



CORREÇÃO DO SOLO E ADUBAÇÃO DA SOJA NOS CERRADOS

Prof. Gaspar H. Korndörfer
Adubos & Adubação

1 - Introdução

A soja dado sua rusticidade e aspectos econômicos favoráveis, estabeleceu-se no cerrado nos anos 70. Hoje, as relações econômicas são mais críticas e para obtenção de produtividades mais elevadas torna-se necessário bons programas de correção e adubação.

2 - Objetivo

Conhecer as exigências minerais da soja, interpretar as análises de solos e tecido vegetal, utilizar os critérios adequados para a recomendação de calcário, gesso e fertilizantes.

3 - Acidez do Solo

Os cerrados, em geral, apresentam saturação por Al acima de 10% em 84% da área agrícola (bem drenada e com declive menor que 8%) (COCHRANE & AZEVEDO, 1988). São solos pobres em Ca e Mg. O excesso de Al e os baixos teores de Ca e Mg ocorrem também em profundidade, prejudicando a produção, quando acontece em veranicos. A correção da acidez superficial é feita com calcário e a sub-superficial, feita com gesso. A calagem deve ser feita para elevar o pH em torno de 5,5 a 6,0, permitindo obter uma produtividade em de 3 ton/ha. Nessa faixa de pH (5,5 a 6,0) a soja terá bom desenvolvimento do sistema radicular, boas condições de assimilação de nutrientes, como, P, K, S, N e Mo. Deve-se preocupar com a elevação do pH acima desta faixa, pois pode ocorrer redução na disponibilidade de Zn^{2+} , Mn^{2+} , Cu^{2+} , B e Fe^{2+} . O ideal é manter o pH entre 5,5 a 6,0 que corresponde ao V entre 35 e 50%.

4 - Métodos de Calagem

A quantidade de calcário a ser utilizada numa determinada área depende do tipo de solo e do sistema de produção. Na região de cerrado, recomenda-se dois métodos basicamente:

- A) Neutralização de Al e suprimento de Ca e Mg;
- B) Saturação de bases do solo.

A) O método do Al, Ca e Mg trocáveis depende do teor de argila:

Fórmulas:

Se o teor de Argila > 20% e Ca^{++} e Mg^{2+} < 2meq/100g usar:

$$2 \times Al + 2 - (Ca^{2+} + Mg^{2+}) \times 100/PRNT$$

Se o teor de Argila > 20% e $Ca^{++} + Mg^{2+}$ > 2 meq/100g usar:

$$2 \times Al \times 100/PRNT$$

Para os solos arenosos usar:

$$2 \times Al \times 100/PRNT \quad \text{ou} \quad 2 - (Ca + Mg)$$

UTILIZAR O MAIOR VALOR

Ressaltar que os solos arenosos tem uso agrícola limitado, dado a baixa CTC, baixa retenção de água e nutrientes e maior susceptibilidade à erosão. O método de estimar a necessidade de calagem com base nos teores de Al, Ca e Mg trocáveis, eleva o V para próximo de 49%. Mas em algumas situações, este critério tende a recomendar mais calcário para solos arenosos com CTC baixa (< 4 meq/100cm³) e menos que o necessário para solos com CTC alta (>12 meq/100cm³). Entretanto essa limitação é minimizada porque a maioria dos solos de cerrado apresentam CTC entre 4 e 12meq/100cm³.

B) O método que se baseia na Saturação por Base do solo deve elevar o V para 50% e pode ser calculado utilizando a fórmula:

$$N.C. \text{ (ton/ha)} = [(T \times 0.5) - S] \times 100/PRNT$$

onde $S = Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^+$
 $T = S + H^+ + Al^{3+}$.

meq K = ppm/390

Dados experimentais mostram que a produtividade da **soja** aumenta com o V até 40%, estabilizando entre 40 e 60%, apresentando decréscimo com V acima de 60%. Com o V maior que 60% o pH do solo será maior do que 6,3 e nessa situação poderá induzir a deficiência de Zn, Cu e Mn.

Escolha do Calcário

Devido a deficiência de Mg no solo de cerrado recomenda-se utilizar calcário dolomítico ou magnésiano, com mais 5,1% de MgO. Na ausência destes, pode-se utilizar 300 a 500 kg/ha de calcário dolomítico aplicado no sulco de plantio para suprir a deficiência de Mg.

A soja utiliza cerca de 30 kg de Mg para produzir 3 toneladas de grãos.

De um modo geral, a relação entre os teores de Ca e Mg no solo, em meq/100cm³, deve situar-se no intervalo de 1:1 até um máximo de 10:1.

É importante lembrar que na escolha do calcário a ser utilizado deve-se considerar o seu preço corrigido para 100% de PRNT, posto na propriedade, ou seja, incluindo o valor do transporte (CT). Assim, na compra de calcário, o seu preço efetivo deve ser calculado usando-se a seguinte fórmula:

$$\text{preço efetivo (posto na fazenda)} = \frac{\text{Valor do calcário no moinho} \times 100}{\text{PRNT}} + \text{CT}$$

Do ponto de vista econômico a calagem deve ser considerada como investimento, assim deve-se considerar períodos de amortização ao redor de 5 a 6 anos. Deve-se ter em mente que o uso de doses abaixo do adequado tem o efeito direto na queda da produtividade.

