

A vibrant outdoor scene featuring a large, wide-spreading tree in full bloom with light pink or white flowers as the central focus. To the left, several tall palm trees stand against a clear blue sky. The foreground is dominated by dark green foliage, including large, broad leaves and a small tree trunk. A utility pole is visible on the right side. In the background, a white building with a dark roof is partially obscured by trees. The ground is a mix of green grass and reddish-brown soil.

FÓSFORO



Freqüência Relativa das Deficiências de Fósforo





Funções e Compostos em que o Fósforo Participa na Planta (Hewitt & Smith, 1975)

FÓSFORO

FUNÇÕES

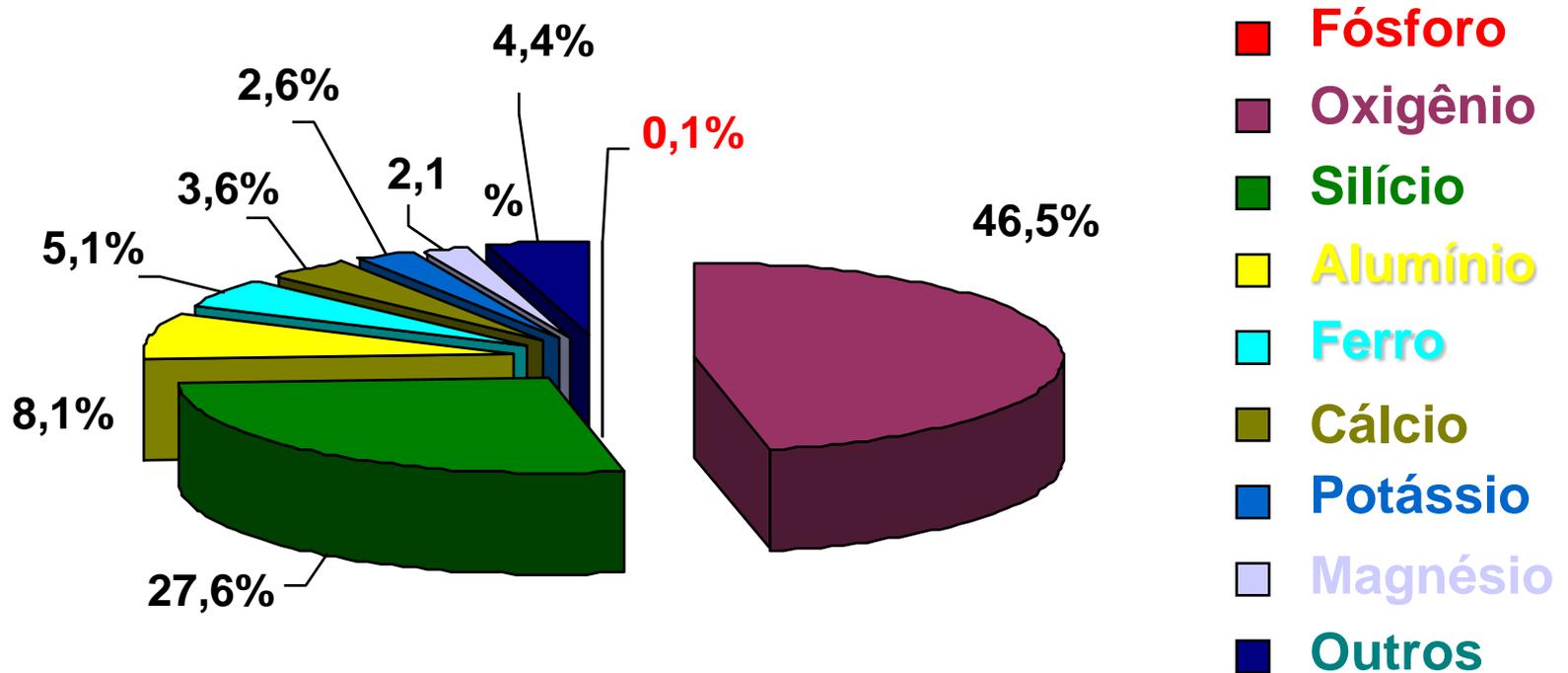
**ARMAZENAMENTO E TRANSFERÊNCIA DE
ENERGIA, ESTRUTURAL**

COMPOSTOS

- **ÉSTERES DE CARBOIDRATOS,
NUCLEOTÍDEOS E ÁCIDOS NUCLEICOS,
COEZIMAS, FOSFOLIPÍDIOS**



Composição Química Média da Crosta Terrestre na Profundidade de 0 – 16 km (Mengel & Kirkby, 1987)





Extensão Geográfica e as Principais Limitações para as Regiões de Solos Ácidos, Inférteis na América Tropical (Sanchez & Salinas, 1981)

LIMITAÇÕES	MILHÕES ha	% DA ÁREA TOTAL
FÍSICAS		
Falta de Chuva (>3 meses)	299	29
QUÍMICAS		
Deficiência de P	1002	96
Baixa CTC Efetiva	577	55
Deficiência de Zn	645	62
Alta Fixação de P	672	74



Características Químicas de 518 Amostras de Solos Sob Vegetação de Cerrado no Brasil (Lopes, 1975)

Característica Química	Nível Crítico	Abaixo do Nível Crítico (%) ^(A)
PH (H ₂ O)	5,0	48
Ca Troc. (meq/100 cc)	1,5	96
Mg Troc. (meq/100 cc)	0,5	90
Al Troc. (meq/100 cc)	0,25	91 ^(B)
P Sol. (ppm) ^(C)	10	99
Zn Sol. (ppm) ^(C)	1,0	95

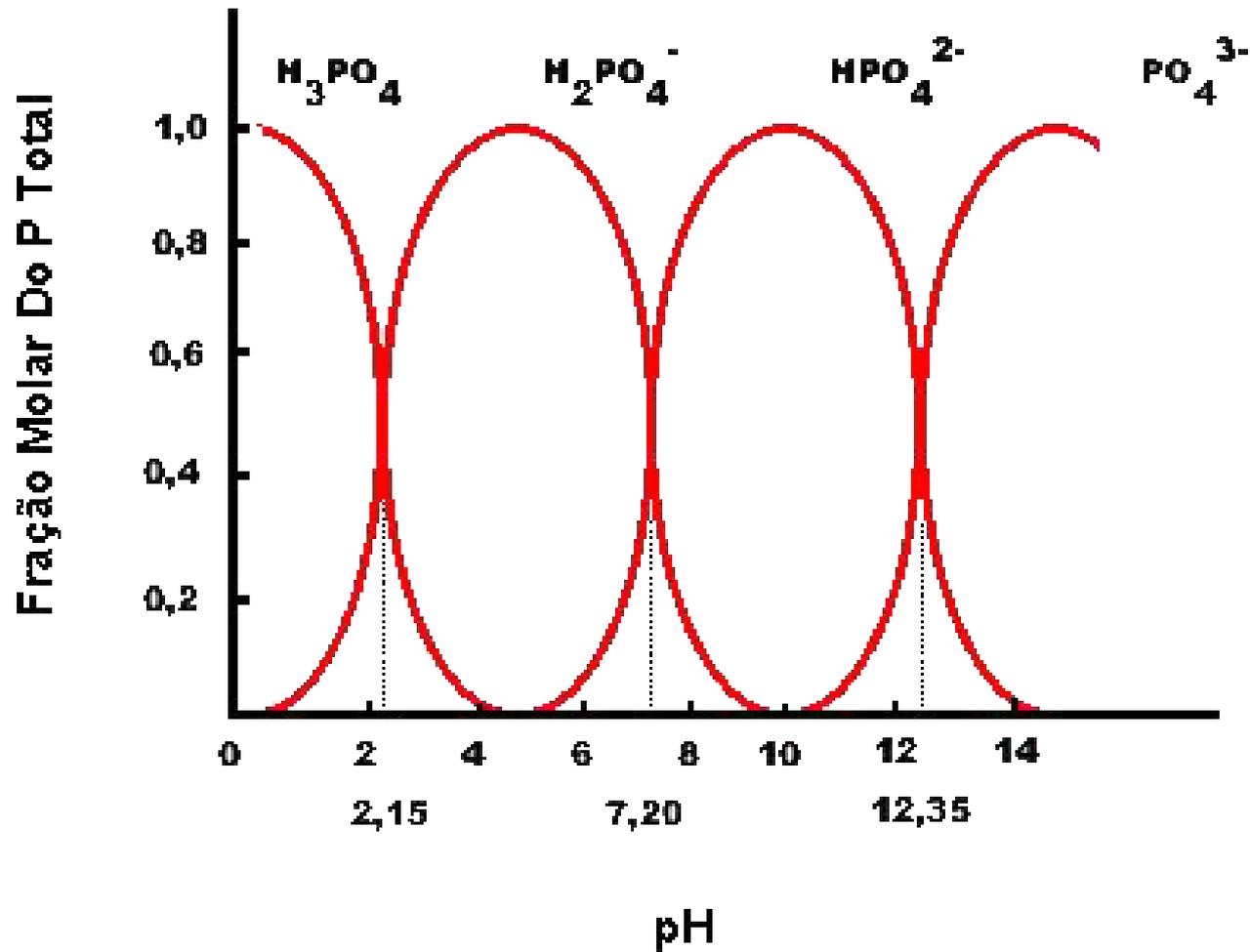
(A) De acordo com os laboratórios de análise de solos para Minas Gerais.

