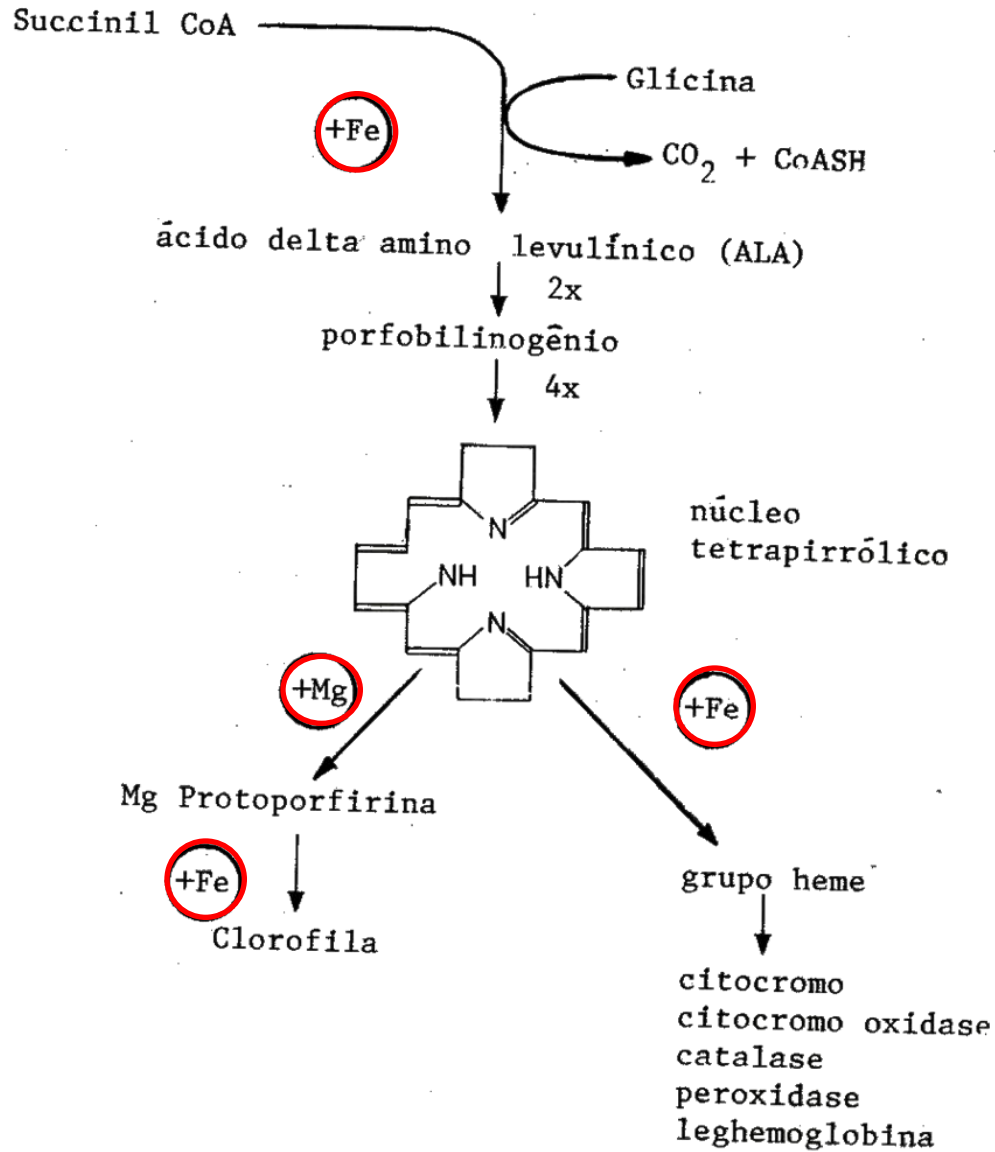


FERRO

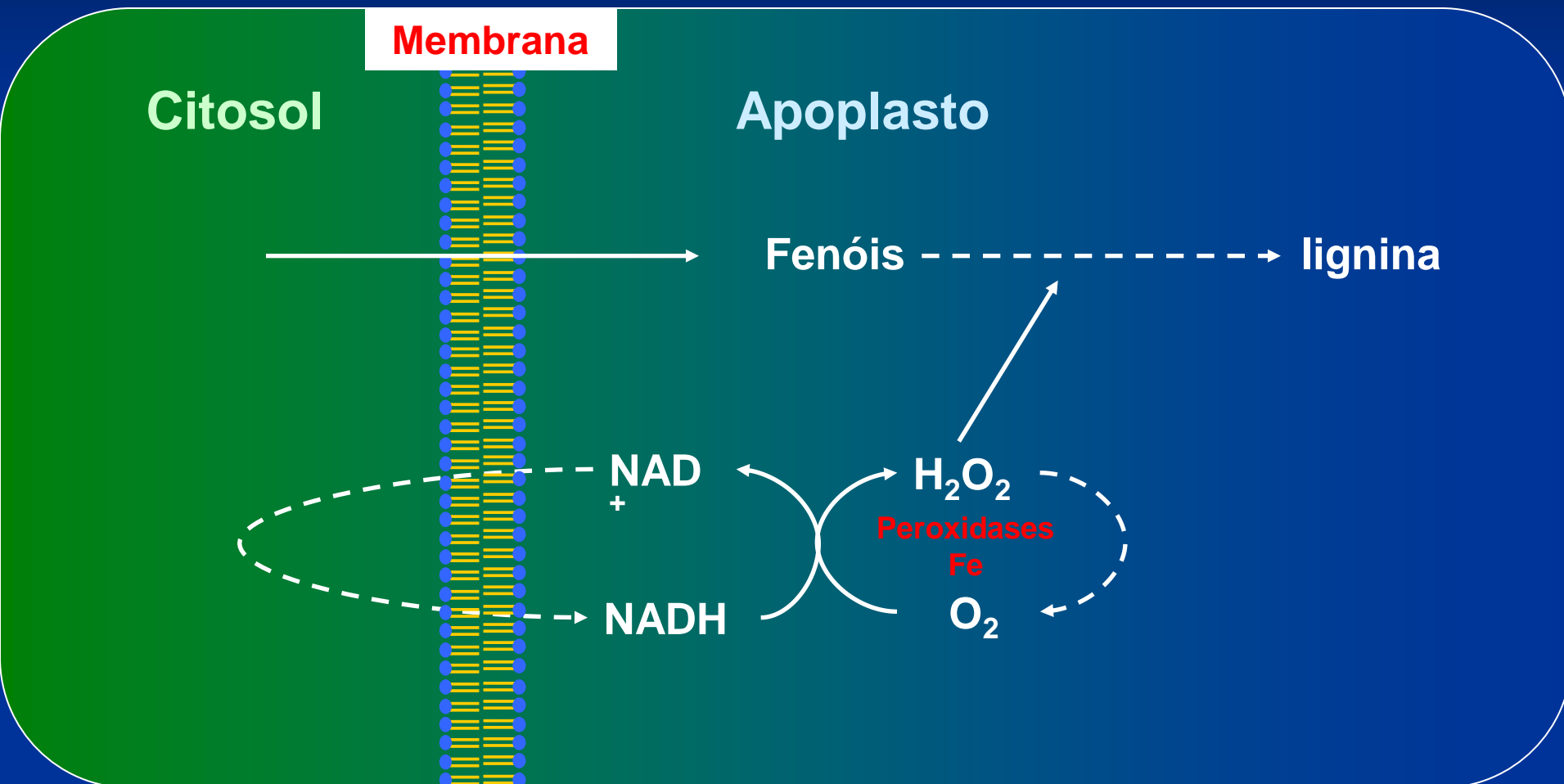
- **CAMPO:** deficiência rara
- **ABSORÇÃO:** Fe²⁺, quelatizado
- **TRANSPORTE:** quelato
- **REDISTRIBUIÇÃO:** pouco móvel
- **FUNÇÕES**
 - Grupo prostético de enzimas
 - Citocromos (cloroplastos, mitocôndrias, RNO₃)
 - Leg-hemoglobina (FBN)
 - Catalase



