

II SIMPÓSIO REGIONAL IPNI BRASIL SOBRE
Boas Práticas para Uso Eficiente de Fertilizantes (BPUFs)

CONCEITOS E DINÂMICA DE NUTRIENTES NO SISTEMA SOLO-PLANTA VISANDO BPUFs

Dr. Luís Ignácio Prochnow - Diretor IPNI Brasil
Dr. Valter Casarin - Diretor Adjunto IPNI Brasil

AGRICULTURA



PECUÁRIA



FLORESTAL



IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE



OBJETIVOS PRINCIPAIS DA PALESTRA

- ✓ Estabelecer conexão clara entre a dinâmica da fertilidade do solo com a resposta das culturas.
- ✓ Evidenciar que sem conhecimento básico de fertilidade do solo e nutrição de plantas não é possível se manejar os nutrientes visando a utilização eficiente dos mesmos.
- ✓ Fornecer alguns exemplos gerais. Não há condições de abordar o tema com detalhes.
 - ✓ Para detalhes e aprofundamento recomendo os livros do IPNI Brasil.

✓ IMPORTANTE:

Palestra foi estruturada para, se for o caso, término antecipado ao se completar o tempo.

INTRODUÇÃO



IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE



Fonte: Murrell, 2009



IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

COMO NUNCA ANTES ESTAMOS SOB A MIRA/LUPA DA SOCIEDADE EM GERAL

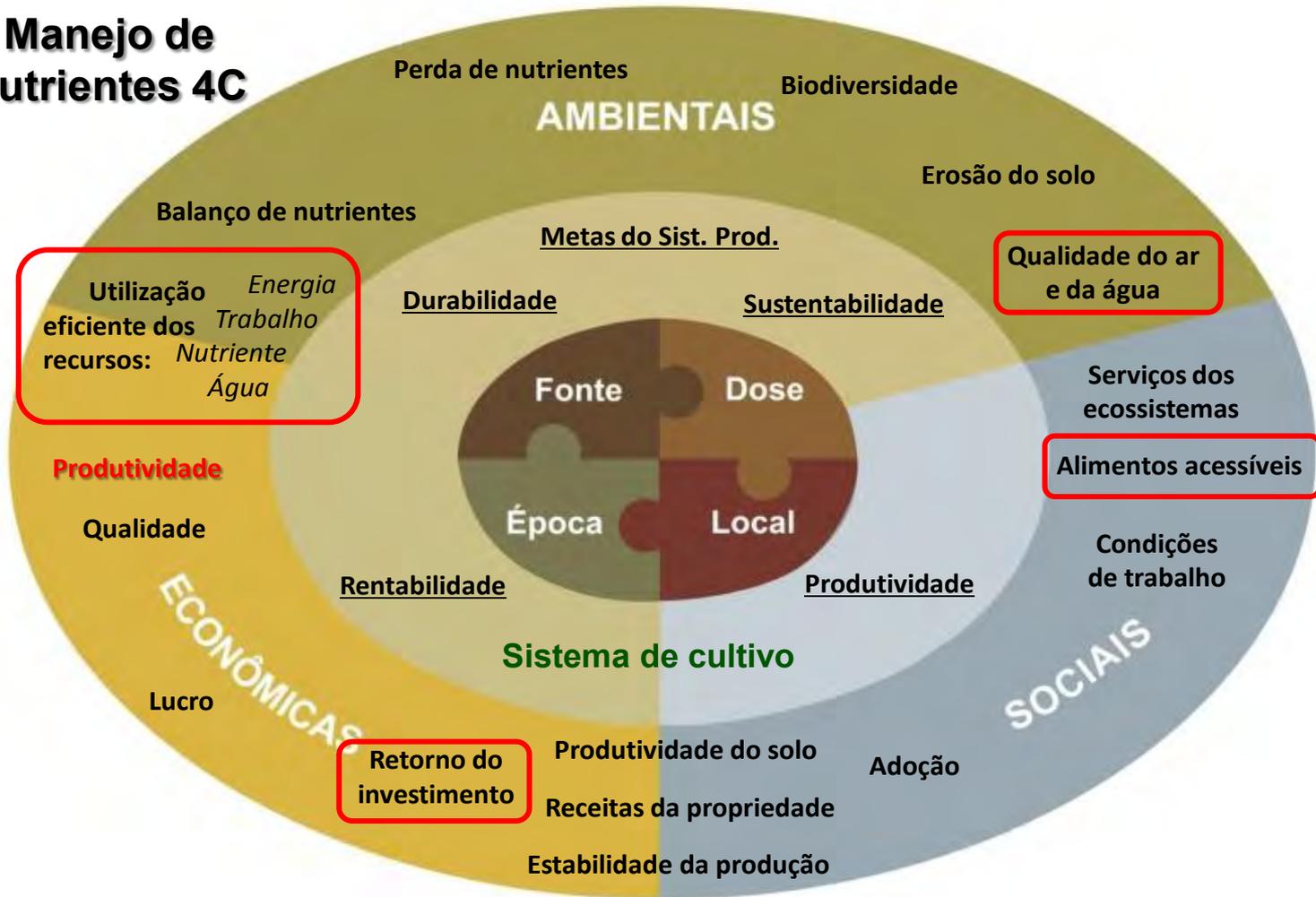
- **PREÇOS E FORNECIMENTO**
- **UTILIZAÇÃO DE ÁREAS NATURAIS**
- **NITRATOS NA ÁGUA**
- **ZONAS DE HIPOXIA**
- **EMIÇÃO GEE**
- **QUALIDADE DO AR**

“TREMENDO INCENTIVO/PRESSÃO PARA SE UTILIZAR INSUMOS DE FORMA ADEQUADA”



Boas Práticas para Uso Eficiente de Fertilizantes

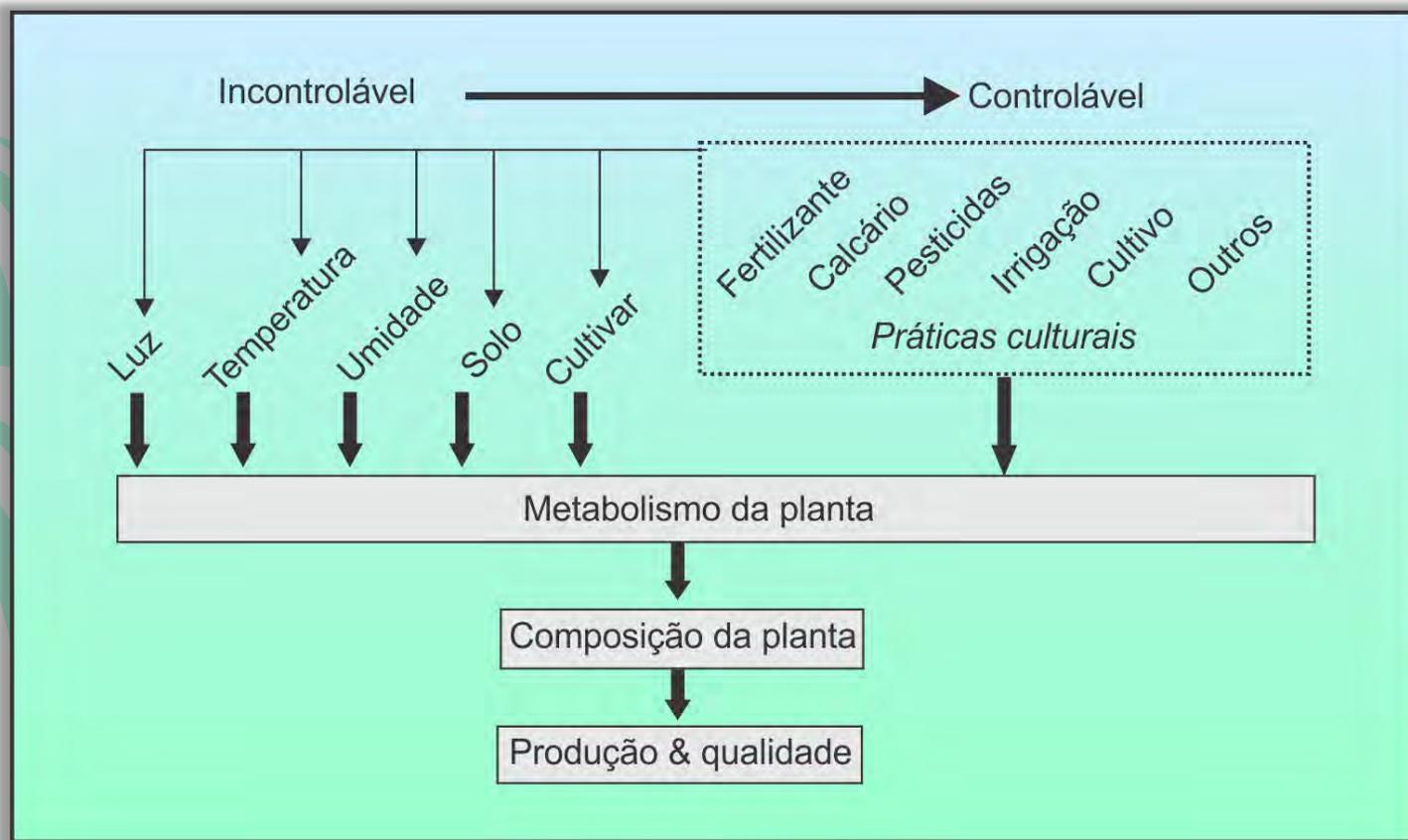
Manejo de nutrientes 4C



Aplicação das **fontes** corretas de nutrientes nas doses, hora e local corretos



Um sistema complexo que envolve a incerteza



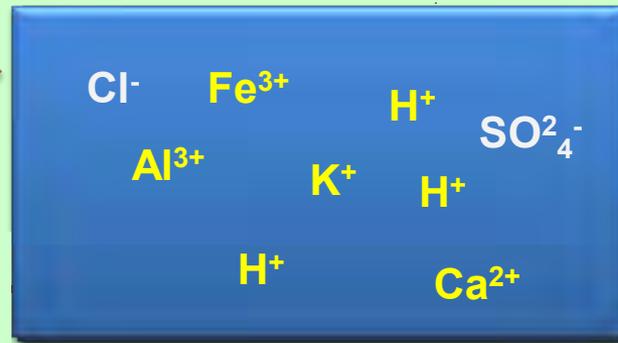
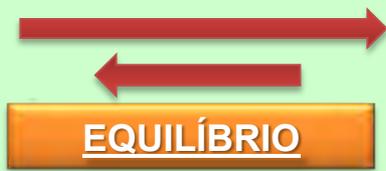
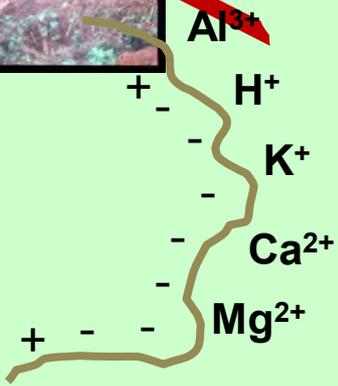
ASPECTOS BÁSICOS DE QUÍMICA DO SOLO:

Fase Sólida

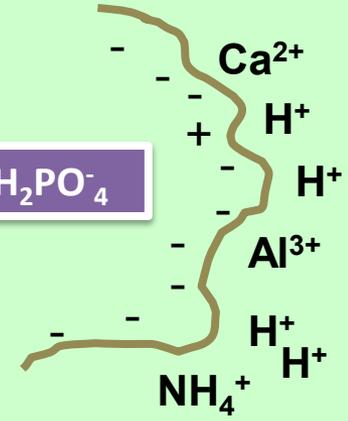
Fase Solução



Formação de P – Ca, Fe e/ou Al



$H_2PO_4^-$



CONSEQÜÊNCIAS:

⇓ [P] na solução

Transporte até superfície da raiz por difusão

⇓ Disponibilidade de P às plantas

SOLO	FASE SÓLIDA
De forma simples	ORGÂNICA INORGÂNICA
	POROS
	AR ÁGUA
	ORGANISMOS
	MACRO MICRO

CARGAS:
Constantes
Variáveis (principalmente pH)

PCZ ou PESN:
pH onde $-S = +S$
Efeito de profundidade

ADSORÇÃO:
Ligação iônica = Pratic/te todos os cátions
Ligação covalente = H^+

Equação de Kerr

$$\left(\frac{K^+}{Na^+} \right) = K_{ex} \left[\frac{K^+}{Na^+} \right]$$

$$SB = K + Ca + Mg (+Na)$$

$$CTC \text{ pH } 7,0 = SB + (H+Al)$$

$$V\% = \frac{SB \times 100}{CTC \text{ pH } 7,0}$$



AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO



IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

Cultivo de uma área agrícola implica uma dúvida:



CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO

pH, P, K, Ca, Mg, S, micro, CTC, V%

EXIGÊNCIAS DA PLANTA

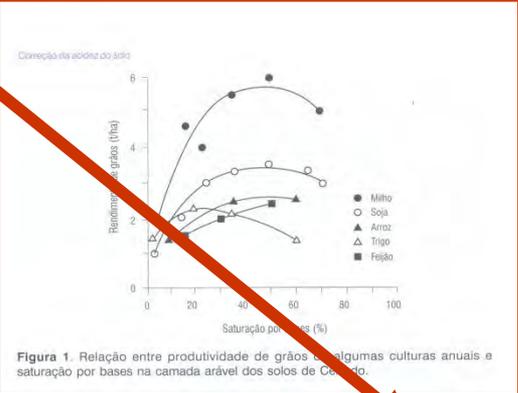
N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Zn, Mn, Cu, B, Mo, Cl, ..

SÃO AS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO ADEQUADAS PARA A MANUTENÇÃO DAS EXIGÊNCIAS DA PLANTA DE FORMA A SE OBTEREM PRODUTIVIDADES ECONOMICAMENTE VIÁVEIS DIANTE DOS INVESTIMENTOS REALIZADOS ?



DA ANÁLISE A RECOMENDAÇÕES

Soil Fertility Evaluation													
Sample	pH	O.M g dm ⁻³	P mg dm ⁻³	K	Ca	Mg	Al	H+Al	S	BS	CEC	V%	
				mmol, dm ⁻³									
A (0-20)	5,4	20	7	1,0	36	14	0	25	2	51	76,0	67	
A (20-40)	4,4	14	4	0,7	23	6	12	42	3	29,7	71,7	41	
B (0-20)	5,3	28	42	4,4	48	16	0	35	12	68,4	103,4	66	



Adubação mineral de plantio: Aplicar de acordo com a análise de solo e a produtividade esperada, conforme a seguinte tabela:

Produtividade esperada	Nitrogênio	P resina, mg/dm ³				K ⁺ trocável, mmol _c /dm ³			
		0-6	7-15	16-40	>40	0-0,7	0,8-1,5	1,6-3,0	>3,0
t/ha	N, kg/ha	P ₂ O ₅ , kg/ha				K ₂ O, kg/ha ⁽²⁾			
2- 4	10	60	40	30	20	50	40	30	0
4- 6	20	80	60	40	30	50	50	40	20
6- 8	30	90	70	50	30	50	50	50	30
8-10	30	⁽¹⁾	90	60	40	50	50	50	40
10-12	30	⁽¹⁾	100	70	50	50	50	50	50

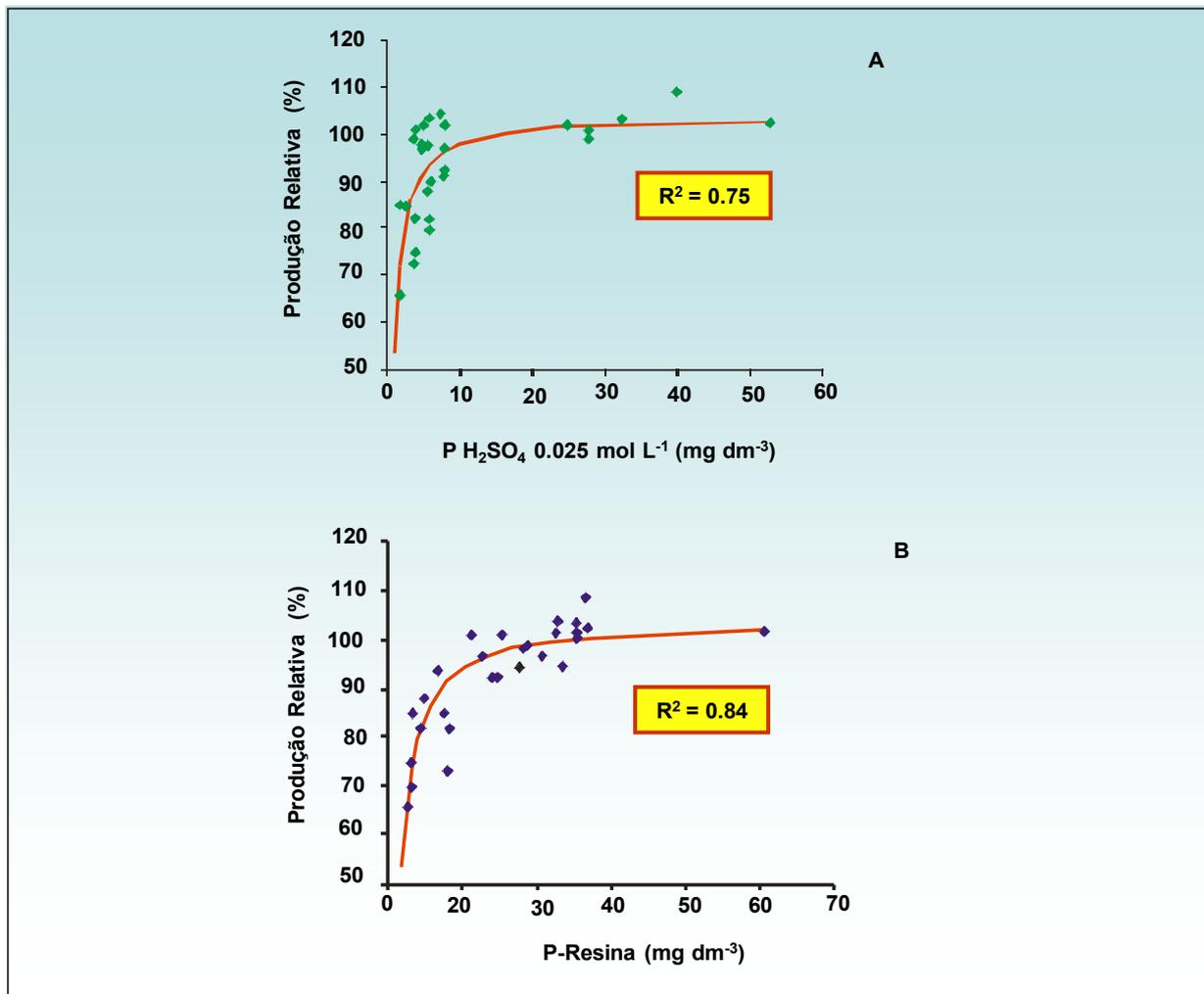
⁽¹⁾ É improvável a obtenção de alta produtividade de milho em solos com teores muito baixos de P, independentemente da dose de adubo empregada. ⁽²⁾ Para evitar excesso de sais, no sulco de plantio, a adubação potássica para doses maiores que 50 kg/ha de K₂O está parcelada, prevendo-se a aplicação em cobertura.



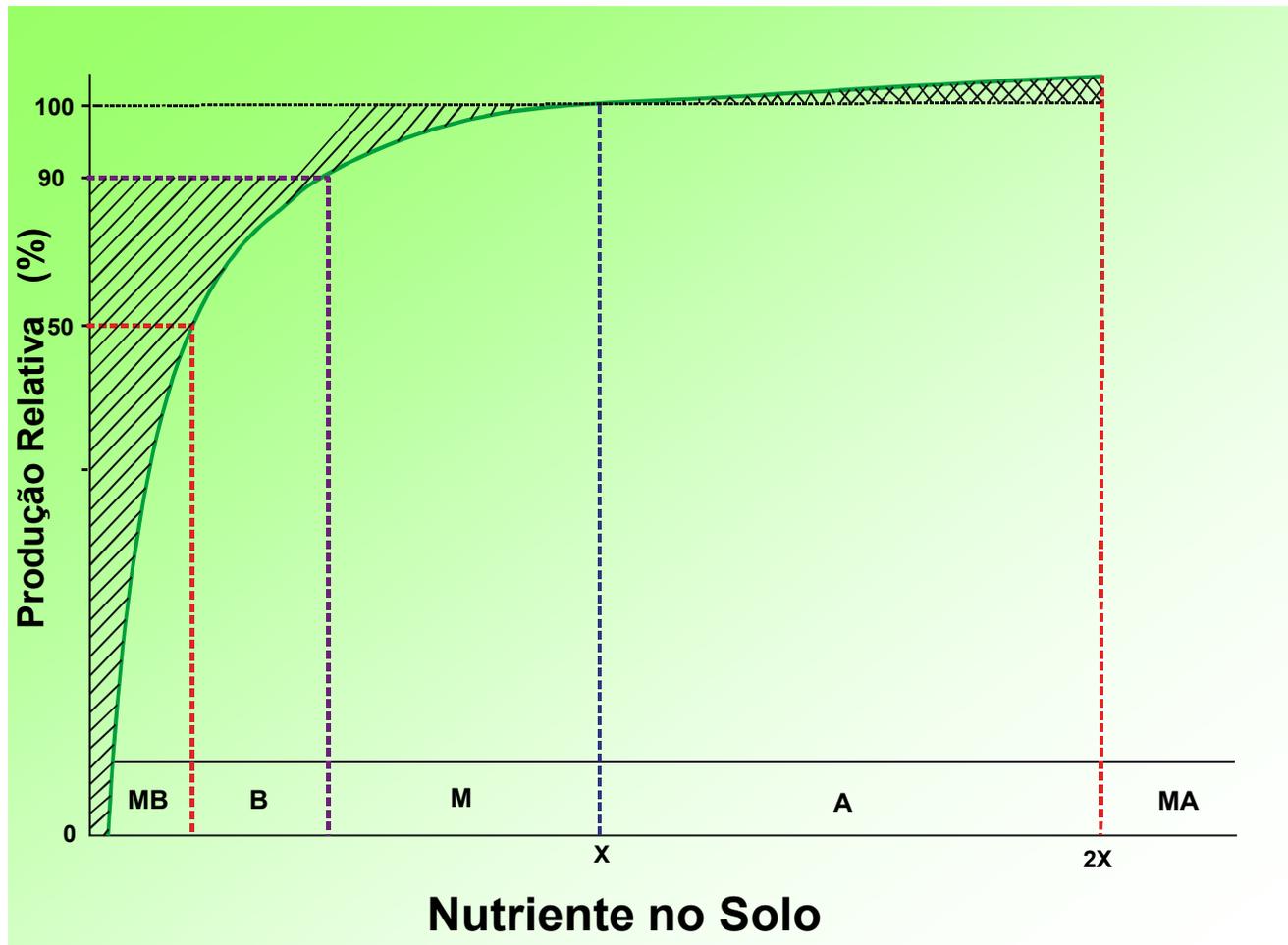
AJUSTES NECESSÁRIOS PARA A AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO ATRAVÉS DE MÉTODOS ANALÍTICOS

- ✓ Estudos de correlação (Qual metodologia ?)
- ✓ Estudos de calibração (Como interpretar ?)
- ✓ Curvas de resposta (Quanto adicionar ?)