(B) % acima do nível crítico.

(C) Extraído por HCl 0,05 N + H₂SO₄ 0,025 N.

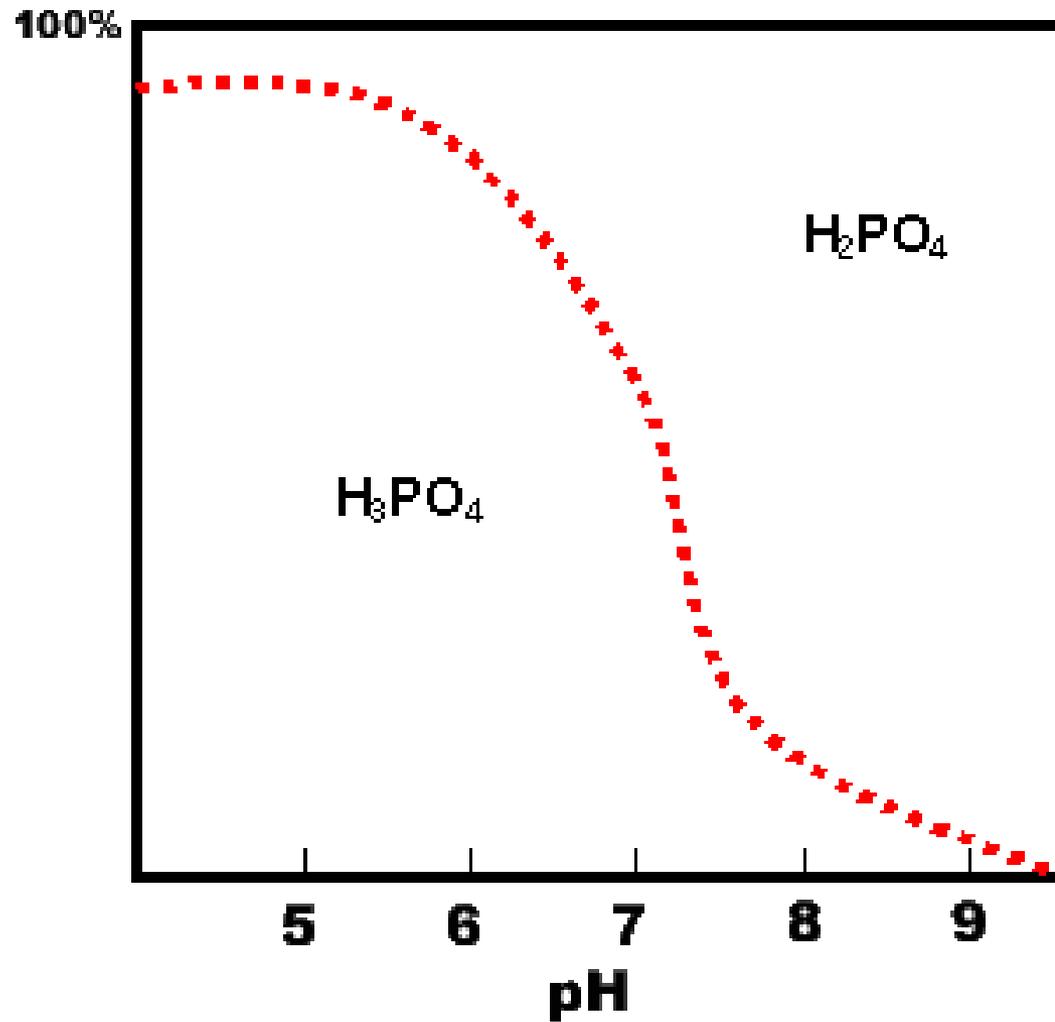


Formas de Fósforo em Função do pH



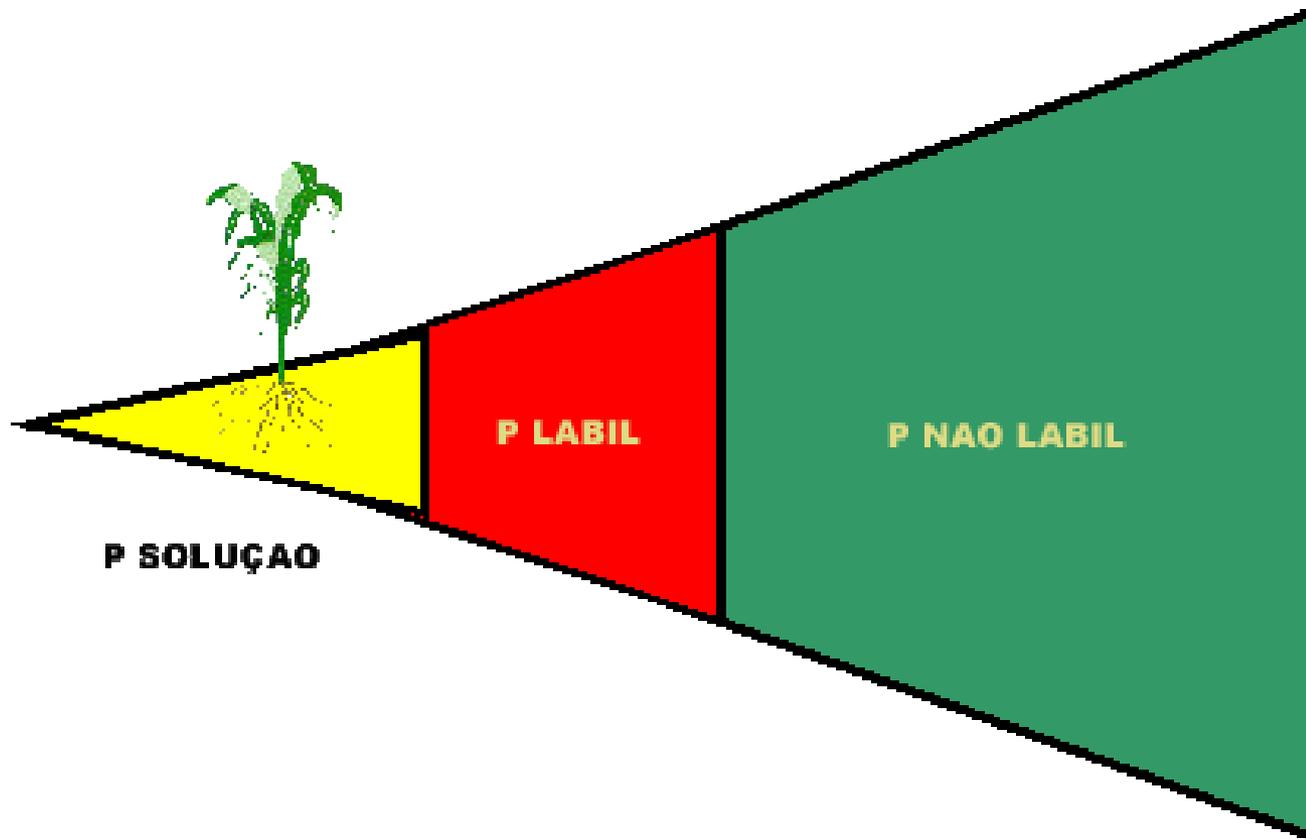


Formas de Fósforo em Função do pH



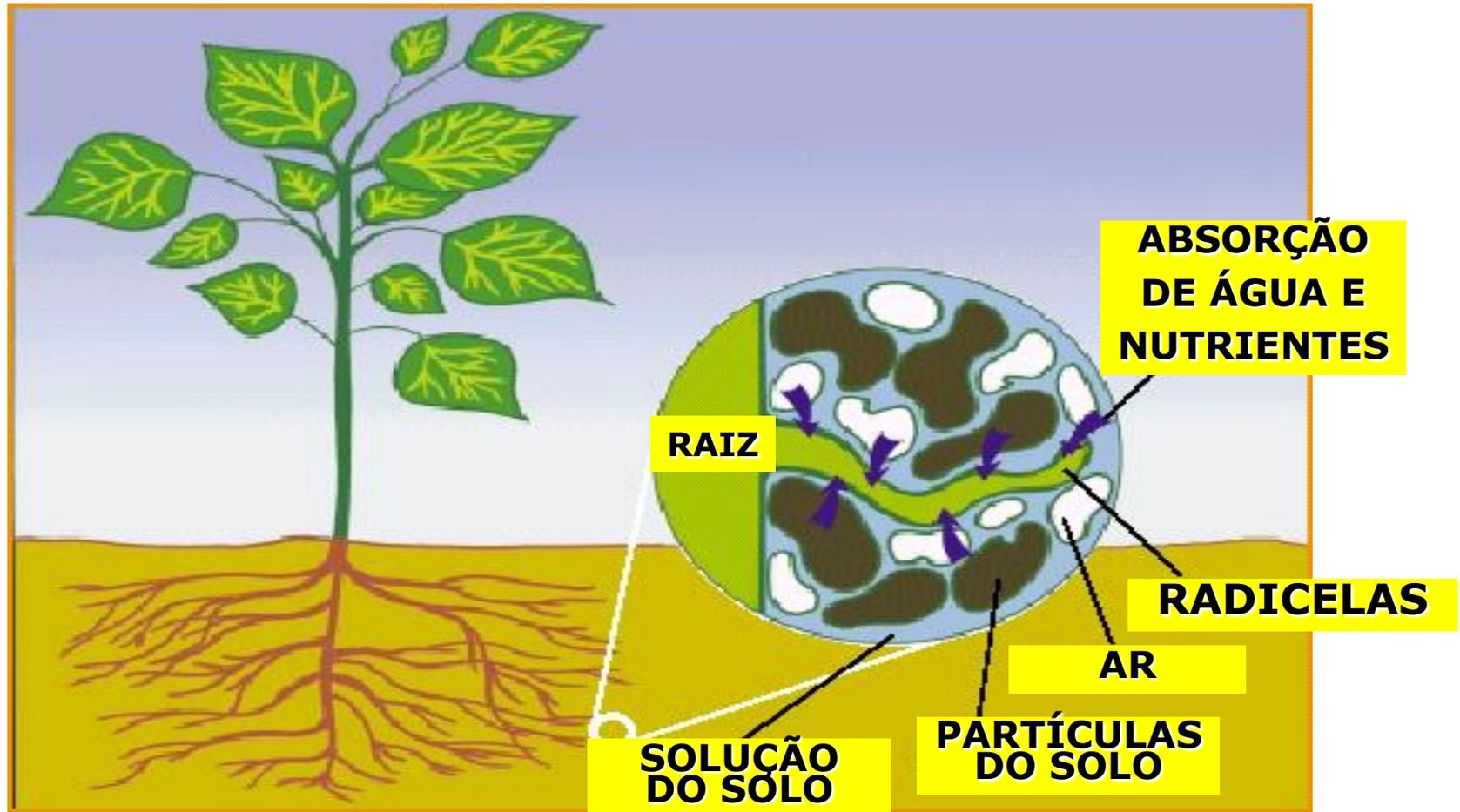


Proporções entre Fósforo na Solução, Lábil e Não Lábil





