

**Simpósio sobre
Rotação Soja/Milho no Plantio Direto**

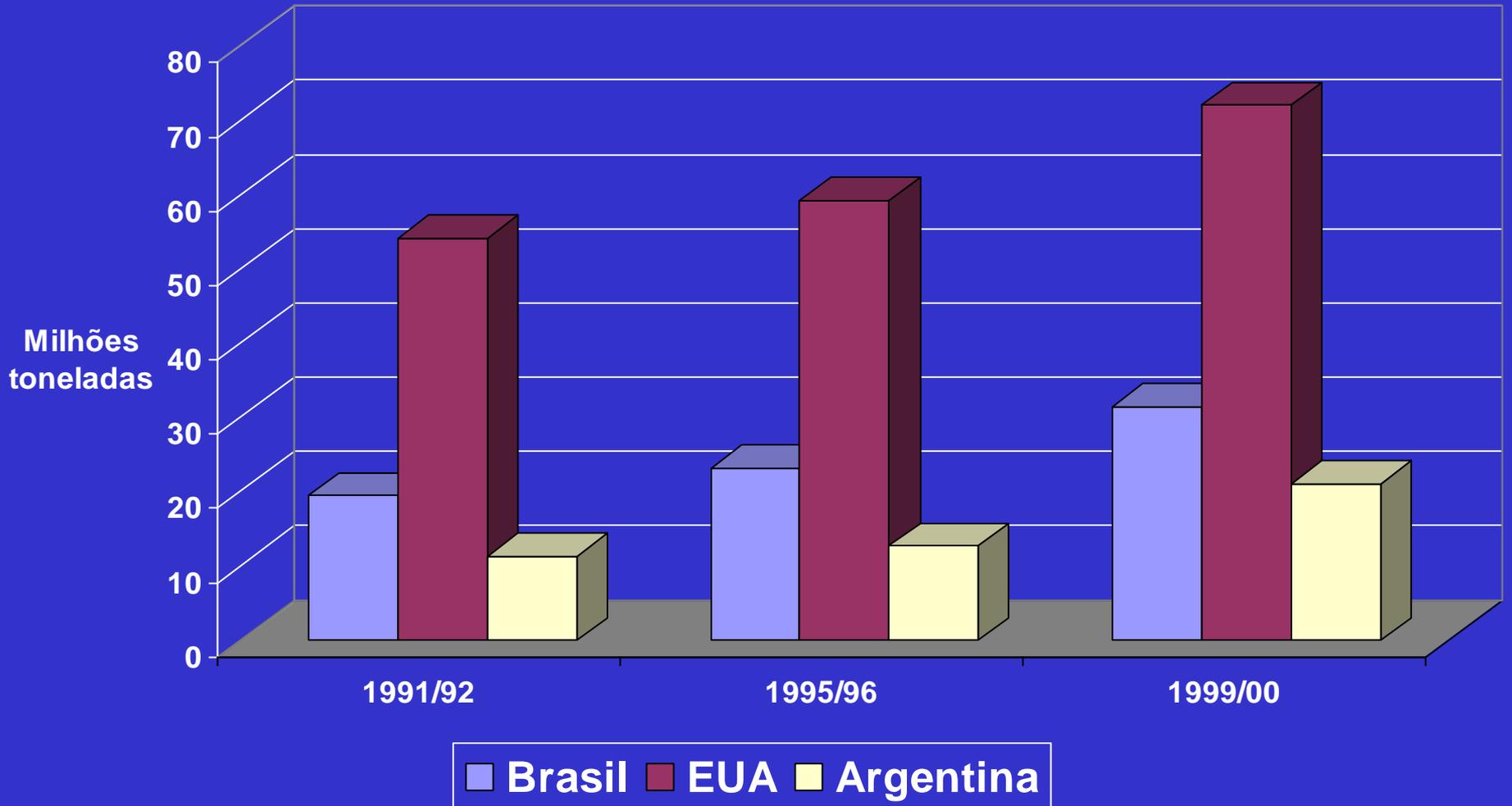
**Nutrição e Adubação da Soja de
Alta Produtividade no Brasil**

T. Yamada, POTAFOS

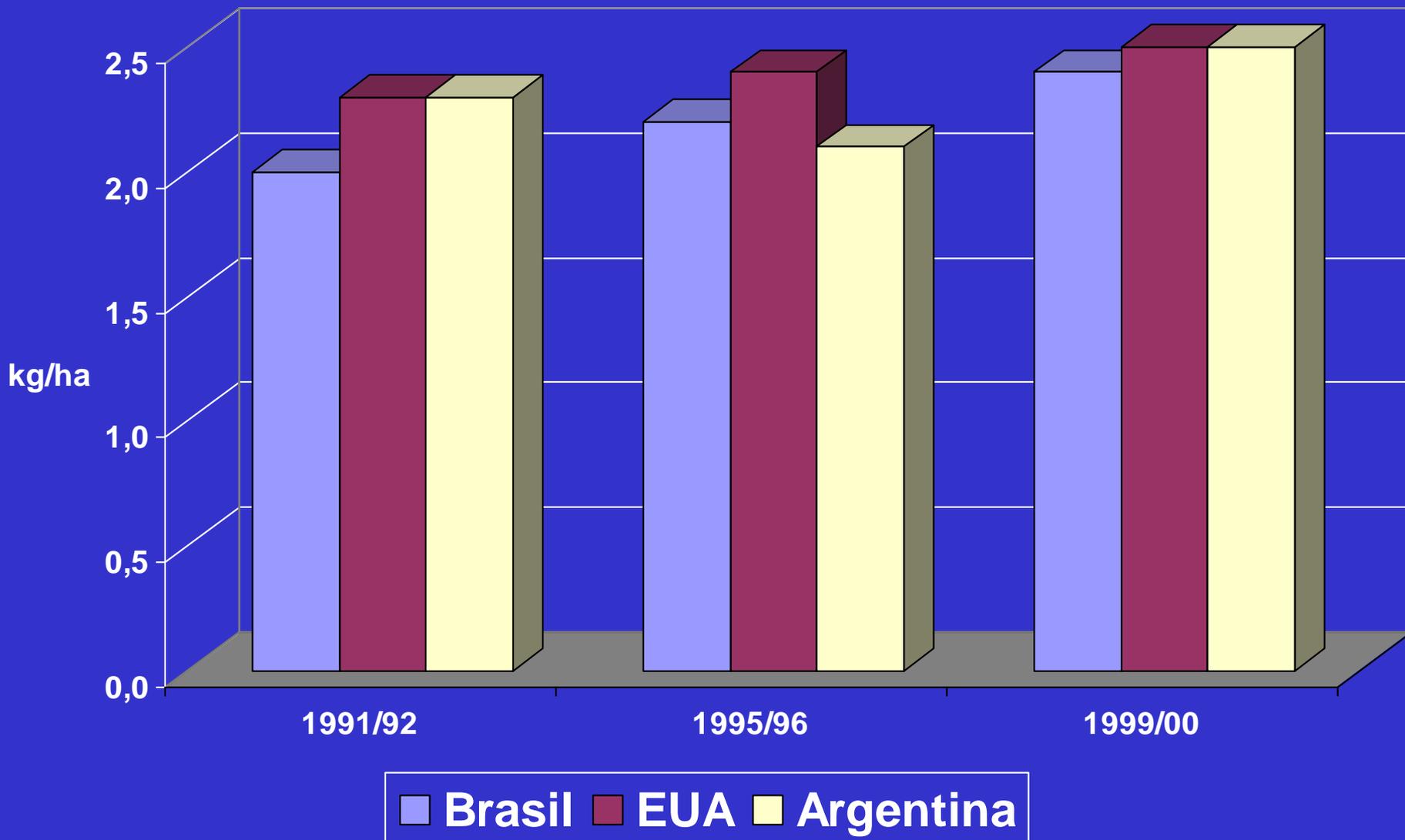
Piracicaba-SP

03-05/07/00

Soja - Produção



Soja - Produtividade



META DOS (BONS) SOJICULTORES

Hoje: 60 sc/ha

Curto prazo: 70 sc/ha

Médio prazo: 80 sc/ha

ADUBAÇÃO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO

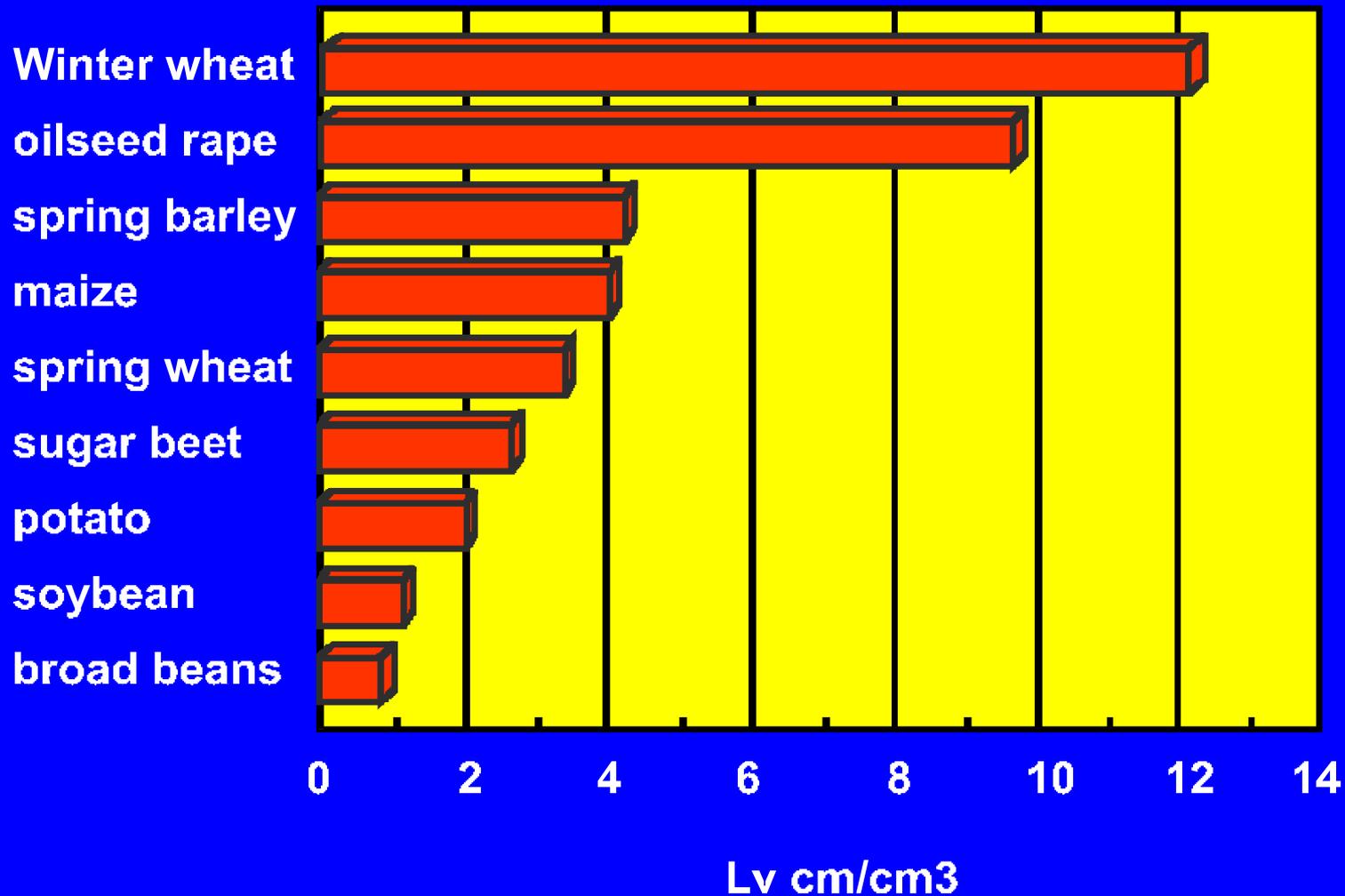
Conceito:

- emprestar parte do adubo da cultura de verão para a cultura de inverno

Objetivos:

- maior produção de matéria seca, portanto maior reciclagem de nutrientes
 - reduzir a dose de adubo na cultura de verão, aumentando a eficiência e permitindo o plantio no período mais adequado
 - melhor utilização de “invasoras”
-

Root length density in the top 20 cm soil for arable crops



Reciclagem de nutrientes no Paraná

Cultura	Aveia preta	Guandú	Ervilha
MS (kg/ha)	10,334	6,165	5,328

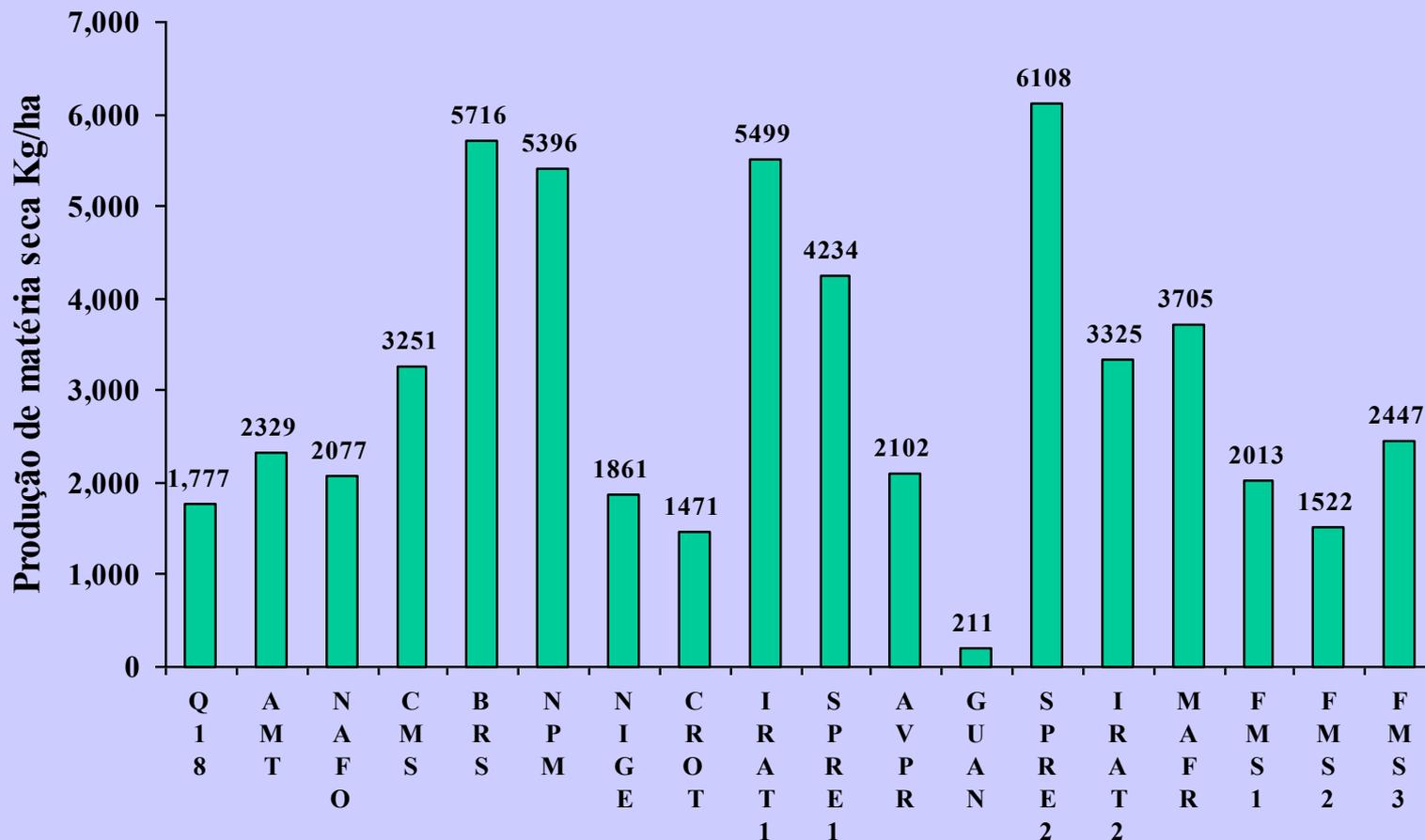
Nutrientes -----**Kg / ha na MS** -----

N	141.5	185.6	246.1
P₂O₅	30.9	41.1	41.7
K₂O	288.9	105.0	146.4
Ca	80.6	50.6	56.0
Mg	23.8	16.0	13.8

Nutrientes -----**gramas / ha na MS** -----

Zn	217	163	170
Mn	2955	582	369
Cu	93	163	55

Fonte: Borkert, C.M., Gaudêncio, C.A., Pereira, J.E. e Oliveira Jr, A. 1999. Chicago Soybean Conference



Culturas de Safrinha (inverno 1999)

Produção de matéria seca das culturas de safrinha instaladas na Fazenda Lohman (Iraí de Minas, MG) em 2/03/99, após 98 dias de semeadura (8/06/99).

Q18= quinoa; AMT= amaranthus; NAFO= nabo forrageiro; CMS= milho CMS 03; BRS= milho BRS 1501; NPM= milho NPM -1 alto; NIGE= niger; CROT= crotalaria ochroleuca; IRAT1= sorgo Iratí; SPRE1= sorgo preto; AVPR= aveia preta; GUAN= guandu; SPRE2= sorgo preto; IRAT2= sorgo Iratí; MAFR= milho africano; FMS1= aveia FMS1; FMS2= aveia FMS2 e FMS3= Aveia FMS3.



Solubilidade em água de nutrientes contidos na matéria fresca recém incorporada ao solo

Nutrientes

solubilidade (% do total)

N e S

**20 - 50; liberação restante,
via microbiana**

P

**50 - 80; sujeitos à fixação
por Fe e Al**

K

100 (ou quase)

Ca e Mg

**30 - 70; < em MO c/ 2 ou +
-COOH e pH > 6.0**

Fonte: Mario Miyazawa, comunicação pessoal, 18/03/00

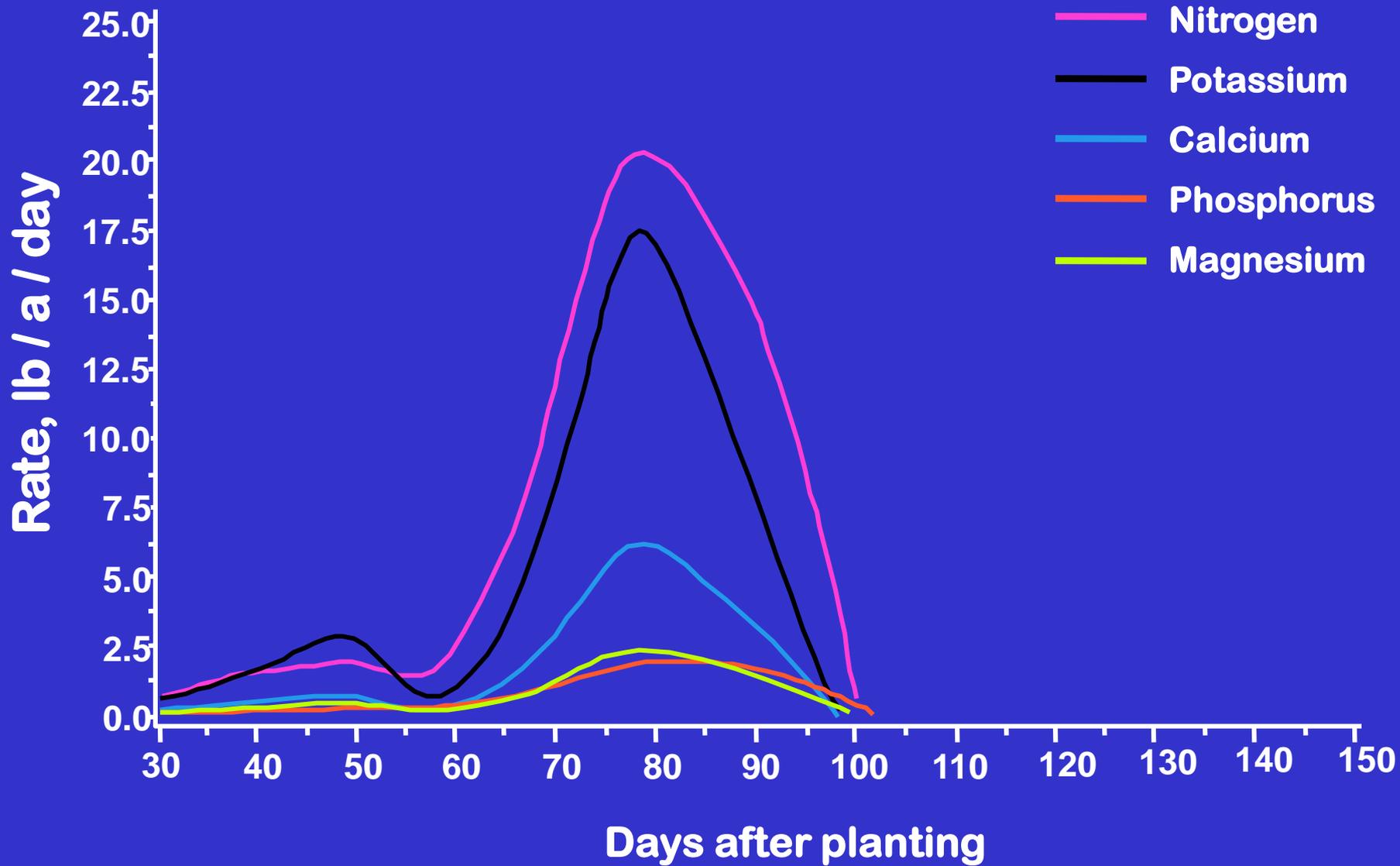
PRODUÇÃO DE SOJA DEPENDE DA

- **Fotossíntese feita pela soja**
- **FBN feita pelos rizóbios**
- **Mineralização da M.O. (?)**

