

CULTURA DA SOJA: NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO

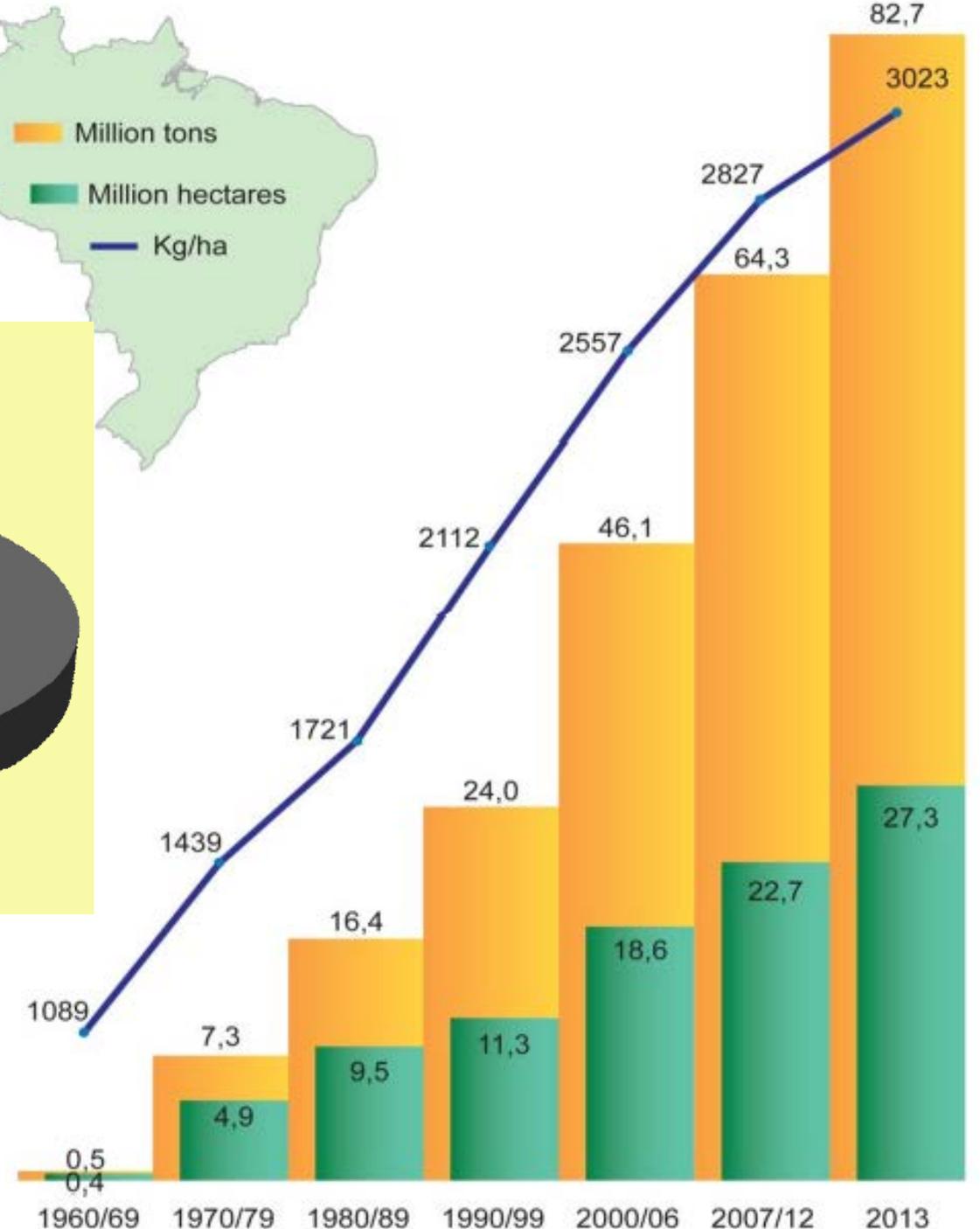
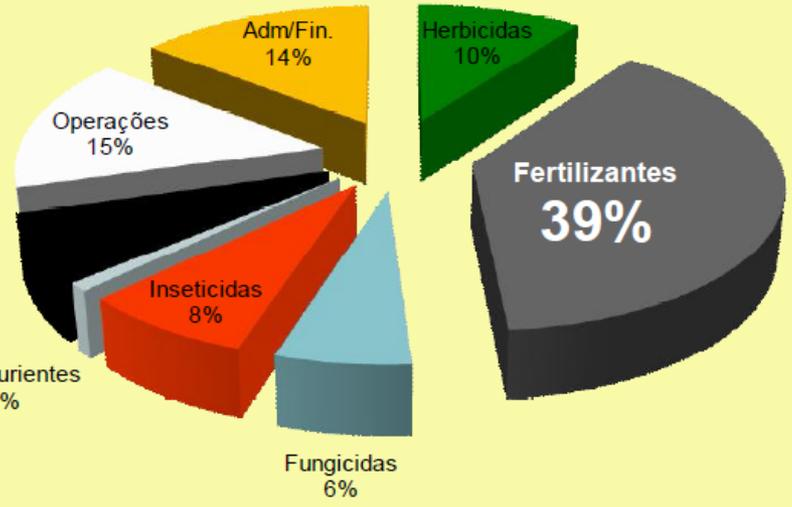
Disciplina: Culturas de Plantas Oleaginosas

Curso: Agronomia

Responsável: Fernando Celoto



Custo de produção - SOJA



Pesquisador destaca importância da correção do solo para combater a ferrugem asiática

Ricardo Balardin afirma que o acréscimo de nutrientes como fósforo, potássio e cálcio contribuem para a defesa vegetal da soja

[E-mail](#) [Twee](#) [Share](#) [+1](#) [Recomendar](#) 15

[Comentar](#) [Imprimir](#)

No quadro Prática Rural desta quarta, dia 16, exibido no programa Bom Dia Campo, o pesquisador gaúcho Ricardo Balardin destacou a importância da correção do solo para melhorar o combate à **ferrugem asiática** nas lavouras de **soja**. Ele aponta para a importância da utilização de nutrientes como fósforo, potássio e cálcio.

– Os micronutrientes e macronutrientes têm um papel importante na defesa vegetal. O fósforo, como fonte de energia para uma série de reações químicas que ocorrem na planta, favorece a defesa, assim como o potássio, na estrutura de parede celular, e o cálcio, como um elemento muito importante para que haja a comunicação da chegada do inóculo até a célula da planta. O equilíbrio desses nutrientes faz com que a velocidade do avanço da doença na planta seja reduzida. Com isso, as possibilidades de controle ficam mais equacionadas.



Foto: Embrapa/Reprodução
Equilíbrio de nutrientes podem retardar avanço da ferrugem na planta

P – fonte de energia; K – parede celular; Ca – comunicação da chegada de inóculo

Estresse térmico e hídrico – reflexo de um bom manejo nutricional



À esquerda padrão e à direita manejo bem feito.

Adubação corretiva : aumentar a fertilidade do solo

Adubação de manutenção: restituir ao solo os fertilizantes retirados pela cultura

ABSORÇÃO DE NUTRIENTES

- Influenciada por:
- Condições climática (chuva e temperatura)
- Diferenças genéticas entre cultivares
- Disponibilidade de nutrientes no solo
- Diversos tratos culturais

Absorção e Exportação de Nutrientes pela SOJA

TABELA. Quantidade absorvida e exportação de nutrientes pela cultura da soja.

Parte da planta	kg (1000 kg) ⁻¹ ou g kg ⁻¹						g (1000 kg) ⁻¹ ou mg kg ⁻¹						
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	B	Cl	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
Grãos	51	10,0	20	3,0	2,0	5,4	20	237	10	70	30	5	40
Restos culturais	32	5,4	18	9,2	4,7	10,0	57	278	16	390	100	2	21
Total	83	15,4	38	12,2	6,7	15,4	77	515	26	460	130	7	61
% Exportada	61	65	53	25	30	35	26	46	38	15	23	71	66

Obs.: à medida que aumenta a matéria seca produzida por hectare, a quantidade de nutrientes nos restos culturais da soja não segue modelo linear.