Detalhes de um Pelo Radicular Absorvendo Água E Nutrientes, Incluindo o Fósforo, da Solução do Solo





Concentração e Formas de Fósforo 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
Fósforo	1	H_2PO_4^- HPO_4^{2-}	500	H_2PO_4^- HPO_4^{2-}	10.000	nd

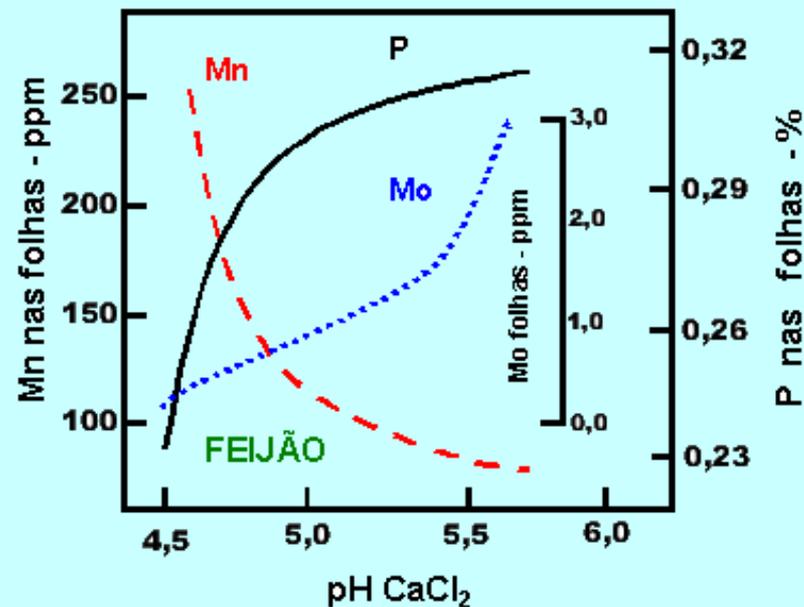
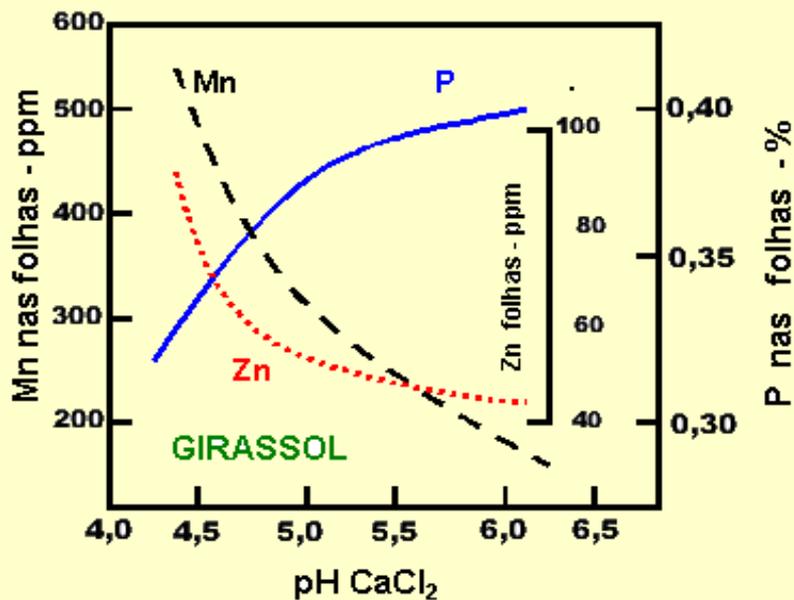


Alterações nas Frações de Fósforo em Sementes de Arroz, Durante a Germinação (Marchner, 1986).