A soja absorve mais fósforo no enchimento das vagens

Estádio	Dias	P₂O₅ absorção, kg/ha	% of total
Emergência até 6-fôlhas	51	13.6	9.2
6-fôlhas até R2	16	31.4	21.2
R2 até maturidade	36	103.1	69.6
Total	103	148.1	100.0

Produção de grãos = 6.7 t/ha

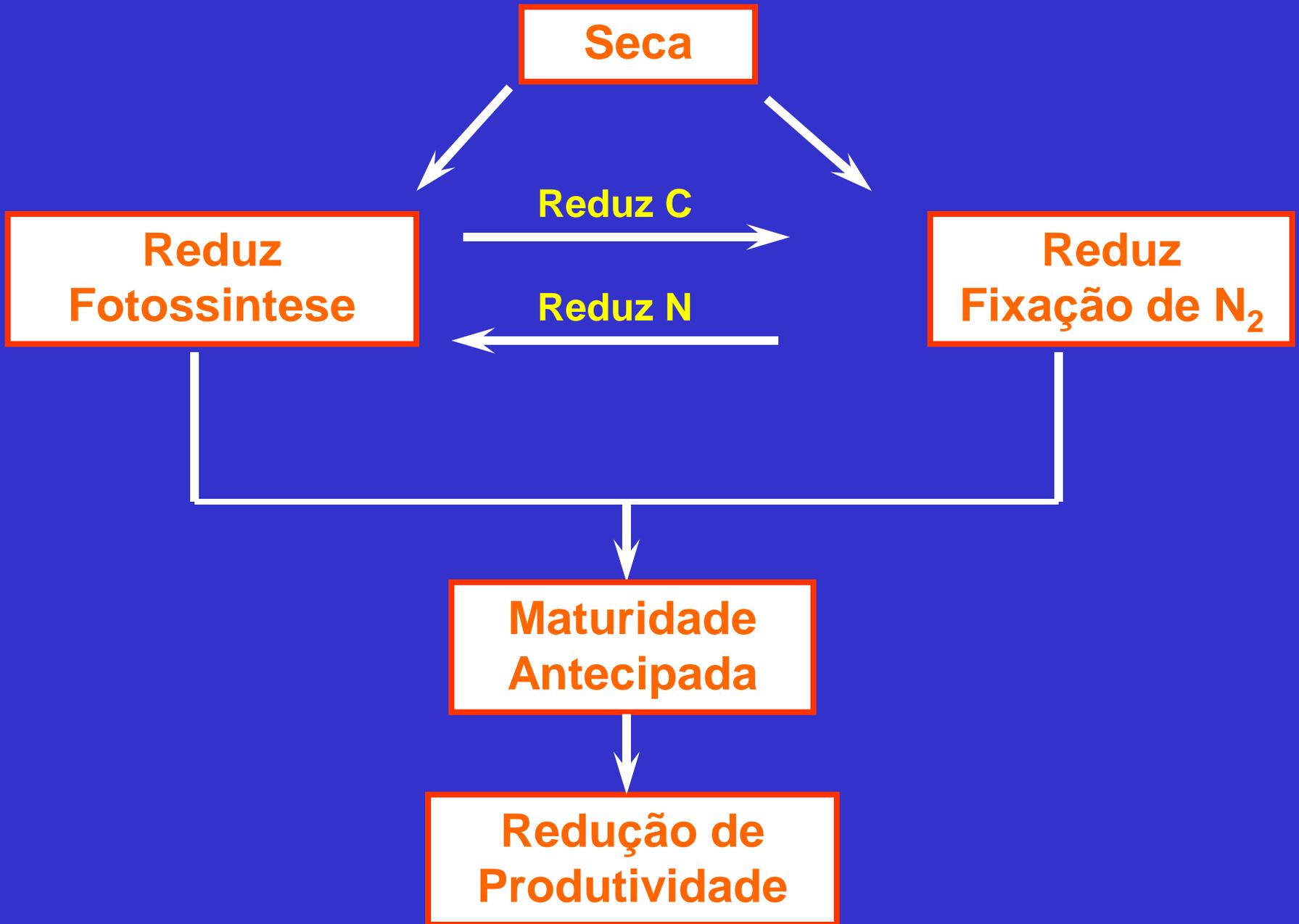


Efeito da irrigação nos ensaios de produtividade máxima média, 1980-1984

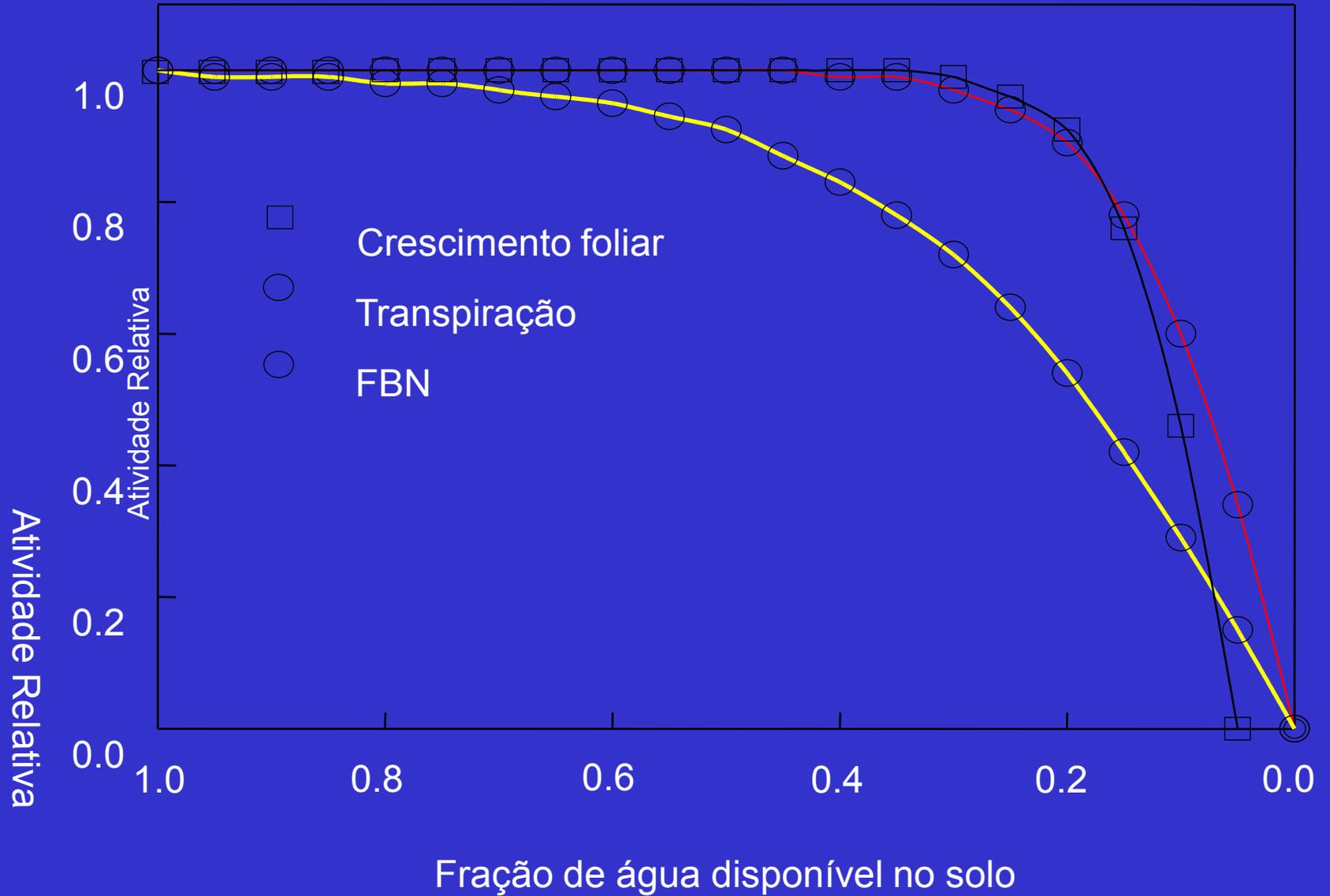
Não irrigado	Irrigado	Diferença
----- (kg/ha)	-----	(%)
4.640	6.928	49

Irrigação: 250 mm; Chuva: 430 mm.

Fonte: Flannery (1989).



Severidade da Seca



MACRONUTRIENTES PARA 1 SACO DE SOJA

Nutrientes	Absorção	Exportação
	----- kg/saco de 60 kg -----	
N	5,0	3,5
P ₂ O ₅	1,0	0,8
K ₂ O	4,0	1,3
Ca	2,0	0,15
Mg	1,0	0,15
S	0,5	0,20

MICRONUTRIENTES PARA 1 SACO DE SOJA

Nutrientes	Absorção	Exportação
----- g/saco de 60 kg -----		
B	5,0	2,0
Cu	1,6	1,0
Fe	80,0	6,0
Mn	8,0	1,5
Mo	0,35	0,3
Zn	3,6	2,8

Soja: 5.000 kg / ha

Nutrientes	Absorção	Exportação
Macronutrientes	----- kg/ha -----	
N	400	300
P ₂ O ₅	100	75
K ₂ O	350	100
Ca	150	15
Mg	50	15
S	25	15
Micronutrientes	----- g/ha -----	
B	400	170
Cu	150	75
Fe	1300	500
Mn	650	105
Mo	27	20
Zn	300	250

parâmetros	Herman Warsaw	Johnny Avellaneda	Fazenda Pinusplan	Fazenda Uemura
pH	6,0	6,0	5,5	6,0
M.O. (%)	5,3	3,3	2,6	3,8
P ppm	90	46	14	5,5
S	35	2,2	3,5	6,5
K cmol/dm ³	1,1	1,5	0,16	0,54
Ca	13,6	9,5	2,6	4,3
Mg	4,1	2,5	0,7	1,8
CTC	23,0	16	7	12
V %	82	84	48	54

MONITORAMENTO NUTRICIONAL

- **Análise de solo para recomendação da adubação**

amostragem

PC: 0-20, 20-40 cm

PD: 0-10, 10-20, 20-40 cm

- **Análise foliar para monitorar o estado nutricional da cultura**
 - **Medir a produtividade**
-

Limites para a interpretação dos teores de micronutrientes no solo, com extrator DTPA

Teor	B (água quente)	Cu	Fe	Mn	Zn
		----- DTPA -----			
		----- mg/dm ³ -----			
Baixo	< 0,20	< 0,2	< 4	< 1,2	< 0,5
Médio	0,21-0,60	0,3-0,8	5-12	1,2-5,0	0,6-1,2
Alto	> 0,60	> 0,8	> 12	> 5,0	> 1,2

Fonte: Raij et al. (eds), 1996

Limites para a interpretação dos teores de micronutrientes no solo, com extrator Mehlich 1, para culturas anuais

Teor	B (água quente)	Cu -----	Mn ----- Mehlich 1 -----	Zn -----
	----- mg/dm ³ -----			
Baixo	< 0,2	< 0,4	< 1,9	< 1,0
Médio	0,3-0,5	0,5-0,8	2,0-5,0	1,1-1,6
Alto	> 0,5	> 0,8	> 5,0	> 1,6

Fonte: EMBRAPA (1998).

