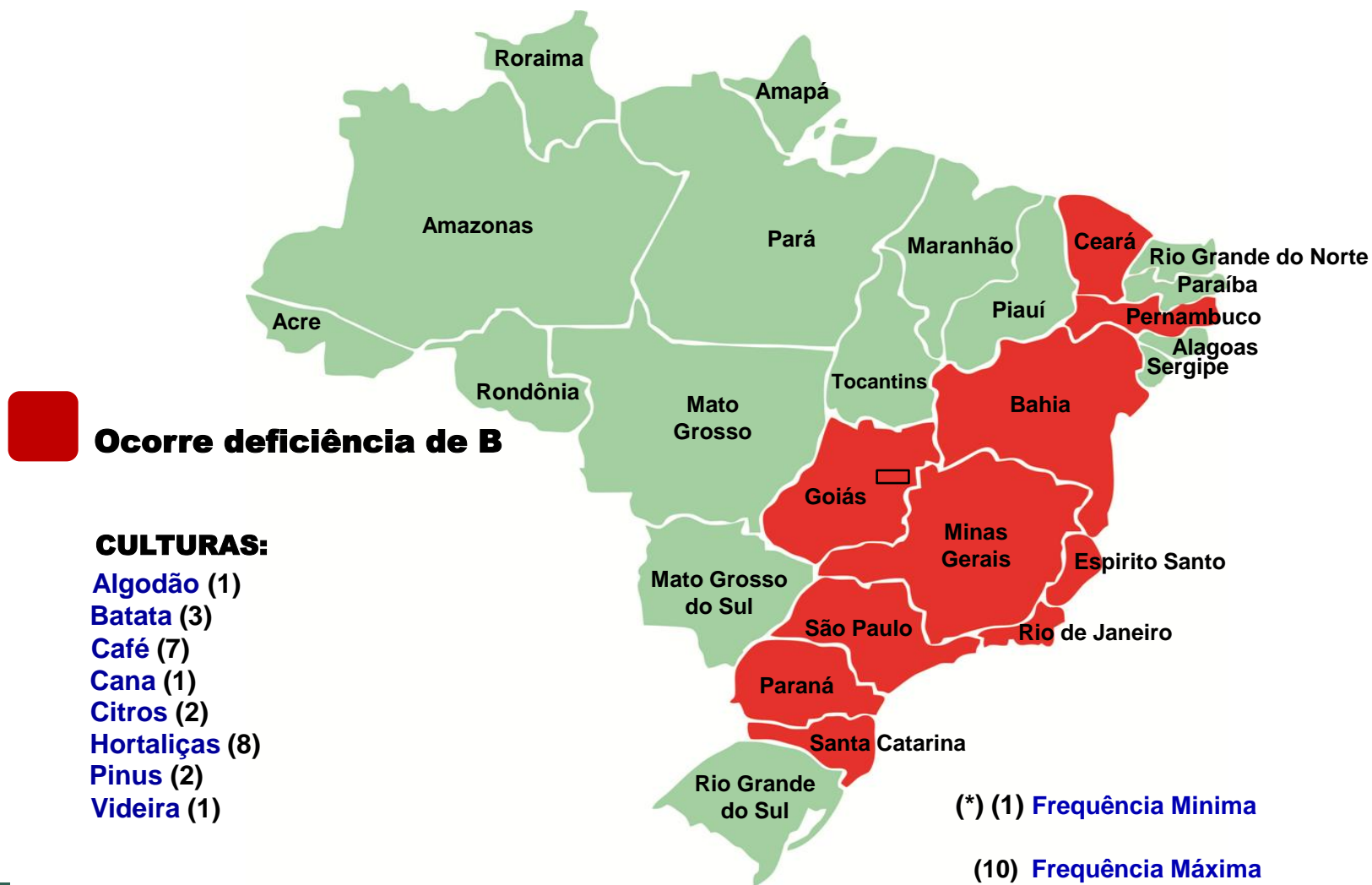


Boro



Freqüência Relativa das Deficiências de Boro no Brasil



Boro no Solo

Teor Médio na Litosfera 3 ppm, depende do material de origem:

GRANITO - 3 ppm B

BASALTO - 1,6 ppm B

CALCÁRIO - 1,6 ppm B

SEDIMENTOS MARINHOS - 100 a 160 ppm B

FONTE MINERAL MAIS IMPORTANTE É A **TURMALINA** (3% B), REPRESENTADO CERCA DE 95% DA RESERVA DO ELEMENTO EM SOLOS DE REGIÕES ÚMIDAS.

PARA AS PLANTAS CONSIDERA-SE COMO A FONTE MAIS IMPORTANTE DE B A **MATÉRIA ORGÂNICA** A QUAL ATRAVÉS DA MINERALIZAÇÃO LIBERA-O PARA A SOLUÇÃO DO SOLO.

ACEITA-SE COMO B DISPONÍVEL PARA A PLANTA, A FRAÇÃO DO BORO QUE PODE SER EXTRAÍDA POR ÁGUA QUENTE OU POR SOLUÇÃO DE ACETATO DE AMÔNIO N COM Ph 4,0.

NOS SOLOS BRASILEIROS OS TEORES DE B CAEM EM GERAL DENTRO DA FAIXA.

DISPONÍVEL: 0,06 – 0,5 ppm

TOTAL: 30 – 60 ppm

EXISTE CORRELAÇÃO POSITIVA ENTRE BORO DISPONÍVEL E O TEOR DE M.O.