5 - Época adequada para incorporação do calcário

Para que o calcário produza efeitos desejáveis, é necessário haver umidade suficiente no solo para sua reação. Na região dos cerrados existe uma estação seca de maio a setembro. E no final do período chuvoso, anterior ao plantio, ou início da estação chuvosa (pouco antes do plantio).

Método de aplicação:

- À lanço = incorporar
- Doses elevadas = vantagem no parcelamento
- Aplicar metade da dose imediatamente após o desmatamento e incorporar com grade pesada. Depois aplica a 2ª metade da dose e incorpora com arado de discos.

E se necessário, utilizar calcário em áreas já cultivadas, fazer a incorporação com arado de discos.

6 - Correção da acidez sub-superficial

Os solos de cerrado apresentam maior acidez nas partes mais profundas do solo. Assim, abaixo de 35-40 cm, pode ocorrer excesso de Al³⁺, baixo Ca²⁺ e Mg²⁺, aliado a baixa capacidade de retenção de água, isto pode comprometer o desenvolvimento normal das plantas, consequentemente a produtividade.

Forma de Correção:

- aplicação de gesso;
- aplicar > doses de calcário e esperar para correção com prazo de 4 a 8 dias

O uso do gesso tem dois aspectos:

1. Para suprir Ca e S (15% S) - aplicar de 100 a 200kg/ha por cultivo.
2. Para reduzir o Al tóxico - usar análise de solo de 30-50cm ou de 20-40cm e 40-60cm e quando esta tiver > 20% de saturação de Al e/ou quando a saturação de Ca for < 60% (cálculo feito com base na capacidade de troca efetiva de cátions). A dose de gesso

agrícola (15% de S) a aplicar é de 700, 1200, 2200 e 3200 kg/ha para textura arenosa, média, argilosa e muito argilosa. O efeito residual destas dosagens são de no mínimo 5 anos.

Exigências minerais e adubação para cultura da soja

TABELA 1. Quantidade de nutrientes absorvidos pela cultura da soja

Parte	kg	kg ha ⁻¹								g ha ⁻¹						
		N	P ₂ O ₅	S	K ₂ O	Ca	Mg	B	Cl	Mo	Cu	Fe	Mn	Zn	Co	Al
Grãos	1000	51	10	5.4	20	3.0	2.0	20	237	5	10	70	30	40	-	15
Restos	1000	32	5.4	10	18	9.2	4.7	-	23	2	-	-	-	-	-	172

Fonte: Borkert (1986), Cordeiro (1977), Bataglia e Mascarenhas (1977).

Os elementos mais absorvidos pela soja são: N > K > Ca²⁺ > Mg²⁺ > P > S.

7 - Adubação

Adubação Fosfatada



O fósforo é um dos elementos importantes para aumentar a produtividade da soja. No cerrado o P é baixo. Para aumentar a eficiência da adubação fosfatada deve-se fazer calagem anterior.

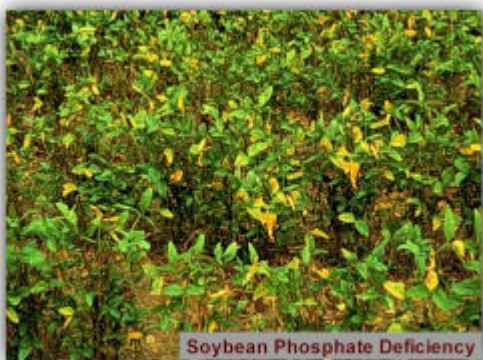
O método de recomendação do P é através da análise do solo. O melhor extrator de P é o Mehlich.

TABELA 2. Interpretação da análise de solo para recomendação de adubação fosfatada (fósforo extraído pelo método Mehlich I).

Teor de argila	Teor de P (mg dm ⁻³)			
	Muito Baixo	Baixo	Médio	Bom
61 a 80	0 a 1,0	1,1 a 2,0	2,1 a 3,0	> 3,0
41 a 60	0 a 3,0	3,1 a 6,0	6,1 a 8,0	> 8,0
21 a 40	0 a 5,0	5,1 a 10,0	10,1 a 14,0	> 14,0
< 20	0 a 6,0	6,1 a 12,0	12,1 a 18,0	> 18,0

¹ Ao atingir níveis de fósforo extrível acima dos valores estabelecidos nesta classe, utilizar somente adubação de manutenção.

Fonte: SOUSA et al. (1987)



Adubação Corretiva

É feita à lanço e incorporada. Pode ocorrer de duas maneiras:

- 1 - Correção do solo de uma só vez, com manutenção do nível de fertilidade atingido.
- 2 - Correção gradativa através de aplicações anuais no sulco de plantio.

OBSERVAÇÃO: Doses inferiores a 100kg de P_2O_5 /ha devem ser aplicadas no sulco de plantio, à semelhança da adubação corretiva gradual.