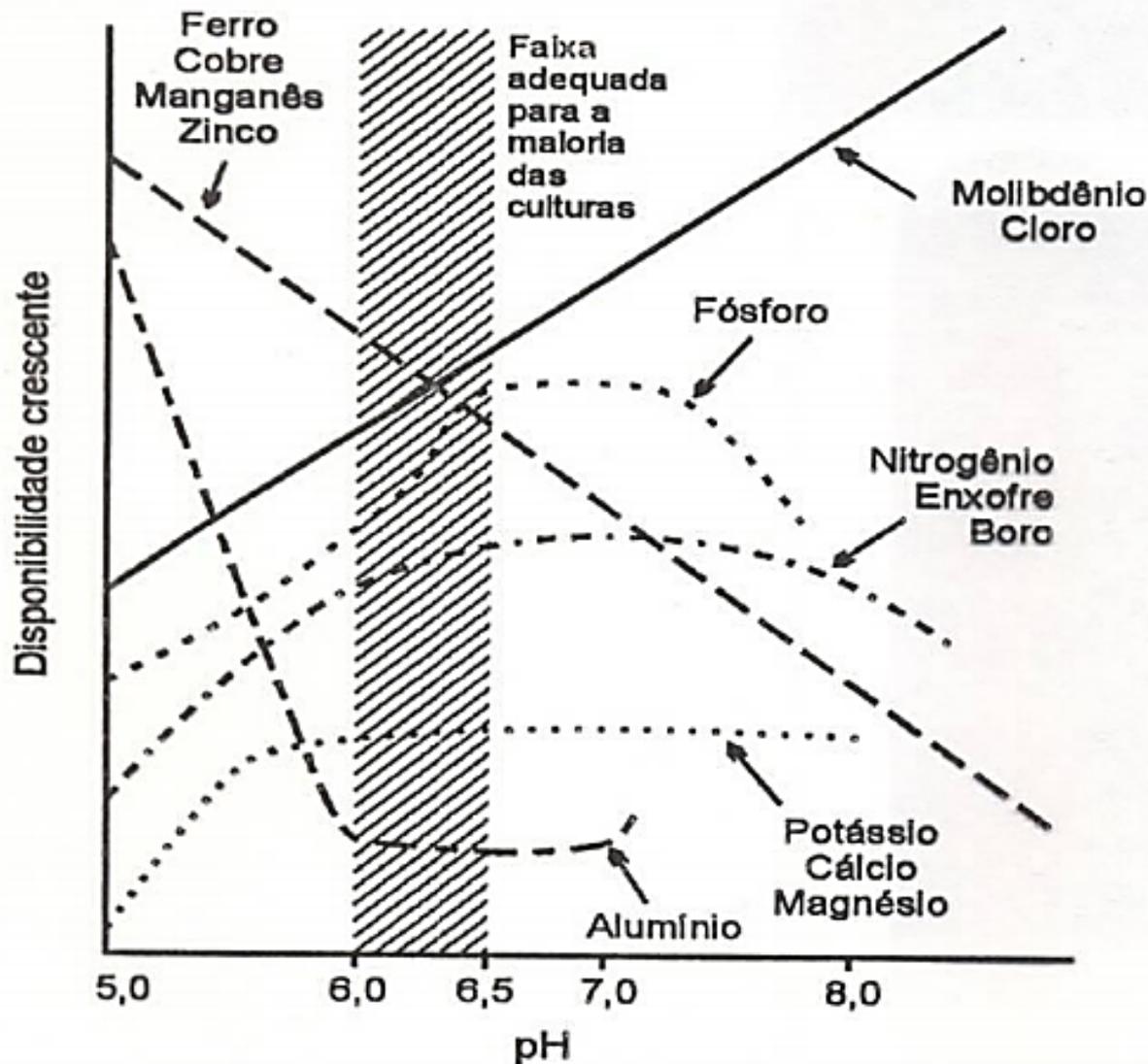
Fonte: EMBRAPA Soja 20013

$$N > P > K > S > Mg > Ca$$

NUTRIÇÃO

- Os nutrientes têm sua disponibilidade determinada por vários fatores, entre eles o valor do pH.

Relação entre o pH e a disponibilidade dos elementos no solo

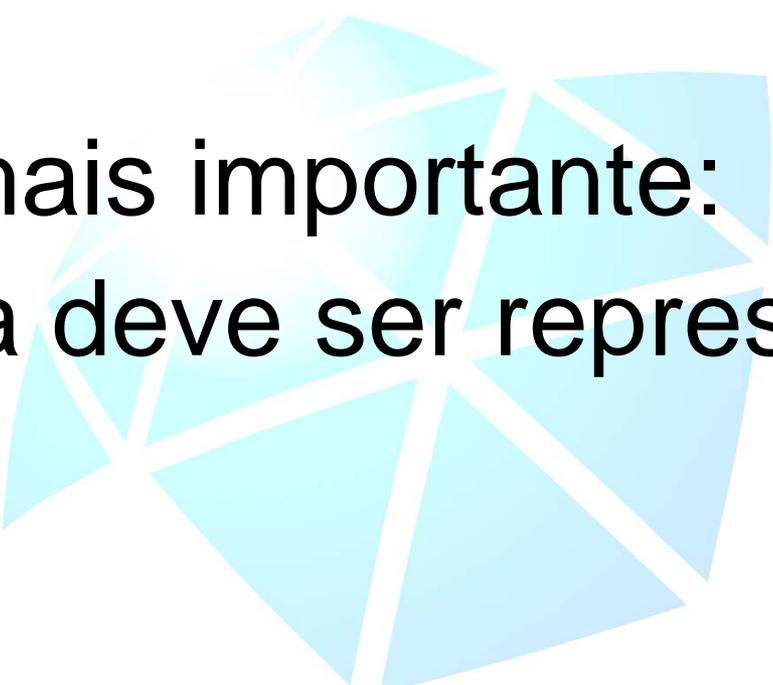


(Fonte: Malavolta, 1979)

Amostragem de solo para análise de química

- Necessário avaliar a fertilidade do solo;
- Identificar a presença de acidez;
- Elementos tóxicos;
- Orientar programas de correção e adubação do solo;
- Etapas: amostragem, envio e análise química.

Amostragem

- Etapa mais importante:
 - Amostra deve ser representativa
- 

Amostragem convencional

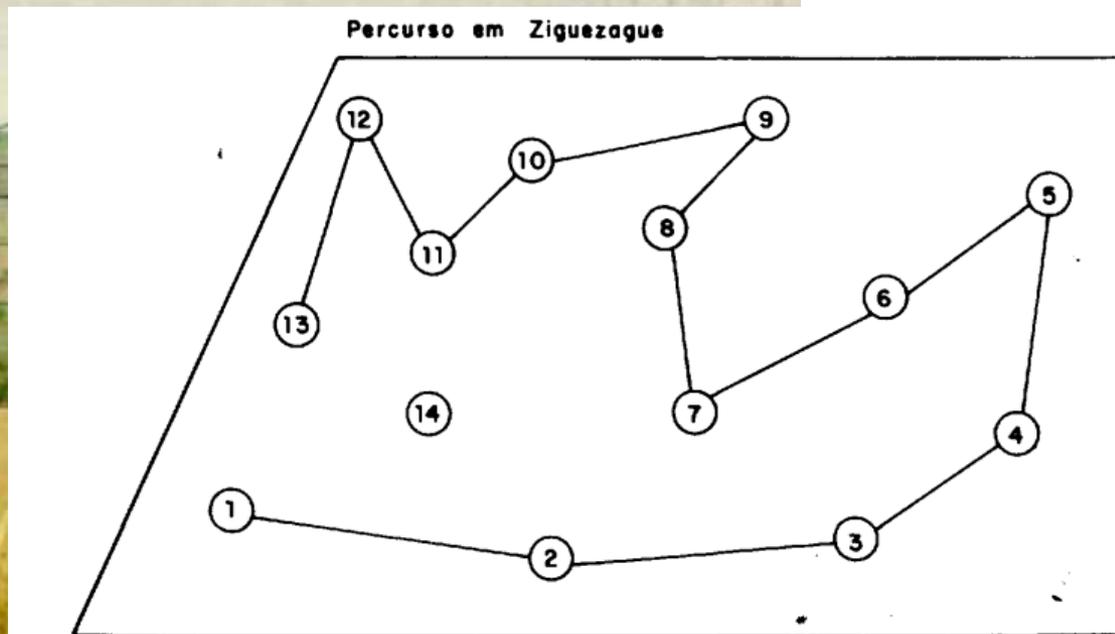
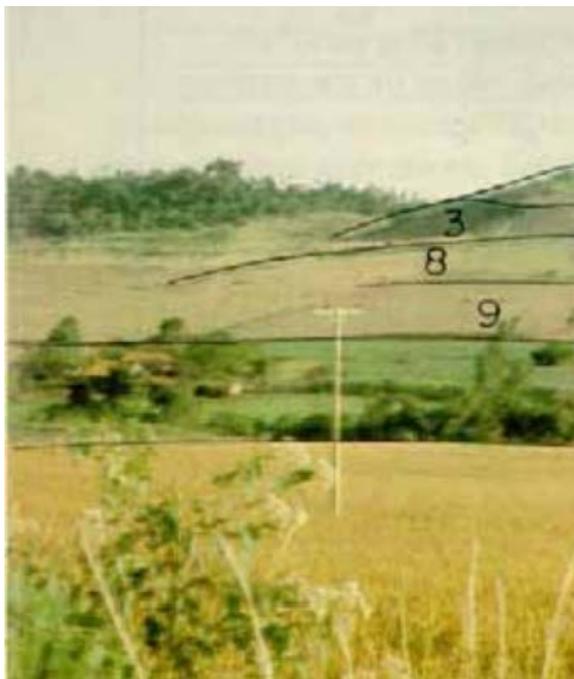


Fig. 4 - Percorso em ziguezague para retirada de amostras simples em uma gleba homogênea.