Amostragem foliar (Small & Ohlrogge, 1973)

Época

- Cultivares de crescimento determinado: no início do florescimento, antes do aparecimento visível das vagens
- Cultivares de crescimento indeterminado: no meio do período de florescimento

Parte amostrada

- Coletar 30-50 trifólios recém-maduros, em geral o 3º ou 4º trifólio, de cima para baixo, sem pecíolo
-

Teores de nutrientes nas folhas de soja com alta produtividade.

	Sugestão níveis de suficiência para alta produtividade	Teores observados por O.C.Martins ⁽¹⁾			
		97	98	99	00
		g.kg ⁻¹			
N	50-60	52,1	46,4	44,7	54,9
P	3-4	3,0	2,5	2,4	2,9
K	20-25	22,1	18,7	18,4	17,3
Ca	8-12	9,0	8,0	7,9	7,6
Mg	3-5	3,9	3,3	3,4	3,3
S	3-4	2,5	2,5	2,3	2,8
sc/ha		60,9	63,3	64,5	63,9

(1) Orlando Carlos Martins (comunicação pessoal)

Teores de nutrientes nas folhas de soja com alta produtividade.

Sugestão níveis de suficiência para alta produtividade		Teores observados por O.C.Martins ⁽¹⁾			
		1997	1998	1999	2000
		mg.kg ⁻¹			
B	60-100	49,4	51,2	43,5	54,4
Cu	10-30	7,1	8,1	9,9	12,4
Fe	80-200	109,0	100,7	128,0	113,8
Mn	40-100	38,2	35,8	61,8	71,6
Zn	40-50	45,4	45,9	44,8	53,8
sc/ha		60,9	63,3	64,5	63,9

⁽¹⁾Orlando Carlos Martins (comunicação pessoal)

GRASS ROOT



Pump Stopped!

HIGH
PHOSPHATE

When PHOSPHATE is high enough,
MAGNESIUM efflux (outward) pump
is SHUT DOWN!

GRASS ROOT



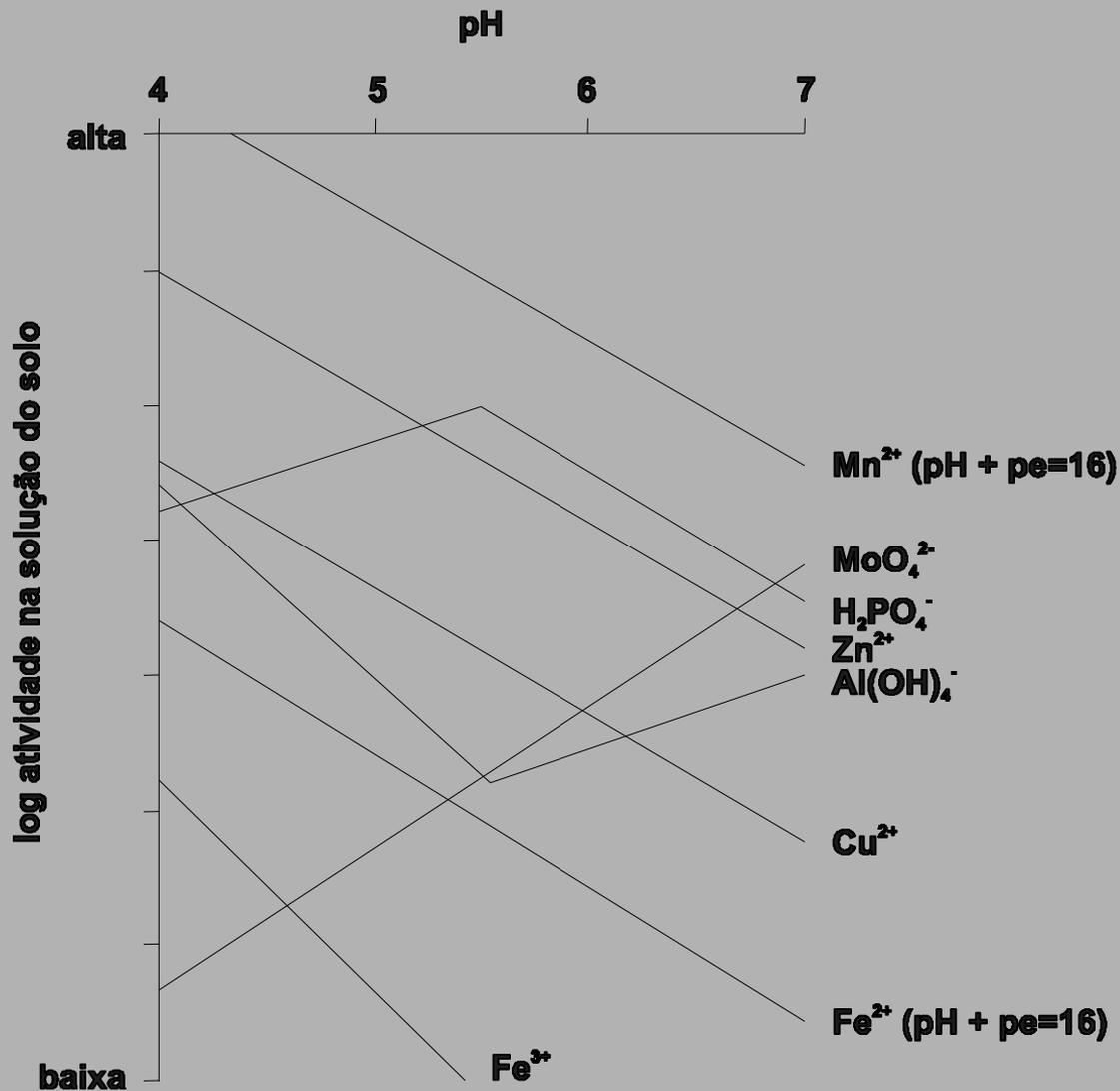
Pump Working!

LOW
PHOSPHATE

When PHOSPHATE is low, MAGNESIUM
efflux (outward) pump is turned ON!

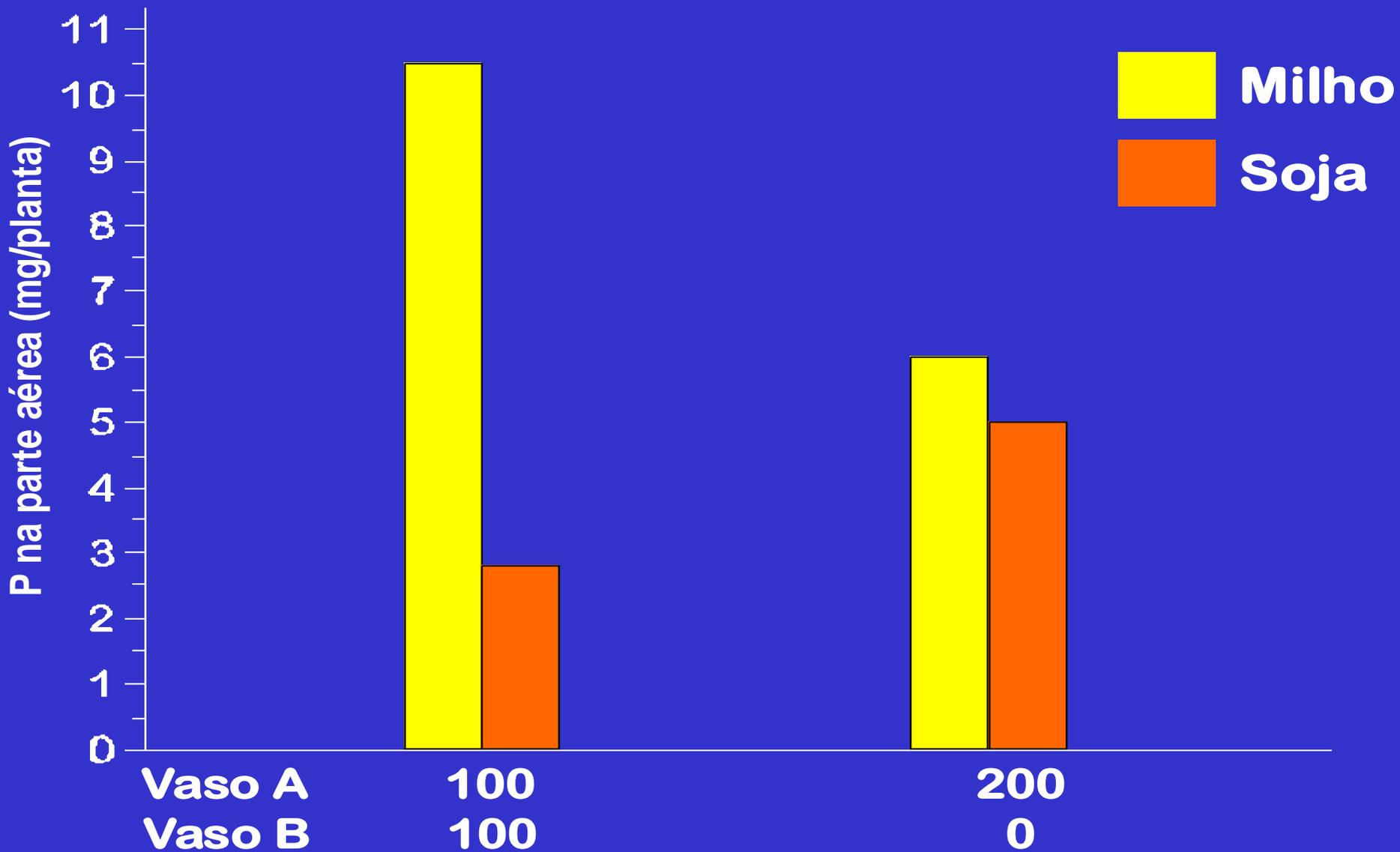
Modelo do controle pelo fósforo do eflúvio de magnésio pelas raízes de gramíneas

Fonte: Blevins (1989)