Estudos de Correlação

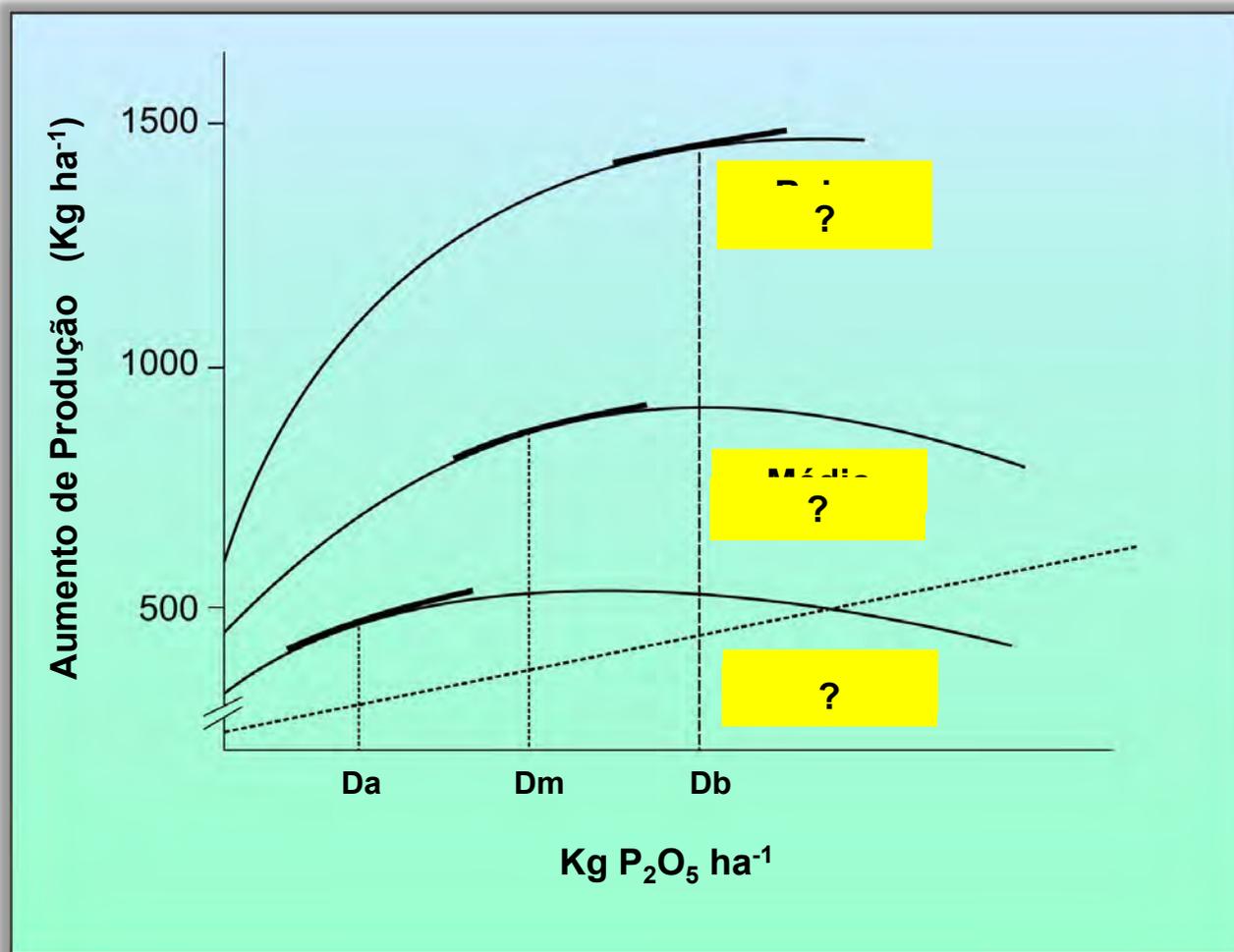


Estudos de Calibração

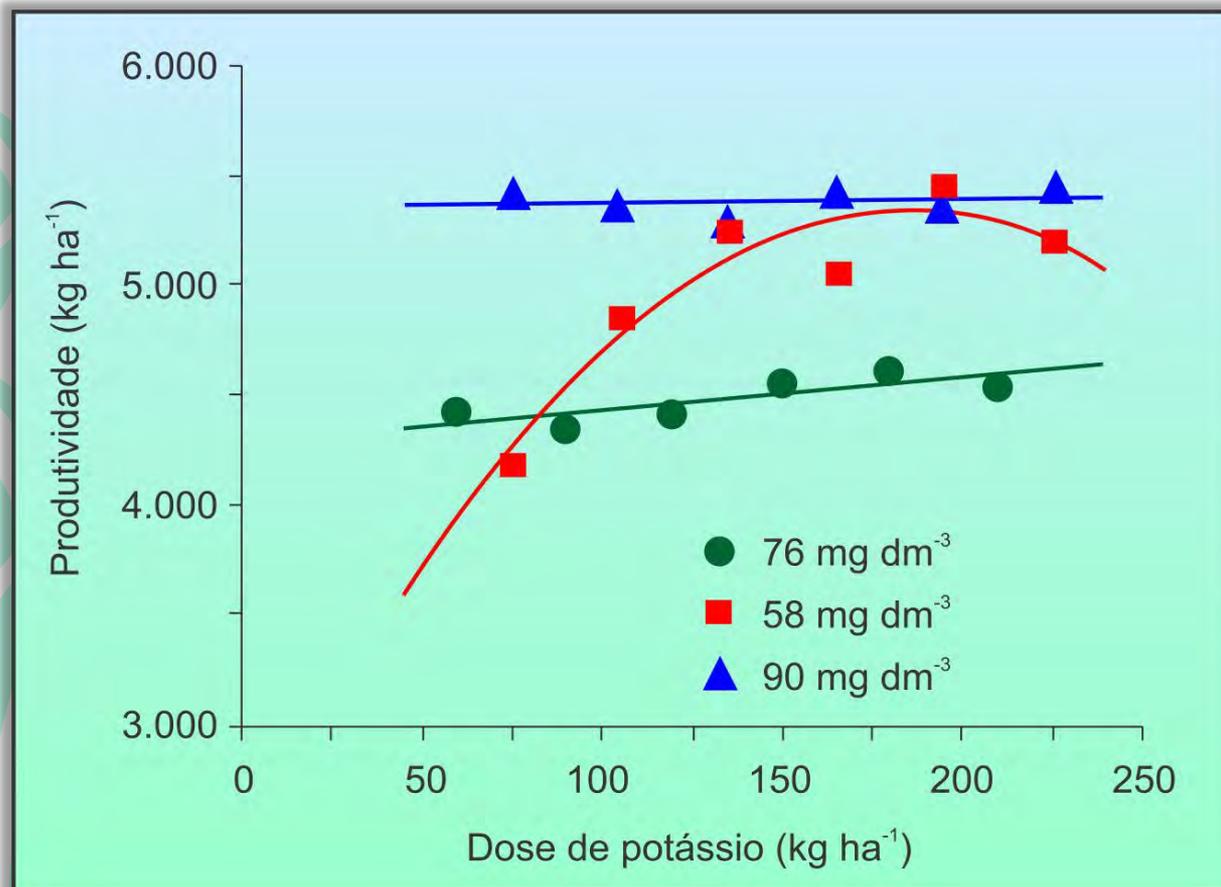


Limites de interpretação de teores de potássio e de fósforo em solos

Teor	Produção relativa	K ⁺ trocável	P resina			
			Florestais	Perenes	Anuais	Hortaliças
	%	Mmol _c /dm ³	mg/dm			
Muito baixo	0-70	0,0-0,7	0-2	0-5	0-6	0-10
Baixo	71-90	0,8-1,5	3-5	6-12	7-15	11-25
Médio	91-100	1,6-3,0	6-8	13-30	16-40	26-60
Alto	>100	3,1-6,0	9-16	31-60	41-80	61-120
Muito alto	>100	>6,0	>16	>60	>80	>120



Resposta do algodoeiro ao potássio em experimentos realizados no Estado de Mato Grosso, em solos com 58 mg dm⁻³, 76 mg dm⁻³ e 90 mg dm⁻³ de potássio



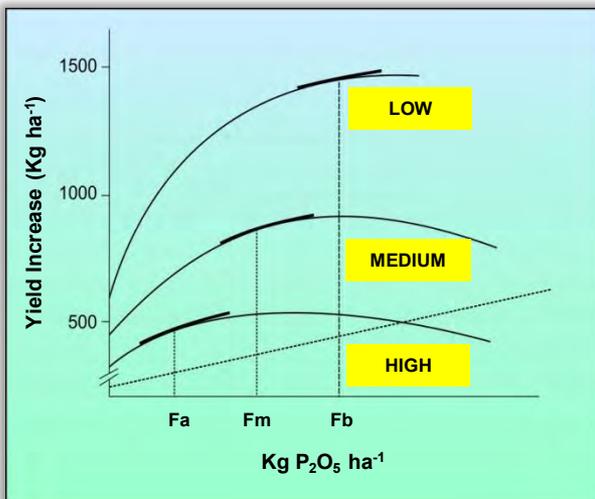


Tabela de Adubação

Adubação mineral de plantio: Aplicar de acordo com a análise de solo e a produtividade esperada.

Yield	Nitrogênio	P resina, mg/dm ³				K ⁺ trocável, mmol _c /dm ³			
		0-6	7-15	16-40	>40	0-0,7	0,8-1,5	1,6-3,0	>3,0
t/ha	N, kg/ha	P ₂ O ₅ , kg/ha				K ₂ O, kg/ha (²)			
2-4	10	60	40	30	20	50	40	30	0
4-6	20	80	60	40	30	50	50	40	20
6-8	30	90	70	50	30	50	50	50	30
8-10	30	(¹)	90	60	40	50	50	50	40
10-12	30	(¹)	100	70	50	50	50	50	50

IMPORTANTE NOTAR QUE:

A DOSE É DEFINIDA POR ESTUDOS DE CURVA DE RESPOSTA, PARA CADA CLASSE DE TEOR (ESTUDOS DE CALIBRAÇÃO), PARA DETERMINADO MÉTODO ANALÍTICO (ESTUDOS DE CORRELAÇÃO), PARA DETERMINADA FORMA DE COLETA DA AMOSTRA DE SOLO.

Fonte: Raij et al, 1996.

PROCEDIMENTO DEVE SER ESPECÍFICO PARA:

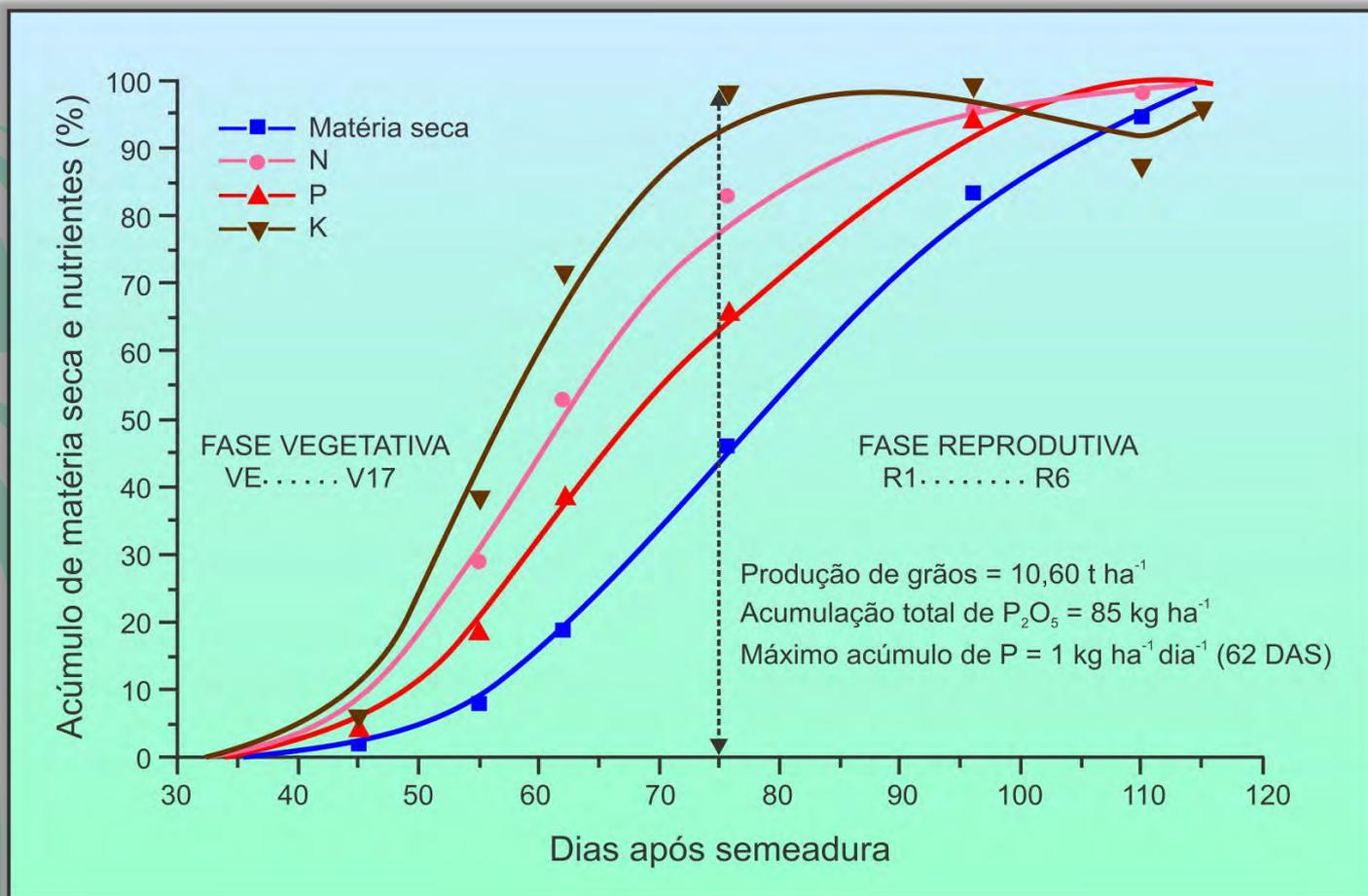
- ✓ Metodologia
- ✓ Área/região e solos considerados
 - ✓ Sistema de cultivo
- ✓ Profundidade de amostragem

NUTRIÇÃO DE PLANTAS



IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

Acúmulo de matéria seca, nitrogênio, fósforo e potássio na parte aérea de plantas de milho



Escala fenológica do milho

Estádio	Caracterização do estágio
Fase vegetativa	
V0	Germinação/emergência
V2	Emissão da 2ª folha
V4	Emissão da 4ª folha ²
V6	Emissão da 6ª folha ³
V8	Emissão da 8ª folha
V12	Emissão da 12ª folha ⁴
V14	Emissão da 14ª folha
Fase reprodutiva	
R1 ¹	Emissão do pendão e abertura das flores masculinas
R2	Florescimento pleno
R3	Grãos leitosos
R4	Grãos pastosos
R5	Grãos farináceos
R6	Grãos farináceos duros
R7	Maturidade fisiológica ⁵

(1) Para alguns autores é também designado como estágio Vt.

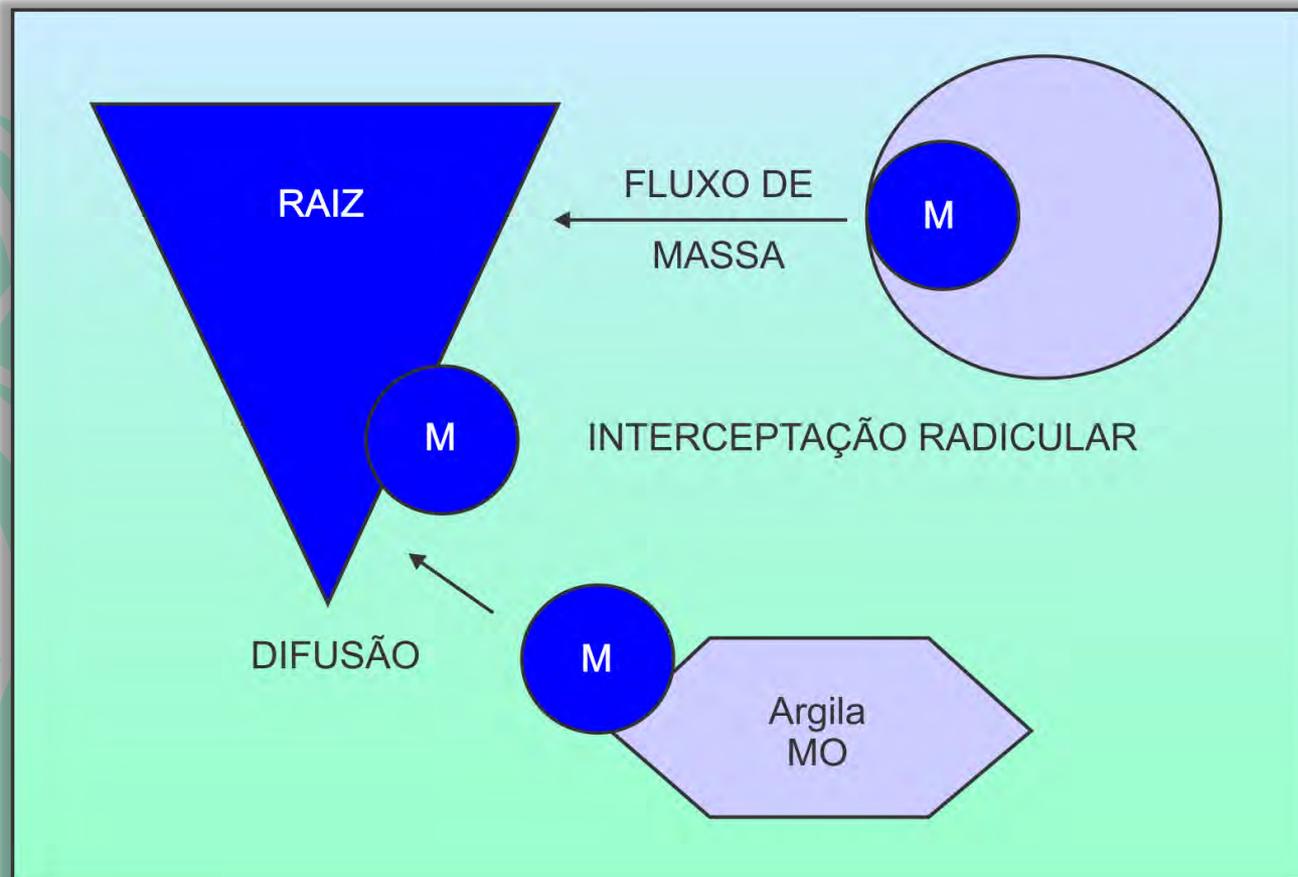
(2) Início da definição do potencial produtivo.

(3) Início da definição do número de fileiras na espiga.

(4) Início da definição do número e tamanho de espiga.

(5) Aparecimento do ponto preto na base do grão.

Representação esquemática dos mecanismos de contato íon-raiz



Relação entre o processo de contato e a localização dos fertilizantes

Elemento	Processo de contato (% do total)			Aplicação do fertilizante
	Interceptação radicular	Fluxo de massa	Difusão	
Nitrogênio	1	99	0	Distante, em cobertura (parte)
Fósforo	2	4	94	Próximo das raízes
Potássio	3	25	72	Próximo das raízes, em cobertura
Cálcio	27	73	0	A lanço
Magnésio	13	87	0	A lanço
Enxofre	5	95	0	Distante, em cobertura (parte)
Boro	3	97	0	Distante, em cobertura (parte)
Cobre ¹	15	5	80	Próximo das raízes
Ferro ¹	40	10	50	Próximo das raízes
Manganês ¹	15	5	80	Próximo das raízes
Zinco ¹	20	20	60	Próximo das raízes
Molibdênio ²	5	95	0	Em cobertura (parte)

(1) Complementação com aplicação foliar.

(2) Aplicação via semente e/ou foliar.



Faixas de concentração de nitrogênio e enxofre para algumas culturas de interesse econômico

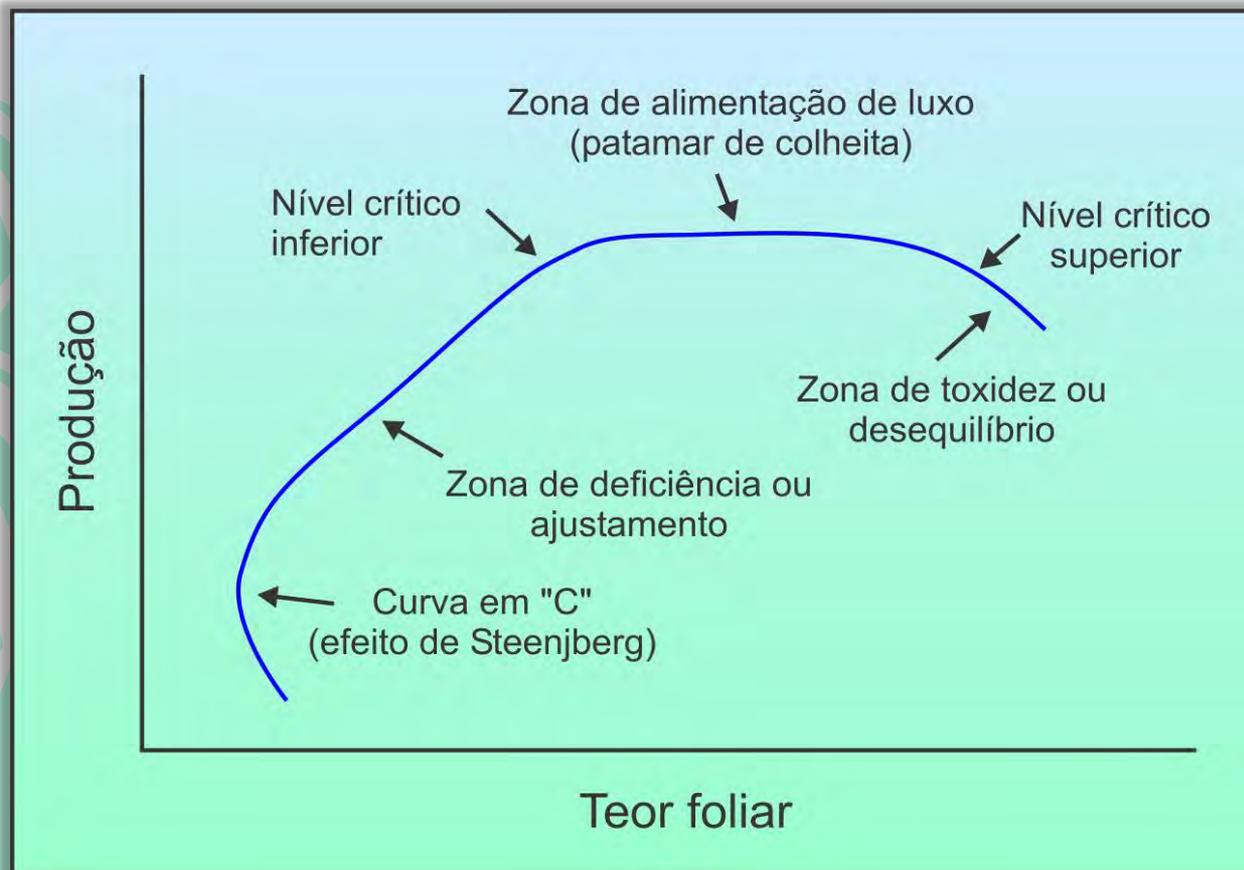
Cultura	N	S
	(g kg ⁻¹)	
	Grãos	
Amendoim	30-45	2,0-3,5
Arroz sequeiro	20-30	1,4-3,0
Arroz irrigado	26-42	2,0-3,0
Aveia	20-30	1,5-4,0
Centeio	25-35	1,5-5,0
Cevada	17-30	1,5-4,0
Feijão	30-50	2,0-3,0
Girassol	30-50	1,5-2,0
Milho	27-35	1,0-3,0
Soja	45-55	2,1-4,0
Sorgo	25-35	1,5-3,0
Trigo	20-34	1,5-3,0
Triticale	20-34	1,5-3,0
	Forrageiras	
Milheto	20-35	1,5-2,0
Braquiária	12-20	1,0-2,5
Capim colômbio	15-25	1,0-3,0
Capim elefante	15-25	1,0-3,0
Pangola	15-20	1,5-2,0
Tifton	20-26	1,5-3,0
Estilosantes	20-40	1,5-3,0
Alfafa	34-56	2,0-4,0
Guandu	20-40	1,5-3,0
Leucena	20-48	1,5-3,0
Soja perene	20-40	1,5-3,0
	Essências florestais	
Araucária	16-17	1,0-2,0
Eucalipto	13-18	1,5-2,0
Pinus	11-13	1,3-1,6
	Outras culturas comerciais	
Cana-de-açúcar (planta)	19-21	2,0-3,0
Cana-de-açúcar (soca)	20-22	2,0-3,0
Fumo	35-40	2,0-6,0

Fonte: Adaptada de CQFS-RS/SC (2004).



IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

Representação geral da relação entre teor foliar e produção (ou matéria seca)



DRIS

Rendimento de soja e concentração de fósforo, cobre e boro nas folhas em função do fósforo aplicado para a sucessão soja-trigo, em Latossolo Roxo distrófico, safra 1998/1999, Londrina-PR

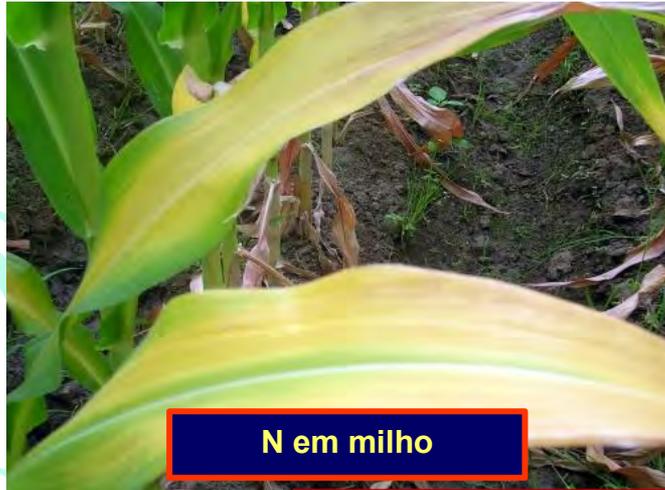
Dose anual de P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)	Rendimento (kg ha ⁻¹)	Concentração nas folhas		
		P (g kg ⁻¹)	Cu (mg kg ⁻¹)	B (mg kg ⁻¹)
0	2.884	2,75	10,3	75,9
50	3.539	3,62	11,3	69,1
80	3.542	3,82	8,26	50,7
110	3.193	4,31	7,53	44,6

Rendimento de soja e índice DRIS para fósforo, cobre e boro nas folhas em função do fósforo aplicado para a sucessão soja-trigo, em Latossolo Roxo distrófico, safra 1998/1999, Londrina-PR

Dose anual de P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)	Rendimento (kg ha ⁻¹)	Índice DRIS		
		P	Cu	B
0	2.884	- 9,9	3,3	22,2
50	3.539	2,8	6,5	16,9
80	3.542	3,8	-7,4	3,6
110	3.193	16,6	- 8,3	2,4

<http://www.ipni.org.br>

Exemplos de sintomas de deficiência em plantas comerciais



N em milho



P em milho

<http://media.ipni.net/>



K em soja



Zn em algodão

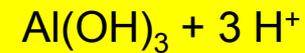
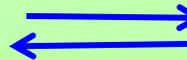
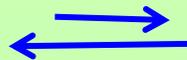
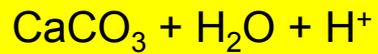


ACIDEZ E CALAGEM



IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

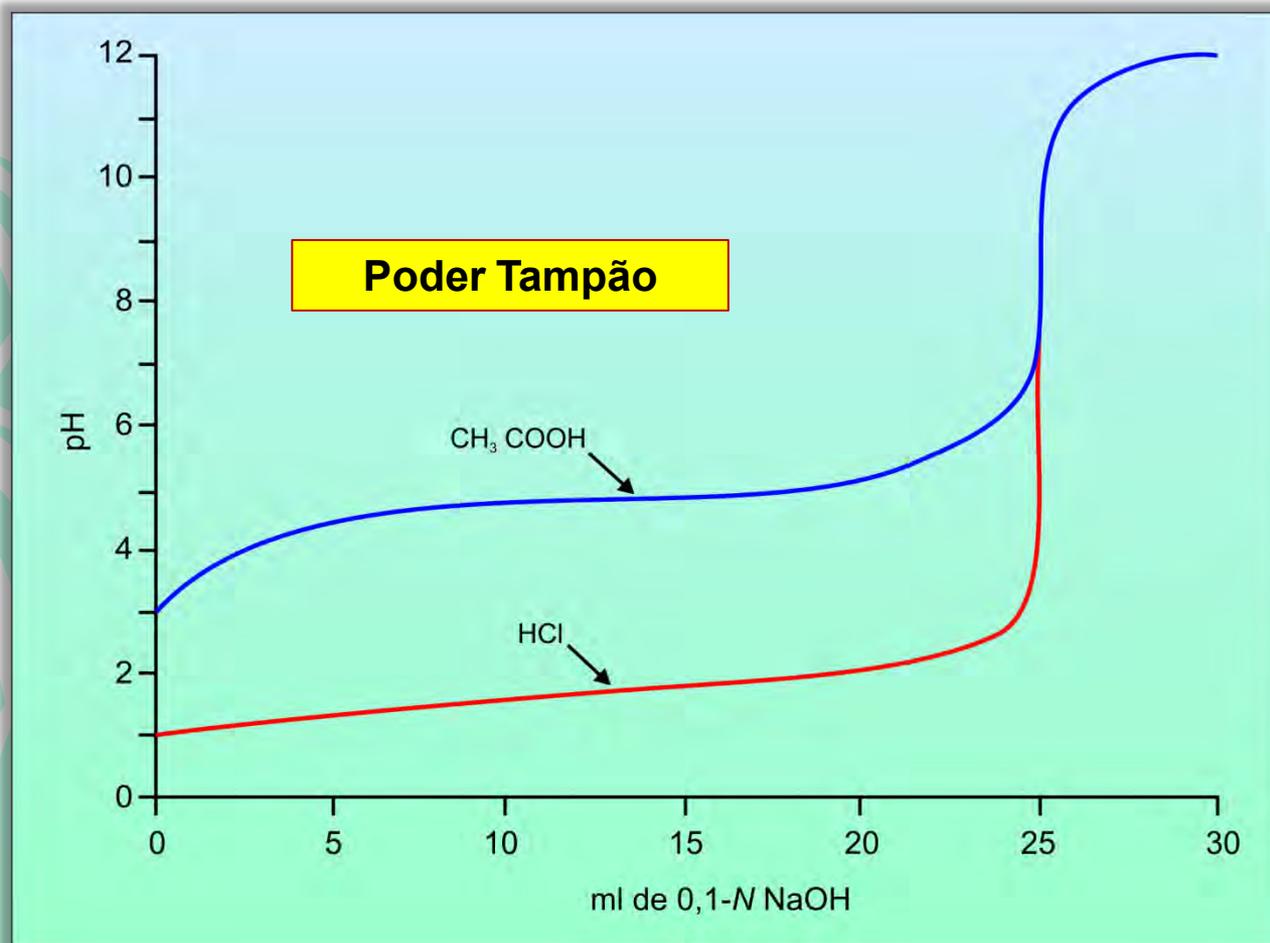
Reações envolvidas na correção da acidez do solo



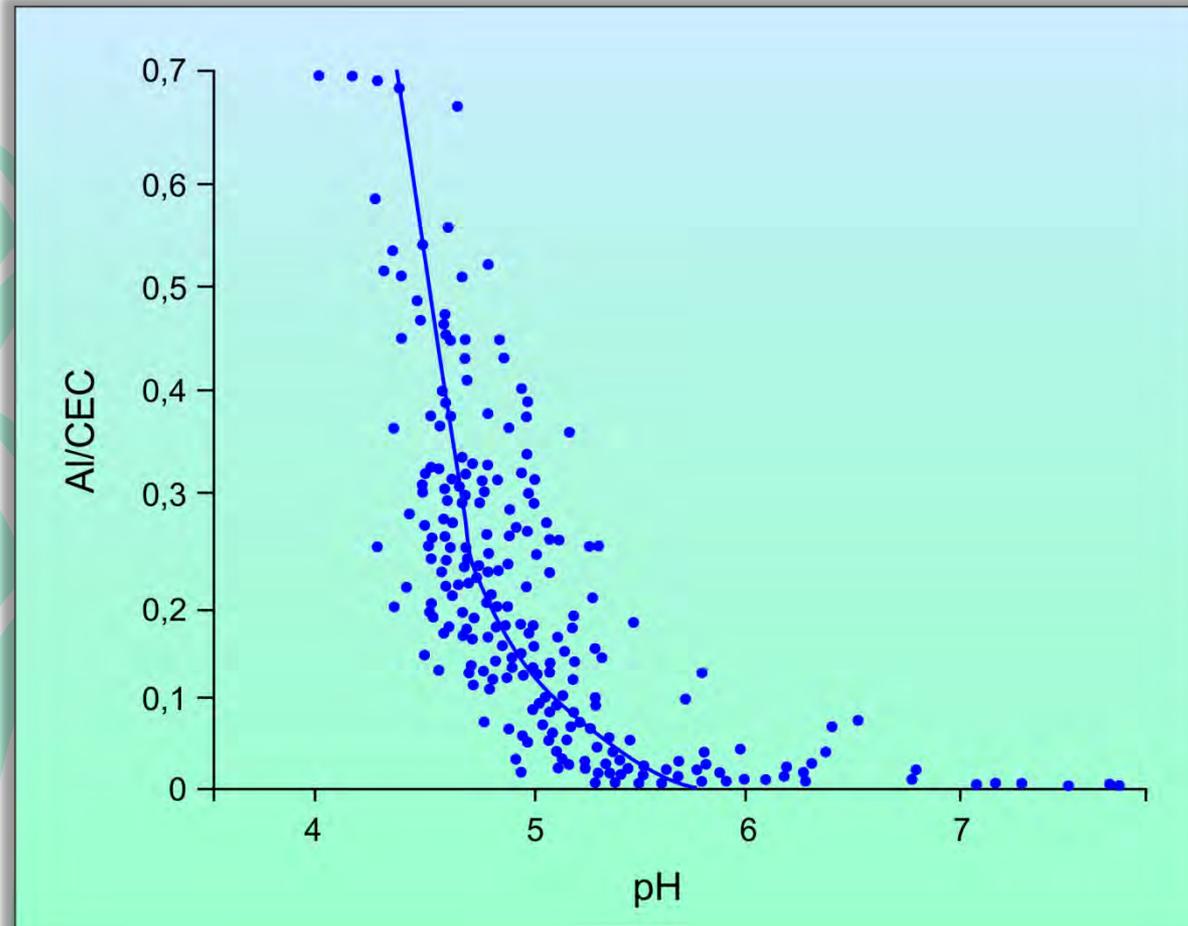
- (1) Neutralização da acidez (H^+)
- (2) Hidrólise do Al^{3+} gera acidez
- (3) Imobilização do Al^{3+}
- (4) Necessitamos de uma base forte



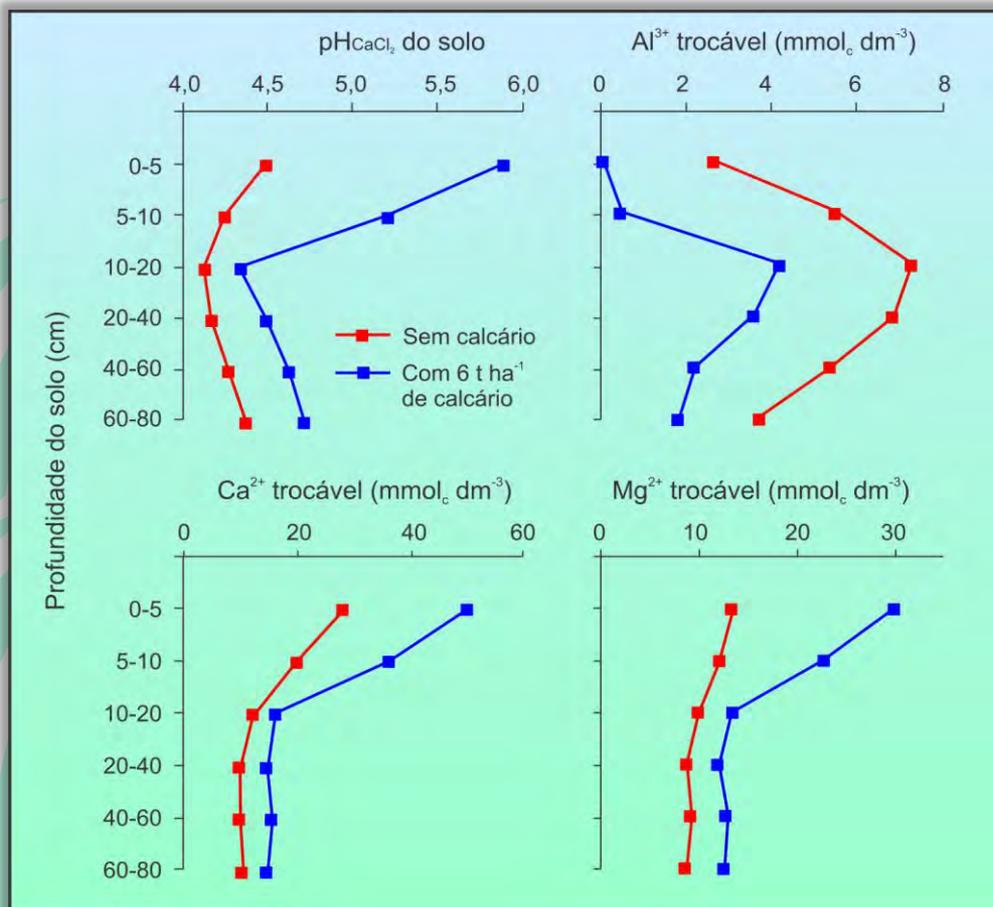
Análise volumétrica: 0,10-N CH_3COOH e 0,10-N HCl com 0,1-N NaOH



Com o aumento do pH do solo, a saturação por Al^{3+} diminui. Na maioria dos solos, pouco ou nenhum efeito de toxicidade de Al^{3+} no crescimento das plantas é observado acima de pH 5,0-5,5



Alterações no $\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$ e nos teores de Al^{3+} , Ca^{2+} e Mg^{2+} trocáveis, em diferentes profundidades de um Latossolo Vermelho textura média, considerando a calagem na superfície em sistema plantio direto; calcário dolomítico aplicado em 1993. Os pontos são médias de cinco amostragens de solo realizadas no período de 1993 a 1998.

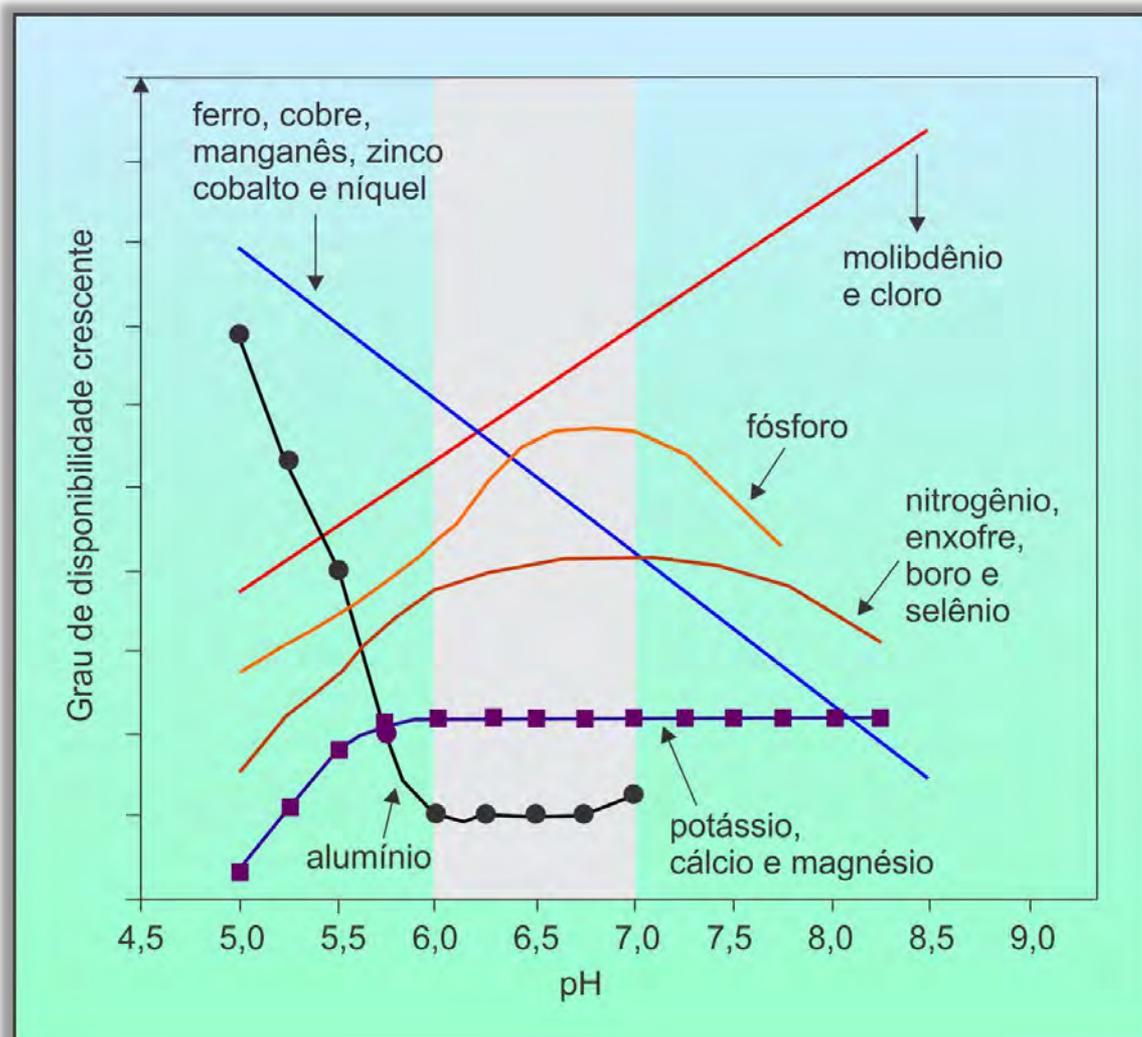


Fonte: Adaptado de Caires et al. (2000).



IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

PH X DISPONIBILIDADE DE NUTRIENTES



EFEITO DO PH DO SOLO NA CONCENTRAÇÃO DE P EM FOLHAS

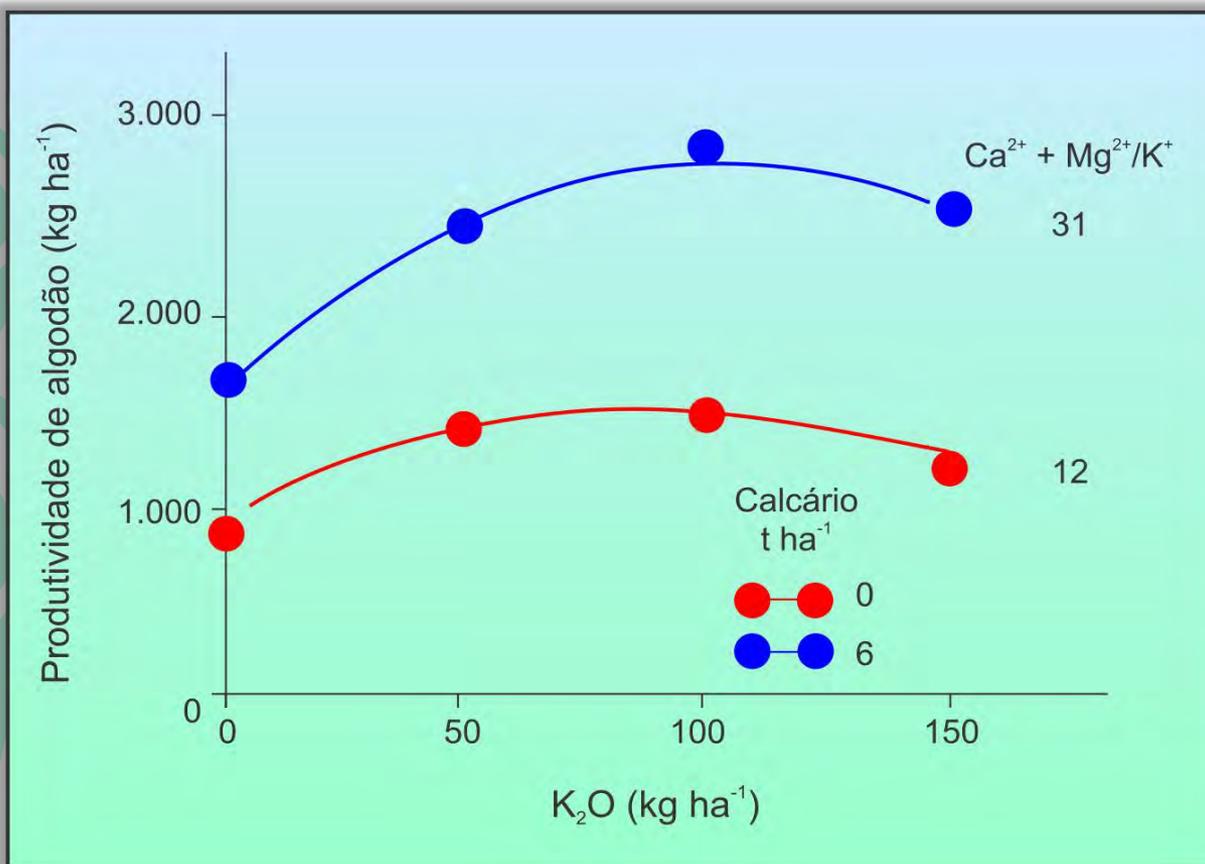
CULTURA E LOCAL	PH CaCl ₂	P FOLIAR (g Kg ⁻¹)	P - SOLO (MG DM ⁻³)			
			MEHLICH I	BRAY I	OLSEN	RESINA
FEIJÃO PARIQUÊRA-AÇU ORGANIC SOIL	3.8 D *	2.44 B	17 A	20 A	41 A	33 B
	4.2 C	3.21 A	18 A	21 A	33 B	36 AB
	4.7 B	3.25 A	18 A	20 A	26 C	38 AB
	5.1 A	3.26 A	19 A	18 A	19 D	43 A
	5.2 A	3.25 A	20 A	19 A	21 D	43 A
GIRASOL MOCOCA\ ULTISOL	4.3 C	2.79 C	12 B	24 A	17 A	22 B
	4.6 C	3.27 B	12 B	22 A	17 A	26 AB
	5.3 B	3.81 A	16 A	25 A	16 A	33 AB
	5.5 AB	3.87 A	15 A	20 A	12 A	35 A
	5.7 A	3.80 A	16 A	20 A	12 A	37 A
SOJA MOCOCA ULTISOL	4.3 A	1.85 C	6 A	15 A	10 A	13 C
	4.8 D	2.06 BC	7 A	16 A	11 A	16 C
	5.5 C	2.44 AB	5 A	13 A	7 A	17 BC
	6.1 B	2.26 A	7 A	17 A	8 A	22 AB
	6.4 A	2.55 A	7 A	15 A	8 A	27 A
SOJA RIBEIRÃO PRETO OXISOL	4.5 D	2.35 B	9 A	20 A	18 A	16 C
	4.9 C	2.69 AB	8 A	22 A	15 AB	19 BC
	6.1 B	2.88 A	8 A	20 A	13 AB	23 B
	6.6 A	2.85 A	10 A	24 A	12 B	34 A

FONTE: RAIJ E QUAGGIO (1990).



IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

Influência da adubação potássica na produtividade de algodão, de acordo com o equilíbrio de bases do solo, sem e com calagem



Qual calcário?

- ✓ Teor de Ca e Mg
- ✓ PRNT
- ✓ RE (granulometria)

Calcário	PRNT	PN	RE	PN 30 dias	PN após 30 dias
A	80	89.5	89.5	80.1	9.4
B	80	100	80	80	20.0
C	80	80	100	80	0.0

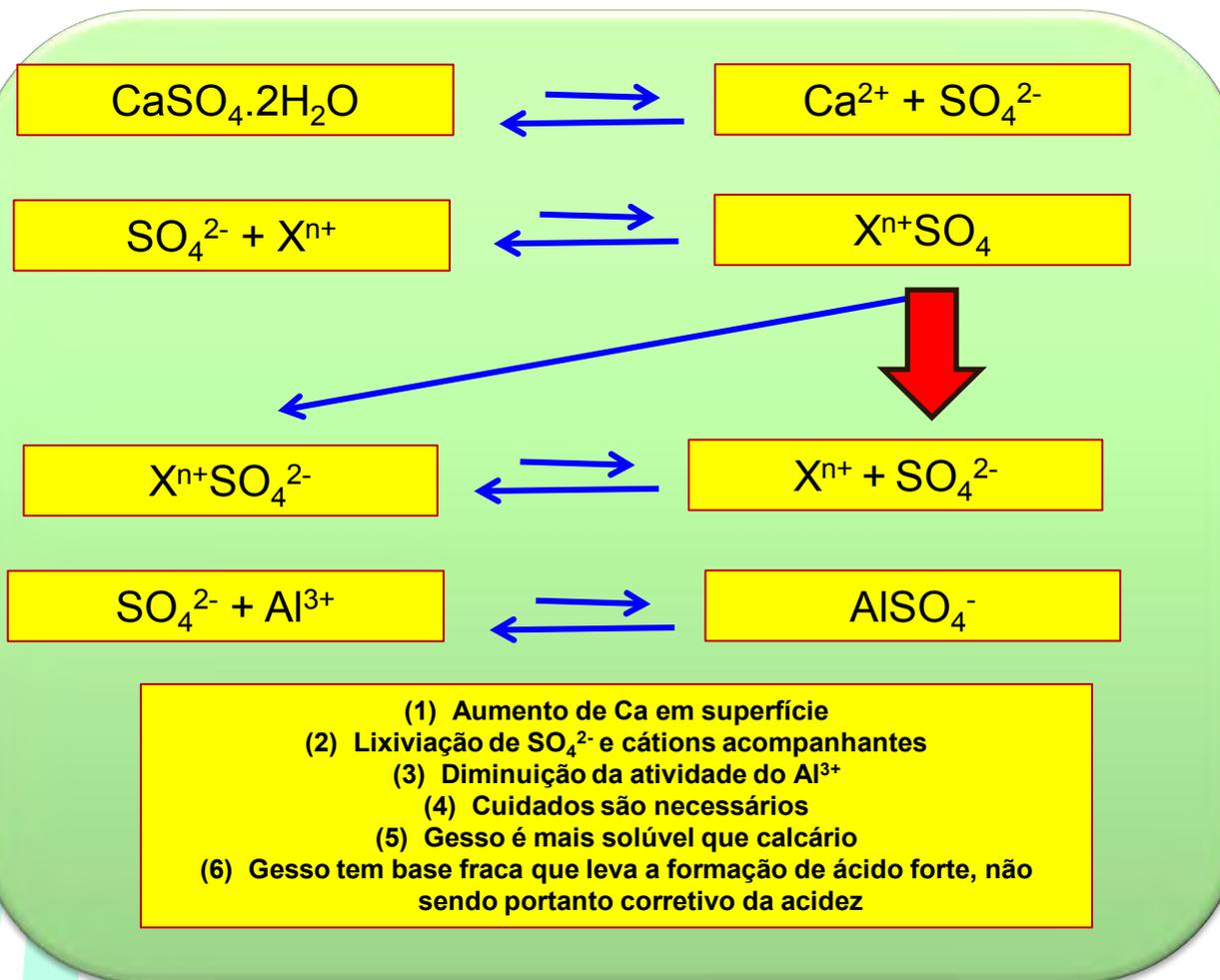


GESSO E GESSAGEM



IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

Reações envolvidas na gessagem do solo



Desenvolvimento das raízes do algodoeiro em profundidade, em ausência e em presença de gesso (cada quadrícula mede 15 cm x 15 cm), por ocasião da floração plena, em 22 de março de 2006



Sem gesso



3 t ha⁻¹ de gesso

Teores de cálcio e magnésio em experimento de calagem e gessagem de cana-de-açúcar, realizado em Lençóis Paulista, SP, em Latossolo Vermelho Escuro álico, com 160 g kg⁻¹ de argila

Profundidade (cm)	Calcário (t ha ⁻¹)	Gesso (t ha ⁻¹)	Ca ²⁺	SO ₄ ²⁻	V	m
			(mmol _c dm ⁻³)		(%)	
0-25	0	0	3,5	0,8	9	68
	0	6	7,9	2,4	17	47
	6	0	13,0	0,3	52	7
	6	6	23,4	2,8	59	2
75-100	0	0	0,8	0,7	6	84
	0	6	4,3	4,1	15	57
	6	0	1,6	0,9	12	70
	6	6	5,0	4,7	22	45

Calcário (t ha ⁻¹)	Produção média anual, período de 4 anos, para gesso (t ha ⁻¹)			
	0	2	4	6
Produção média anual de colmos (t ha⁻¹)				
0	99	106	111	112
2	110	114	117	114
4	113	121	118	118
6	110	117	114	118
Aumento médio anual de colmos (t ha⁻¹)				
0	0	+7	+12	+13
2	+11	+15	+18	+13
4	+14	+22	+19	+19
6	+11	+18	+15	+19

Fonte: Morelli e outros (1992).



EFEITO DE APLICAÇÕES DE GESSO NA DISTRIBUIÇÃO DE RAÍZES DE VÁRIAS CULTURAS AO LONGO DE PERFIS DE SOLOS ALTAMENTE INTEMPERIZADOS

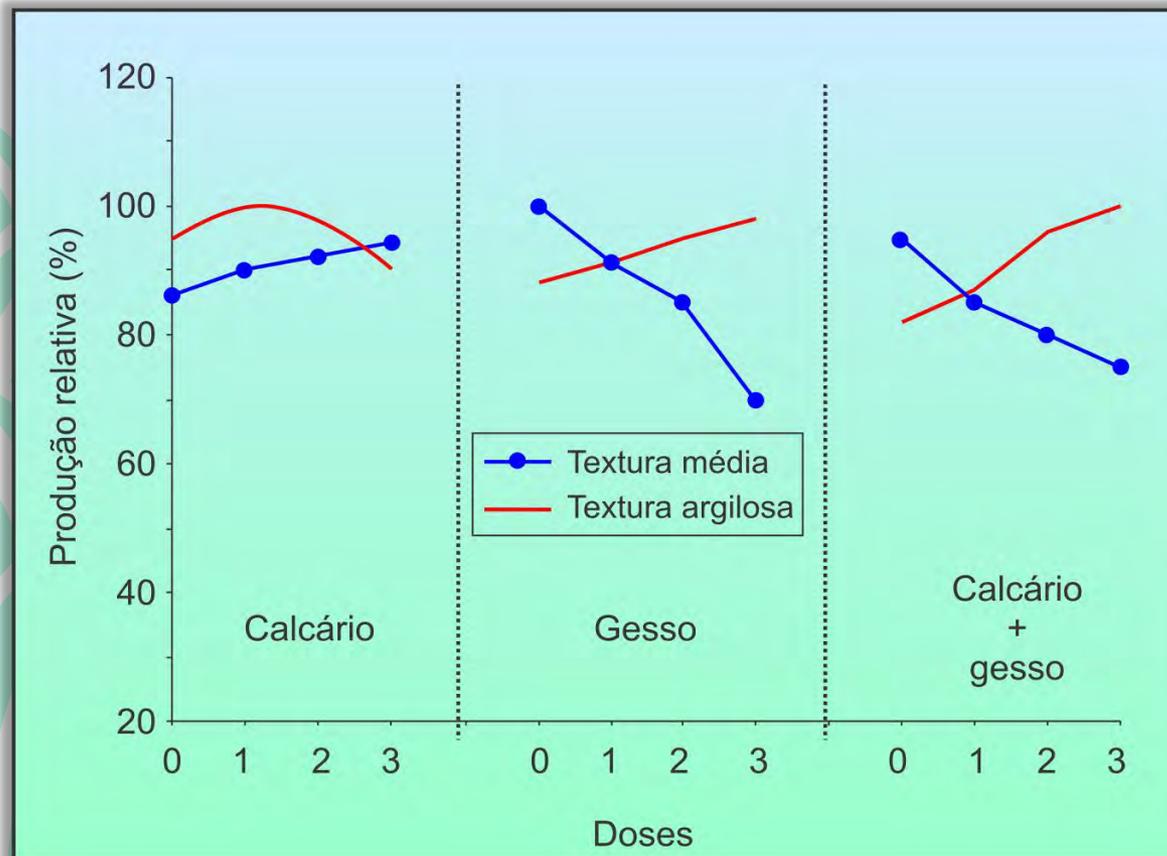
PROF.	MILHO ÁFRICA DO SUL ⁽¹⁾ DENSIDADE DE RAÍZES		MILHO BRASIL ⁽²⁾ DISTR. RELATIVA DE RAÍZES		MAÇA BRASIL ⁽³⁾ DENSIDADE DE RAÍZES		ALFAFA GEORGIA ⁽⁴⁾ COMPRIMENTO DE RAÍZES	
	T ⁽⁵⁾	G ⁽⁶⁾	T	G	T	G	T	G
CM	M/DM ³		%		CM/G		M/M ³	
0-15	3,10	2,95	53	34	50	119	115	439
15-30	2,85	1,60	17	25	60	104	30	94
30-45	1,80	2,00	10	12	18	89	19	96
45-60	0,45	3,95	8	19	18	89	10	112
60-75	0,08	2,05	2	10	18	89	6	28

FUNTE: ⁽¹⁾ FARINA & CHANNON, 1988; ⁽²⁾ SOUZA & RITCHEY, 1986; ⁽³⁾ PAVAN, 1991; ⁽⁴⁾ SUMNER & CARTER, 1988; ⁽⁵⁾ TESTEMUNHA; ⁽⁶⁾ GESSO.



IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

Resposta do algodoeiro à aplicação de calcário, gesso e calcário + gesso, em solos com textura média e argilosa



MATÉRIA ORGÂNICA



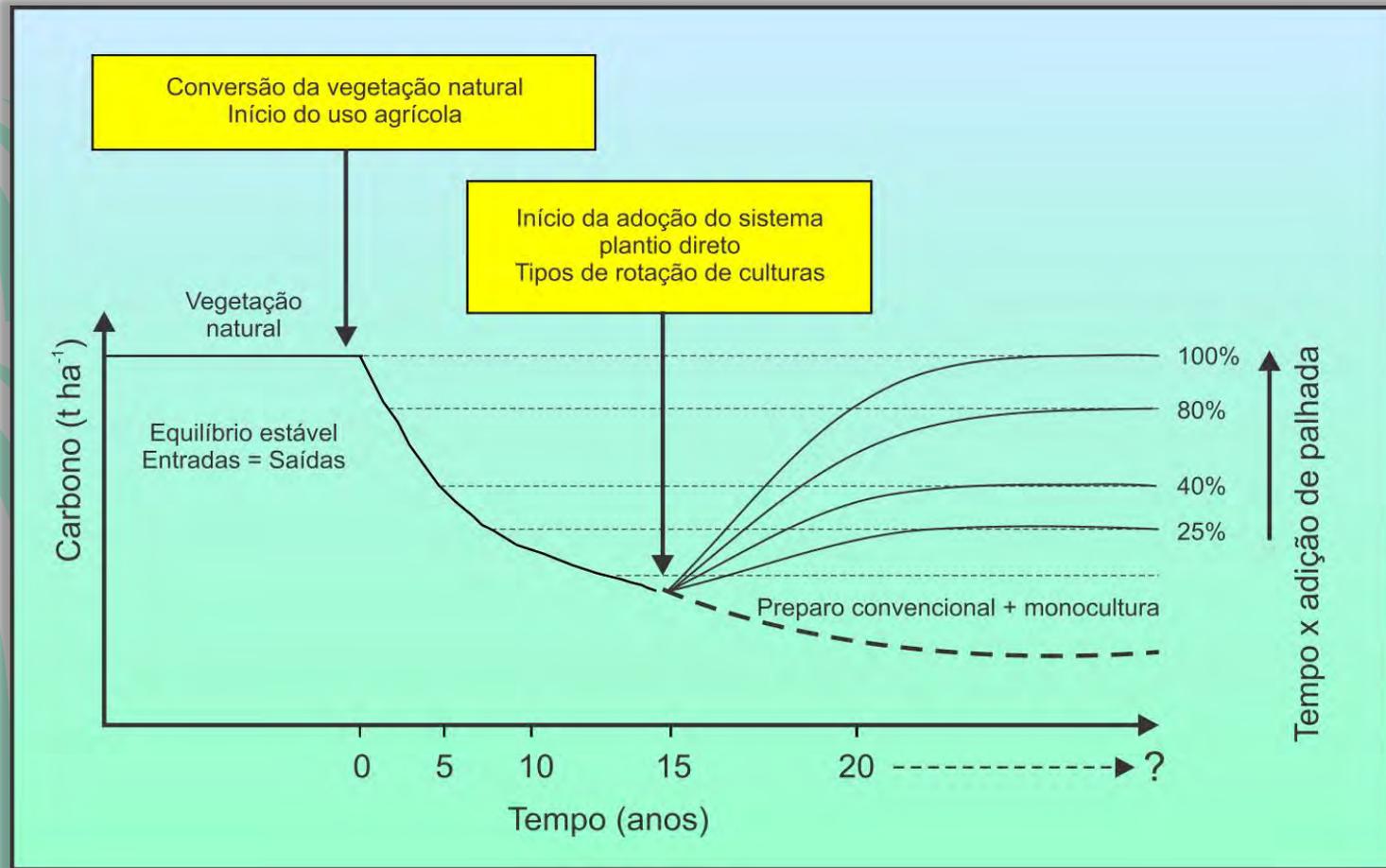
IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

Contribuição da matéria orgânica do solo na CTC de solos de diferentes ambientes do território brasileiro

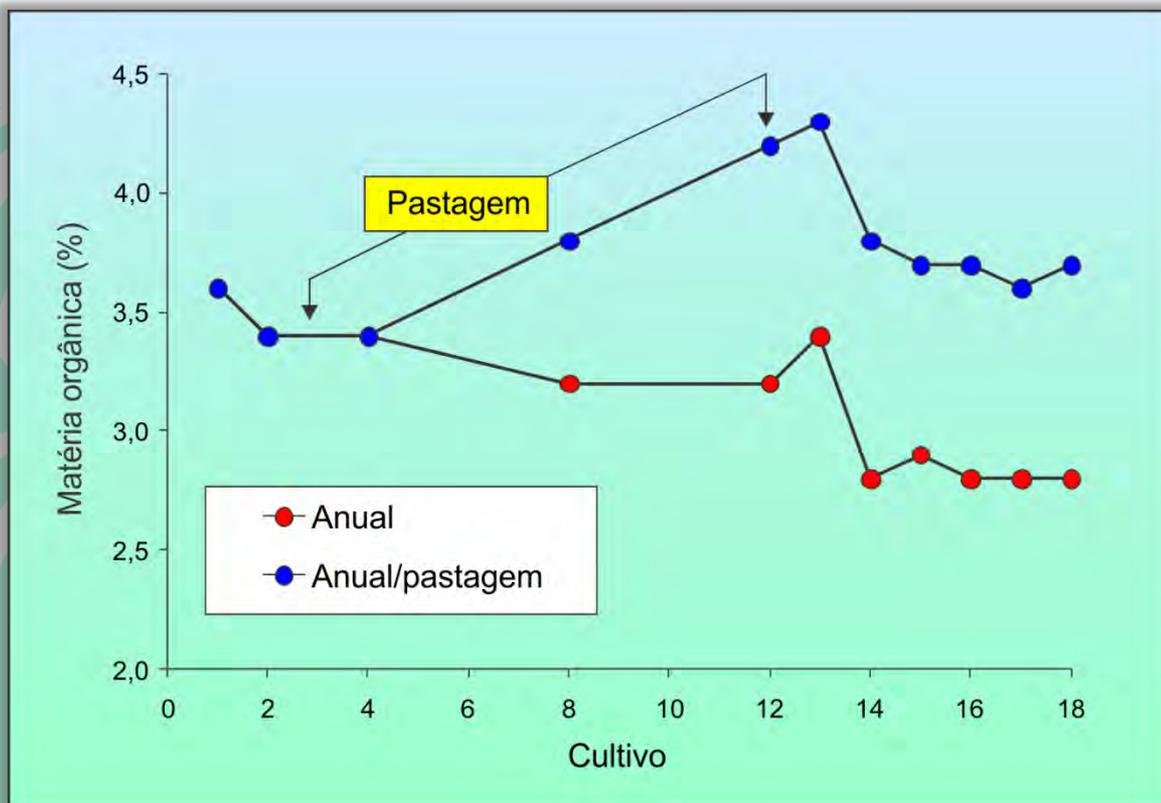
Região	Classes de solos avaliadas (nº)	% da CTC devida à matéria orgânica do solo	Fonte
Estado de São Paulo	16	70 a 74	Raij (1969)
Estado do Paraná	12	75 a 90	Pavan, Bingham e Pratt (1985)
Cerrados	14	75 a 85	Resck (1998)



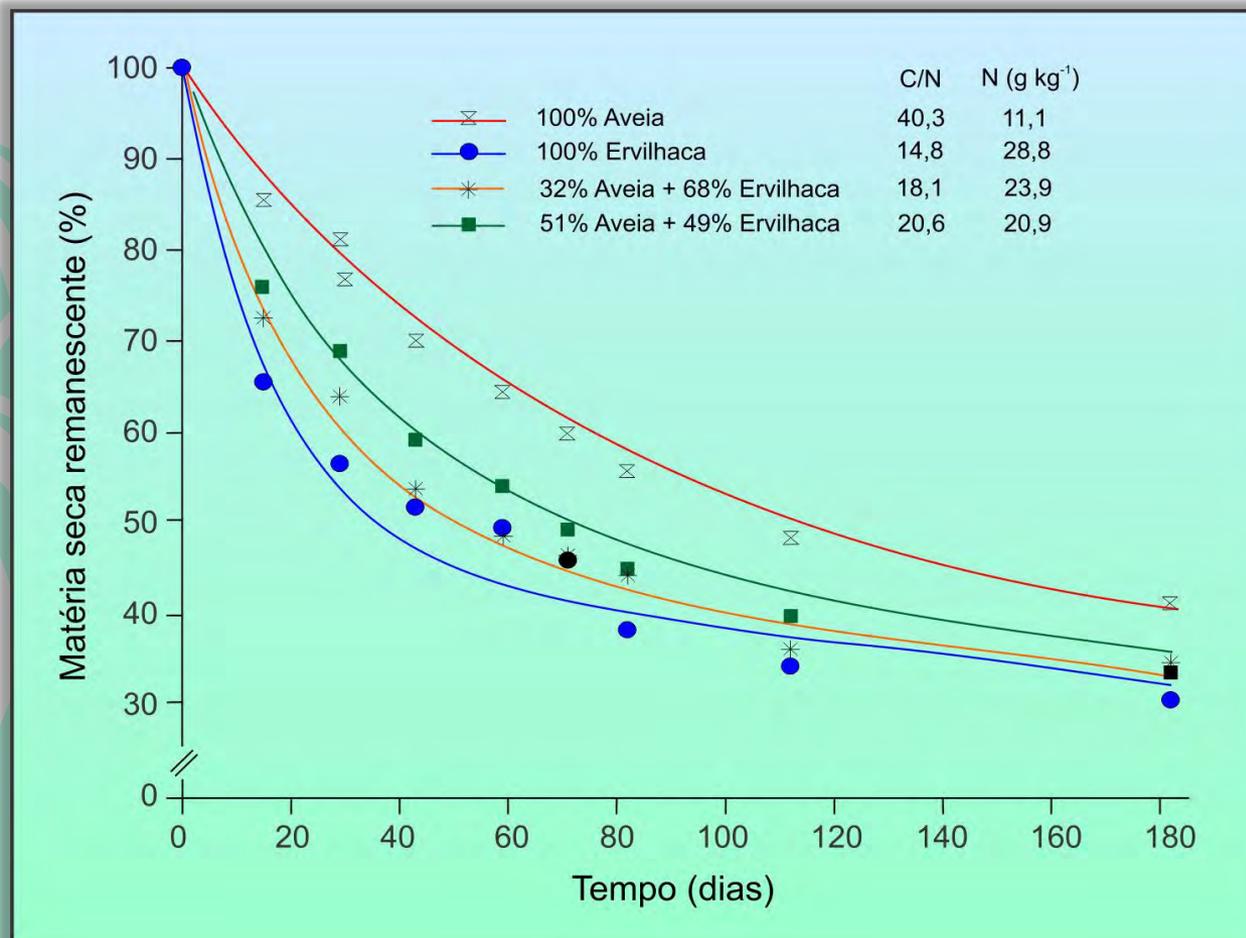
Esquema de decaimento do estoque original de carbono orgânico do solo em função da conversão da vegetação natural em agricultura por intermédio de desmatamento, queima da vegetação e uso contínuo do preparo do solo associado à monocultura de soja e à recuperação do estoque com a adoção do solo plantio direto associado à rotação de culturas



Dinâmica da matéria orgânica na camada de 0-20 cm de profundidade para os sistemas de cultivo anual-pastagem, em um período de 18 anos, em Latossolo muito argiloso (médias de 24 tratamentos com três repetições, em cada sistema)



Matéria seca remanescente na superfície do solo de resíduos culturais de aveia e ervilhaca solteiras e consorciadas



Fonte: Adaptada de AITA e GIACOMINI (2003).



IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

ROTAÇÃO DE CULTURAS / SISTEMAS DE PRODUÇÃO



EXEMPLOS DE NOVAS TÉCNICAS DISPONIBILIZADAS PELA PESQUISA – INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA



SISTEMA SANTA FÉ: MILHO COM BRAQUIÁRIA PARA PASTEJO OU COBERTURA

RECUPERAÇÃO DE P LA MUITO ARGILOSO, 22 ANOS

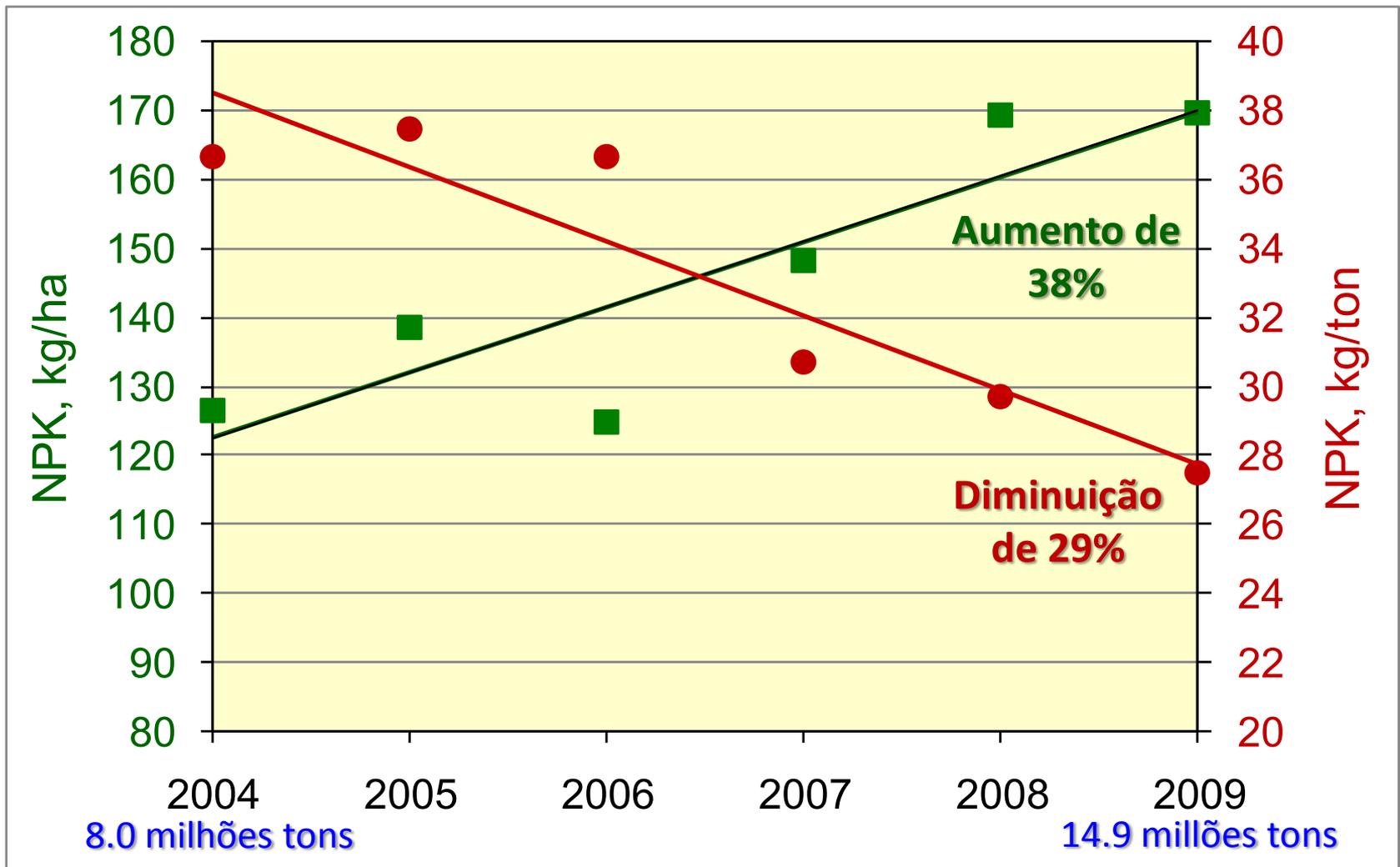
S. SIMPLES APLICADO	FÓSFORO RECUPERADO	
	ANUAIS ¹	ANUAIS E CAPIM ²
KG/HA DE P ₂ O ₅	----- % -----	
100	44	85
200	40	82
400	35	70
800	40	62

¹ A ÁREA FOI CULTIVADA POR DEZ ANOS COM SOJA, SEGUIDA DE UM PLANTIO COM MILHO E QUATRO CICLOS DA SEQÜÊNCIA MILHO-SOJA, DOIS CULTIVOS DE MILHO E UM DE SOJA.

² A ÁREA FOI CULTIVADA POR DOIS ANOS COM SOJA, SEGUIDA DE NOVE ANOS COM BRAQUIÁRIA MAIS DOIS ANOS COM SOJA E DOIS CICLOS DA SEQÜÊNCIA MILHO-SOJA, E CINCO ANOS COM BRAQUIÁRIA.

EXTRAÍDO DE DJALMA MARTINHÃO.





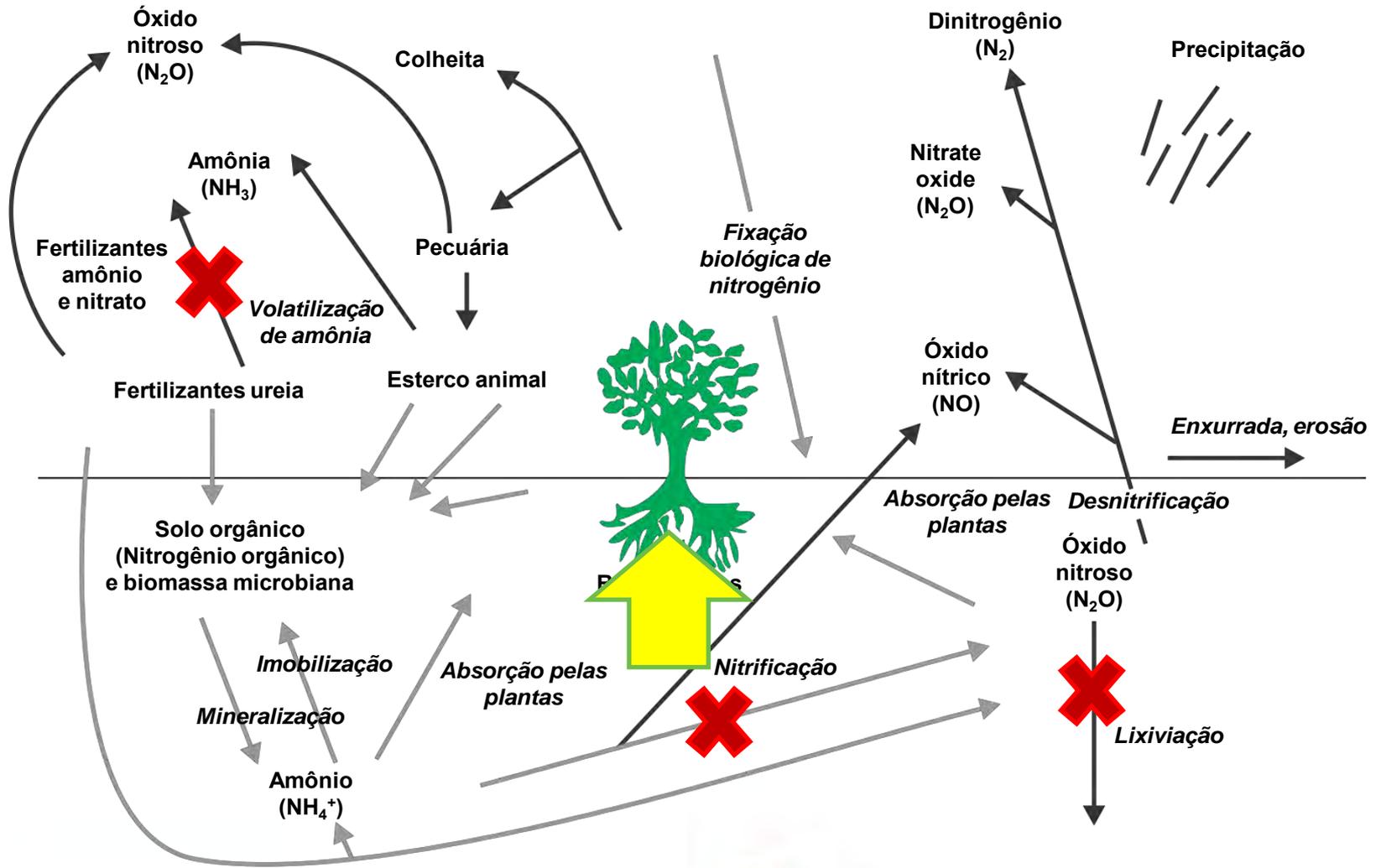
Dados fornecidos pela Fundação MT.

NITROGÊNIO



IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

Ciclo do nitrogênio simplificado

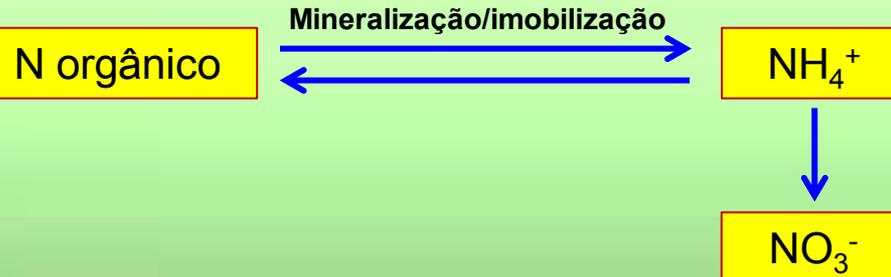
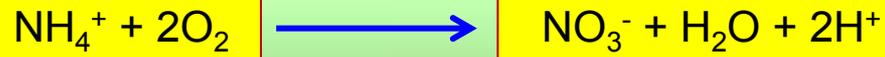


Fonte: Roy et al. (2003).

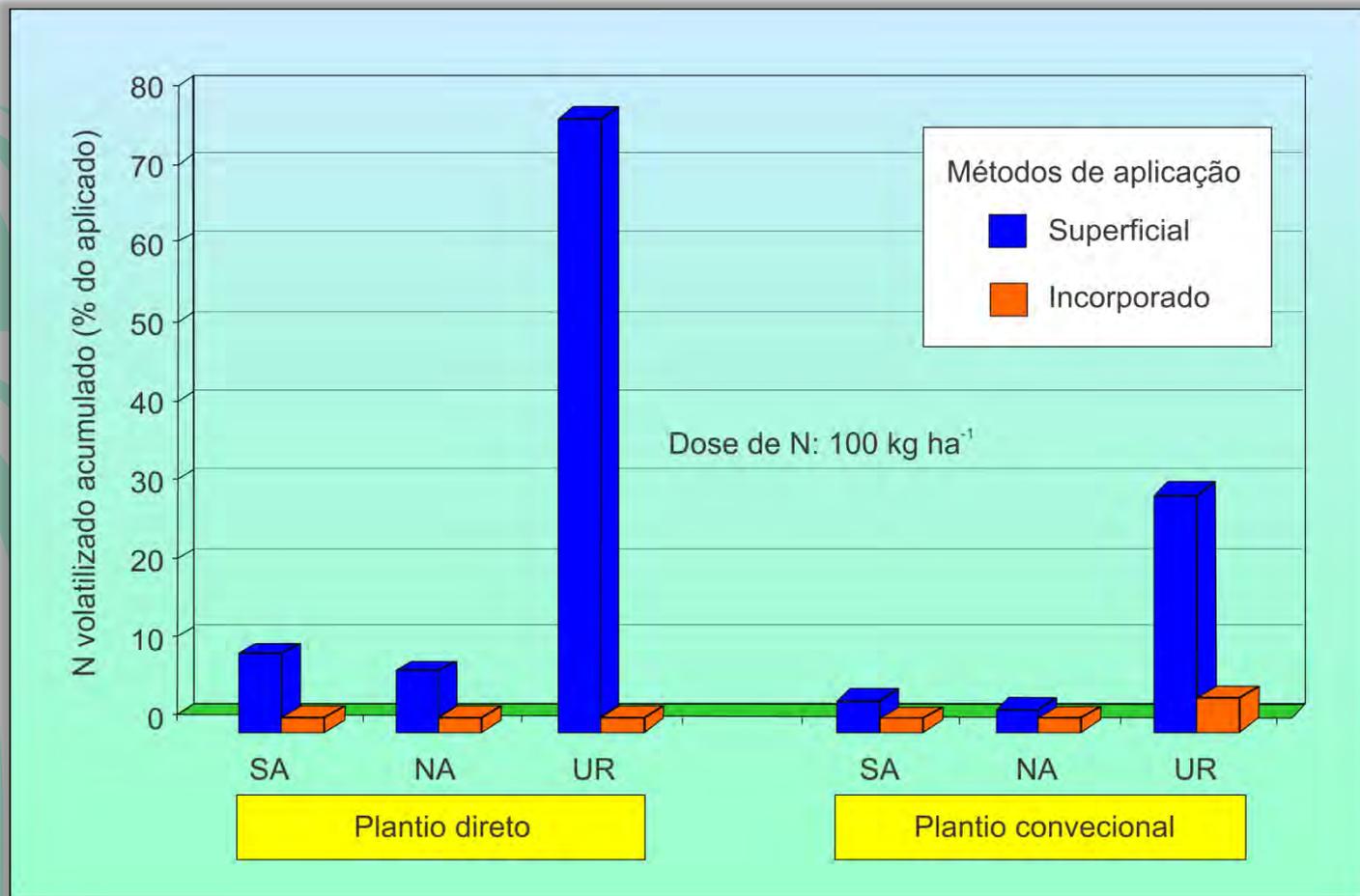


IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

Reações



Perdas acumuladas de nitrogênio de três fontes (SA – sulfato de amônio, NA – nitrato de amônio e UR – uréia) em plantio direto de milho sobre aveia e plantio convencional

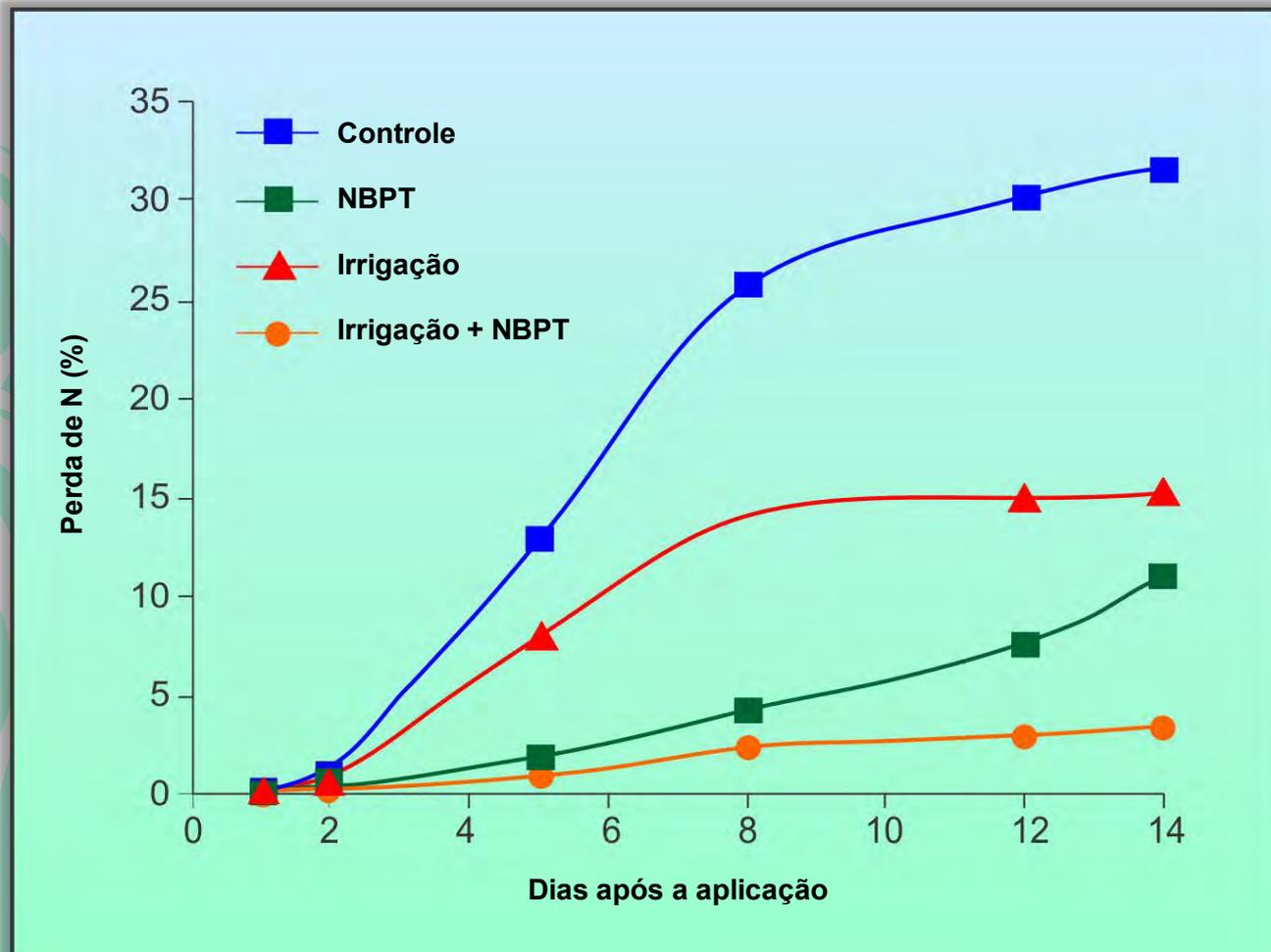


Fonte: Cabezas (1998).



IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

Efeito do N-(*n*-butyl) triamida tiofosfórico (NBPT) e chuva simulada (2,0 cm no dia 4 e no dia 7) sobre as perdas de volatilização da superfície aplicada ureia



Fonte: Rawluk, Grant e Racz (2000).

