

MICRONUTRIENTES

no solo

INTERESSE PELA UTILIZAÇÃO DE MICRONUTRIENTES



- ✓ Solos dos cerrados são originalmente deficientes em micronutrientes;
- ✓ O aumento da produtividade com > remoção de micronutrientes;
- ✓ A incorporação inadequada de calcário (deficiências induzidas);
- ✓ O aumento na utilização de fertilizantes NPK de alta concentração;
- ✓ O aprimoramento de ferramentas como análise de solos e análise foliar como instrumentos de diagnose de deficiências e toxidez de micronutrientes.

Absorção Atômica



ANÁLISE DE MICRONUTRIENTES

Micronutrientes associados c/ Minerais Primários

<u>Min. Primário</u>	<u>Elementos principais</u>	<u>Elementos acessórios</u>
Olivino	Mg, Fe, Si	Ni, Co, Mn, Li, Zn, Cu, Mo
Hornblenda	Mg, Fe, Ca, Al, Si	Ni, Co, Mn, Sc, Li, Zn, Cu, Ga, V
Augita	Ca, Mg, Al, Si	Ni, Co, Mn, Sc, Li, V, Zn, Pb, Cu, Ga
Biotita	K, Mg, Fe, Al, Si	Rb, Ba, Ni, Co, Sc, Li, Mn, V, Zn,
Apatita	Ca, P, F	Cu, Ga
Anortita	Ca, Al, Si	Pb, Sr
Andesina	Ca, Na, Al, Si	Sr, Cu, Ga, Mn
Oligoclasa	Na, Ca, Al, Si	Sr, Cu, Ga, Mn
Albita	Na, Al, Si	Cu, Ga
Ortoclasa	K, Al, Si	Cu, Ga
Muscovita	K, Al, Si	Rb, Ba, Sr, Cu, Ga
Ilmenita	Fe, Ti	F, Rb, Ba, Sr, Ga, V
Magnetita	Fe	Co, Ni, Cr, V
Turmalina	Ca, Mg, Fe, B, Al, Si	Zn, Co, Ni, Cr, V, Li, F, Ga

Fonte: Fassbender H., y Bornemisza, E. 1994

Formas assimiláveis de micronutrientes

<i>Elemento</i>	Símbolo Químico	Forma disponível para planta	Peso atômico	Concen. (ppm)
Cloro	Cl	Cl ⁻	35,5	100
Ferro	Fe	Fe ²⁺ , Fe ³⁺	55,8	100
Boro	B	H ₃ BO ₃	10,8	20
Manganês	Mn	Mn ²⁺	54,9	50
Zinco	Zn	Zn ²⁺	65,4	20
Cobre	Cu	Cu ⁺ , Cu ²⁺	63,5	6
Molibdênio	Mo	MoO ₄ ²⁻	95,9	0,1

Fonte: Adaptado de Salisbury e Ross, 1992

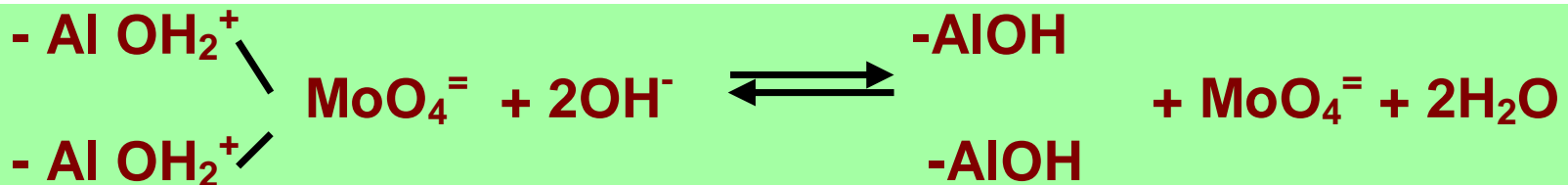
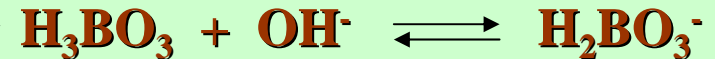
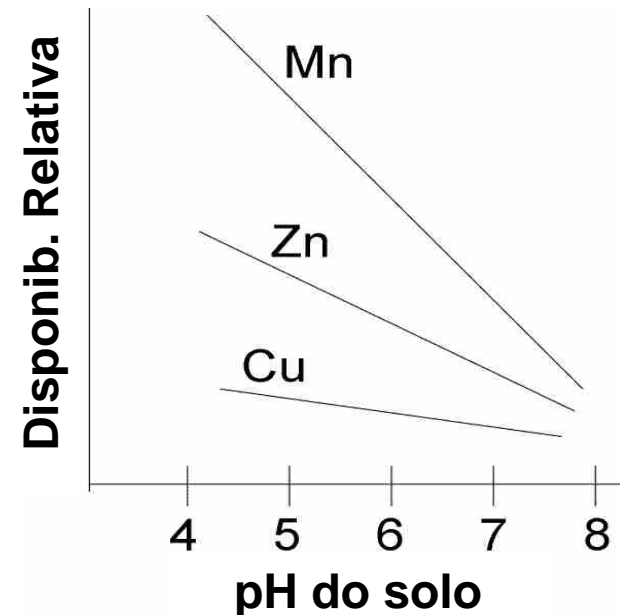
ÂNIONS: B, Cl⁻, MoO₄⁼