A CARÊNCIA DE B É MAIS COMUM NAS SEGUINTESS CONDIÇÕES:

1. SOLOS POBRES EM M.O. E EM B TOTAL

2. SECA:

- a) DIMINUIR A ATIVIDADE DOS MICROORGANISMOS, DIMINUINDO A MINERALIZAÇÃO DA M.O.**
- b) MENOR SOLUBILIDADE DO B NO SOLO.**
- c) RETENÇÃO DO B PELAS ARGILAS.**
- d) DIFICULDADE DAS PLANTAS EM ABSORVEREM O B (MURCHAMENTO)**

EXCESSO DE CHUVA: LAVA O B DO PERFIL DO SOLO.

CALAGEM EXCESSIVA – QUE REDUZ A DISPONIBILIDADE.

TOXIDEZ

SINTOMAS DE TOXIDEZ CAUSADOS POR EXCESSO DE B NO SOLO E POR PRÁTICAS AGRÍCOLAS PODEM SER CONSTATADOS AS VEZES:

- **SOLOS DERIVADOS DE SEDIMENTOS MARINHOS**
- **SOLOS DERIVADOS DE DEPÓSITOS GEOLIGACOS RICOS EM B**

PRÁTICAS AGRÍCOLAS QUE PODEM INDUZIR TOXIDEZ DE BORO

- 1. SOLOS IRRIGADOS COM H₂O CONTENDO TEOR ELEVADO DE B (> 2 ppm).**
- 2. APLICAÇÃO PESADA DE ADUBOS RICOS EM B.**

ABSORÇÃO, DISTRIBUIÇÃO E FUNÇÕES NA PLANTA

O B É ABSORVIDO PELAS PLANTAS NA FORMA DE H_3BO_3 E $H_2BO_3^-$. A MOBILIDADE DO B É PRATICAMENTE NULA. GERALMENTE AS PARTES VELHAS DA PLANTA SÃO MAIS RICAS EM B DO QUE AS NOVAS.

A FALTA DA REDISTRIBUIÇÃO DO B TEM AS SEGUINTESS CONSEQUÊNCIAS:

- 1. OS SINTOMAS DE CARÊNCIA APARECEM PRIMEIRAMENTE NOS ÓRGÃOS MAIS NOVOS E REGIÕES DE CRESCIMENTO (REDUÇÃO NO TAMANHO E DEFORMAÇÃO DAS FOLHAS MAIS NOVAS), MORTE DA GEMA TERMINAL, MENOR CRESCIMENTO DAS RAÍZES.**
- 2. A PLANTA PRECISA DE UM FORNECIMENTO CONTÍNUO PARA SOBREVIVER.**
- 3. PARA PREVENÇÃO OU CORREÇÃO DE DEFICIÊNCIA, O FORNECIMENTO DE B DEVE SER FEITO VIA RADICULAR.**

O LIMITE ENTRE CONCENTRAÇÃO SUFICIENTE NO SUBSTRATO E NÍVEL TÓXICO É MUITO ESTREITO.

BORO É O ÚNICO ELEMENTO QUE NÃO SATISFAZ O CRITÉRIO DIRETO DE ESSENCIALIDADE. SATISFAZ ENTRETANTO O CRITÉRIO INDIRETO, SENDO NO BRASIL, JUNTO COM O ZINCO, O MICRONUTRIENTE QUE MAIS APRESENTA DEFICIÊNCIA.

PAPÉIS ATRIBUÍDOS AO BORO

FORMAÇÃO DA PAREDE CELULAR.

- 1. DIVISÃO CELULAR – HÁ MENOR TEOR DE RNA E PORTANTO MENOR SÍNTESE DE PROTEÍNA QUANDO O ELEMENTO É DEFICIENTE.**
- 2. AUMENTO NO TAMANHO DAS CÉLULAS. O ÁCIDO BÓRICO FORMARIA COMPLEXO COM CARBOHIDRATOS.**
- 3. TRANSPORTE DE CARBOHIDRATOS DAS FOLHAS PARA OUTROS ÓRGÃOS (OCORRE UM ENGROSSAMENTO DAS FOLHAS DEFICIENTES EM BORO DEVIDO AO EXCESSO DE CH QUE NÃO PODE SER TRANSPORTADO).**

SINTOMAS DE CARÊNCIA DE BORO

ESTÁGIO INICIAL: NÃO HÁ SINTOMA TÍPICO; EM MUITAS CULTURAS SOMENTE UMA ANÁLISE PODERÁ IDENTIFICAR A CARÊNCIA.

ESTÁGIO SEVERO: OCORRE DEGENERAÇÃO DOS TECIDOS MERISTEMÁTICOS; OS SINTOMAS INTERNOS SÃO ACOMPANHADOS POR SINTOMAS EXTERNOS QUE INCLUEM:

- a) CRESCIMENTO TERMINAL REDUZIDO “DIEBACK”, FORÇAMENTO DA BROTAÇÃO LATERAL.**
- a) FOLHAS DEFORMADAS, ESPESSAS E QUEBRADIÇAS.**
- b) PECÍOLOS E CAULES. ESPESSAMENTO, RUPTURA, ÁREAS MORTAS.**
- c) FRUTOS. TUBÉRCULOS E RAÍZES. NECROSES, SECAMENTO E PODRIDÃO.**

Teores em Folhas do Milho

(Mengel & Kirkby, 1987)