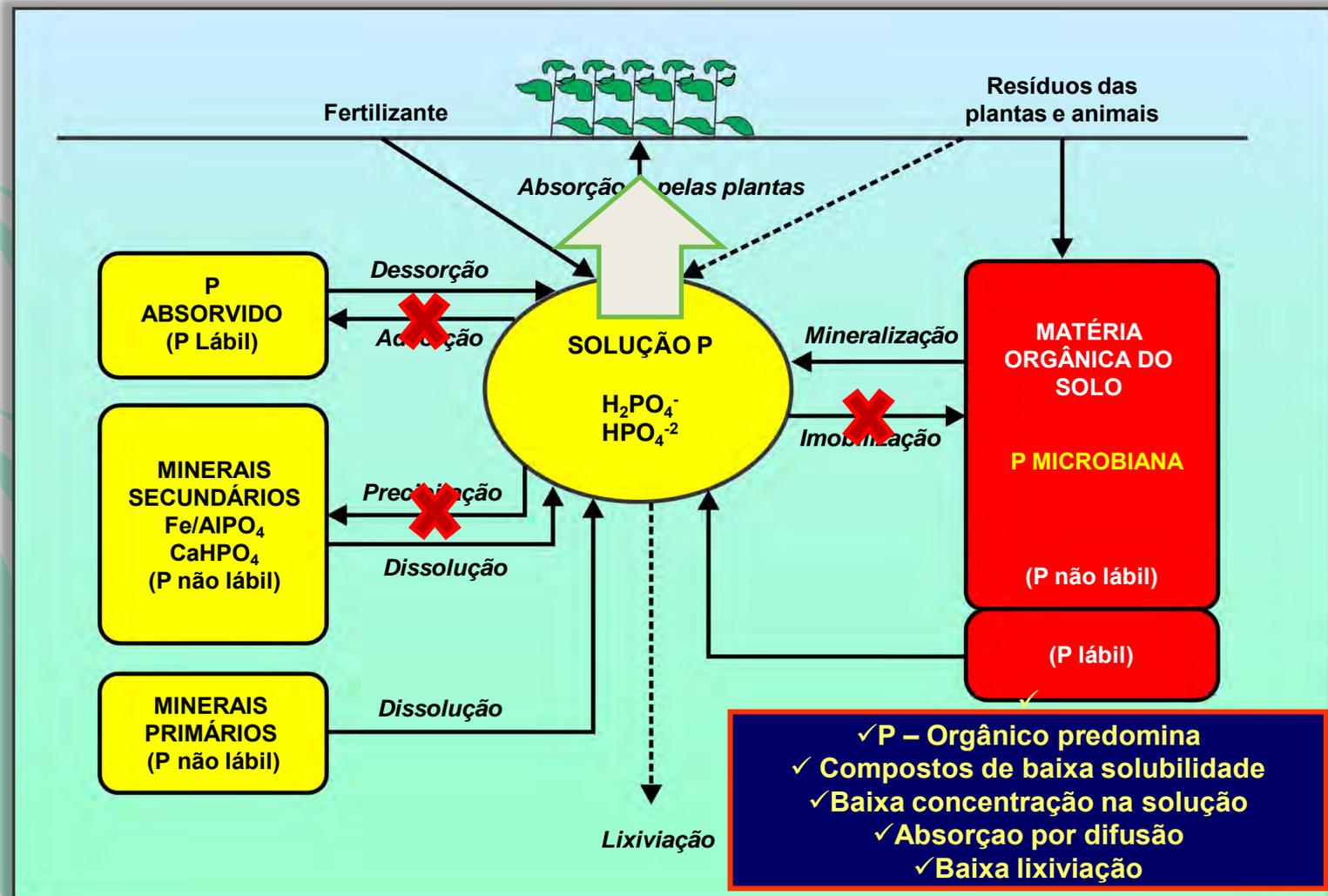


IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

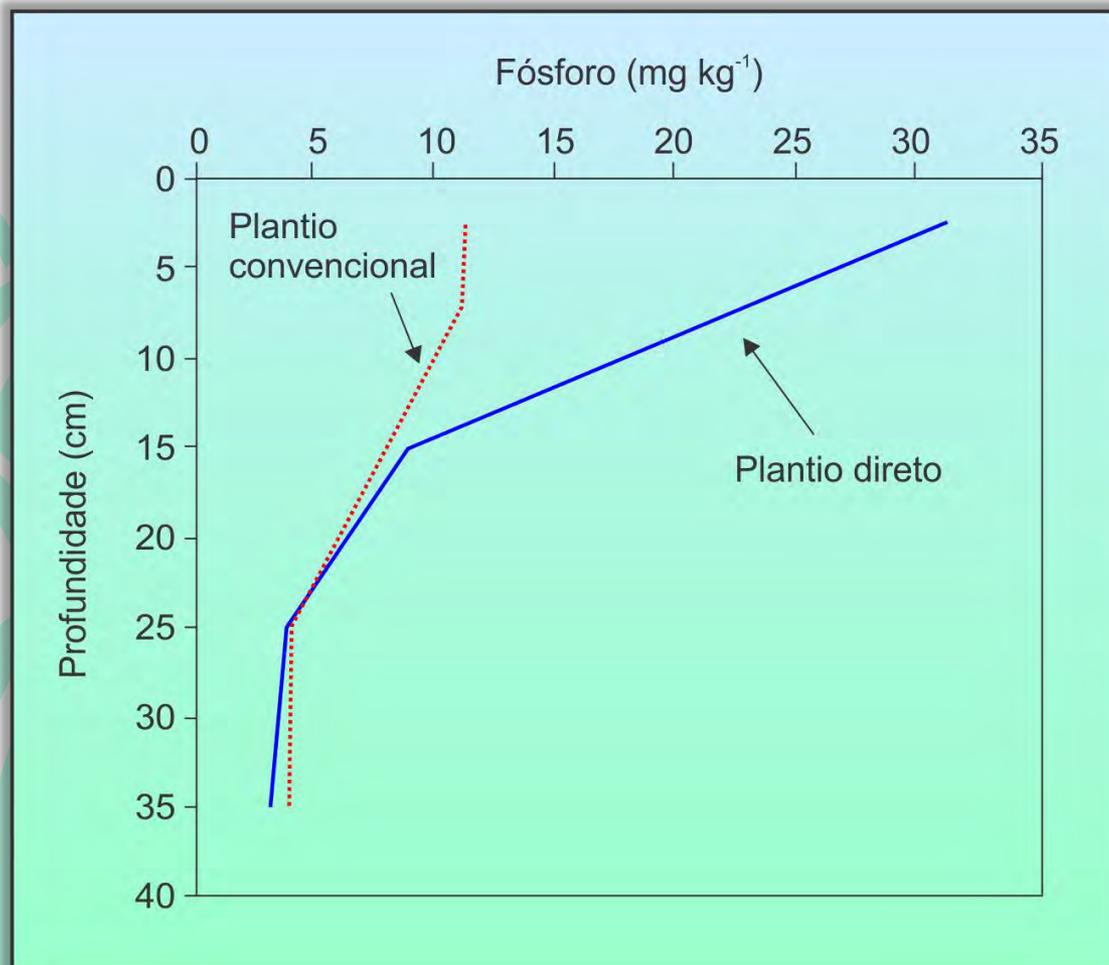
FÓSFORO



Representação esquemática do ciclo de fósforo no solo



Teor disponível de fósforo no solo (Mehlich-1) em função do sistema de cultivo e da profundidade de amostragem

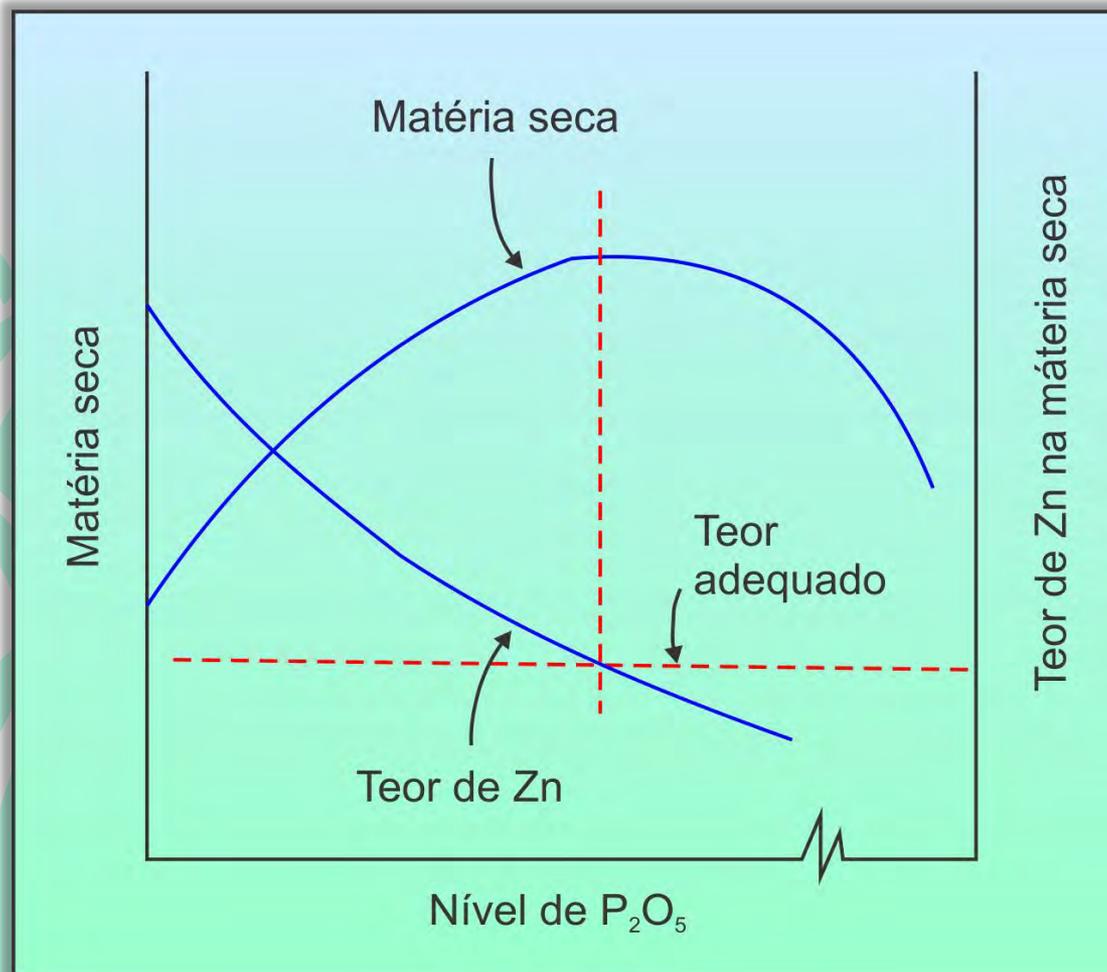


Fonte: Franchini e outros (dados não publicados).



IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

Efeito do fósforo na produção e no teor de zinco



Fonte: Baseada em Lopez (1972).



IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

Fósforo absorvido por milho cultivado por 18 dias em vasos contendo 5,5 L de Argissolo Vermelho distrófico de textura média, semeados um dia (1º cultivo) e 101 dias (2º cultivo) após a aplicação de 240 mg vaso⁻¹ de fósforo na forma de superfosfato triplo em pó e em grânulos, antes do 1º cultivo, com solo revolvido e não revolvido após o 1º cultivo

Granulometria do superfosfato triplo	Fósforo absorvido (mg vaso ⁻¹)		
	Cultivo		
	1º	2º	
	Incorporado	Revolvimento do solo	
Com		Sem	
Pó	5,67 b	2,74 a	2,49 b
Grânulos de 2 a 2,38 mm	12,08 a	2,91 a	5,11 a

(1) O tratamento sem fósforo (testemunha) apresentou os seguintes valores para fósforo absorvido: 1º cultivo = 1,42 mg vaso⁻¹; 2º cultivo = 1,46 mg vaso⁻¹



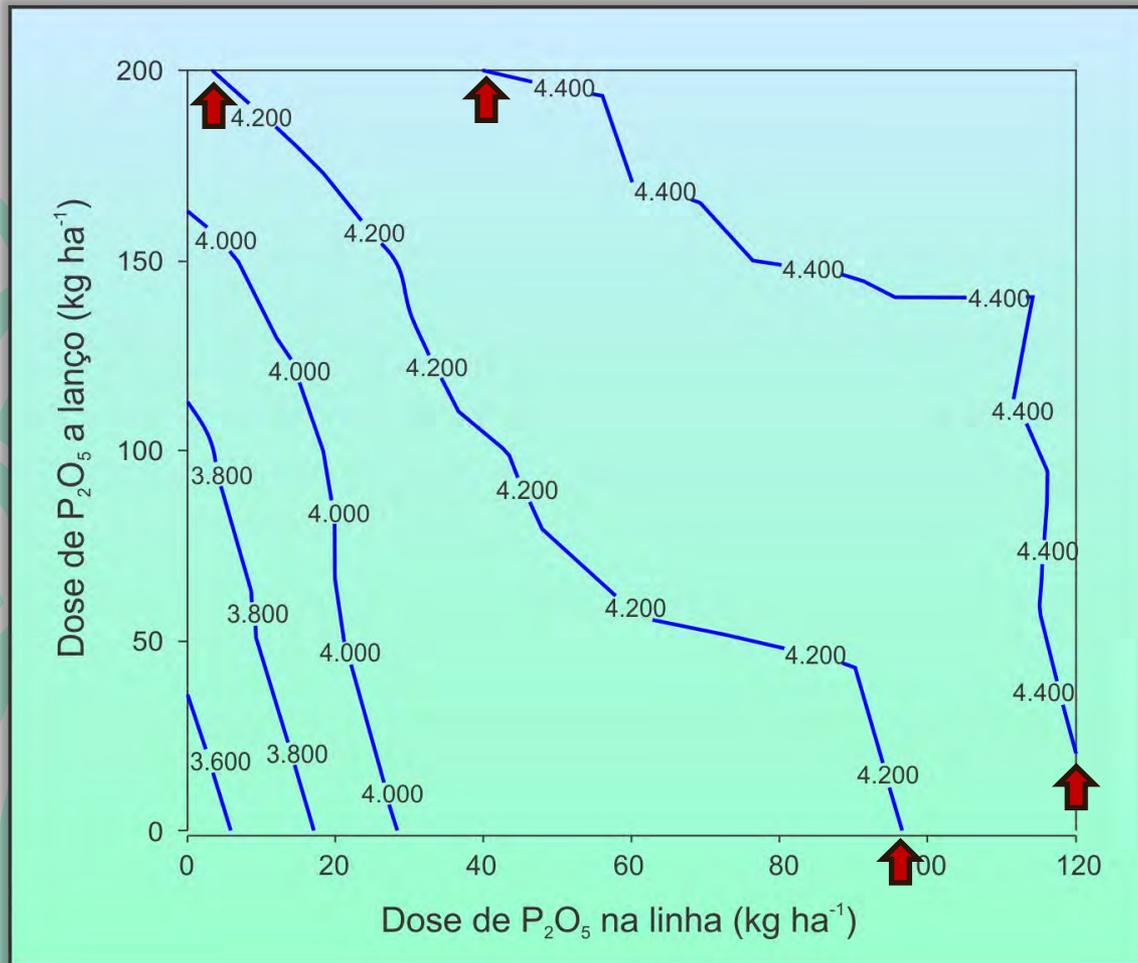
Incremento líquido na produtividade de milho em função de diferentes doses e modos de aplicação da adubação fosfatada

P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)	Modo de aplicação			
	Laço	Sulco simples	Sulco duplo	Média
	(t ha ⁻¹)			
45,0	0,73 ⁽¹⁾	1,05	0,81	0,86
67,5	0,80	1,92	2,14	1,62
90,0	0,84	2,66	3,42	2,31
112,5	0,88	3,36	4,23	2,82
135,0	1,17	3,64	5,00	3,27
Média	0,88 c ²	2,53 b	3,11 a	

⁽¹⁾ Obtido pela diferença entre a produtividade total do tratamento em estudo (t ha⁻¹) e o custo total de produção, exceto o custo do fósforo, calculado em t ha⁻¹.

⁽²⁾ Valores com letras iguais na linha não se diferenciam pelo teste de Tukey (P < 0,05).

Isolinhas de produtividade de algodão obtidas em experimento em Mato Grosso, em solo com 710 g kg^{-1} de argila e 10 mg dm^{-3} de fósforo extraído por mehlich⁻¹

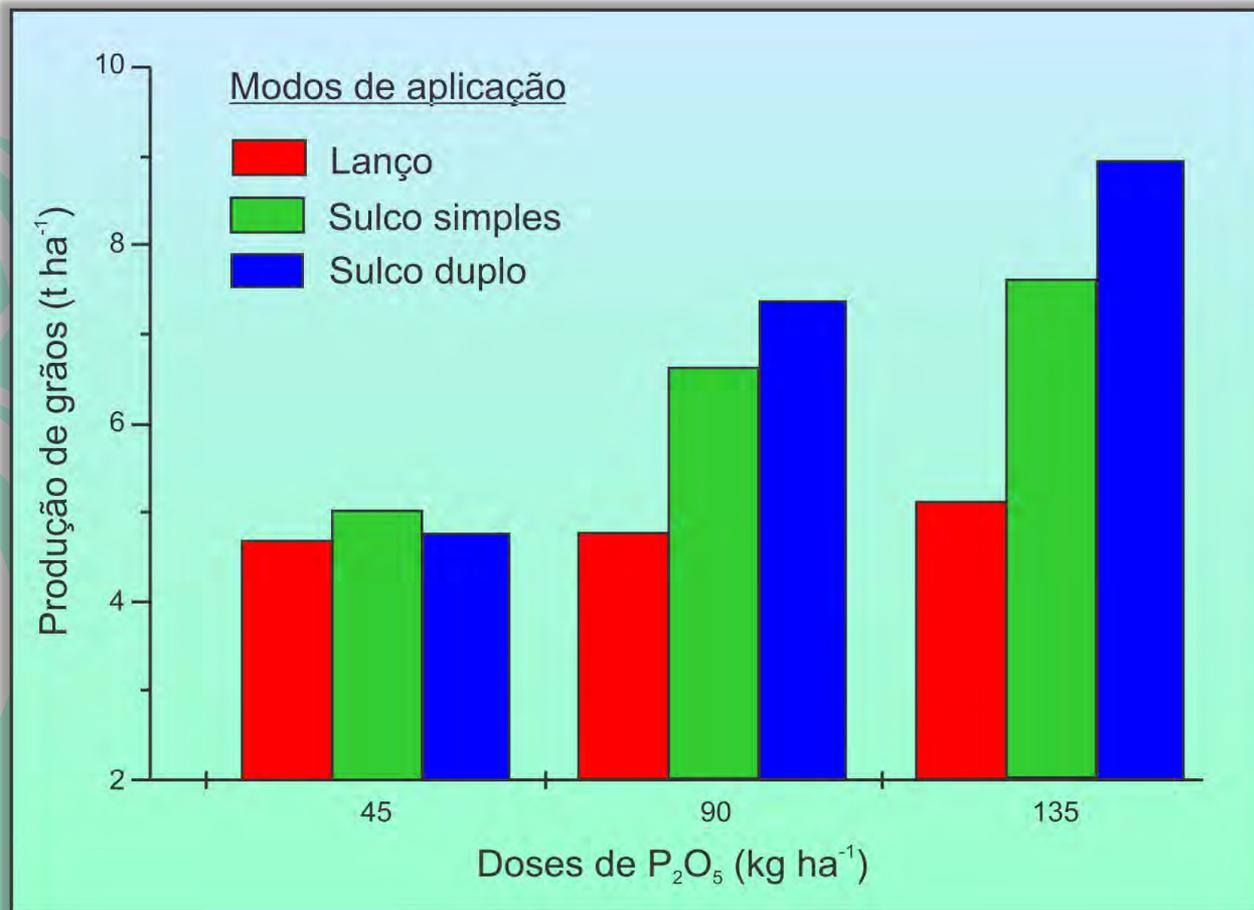


Fonte: Adaptado de dados de Fundação MT (2001).



IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

Efeito dos modos de aplicação do fertilizante fosfatado na produção de grãos de milho, em Uberaba-MG

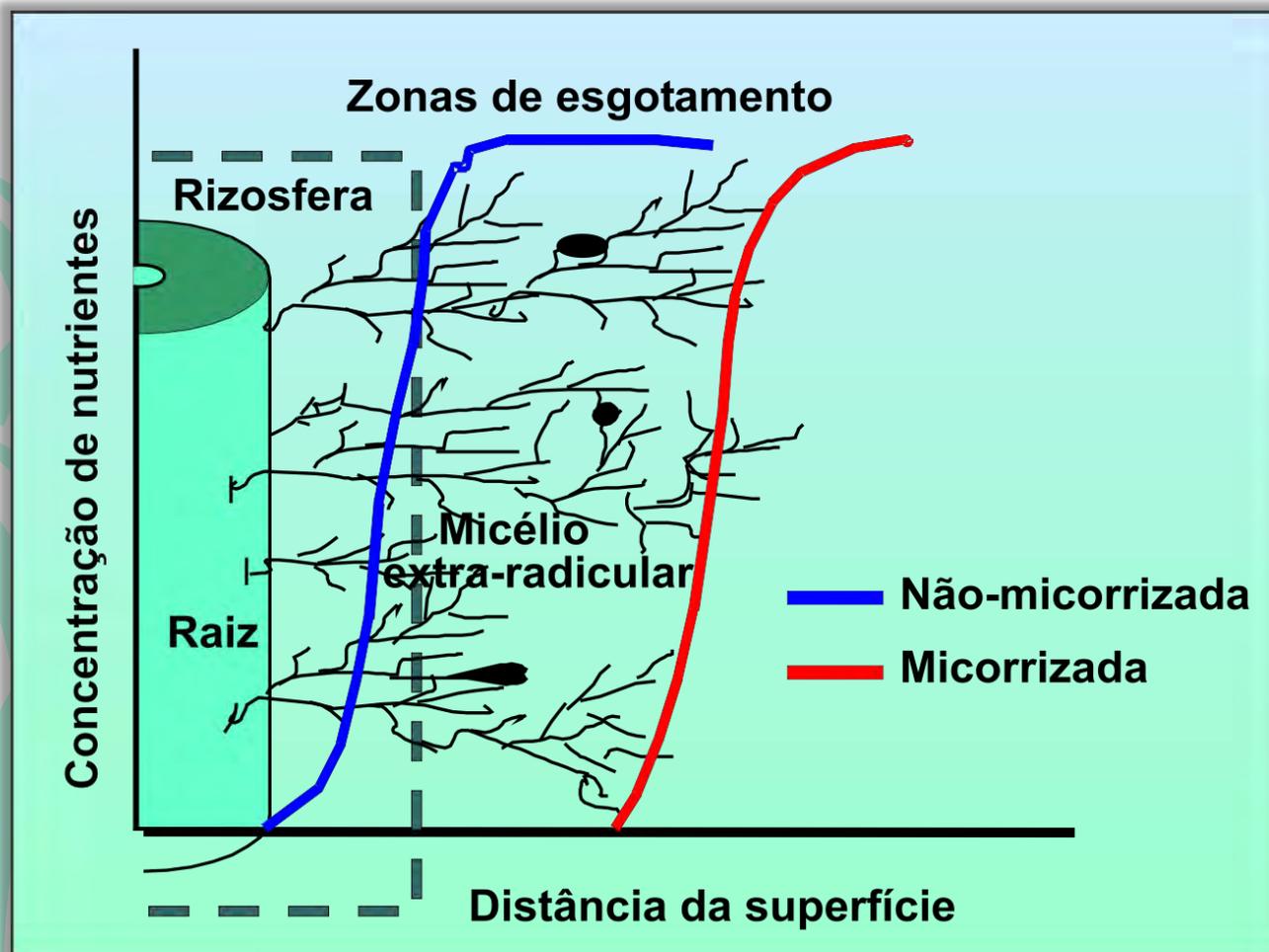


Fonte: Modificada de Prado et al. (2001).



IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

Segmento de raiz micorrizada mostrando zonas de esgotamento de P e aumento da exploração do solo pelo micélio externo



Rendimento de grãos de sorgo, teor de fósforo no solo e número de propágulos de fungos micorrízicos após dois anos de cultivo da área com algumas culturas, em um latossolo argiloso, com a mesma adubação fosfatada

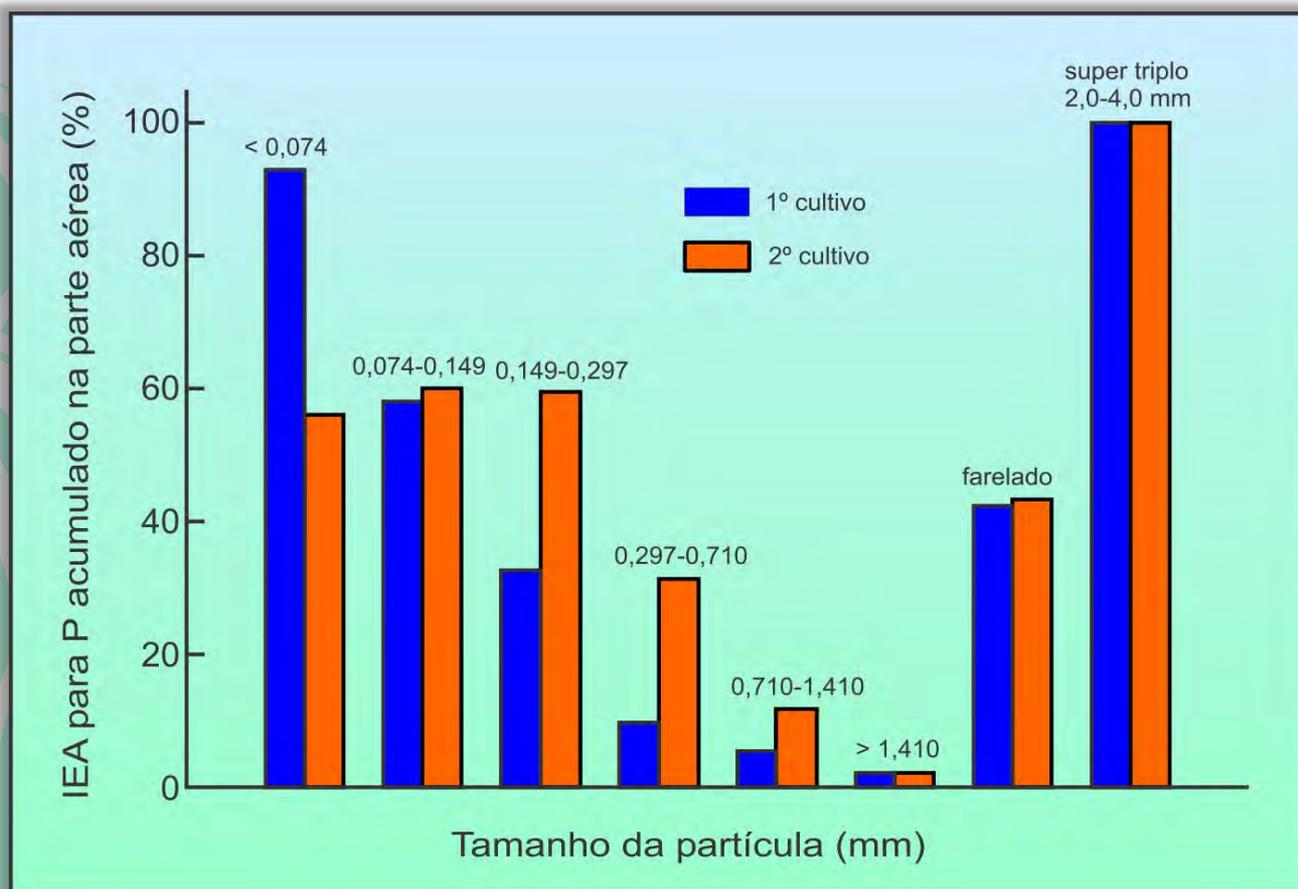
Cultura plantada por dois anos	Rendimento de grãos de sorgo (kg ha ⁻¹)	P extraível no cultivo (mg dm ⁻³)		Propágulos de fungos vesículo-arbusculares ¹ (nº 10 g ⁻¹ solo)
		Antes	Depois	
Soja	3.077	2,0	1,6	126,0
Soja + FMVA ²	3.472	3,2	1,7	126,0
Mucuna	4.772	2,2	1,6	98,9
Arroz	1.789	1,9	1,8	59,3
Repolho	1.183	1,9	1,5	11,0
Sem plantio	2.400	2,8	1,7	17,0
	dms (5%)	981	ns	ns

(1) Avaliados 11 semanas depois da germinação do sorgo.

(2) Soja inoculada com fungos micorrízicos vesículo-arbusculares exóticos.

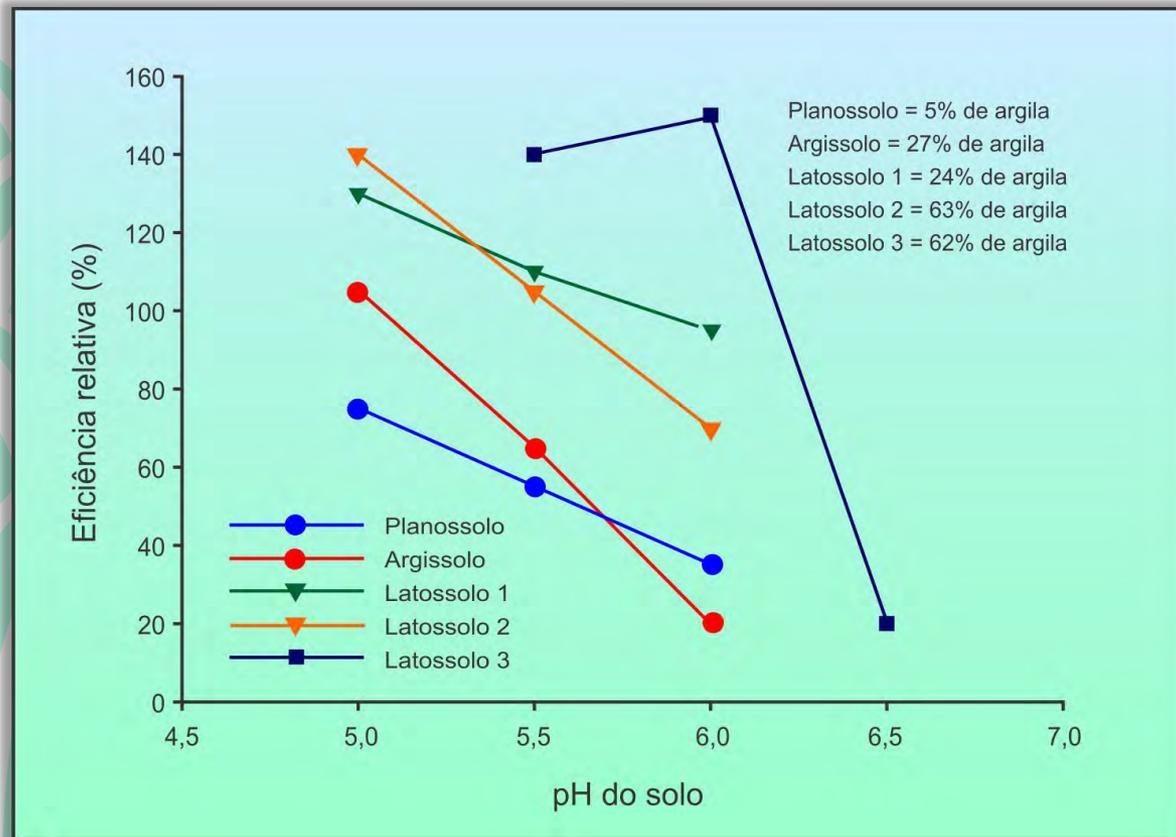


Índice de Eficiência Agronômica (IEA) para fósforo acumulado na parte aérea de plântulas de milho, aos 21 dias de idade, em dois cultivos em casa de vegetação, em função do tamanho da partícula do fosfato natural de Gafsa





Eficiência relativa do fosfato natural de Gafsa em cinco solos do Rio Grande do Sul em função do pH

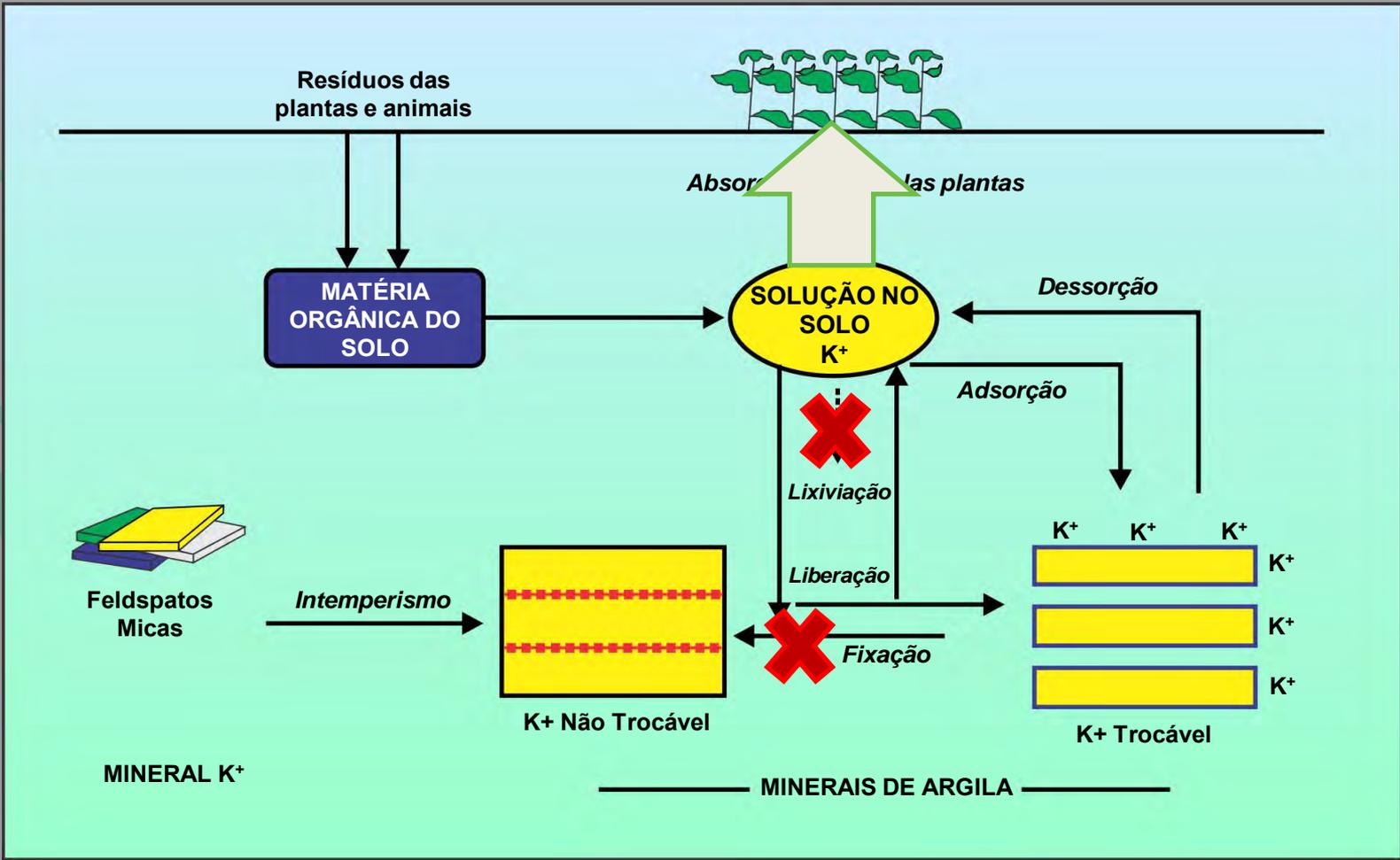


POTÁSSIO

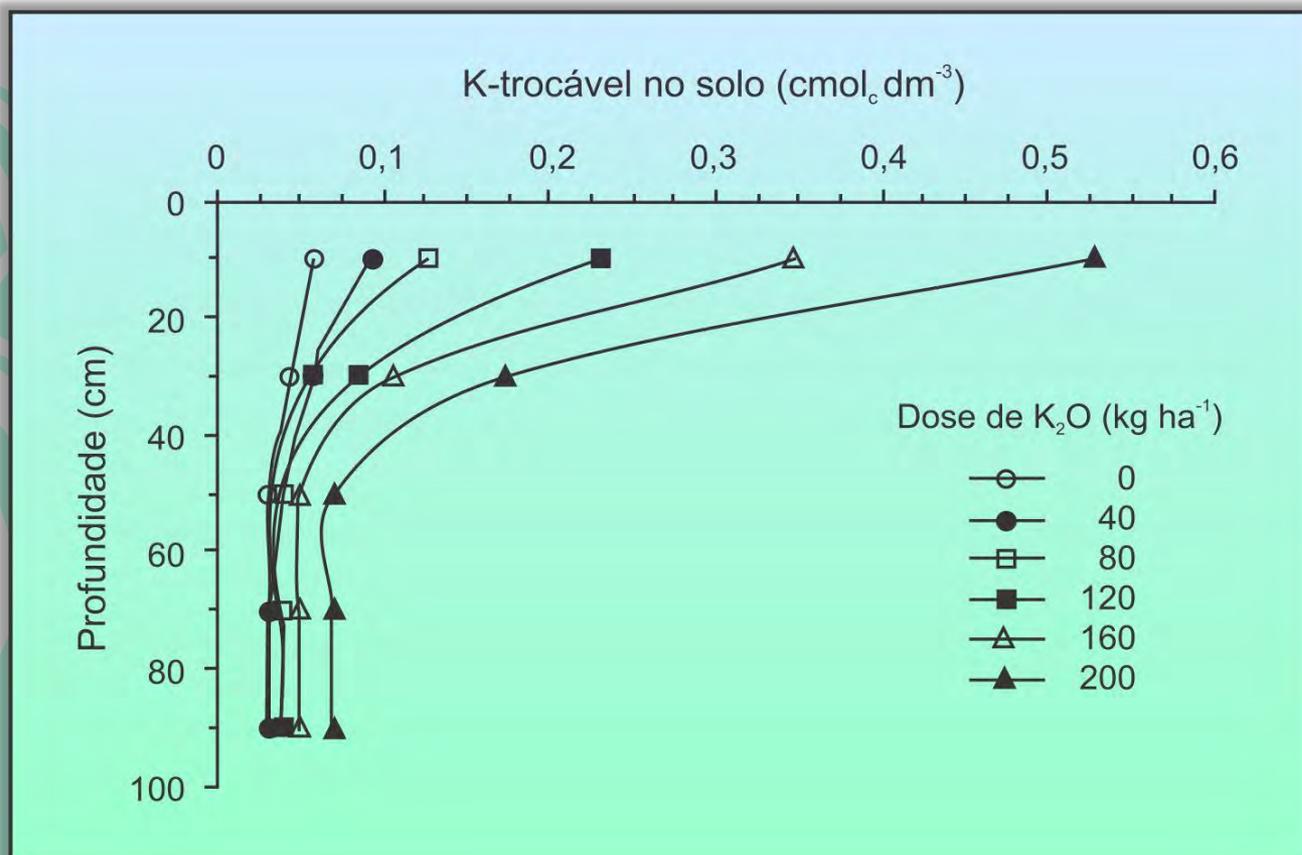


IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

CICLO DO POTÁSSIO EM SOLOS



Teor de potássio trocável no solo em função de doses de K_2O aplicadas e da profundidade avaliada; médias da safra 2000/01, em Londrina-PR

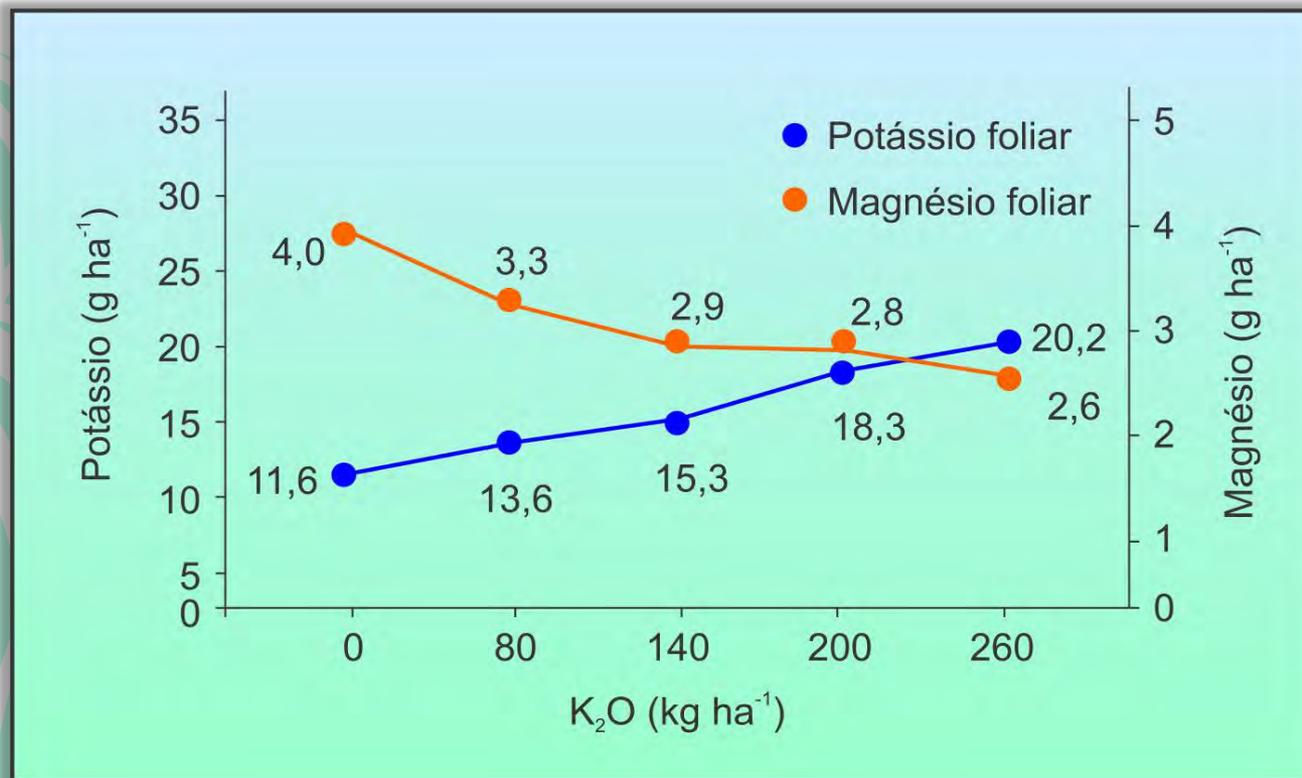


RESPOSTA DA SOJA À APLICAÇÃO DE CLORETO DE POTÁSSIO EM COBERTURA, EM DIFERENTES ÉPOCAS DE APLICAÇÃO.

AVALIAÇÕES					
TRATAMENTOS	ALTURA DE PLANTA	NÚMERO DE VAGAS	PESO DE 1000 SEMENTES	PRODUTIVIDADE KG/HA	AUMENTO KG/HA
TESTEMUNHA	61,00B*	62,23B	128,40C	2581,40B	0,00
30 DIAS DAP	66,33AB	61,38B	130,00AB	2577,90B	-3,50
20 DIAS DAP	67,33AB	63,52B	131,50AB	2621,30B	39,90
10 DIAS DAP	66,33AB	62,39B	133,9ABC	2578,20B	-3,20
NO PLANTIO EM COBERTURA	68,67AB	64,50B	133,5ABC	2651,70B	70,30
10 DIAS DDP	71,67A	66,48A	136,43A	2746,90A	165,50
20 DIAS DDP	74,00A	72,68A	141,33A	3003,10A	421,70
30 DIAS DDP	72,33A	71,21A	148,00A	2942,30A	360,90
CV (%)	4,21%	3,32%	1,97%	3,03%	

* MÉDIAS SEGUIDAS DE MESMA LETRA NA COLUNA NÃO DIFEREM PELO TESTE TUKEY A 5%.

Varição das concentrações de potássio e magnésio na folha do algodoeiro, em função das doses de K_2O

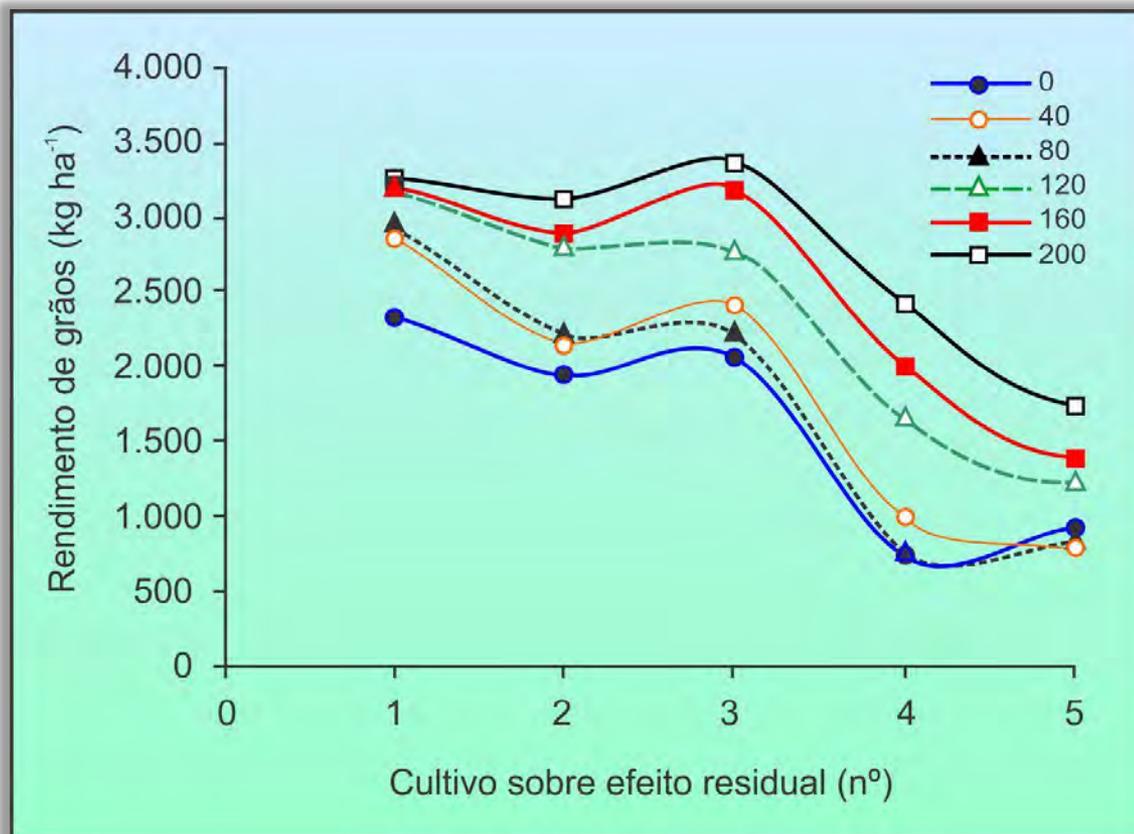


Fonte: Baseado em Carvalho e Bernardi (2004).



IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

Rendimento de grãos de soja de cultivos sob efeito residual de cinco anos de aplicação de doses de K_2O ; média das safras 1995/96 a 1999/00, com as cultivares BR-16 e BR-13, em Ponta Grossa-PR. Embrapa Soja, Londrina-PR.