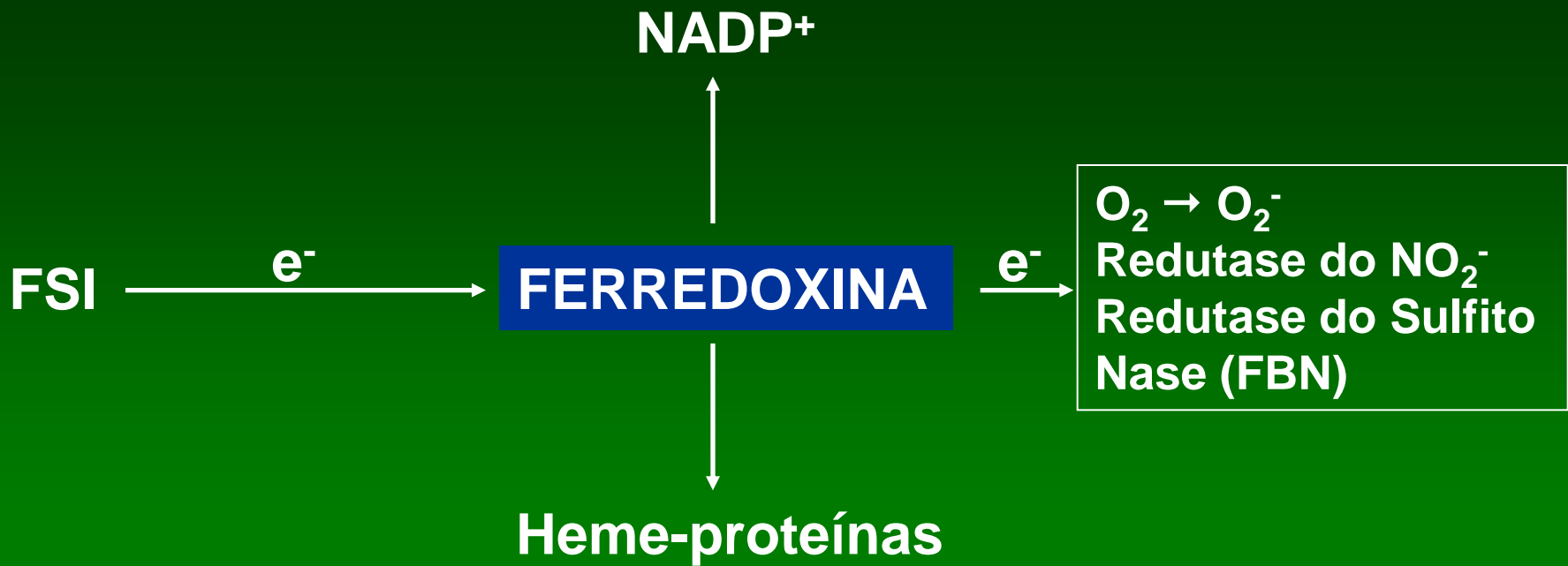
■ **Compõe enzimas: Fe-porfirina**



Peroxidases (parede celular)



Fe-S-Proteínas (Ferredoxina)



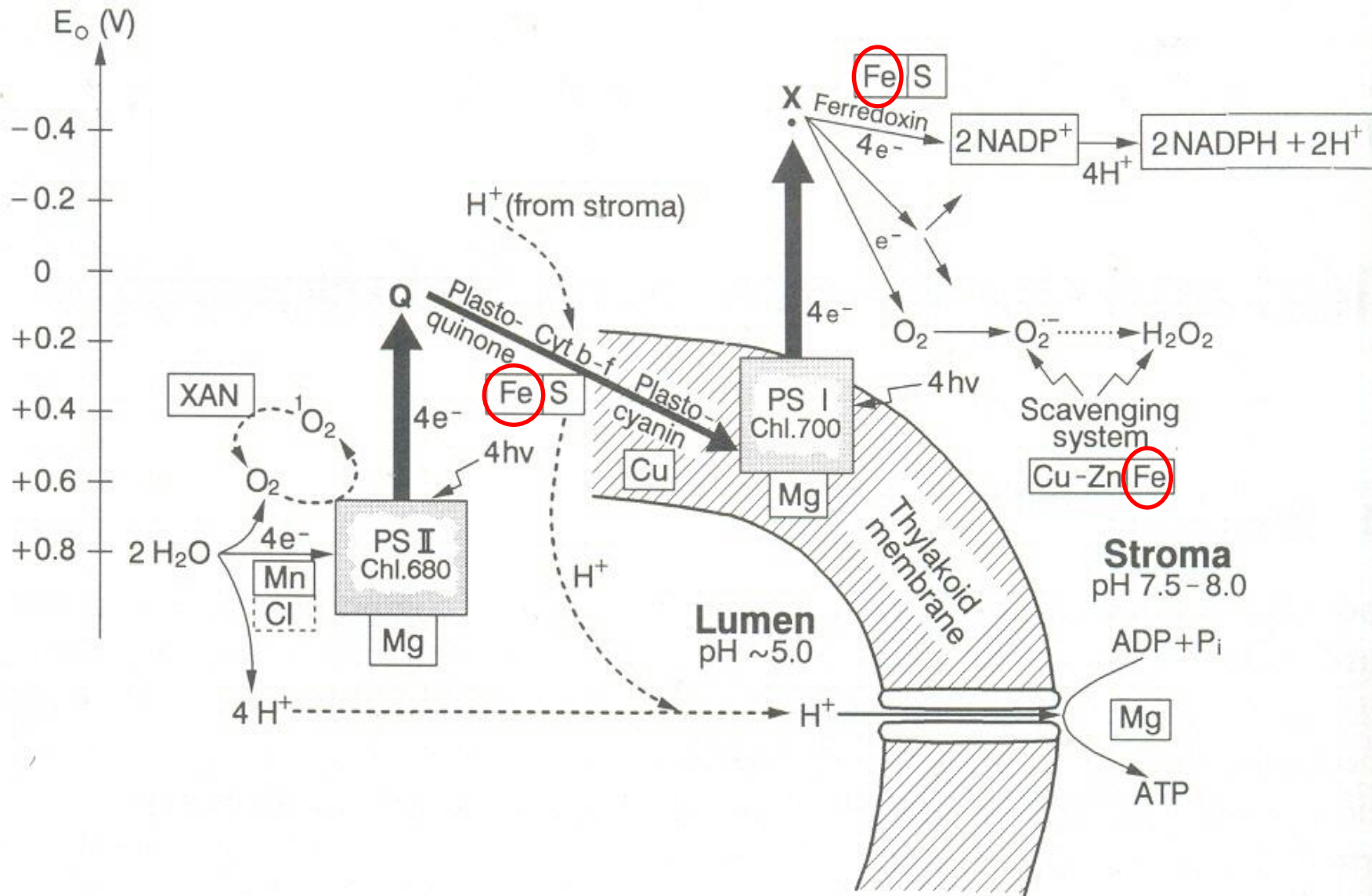
Outras enzimas com Fe

- Redutase do Nitrato (RNO₃)



