classe 3: 40-21%; classe 4: 20%.

Fonte: SBSC-NRS, 2004 e RPSRSul, 2006.

Tabela 12. Doses de fósforo e de potássio para a cultura de soja no RS/SC.

Interpretação	Doses de fósforo (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup> )		Doses de potássio (kg K <sub>2</sub> O ha <sup>-1</sup> )	
	1º cultivo	2º cultivo	1º cultivo	2º cultivo
Muito Baixo	110	70	125	85
Baixo	70	50	85	65
Médio <sup>2</sup>	60	30	75	45
Alto	30	30	45	45
Muito Alto	0	30	>24,0	745

Para rendimento superior a 2 t ha<sup>-1</sup>, acrescentar 15 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> t<sup>-1</sup> e 25 kg K<sub>2</sub>O t<sup>-1</sup> aos valores da tabela, por tonelada adicional de grãos a ser produzida.

Fonte: SBSC-NRS, 2004 e RPSRSul, 2006.

O enxofre (S), geralmente fornecido na forma do íon sulfato (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), é um nutriente que devido à sua mobilidade tende a se acumular na subsuperfície do solo. Assim, a avaliação da disponibilidade correta de enxofre no solo deve considerar a análise de solo em duas profundidades, 0 a 20 cm e 20 a 40 cm, classificando-se a sua disponibilidade de acordo com a textura do solo. Os níveis críticos de S são 10 mg dm<sup>-3</sup> e 35 mg dm<sup>-3</sup> para solos com teor de argila maior que 400g kg<sup>-1</sup> e 3 mg dm<sup>-3</sup> e 9 mg dm<sup>-3</sup> para solos com teor de argila menor ou igual a 400g kg<sup>-1</sup>, respectivamente nas profundidades 0 a 20 cm e 20 a 40 cm (Sfredo et al., 2003). Considerando a eficiência agrônômica da fonte de enxofre aplicada ao solo, a absorção e a exportação do nutriente, a adubação de manutenção corresponde a 10 kg de S para cada 1.000 kg de produção de grãos esperada (Tabela 13). A adubação adicional com enxofre deve estar fundamentada na carência desse elemento, comprovada por resultados de análises de solo e foliar.

Tabela 13. Indicação de adubação de correção e de manutenção com enxofre (S) para a soja no Brasil, de acordo com a classe de disponibilidade de S, em função da profundidade no perfil e dos teores de argila do solo. 2ª aproximação.

Classes de Disponibilidade		Teor de S no solo <sup>(1)</sup>				Quantidade de S a aplicar (kg ha <sup>-1</sup> )
		Solo argiloso		Solo arenoso		
		> 400 g kg <sup>-1</sup> de argila		≤ 400 g kg <sup>-1</sup> de argila		
		Profundidade (cm)		Profundidade (cm)		
0 a 20	20 a 40	0 a 20	20 a 40	0 a 20	20 a 40	
		mg dm <sup>-3</sup>				
Baixo	Baixo	< 5	< 20	< 2	< 6	80+M <sup>(2)</sup>
Baixo	Médio	< 5	20 a 35	< 2	6 a 9	60+M
Baixo	Alto	< 5	> 35	< 2	> 9	40+M
Médio	Baixo	5 a 10	< 20	2 a 3	< 6	60+M
Médio	Médio	5 a 10	20 a 35	2 a 3	6 a 9	40+M
Médio	Alto	5 a 10	> 35	2 a 3	> 9	M
Alto	Baixo	> 10	< 20	> 3	< 6	40+M
Alto	Médio	> 10	20 a 35	> 3	6 a 9	M
Alto	Alto	> 10	> 35	> 3	> 9	M

<sup>(1)</sup> Métodos: Extração-Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> 0,01 M L<sup>-1</sup>; Determinação-Turbidimetria.

<sup>(2)</sup> M=Manutenção: 10 kg para cada 1000 kg de produção de grãos esperada.

Fonte: Sfredo et al. (2003).

A soja apresenta reduzida resposta à adubação com micronutrientes. A disponibilidade dos micronutrientes para as plantas é mais precisamente identificada pela análise de solo (Tabelas 14 e 15) em conjunto com a diagnose foliar (Tabela 3). Nessas situações, o nutriente limitante deve ser aplicado de acordo com a disponibilidade no solo (Tabela 16), a lanço em pré-semeadura, obtendo-se efeito residual de até 5 anos. A correção também pode ser realizada através de formulações contendo micronutrientes, aplicadas no sulco de semeadura, utilizando-se por três safras consecutivas, 1/3 da dose recomendada para aplicação a lanço.