	DEFICIENTE	BAIXO	ADEQUADO	ALTO	TOXICIDADE
N (g kg⁻¹)	< 20,0	20-25	25-35	> 35	
P (g kg⁻¹)	< 1,0	1,0 - 2,0	2,0-5,0	5,0-8,0	> 8,0
K (g kg⁻¹)	< 10,0	10-15	15-30	30-55	> 55,0
Ca (g kg⁻¹)	< 1,0	1,0-2,0	2,0-10,0	> 10,0	
Mg (g kg⁻¹)	< 1,0	1,0-2,0	2,0-10,0	> 10,0	
Mn (mg kg⁻¹)	< 10	10-20	20-300	200-350	> 350
Fe (mg kg⁻¹)	< 10	10	10-300	300-550	
B (mg kg⁻¹)	< 2	3-5	6-40	40-55	> 55
Cu (mg kg⁻¹)	< 2	3-5	6-50	50-70	> 70
Zn (mgkg⁻¹)	< 15	15-20	20-70	70-150	> 150

Funções e Compostos em que o Boro participa na Planta (Hewitt & Smith, 1975)

Boro

Funções

**Transformação de CH,
Coordenação de Fenóis**

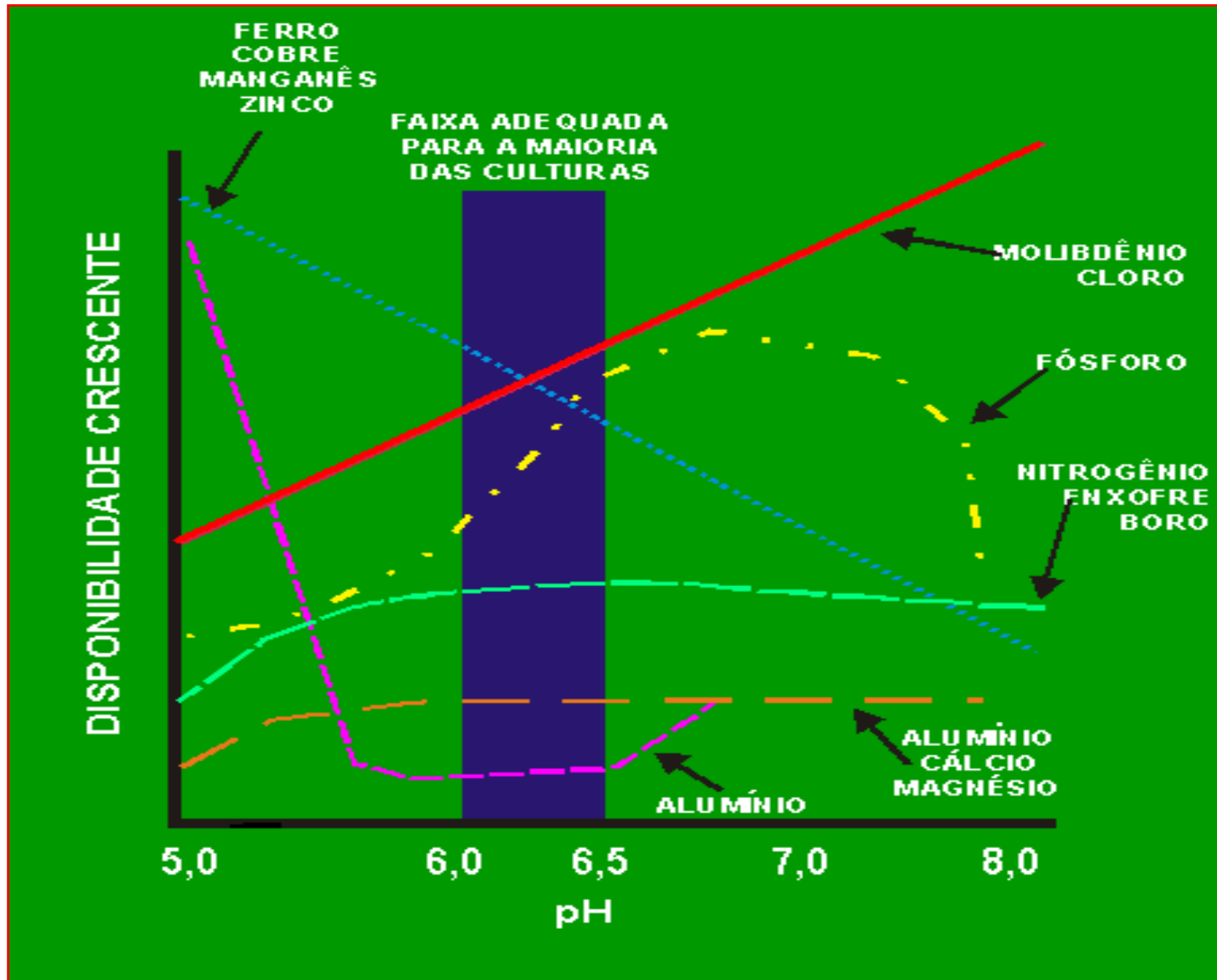
Compostos

- **Íon Borato: não se conhecem compostos orgânicos**

Concentração e Formas de Boro na Solução do Solo, Xilema e Floema das Plantas

Nutriente	Solução do Solo Conc. (μM)		Xilema		Floema	
	Valores Médios	Forma	Conc. (μM)	Forma	Conc. (μM)	Forma
Boro	-	H_3BO_4	6	H_3BO_4	n.d.	n.d.

pH E A DISPONIBILIDADE DOS ELEMENTOS NA SOLUÇÃO DO SOLO



Abundância de Micronutrientes, em Materiais de Origem (Kruskopf, 1972).