Horas de Germinação	Teores de P em Sementes de Arroz (mg P/g MS)				
	Fitato	Lípídeo	Inorgânico	Éster	RNA + DNA
0	2,67	0,43	0,24	0,078	0,058
24	1,48	1,19	0,64	0,102	0,048
48	1,06	1,54	0,89	0,110	0,077
72	0,80	1,71	0,86	0,124	0,116



Variação nos Teores de Fósforo, Manganês, Zinco e Molibdênio em Função do pH





Efeito do Suprimento de Fósforo nas Frações de Fósforo em Folhas de Fumo (Marschner, 1986).

Fração de P (mg/100 g)

P mg/l	Lip.	Éster	Ácidos Nucléicos	Pi
2	32	36	74	33
6	83	91	134	83
8	89	104	133	123
20	91	109	142	338



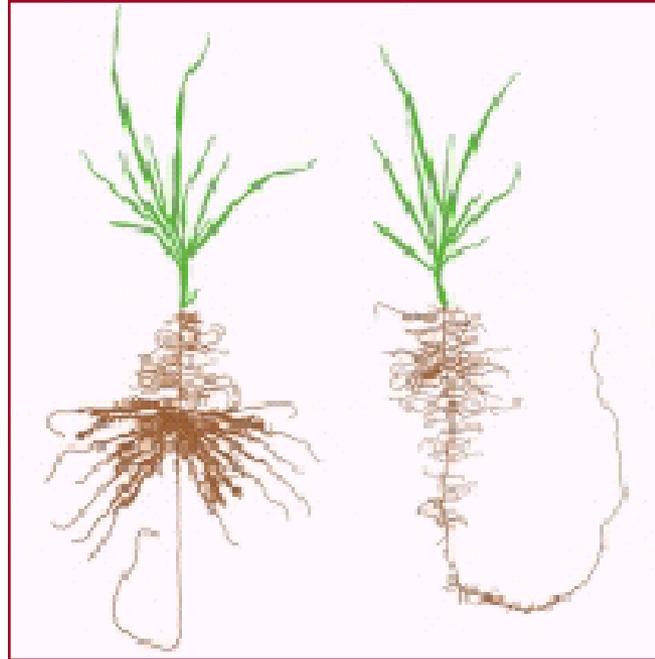
Efeito da Deficiência de Zinco na Atividade Enzimática em Folhas de Milho Cultivadas na Ausência de Zinco (Shrotri et al., 1983)

Enzima	% de Decréscimo na Atividade Depois de		
	5	10	15
	Dias sem Fornecimento de Zinco		
Frutose 1,6 Difosfato	36	50	65
Anidrase Carbônica	84	76	84
PEP Carbôxilase	1	5	34
RuBO Carbôxilase	9	41	38
Enzima Málica	1	22	37

Valor Relativo; Suficiente para Plantas = 100



Efeito da Presença de Fósforo no Desenvolvimento de Raízes



As raízes da planta proliferam na zona do solo enriquecida com P (esquerda) comparada com sem enriquecimento com P (direita)

(Adaptado de Drew & Saker, 1978).

Teores Mínimos Adequados (níveis críticos) de Macronutrientes (g kg⁻¹) em Algumas Culturas

Cultura	N	P	K	Ca	Mg	S
----- g kg ⁻¹ -----						
Abacaxi	15,0	1,20	30,0	5,00	3,00	-
Algodão	32,0	1,70	15,0	20,0	5,00	4,00
Arroz	30,0	1,20	20,0	6,00	3,00	-
Banana	26,0	2,20	28,0	6,00	3,00	2,00
Batata	50,0	3,00	30,0	10,0	3,00	-
Café	28,0	1,20	18,0	10,0	3,50	2,00
Cana	16,0	1,20	10,0	4,00	2,00	2,00
Citros	22,0	1,20	10,0	30,0	3,00	2,00
Feijão	30,0	3,00	20,0	25,0	5,00	2,00
Maçã	22,0	1,80	13,0	9,50	3,50	2,00
Milho	30,0	2,00	20,0	4,50	2,50	2,00
Pinus spp	13,0	2,00	10,0	-	2,00	2,00
Soja	45,0	2,50	17,0	10,0	4,00	2,50
Sorgo	30,0	5,00	22,0	3,50	2,50	-
Tomateiro	40,0	4,00	38,0	20,0	5,00	-
Videira	25,0	2,00	15,0	4,00	4,00	-

Níveis Adequados de Macronutrientes para Algumas Hortaliças (Teores em Folhas, g kg⁻¹)