- Nitrogenase (Nase) – FBN





■ DEFICIÊNCIA DE FERRO



■ DEFICIÊNCIA DE FERRO

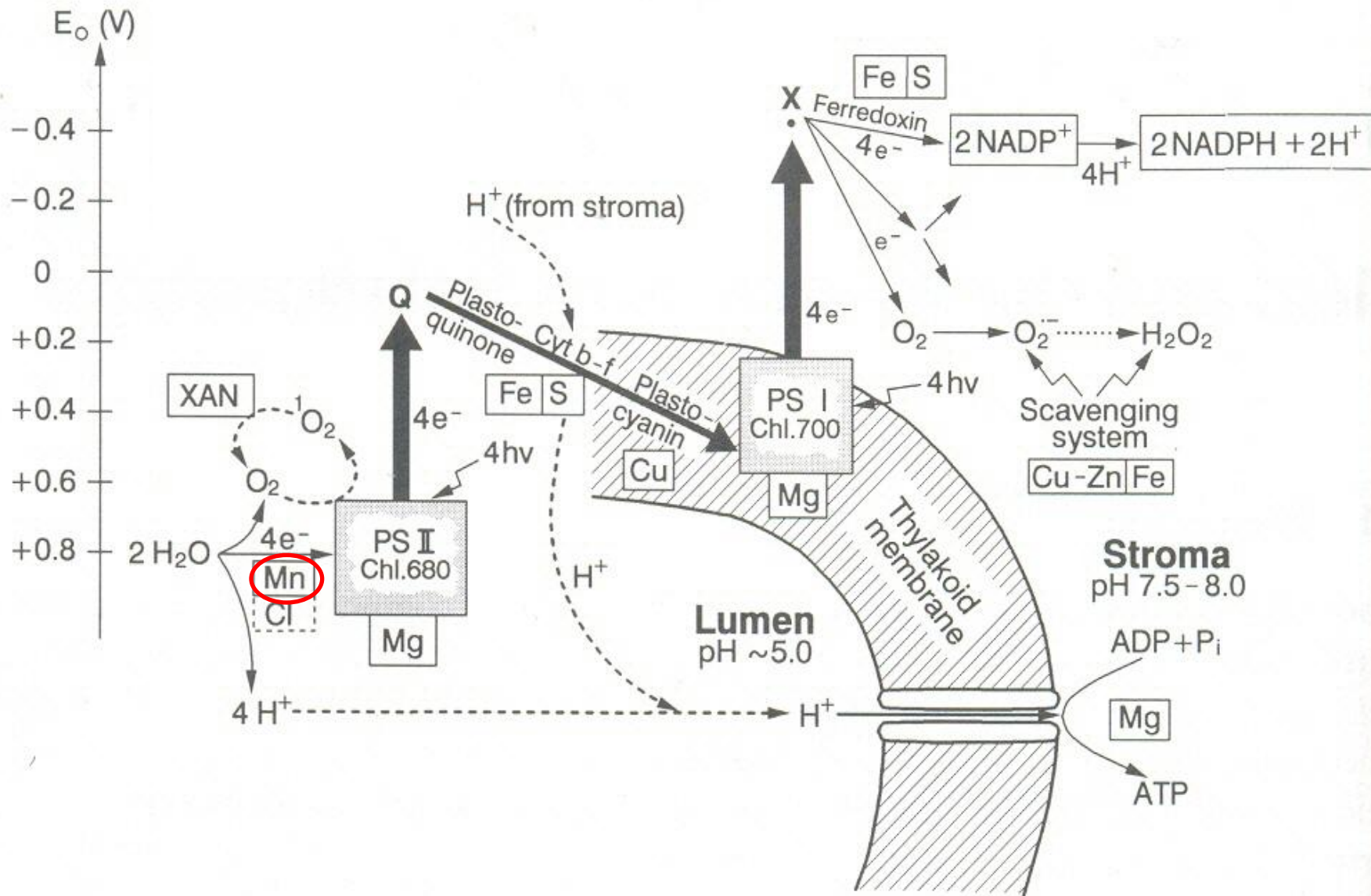


■ DEFICIÊNCIA DE FERRO

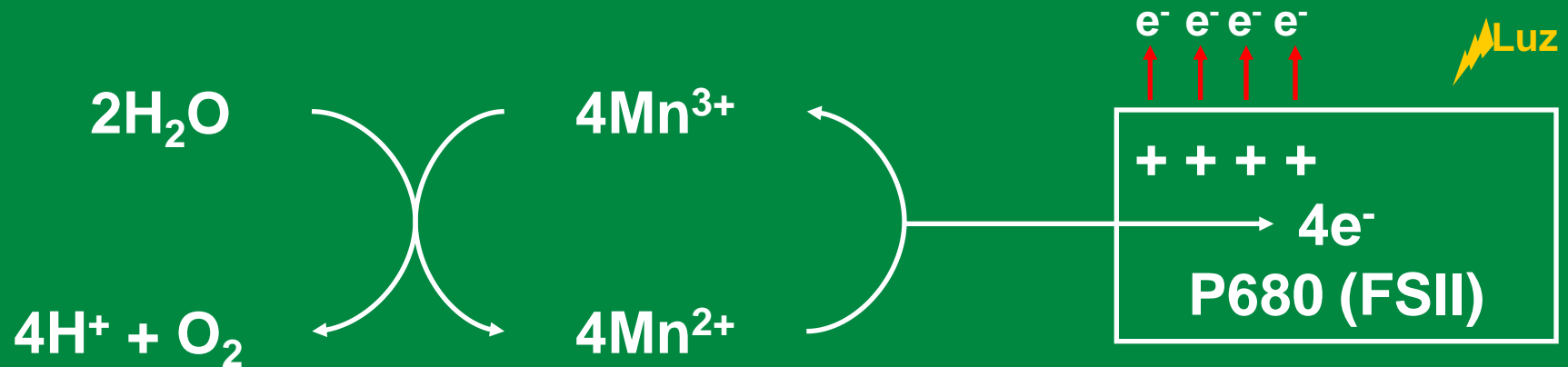


MANGANÊS

- **CAMPO: deficiências**
 - Super-calagem
 - seca
- **ABSORÇÃO: Mn^{2+}**
- **TRANSPORTE: Mn^{2+}**
- **REDISTRIBUIÇÃO: pouco móvel**
- **FUNÇÕES**
 - **Cofator enzimas fosforilativas (= Mg)**
 - fosfoquinases
 - fosfotransferases



■ Fotólise da água no FSII



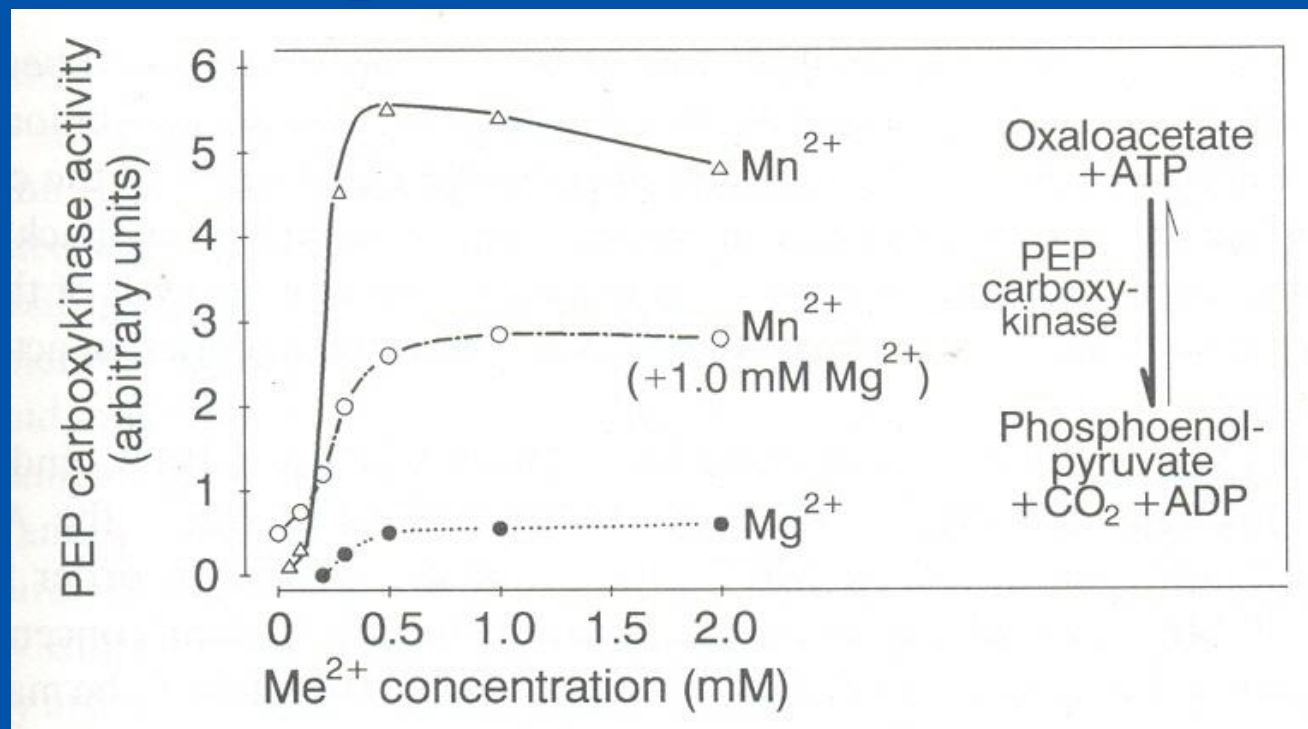
Planta - Mn:

- < ATP
- < Fixação de CO_2
- > Acúmulo de NO_3^-

■ Síntese de RNA

- ativa polimerase do RNA

■ PEP-carboxiquinase (C₄)



■ DEFICIÊNCIA DE MANGANÊS



■ DEFICIÊNCIA DE MANGANÊS



■ DEFICIÊNCIA DE MANGANÊS



■ DEFICIÊNCIA DE MANGANÊS



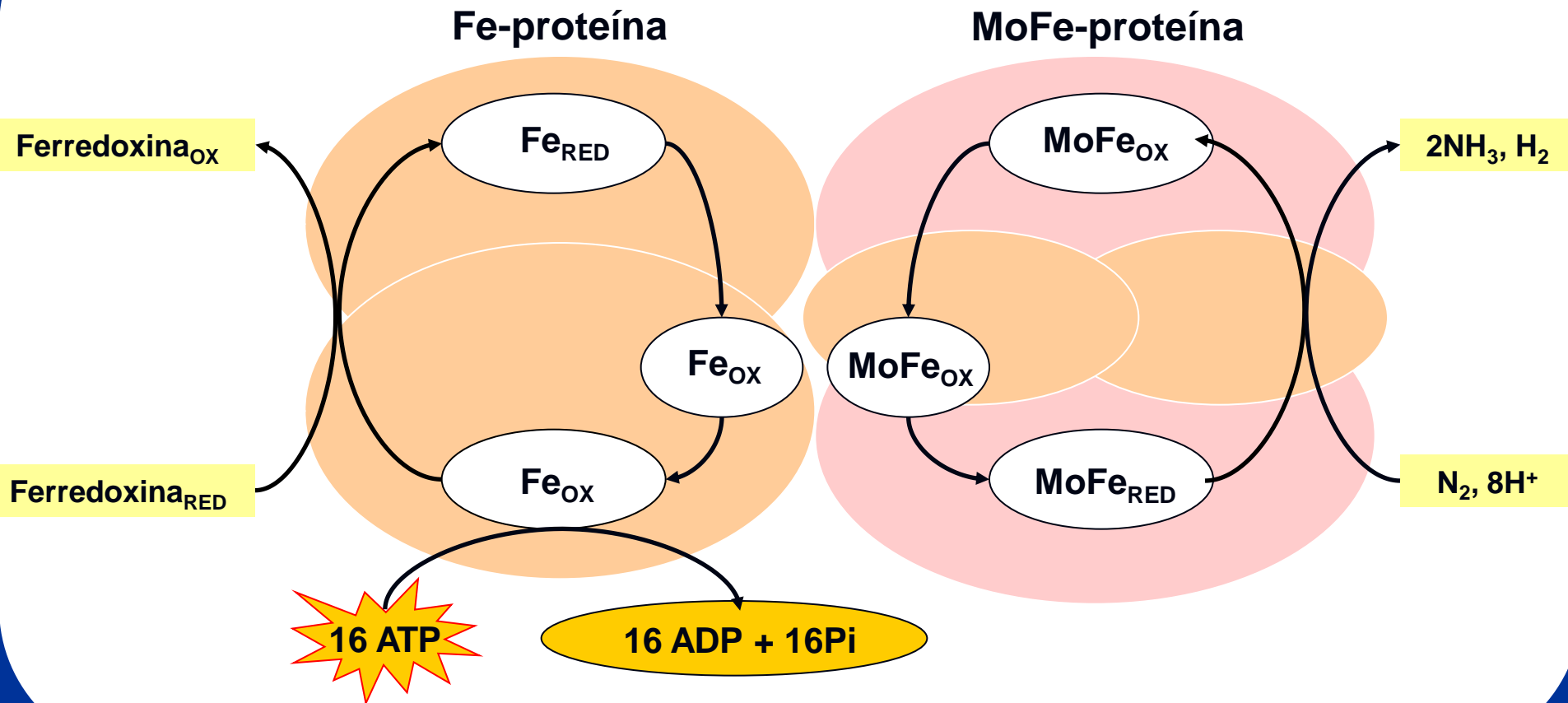
MOLIBDÊNIO

- **Nutriente menos exigido**
- **Cuidados**
 - Brássicas
 - Leguminosas
- **ABSORÇÃO:** MoO_4^{2-}
- **TRANSPORTE:** MoO_4^{2-} e a.a.-SH
- **REDISTRIBUIÇÃO:** moderadamente móvel

