Adubações Foliares na Citricultura

CAMILO LÁZARO MEDINA

CONPLANT-GCONCI

É possível nutrir de forma eficiente as plantas pelas folhas ?

A absorção de nutrientes minerais pelas folhas é natural

- Vida Vegetal teve princípio nos oceanos

- As folhas são órgãos de síntese e mantiveram a capacidade de absorção de água e nutrientes

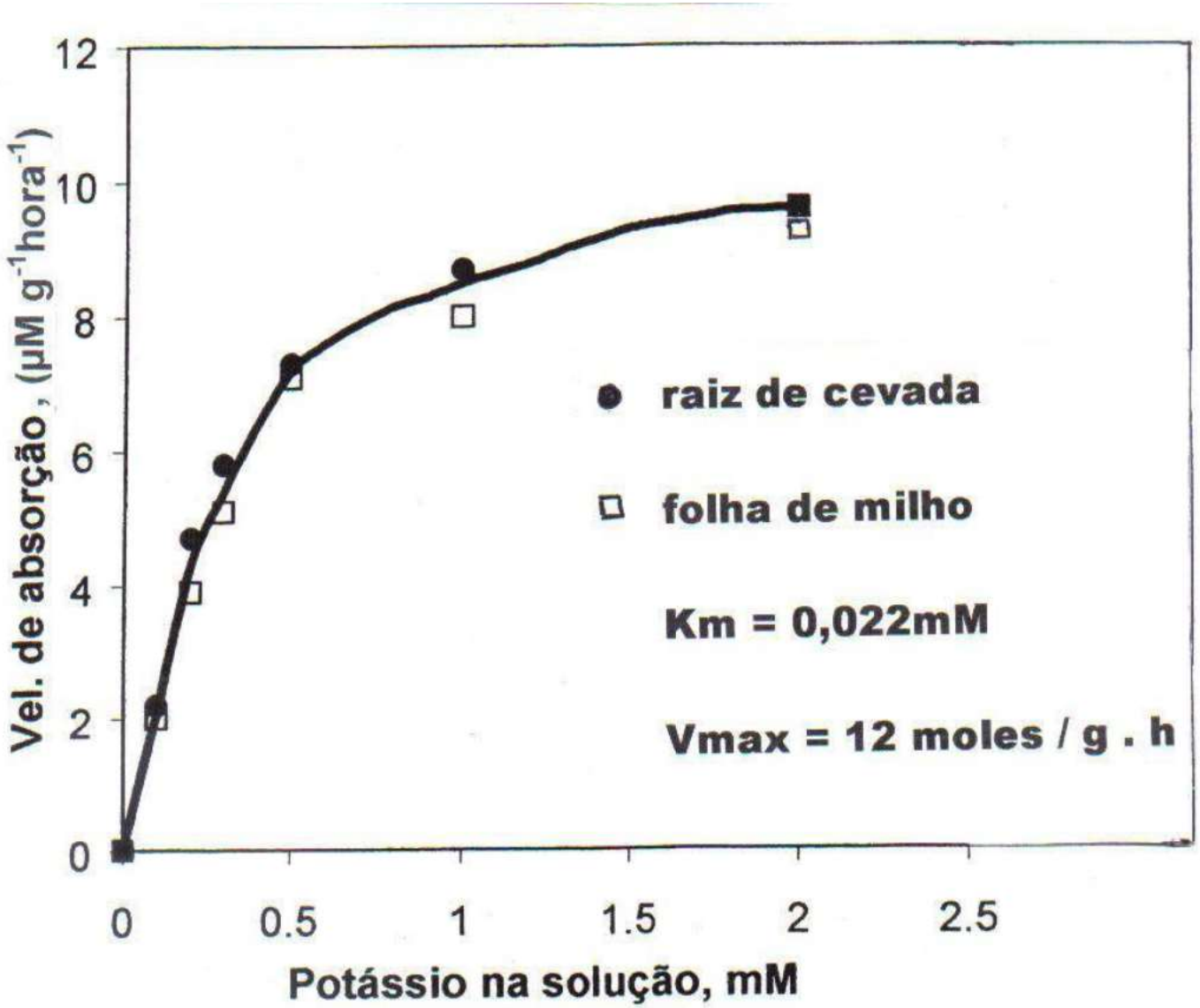


Figura 10: Absorção de potássio por raízes de cevada e folhas de milho.

Eficiência de solo x adubação foliar

Nutriente	Solo (kg/ha)	Foliar (g/ha)	Eficiência
Zinco	10-12	500	>20:1
Manganês	25-30	750	>30:1
Boro	2-4	500	>4:1
Molibdênio	0,5	35	>14-1

Fonte: PureGro, n.d. in Ferguson and Cardwell eds., Citrus Production Manual, Universidade da Califórnia, 2014

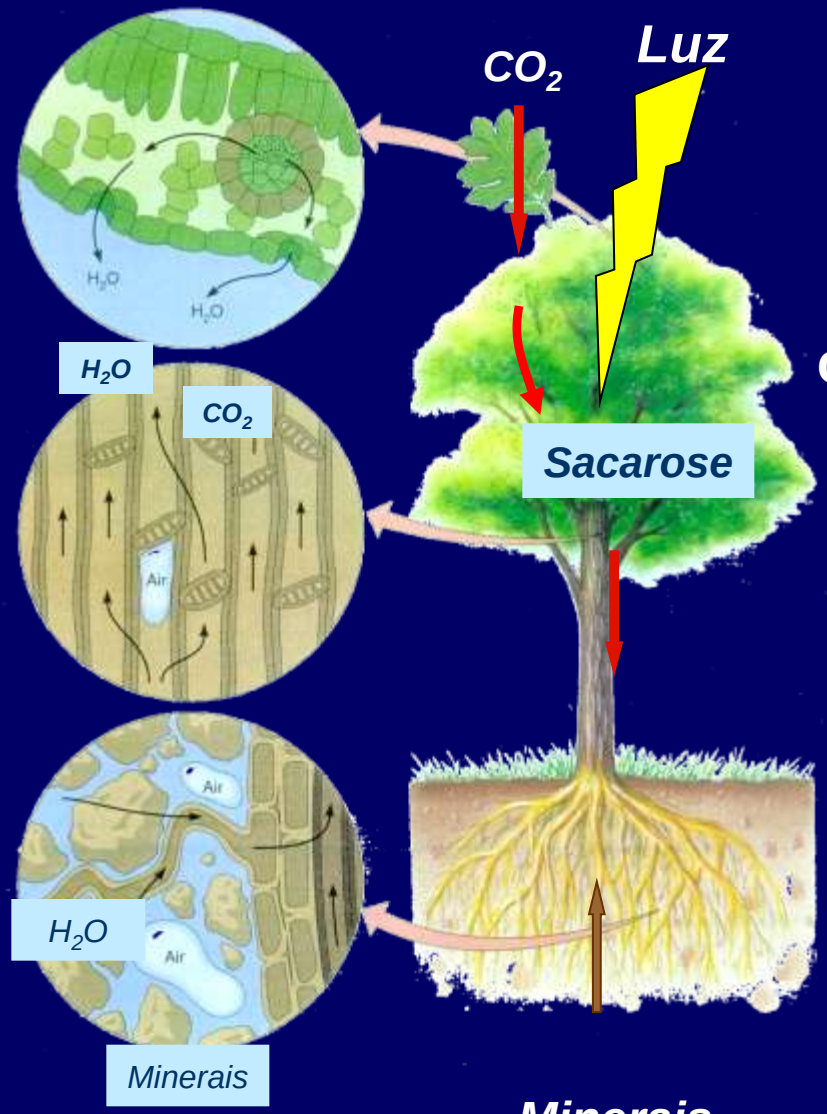
Objetivos da nutrição foliar em citricultura

- Nutrição mineral
- Melhoria da produtividade
- Melhoria da qualidade dos frutos