TABELA 3. Recomendação de adubação fosfatada corretiva, a lanço, de acordo com a classe de disponibilidade de fósforo e o teor de argila

Teor de argila %	Adubação fosfatada corretiva total (kg de P_2O_5 /ha)	
	P muito baixo	P baixo
61 a 80	240	120
41 a 60	180	90
21 a 40	120	60
< 20	100	50

¹ Fósforo solúvel em citrato de amônio neutro mais água, para os fosfatos acidulados; solúvel em ácido cítrico 2% (relação 1:100), para termofosfatos e escórias.
Fonte: SOUSA et al. (1987).

TABELA 4. Recomendação de adubação fosfatada corretiva gradual no sulco de plantio, num período máximo de seis anos, de acordo com a classe de disponibilidade de fósforo e o teor de argila.

Teor de argila %	Adubação fosfatada corretiva gradual (kg de P_2O_5 /ha)	
	P muito baixo	P baixo
61 a 80	100	90
41 a 60	90	80
21 a 40	80	70
< 20	70	60

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

OBSERVAÇÃO: Fazer a corretiva gradual quando não se tem possibilidade de fazer corretiva à lanço, à semelhança da adubação de manutenção.

Adubação de Manutenção

Recomendada quando o teor do P no solo está médio ou bom.

Usar:

60kg de P_2O_5 /ha para a produção de 3000kg/ha ou

80kg de P_2O_5 /ha para a produção de 4000kg/ha.

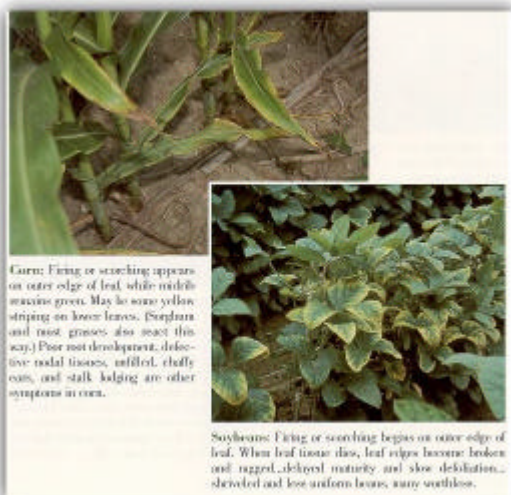
Lembretes:

- A Adubação Corretiva deve ser feita quando for usar a área com culturas anuais, como milho, soja, feijão, trigo, por pelo menos 5 anos:
- O efeito residual mínimo do P é 5 anos.

Adubação Potássica

O solo de cerrado apresenta baixa CTC e alto grau de intemperização, tendo baixo K.

Aumentando o K de 24 mg dm^{-3} para 45 mg dm^{-3} (aplicando $100 \text{ kg de } K_2O/\text{ha}$) terá um aumento de 840 kg de grãos de soja/ha. Para cada kg de



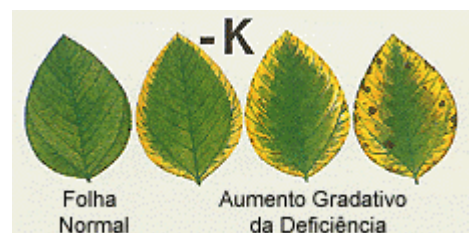
K_2O aplicado a soja produz 8.4 kg de grãos a mais do que o solo sem adubação. Dando um lucro, após o pagamento do adubo de 11 sacos de soja por hectare

O nível de suficiência do K é de 30 mg dm^{-3} para solos arenosos e de 50 mg dm^{-3} para solos argilosos.

A recomendação para a adubação corretiva com potássio, feita de acordo com a análise de solo é apresentada na tabela 6.

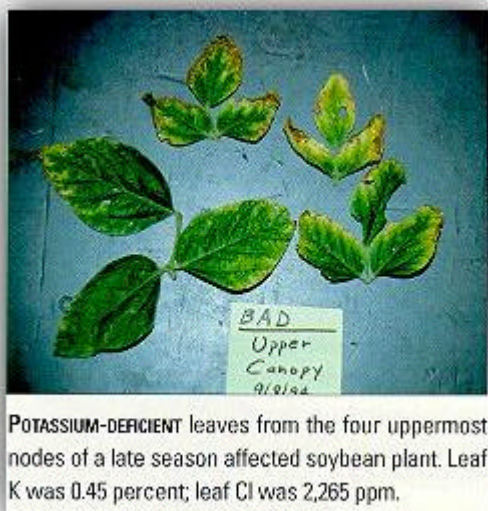
A adubação corretiva total deve ser feita à lanço, em solos com teor de argila maior do que 20%. Em solos mais arenosos (menos do que 20% de argila), pode-se fazer adubação

corretiva total de potássio tomando-se metade da dose recomendada para solos com teor de argila de 20% para cada classe de disponibilidade de potássio na análise. É importante lembrar que nestes solos podem ocorrer acentuadas perdas por lixiviação, pois a capacidade de troca de cátions (CTC) destes solos é, em geral, $< 4 \text{ meq}/100 \text{ cm}^3$ de solo.