ROCHAS SEDIMENTARES

ELEMENTO	CALCÁRIO	ARENITO	FOLHELHO
(mg kg⁻¹)			
B	20	35	100
Fe	3.800	9.800	47.000
Mn	1.100	10.000	850
Cu	4	30	45
Zn	20	16	95
Mo	0,4	0,2	2,6

SOLUÇÃO DO SOLO

Boro Disponível em Solos de Piracicaba

SÉRIE PIRACICABA	TESTE GIRASSOL			
	BORO TOTAL	BORO SOLÚVEL	ALTURA (cm)	PESO (g)
SERROTE	82	0,06	26	4
MONTE ALEGRE	59	0,33	112	28
LATOS. VERM. FASE ARENOSA	40	0,10	36	3
PODZOLIZADO LINS- MARÍLIA	49	0,29	70	9

Boro Extraído com H₂O Quente – Rel. Solo/Água = 1:2

Resposta do Algodoeiro à Calagem e Boro em um LVA (Carvalho, 1980)

BORO kg/ha	CALCÁRIO		
	0	3	6
	kg/ha		
0	2595	2777	2383
0,75	3049	3257	3582
1,50	2946	3422	3770
2,25	2910	3273	3636

Produção de Tubérculos de Batatinha (kg/ha), Ensaio de Aplicação de Micronutrientes, Pindamonhangaba, SP (Gangantini et al.,1970).

TRATAMENTO	kg/ha
TESTEMUNHA	9.150
NPK	12.968
NPK + Mo	15.458
NPK + B	
NPK + B + Mo	
NPK = 60 – 180 - 30 kg/ha	
B = 20 kg/ha	
Mo = 0,5 kg DE Mo DE SÓDIO	

**Produção de Tubérculos de Batatinha (kg/ha),
Ensaio de Aplicação de Micronutrientes,
Pindamonhangaba, SP (Gangantini et al.,1970).**

TRATAMENTO	kg/ha
TESTEMUNHA	9.150
NPK	12.968
NPK + Mo	15.458
NPK + B	20.019
NPK + B + Mo	20.161
NPK = 60 - 180 - 30 kg/ha	
B = 20 kg/ha	
Mo = 0,5 kg DE Mo DE SÓDIO	

Efeito do Boro na Produção e da Concentração na Folha da Batata Cultivada em Solo Orgânico do Vale do Paraíba (SP).

TRATAMENTOS	EXPERIMENTO 1		EXPERIMENTO 2	
	TUBÉRCULO	B (FOLHA)	TUBÉRCULO	B (FOLHAS)
	t/ha	ppm	t/ha	ppm
NPK	14,8 A	28 A	6,4 A	14 A
NPK + B				
NPK + Zn	14,1 A	29 A	7,0 A	15 A
NPK + Cu	14,5 A	20 A	6,2 A	16 A
NPK + Mo	13,0 A	28 A	5,7 A	15 A
NPK + Fe	15,2 A	29 A	5,0 A	17 A
NPK + Mn	12,1 A	30 A	7,3 A	16 A

Efeito do Boro na Produção e da Concentração na Folha da Batata Cultivada em Solo Orgânico do Vale do Paraíba (SP).

TRATAMENTOS	EXPERIMENTO 1		EXPERIMENTO 2	
	TUBÉRCULO	B (FOLHA)	TUBÉRCULO	B (FOLHAS)
	t/ha	ppm	t/ha	ppm
NPK	14,8 A	28 A	6,4 A	14 A
NPK + B	22,3 B	40 B	16,4 B	23 B
NPK + Zn	14,1 A	29 A	7,0 A	15 A
NPK + Cu	14,5 A	20 A	6,2 A	16 A
NPK + Mo	13,0 A	28 A	5,7 A	15 A
NPK + Fe	15,2 A	29 A	5,0 A	17 A
NPK + Mn	12,1 A	30 A	7,3 A	16 A

Relação entre Teores de B e Triptofano em Tremoço.

B (ppm) SOLUÇÃO	TRIPTOFANO (ppm)
0,00	1,27
0,22	1,36
0,44	2,17
1,08	2,55

Efeito do Boro na Incorporação de Fosfato em DNA e na Síntese de Proteínas em Folhas e Raízes de Girassol (Mengel & Kirkby, 1987).

BORO mg/L	FOLHAS	RAÍZES
FOSFATO NO DNA - % DO TOTAL		
0	0,2	0,5
1	1,4	1,8
FOSFATO DO RNA - % DO TOTAL		
0	1,4	3,6
1	6,4	13,0
PROTEÍNA – mg/vaso		
0	627	713
1	1267	1468

Teores de Boro Considerados Adequados para Algumas Culturas (Malavolta, 1989).

CULTURA	B (mg kg ⁻¹)
ALGODÃO	20 – 30
CAFÉ	50 – 60
CANA	15 – 50
CITROS	36 – 100
MILHO	15 – 20
SOJA	21 – 55
TOMATE	50 – 70

Resposta do Girassol à Calagem e Boro em Mococa, SP (Quaggio et al., 1985).