COMPOSIÇÃO DA PLANTA

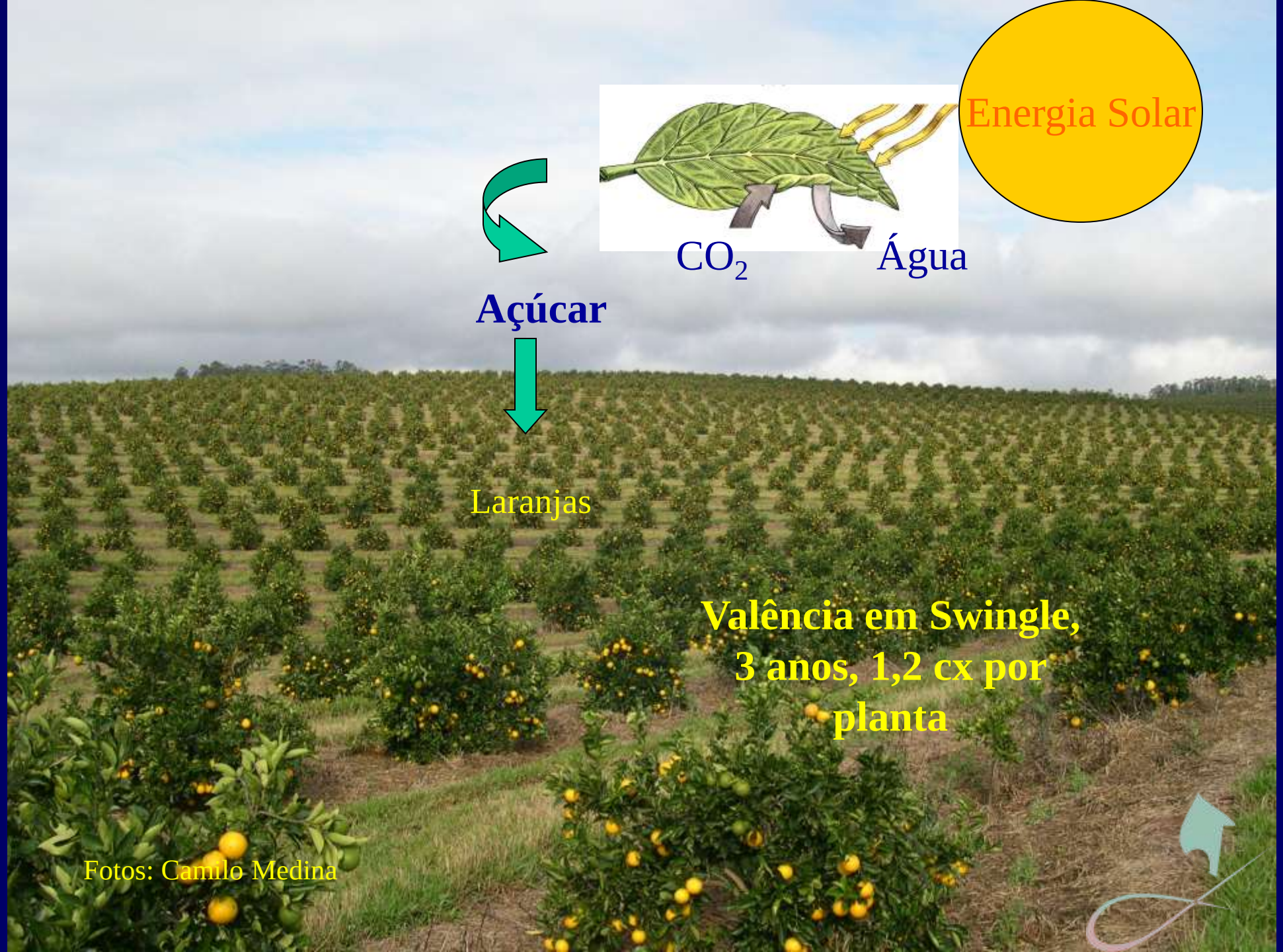
- Carbono: 45%
- Oxigênio:45%
- Hidrogênio: 6%
- Minerais: 4 %

Fluxos e distribuição de CO_2, H_2O e minerais

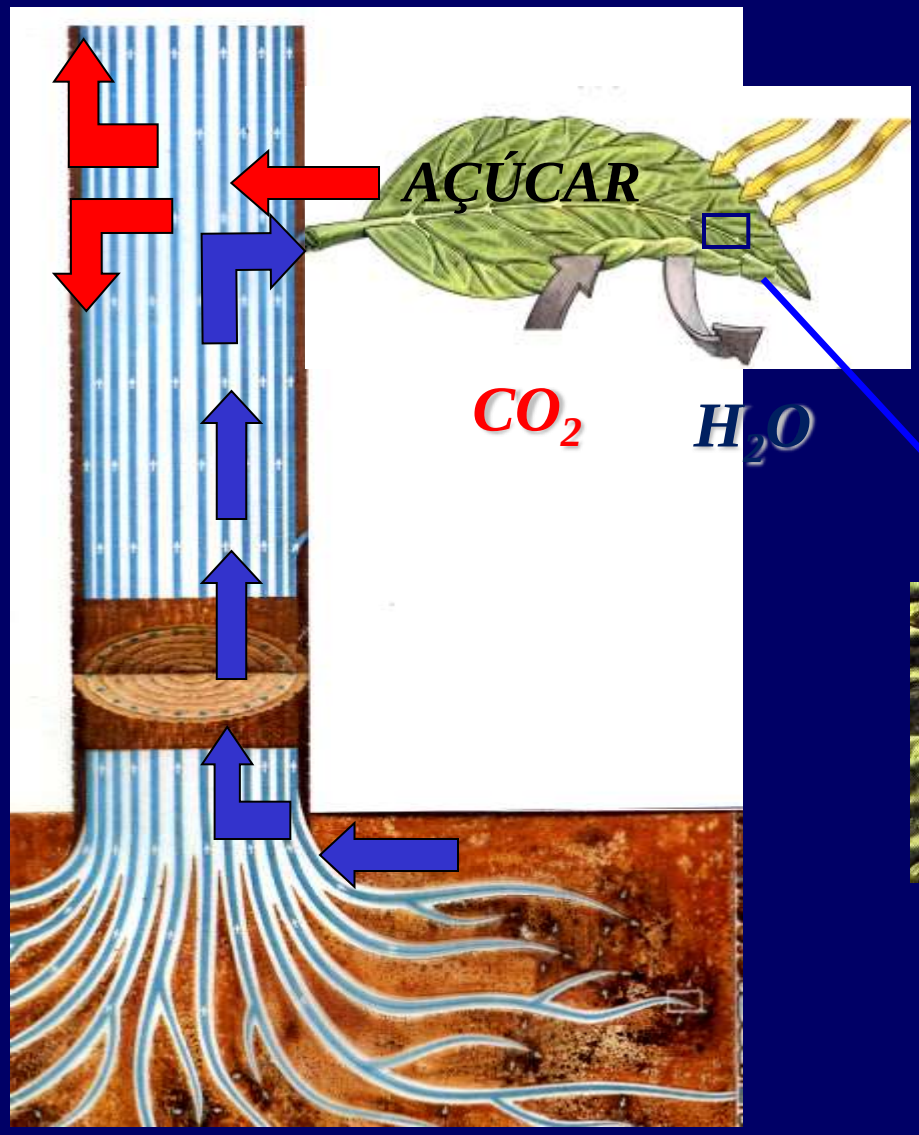


$$CO_2 + H_2O \xrightarrow{\text{Luz}} (CH_2O)_n + O_2$$

Clorofila
(Folhas)


Energia Solar
CO_2
Água
Açúcar
Laranjas
Valência em Swingle,
3 anos, 1,2 cx por
planta
Fotos: Camilo Medina