Demarcação de talhões homogêneos

Amostragem – Equipamentos e materiais utilizados

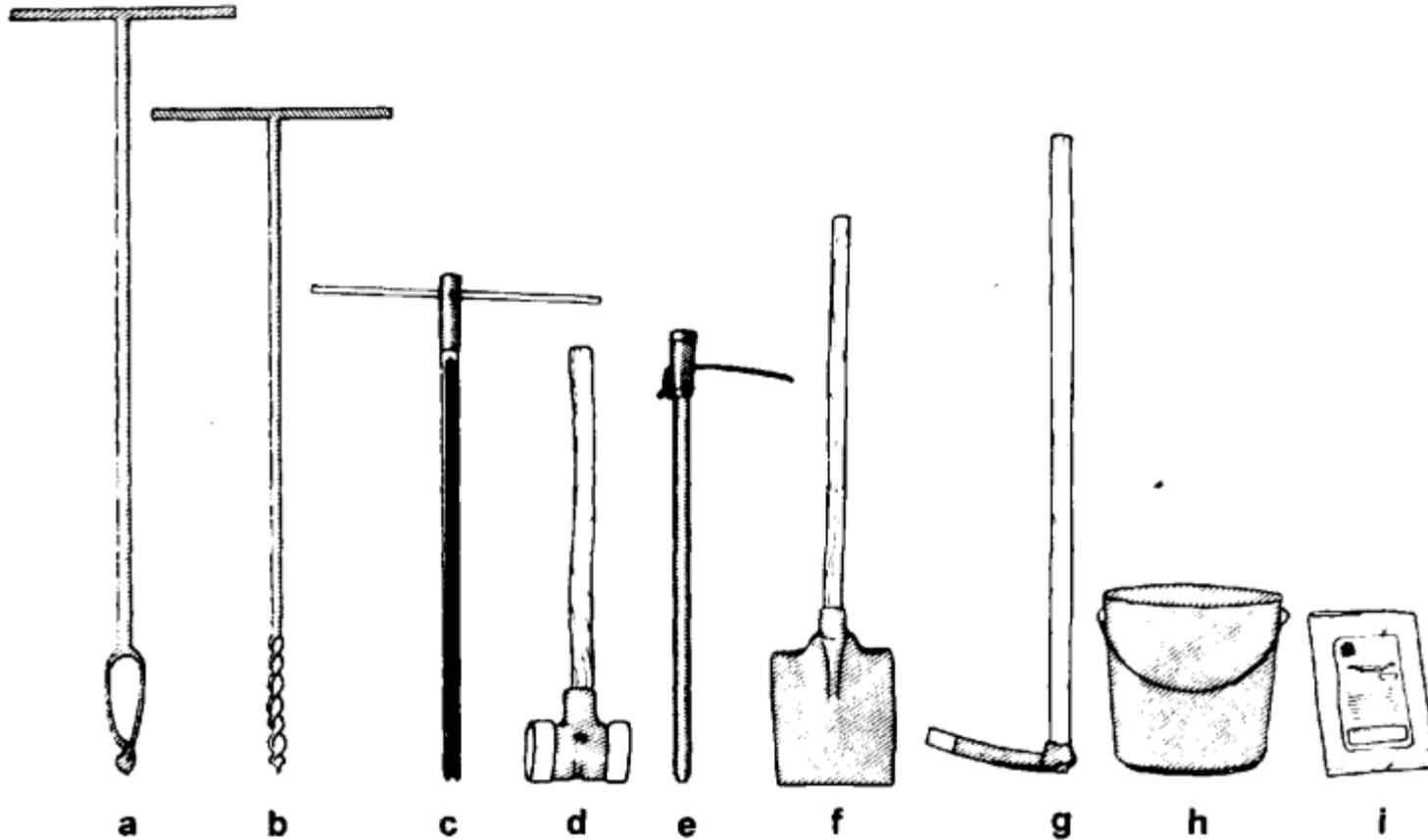
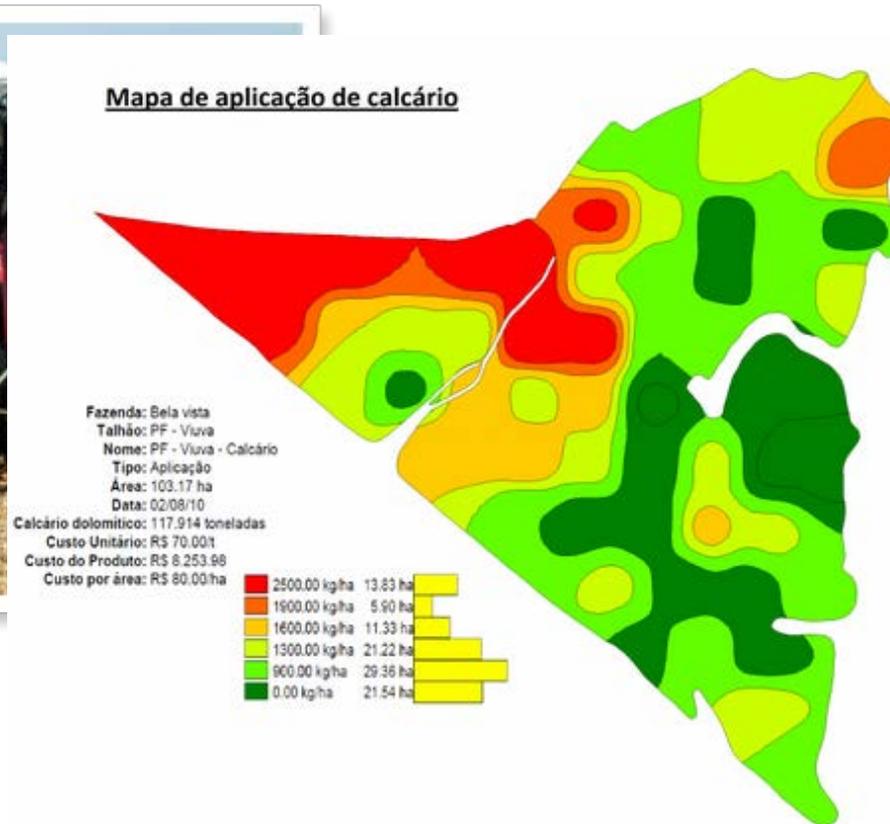


Fig. 1 - Materiais utilizados para coleta de amostras de solo: a) trado holandês, b) trado de rosca, c) trado meia-lua, d) marreta, e) trado tubular, f) pá reta, g) enxadão, h) balde, i) saco plástico.