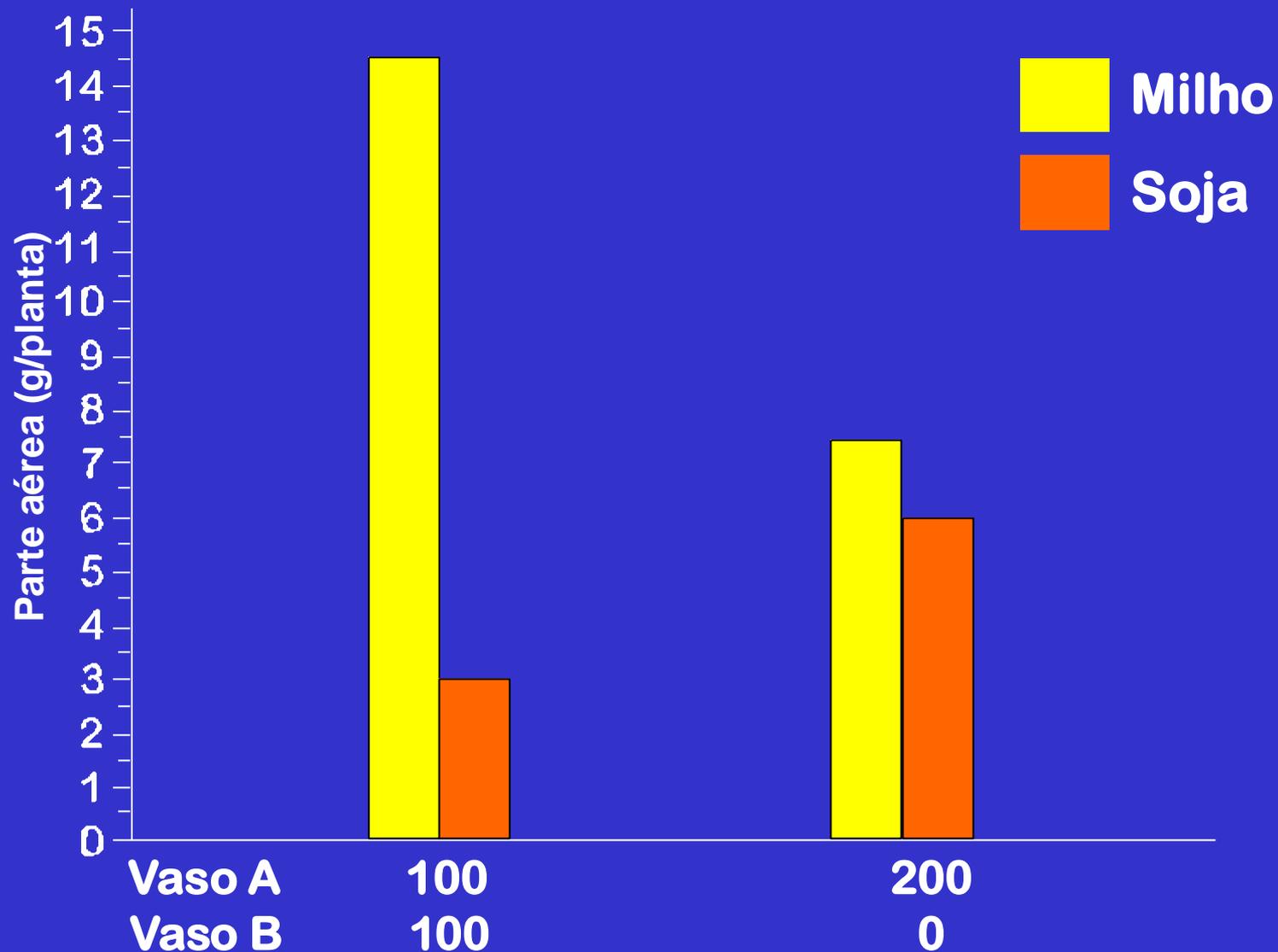
Efeito do pH na atividade de alguns elementos na solução do solo (Lindsey, 1972).





Acúmulo de P na parte aérea milho e soja conforme a localização desse elemento em relação ao sistema radicular

Fonte: Novais et al. *Pesq. Agropec. Bras.* 20: 749-754, 1985



Produção de MS na parte aérea de milho e soja conforme a localização de P em relação ao sistema radicular

Fonte: Novais et al. *Pesq. Agropec. Bras.* 20: 749-754, 1985

ADUBAÇÃO À LANÇO

EFEITO DA ADUBAÇÃO À LANÇO EM SOJA

Condições de Solo		Produtividade da Soja (kg/ha) *				
Tipo de Solo	Nº de Cultivos	% Adubação à Lanço				
		00	30	50	70	100
LVE	1º Ano	1658	1442	1559	1172	822
LVE	8º Ano	3753	3767	3736	3659	3636
LVA	12º Ano	2881	2906	2890	2834	2696

* Média de 2 anos e 2 fórmulas comerciais de adubo

Fonte: APSL (1990) por cortesia de Nilvo Altmann

Área nova = Adubação no sulco de plantio

Área com 8 ou + cultivos = Até 50% à lanço

+ de 50% do adubo à lanço reduz o porte da soja

Adubação fosfatada

Objetivos

P₂O₅

Corretiva (kg/ha)

100-240

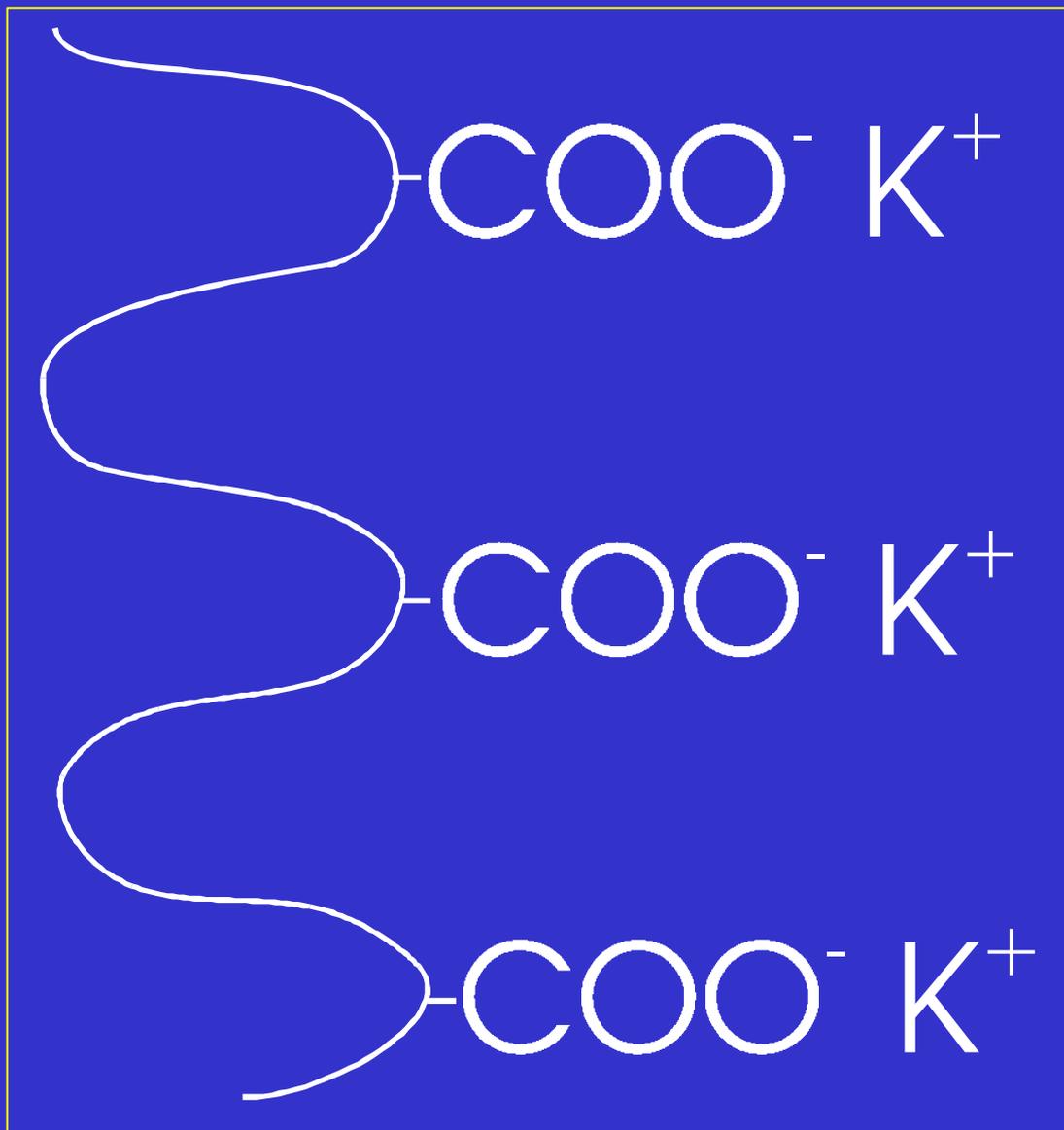
Manutenção (kg/1.000 grãos)

20

Correlação entre o conteúdo de potássio e de proteínas em sementes de algumas culturas ($r=0,98$)

Sementes de	K+	proteína
	g.kg ⁻¹	
soja	17,7	380
feijão	13,8	253
algodão	12,0	231
girassol	7,1	179
cevada	5,5	126
aveia	4,8	121
trigo	4,7	120
centeio	5,2	113
sorgo	3,9	110
milho	3,3	90

Fonte: Blevins (1989)



Neutralização pelo potássio dos grupos carboxílicos de aspartato e glutamato das proteínas das sementes de soja (Blevins, 1989)

Adubação potássica

Objetivo	K ₂ O
Corretiva (kg/ha)	60-100
Manutenção (kg/1.000 grãos)	20

Nota: para o K pode ser sugerida saturação entre 3-4% da CTC ou ainda 4 kg de K₂O/ saco de soja a produzir

**Magnesium fixation - a possible cause of negative
yield responses to lime applications.**

M.E. Sumner, P.M.W. Farina and V.J. Hurst

Commun. Soil Sci Plant Analysis 9 (10): 995-1007 (1978)