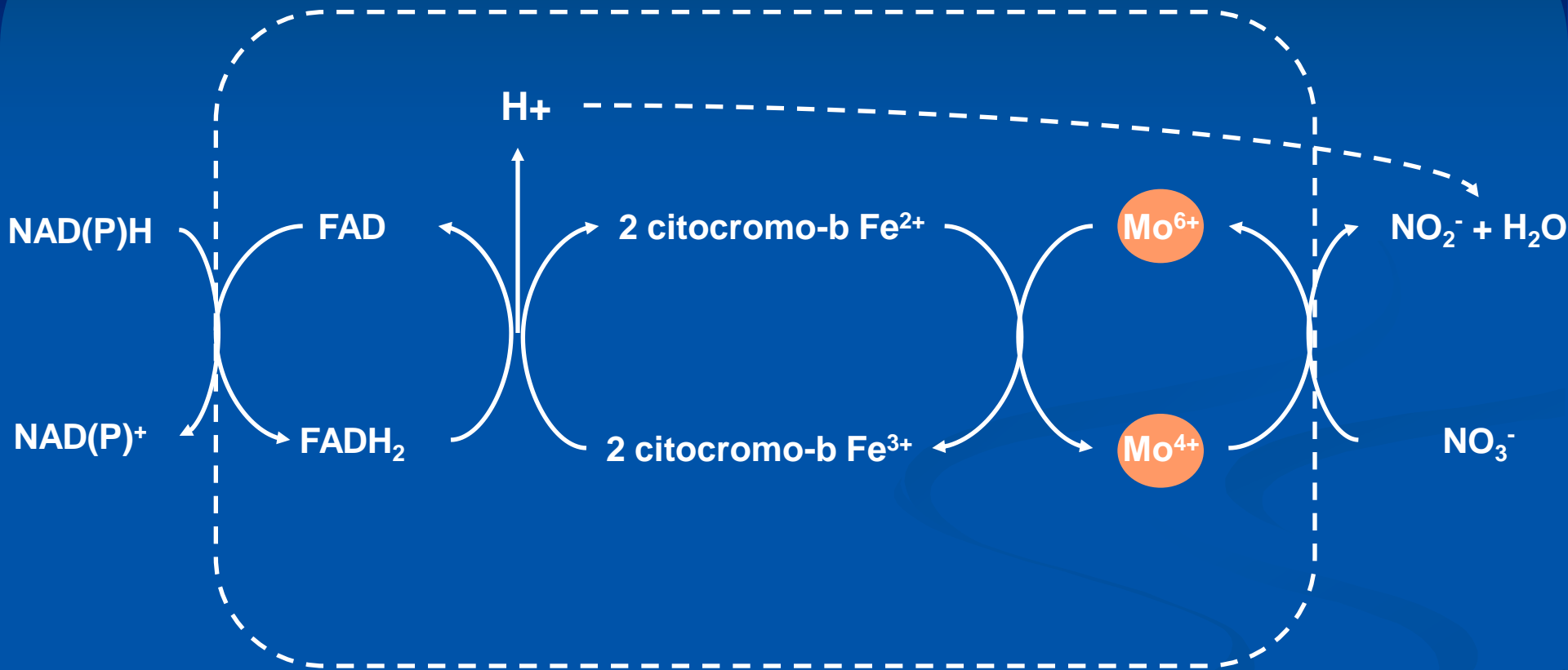
FUNÇÕES

■ Nitrogenase (FBN)

COMPLEXO DA ENZIMA NITROGENASE



■ Redutase do Nitrato



Fonte: Adaptado de Mengel e Kirkby (2001)

■ DEFICIÊNCIA DE MOLIBDÊNIO

- varia com as espécies

- **Leguminosas** – clorose folhas velhas (-N)
- **Brássicas** – rabo de chicote – novas
- **Café** – encurvamento bordos folhas velhas para baixo
- **Clorose malhada folhas velhas**

■ DEFICIÊNCIA DE MOLIBDÊNIO



■ DEFICIÊNCIA DE MOLIBDÊNIO

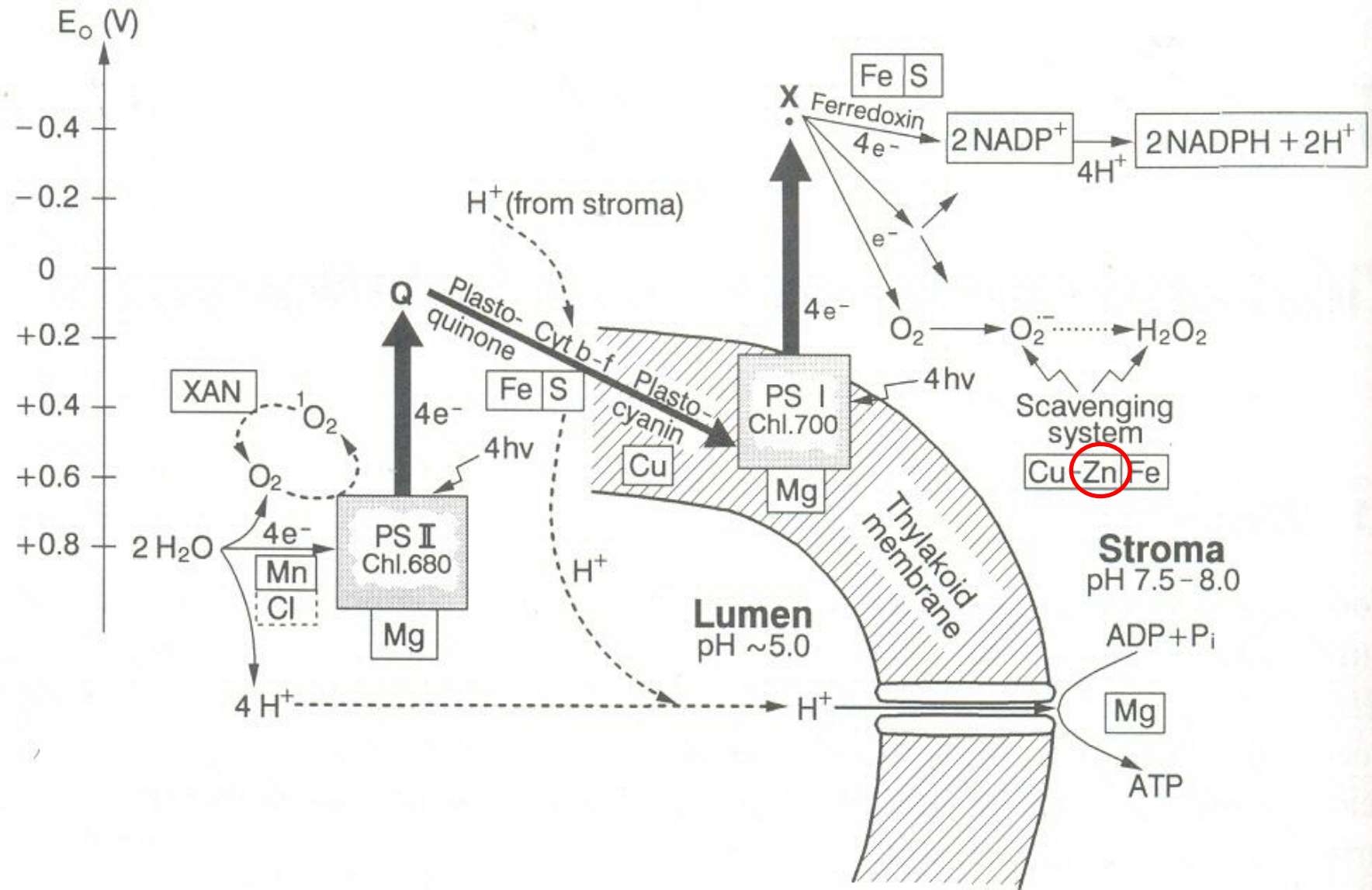


■ DEFICIÊNCIA DE MOLIBDÊNIO



ZINCO

- **ABSORÇÃO:** Zn^{2+}
- **TRANSPORTE:** Zn^{2+}
- **REDISTRIBUIÇÃO:** pouco móvel
- **FUNÇÕES**
(componente e ativador de enzimas)
- **Síntese protéica**
 - componente RNA polimerase
 - integridade dos ribossomos
 - regula atividade da RNase



Fonte: Marschner (1995)

■ Síntese do AIA



■ Dismutase de Superóxidos (Cu-Zn-SOD)



Efeito do Zn sobre a matéria seca e composição de folhas novas e ápice do feijoeiro.