REPRESENTAÇÃO DA ASSIMILAÇÃO DE CO_2



Fotossíntese: Compartimentalização da fotossíntese

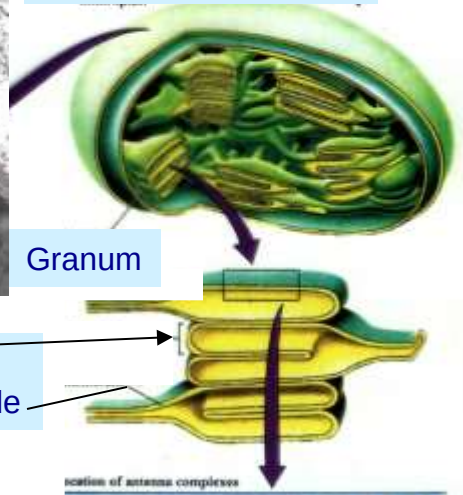
Corte transversal da folha

Célula

Floema e xilema

Microfotografia do cloroplasto

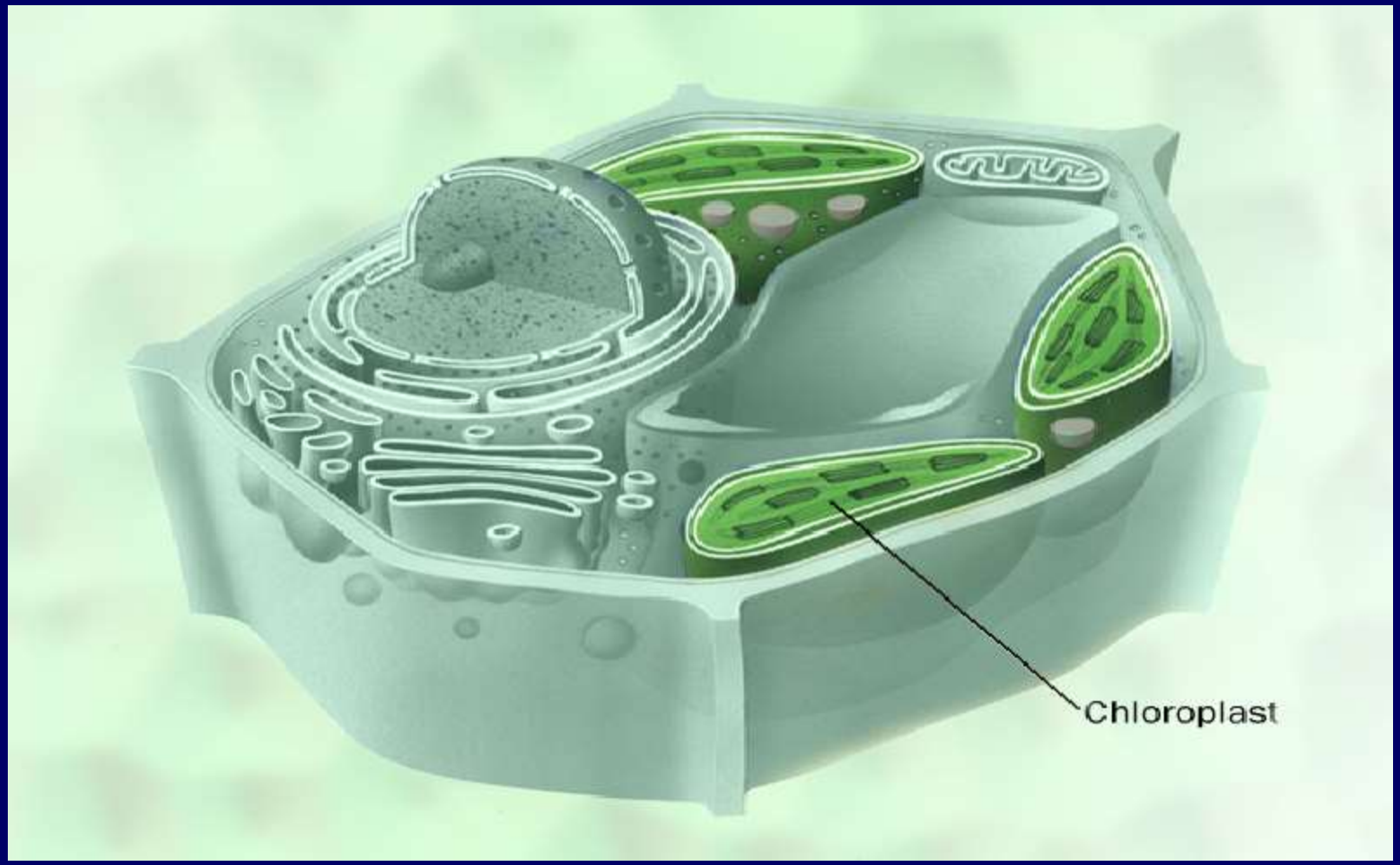
Cloroplasto-esquema



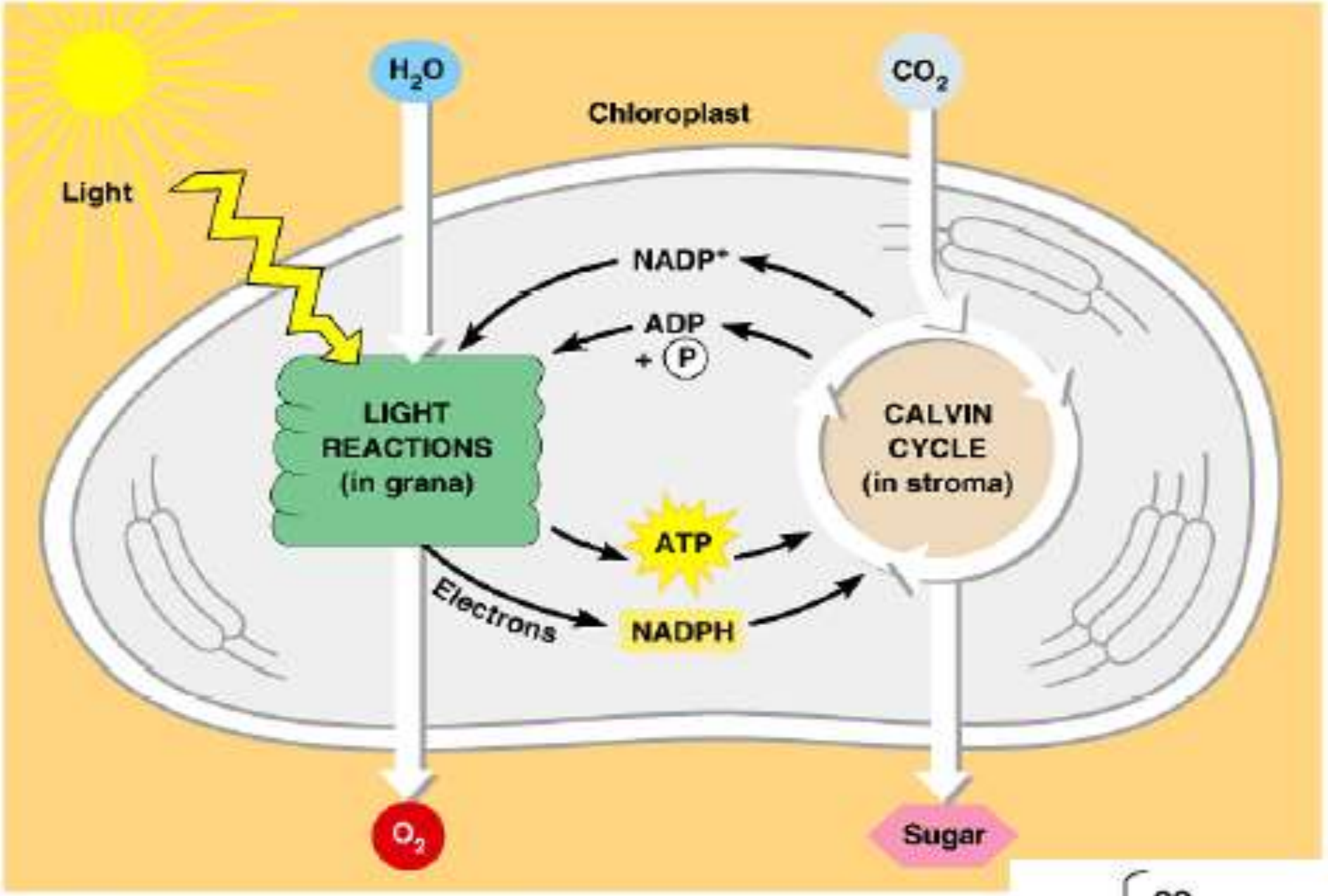
Granum

Tilacóide
Membrana do tilacóide

Localização dos fotossistemas
e transportadores de elétrons


Chloroplast

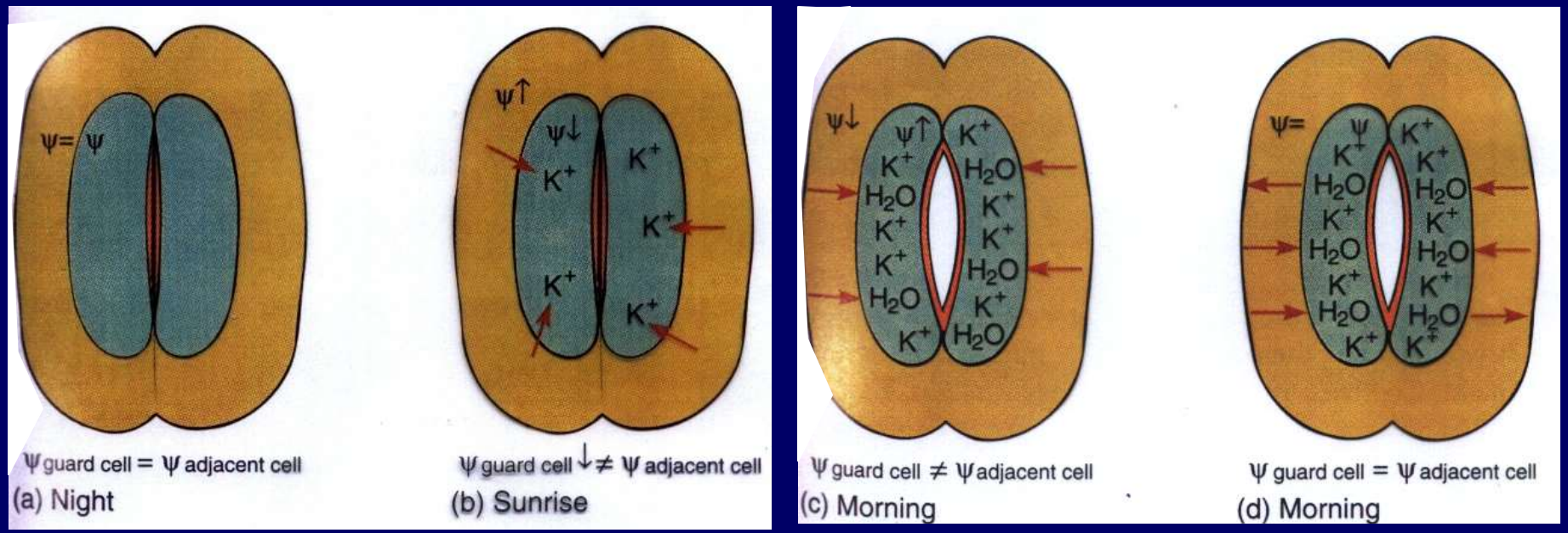
Parênquima cloroplastos



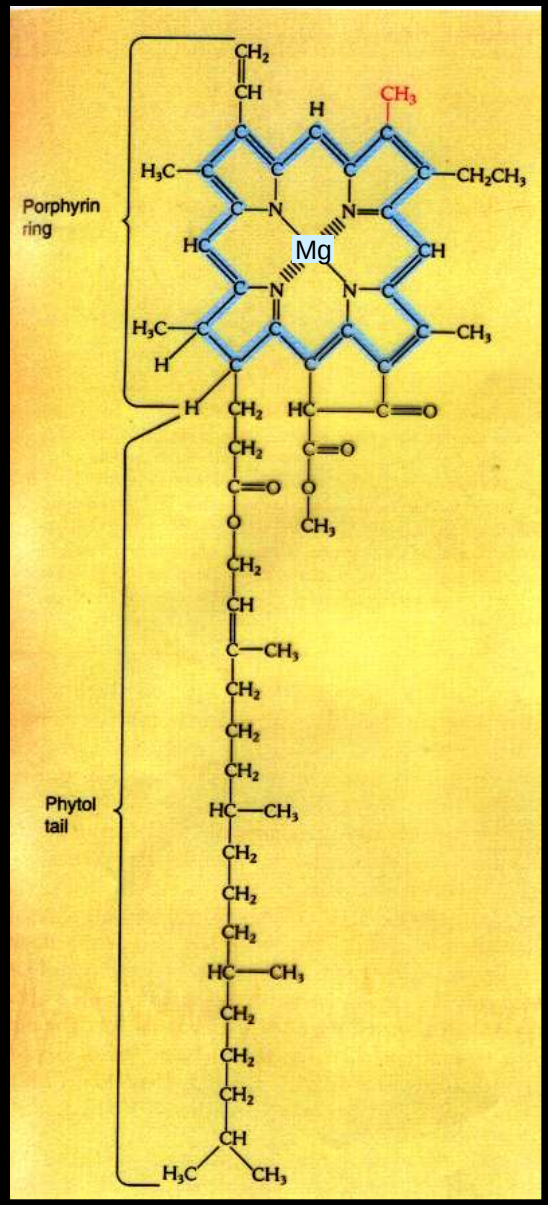
Copyright © 2003 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