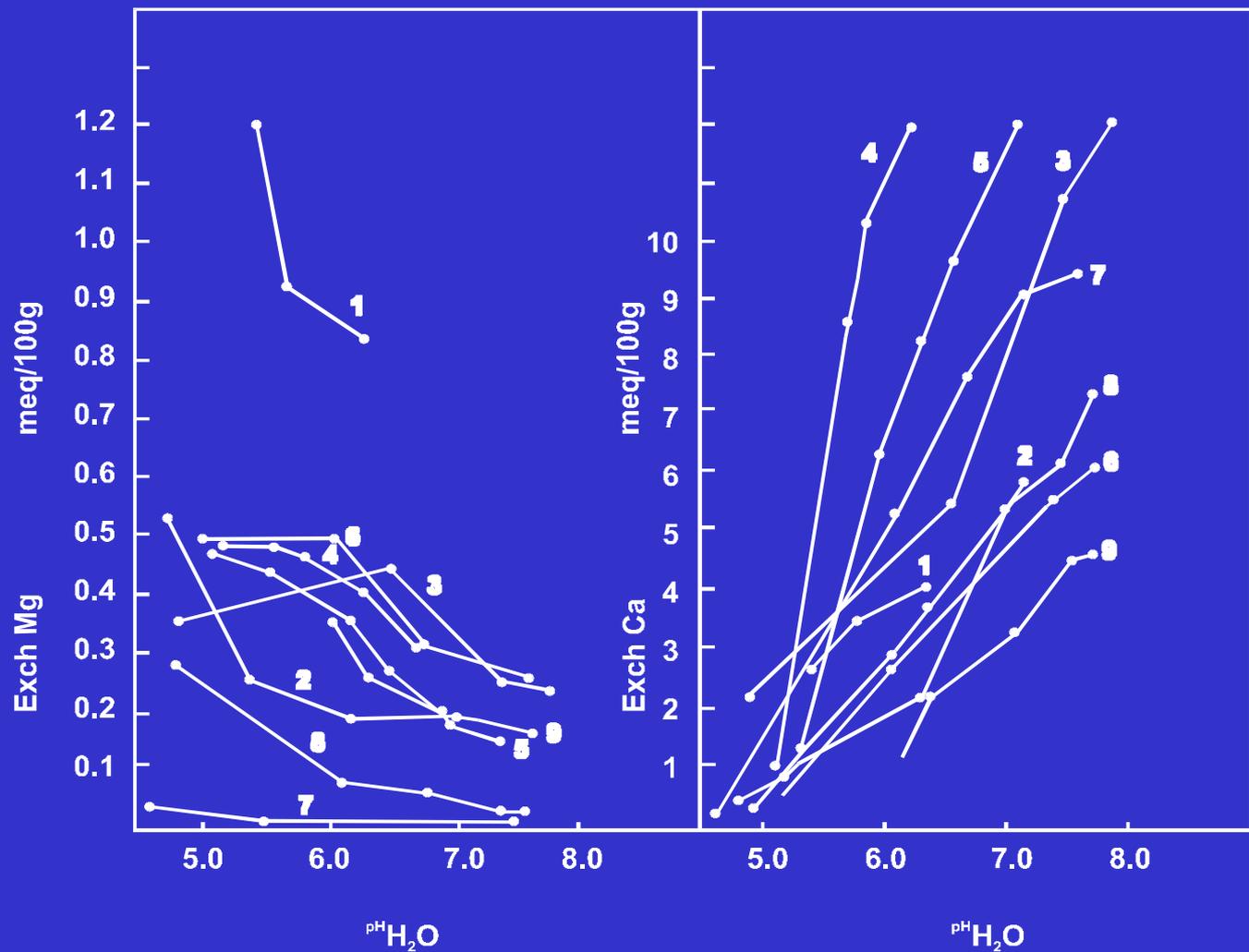


Fig. 1. Relationship between exchangeable Ca and Mg and soil pH brought about by liming various soils with materials containing no Mg. Numbers refer to soils listed in Table 1.

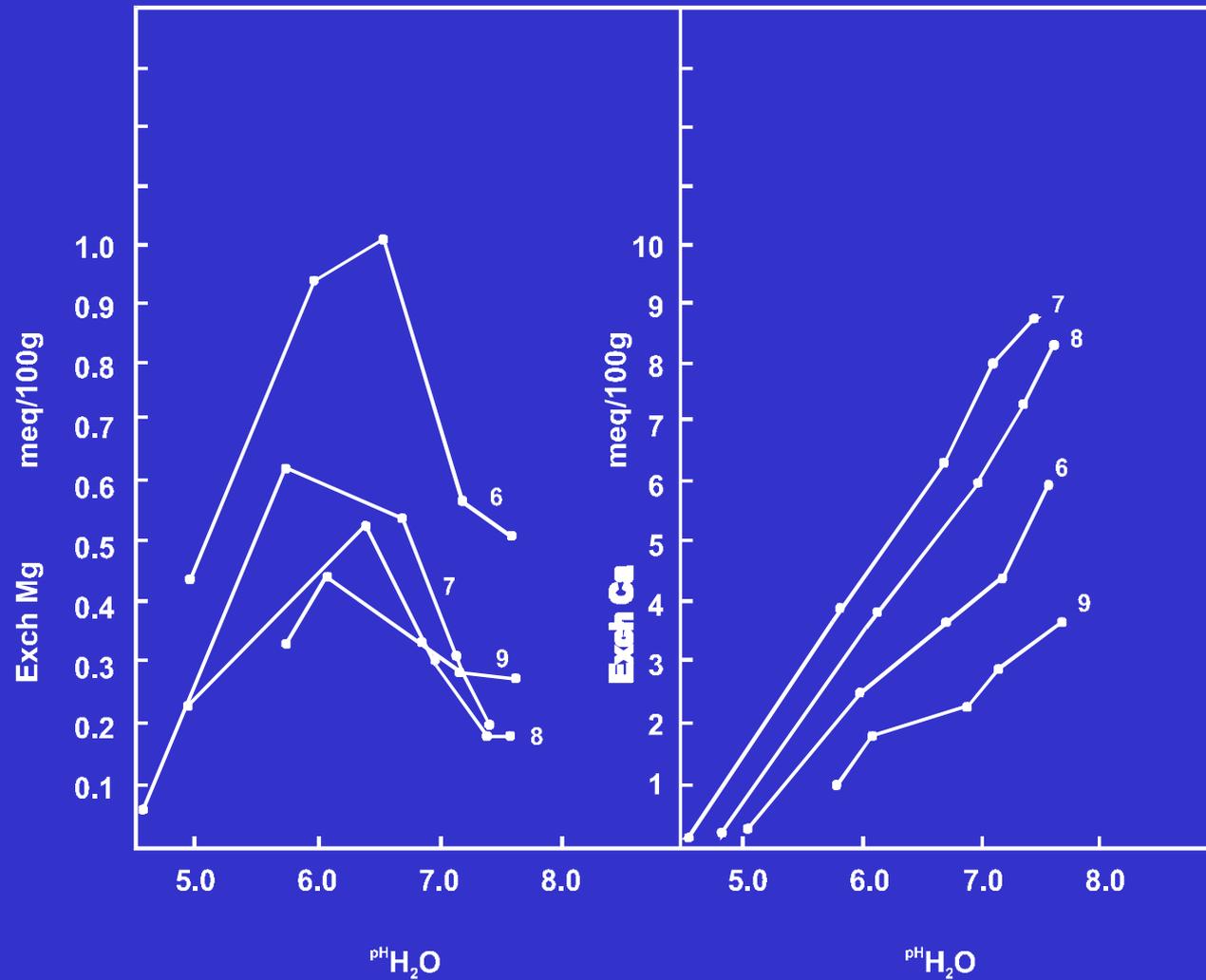


Fig. 2. Relationship between exchangeable Ca and Mg and soil pH as influenced by liming various soils with finely ground limestone. Numbers refer to soils listed in table 1.

SOJA

-S (?)

CONQUISTA

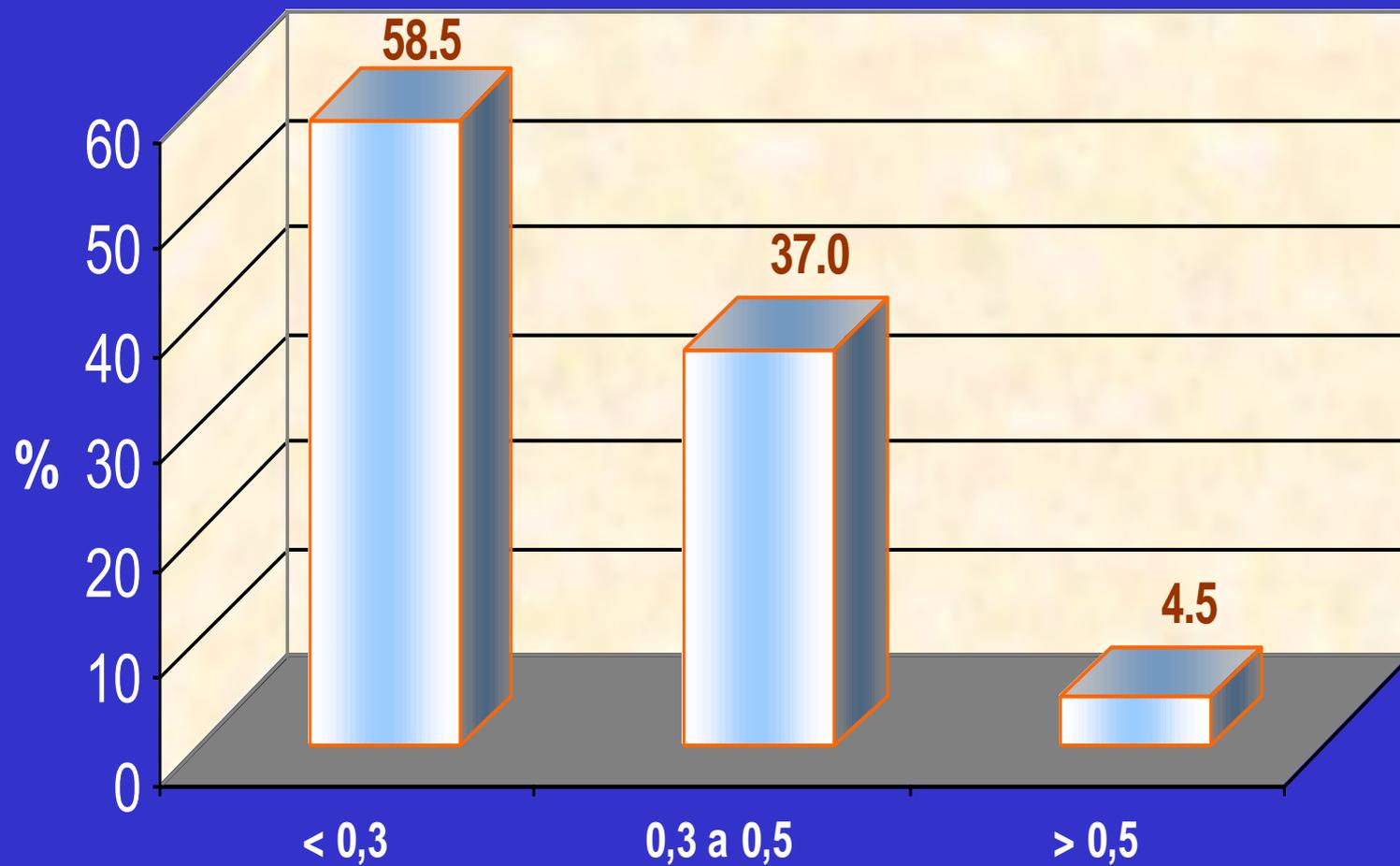
2
dap



Formulações mais usadas para soja em MT 1995/96

Fórmulas	% área	% S
00-20-20	48	4
02-20-20	23	4
Outras	19	—

Fonte: EMBRAPA - SOJA / CONAB (1996)



Boro no solo (mg /dm³)

DOGMAS A RESPEITO DO BORO

- **Faixa estreita entre deficiência e toxidez**
- **Lixiviação como processo de perda**