OBSERVAÇÃO: Em solos de textura arenosa (menor do que 20% de argila), não se deve fazer adubação corretiva de potássio, devido às acentuadas perdas por lixiviação.

Quando o teor de K no solo for considerado bom recomenda-se adubação de manutenção, que é baseada na expectativa de produção da cultura. Assim, se a expectativa for de 3ton de grãos por hectare, deve-se aplicar 60kg de K₂O por hectare, pois a soja retira grande quantidade de K nos grãos (aproximadamente 20kg de K₂O por tonelada de grãos).



Então para solos com teor de argila < 20%, a alternativa mais recomendada seria a adubação corretiva gradual à lanço ou parcelada. O parcelamento da adubação potássica em soja deve ser realizado da seguinte forma: 50% da dose no sulco de plantio e os 50% restantes em cobertura, mais ou menos 30 dias após a emergência.

Trabalho desenvolvido em um solo arenoso mostrou uma grande diferença na eficiência da adubação potássica em função da forma de aplicação vista na tabela 7. Para dose de 60kg de K₂O/ha o acréscimo no rendimento de grãos foi de 366kg/ha quando aplicada no sulco de plantio. Entretanto, a mesma dose aplicada a lanço promoveu um aumento de 629kg/ha, e quando o K foi aplicado metade no sulco e metade em

cobertura o aumento foi de 727 kg/ha.

TABELA 5. Adubação corretiva de K para solos de Cerrados com teor de argila > 20%, de acordo com dados de análise de solo.

Teores de K extraível (mg dm ⁻³)	Adubação recomendada (kg K ₂ O/ha)
0 - 25	100
26 - 50	50
> 50	0*

* Estando o nível de K extraível acima do valor crítico (50 mg dm⁻³), recomenda-se a adubação de manutenção de 20 kg de K₂O para cada tonelada de grão a ser produzida.

Fonte: EMBRAPA - CPAC

TABELA 6. Interpretação e recomendação de adubação corretiva total de potássio a lanço e adubação corretiva gradual de potássio no sulco de plantio, de acordo com a disponibilidade de K em solos dos cerrados.

Teor de K	Interpretação	Corretiva Total	Corretiva Gradual
		----- kg K ₂ O/ha -----	
----- Teor de argila < 20% -----			
< 15	Baixo	-	70 ²
16 a 30	Médio	-	60
> 30	Alto	-	0
----- Teor de argila > 20% -----			
< 25	Baixo	100	70
26 a 50	Médio	50	60
> 50 ¹	Alto	0	0

¹Após atingir o nível do K extraível acima desse valor, recomenda-se uma adubação de manutenção de 20kg de K₂O para cada tonelada de grãos de soja que se espera produzir.

² Recomenda-se parcelar a aplicação.

Fonte: SOUSA (1989).

TABELA 7. Produção de grãos de soja para diferentes modos de adubação potássica, em um solo arenoso da região de Barreiras - BA.

Dose de Potássio K ₂ O kg ha ⁻¹	Modo de aplicação	Produção de grãos kg ha ⁻¹
0	---	2.252
60	Sulco de plantio	2.618
60	Lanço antes do plantio	2.881
60	Sulco (1/2 plantio + 1/2 cobertura) ¹	2.979

¹ Cobertura realizada 30 dias após a emergência.

Fonte: OLIVEIRA (1985).

ADUBAÇÃO COM MICRONUTRIENTES

Para a prevenção da deficiência em micronutrientes, em solos de Cerrados, recomenda-se a aplicação destes elementos nas seguintes dosagens:

Zn - 4 a 6 kg/ha
 B - 0.5 a 1,0 kg/ha
 Cu - 0.5 a 2,0 kg/ha
 Mn - 2.5 a 6,0 kg/ha
 Mo - 50 a 250 g/ha
 Co - 50 a 250 g/ha

As fontes podem ser solúveis ou insolúveis em água, desde que o produto satisfaça a dose indicada. Para reaplicação de qualquer um destes micronutrientes recomenda-se utilizar a análise foliar como instrumento indicador. A análise foliar poderá ser feita uma vez a cada

dois anos. O efeito residual das dosagens indicadas atingem, pelo menos, um período de cinco anos.

Zinco

Embora os micronutrientes sejam requeridos em pequenas quantidades, as respostas aos mesmos são elevadas. Assim, como pode ser observado na Tabela 8, a adição de apenas 9kg de zinco/hectare (45kg de sulfato de zinco/hectare), aplicados a lanço 3 anos antes do plantio da soja, proporcionaram um incremento de 1.513kg de grãos/ha (RITCHEY et al., 1986).

Dados de um experimento conduzido em um Latossolo Vermelho-Amarelo, com 21% de argila, fase cerrado, mostraram resposta da soja ao zinco tanto no 1º como no 2º cultivo. Para o boro e o cobre só foi observada resposta no 2º cultivo, com incrementos de produção de 141 e 578kg/ha com a aplicação a lanço no 1º ano de 1 e 2kg/ha de boro e cobre, respectivamente (GALRÃO, 1989). Neste trabalho foram também observados incrementos de produção de 200 a 300kg/ha com a aplicação isolada de molibdênio, manganês e cobalto.