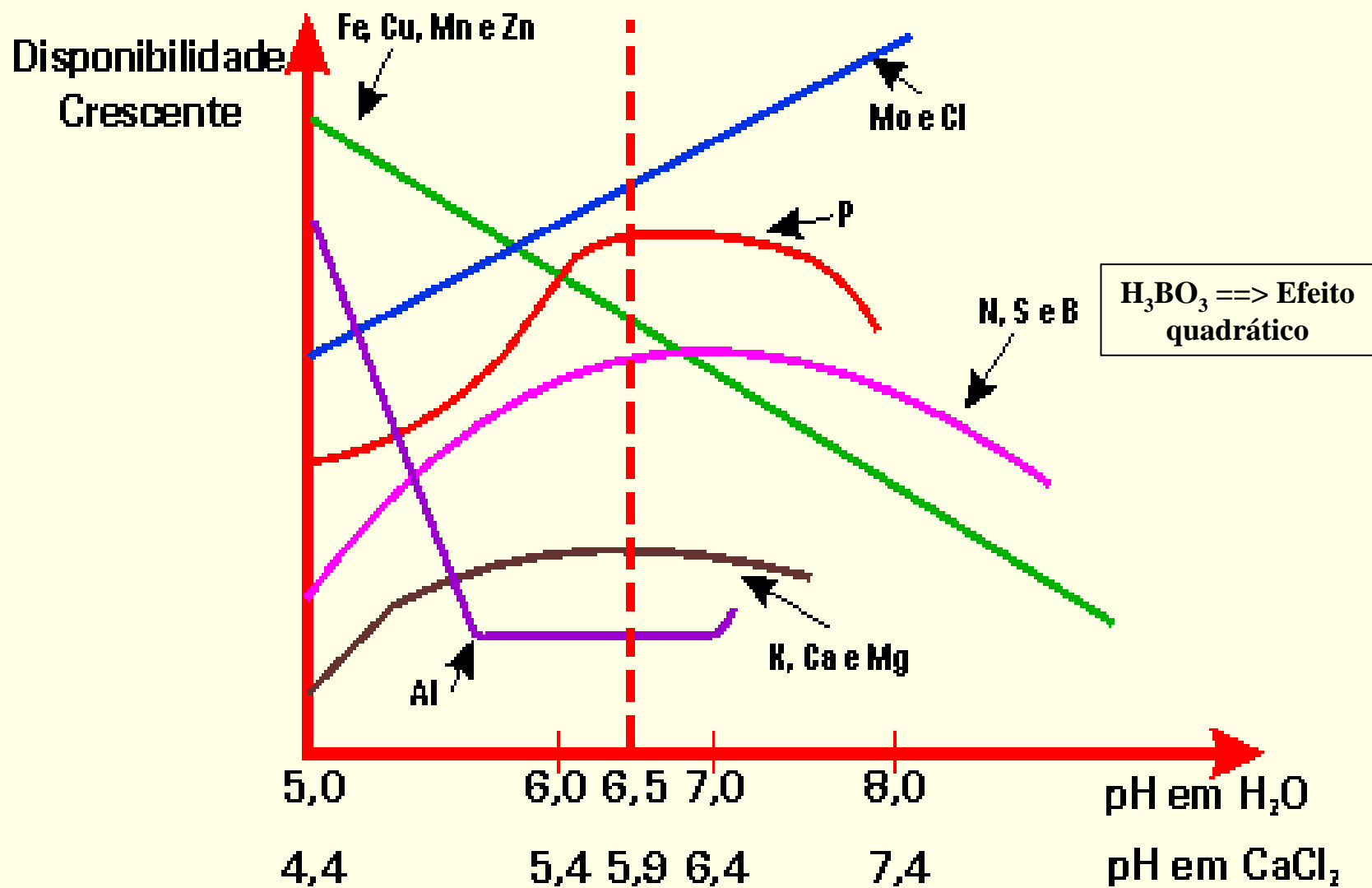
CÁTIONS: Cu⁺⁺, Fe⁺⁺, Mn⁺⁺, Zn⁺⁺, Co⁺⁺

CARACTERÍSTICAS QUE PODEM AFETAR A DISPONIBILIDADE DOS MICRONUTRIENTES NO SOLO

a) pH:

- Alto: reduz a disponibilidade do Cu, Fe, Zn, B e Co, mas especialmente de Mn; O B tende a diminuir por causa da lixiviação;
- Baixo: reduz a disponibilidade do MoO_4^- ;





CARACTERÍSTICAS QUE PODEM AFETAR A DISPONIBILIDADE DOS MICRONUTRIENTES NO SOLO

b) matéria orgânica:

- Em geral quanto > teor de M.O. > disponibilidade dos micronutrientes;
- M.O. pode afetar a disponibilidade do Cu;
- M.O. é a principal reserva de B nos solos agrícolas;