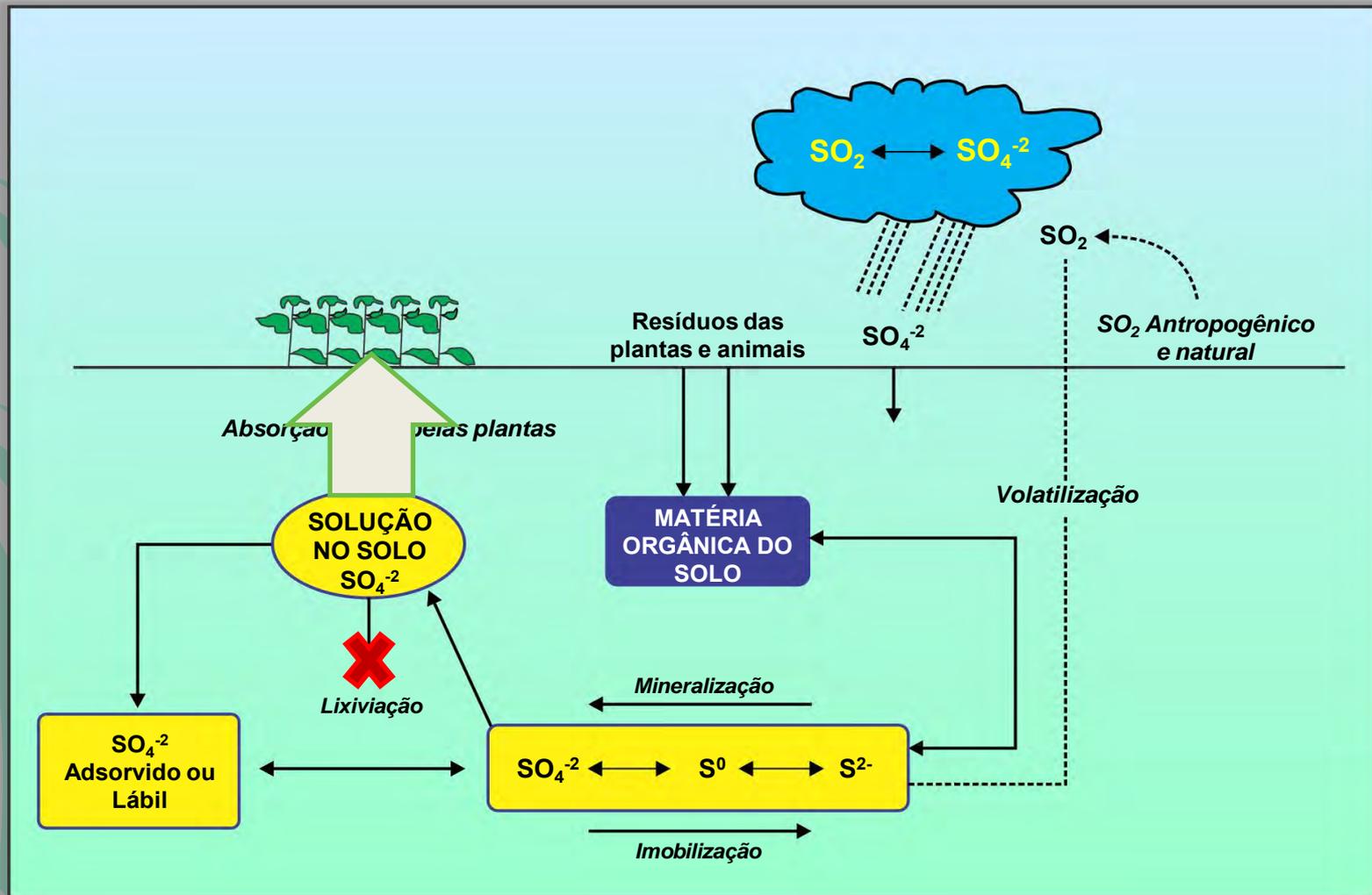
Fonte: Borkert et al., 2004.



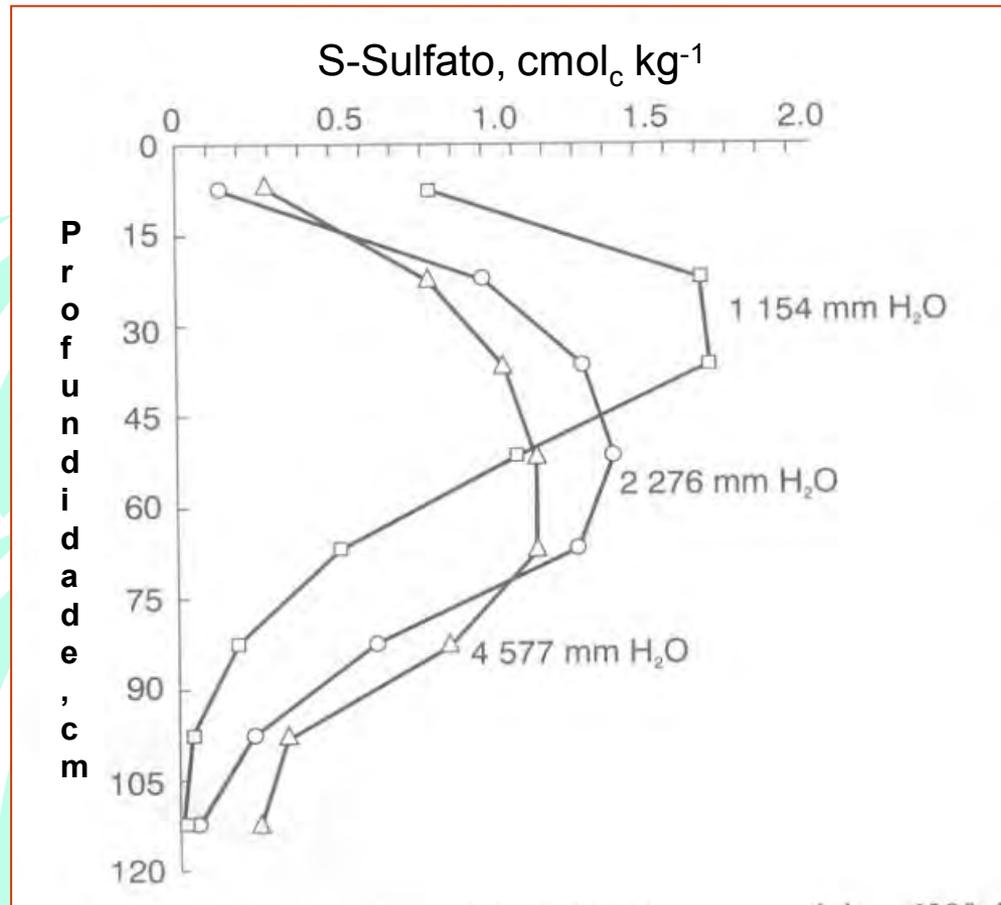
IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

ENXOFRE

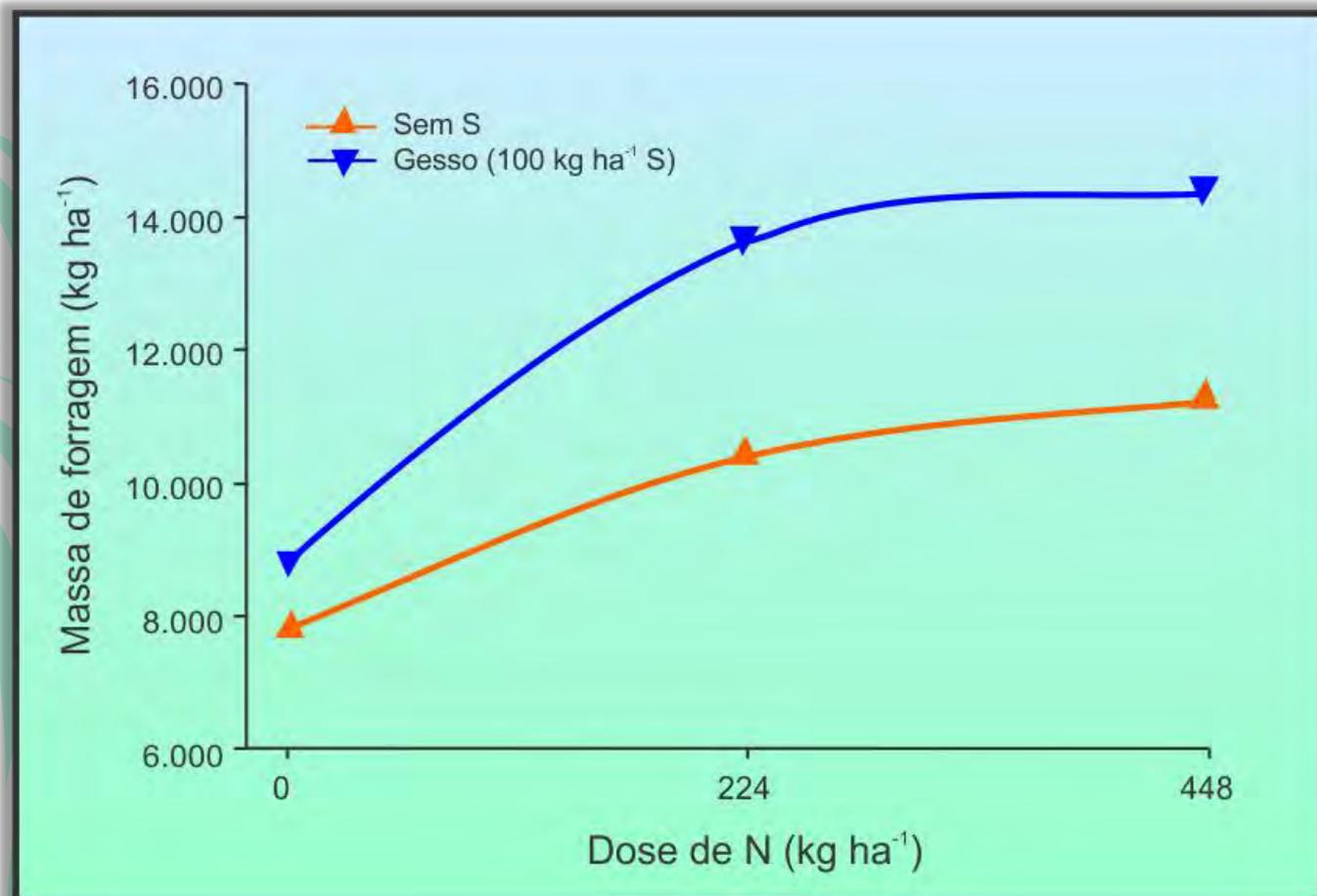
Versão simplificada do ciclo global do enxofre



Movimento de enxofre no perfil do solo



Resposta da grama bermuda ao fertilizante nitrogenado na presença e na ausência de adubação com enxofre



Fonte: Phillips e Sabbe (1994).



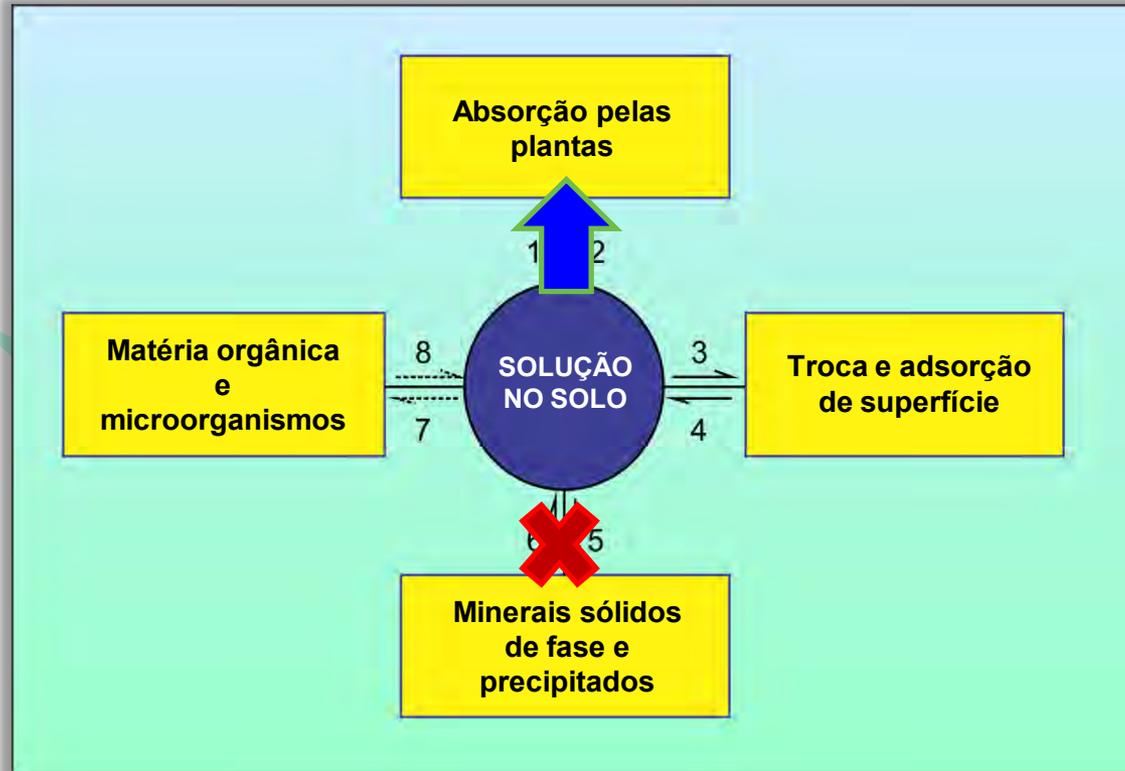
IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

MICRONUTRIENTES



IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

Relações entre as diversas formas de micronutrientes em solo



Reações 1 e 2 representam absorção pelas plantas e exsudação, respectivamente;

Reações 3 e 4 representam a adsorção e dessorção, respectivamente;

Reações 5 e 6 representam precipitação e dissolução, respectivamente;

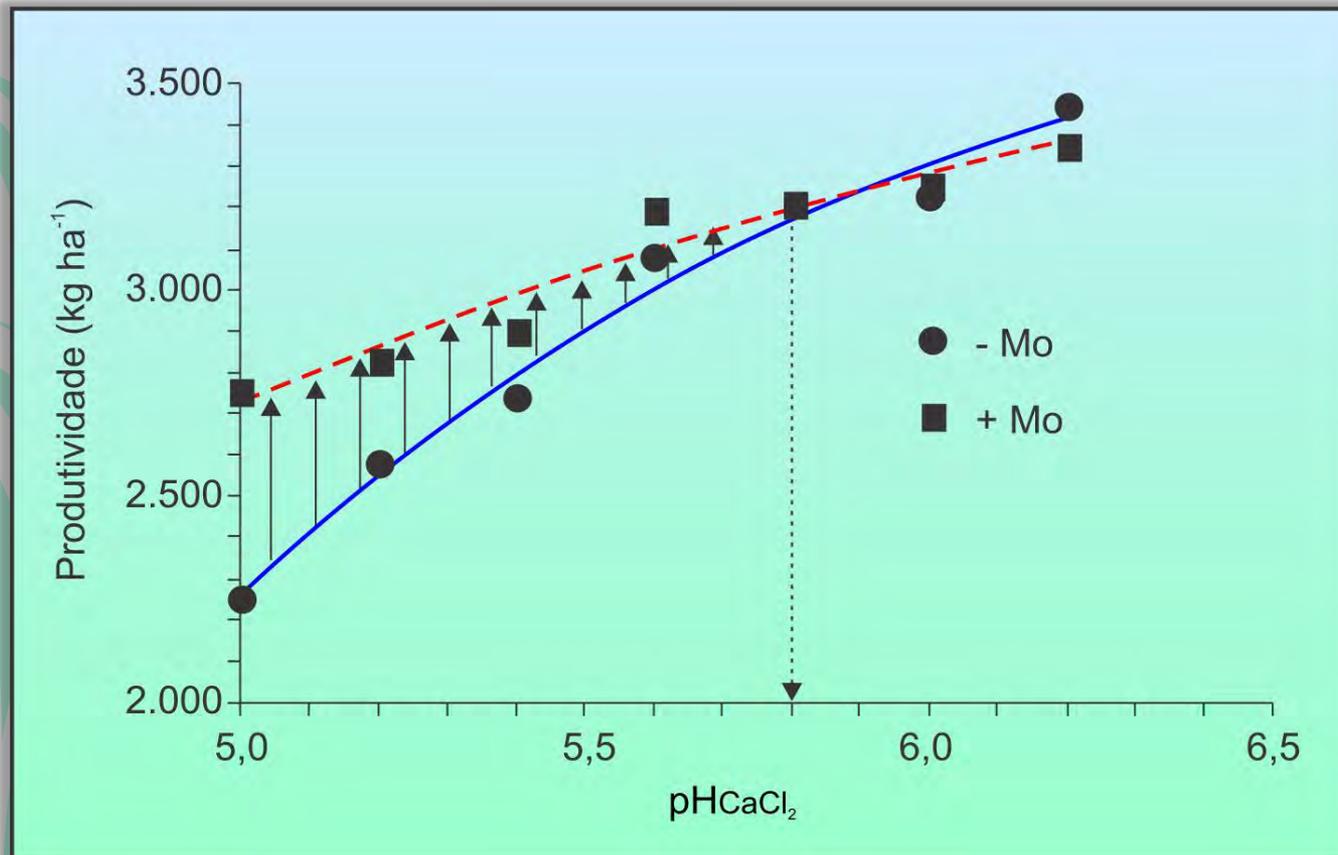
Reações 7 e 8 representam imobilização e mineralização, respectivamente.

Todos estes processos interagem para controlar a concentração de micronutrientes na solução do solo.

Formas de micronutrientes nos solos:

- ✓ Solução do solo
 - ✓ Trocável
- ✓ Adsorvido no complexo de troca
- ✓ Precipitados, quelatizado ou complexado
 - ✓ Minerais primários

Relação entre o pH do solo e a resposta da soja a aplicação de molibdênio, em um Latossolo Vermelho localizado em Campo Mourão, PR.



Fonte: Adaptado de Lantmann et al. (1985).

Fe, Mn X Aeração



Aeração excessiva diminui a disponibilidade de ferro e manganês



COMENTÁRIOS FINAIS

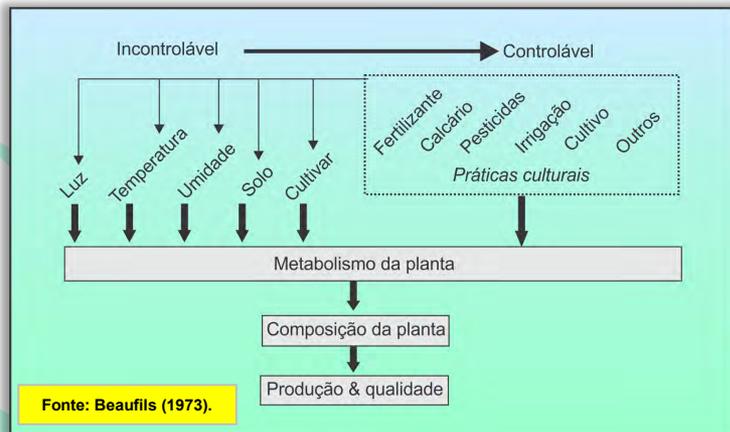


TRÊS COMENTÁRIOS FINAIS:

1. TÉCNICO
2. POLÍTICO
3. CONSULTORES AGRONÔMICOS



1º. COMENTÁRIO FINAL: TÉCNICO



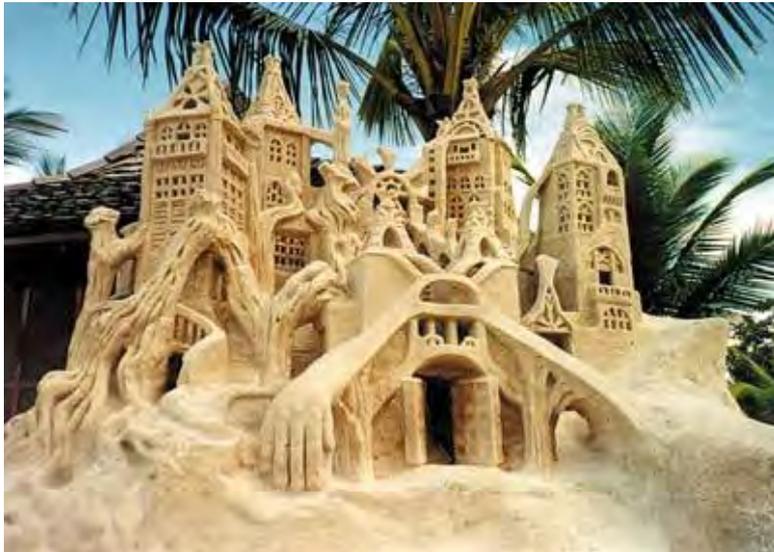
DIVERSIFICAÇÃO

“O CAMINHO PARA O PRODUTOR MODERNO É INVESTIR NA DIVERSIFICAÇÃO DE CULTURAS NA PROPRIEDADE. COM A VOLATILIDADE DOS PREÇOS, A INSTABILIDADE CLIMÁTICA E OS PROBLEMAS DE PRAGAS E DOENÇAS, O AGRICULTOR PRECISA VERTICALIZAR E DIVERSIFICAR SUA PRODUÇÃO PARA NÃO FICAR REFÉM DE UM PRODUTO NUMA SAFRA”

(JOÃO SAMPAIO FILHO, EX-SECRETÁRIO DA AGRICULTURA SP)

2º. COMENTÁRIO FINAL: POLÍTICO

CASTELOS DE AREIA



- ✓ **NEURÓTICO = CONSTROE CASTELOS DE AREIA**
- ✓ **PSICÓTICO = MORA NOS CASTELOS DE AREIA**
- ✓ **PSICOPATA = VENDE CASTELOS DE AREIA**



3º. COMENTÁRIO FINAL: CONSULTORES AGRONÔMICOS

SOMOS IMPORTANTES

PRECISAMOS MODIFICAR A CONCEPÇÃO TOTALMENTE EQUIVOCADA DE QUE SOMOS AGENTES A POLUIR E DETERIORAR O AMBIENTE OU QUE NÃO TRAZEMOS CONTRIBUIÇÃO SOCIAL. HÁ NECESSIDADE DE DIVULGARMOS DE FORMA INSISTENTE QUE SOMOS PELO AMBIENTE, QUE INCLUSIVE CRIAMOS SITUAÇÃO DE MELHOR CONDIÇÃO AMBIENTAL E QUE SOMOS FUNDAMENTAIS PARA A PAZ NO MUNDO.



VALOR DO SERVIÇO: COMO AVALIAR?

- ✓ UM TÉCNICO É CHAMADO POR UMA EMPRESA PARA AVALIAR O PROBLEMA EM UM COMPUTADOR EXTREMAMENTE VALIOSO.
- ✓ APÓS ESTUDO DETALHADO DO CASO O TÉCNICO DESLIGA O COMPUTADOR, ABRE UM COMPARTIMENTO ESPECÍFICO E DÁ UMA VOLTA E MEIO EM UM PARAFUSO.
- ✓ RELIGA ENTÃO A MÁQUINA QUE PASSA A FUNCIONAR PERFEITAMENTE.
- ✓ O DONO DA EMPRESA LHE DÁ OS PARABÉNS E PERGUNTA QUANTO É O SERVIÇO.
- ✓ FICA FURIOSO AO TER CONHECIMENTO QUE O VALOR COBRADO É DE R\$ 5.000. DIZ QUE NÃO VAI PAGAR A MENOS QUE O TÉCNICO ENVIE UMA FATURA ESPECIFICANDO TUDO O QUE FOI FEITO.
- ✓ O TÉCNICO BALANÇA A CABEÇA E VAI EMBORA SATISFEITO.
- ✓ NO OUTRO DIA A FATURA É ENVIADA E APÓS LEITURA O DONO DA EMPRESA – PESSOA DE BOM SENSO - DECIDE PAGAR DE IMEDIATO OS R\$ 5.000.
- ✓ A FATURA ESPECIFICAVA:
 - APERTAR UM PARAFUSO R\$ 10,00
 - **SABER QUAL PARAFUSO APERTAR R\$ 4.990,00**



**SUCESSO A TODOS,
SUCESSO À ATIVIDADE AGRÍCOLA,
E
MUITO GRATO PELA ATENÇÃO!**



Website:
<http://www.ipni.org.br>

Telefone/fax:
55 (19) 3433-3254