Probabilidade de ocorrência de veranico baseados em 42 anos de informações

Dias sem chuva	Frequência
8 dias	3/ano
10 dias	2/ano
13 dias	1/ano
18 dias	2 em 7 anos
22 dias	1 em 7 anos

Fonte: EMBRAPA (1976)

Fonte: EMBRAPA. Relatório Técnico Anual do CPAC 1975/76. Planaltina, 150 p. 1976

Profundidade de água disponível com evapotranspiração de 6mm dia após n dias sem chuva na região dos cerrados

dias	<18% arg	>40% arg
6	60	30
8	80	40
10	100	50
12	120	60
18	180	90

Suposição: água disponível igual a 6 mm/10 cm no solo arenoso
e 12 mm/10 cm no argiloso

Boro mantém o desenvolvimento das raízes mesmo sob condições de Al tóxico (em dicotiledôneas)

- LeNoble, M.E, Blevins, D.G. & Miles, R.J. Better Crops, Summer 1993: 3-5
- Lukaszewski, K.M, Blevins, D. G. Plant Physiol. (1996) 112: 1135-1140

Proprietário: FL

Fazenda: PP

Uberlândia/MG

Profundidade (cm)	(00-10)	(10-20)	(20-40)	(40-60)	(60-80)	(80-100)
S.....mg/dm³	3,0	4,0	11,8	16,8	15,6	10,6
Ca.....cmolc/dm³	2,5	2,8	2,4	1,2	1,2	0,7
Alcmolc/dm³	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
B.....mg/dm³	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
Fe.....mg/dm³	36,5	40,0	42,5	30,5	25,0	27,5
Mn.....mg/dm³	3,0	3,0	1,2	1,2	1,0	0,5
Cu.....mg/dm³	0,7	0,7	0,8	0,6	0,6	0,6
Zn.....mg/dm³	3,5	4,5	2,5	2,0	5,0	1,3

ADSORÇÃO DE BORO



500 ppm

20 ppm

ilita > montmorilonita > caulinita

50 ppm

20 ppm

Efeito do boro adicionado no solo no teor de boro na solução e no desenvolvimento de mudas de cafeeiro

Boro adicionado $\mu\text{g/ml}$	Boro absorvido mg/kg	Boro extr. saturação $\mu\text{g/g}$	Peso seco g/planta	Boro foliar $\mu\text{g/g}$
LR distrófico - 75% argila				
0,0	1,55	0,07	18,7	52
2,0	7,30	0,80	23,0	95
4,0	9,70	1,22	18,3	107
LVE distrófico - 11% argila				
0,0	0,50	0,16	11,4	60
2,0	2,05	0,77	21,5	102
4,0	2,80	1,93	16,9	172

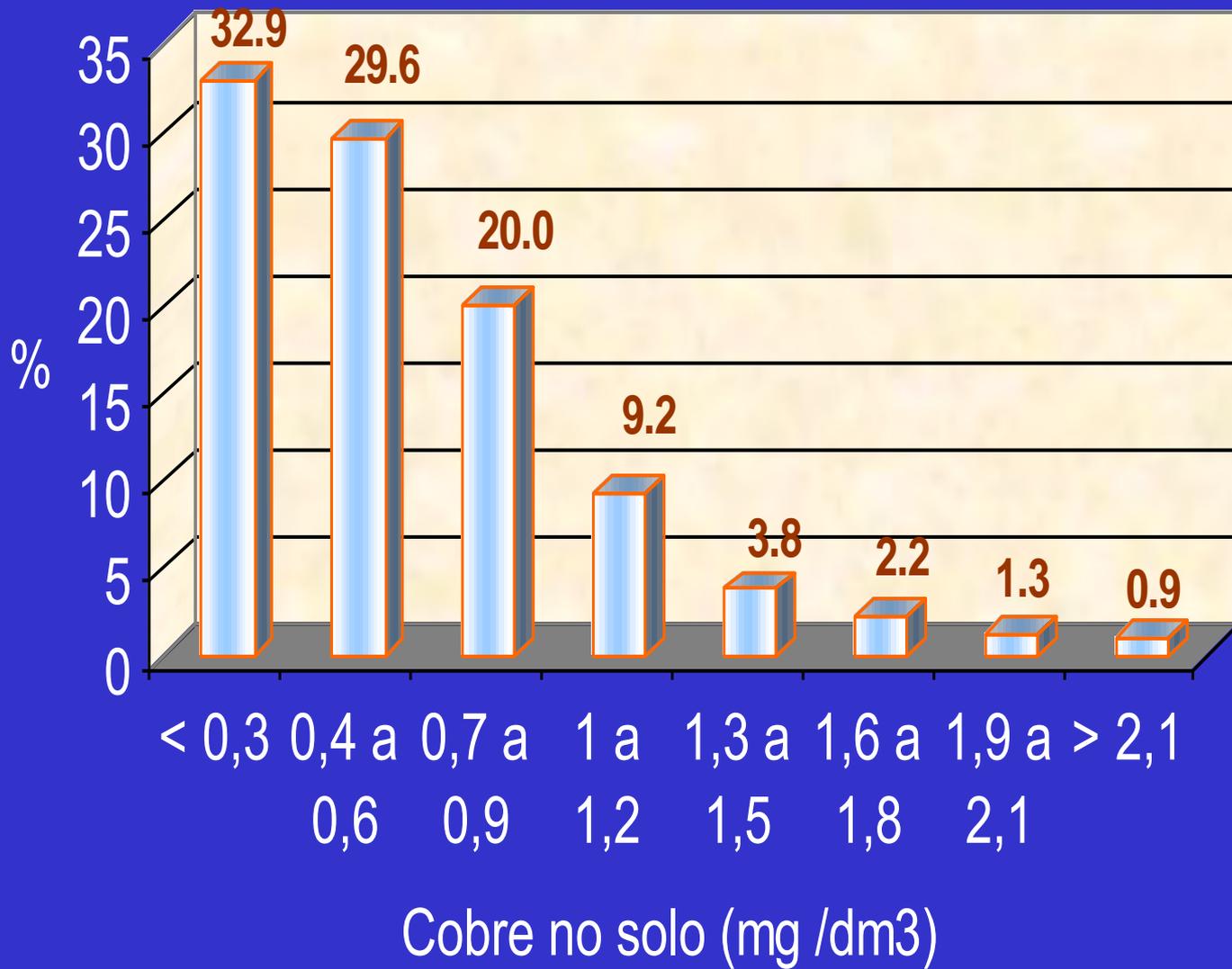
Fonte: Correa et al. Pesq. Agropec. Brasileira 20(2): 177-181, 1985



Resposta da soja cv. Cristalina ao boro em LVA distrófico, com 22% de argila

Doses de B (kg/ha)		Produção
Lanço	Sulco	(sc/ha)
0,63	—	54,0
1,23	—	63,5
1,83	—	68,0
3,03	—	67,6
0,63	0,3	64,8
0,63	0,6	65,3
0,63	1,2	65,4

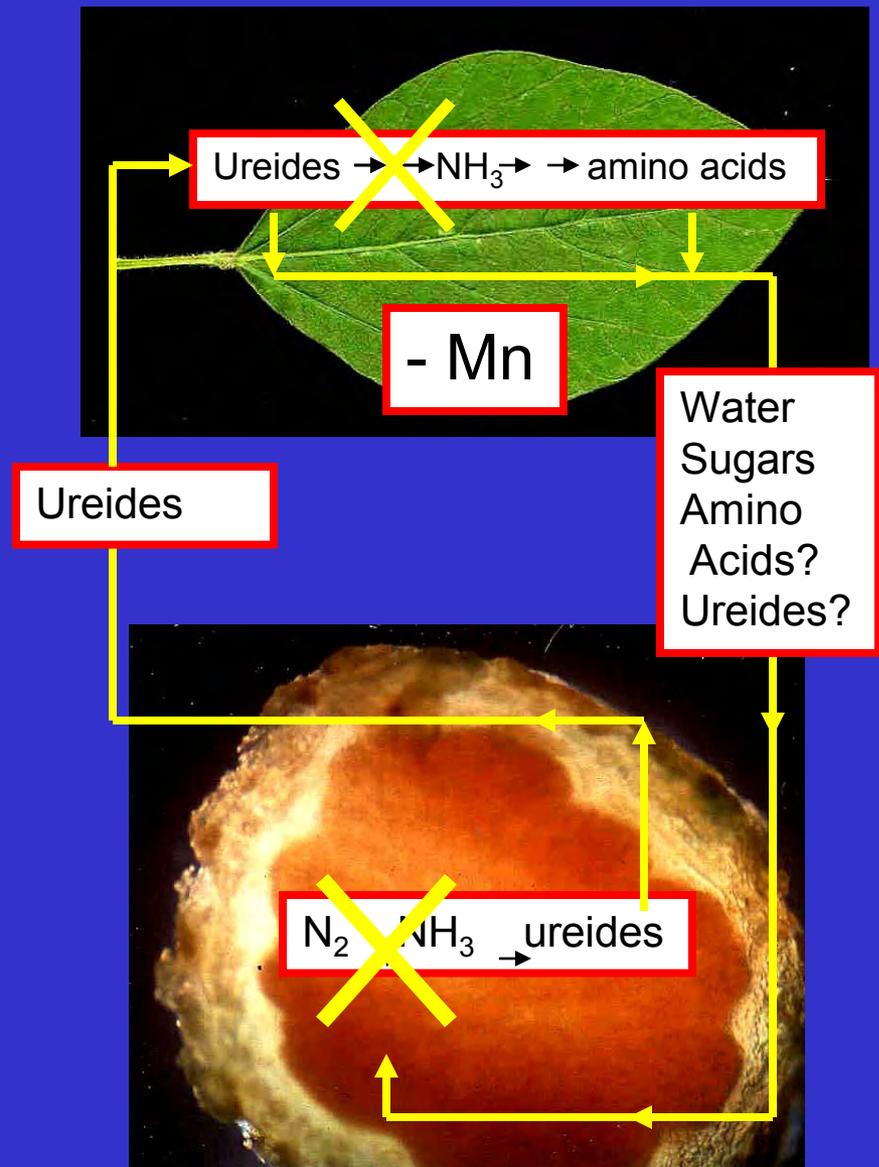
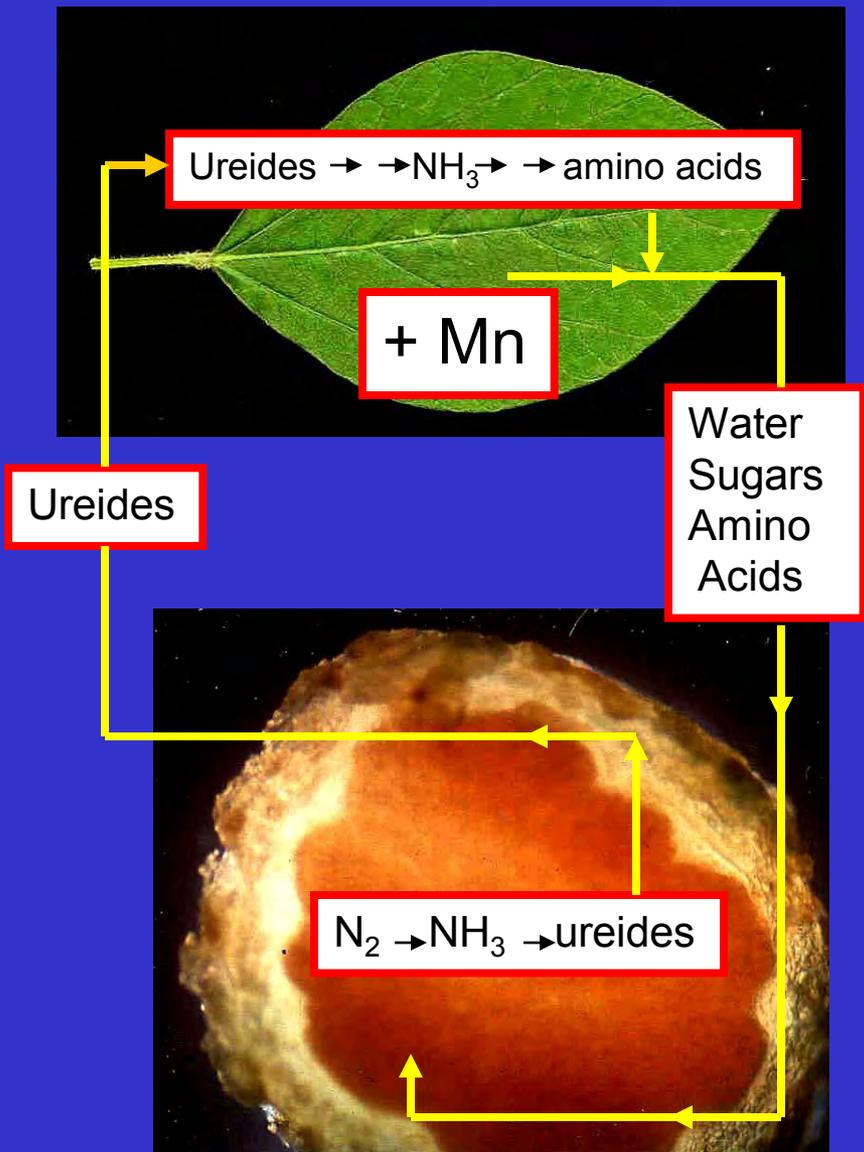
Fonte: Ventimiglia, Cunha e Santos Galvani / Tec-Fertil (comunicação pessoal)