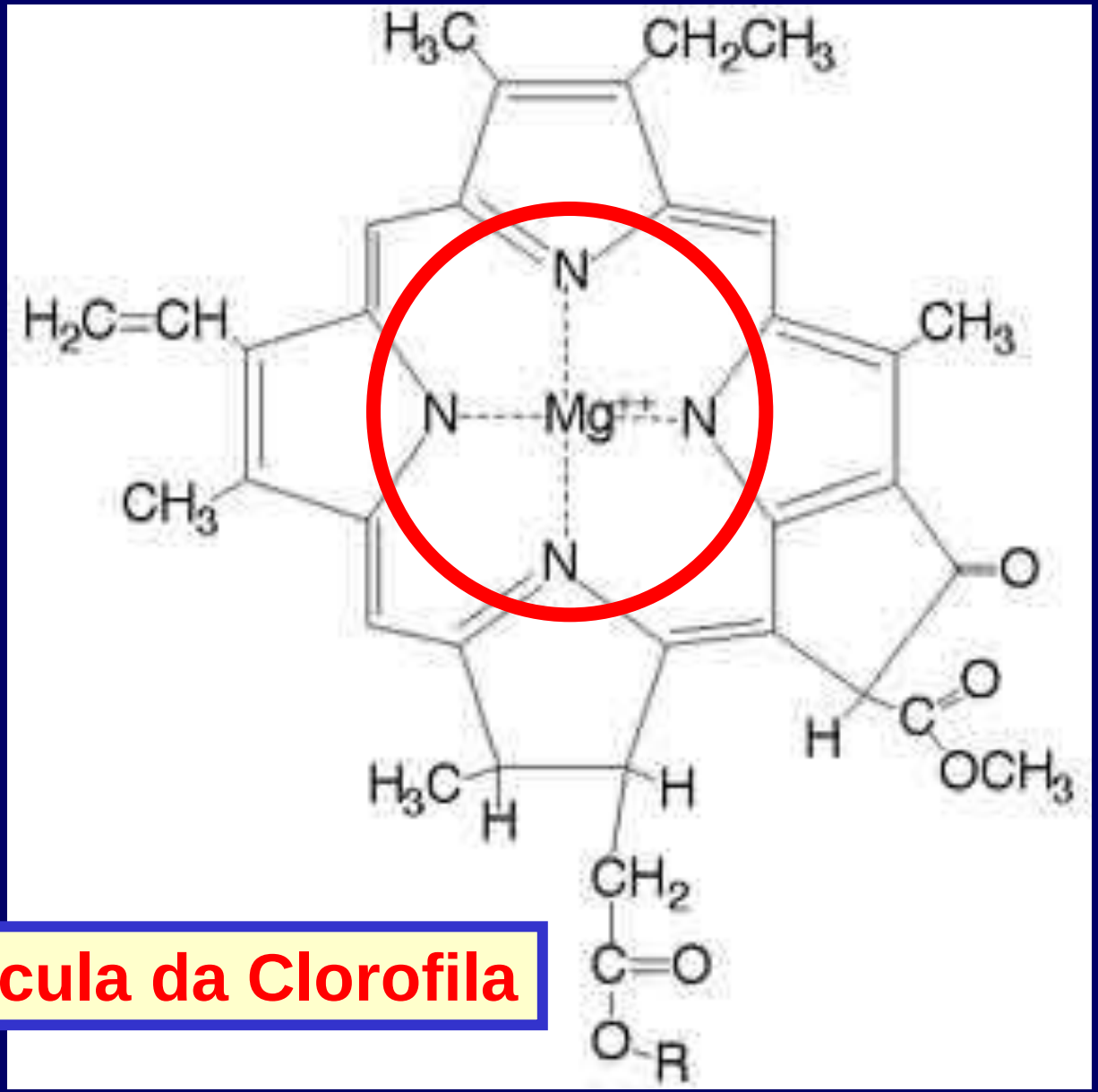
INPUT { CO_2, ATP, NADPH }

Abertura estomática e concentração de potássio

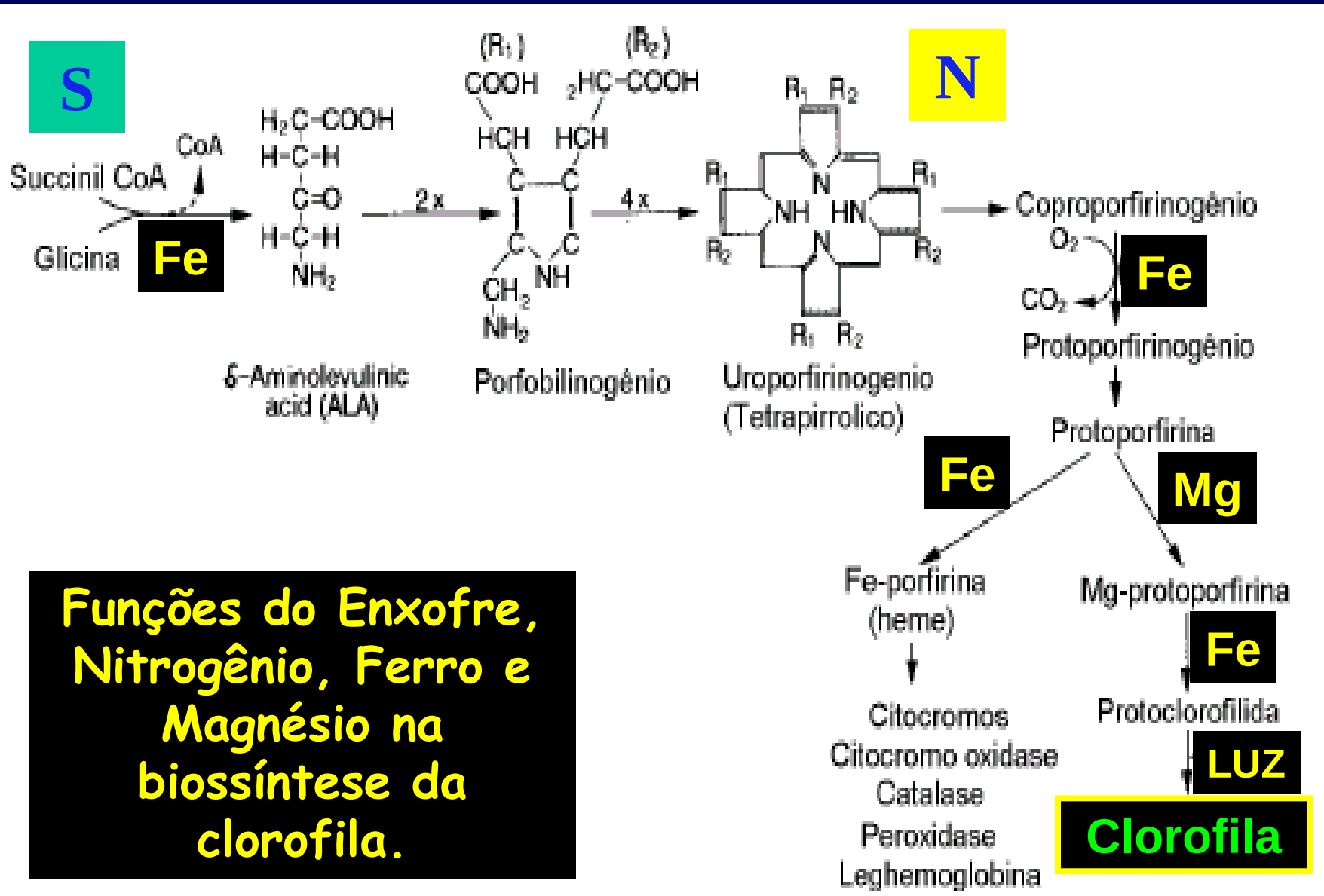


Nitrogênio e magnésio na constituição de clorofila a





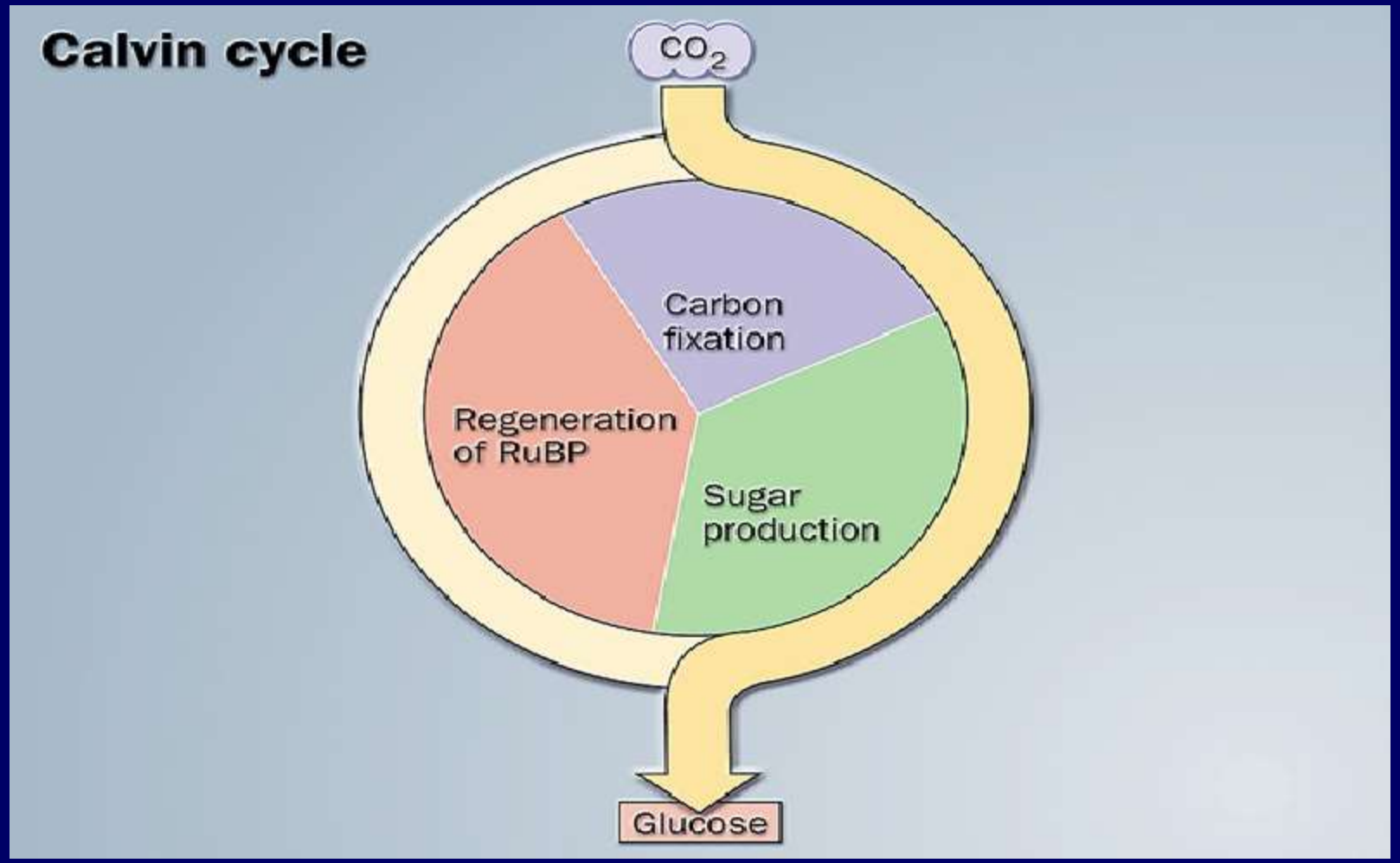
Molécula da Clorofila



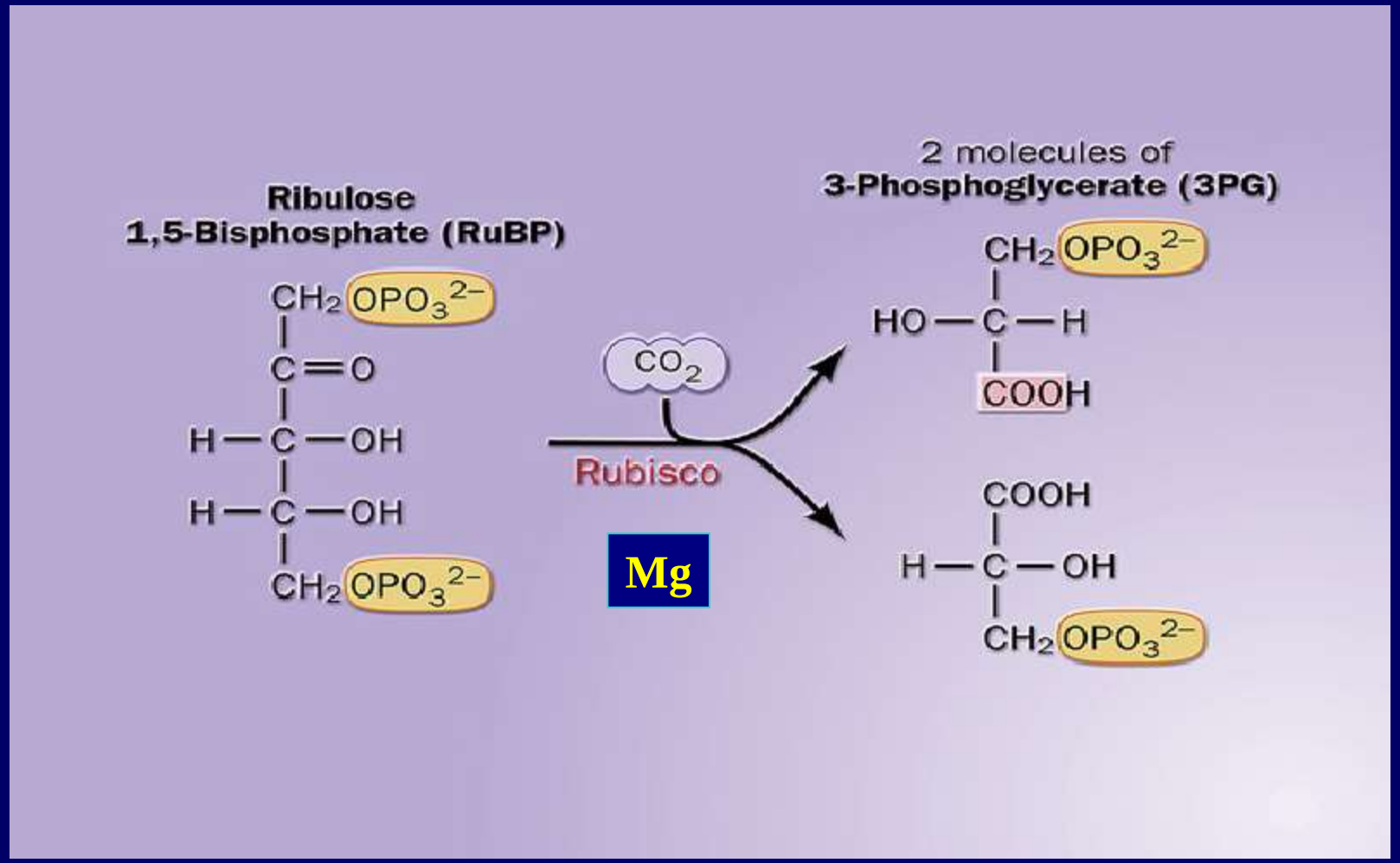