Boro kg/ha	Calcário (t/ha)		
	0	4	8
	kg/ha		
0	852	1851	2343
1	737	2101	2508
2	1192	2223	1992

Teores em Folhas do Milho (Mengel & Kirkby, 1987)

	DEFICIENTE	BAIXO	ADEQUADO	ALTO	TOXICIDADE
N (g kg⁻¹)	< 20,0	20-25	25-35	> 35	
P (g kg⁻¹)	< 1,0	1,0 - 2,0	2,0-5,0	5,0-8,0	> 8,0
K (g kg⁻¹)	< 10,0	10-15	15-30	30-55	> 55,0
Ca (g kg⁻¹)	< 1,0	1,0-2,0	2,0-10,0	> 10,0	
Mg (g kg⁻¹)	< 1,0	1,0-2,0	2,0-10,0	> 10,0	
Mn (mg kg⁻¹)	< 10	10-20	20-300	200-350	> 350
Fe (mg kg⁻¹)	< 10	10	10-300	300-550	
B (mg kg⁻¹)	< 2	3-5	6-40	40-55	> 55
Cu (mg kg⁻¹)	< 2	3-5	6-50	50-70	> 70
Zn (mgkg⁻¹)	< 15	15-20	20-70	70-150	> 150

Principais Fontes de Boro Existentes no Mercado Brasileiro.

PRODUTO	% BORO
ÁCIDO BÓRICO	17
BÓRAX	11
PENTABORATO DE SÓDIO	21
COLEMANITA	10 – 17
BORO SILICATO	1
ULEXITA	6 - 11

PRINCIPAIS FRITAS EXISTENTES NO MERCADO BRASILEIRO

PRODUTO	FÓRMULA	% DO ELEMENTO
SILICATOS	FRITAS	B: 2,1 – 2,8 Cu: 0,8 – 2,0 Fe: 0,0 – 6,7 Mn: 0,0 – 10 Mo: 0,13 – 0,15 Zn: 0,0 – 0,15