**Cobre em soja cv. Doko num LVA fase cerrado, 23% arg.,
com teor inicial de 0.1 mg Cu / dm³**

Tratamento Cu (kg/ha)	Método aplicação	1°	2° t/ha	3°
Test.		2.32	2.94	2.57
0.4	lanço/1° ano	2.30	3.05	2.67
1.2	lanço/1° ano	2.31	3.44	3.22
2.4	lanço/1° ano	2.36	3.39	3.13
4.8	lanço/1° ano	2.30	3.41	3.10
0.4	sulco/anual	2.33	3.43	3.19
0.8	sulco/anual	2.32	3.34	3.20
0.6	foliar 20 dae/ano	2.30	3.31	3.22
1.2	foliar 20 + 40 dae/ano	2.40	3.39	3.11
2.4	semente, anual	2.25	3.38	3.14

Fonte: Galvão, E.Z., R.Bras.Ci. Solo, 23:265-272, 1999



Mn foliar em soja: doses e parcelamento

Dose Mn	Nº de aplicações			\bar{x}
	1	2	3	
kg.ha ⁻¹	----- kg soja.ha ⁻¹ -----			
0,0	-	-		1.010
0,1	2.040	2.510	-*	2.280
0,6	2.150	2.580	2.600	2.440
1,1	2.120	2.510	2.580	2.400
\bar{x}	2.140	2.550	2.590	

Ótimos resultados: área total = **14** kg Mn.ha⁻¹

em faixa = **3** kg Mn.ha⁻¹

foliar = **0,1** kg Mn.ha⁻¹

*perdido

Fonte: Mascagni Jr & Cox (Agron. J., v.77, p.363-366, 1985).

“Em 80% dos casos, as plantas originadas de sementes de soja com menos que 1,6 ppm Mo responderam ao tratamento da semente com Mo”

Fonte: Small & Ohlrogge (1973) *in* Soil Testing & Plant Analysis, p.321.

Frequência dos teores de Mo em sementes de soja de várias regiões do RS

Mo (ppm)	N ^o amostras	frequência (%)
0.1 - 1.2	51	58
1.2 - 2.4	31	35
2.4 - 3.6	5	6
> 3.6	1	1
Total	88	100

Fonte: Voss et al. (1995)

Mo na soja

Tecido amostrado	Mo na MS ppm	Referência
Folha 40 dap	1,13	Hashimoto & Yamasaki (1976)
Toda planta	5,49	Hagstrom & Berger (1963)
Grãos	0,1-3,9	Santos (1999)
Grãos	4,0-7,5	Small & Ohlrogge (1973)
Grãos	< 0,03-0,4 (PR)	Yamada (1998)
	<0.01 (PR)	Yamada (1999)
	0,1-14,2 (MG)	Yamada (1998)
	0,3 - 3,6 (MG)	Yamada (1999)

Formas de aplicação de Mo

Tratamento	Mog/ha*	kg/ha	%
Test	0	1.827	100
Lanço	500	3.209	176
	1.000	3.334	182
	2.000	3.270	179
Sulco	500	3.238	177
	1.000	3.511	192
	2.000	2.764	151
Foliar	40	2.797	153
Semente	9	2.619	143

Fonte: Santos et al. (1987)

*** Foliar: Grex Mo; outros: molibdato de amônio**

Efeitos do pH e do Mo na soja

pH solo	Mo (g/ha)	
	0	35
	----- kg/ha -----	
5,3	1.610	2.820
5,7	2.150	2.820
6,3	2.620	2.890

Fonte: Segars (1981). *Agrichemical Age*, 25:38-39.

Efeito do Mo e do S na soja

Mo	Folha		Semente	
	- S	+ S	-S	+ S
	----- $\mu\text{g.g}^{-1}$ -----			
Testemunha	2,25	1,67	3,39	2,58
50 g.ha ⁻¹ (semente)	3,55	2,36	6,03	4,63
50 g.ha ⁻¹ (foliar)	11,25	8,70	17,20	15,06

S = 59 kg.ha⁻¹

Fonte: MacLeod & Gupta (1994). Trends Agric. Sic., v.12, p.9-19.

Mo: doses recomendadas

RS/SC

Mo: 8-12 g/ha via semente

30 g/ha via foliar 30-45 dae

Co: não há recomendação

Brasil Central

Mo: 12-25 g/ha via semente

Seqüência: fungicida → micronutrientes → inoculante

Cobalto: doses recomendadas

RS/SC: não há

Brasil Central: 1-5 g Co/ha

Rubens Campo (1999): 2-3 g Co/ha

Efeito de fontes e tamanho de partículas de Zn na produção de milho

Produtos	Zn	Tamanho da partícula, mesh		
		-100	-16 + 20	-10 + 14
	mg/vaso	g MS/vaso		
ZnSO ₄	3	45,7	22,9	14,7
	6	59,9	41,7	33,5
ZnO	3	55,5	6,2	5,1
	6	60,8	7,0	5,2
Testemunha	0	3,4		

Fonte: Giordano&Montvedt (In: Micronutrients in Agriculture, p.508, 1972).

Rendimento de grãos a 0,13 kg/kg de umidade do milho (híbrido BR201), cultivado num latossolo vermelho-escuro, argiloso, fase cerrado, em função de métodos de aplicação de zinco.

Fontes kg/ha	Doses de Zn	Métodos	Produção	
			1º ano	3º ano
			t/ha	
Testemunha	---	---	3,88 f	4,56 c
Sulfato	0,4	lanço (1º ano)	5,47 de	6,35 b
Sulfato	1,2	lanço (1º ano)	7,36 a	7,62 a
Sulfato	3,6	lanço (1º ano)	7,40 a	7,90 a
Sulfato	7,2	lanço (1º ano)	7,20 ab	7,81 a
Sulfato	1,2	sulco (1º ano)	5,89 cde	7,43 a
Sulfato	0,4	sulco (1º,2º e 3º anos)	4,91 ef	7,09 ab
Óxido ⁽¹⁾	0,8	sementes	6,15 bcd	7,74 a
Sulfato ⁽²⁾	1%	via foliar	6,64 abc	7,47 a
Sulfato ⁽³⁾	1%	via foliar	7,18 ab	7,14 a

(1) Óxido de zinco (80% de Zn) : 1 kg ZnO/20kg de sementes

(2) Solução a 1% de sulfato de Zn (23% de Zn) na 3ª e 5ª semanas após a emergência.

(3) Solução a 1% de sulfato de Zn (23% de Zn) na 3ª, 5ª e 7ª semanas após a emergência.

Fonte: Galrão, 1996.

Recomendação para adubação corretiva

	----- kg/ha -----
B	0,5-1,0
Cu	0,2-2,0
Fe	-
Mn	2,5-6,0
Mo	12-25 g (semente)
Zn	4,0-6,0

Fonte: EMBRAPA

SUGESTÕES PARA MICRONUTRIENTES

- 1. Mn : colocar com fonte ácida, como sulfato de amônio, MAP, SFS ou SFT.**
 - 2. Zn e Cu: colocar junto com K ou NK.**
 - 3. B: parcelar parte no plantio (até 1 kg B/ha) e parte em cobertura (doses maiores).**
 - 4. Mo: monitorar através de análise da semente principalmente os produtores de sementes.**
-

ITENS PARA REFLEXÃO

- 1. Produtividade da soja depende da FS, FBN e pode se pensar também da mineralização da M.O.**
 - 2. O papel do boro no aprofundamento do sistema radicular.**
 - 3. Adubação do sistema de produção é importante para aumentar a produção de matéria orgânica, reciclagem de nutrientes, manutenção da umidade do solo e aumentar eficiência da operação de plantio da soja.**
 - 4. Necessidade de mais pesquisas, com atenção especial a N, S, B e Mo.**
-

HERBORISA

*O melhor plano de saúde
para seu dia a dia!*

IsoSoy

*Gémen de soja
Isoflavona 15mg*



AMEAÇA AOS PEIXES



A área do Golfo do México atingida pelo excesso de nitrogênio já é chamada de "Zona Morta". A redução do oxigênio nas águas afetou severamente os estoques de peixes na região, que é responsável por 40% da produção pesqueira dos Estados Unidos. Pesquisas oficiais apontam que mais da metade do nitrogênio encontrado nessas águas vem dos fertilizantes usados pelos agricultores, carregado pelos rios da bacia do Mississippi.

**Obrigado pela
atenção**