Amostragem georreferenciada

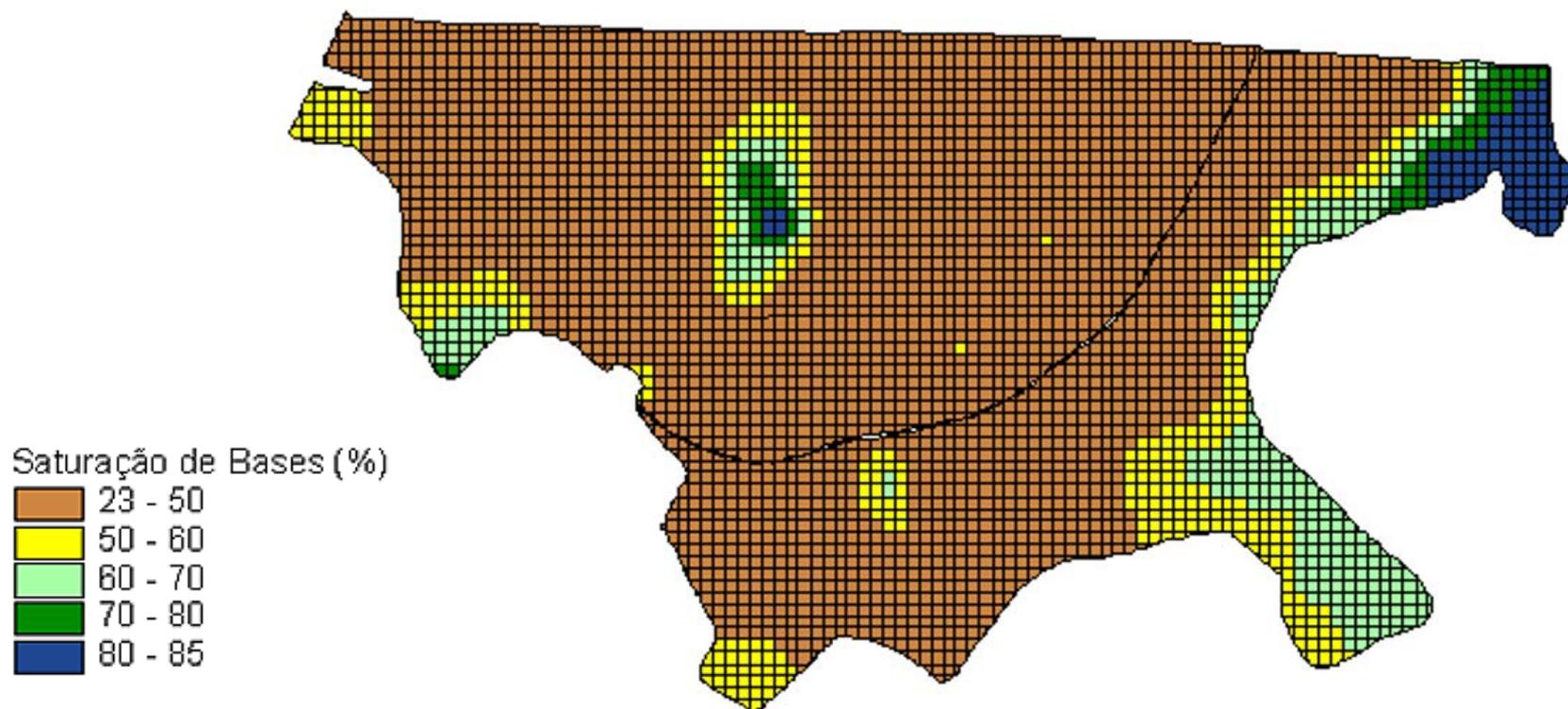


gerados no campo

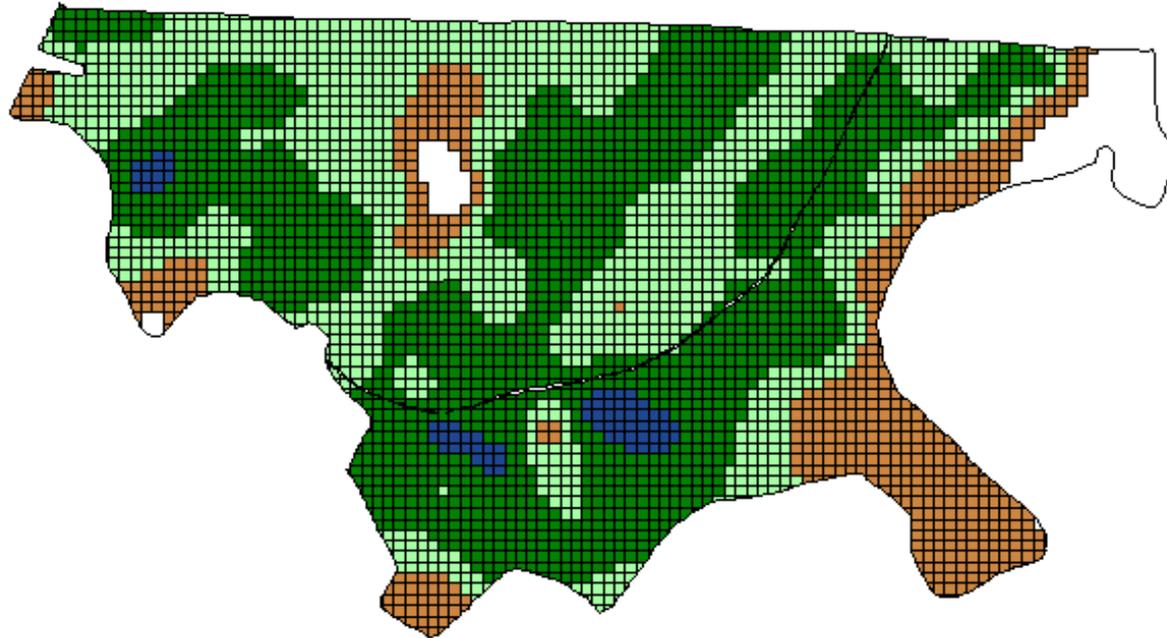
Precisão de 2 a 3 metros

Fonte: Revista Plantio Direto

Mapas de fertilidade



Mapas de fertilidade



Necessidade de Calcário (t/ha) para V2=70% e PRNT=70%

0.5 - 1.5	(20.1 ha)
1.5 - 2.5	(49.8 ha)
2.5 - 3.5	(61.8 ha)
3.5 - 4.5	(2.8 ha)

Local, Época e Profundidade de amostragem

- Glebas homogêneas (10 ha)
- Recomenda-se amostrar 4 meses antes do início da safra
- Profundidade de 0 – 20 cm
- Profundidade 20 – 60 cm (AI)
- Em plantio direto avaliar de 0 – 10 cm e 10 – 20 cm, com objetivo de mensurar as diferenças entre as duas profundidades

Tabela 4.1. Níveis de alguns componentes do solo para efeito da interpretação de resultados de análise química do solo, para a cultura da soja.¹

Níveis	cmol _c dm ⁻³			g kg ⁻¹		Saturação na CTC (%)			Relações		
	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	C	M.O.	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K
----- Solos com CTC <8 cmol _c dm ⁻³⁽²⁾ -----											
Baixo	<0,02 ³	<1	<0,4	<8	<15	<26	<13	<3	<1	<10	<5
Médio	0,02-1,5	1-2	0,4-0,8	8-14	15-25	26-34	13-18	3-5	1-2	10-20	5-10
Alto	>1,5	>2	>0,8	>14	>25	>34	>18	>5	>2	>20	>10
----- Solos com CTC ≥8 cmol _c dm ⁻³⁽³⁾ -----											
Baixo	<0,02 ³	<2	<0,4	<8	<15	<35	<13	<3	<1,5	<8	<3
Médio	0,02-1,5	2-4	0,4-0,8	8-14	15-25	35-50	13-20	3-5	1,5-3,5	8-16	3-6
Alto	>1,5	>4	>0,8	>14	>25	>50	>20	>5	>3,5	>16	>6

¹ Para fósforo (P), potássio (K), enxofre (S) e micronutrientes, verificar nas Tabelas do item 4.8.

Fonte: ² Borkert et al. (2006b); ³ Sfredo et al. (1999b).

Calagem – objetivos e benefícios

- eleva o pH;
- fornece Ca e Mg como nutrientes;
- diminui ou elimina os efeitos tóxicos do Al, Mn e Fe;
- diminui a “fixação” de P;
-  disponibilidade do N, P, K, Ca, Mg, S e Mo;
-  e eficiência dos fertilizantes;
- aumenta a atividade microbiana e a liberação de nutrientes;
- melhora as propriedades físicas do solo;
- **aumenta a produtividade das culturas**

Soja responde bem a calagem

CALAGEM

- NECESSIDADE DE CALAGEM
- Análise do solo - 0 a 20 cm de profundidade.
- EFEITO RESIDUAL DA CALAGEM
- 3 a 5 anos
- Dependendo do poder tampão do solo, do sistema de produção adotado e da quantidade de calcário aplicada.

Métodos para recomendação de calagem

- Dentre os vários métodos para recomendação de calagem, no Brasil são utilizados principalmente três, além de algumas variações locais:

A – Neutralização do alumínio

B – Saturação por bases

C – Solução tampão SMP

Neutralização do alumínio

- Baseado na **neutralização do alumínio trocável**, por ser considerado um dos principais componentes relacionados à acidez dos solos;
- Apresenta variações de acordo com a região;

$$DOSE \text{ (t/ha)} = Y \times Al \text{ (cmol/dm}^3\text{)} + f \{2 - [Ca \text{ (cmol/dm}^3\text{)} + Mg \text{ (cmol/dm}^3\text{)}]\}$$

$$f = 100/PRNT$$

Y = 1 para solos com menos que 15% de argila

Y = 2 para solos com 15 – 35% de argila

Y = 3 para solos mais argilosos

Saturação por Bases

- Método usado em SP e PR, tem maior embasamento teórico, baseando-se na **relação entre pH, saturação por bases** e levando em consideração parâmetros referentes à **solo, corretivo e cultura específica**;

$$\text{NC (t/ha)} = \frac{T (V_2 - V_1)}{100} \times f$$

Onde:

NC = necessidade de calcário

T = capacidade de troca de cátions
= meq (K+Ca+Mg+H+Al)/100 cm³

V2 = saturação por bases desejada

V1 = saturação por bases atual do solo = S x 100 T

S = soma de bases = meq (K + Ca + Mg)/100 cm³

F = 100 PRNT

PR – V2 = 70%

MS – V2 = 60%

Demais regiões do Centro-Oeste – V2 = 50%

Solução tampão SMP

- **ÍNDICE pH SMP**
- Baseia no poder tampão do solo.
- Utilizada nos Estados de SC e RS.
- Os critérios para recomendação de calcário nesses estados estão contidos em tabelas (SBCS-NRS e RPSRSul) que relaciona o índice com a quantidade de calcário a ser aplicada.

MÉTODOS DE RECOMENDAÇÃO DE CALAGEM

- **CALAGEM PARA SOLOS ARENOSOS**
- Quando o teor de argila $< 15\%$
- Uso agrícola limitado
- Baixa CTC e retenção de água
- Suscetibilidade à erosão

MÉTODOS DE RECOMENDAÇÃO DE CALAGEM

- **CALAGEM PARA SOLOS ARENOSOS**
- Quando o teor de argila < 15%

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

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

f = fator de correção do PRNT do calcário $f = 100/\text{PRNT}$.

- Utilizar o maior valor

CALAGEM

Época de aplicação

- 30 a 60 dias de antecedência ao plantio
- Ou final do período chuvoso.
- Em solos arenosos: melhor época de aplicação do calcário é no FINAL DO PERÍODO DAS CHUVAS, após a colheita da cultura de verão.

CALAGEM

Qualidade e uso do calcário

- Deverá apresentar teores de $\text{CaO} + \text{MgO} > 38\%$;
- A distribuição desuniforme e/ou a incorporação muito rasa do calcário, pode causar ou agravar a deficiência de manganês, resultando em queda de produtividade.

CALAGEM

Qualidade e uso do calcário

- Solos com menos de $0,8 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de Mg ou relação Ca/Mg elevada.
- Usar referencialmente: calcário magnesiano (5,0 a 12,0% de MgO) ou de calcário dolomítico (> 12,0% de MgO),

CALAGEM

Qualidade e uso do calcário

- Solos com relação Ca/Mg baixa
- Escolher o calcário calcítico (< 5,0% de MgO).



CALAGEM

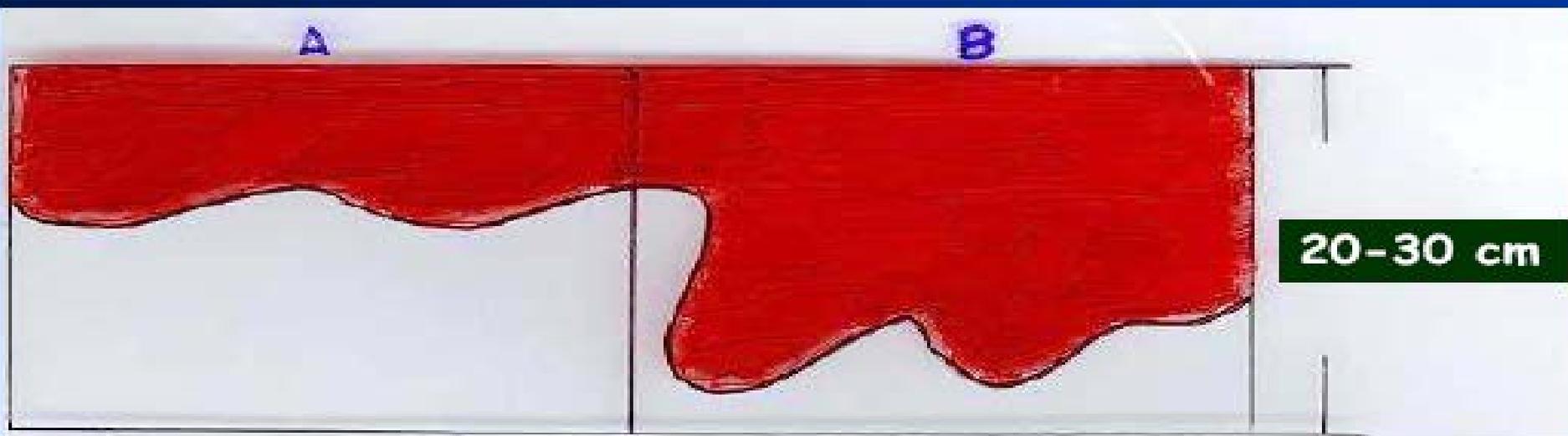
Sistema de semeadura convencional

- Quantidade de calcário - correção de 20 cm de profundidade de solo, por meio de incorporação com aração e gradagem.
- Metade incorporada a 20 cm de profundidade com arado de aiveca ou de disco e o restante incorporado com grade pesada e após grade niveladora

Incorporação

- Vantagens:
 - Maior área contato solo-calcário
 - Correção mais uniforme em profundidade .
- Desvantagens:
 - Alto custo das operações
 - Desestruturação e risco de erosão





A = aplicação do calcário após aração e incorporação com gradagem.