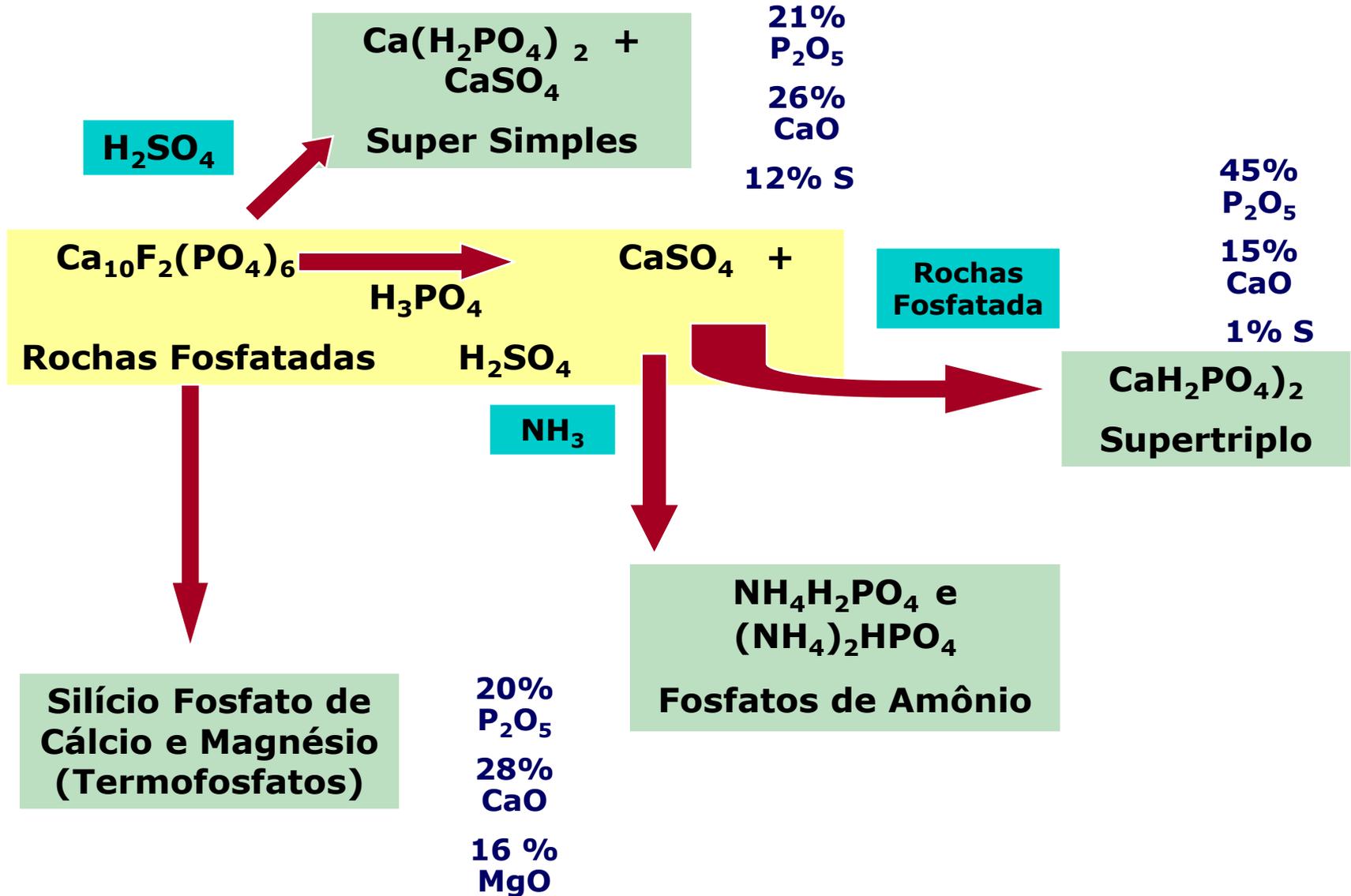
Cultura	N	P	K	Ca	Mg	S
	----- g kg ⁻¹ -----					
Alho	25 - 30	3,0 - 4,0	36 - 44	5 - 7	2,5	4,0 - 7,0
Alface	28	4,0	62	13	4,0	3,0
Batata	38 - 48	3,0 - 4,0	40 - 50	20 - 23	8,0 - 10,0	3,0 - 4,0
Beringela	48	4,0	42	35	3,0	2,0
Cenoura	29	2,0	22 - 35	25	3,0	4,0
Couve-Flor	23 - 40	5,0	28 - 50	35	5,0	15,0
Cebola	31	3,0	52	40	4,0	8,0
Espinafre	37	3,0	60	10	9,0	3,0
Ervilha	36	5,0	26	15	5,0	-
Morango	25 - 30	3,0 - 4,0	16 - 19	10 - 14	3,0 - 4,0	1,0 - 3,0
Pimentão	31	2,0	58	26	8,0	4,0
Quiabo	37	4,0	20	37	8,0	3,0
Repolho	-	7,0	40 - 50	20	5,0	7,0
Tomate	30 - 40	4,0	30	40	4,0	3,0



Níveis em Folhas Anexa a Espiga do Milho (Mengel & Kirkby, 1987)

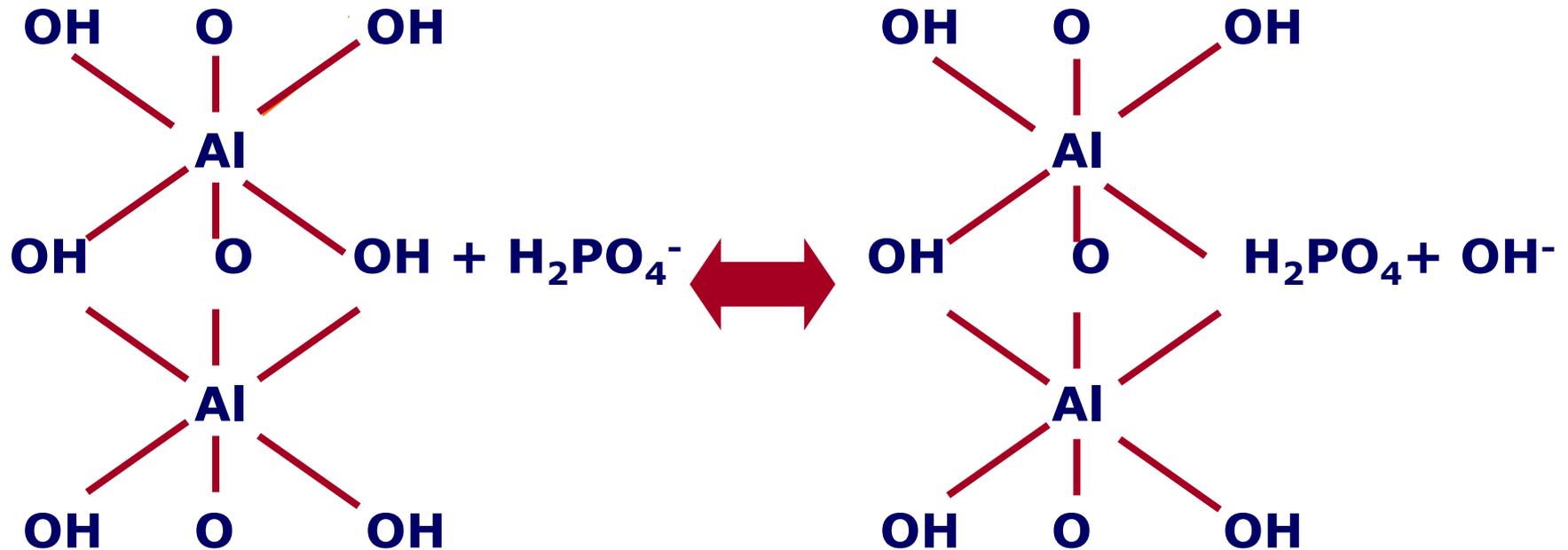
	DEFICIENTE	BAIXO	ADEQUADO	ALTO	TOXICIDADE
N (g kg⁻¹)	< 20,0	20,0 - 35,0	25,0 - 35,0	> 35,0	
P (g kg⁻¹)	< 1,0	1,0 - 2,0	2,0 - 5,0	5,0 - 8,0	> 8,0
K (g kg⁻¹)	< 10,0	10,0 - 15,0	15,0 - 30,0	30,0 - 55,0	> 55,0
Ca (g kg⁻¹)	< 1,0	1,0 - 2,0	2,0 - 10,0	> 10,0	
Mg (g kg⁻¹)	< 1,0	1,0 - 2,0	2,0 - 10,0	> 10,0	
Mn (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 (mg kg⁻¹)	< 15	15- 20	20 - 70	70 - 150	> 150

Esquema de Produção dos Principais Adubos Fosfatados





Esquema de Adsorção de Fósforo em Superfícies de Óxidos Hidratados de Alumínio



Fertilizantes Fosfatados

Adubos Fosfatados	%					
	P ₂ O ₅ total	P ₂ O ₅ a.c.	N	CaO	MgO	S
Superfosfato simples	21	18	-	26	-	12
Superfosfato triplo	45	42	-	15	-	1a2
Fosfato Monoâmônico	52	52	10	-	-	1
Fosfato Diamônico	45	43	18	-	-	-
Nitrofosfato	20	18	18	12	-	-
Fosfato bicálcico	40	40	-	30	-	-
Termofosfato	19	16	-	28	16	-
Escória de Thomas	19	15	-	25	-	-
Farinha de ossos	30	25	-	36	-	-
Olinda	26	5	-	43	-	-
Hiperfosfato	27	12	-	40	-	-

Evaristo de Miranda: O Estado de São Paulo 29-9-2016

Em 2016 o Brasil produziu 207 milhões de ton. de grãos

O Brasil produz: 1 ton. de grãos por habitante

Além disso produzimos:

35 milhões de ton. de tubérculos e raízes

40 milhões de frutas (7 t de bananas)

19 milhões de toneladas de laranja

10 milhões de toneladas de hortaliças

**Produz uva, abacate, goiaba, abacaxi,
manga, melancia, maçã, coco etc..**

**1 milhão de ton. castanhas, amendoas,
pinhões, nozes.**

34 milhões de toneladas de açúcar/ano.