A utilização da análise de solo para recomendação de adubação com micronutrientes ainda é limitada. Para o método de Mehlich I a literatura cita os níveis críticos para zinco, cobre e manganês de 1.0, 0.5 e 5.0ppm, respectivamente, sendo este último a pH 6.0. Para o boro extraído em água quente o teor de 0.5ppm é considerado como nível de suficiência. Devido ao problema de amostragem de solo, bem como de poucos laboratórios realizarem a análise de micronutrientes, a aplicação dos mesmos pode ser feita em função do histórico da área.

TABELA 8. Produção de grãos de soja (var. IAC-2) em função de doses de zinco aplicadas a lanço, três anos antes do plantio da soja, em um Latossolo Vermelho-Escuro argiloso de cerrado.

Dose de zinco	Produção de grãos de soja
0	1.083
1	1.569
3	2.126
9	2.596
27	2.813

Fonte: RITCHEY et al. (1986).

A análise foliar pode ser também de grande valia na previsão ou constatação de deficiência de micronutrientes. Para a análise devem ser amostradas 30 a 50 folhas trifoliadas completamente desenvolvidas da parte superior de cada planta (3ª folha a partir do ápice), no início do florescimento. Os intervalos de suficiência encontrados na literatura para zinco, cobre, manganês, boro, molibdênio e ferro são: 20-50, 10-30, 20-100, 20-55, 1-5, 50-350ppm, respectivamente.

A recomendação de micronutrientes para a cultura da soja é de se aplicar a lanço, pelo menos, 4kg de zinco/ha (20kg de sulfato de zinco ou 6kg de óxido de zinco). A utilização de fritas, em dosagens que forneçam 4kg de zinco/ha aplicados a lanço, também constitui uma opção de adubação com micronutrientes, pois além do zinco se estaria aplicando também cobre, manganês, boro e outros micronutrientes. A dose de sulfato de zinco e de fritas apresentam um efeito residual de cerca de 4 anos e custariam, aproximadamente, dois sacos de soja por hectare. A aplicação desses insumos propicia aumentos na produtividade da soja

superiores a dois sacos, além de um efeito residual de 4 anos, o que torna a aplicação dos mesmos altamente vantajosa.

A aplicação de micronutrientes no sulco de plantio tem sido bastante utilizada pelos produtores. Neste caso, aplica-se 1/4 da recomendação a lanço por um período de 4 anos sucessivos. A necessidade de complementação da adubação com micronutrientes pode ser determinada pela análise foliar.

A utilização de micronutrientes incorporados ao fertilizante NPK tem sido uma prática corriqueira na região do cerrado. A utilização destas fórmulas tem como vantagem a facilidade e a uniformidade de aplicação, com redução no número de operações, pois os macro e micronutrientes são aplicados juntos. Em média, gasta-se um saco de soja por hectare para cobrir os custos com micronutrientes na fórmula.

No caso do Mo e Co, recomenda-se ainda, o tratamento das sementes com as doses de 12 a 25g/ha de Mo e 1 a 5g/ha de Co, conforme especificação no rótulo dos produtos comerciais, devendo esses produtos apresentar alta solubilidade.

ADUBAÇÃO FOLIAR COM MACRO E MICRONUTRIENTES

No caso da deficiência de manganês constatada através de exame visual recomenda-se a aplicação de 350g/ha de Mn diluído em 200 litros de água com 0.5% de uréia.

Manganês

Para a cultura da soja o micronutriente mais afetado pelo alto pH do solo é o manganês (Mn). De maneira geral, o seu teor médio no solo de cerrado é 7ppm (Mehlich I), que é suficiente para nutrir a soja caso o pH do solo em água não seja superior a 6. Entretanto, o excesso de calcário eleva em demasia o pH e com isso reduz a disponibilidade do Mn para a soja.



A deficiência de Mn diminui a eficiência do uso de água, reduz a produção de grãos de soja, o número de nós férteis, o crescimento radicular e ocasiona mudanças na qualidade do fruto (óleo e proteína). A identificação deste problema pode ser feita através de:

1 - Sintomas visuais

Os sintomas visuais de deficiência de Mn são: clorose intervenal nas folhas mais novas (nervuras permanecem verdes), aparecimento de áreas pardas ou mortas (deficiência severa), folhas totalmente amarelas.

2 - Análise do solo

A retirada de amostras de solo para análise deve ser feita de forma estratificada (0-10, 10-20 e 20-40cm de profundidade), para identificar se a incorporação do corretivo foi feita de maneira inadequada. De maneira geral, com pH (água) de 6.0 nível de suficiência de Mn é de 5 ppm (Mehlich I), enquanto que o pH (água) de 6.5 o teor necessário deste micronutriente passa a ser em torno de 7ppm.

3 - Análise foliar

A análise foliar é um dos instrumentos mais importantes para um diagnóstico definitivo do problema. Para isto é necessário amostrar de 30 a 50 folhas trifoliadas, completamente desenvolvidas, da parte superior de cada planta (3ª folha a partir do ápice), no início do florescimento. O intervalo de suficiência de Mn é de 20 a 100ppm.