<i>Suprim. Zn</i>	<i>MSPA (g 3pL⁻¹)</i>	<i>Zn (μg g⁻¹)</i>	<i>a.a. livre (μmol g⁻¹)</i>	<i>Proteína (mg g⁻¹)</i>	<i>Triptofano (μmol g⁻¹)</i>	<i>AIA (mg g⁻¹)</i>
+ Zn	8,24	52	82	28	0,37	239
- Zn	3,66	13	533	14	1,32	118
-Zn +Zn¹	4,53	141	118	30	0,27	198

⁽¹⁾ +Zn (3 μM) por 3 dias

Fonte: Cakmak et al. (1999)

■ DEFICIÊNCIA DE ZINCO



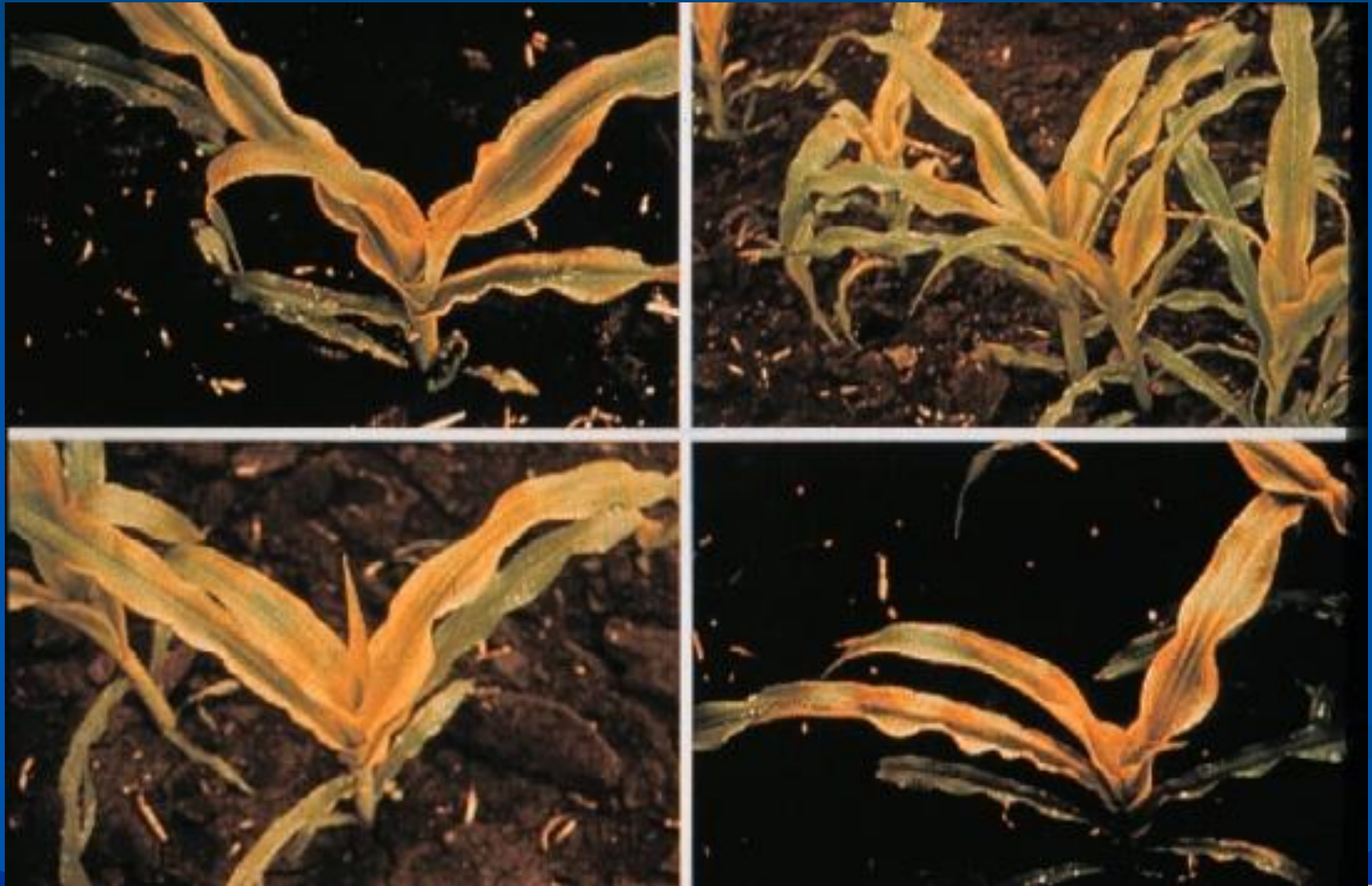
■ DEFICIÊNCIA DE ZINCO



■ DEFICIÊNCIA DE ZINCO



■ DEFICIÊNCIA DE ZINCO



COBALTO

■ FUNÇÕES

- Atua na FBN
- Componente da COBALAMINA (Vit. B12)
- Síntese de Leg-hemoglobina

Efeito do Co sobre a nodulação e composição de *Lupinus augustifolius*

Co	Nódulos (g pF ¹)	Co nódulo (mg g ⁻¹)	Bacteróide (x10 ⁹ g ⁻¹)	Cobalamina (mg g ⁻¹)	leg-hemogl. (mg g ⁻¹)
-	0,1	45	15	5,9	0,71
+	0,6	105	27	28,3	1,91

Fonte: Dilworth et al. (1979)

NÍQUEL

■ FUNÇÕES

■ Componente da Urease



Efeito do Ni sobre a toxidez de uréia em soja

<i>Ni</i> ($\mu\text{g L}^{-1}$)	<i>Uréia apl.</i> (mg folha^{-1})	<i>Necrose</i> (%)	<i>Teor Uréia</i> ($\mu\text{g g}^{-1}$)	<i>Urease</i> ($\mu\text{mol NH}_3 \text{ g}^{-1} \text{ h}^{-1}$)
0	0	< 0,1	64	2,2
	3	5,2	1039	2,7
	6	13,6	6099	2,4
100	0	0	0	11,8
	3	2,0	299	11,3
	6	3,5	1583	9,6

Fonte: Krogmeier et al. (1991)

ELEMENTOS ÚTEIS E TÓXICOS

➤ DEFINIÇÕES:

✓ ESSENCIAIS

✓ ÚTEIS

✓ TÓXICOS

ELEMENTOS ÚTEIS E TÓXICOS

a) SÓDIO

- ✓ ESSENCIAL - *Atriplex versicaria*
(HALOFITA)
- ✓ FUNÇÃO METABÓLICA (?)
- ✓ FUNÇÃO OSMÓTICA (FISIOLÓGICA)

b) SILÍCIO

➤ SOLO

- ✓ ABUNDANTE NOS TROPICAIS . pH < 9,0 -
> H_4SiO_4 . ADSORÇÃO ÓXIDOS DE Fe e Al
. < SOLUBILIDADE DO Al . >
DISPONIBILIDADE DE P

SILÍCIO NA PLANTA

➤ ABSORVIDO E TRANSPORTADO = H_4SiO_4

➤ TECIDOS:

✓ SÍLICA AMORFA ($\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$)

■ ACUMULADORAS:

✓ GRAMÍNEAS - ARROZ e CANA

✓ CAMADA DE SÍLICA ABAIXO EPIDERME

➤ EFEITOS:

✓ < TRANSPIRAÇÃO

✓ < INFECÇÃO

✓ < ACAMAMENTO

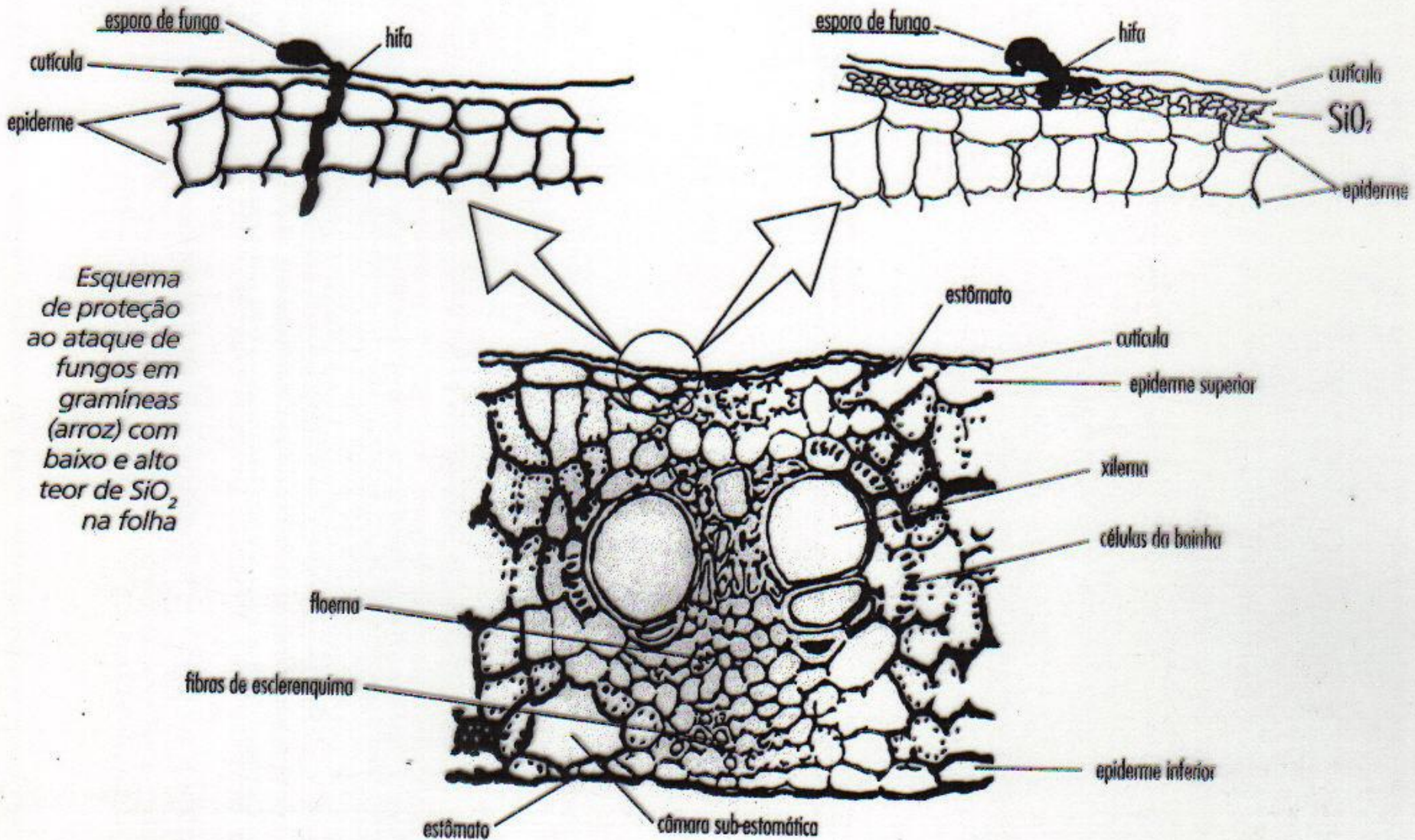
✓ < PROTEÇÃO TOXIDEZ DE Fe e Mn

Indução de Resistência

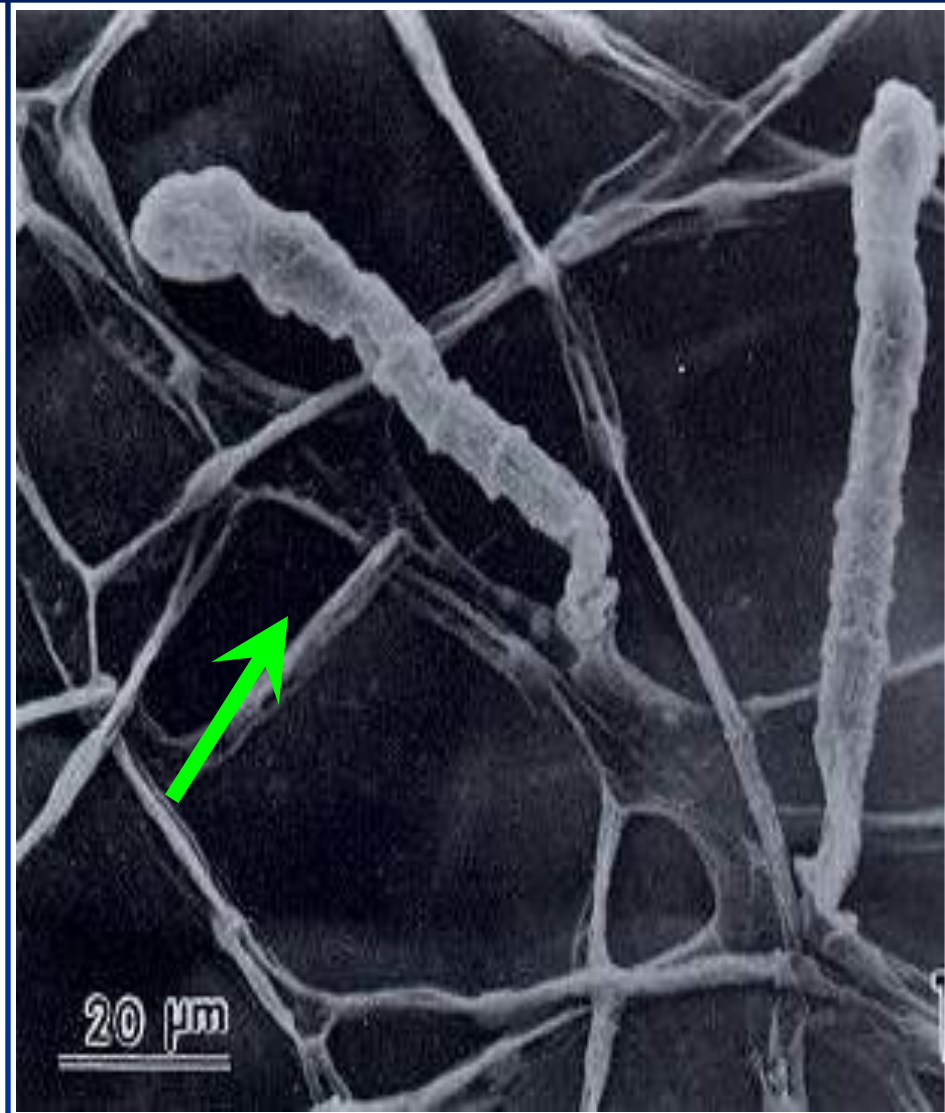
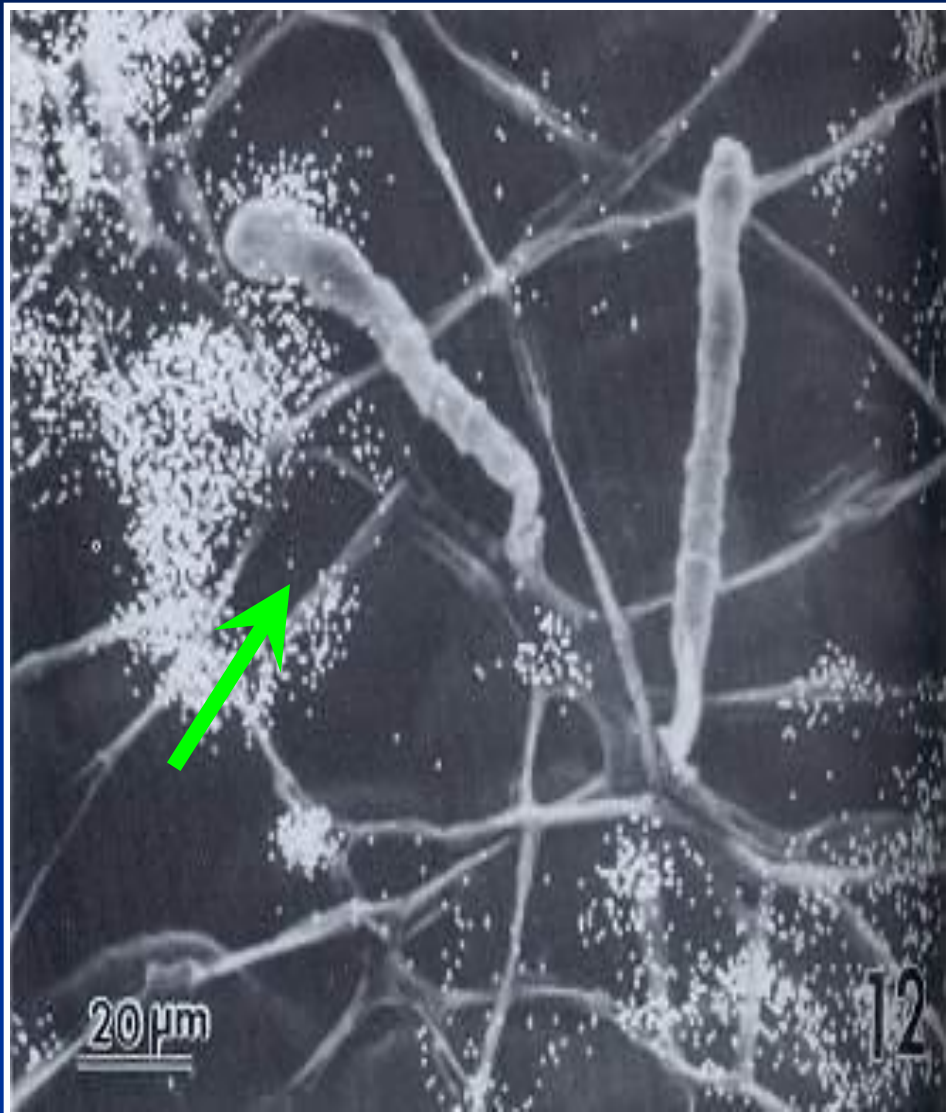
Mecanismos de ação do silício na planta