Funções do Enxofre, Nitrogênio, Ferro e Magnésio na biossíntese da clorofila.

Deficiência de Enxofre em Citros

FIXAÇÃO DO CO_2 ATMOSFÉRICO

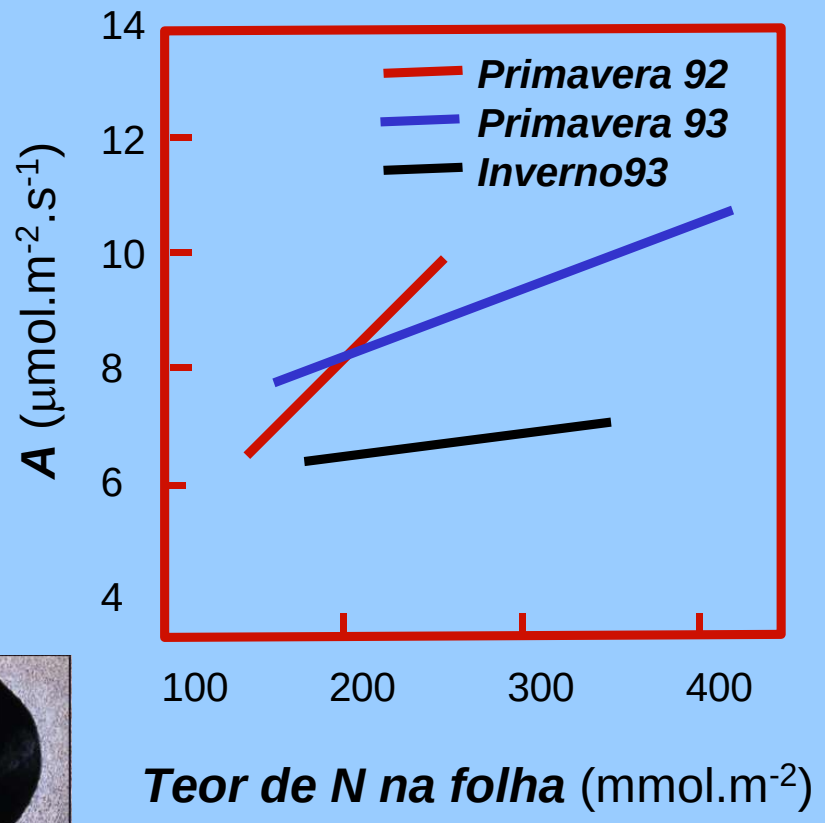


Redução do CO_2 pela Rubisco



RuBP + CO2 → 3-ceto-2-carboxi arabinitol1,5bisfosfato → 2 moléculas de 3 fosfoglicerato (PGA)
5C 1C 6 C (instável) 3 C