Várias são as formas para superar essa limitação. Algumas delas são descritas a seguir:

Se a deficiência de Mn estiver sendo induzida pela alta saturação por bases na camada de 0-10cm do solo, a solução pode ser a distribuição do corretivo até os 20cm do solo através da aração ou implemento adequado para esta incorporação.

Caso a elevação da saturação por bases estiver ocorrendo na camada de 0-20cm pode-se optar pelas seguintes soluções:

Utilização de plantas menos sensíveis à deficiência de Mn.

As espécies possuem diferentes graus de suscetibilidade à deficiência de Mn. Assim consideram-se espécies de alta suscetibilidade: a soja, ervilha, feijão, sorgo, trigo e aveia, de média: o arroz e a cevada, e de baixa: o milho, centeio e algodão. Na área problema sugere-se utilizar culturas de baixa suscetibilidade que, de preferência necessitem de adubação nitrogenada, (uréia, sulfato de amônio) a exemplo do milho. Após esse período, quando a área não apresentar mais problemas de deficiência de Mn, poderá ser utilizada novamente com culturas que exigem mais esse nutriente. Há, ainda, a possibilidade de se utilizar cultivares de soja menos exigentes em Mn.

Aplicação do Mn via foliar

Em geral, são necessários de 90 a 130 gramas de Mn para se produzir 1 tonelada de grãos de soja. A aplicação foliar deve ser feita na dosagem de 400 gramas por hectare, parcelados em duas ou três aplicações, antes da floração. O sal de Mn deve ser diluído em 200 litros de água com 0.5% de uréia. Como fonte desse nutriente pode-se utilizar o sulfato de manganês.

Aplicação do Mn no solo

Esta forma de correção deve ser a preferida, desde que o pH (água) seja igual ou inferior a 6. A dose recomendada é de 2.5 a 6 quilogramas de Mn por hectare. As fontes de Mn recomendadas são: sulfato, óxido, carbonato, cloreto, quelato e fritas (FTE). Caso o pH do solo esteja muito elevado as doses de Mn a serem aplicadas serão bastante superiores as indicadas, o que torna o processo antieconômico.

TABELA 9. SOJA - SINTOMAS DE DEFICIÊNCIAS

Elemento	Descrição	Causa
Nitrogênio	Redução no tamanho das folhas e no diâmetro do caule; amarelecimento das folhas, inicialmente das mais velhas, mais intenso no florescimento.	Deficiência
Fósforo	Folhas mais velhas com cor verde mais escura; em seguida clorose, da ponta para a base.	Deficiência
Potássio	Clorose internerval das folhas mais velhas; em seguida, amarelecimento acentuado e secamento das pontas e margens dos folíolos, com encurvamento do limbo.	Deficiência
Ca	Folhas novas menores e cloróticas com colapso do pecíolo, levando à queda das mesmas; gemas terminais secam; lesões necróticas nas folhas; raízes mal desenvolvidas.	Deficiência
Mg	Clorose marginal das folhas mais velhas, avançando para o centro; secamento posterior das margens.	Deficiência
Enxofre	Clorose uniforme dos folíolos mais novos; diminuição no tamanho dos mesmos.	Deficiência
Boro	Clorose internerval das folhas mais novas com pontas encurvadas para baixo e limbo enrugado; morte da gema terminal; raízes mal desenvolvidas.	Deficiência
Ferro	Clorose internerval intensa dos folíolos mais novos.	Deficiência
Manganês	Clorose intervenal das folhas mais novas; nervuras e estreita faixa de tecido ao longo das mesmas permanecem verdes por algum tempo (diferença com falta de ferro). Folhas velhas medianas encarquilhadas com pontuações pardas que coalescem; pode haver inicialmente clorose internerval semelhante à provocada pela deficiência de Mg.	Excesso
Molibdênio	Sintomas iniciais semelhantes aos causados pela falta de N; em seguida, encurvamento do limbo e aparecimento de áreas necróticas internervais.	Deficiência
Zinco	Caule rígido e ereto com internódios curtos; cor castanho amarelada dos folíolos.	Deficiência

MATÉRIA ORGÂNICA

A matéria orgânica em solos dos Cerrados é um componente de importância vital, pois é através de sua reciclagem que se mantém a vida desses solos. A matéria orgânica é um dos componentes do solo responsável pelo armazenamento de água e pela retenção de cátions. Através de sua mineralização, fornece nitrogênio, enxofre, boro e outros nutrientes às culturas.

Em amostras de solos de 51 propriedades agrícolas nos Cerrados do Médio Araguaia (MT) foi observado que, em média, 88% da capacidade de troca de cátions (CTC) desses solos vem da matéria orgânica (SOUSA, 1988). Isso significa que a retenção do Ca, Mg e potássio desses solos é feita basicamente por cargas negativas da matéria orgânica.

Considerando-se o teor de 1.5% de matéria orgânica no solo como um limite mínimo para a prática de uma agricultura de grãos, 37% das 51 propriedades do Médio Araguaia estariam abaixo desse valor, apresentando uma CTC média de 6.4 me/100cm³, e teor médio de matéria orgânica de 1.16%. Com teores acima de 1.5% de matéria orgânica, foram observadas 32 propriedades que, em média, apresentaram uma CTC de 8.91me/100cm³ e 2.23% de matéria orgânica (1.5 a 2.5%) apresentaram uma CTC média 40% superior aos solos com menor teor de matéria orgânica.