O Brasil produz :

35,2 bilhões de litros de etanol,

31 bilhões de litros de etanol,

4,1 bilhões de dúzias de ovos

38,5 milhões de toneladas de mel.

Produção animal, em 2015:

30,6 milhões de bovinos,

39,3 milhões de suínos,

6 bilhões de frangos

Representa 25 milhões de ton. de carne

Evaristo Miranda, 2016

**SOJA
COMPLETO E DEF. DE P**



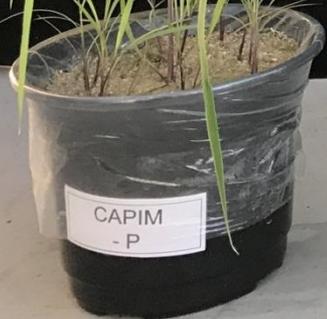
COMPLETO

SOJA
COMPLETO

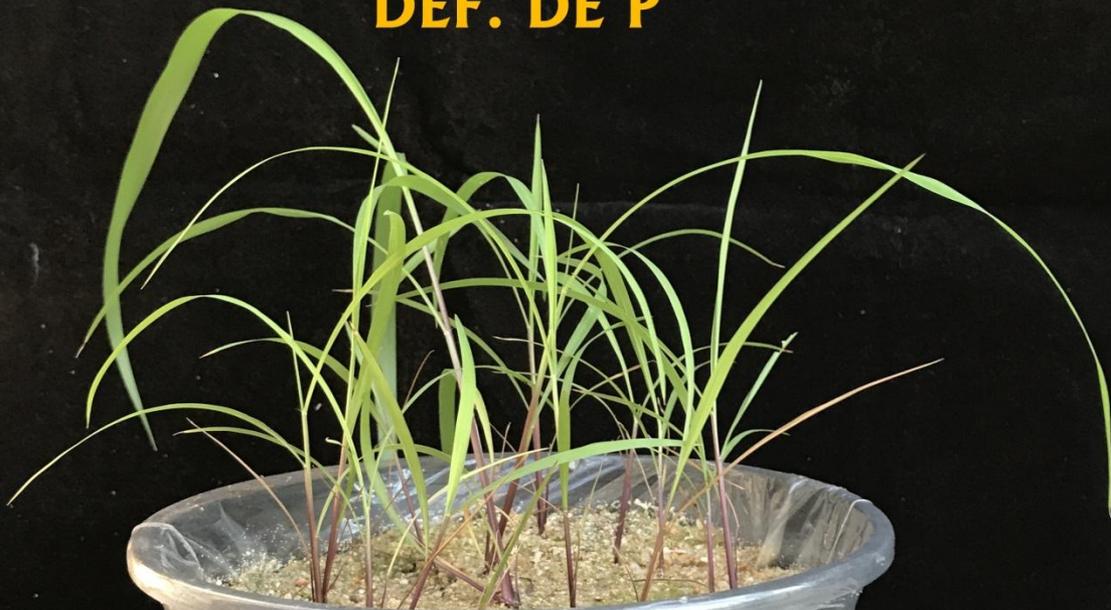
DEF. FÓSFORO

SOJA
-P

**CAPIM
DEF. DE P**



**CAPIM
DEF. DE P**