MORANGO



BETERRABA



BATATA



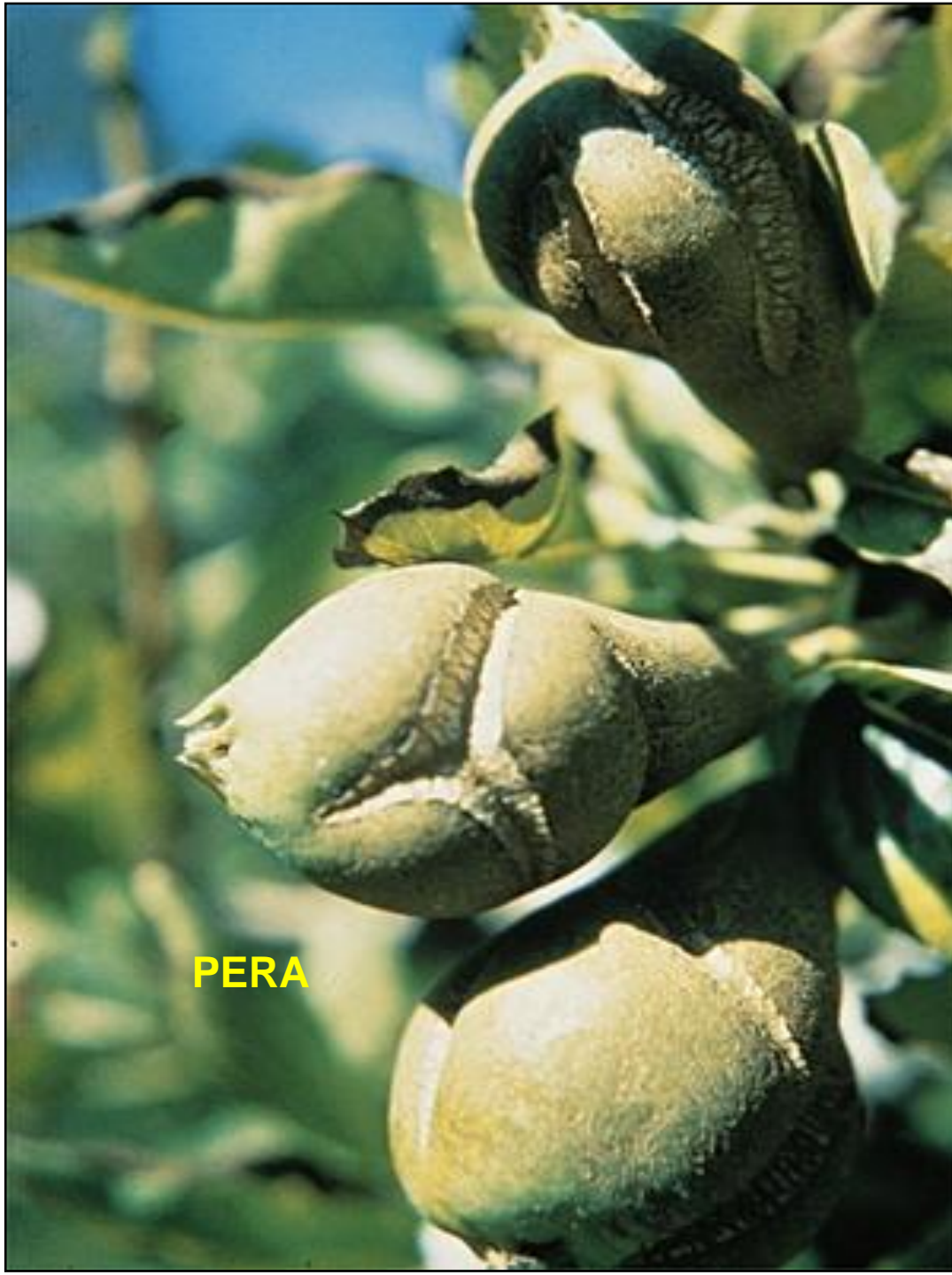
TRIGO



UVA



UVA



PERA









CAFÉ

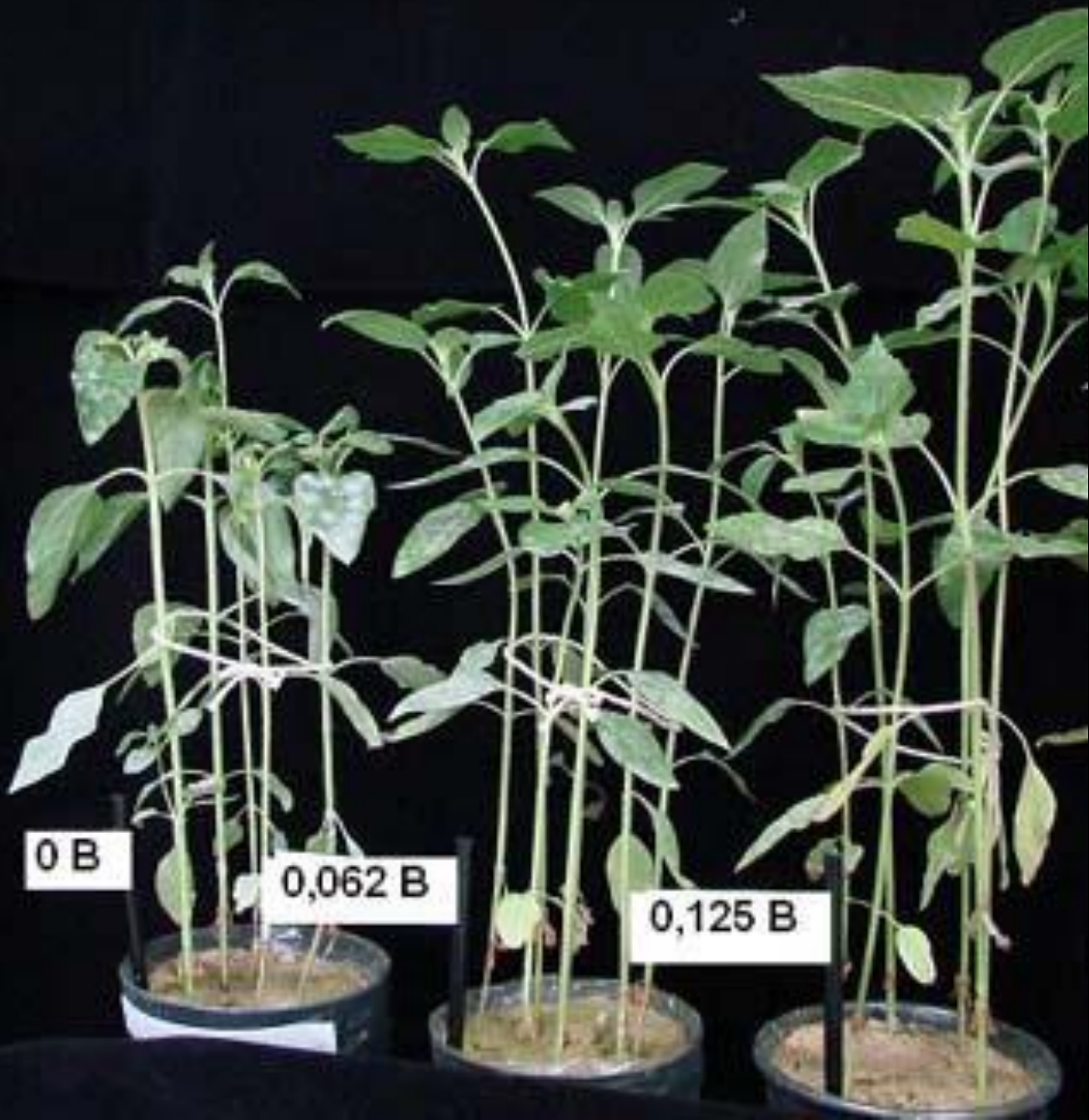
FN

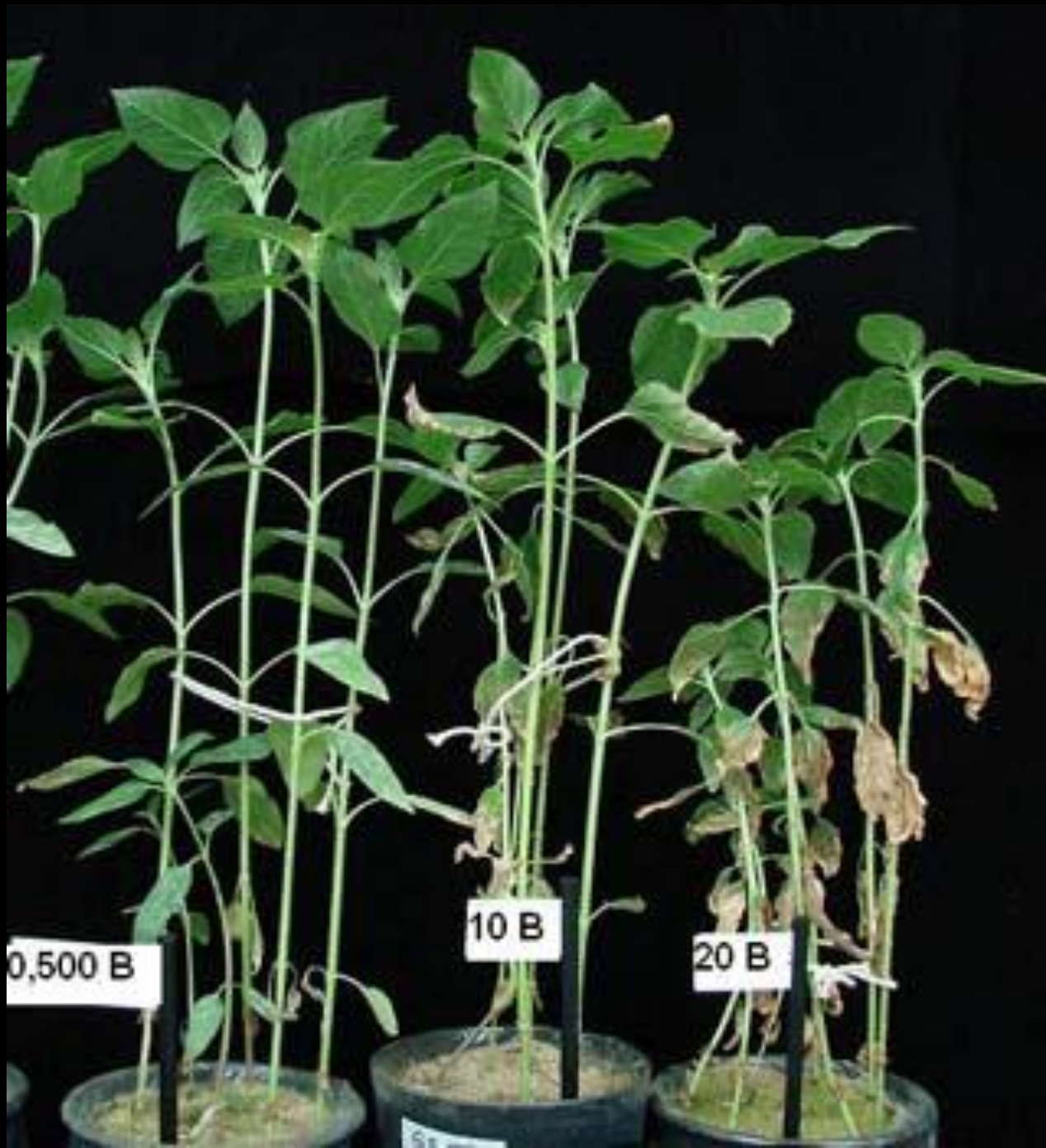


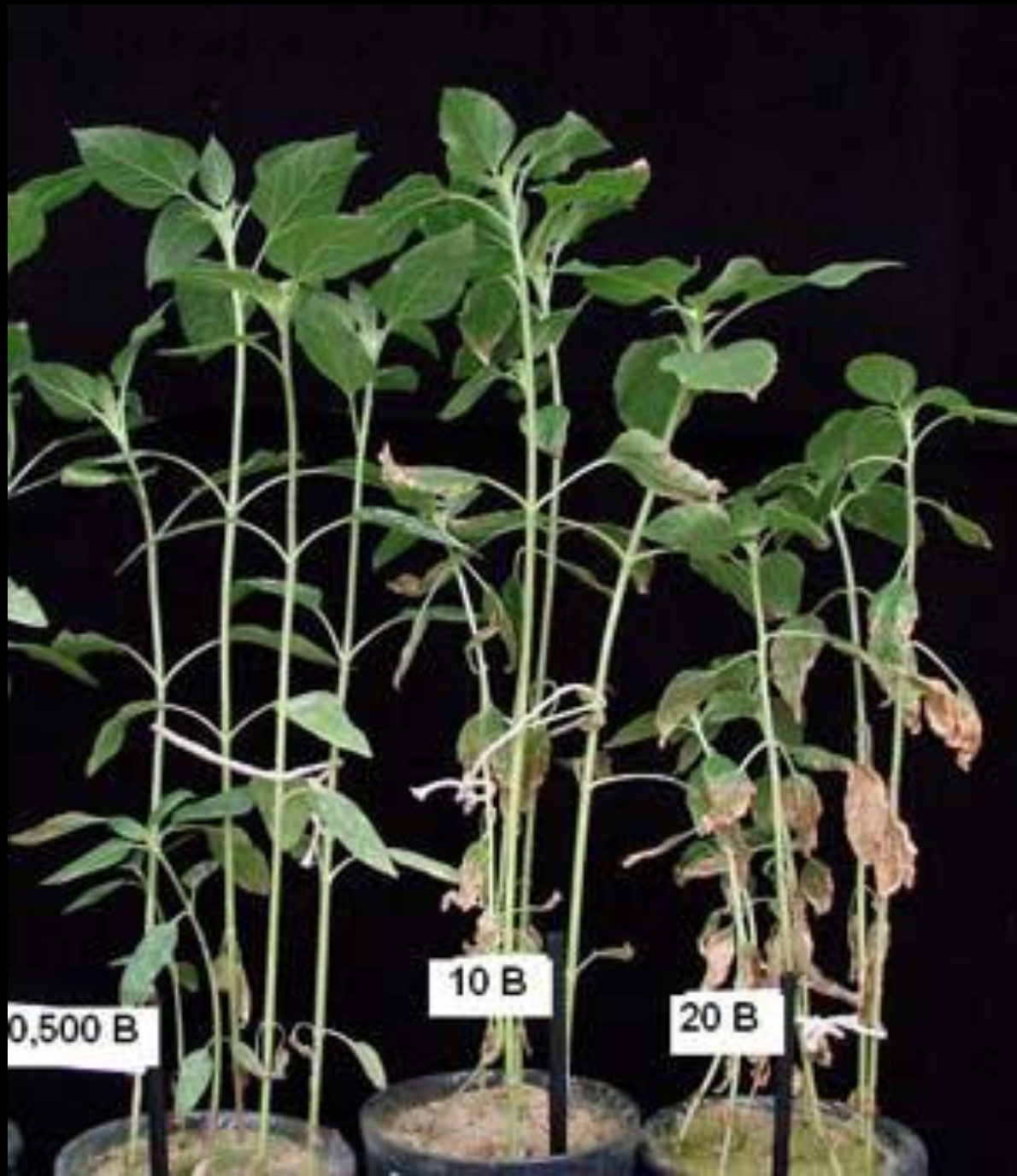
CANA