Na região dos Cerrados em geral, está se praticando a monocultura de soja. Isto, a médio prazo, poderá reduzir o teor de matéria orgânica dos solos, sendo o problema mais sério em terras com teor de matéria orgânica inferior a 1.5%. Para minimizar a redução do teor de matéria orgânica, bem como a ocorrência de doenças do solo provocadas pela monocultura, sugere-se a rotação de culturas com a introdução de gramíneas no sistema de produção, como exemplo o milho, o qual aproveitaria o nitrogênio incorporado ao solo pela soja e forneceria uma palhada cuja relação C/N não favoreceria uma decomposição dos restos orgânicos no solo tão rápido quanto a soja.

TABELA 10. Efeito da calagem sobre a eficiência da adubação fosfatada em soja cultivada em alguns solos de cerrado do Triângulo Mineiro.

P ₂ O ₅ a lanço	Calagem	
	Sem	Com
0	147	818
100	914	1977
200	1180	2092
300	1606	2468

Fonte: SANTOS et al., 1978 (adaptado).

INOCULAÇÃO

A soja obtém a maior parte do nitrogênio que necessita através de sua associação simbiótica com a bactéria *Bradyrhizobium japonicum*. A adubação nitrogenada é desnecessária e, muitas vezes, prejudicial à fixação simbiótica do nitrogênio. Mesmo em solos com grandes quantidades de restos vegetais, não há efeito de aplicação de nitrogênio, no sulco de semeadura, sobre a produção de grãos.

Para que a fixação simbiótica seja eficiente deve-se inocular as sementes todos os anos, de forma que a nodulação ocorra com as estirpes presentes no inoculante e não com

aquelas estabelecidas no solo, que podem ser de baixa eficiência. As estirpes atualmente recomendadas são SEMIA 5019 (29W) + SEMIA 587 e SEMIA 5079 (CPAC 15) + SEMIA 5080 (CPAC 7), que devem ser utilizadas, sempre, duas a duas.

A recomendação de inoculante turfoso é de:

500 a 1000g por 50kg de sementes.

A inoculação deve ser feita da seguinte maneira:

- a) dissolver 250g de açúcar cristal (treze colheres de sopa) em um litro de água. Em lugar do açúcar pode-se utilizar goma arábica a 20% ou uma celulose substituída a 5%, de qualquer marca comercial;
- b) misturar 500 a 1000ml dessa solução adesiva com 500 a 1000g de inoculante turfoso;
- c) misturar com 50kg de sementes utilizando-se o tambor giratório e após espalhá-las, em camadas de 10 a 30cm, sobre uma superfície seca, à sombra. Um procedimento alternativo é misturar a solução açucarada à semente e, logo em seguida, para que a semente não absorva água, adicionar o inoculante;
- d) deixar secar à sombra por algumas horas; e
- e) semear no mesmo dia ou, no máximo, até quatro dias após, desde que as sementes fiquem em ambiente fresco e protegidas do sol.

- Procedimento para a inoculação conjunta com o tratamento de sementes:

- a) misturar as sementes com a solução açucarada utilizando 500ml por 50kg de semente;
- b) aplicar o fungicida logo em seguida e misturar bem na quantidade recomendada no item referente ao Tratamento de Sementes;
- c) aplicar o inoculante turfoso na dose recomendada (500 a 1000g);
- d) deixar secar, à sombra, por algumas horas; e
- e) semear no mesmo dia. Caso isso não seja possível, repetir a inoculação no dia da semeadura.

- Cuidados com o inoculante:

- a) não usar inoculante com prazo de validade vencido. Na embalagem consta a data de vencimento;
- b) ao adquirir o inoculante, certificar-se de que o produto estava conservado em condições satisfatórias e após a aquisição, conservá-lo em lugar fresco e arejado até o momento da utilização; e
- c) os melhores inoculantes disponíveis, até o momento, são aqueles à base de turfa;

- Cuidados com a inoculação:

- a) fazer a inoculação à sombra e, preferencialmente, pela manhã; e
- b) a semeadura deve ser interrompida quando o depósito de semente se aquecer em demasia, pois altas temperaturas eliminam as bactérias inoculadas.

- Inoculação em áreas com cultivo anterior de soja

Os ganhos com a inoculação, em áreas com cultivo anterior de soja, são menos expressivos do que os obtidos em solos de primeiro ano, mas tem sido observado ganhos de 5% a 15% no rendimento de grãos com a inoculação em áreas já cultivadas com essa leguminosa. Por isso, deve ser mantida a dose de 1000g por 50kg de sementes, de forma a favorecer as estirpes inoculadas, que sofrem a competição das estirpes do solo para a formação dos nódulos.