B = incorporação de 1/2 com aração e 1/2 depois da 2ª aração e gradação em seguida.

CALAGEM

Sistema de semeadura direta

- Antes de iniciar o sistema de semeadura direta em áreas sob cultivo convencional
- corrigir integralmente a acidez do solo - sendo esta etapa fundamental para a adequação do solo a esse sistema.

CALAGEM

Sistema de semeadura direta

- Numa quantidade para atingir a saturação por bases desejada
- Deve ser incorporado uniformemente na camada arável do solo, ou seja, até 20 cm de profundidade.

CORREÇÃO DE ACIDEZ SUB-SUPERFICIAL – GESSAGEM

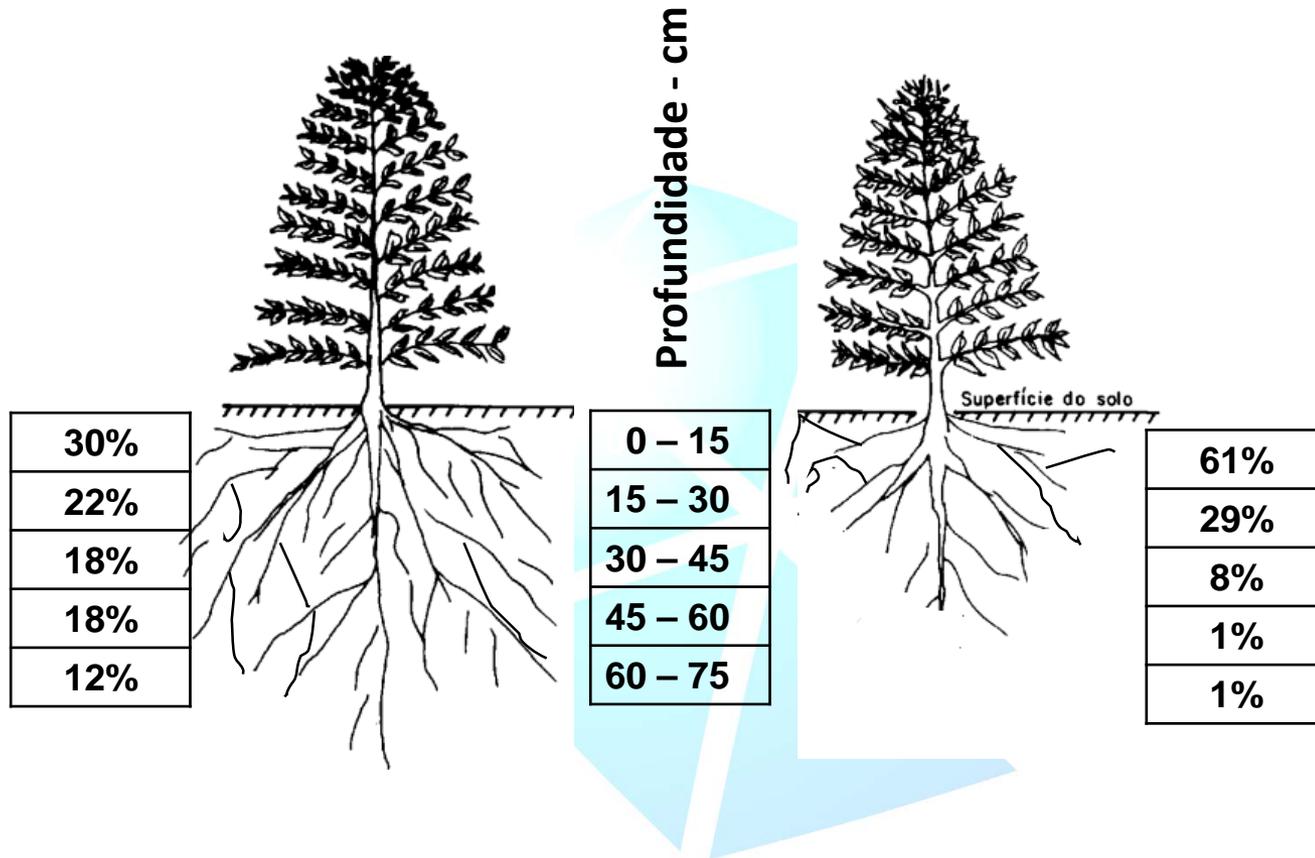
- Os solos do Brasil apresentam problemas de acidez sub-superficial, uma vez que a incorporação profunda do calcário nem sempre é possível.
- Camadas mais profundas do solo podem apresentar excesso de alumínio tóxico.



CORREÇÃO DE ACIDEZ SUB-SUPERFICIAL – GESSAGEM

- Pode limitar a produtividade, principalmente nas regiões onde é mais frequente a ocorrência de veranicos.
- A aplicação de gesso agrícola diminui a saturação por alumínio nas camadas mais profundas, num tempo menor.
- Gesso não neutraliza a acidez do solo.

Gessagem – Benefícios



QUANDO APLICAR O GESSO?

- Análise de solo – 20 a 40 cm
- Saturação por alumínio maior que 20% ($m > 20\%$) e/ou
- Quando o teor de cálcio for menor que $0,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$. (%Ca na CTC $< 60\%$)

QUANTO APLICAR?

- A dose máxima de gesso agrícola (15% de S) é de 700, 1200, 2200 e 3200 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 (Sousa et al., 1996).
- O efeito residual destas dosagens é de cinco anos, no mínimo.

Aplicação de corretivos

- UMA VEZ TOMADA A DECISÃO...
- COMO PODE SER FEITA A APLICAÇÃO?
- Deve ser homogênea, de acordo com a dose recomendada
- Pode ser aplicado também a taxa variável

Implementos utilizados na distribuição e corretivos



Implementos utilizados na distribuição e corretivos







ADUBAÇÃO

Diagnose foliar

- Ferramenta complementar para a interpretação do estado nutricional e da fertilidade do solo.
- Os trifólios a serem coletados, são o terceiro ou o quarto, a partir do ápice, sem o pecíolo.
- Deve-se utilizar no mínimo, 30 a 40 plantas por talhão, no início do florescimento (Estádio R1).

Tabela 4.7. Teores de nutrientes utilizados na interpretação dos resultados das análises de folhas de soja¹ sem peciolo (Estádio R1). Embrapa Soja. Londrina, PR. 2002.

Elemento	Deficiente ou muito baixo	Baixo	Suficiente ou médio	Alto	Excessivo ou muito alto
	g kg ⁻¹				
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 ⁻¹					
B	<10	10 a 20	20 a 55	55 a 80	>80
Cu ²		<6	6 a 14	>14	
Fe	<30	30 a 50	50 a 350	350 a 500	>500
Mn	<15	15 a 20	20 a 100	100 a 250	>250
Mo	<0,5	0,5 a 1	1 a 5	5 a 10	>10
Zn	<11	11 a 20	20 a 50	5,0 a 75	>75
Relações entre teores de nutrientes nas folhas de soja, para o Estado do Paraná ³					
Ca/Mg		<1,5	1,5 a 3,5	>3,5	
K/Ca		<3,1	3,1 a 6,3	>6,3	
K/Mg		<5,6	5,6 a 10,0	>10,0	
K/(Ca+Mg)		<1,4	1,4 a 3,3	>3,3	
K/(Ca/Mg)		<0,8	0,8 a 1,7	>1,7	

¹Terceiro ou quarto trifólio sem o peciolo, a partir do ápice da haste principal, coletado no início do florescimento (R1). ² Sfredo et al. (1999a). ³ Sfredo et al. (2001).

Tabela 4.8. Teores de nutrientes utilizados na interpretação dos resultados das análises de folhas¹ de soja para o MS e MT (Estádio R2).

Elemento	Trifólio com pecíolo			Trifólio sem pecíolo		
	Baixo	Suficiente	Alto	Baixo	Suficiente	Alto
	g kg^{-1}					
N	<36,8	36,8 a 46,9	>46,9	<50,6	50,6 a 62,4	>62,4
P	<2,3	2,3 a 3,4	>3,4	<2,8	2,8 a 3,9	>3,9
K	<17,3	17,3 a 25,7	>25,7	<14,4	14,4 a 20,3	>20,3
Ca	<6,8	6,8 a 11,8	>11,8	<6,2	6,2 a 11,6	>11,6
Mg	<2,9	2,9 a 4,7	>4,7	<3,0	3,0 a 4,9	>4,9
S	<2,1	2,0 a 3,0	>3,0	<2,4	2,4 a 3,3	>3,3
	mg kg^{-1}					
B	<33	33 a 50	>50	<37	37 a 56	>56
Cu	<6	6 a 11	>11	<7	7 a 12	>12
Fe	<59	59 a 120	>120	<77	77 a 155	>155
Mn	<28	28 a 75	>75	<38	38 a 97	>97
Zn	<31	31 a 58	>58	<41	41 a 78	>78

Fonte: Kurihara et al. (2008).