A deficiência de manganês, constatada através da diagnose visual nos estádios iniciais de desenvolvimento, pode ser corrigida pela aplicação foliar de 350 g ha<sup>-1</sup> de Mn (1,5 kg de MnSO<sub>4</sub>) diluído em água com 0,5% de uréia. Contudo, essa prática não é indicada para outros macronutrientes ou micronutrientes na cultura da soja.

Tabela 14. Limites para a interpretação dos teores de micronutrientes no solo, extraídos por dois métodos de análise, para culturas anuais, nos solos dos Cerrados.

Classe	Métodos							
	Água quente <sup>(1)</sup> B <sup>(1)</sup>	Mehlich I <sup>(1)</sup>			DTPA <sup>(2)</sup>			
		Cu	Mn <sup>(3)</sup>	Zn	Cu	Fe	Mn <sup>(3)</sup>	Zn
	mg dm <sup>-3</sup>							
Baixo	< 0,3	< 0,5	< 5	< 1,1	< 0,3	< 5,0	< 1,0	< 0,6
Médio	0,3 a 0,5	0,5 a 0,8	5 a 10	1,1 a 1,6	0,3 a 0,8	5,0 a 12,0	1 a 2	0,6 a 1,2
Alto	0,5 a 2,0	0,8 a 10	10 a 30	1,6 a 10	0,8 a 7,0	12 a 30	2 a 10	1,2 a 10
Muito alto	> 2	> 10	> 30	> 10	> 7	> 30	> 10	> 10

<sup>(1)</sup> Adaptado de Galvão (2002).

<sup>(2)</sup> Adaptado de Raij et al. (1997).

<sup>(3)</sup> Sfredo et al. (2008).

Tabela 15. Limites para a interpretação dos teores de micronutrientes no solo, extraídos por dois métodos de análise, para culturas anuais, nos solos do Paraná.

Classe	Métodos							
	Água quente <sup>(1)</sup> B <sup>(1)</sup>	Mehlich I <sup>(1)</sup>			DTPA <sup>(2)</sup>			
		Cu <sup>(2)</sup>	Mn <sup>(3)</sup>	Zn <sup>(4)</sup>	Cu <sup>(2)</sup>	Fe <sup>(5)</sup>	Mn <sup>(3)</sup>	Zn <sup>(4)</sup>
	mg dm <sup>-3</sup>							
Baixo	< 0,3	< 0,8	< 15	< 0,8	< 0,5	< 5,0	< 1,2	< 0,5
Médio	0,3 a 0,5	0,8 a 1,7	15 a 30	0,8 a 1,5	0,5 a 1,1	5,0 a 12,0	1,2 a 5,0	0,5 a 1,1
Alto	> 0,5	1,7 a 10	30 a 100	1,5 a 10	1,1 a 7,0	> 12,0	5 a 20	1,1 a 10
Muito alto	-	> 10	> 100	> 10	> 7	-	> 20	> 10

<sup>(1)</sup> Adaptado de Galvão (2002).

<sup>(2)</sup> Borkert et al. (2006a).

<sup>(3)</sup> Sfredo et al. (2006).

<sup>(4)</sup> Borkert et al. (2006b).

<sup>(5)</sup> Adaptado de Raij et al. (1997).

Tabela 16. Indicação da aplicação de doses de micronutrientes no solo, para a cultura da soja.

Classe	B	Cu	Mn	Zn
	kg ha <sup>-1</sup>			
Baixo	1,5	2,5	6,0	6,0
Médio	1,0	1,5	4,0	5,0
Alto	0,5	0,5	2,0	4,0
Muito Alto	0,0	0,0	0,0	0,0

Fonte: Sfredo (2007)<sup>1</sup>, modificado de Embrapa Soja (1999).

## Referências

BORKERT, C.M.; KLEPKER, D.; OLIVEIRA, F.A. de; SFREDO, G.J.; CASTRO, C. de. Estimativa do nível crítico de zinco trocável em solos do Paraná. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 27., 2006, Bonito. Fertbio 2006: **Anais...** Bonito: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006b. 1 CD-ROM.