- **Formação de barreira física**
- **Indução de mecanismos de defesa**

Formação de barreira física



Conidióforo de *Sphaeroteca fuliginea*

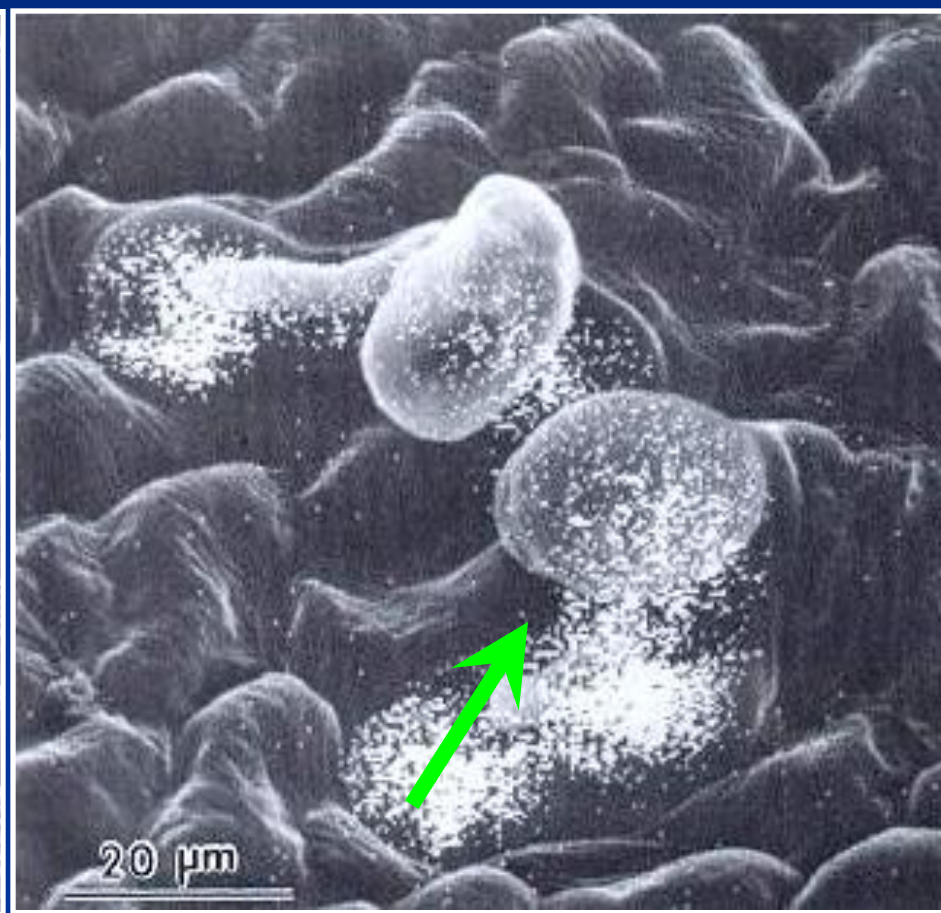
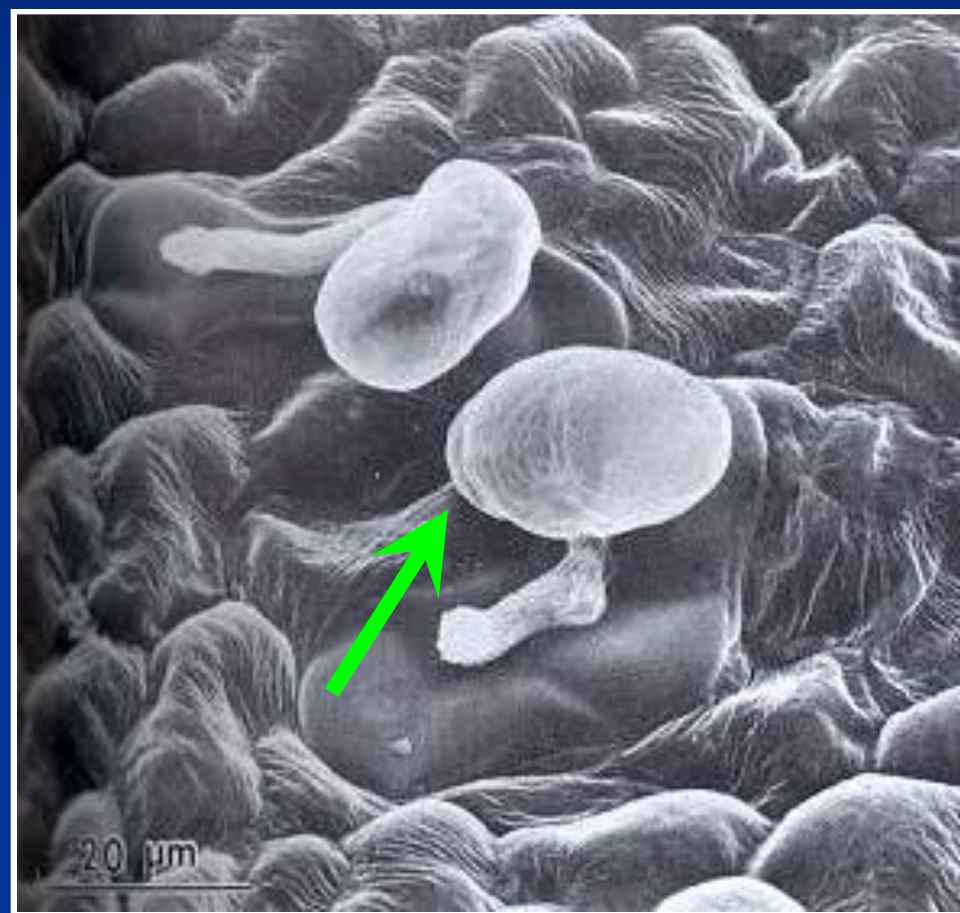