1 - Adubação com Nitrogênio mineral

Não se recomenda adubação nitrogenada para soja. No entanto, quando for mais fácil obter fórmula de adubo que contenha nitrogênio em relação àquela que não contenha, essa poderá ser utilizada desde que não seja aplicado mais do que 20kg de N/ha e que isso não se reflita em aumento nos custos.

MICRONUTRIENTES

No Brasil, sintomas de deficiência em micronutrientes são raros, devido principalmente a acidez dos solos. Os micronutrientes mais necessários à cultura da soja são: zinco, manganês, molibdênio e boro, pois tanto a deficiência quanto o excesso destes elementos podem afetar drasticamente a produção.

Tanto a análise foliar quanto a de sementes, parecem ter uma boa correlação com a produção da soja e têm sido úteis para se diagnosticar o estado nutricional da planta. Já os testes com estratores de solos ainda precisam ser melhorados.

1 - Molibdênio



A importância do Molibdênio para a soja advém da sua dependência para o processo biológico de N. Isto porque o Molibdênio faz parte das enzimas Redutase do Nitrato e a Nitrogenase que são fundamentais no metabolismo do Nitrogênio. Quando o Molibdênio é baixo, ocorre a sua distribuição das folhas para os nódulos o que agrava ainda mais a sua deficiência. No caso das plantas fixadoras de N a importância do Molibdênio é ainda maior porque a exigência da Nitrogenase é bem maior do que a Redutase do Nitrato.



O sintoma de falta de Molibdênio lembra a deficiência de nitrogênio que é caracterizada pelo amarelecimento generalizado da planta. Nessas condições, essa deficiência pode ser corrigida tanto com o Nitrogênio como com o Molibdênio.

Segundo GURLEY & GIDDENS em 1969 verificou-se que, para as sementes que tinham Mo igual a 0.05, 19 e 48.4 mg/kg a produção aumentou de 1.505, 2.332 e 2.755 kg/ha respectivamente.

A resposta da soja ao Mo varia com o pH do solo. Em condições de solos com pH baixo e pobres em Mo, a soja geralmente responde à adubação com Mo.

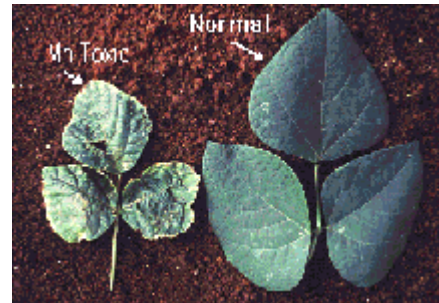
2 - Manganês

A absorção de manganês está relacionada com o pH e presença de ferro no solo. De acordo DEMOOY et alii (1973), a gravidade dos sintomas de toxicidade do Mn é atenuada com o aumento da concentração de ferro, o que significa que existe um menor risco de ocorrer

toxicidade no campo se houver uma alta disponibilidade de ferro no solo. MEHLICH (1957) sugeriu que grandes quantidades de Al e de ferro presentes em solos ácidos podem causar uma deficiência de manganês mais severa quando se faz calagem de solos fortemente ácidos do que na correção de solos com pH mais elevado. Altos níveis de molibdênio e níquel também podem causar uma redução da absorção de manganês pela soja, enquanto existe um sinergismo em relação à presença do cobalto (TOTH Jr. & ROMNEY, 1954).

Os sintomas de toxicidade do Mn são caracterizados principalmente pelo enrugamento da folha, clorose internerval, pontos necróticos no limbo foliar e má formação das vargens. Aumentando o número de vargens com uma semente.

A relação Ca/Mn é o melhor indicador para detecção da toxicidade, indicando que haverá um decréscimo na produção sempre que esta relação for menor do que 70. O excesso de Mn prejudica também a nodulação e a fixação do N atmosférico. A deficiência de Mn no solo pode ser corrigida utilizando o elemento nas formas de sulfato, óxido, carbonato, cloreto, quelatizado ou fritas.



3 - Boro

Essencial à divisão celular normal, ao crescimento e ao metabolismo geral das plantas. Acarreta morte dos ponteiros, inibição do florescimento e paralisação do crescimento das raízes. A deficiência de boro ocorre mais frequentemente em solos alcalinos do que em solos ácidos e em solos que receberam calagem excessiva.

Em solos que apresentam baixo teor de boro o desbalanceamento com altas doses de K podem causar menor absorção do boro e diminuir a produtividade da soja. Segundo o WOODRUFF et alii (1960), mostraram que a soja apresentou deficiência de boro induzida pelo potássio.

Solos com elevado teor de matéria orgânica ou com alta porcentagem de argila podem fixar o boro e diminuir sua disponibilidade para a soja.

4 - Zinco

Tanto a calagem como a adubação fosfatada em doses elevadas podem diminuir a disponibilidade de Zn para a soja. A presença de P afeta a translocação do Zn para a parte aérea devido às raízes apresentarem uma concentração deste micronutriente mais alta do que as folhas.



5 - Cobalto

O cobalto é o elemento essencial ao processo de fixação do N₂ pelo *Rizobium* presente nos nódulos. Plantas sem um suprimento suficiente de cobalto têm a produção da vitamina B12 limitada e a fixação do nitrogênio atmosférico reduzida.