CAPIM
- P

**MILHO
DEF. DE P**



MILHO
DEF. DE P



MILHO
- P



Batata



Arroz



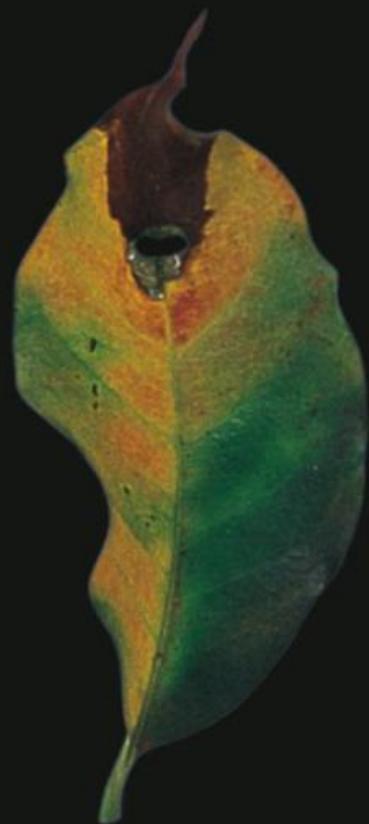
Milho



Beterraba



Sorgo



FV

Café



FV

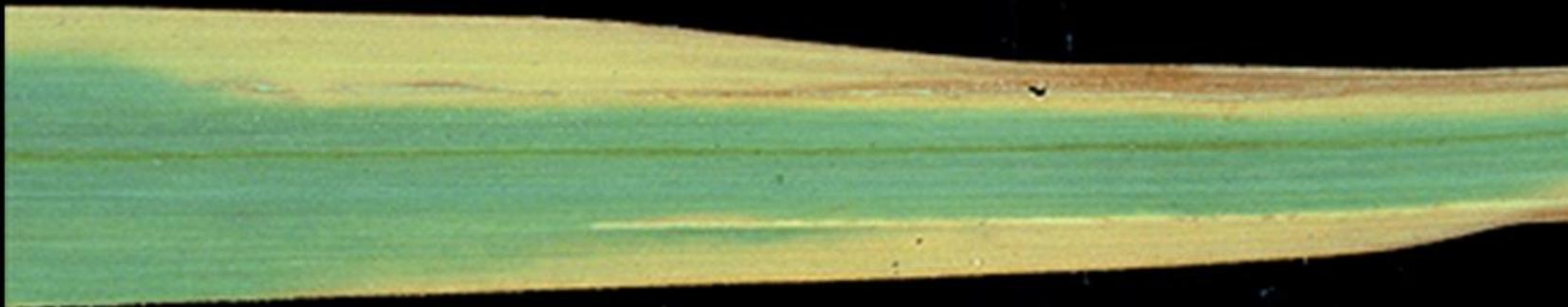
Milho



P

Folha velhas - Milho

Cana de açúcar



P



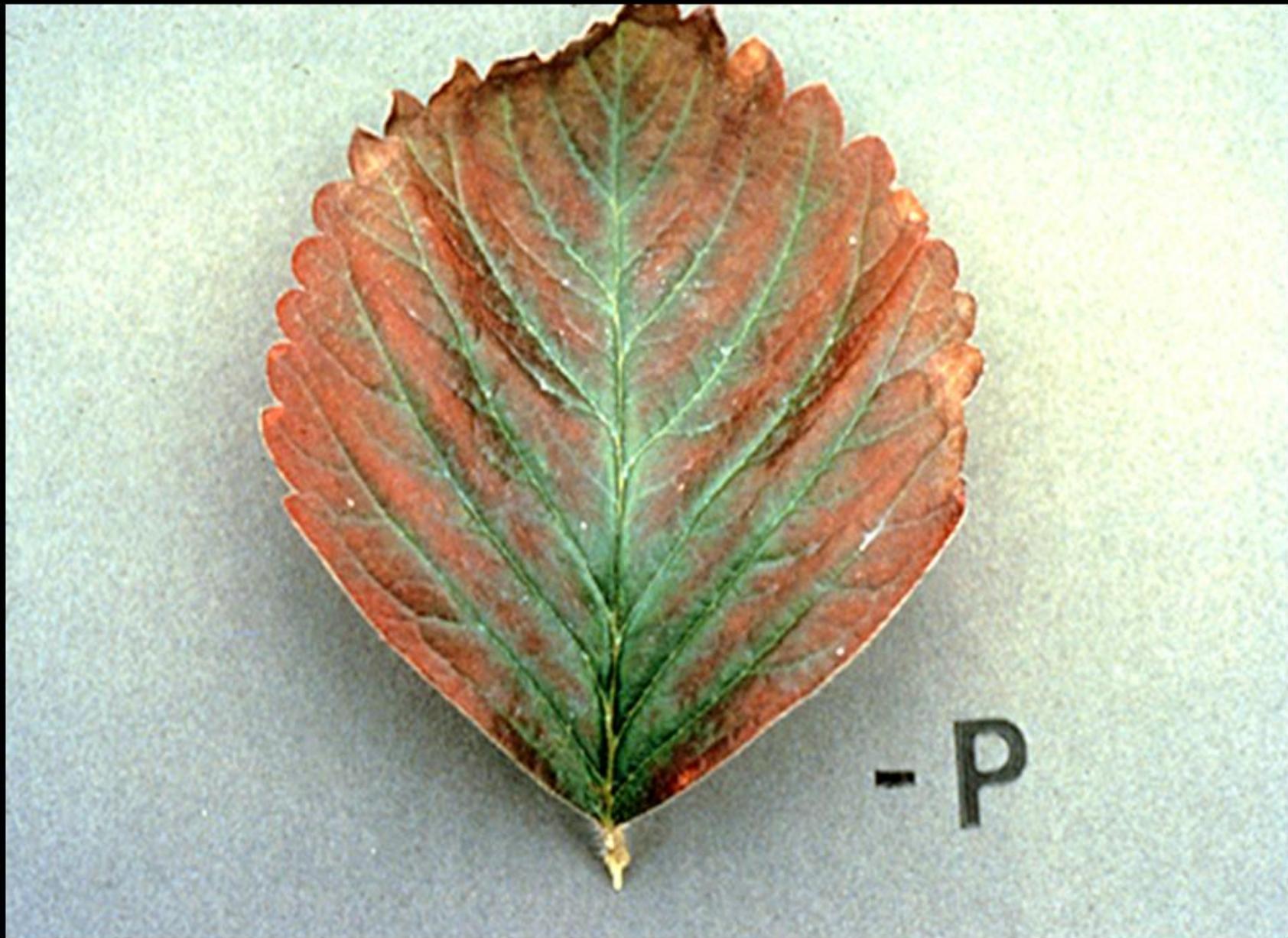
Maçã



Pêra



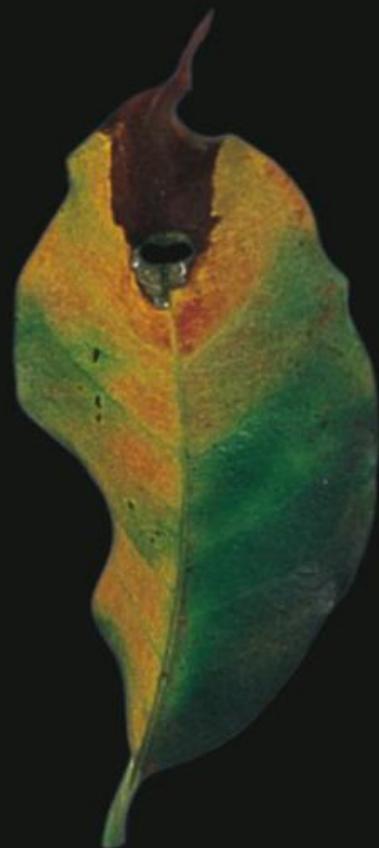
Citros



Morango



Toxidez de Fósforo

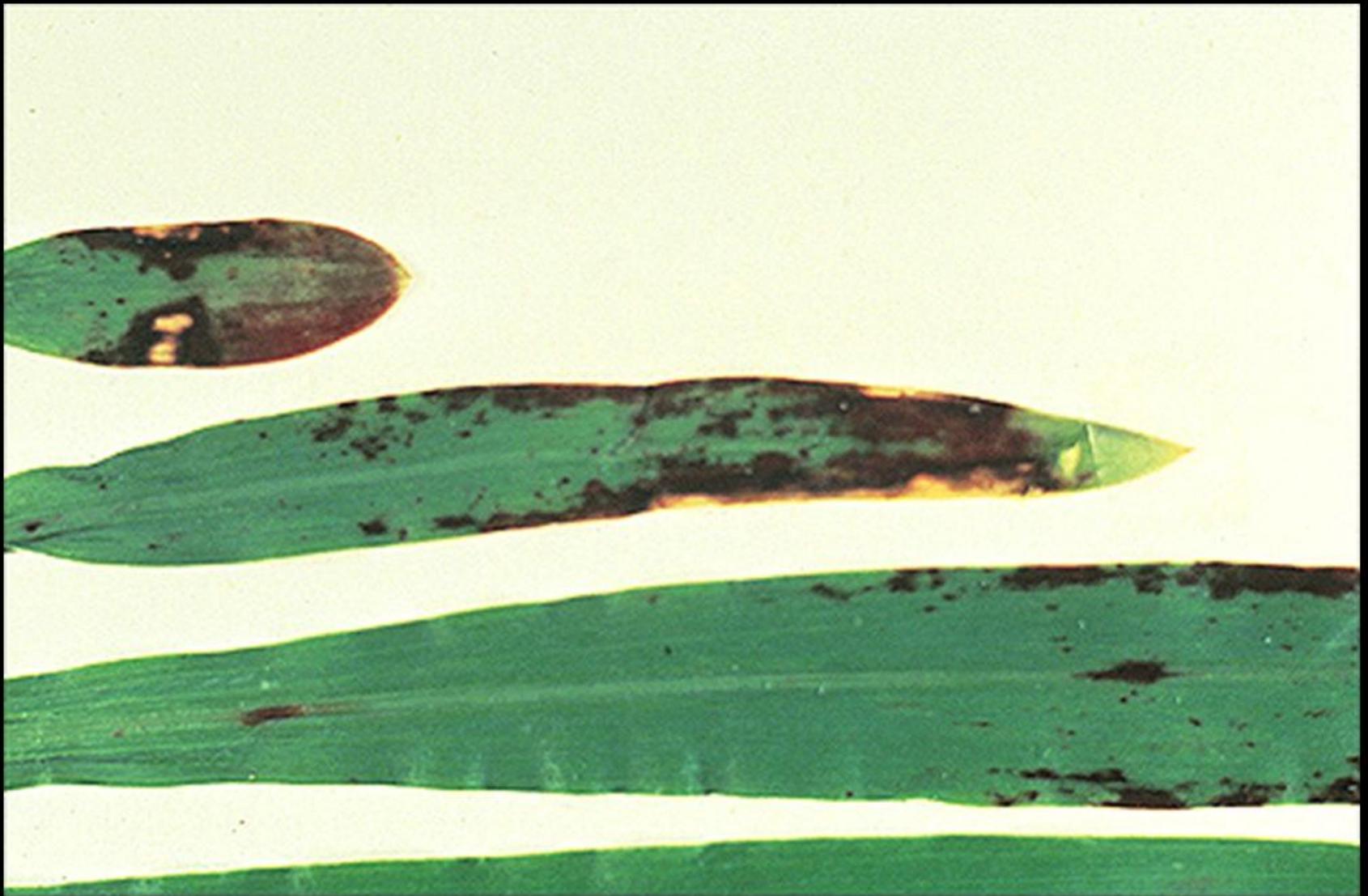


FV

Café



Sorgo



Sorgo





Fósforo - Revisão

Forma Absorvida:



Forma Incorporada:



Mobilidade de Redistribuição:

Móvel

Teores Médios:

**1,0 – 3,0
g kg⁻¹**

Funções nas Plantas:

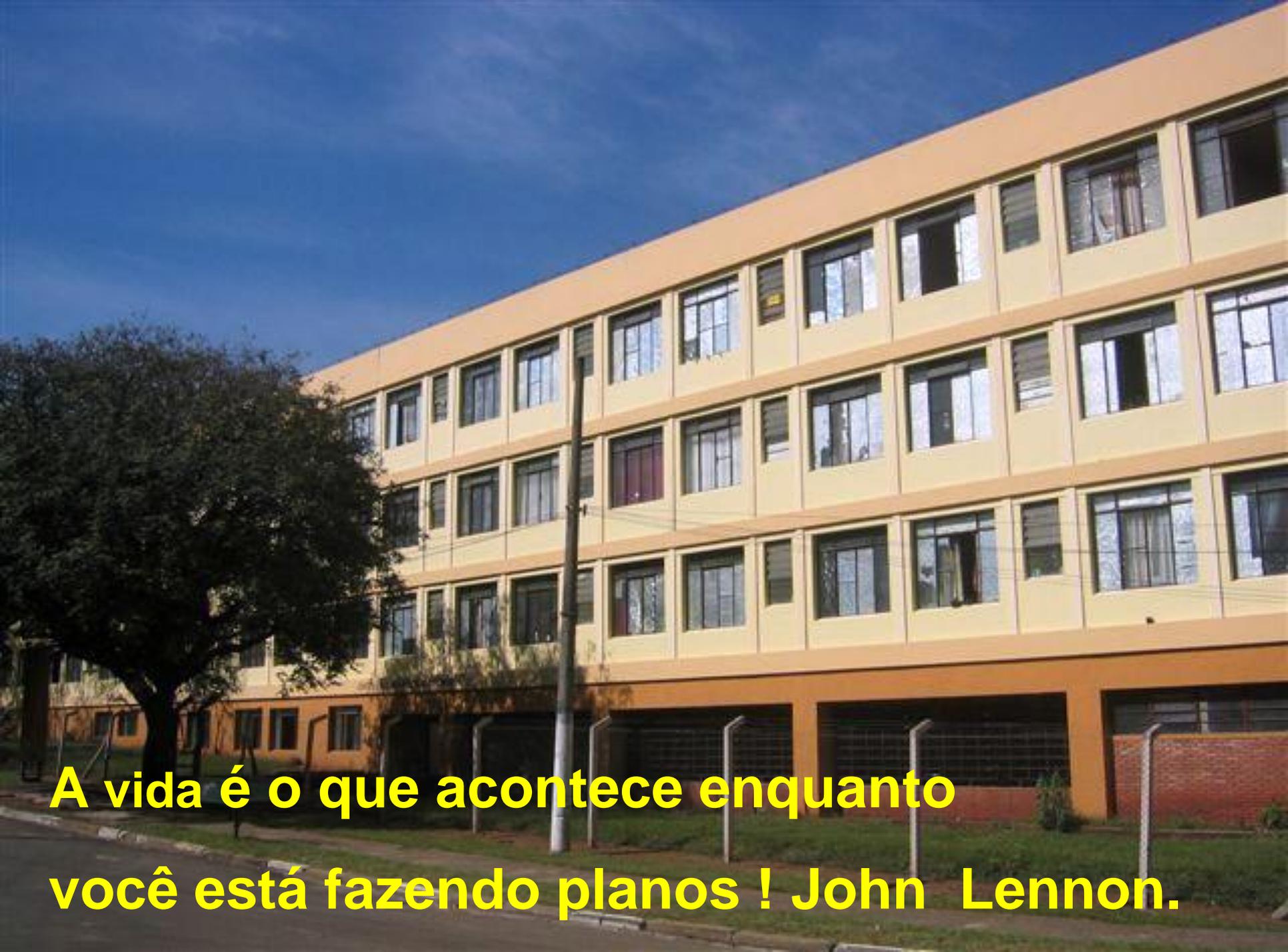
Armazenamento, Transferência de Energia

Características de deficiência:

Baixa Germinação (ácido fítico), pouco desenvolvimento do sistema radicular, arrouxeamento das folhas velhas



NUTRIENTES	FORMA ABSORVIDA	FORMA INCORPORADA	MOBILIDADE* DE REDISTRIBUIÇÃO	FUNÇÕES NAS PLANTAS	TEORES MÉDIOS	CARACTERÍSTICAS DA DEFICIÊNCIA
N	NO_3^- e NH_4^+	NH_3	MÓVEL	PROTEÍNA, ENZIMAS, CLOROFILA	20 – 40 g kg^{-1}	AMARELECIMENTO GENERALIZADO DAS FOLHAS
P	H_2PO_4^-	H_2PO_4^-	MÓVEL	ARMAZENAMENTO, TRANSFERÊNCIA DE ENERGIA	1,0 – 1,5 g kg^{-1}	BAIXA GERMINAÇÃO (ÁCIDO FÍTICO), POUCO DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA RADICULAR, ARROXEAMENTO DAS FOLHAS VELHAS



**A vida é o que acontece enquanto
você está fazendo planos ! John Lennon.**

Produção de Grãos de Arroz (IAC 25), Zinco no Solo e na Folha, em Função da Aplicação de Cobalto e Micronutrientes num Latossolo Vermelho-Escuro Argiloso de Planaltina, (Galvão, 1984)

TRATAMENTOS	GRÃOS (kg ha ⁻¹)	SOLO ⁽¹⁾ (mg kg ⁻¹)	FOLHAS (mg kg ⁻¹)
"Completo"	1.170 A	2,1 A	20,7 AB
Omissão de B	1.191 A	2,5 A	18,4 B
Omissão de Co	1.179 A	2,2 A	20,1 AB
Omissão de Cu	1.156 A	2,2 A	20,0 AB
Omissão de Fe	1.210 A	2,1 A	17,8 B
Omissão de Mn	1.196 A	2,3 A	23,0 A
Omissão de Mo	1.188 A	2,4 A	21,0 AB
Omissão de Zn			
Cv(%)	22,7	16,0	12,3

(1) Extrator de Mehlich 1 (HCl 0,05 N + H₂SO₄ 0,025 N)

Produção de Grãos de Arroz (IAC 25), Zinco no Solo e na Folha, em Função da Aplicação de Cobalto e Micronutrientes num Latossolo Vermelho-Escuro Argiloso de Planaltina, (Galvão, 1984)

TRATAMENTOS	GRÃOS (kg ha ⁻¹)	SOLO ⁽¹⁾ (mg kg ⁻¹)	FOLHAS (mg kg ⁻¹)
"Completo"	1.170 A	2,1 A	20,7 AB
Omissão de B	1.191 A	2,5 A	18,4 B
Omissão de Co	1.179 A	2,2 A	20,1 AB
Omissão de Cu	1.156 A	2,2 A	20,0 AB
Omissão de Fe	1.210 A	2,1 A	17,8 B
Omissão de Mn	1.196 A	2,3 A	23,0 A
Omissão de Mo	1.188 A	2,4 A	21,0 AB
Omissão de Zn	118 B	0,4 B	7,6 C
Cv(%)	22,7	16,0	12,3

(1) Extrator de Mehlich 1 (HCl 0,05 N + H₂SO₄ 0,025 N)