NITROGÊNIO

- **FUNÇÕES**

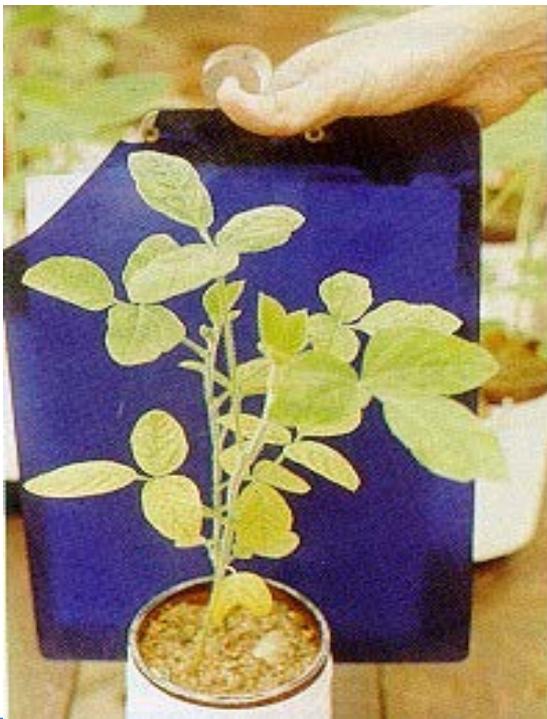
- É constituinte de aminoácido e proteínas
- Integrante da molécula de clorofila
- Nutriente requerido em maior quantidade pela cultura da soja.

NITROGÊNIO

- **DEFICIÊNCIA**
- Perda da cor verde-escuro, passando a verde-pálido com um leve amarelado.
- Sintoma aparece primeiro nas folhas inferiores mas espalha-se rapidamente pelas folhas superiores

NITROGÊNIO

- **DEFICIÊNCIA**
- O crescimento da planta é lento, com plantas menores e de baixa produção.



NITROGÊNIO

Fontes

- **FIXAÇÃO BIOLÓGICA**
- Principal fonte de N para a cultura da soja.
- Supre toda a necessidade de N da planta
- Bactérias do gênero *Bradyrhizobium*

NITROGÊNIO

Fontes

- **FERTILIZANTES NITROGENADOS**
- Reduz a nodulação e a eficiência da FBN
- Não traz nenhum incremento de produtividade para a soja.
- > perdas
- > custo
- não aplicar mais do que 20 kg de N/ha.

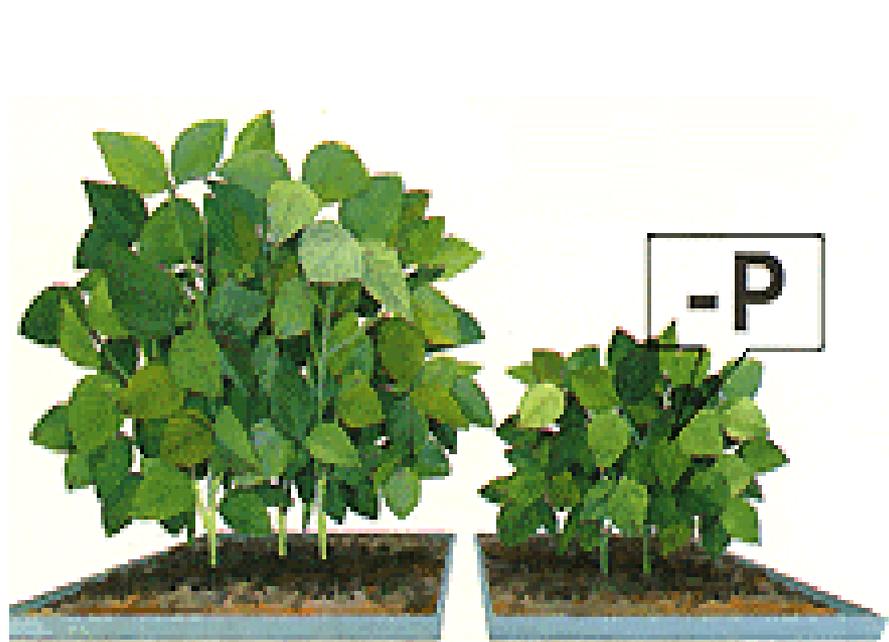
FÓSFORO

- **FUNÇÕES**

- Constituinte de ATP
- Relaciona-se com o número de nódulos da planta
- A deficiência de fósforo é uma característica normal nos solos brasileiros.
- Adubação fosfatada – incremento de produtividade.

FÓSFORO

- **DEFICIÊNCIA**
- Crescimento lento, com plantas raquíticas, de folhas pequenas e muitas vezes verde-escuro azuladas.
- Reduz o número e a eficiência dos nódulos - FBN.



✓Coloração avermelhada ou púrpura
(folhas velhas)



ADUBAÇÃO FOSFATADA

- Adubação corretiva – análise de solo

Tabela 4.10. Interpretação de análise de solo para indicação de adubação fosfatada (fósforo extraído pelo método Mehlich I), para solos de Cerrado.

Teor de argila (%)	Teor de P (mg dm ⁻³)			
	Muito baixo	Baixo ¹	Médio	Bom
>60	≤ 1	1 a 2	2 a 3	>3
40 a 60	≤ 3	3 a 6	6 a 8	>8
20 a 40	≤ 5	5 a 10	10 a 14	>14
≤20	≤ 6	6 a 12	12 a 18	>18

¹ Ao atingir níveis de P extraível acima dos valores estabelecidos nesta classe, utilizar somente adubação de manutenção. Fonte: Sousa & Lobato (1996).

Tabela 4.11. Indicação de adubação fosfatada corretiva, a lanço e adubação fosfatada corretiva gradual no sulco de semeadura, de acordo com a classe de disponibilidade de P e o teor de argila, para solos de Cerrados.

Teor de argila (%)	Adubação fosfatada (kg P ₂ O ₅ ha ⁻¹) ¹			
	Corretiva total ²		Corretiva gradual ³	
	P muito baixo ⁴	P baixo ⁴	P muito baixo ⁴	P baixo ⁴
>60	240	120	100	90
40 a 60	180	90	90	80
20 a 40	120	60	80	70
≤20	100	50	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, fosfatos naturais e escórias.

² Além da dose de correção total, usar adubação de manutenção.

³ No sulco de semeadura, em substituição à adubação de manutenção.

⁴ Classe de disponibilidade de P, ver Tabela 4.10.

Fonte: Sousa & Lobato (1996).

ADUBAÇÃO FOSFATADA

- Adubação corretiva – análise de solo
- **Correção do solo de uma só vez (total)**
- Realizada a lanço e incorporada, com posterior adubação de manutenção do nível de fertilidade atingido.

ADUBAÇÃO FOSFATADA

- Adubação corretiva – análise de solo
- **Correção gradual**
- Utilizada quando não há a possibilidade de realização da correção do solo total.

ADUBAÇÃO FOSFATADA

- Adubação corretiva – análise de solo
- **Correção gradual**
- Aplicação, no sulco de semeadura, de uma quantidade de P superior à extração da cultura, de modo a acumular, com o passar do tempo, o excedente e atingir assim, após alguns anos, a disponibilidade de P desejada

ADUBAÇÃO FOSFATADA

- Adubação corretiva – análise de solo
- **Adubação de manutenção**
- Nível de P – médio ou bom
- Utilizar 20 kg de P_2O_5 ha^{-1} , para cada 1000 kg de grãos produzidos.

POTÁSSIO

- **FUNÇÕES**

- Ativador enzimático
- Resistência a doenças
- Relacionado com a formação dos nódulos
- Reduz a deiscência de vagens
- Está relacionado com o movimento estomatal.

POTÁSSIO

- **DEFICIÊNCIA**
- Sem aparecimento visual
- Redução crescimento – produção
- Grãos pequenos, enrugados e deformados e a maturidade da soja é atrasada, podendo causar também haste verde, retenção foliar e vagens chochas.

POTÁSSIO

- DEFICIÊNCIA



Deficiência de potássio em soja.

Fonte: Potafos

ADUBAÇÃO POTÁSSICA

- Adubação corretiva com potássio - análise do solo

Tabela 4.12. Adubação corretiva de potássio para solos de Cerrados com teor de argila >20%, de acordo com dados de análise de solo.

Teores de K extraível		Adubação indicada (kg ha ⁻¹ de K ₂ O) ¹
mg dm ⁻³	cmolc dm ⁻³	
≤25	≤0,06	100
25 a 50	0,06 a 0,13	50
>50	>0,13	0

¹Aplicação parcelada de 1/3 na semeadura da soja e 2/3 em cobertura 30 a 40 dias após a semeadura. Estando o nível de K extraível acima do valor crítico (50 mg dm⁻³ ou 0,13 cmolc dm⁻³), indica-se a adubação de manutenção de 20 kg de K₂O para cada tonelada de grão a ser produzida.

Fonte: Sousa & Lobato (1996).

ADUBAÇÃO POTÁSSICA

- Adubação a lanço
- Solos - teor de argila > 20%.
- Solos de textura arenosa, NÃO se deve fazer adubação corretiva de potássio, devido às perdas por **LIXIVIAÇÃO**.

ADUBAÇÃO POTÁSSICA

- MANUTENÇÃO
- Na semeadura da soja, como manutenção, aplicar 20 kg de K_2O para cada 1.000 kg de grãos que se espera produzir.

Tabela 4.16. Adubação mineral de semeadura para o Estado de São Paulo.