- Os íons metálicos como Fe, Mn e Zn tem a capacidade de formar complexos estáveis com a M.O.. Em geral, a ordem de estabilidade dos quelatos naturais, segundo o íon é:

Cu > Fe > Co > Zn > Mn



Cu x PD

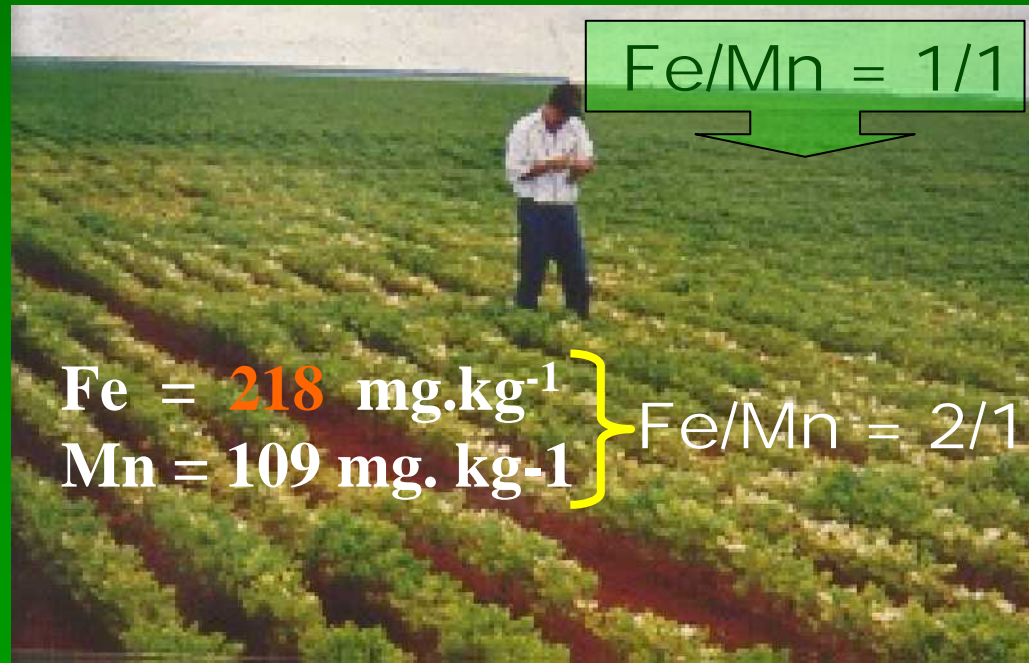
CARACTERÍSTICAS (SOLO) QUE AFETAM A DISPONIBILIDADE DOS MICRONUTRIENTES

c) textura: A disponibilidade de micronutrientes catiônicos (metais) é menor em solos arenosos

d) microorganismos: podem liberar íons para as plantas durante os processos de mineralização ou complexar íons (imobilizar).

e) potencial de oxi-redução: Em condições de alta oxidação (solos aerados/arenosos), diminui a disponibilidade principalmente de Fe e Mn.