Samuels et al., 1991

Conídios de *Sphaerotheca fuliginea*

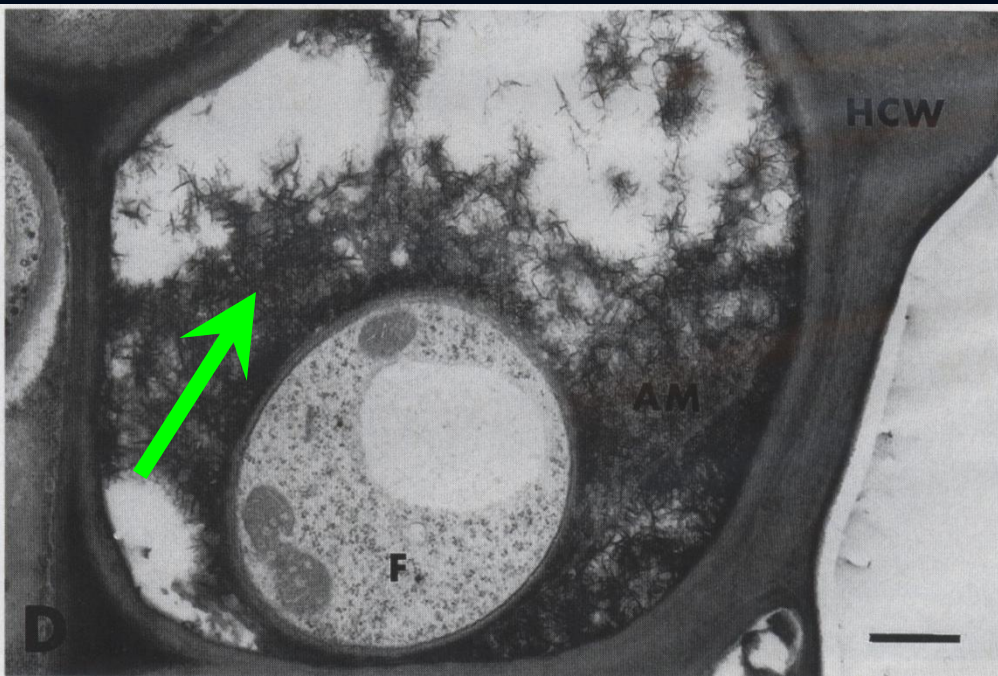
Sem Si

Com Si



Samuels et al., 1991

Magnaporthe grisea -
arroz



Si +

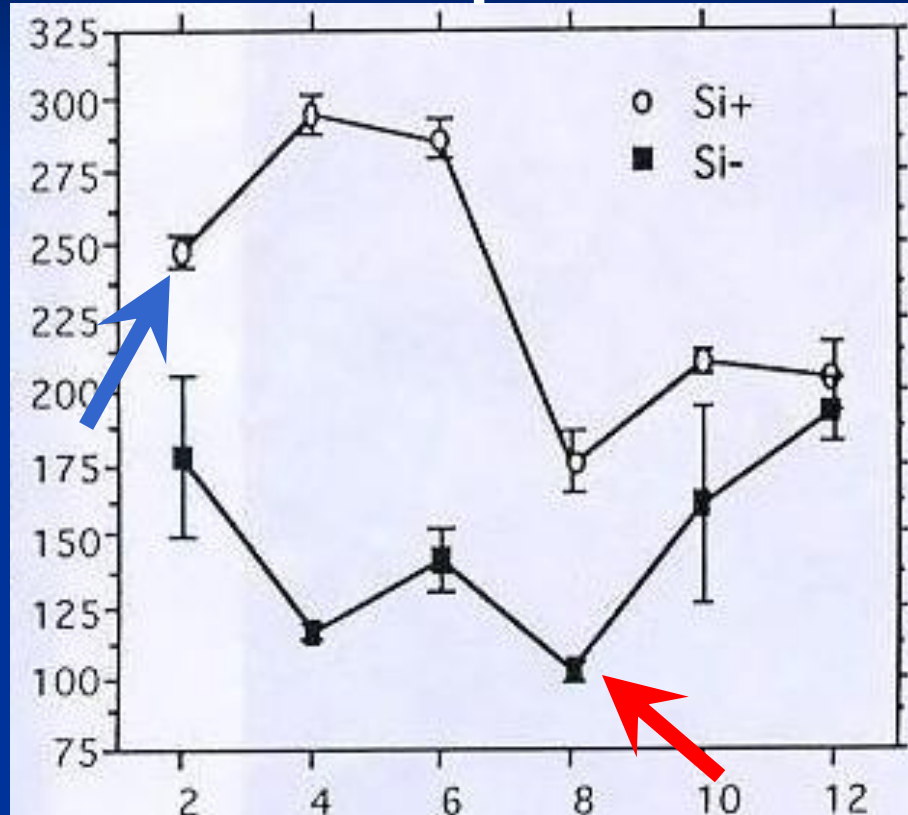
Si -



Rodrigues et al., 2003

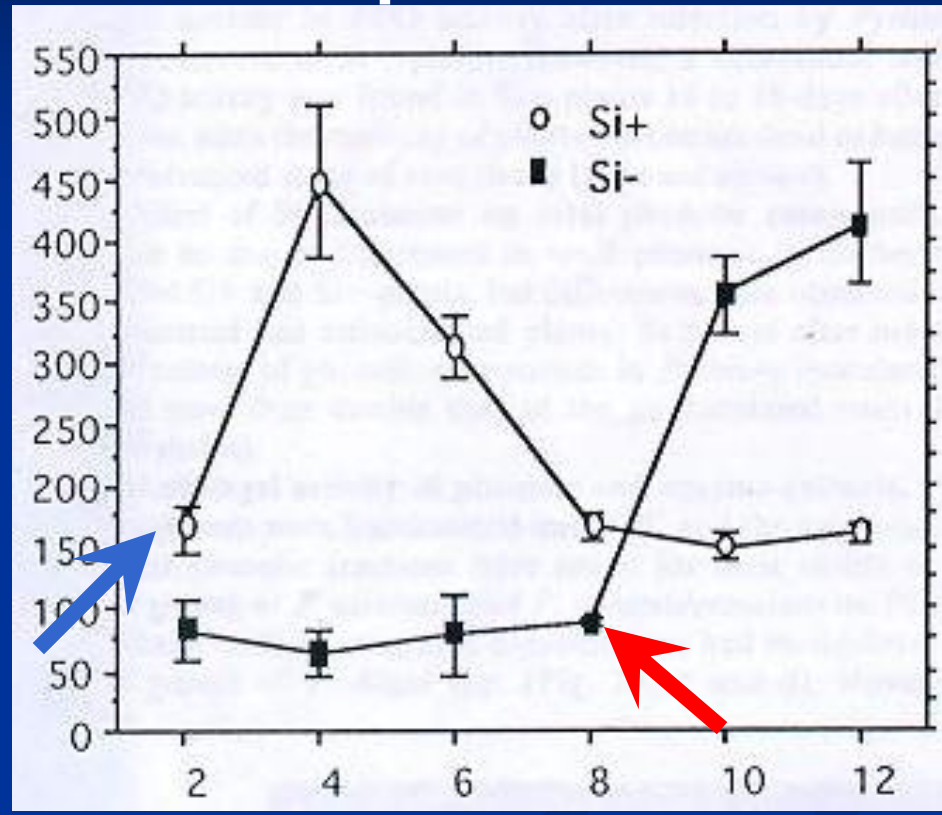
Patossistema *Pythium* x pepino

Atividade da peroxidase



Dias após inoculação

Atividade polifenoloxidase



Dias após inoculação

ELEMENTOS TÓXICOS

- Cd: LODO, CORRETIVOS/FERTIL, RÉ.S. IND.
- Br: BROMETO DE METILA (MUDAS)
- Pb: CORRETIVOS/FERT., GASOLINA
- F: FOSFATOS
- Hg: GARIMPO
- Mn: SOLOS TROPICAIS ÁCIDOS
- Fe: SOLOS INUNDADOS
- Al: SOLOS TROPICAIS ÁCIDOS

➤ ALUMÍNIO:

- ✓ EFEITO + PERNICIOSO DA ACIDEZ SOLO
- ✓ SOLO
- ✓ $\text{pH} < 5,7-5,8$.PRECIPITA P

ALUMÍNIO:

➤ PLANTA:

✓ < ABSORÇÃO DE P, Ca, Mg e K

➤ PRECIPITA P_i NOS TECIDOS

➤ **SUBSTITUI Ca NA PAREDE CELULAR:**
PECTATOS ERRADOS (RÍGIDA) (< CRESC.
CELULAR)

➤ **ACUMULA NOS NÚCLEOS (DNA):**
(< DIVISÃO CELULAR)

ALUMÍNIO:

➤ SINTOMAS:

- ✓ RAÍZES - CURTAS, GROSSAS, POUCO RAMIFICADAS, COR PARDA
- ✓ P. AÉREA: < CRESCIMENTO E DEFICIÊNCIA DE P

4. NUTRIÇÃO MINERAL E QUALIDADE DOS PRODUTOS AGRÍCOLAS

QUALIDADE:

- APARÊNCIA: COR, TAMANHO, FORMA
- BIOLÓGICA: PROTEÍNAS, MINERAIS, CARBOIDRATOS, MINERAIS, GORDURAS...
- SABOR

➤ **NUTRIÇÃO:**

- ✓ DEPENDE DA PARTICIPAÇÃO DO NUTRIENTE NOS PROCESSOS METABÓLICOS

➤ **IMPORTÂNCIA DA QUALIDADE:**

- ✓ COMPETIÇÃO MERCADO
- ✓ CONSUMIDOR + EXIGENTE
- ✓ EXPORTAÇÃO
- ✓ PROCESSAMENTO INDUSTRIAL (CANA...)

➤ **PRÁTICA = PRODUTIVIDADE**

➤ **EXEMPLOS:**

TABELA 5.2 Efeito de doses de potássio no teor de amido em tubérculos de batata

kg K ₂ O / ha	% amido
0	14,0
80	14,3
120	14,9
160	15,0

TABELA 5.3 Relação entre o teor de K no colmo maduro de cana de açúcar e conteúdo de açúcar, produtividade e pureza

K colmo (%)	Sacarose (%)	Açúcares redutores (%)	Produtividade colmo (t/ ha)	Produtividade açúcar (t/ha)	Pureza caldo
0,68	37,5	11,8	159	15,0	81,7
1,22	41,7	M	191	19,7	85,2
1,47	46,2	5,7	176	24,6	88,2

Fonte: Humbert (1968), em PRETTY (1982)

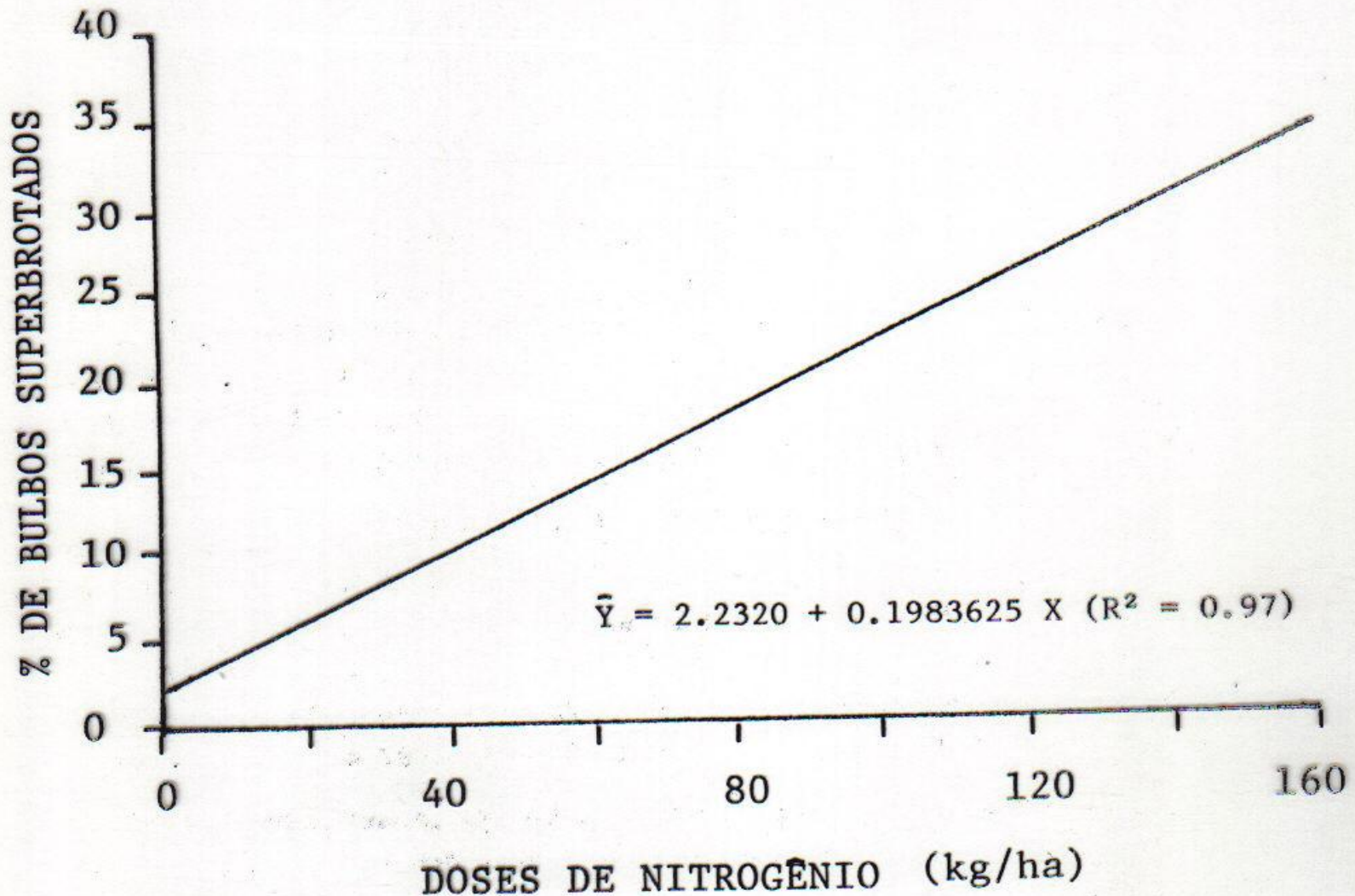
TABELA 5.6 Efeito da adubação nitrogenada na produção e no teor de proteína no milho irrigado

Doses N (kg/ha)	Grãos (kg/ha)	Proteína (kg/ha)	Aumento proteína (%)
0	4.700	352,5 (7,5)^(1)	–
88	6.477	550,5 (8,5)	56
196	7.048	648,4(9,2)	84

(1) O número entre parênteses = % proteína total

Fonte: Arnon (1975), em VASCONCELOS (1989)

Efeito de doses de nitrogênio no superbrotamento de bulbos de alho (RESENDE, 1992)



Porcentagem de saturação de bases e concentração de proteína e óleo (A) e produção de proteína e óleo por t/ha (B) (TANAKA et al. 1991)