BORKERT, C.M.; SFREDO, G.J.; OLIVEIRA JR, A. de; OLIVEIRA, F.A. de; CASTRO, C. de. Estimativa do nível crítico de cobre para a soja, em solos do Paraná. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 28., 2006, Uberaba. **Resumos...** Londrina, PR: Embrapa Soja: Fundação Meridional: Fundação Triângulo, 2006a. p. 426-427 (Embrapa Soja. Documentos, 272).

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.84-109 (Embrapa Soja. Sistemas de Produção, 12). Embrapa Soja. **DRIS**. Diagnóstico nutricional para a soja. Disponível em < <http://www.cnpso.embrapa.br/drisk/> >. Acesso em: 20 ago. 2007.

EMBRAPA SOJA. **Recomendações técnicas para a cultura da soja na Região Central do Brasil 1999-2000**. Londrina; Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 1999. 226 p. (Embrapa Soja. Documentos, 132; Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 5).

GALRÃO, E. Z. Micronutrientes. In: SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2002. p. 185-226.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. de C. **Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2001. 48 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 35; Embrapa Cerrados. Circular Técnica, 13).

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638p.

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

MASCARENHAS, H.A.A.; TANAKA, R.T. Soja. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, A.J.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: IAC, 1997. p.202 - 203. (Boletim Técnico, 100).

PAVAN, M.A.; VOLKWEISS, S.J. Efeitos do gesso nas relações solo-planta: princípios. In: SEMINÁRIO SOBRE O USO DO FOSFOGESSO NA AGRICULTURA, 1., 1985, Brasília, DF, **Anais**. Brasília: EMBRAPA-DDT, 1986. p.107-11

RAIJ, B. van; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H.; ABREU, C.A.de. Interpretação de resultados de análise de solo. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, A.J.; FURLANI, A.M.C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: IAC, 1997. p.8 - 13. (Boletim Técnico, 100).

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 em Santa Catarina 2006/2007**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006. 240 p.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V.; V. H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**: 5.aprox. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359 p.

SFREDO, G.J.; BORKERT, C.M.; KLEPKER, D. O cobre (Cu) na cultura da soja: diagnose Foliar. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 23., 2001. Londrina. **Resumos...** Londrina: Embrapa Soja, p.95, 2001. (Embrapa Soja. Documentos, 157).



SFREDO, G.J.; BORKERT, C.M.; LANTMANN, A.F.; OLIVEIRA, M.C.N. DE; COELHO, S.M.R.; WOBETO, C.; ALMEIDA, J. Determinação da relação ótima entre Ca, Mg e K para a cultura da soja. IN: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja (Londrina, PR). **Resultados de pesquisa de soja 1989/90**. Londrina, 1993. p.109-115. (EMBRAPA-CNPSo. Documentos, 58).

SFREDO, G.J.; BORKERT, C.M.; OLIVEIRA JR, A. de; OLIVEIRA, F.A. de; CASTRO, C. de. Estimativa do nível crítico de manganês trocável, em solos do Paraná. 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. 432-433 (Embrapa Soja. Documentos, 272).

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.; KLEPKER, D.; ORTIZ, F.R.; OLIVEIRA NETO, W. Níveis críticos de enxofre no solo para a soja, no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA

DO SOLO, 29. , 2003, Ribeirão Preto. **Resumos expandidos**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/UNESP, 2003. 1 CD-ROM.

SFREDO, G.J.; OLIVEIRA JR, A. de; SIBALDELLI, R.N.R, MORAIS, J.Z. Níveis críticos de manganês, em três solos de cerrado. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 30., 2008, Rio Verde, GO. **Resumos...** Londrina: Embrapa Soja, 2008. p. 299-301 (Embrapa Soja. Documentos, 304).

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. **Correção do solo e adubação da cultura da soja**. Planaltina, EMBRAPA-CPAC, 1996-1. 30p. (EMBRAPA-CPAC. Circular Técnica, 33).

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.

Patrocínio:



#### Circular Técnica, 62

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:** Odilon Ferreira Saraiva  
**Normalização bibliográfica:** Ademir Benedito Alves de Lima  
**Editoração eletrônica:** Danilo Estevão

#### Expediente