Produtividade esperada ¹	P resina, mg dm ⁻³				K ⁺ trocável, mmol _c dm ⁻³			
	<7	7 a 16	16 a 40	>40	<0,8	0,8 a 1,5	1,5 a 3,0	>3,0
t ha ⁻¹	P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)				K ₂ O (kg ha ⁻¹)			
<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	– ¹	80	50	40	80	60	60	40

¹ Não é possível obter essa produtividade com a aplicação localizada de fósforo em solos com teores muito baixos de P.

Fonte: Mascarenhas & Tanaka, 1997.

ENXOFRE

- **FUNÇÕES**

- Ligado a síntese de aminoácido

- **DEFICIÊNCIA**

- Similares aos da deficiência de nitrogênio, caracterizada por uma clorose geral das folhas, incluindo as nervuras, que de verde-pálido passam a amarelo.
- Sintomas iniciam-se nas folhas novas.

ADUBAÇÃO COM ENXOFRE

- Determinar corretamente a necessidade de enxofre
- Análise de solo – nas profundidades, 0 a 20 cm e 20 a 40 cm,
- Devido à mobilidade do nutriente no solo e ao seu acúmulo na segunda camada.

ADUBAÇÃO COM ENXOFRE

- 40% do S absorvido é exportado
- Absorção de 15 Kg/ ton de grãos produzidos
- Quantidades recomendadas – análise de solo
- Níveis críticos:
- Solos argilosos (> 40% de argila) 10 mg dm⁻³ e 35 mg dm⁻³
- Solos arenosos (< 40% de argila) 3 mg dm⁻³ e 9 mg dm⁻³
- Nas profundidades 0 a 20 cm e 20 a 40 cm

Tabela 4.18. 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.

Faixas para interpretação		Teor de S no solo ¹				Quantidade de S a aplicar (kg ha^{-1})
		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	
Baixo	Baixo	<5	<20	<2	<6	80+M ²
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

¹ Métodos: Extração- $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ $0,01 \text{ M L}^{-1}$; Determinação-Turbidimetria.

² M=Manutenção: 10 kg para cada 1000 kg de produção de grãos esperada.

Fonte: Sfredo et al. (2003).

ADUBAÇÃO COM ENXOFRE

- **ADUBAÇÃO DE MANUTENÇÃO**
- 10 kg de S para cada 1.000 kg de grãos.

- **FONTES:**
- Gesso agrícola – 15% de S
- Superfosfato simples – 12% de S
- Enxofre elementar – 98% de S
- Formulações NPK com S – máximo 8%

CÁLCIO E MAGNÉSIO

- **FUNÇÕES - Ca**
- Importante no processo de infecção da raiz pela bactéria fixadora de N

- **FUNÇÕES - Mg**
- Constituinte da clorofila
- Relaciona-se a síntese de proteína

CÁLCIO E MAGNÉSIO

- **DEFICIÊNCIA - Ca**
- Redução de crescimento do tecido meristemático no caule, na folha e na ponta da raiz
- nas folhas novas e nos pontos de crescimento

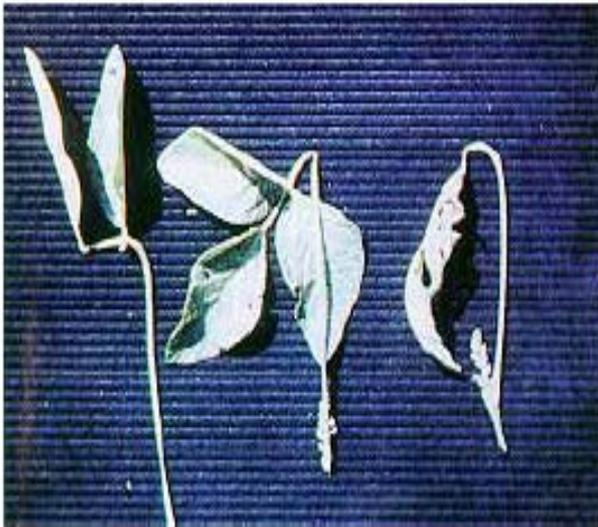


Foto 7. Colapso do pecíolo causado pela deficiência de cálcio.



Foto 8. Deficiência de cálcio.

CÁLCIO E MAGNÉSIO

- **DEFICIÊNCIA - Mg**
- Verde-pálido nas bordas, passando após para uma clorose marginal nas folhas mais velhas, e com o decorrer do tempo a clorose avança para dentro, entre as nervuras.



Deficiência de magnésio em soja (Original: EM-BRAPA-CNPSO).

CÁLCIO E MAGNÉSIO

- **FORNECIDOS**
- Calagem – tipo de calcário
- Gesso (Ca)

MICRONUTRIENTES

- Solos sob cerrado – baixos teores de B, Cu, Na e Mn
- Deficiência pode ser por indução:
- Alto teor de P – antagonismo na absorção de Zn
- Calagem em excesso – menor disponibilidade de Cu, Fe, Mn e Zn
- Calagem em deficiência – menor Mo e maior Mn (toxidez)
- Teores altos de Ca – antagonismo na absorção de B
- Teores altos de Mg – antagonismo na absorção de Mn
- Baixos teores de MO – deficiência de B, Cu, Mo, S...

MICRONUTRIENTES

- **MANGANÊS**
- Associado a síntese de clorofila e proteínas

- **COBALTO**
- Biossíntese da leghemoglobina

- **MOLIBDÊNIO**
- Faz parte da composição das enzimas nitrogenase e nitrato redutase.



MICRONUTRIENTES

- **ZINCO** - Ligado a síntese do triptofano
- **COBRE** - Ativador enzimático
- **FERRO** - Constituinte da nitrogenase
- **MANGANÊS** - Associado a síntese de clorofila e proteínas
- **BORO** - Necessidade nos tecidos meristemáticos, processo de fecundação e síntese de aminoácido

MICRONUTRIENTES

- **APLICAR**
- A lanço quando dose total
- Sulco de semeadura – $1/3$ da dose recomendada por 3 anos consecutivo
- Efeito residual – 5 anos

MICRONUTRIENTES

- **REAPLICAÇÃO**
- Diagnose foliar como método de avaliação.

- **AMOSTRAGEM DE FOLHAS**
- Período da floração (R2)

Tabela 4.20. Limites para a interpretação dos teores de micronutrientes no solo, extraídos por dois métodos de análise, para culturas anuais, nos solos do Cerrado.

Faixas	Métodos							
	Água quente	Mehlich 1 ¹			DTPA ²			
	B ¹	Cu ²	Mn ³	Zn ⁴	Cu ²	Fe ⁵	Mn ³	Zn ⁴
	mg dm ⁻³							
Baixo	<0,30	<0,33	<5,0	<0,60	<0,15	<5	<1,0	<0,30
Médio	0,30 - 0,49	0,33 - 0,73	5,0 - 9,9	0,60 - 1,29	0,15 - 0,33	5 - 11,9	1,0 - 1,9	0,30 - 0,69
Alto	0,50 - 2,0	0,74 - 10,0	10,0 - 30,0	1,30 - 10,0	0,34 - 7,0	12 - 30	2,0 - 10,0	0,70 - 10,0
Muito Alto ⁶	> 2,0	>10,0	>30,0	>10,0	>7,0	>30	>10,0	>10,0

Fonte: ¹Galvão (2002); ²Sfredo et al. (2010); ³Sfredo et al. (2008); ⁴Sfredo et al. (2009); ⁵Raj et al. (1997); ⁶Sfredo (2008).

Tabela 4.21. Indicação da aplicação de doses de micronutrientes no solo, para a cultura da soja¹.

Teor	B	Cu	Mn	Zn
	kg.ha ⁻¹			
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 ¹	0,0	0,0	0,0	0,0

Fonte: Sfredo et al. (1999); ¹ Sfredo (2007).



MICRONUTRIENTES

- Dificuldade de aplicação devido pequena quantidade
- **ALTERNATIVAS:**
- Formulações NPK com micronutrientes
- FTE – adubo exclusivo de micronutrientes
- Aplicação via semente
- Aplicação via foliar