Nitrogênio e fotossíntese



Syvertsen, 1995

Sumário das funções dos nutrientes na fotossíntese

FUNÇÃO	COMPONENTES ESTRUTURAIS E ESTABILIZADORES	COMPONENTES ENZIMÁTICOS E COFATORES	FATORES DE TRANSLOCAÇÃO, BALANCEADORES DE CARGAS
Diferenciação e estabilização da estrutura do cloroplasto	N, S, Mg, Fe, Ca	Mg, (Mn), K, Fe, Zn	
Processo Fotoquímico	Mn	Mg, Cl, (Mo), Mg, K	Cl
Transporte eletrônico e fotofosforilação	Mg, P, S, Fe, Cu, (Ca)	Mg, K	K, Mg
Fixação do CO_2 e ciclo de Calvin	P	Mg, Mn, K, Zn	
Transporte de assimilados e síntese de amido, ATP	P	K, Mg, B	
Movimento estomático			K, Ca, Cl

Fonte: Larcher (2000).

ELEMENTOS ESSENCIAIS

- NITROGÊNIO
- FÓSFORO
- POTÁSSIO
- CÁLCIO
- MAGNÉSIO
- ENXÔFRE

- BORO
- CLORO
- COBRE
- FERRO
- MANGANÊS
- MOLIBDÊNIO
- ZINCO
- NÍQUEL

ELEMENTOS BENÉFICOS

- SILÍCIO, SÓDIO, COBALTO

Nutrição mineral de plantas

- **Lei do mínimo:**

A produção agrícola é limitada pelo nutriente que se encontra na quantidade mínima disponível às plantas

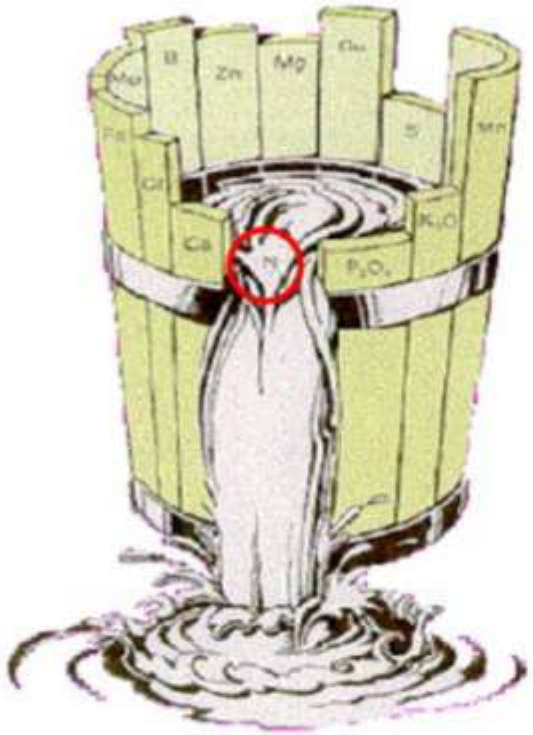


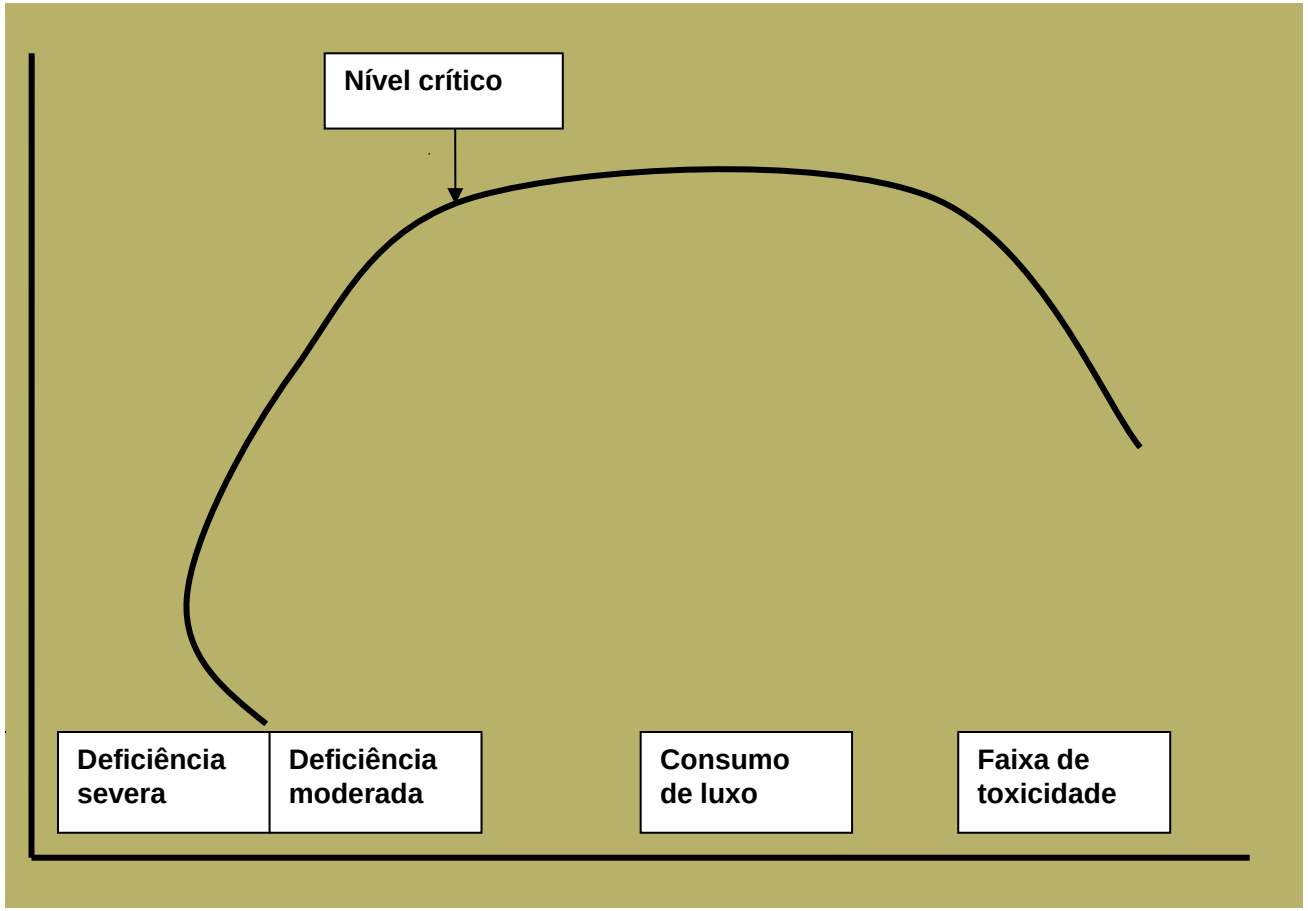
Figure 10.35 The concept of the limiting factor.

Nutrição e desenvolvimento

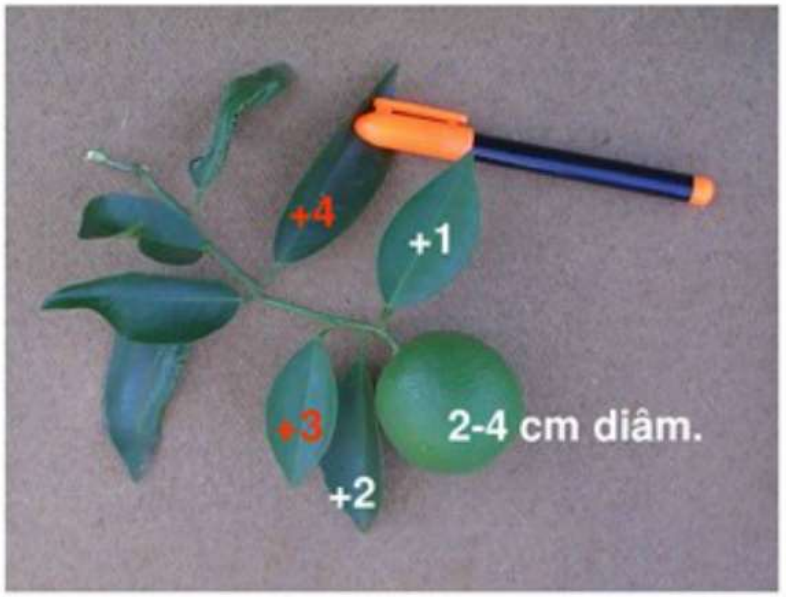
Como saber se há falta do nutriente ?