Mn x Aeração Solo



Fe/Mn = 1/1

Fe = 218 mg.kg⁻¹

Mn = 109 mg.kg⁻¹

Fe/Mn = 2/1



**Niveis criticos
(solon)**

Interpretação da análise de solo do Cerrado, da camada de 0 a 20 cm, a pH H₂O = 6,0 para B, Cu, Mn e Zn.

Interpretação	B ¹	Cu ²	Mn ²	Zn ²
	----- mg/dm ³ -----			
Baixo	< 0,2	< 0,4	< 2,0	< 1,0
Médio	0,2 a 0,5	0,4 a 0,8	2,0 a 5,0	1,1 a 1,6
Alto	> 0,5	> 0,8	> 5,0	> 1,6

1 Extraído com água quente.

2 Extraído com extrator Mehlich 1.

INTERPRETAÇÃO ANÁLISE DE SOLO (MICRONUTRIENTES)

CLASSES DE TEORES

Teor	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	água quente	DTPA			
	mg.dm ⁻³				
Baixo	0 – 0,2	0 – 0,2	0 – 4	0 – 1,2	0 – 0,5
Médio	0,21 – 0,6	0,3 – 0,8	5 – 12	1,3 – 5,0	0,6 – 1,2
Alto	> 0,6	> 0,8	> 12	> 5,0	> 1,2

Fonte: Raij et al., 1996

1 mg.dm⁻³ de B, Cu, Fe, Mn, Zn = **2 kg/ha** B, Cu, Fe, Mn, Zn

Ex: 0,6 mg.dm⁻³

B = 1,2 kg/ha Boro

Níveis de fertilidade para interpretação de micronutrientes em análises de solos para o Estado de São Paulo. Fonte: Raij et al., (eds.), 1996.

Micronutrientes	Baixo	Médio	Alto
	-----mg/dm ³ -----		
Boro (B)	0-0,20	0,21-0,60	>0,60
Cobre (Cu)	0-0,2	0,3-0,8	>0,8
Ferro (Fe)	0-4,0	5,0-12	>12
Manganês (Mn)	0-1,2	1,2-5,0	>5,0
Zinco (Zn)	0-0,5	0,6-1,2	>1,2

a) mg/dm³=antigo ppm

b) Extratores: B = água quente; Cu, Fe, Mn e Zn = DTPA.

Níveis de fertilidade para interpretação de análises de solos para micronutrientes em uso nos laboratórios de Minas Gerais. Fonte: Adaptado de CFSEMG, 1999 (no prelo).

Micronutrientes	Teor no solo				
	Muito baixo	Baixo	Médio	Bom	Alto
	-----mg/dm ³ -----				
Boro ⁽¹⁾	< ou = 0,15	0,16 - 0,35	0,36 - 0,6	0,61 - 0,90	> 0,90
Cobre ⁽²⁾	< ou = 0,3	0,4 - 0,7	0,8 - 1,2	1,3 - 1,8	> 1,8
Ferro ⁽²⁾	< ou = 8,0	9,0 - 18	19 - 30	31 - 45	> 45
Manganês ⁽²⁾	< ou = 2,0	3,0 - 5,0	6,0 - 8,0	9,0 - 12	> 12
Zinco ⁽²⁾	< ou = 0,4	0,5 - 0,9	1,0 - 1,5	1,6 - 2,2	> 2,2

Micronutrientes	Teor no solo		
	Baixo	Médio	Alto
	-----mg/dm ³ -----		
Cobre ⁽³⁾	0 - 0,2	0,3 - 0,8	> 0,8
Ferro ⁽³⁾	0 - 4,0	5,0 - 12	> 12
Manganês ⁽³⁾	0 - 1,2	1,3 - 5,0	> 5,0
Zinco ⁽³⁾	0 - 0,5	0,6 - 1,2	> 1,2

a) mg/dm³ = antigo ppm

b) Extratores: ⁽¹⁾B=água quente; ⁽²⁾Cu. Fe. Mn. Zn=Mehlich-1; ⁽³⁾Cu, Fe, Mn, Zn=DTPA

Níveis de fertilidade para interpretação de micronutrientes em análises de solos para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Fonte: CFSRS/SC, 1994.

Micronutrientes	Baixo	Médio	Suficiente
	mg/L		
Boro (B)	<0,1	0,1-0,3	>0,3
Cobre (Cu)	<0,15	0,15-0,40	>0,40
Zinco (Zn)	<0,2	0,2-0,5	>0,5

a) mg/L = antigo ppm (massa/volume)

b) Extratores: B = água quente; Cu e Zn = HCl 0,1 M.