MICRONUTRIENTES

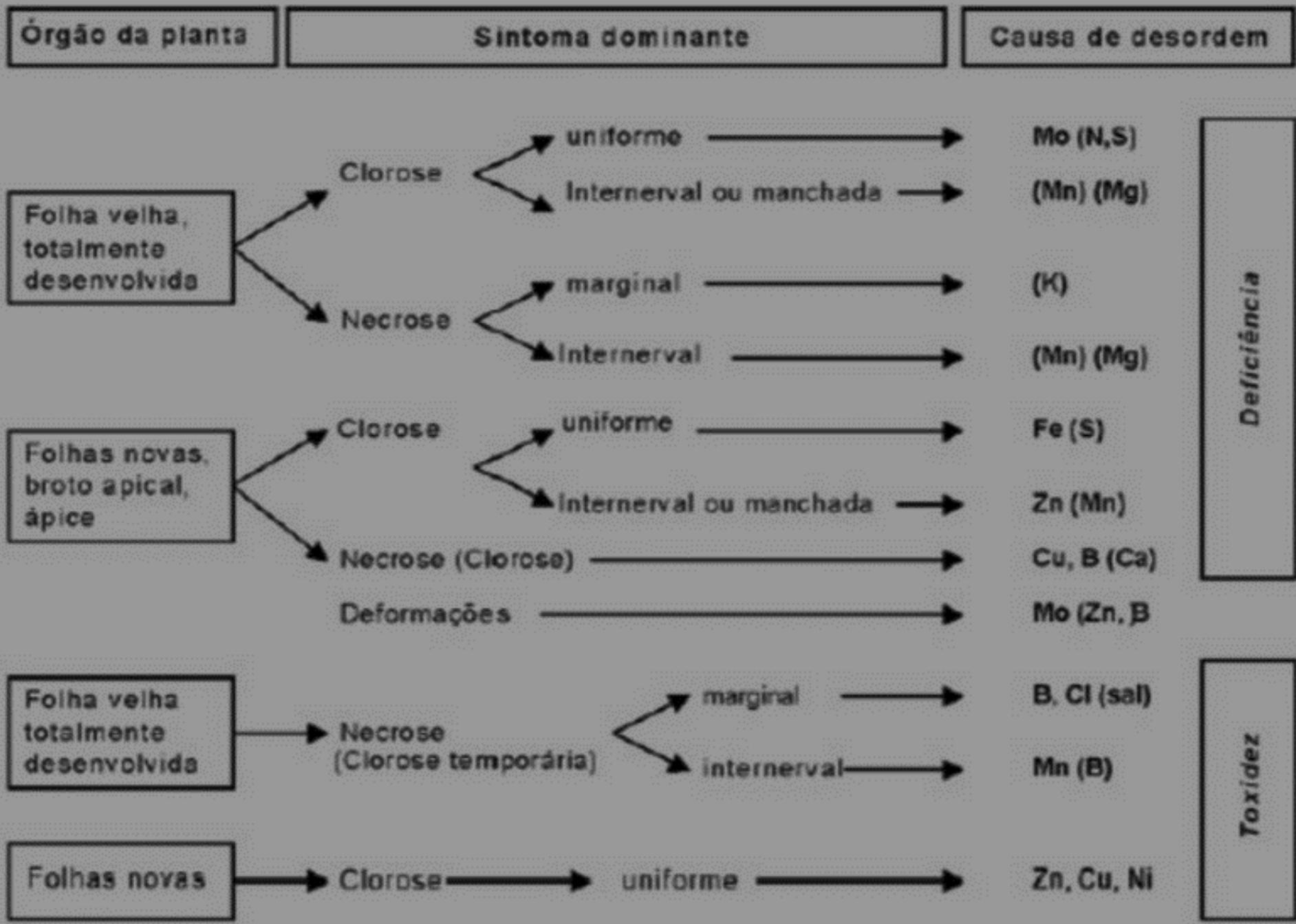
- **APLICAÇÃO VIA SEMENTE**
- 2 a 3 g de Co/ha
- 12 a 25 g de Mo/ha



MICRONUTRIENTES

- **APLICAÇÃO VIA FOLIAR**
- 2 a 3 g de Co/ha
- 12 a 25 g de Mo/ha
- Aplicar antes do florescimento (V3 – V5)

- 350 g de Mn/ha (1,5 kg de MnSO_4) diluído em 200 litros de água com 0,5% de uréia.
- Aplicar estádios iniciais da cultura – até R1



Toxidez



SOJA

Coleta de amostras para análise foliar:

- Época - florescimento
- Tipo de folha - 3º trifólio

Respostas significativas

- ☀ Manganês
- ☀ Cobalto
- ☀ Molibdênio

Fonte: EMBRAPA (2003).

APLICAÇÕES VIA FOLIAR

- 15 DAE – 4 kg de micronutrientes + 2 kg de Ca
- 40 DAE – 4 kg 10-50-10 + 2 kg micronutrientes + 2 kg Ca
- Florescimento Pleno – 4 kg 10-50-10 + 4 kg micronutrientes
- Florescimento Canivete – 4 kg 10-10-10 + 4 kg micronutrientes

Desenvolvimento e Produtividade da Cultura da Soja em Função de Distintas Formas de Fornecimento de Micronutrientes

Rafael Gonçalves Vilela, Pesquisador/Fundação Chapadão, Eng°. Agr°. Me. - CREA 1311545263.

Marcelo Valentini Arf, Pesquisador/Fundação Chapadão, Eng°. Agr°. Dr. - CREA 5062936636.

Raphael de Souza Calcanho, Estagiário/Fundação Chapadão, Convênio UFMS.

Rafael Ferreira Barreto, Mestrando/Fundação Chapadão, Convênio UFMS.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos.

Tratamentos	Produto Comercial	Dose Kg ha ⁻¹ / L ha ⁻¹	Aplicação
T1	Kcl sem revestimento ¹	150	Pré semeadura
T2	KCl revestido	150 + 8 (MS-MN 25 RR)	Pré semeadura
T3	KCl revestido	150 + 16 (MS-MN 25 RR)	Pré semeadura
T4	KCl revestido	150 + 24 (MS-MN 25 RR)	Pré semeadura
T5	KCl revestido + Micro foliar	150 + 24 (MS-MN 25 RR) + 1	Pré semeadura + V5
T6	KCl sem revestimento + Micro foliar	150 + 1	Pré semeadura + V5
T7	Testemunha	0	-----
T8	Micro Foliar	1	V5

¹Revestimento com polímero e micronutrientes; como fonte de micronutrientes em pré semeadura utilizou-se o produto comercial MS-Mn 25 RR® (Pó) que contém: 18,5 % de S; 0,5% de B; 1,0% de Cu; 25% de Mn; 4,0% de Zn; como fonte via foliar utilizou-se produto composto por 10,0% de N; 8,0% de P₂O₅; 8,0% de K₂O; 1,0% de Ca; 0,50% de Mg; 0,50% de B; 0,20% de Cu; 6,75% de Mn; 1,0% de Zn).

Tabela 2. Micronutrientes nos tecidos foliares analisado no estágio de florescimento pleno na cultura da cultura da soja em função de distintas formas de aplicação. Fundação Chapadão - Chapadão do Sul, MS, Safra 2013/14

Tratamentos	Cu	Fe	Mn	Zn	B
	----- mg kg ⁻¹ -----				
T1-KCl sem revestimento	7,65 a	174,77 a	295,1 a	29,19 a	27,25 a
T2-KCl revestido c/ 8 kg ha ⁻¹ de MS-Mn 25 RR®	6,96 a	167,95 a	318,0 a	27,83 a	28,09 a
T3-KCl revestido c/ 16 kg ha ⁻¹ de MS-Mn 25 RR®	6,47 a	156,84 a	275,7 a	24,13 a	27,66 a
T4- KCl revestido c/ 24 kg ha ⁻¹ de MS-Mn 25 RR®	7,83 a	166,40 a	242,8 a	27,34 a	32,15 a
T5-KCl revestido c/ 24 + Micro foliar	8,00 a	167,99 a	312,1 a	25,86 a	30,47 a
T6-KCl sem revestimento + Micro foliar	7,92 a	159,82 a	287,0 a	24,81 a	28,22 a
T7-Testemunha	6,72 a	161,40 a	208,1 a	26,85 a	28,23 a
T8-Micro foliar	7,72 a	174,18 a	202,5 a	27,69 a	27,06 a
F ⁽¹⁾	1,19ns	0,42ns	1,12ns	0,96ns	2,75ns
DMS	2,74	50,20	212,06	8,58	5,31
CV(%)	12,82	10,48	27,48	11,14	6,43

Teste F: ** e * – significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente e NS não significativo; Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; CV – coeficiente de variação; DMS – diferença mínima significativa.

Tabela 3. Massa de cem grãos e produtividade em grãos da cultura da soja em função de distintas formas de aplicação de micronutrientes. Fundação Chapadão - Chapadão do Sul, MS, Safra 2013/14

Tratamentos	Massa de	Produtividade	Produtividade
	100 grãos	de grãos	de grãos
	--- g ---	-- kg ha ⁻¹ --	-- sc ha ⁻¹ --
T1-KCl sem revestimento	12,2 a	2.125 ab	35
T2-KCl revestido c/ 8 kg ha ⁻¹ de MS-Mn 25 RR®	12,3 a	2.200 ab	37
T3-KCl revestido c/ 16 kg ha ⁻¹ de MS-Mn 25 RR®	12,7 a	2.039 ab	34
T4- KCl revestido c/ 24 kg ha ⁻¹ de MS-Mn 25 RR®	12,1 a	2.111 ab	35
T5-KCl revestido c/ 24 + Micro foliar	12,6 a	2.253 a	37
T6-KCl sem revestimento + Micro foliar	12,4 a	1.934 ab	32
T7-Testemunha	12,6 a	1.789 b	30
T8-Micro foliar	12,5 a	1.885 ab	31
F ⁽¹⁾	0,68 ^{ns}	2,95*	-
DMS	1,20	444,59	-
CV(%)	4,07	9,18	-

Teste F: ** e * – significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente e NS não significativo; Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; CV – coeficiente de variação; DMS – diferença mínima significativa.

Forma de disponibilização:

Software.

Descrição resumida:

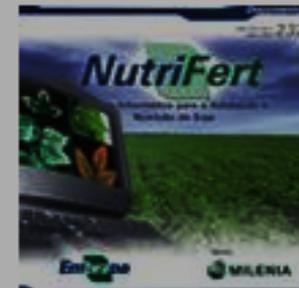
O NutriFert é composto de três planilhas e um arquivo de fotos.

FertSoja - Permite a realização de cálculos automáticos de recomendações de adubação e calagem para a soja, em todos os estados brasileiros;

NutriSoja - É a diagnose foliar, cujos resultados possibilitam conhecer o estado nutricional das plantas, em complemento à análise do solo e pode auxiliar em muito na recomendação correta de fertilizantes;

SoloSoja - É mais um complemento de auxílio às recomendações de fertilizantes. Auxilia ainda mais na interpretação dos resultados da análise do solo, mostrando se os componentes da análise do solo estão em níveis adequados.

Arquivo de fotos - Para facilitar a interpretação de possíveis sintomas de deficiências ou de toxicidades de nutrientes nas plantas de soja, são apresentadas várias fotos, bastante ilustrativas, com os referidos sintomas, em uma pasta eletrônica. Facilita a identificação de sintomas de deficiência e toxicidade de nutrientes no campo.



<http://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=462655&biblioteca=vazio&busca=462655&qFacets=462655&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1>