- Análises foliares

- Sintomas visuais

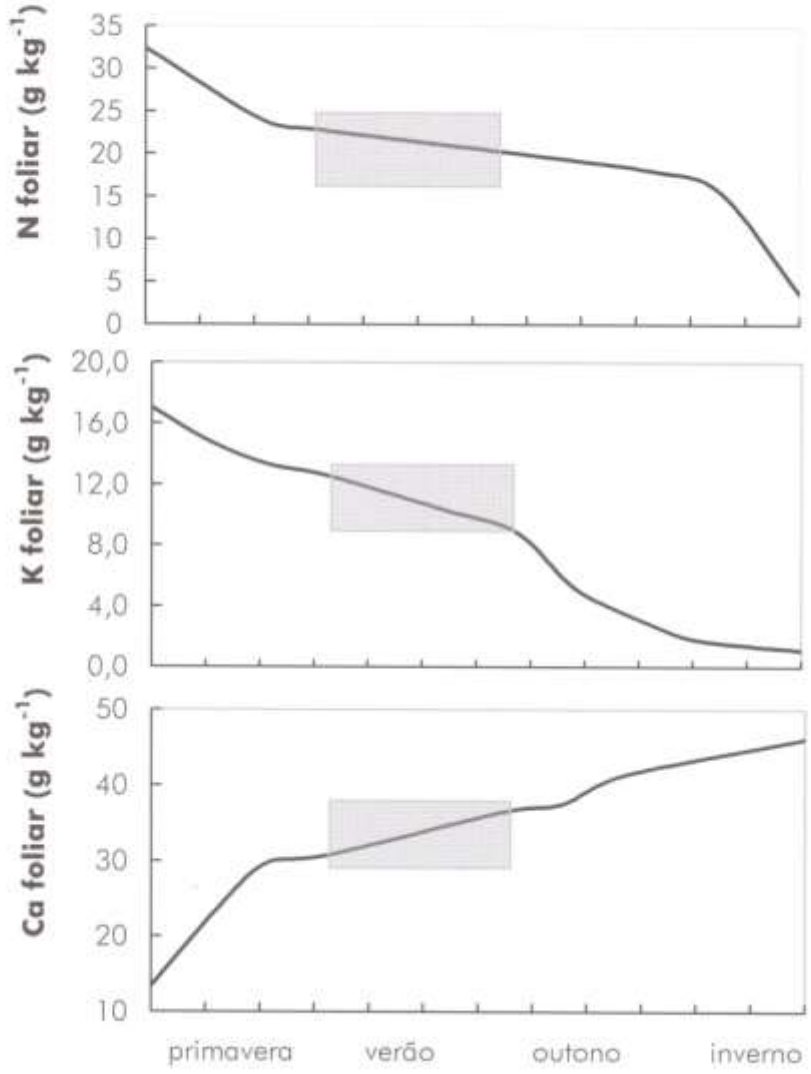

Nível crítico
Deficiência severa
Deficiência moderada
Consumo de luxo
Faixa de toxicidade

Amostragem de folhas para análise química



Época de amostragem

Figura 1 **Variação da concentração foliar de nutrientes em citros; área hachurada representa a época de amostragem das folhas para análise química**



Fonte Adaptado de Smith (1966)

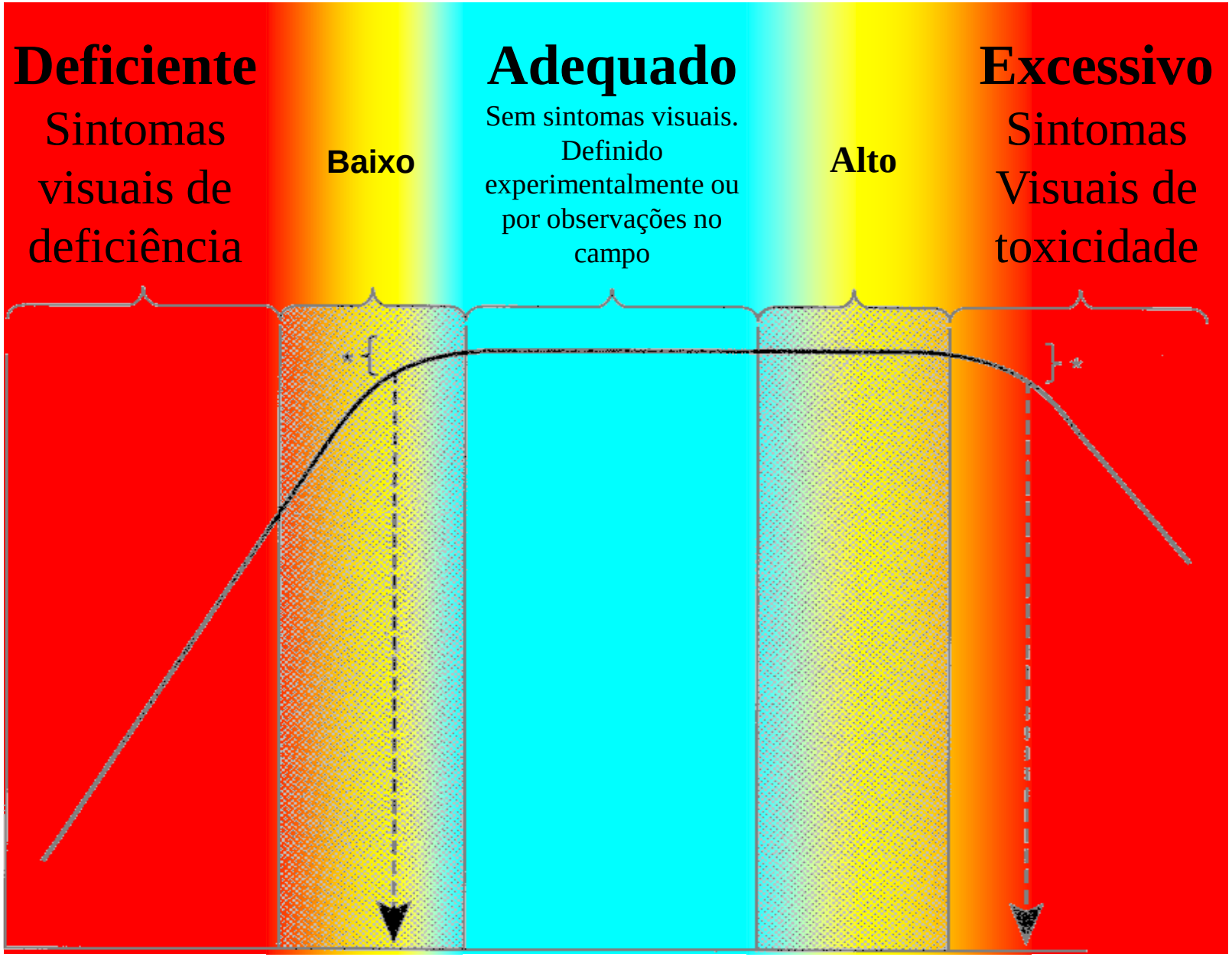

Deficiente
Sintomas visuais de deficiência
Baixo
Adequado
Sem sintomas visuais. Definido experimentalmente ou por observações no campo
Alto
Excessivo
Sintomas Visuais de toxicidade
Concentração do nutriente na parte da planta

Tabela 3 **Faixas para interpretação de teores de macro e micronutrientes nas folhas de citros, geradas na primavera, com seis meses de idade, de ramos com frutos**

Nutriente	Baixo	Adequado	Excessivo
		g kg^{-1}	
N[a]	<23	23-27	>30
P	<1,2	1,2-1,6	>2,0
K	<10	10-15	>20
Ca	<35	35-45	>50
Mg	<3,0	3,0-4,0	>5,0
S	<2,0	2,0-3,0	>5,0
		mg kg^{-1}	
B	<50	50-100	>150
Cu	<4,0	4,1-10,0	>15,0
Fe	<49	50-120	>200
Mn	<34	35-50	>100
Zn	<34	35-50	>100
Mo	<0,09	0,10-1,00	>2,00

[a] Para limões e lima ácida Tahiti, as faixas de interpretação do teor de N foliar, em mg kg^{-1} são: baixo <15, adequado entre 15-22 e excessivo >25

Fonte Adaptado de Grupo Paulista (1994); Quaggio et al. (1997)

Quaggio et al., 2005 (CITROS)

Análises foliares dos citros e Micronutrientes

- Há efeitos de contaminantes e dificuldade de limpeza nos procedimentos laboratoriais. Ex: Cobre; Zn e Mn (As vezes presentes nos defensivos)

- Há efeito de concentração de nutrientes com baixa mobilidade na planta

Tabela 3: Classificação dos nutrientes quanto à sua mobilidade na planta.

Altamente móvel	Móvel	Parcialmente móvel	Imóvel
Nitrogênio	Fósforo	Molibdênio	Boro
Potássio	Cloro	Manganês	Cálcio
	Enxôfre	Zinco	
	Magnésio	Ferro	

Atenção !!