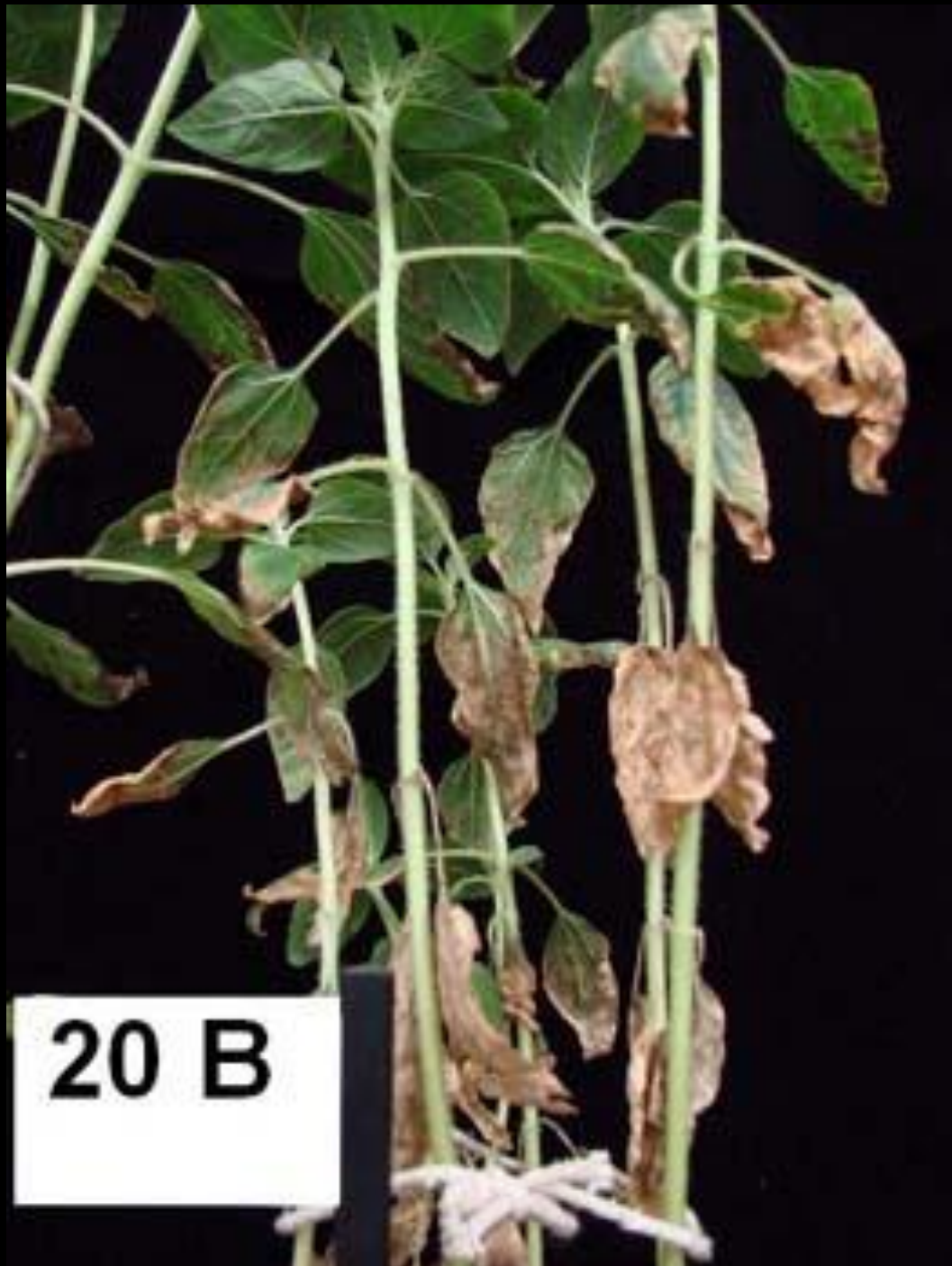








20 B



20 B



















0 B



0 B



0 B



0 B



0 B

0 B









Toxidez de Boro



Soja

Boro

Forma Absorvida:

H_3BO_3

Forma Incorporada:

-

Mobilidade de Redistribuição:

Imóvel

Teores Médios:

30 – 50 mg kg⁻¹

Funções nas Plantas:

Provável envolvimento com Transporte de Sintetizados

Características de deficiência:

Deformação das folhas novas e frutos





**Em qualquer parte da terra um homem
estará sempre plantando, recriando a
vida, recomeçando o mundo**

Cora Coralina, 1982