- ✓ É importante verificar o enfolhamento, a presença de deficiências minerais e o vigor da planta e para interpretar os resultados das análises foliares

Diferentes níveis de enfolhamento podem trazer concentrações químicas semelhantes nas análises

Nitrogênio: Observar folhas mais velhas

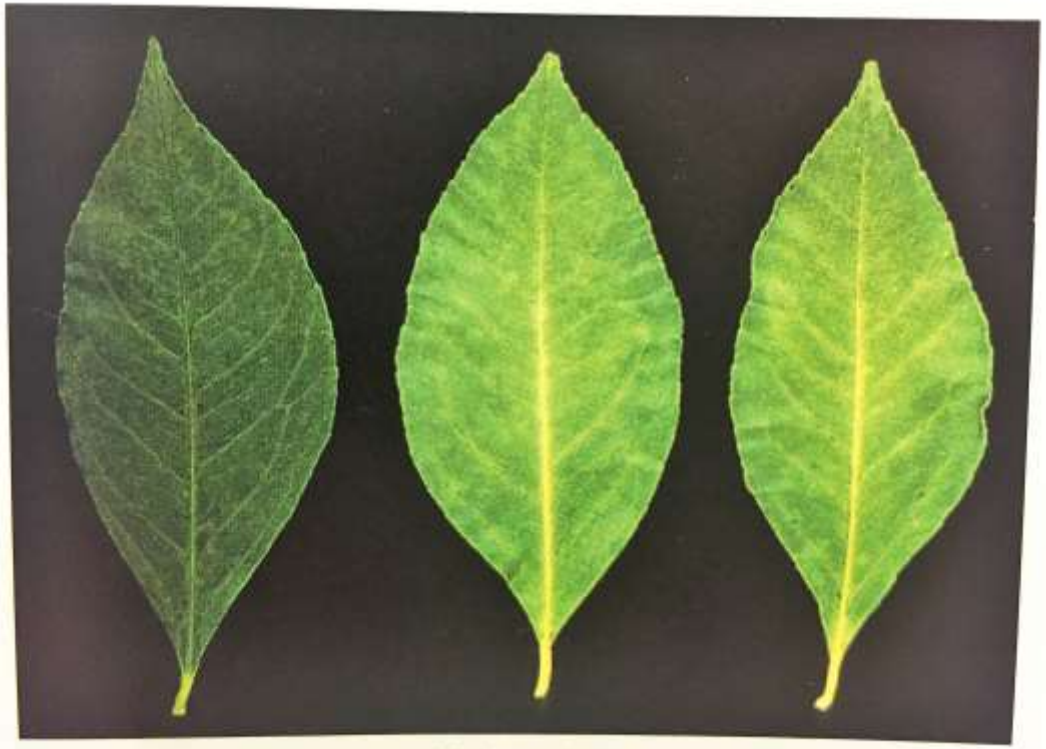


Figure 10.3 Nitrogen-sufficient (left) and -deficient (right)

Deficiência de fósforo: Folhas velhas

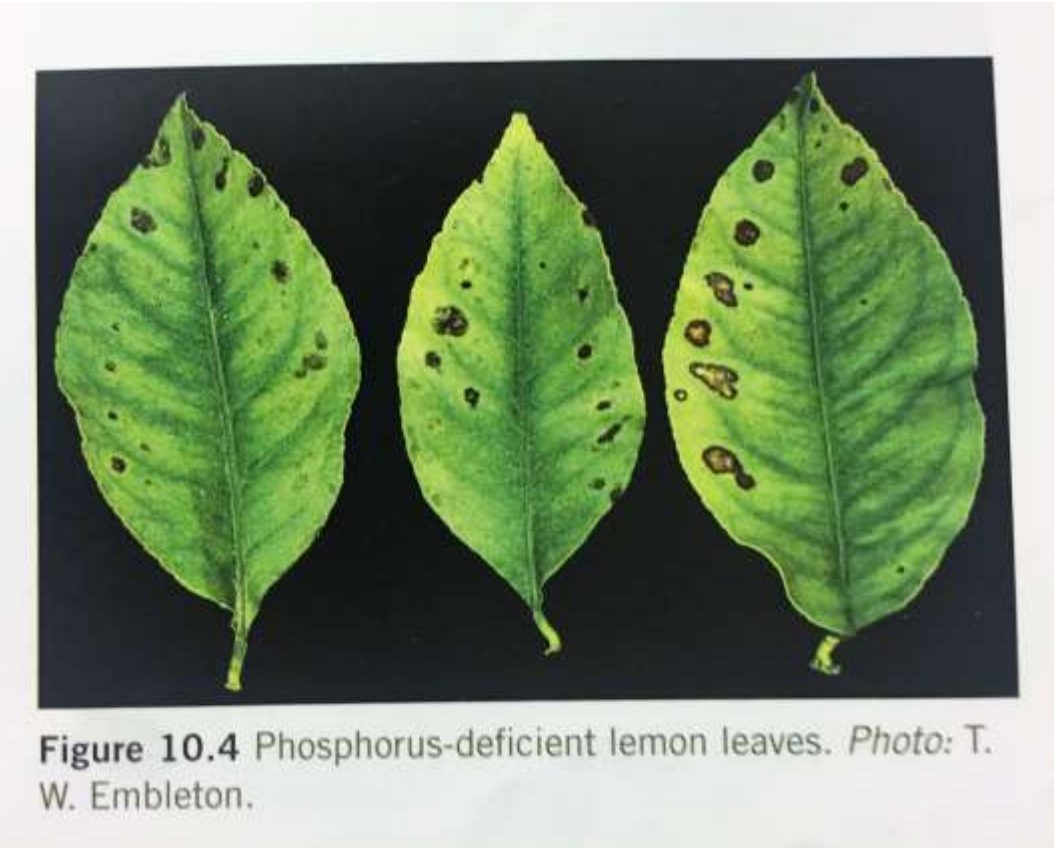
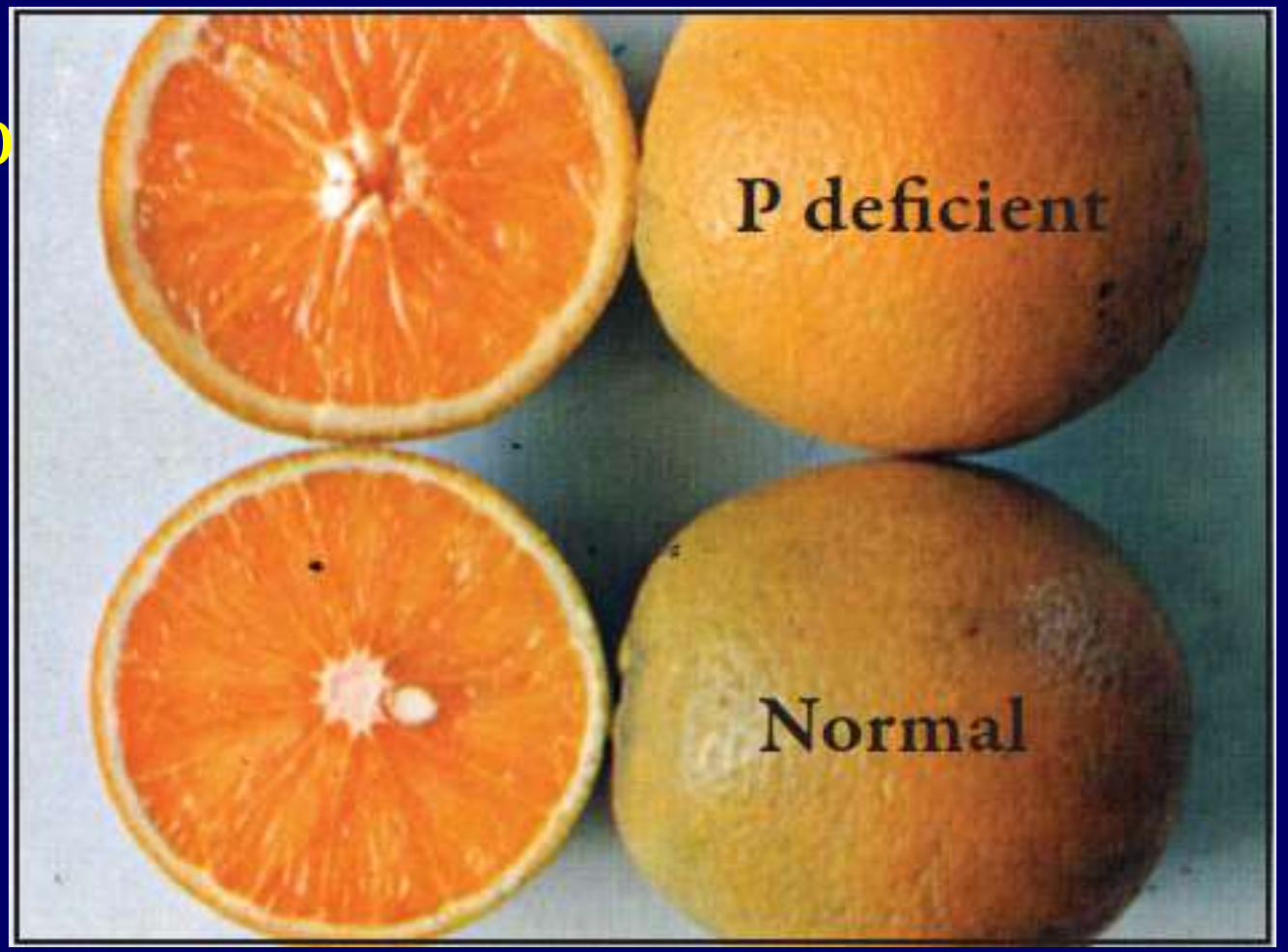


Figure 10.4 Phosphorus-deficient lemon leaves. *Photo:* T. W. Embleton.

Deficiência de Fósforo



Deficiência de Fósforo

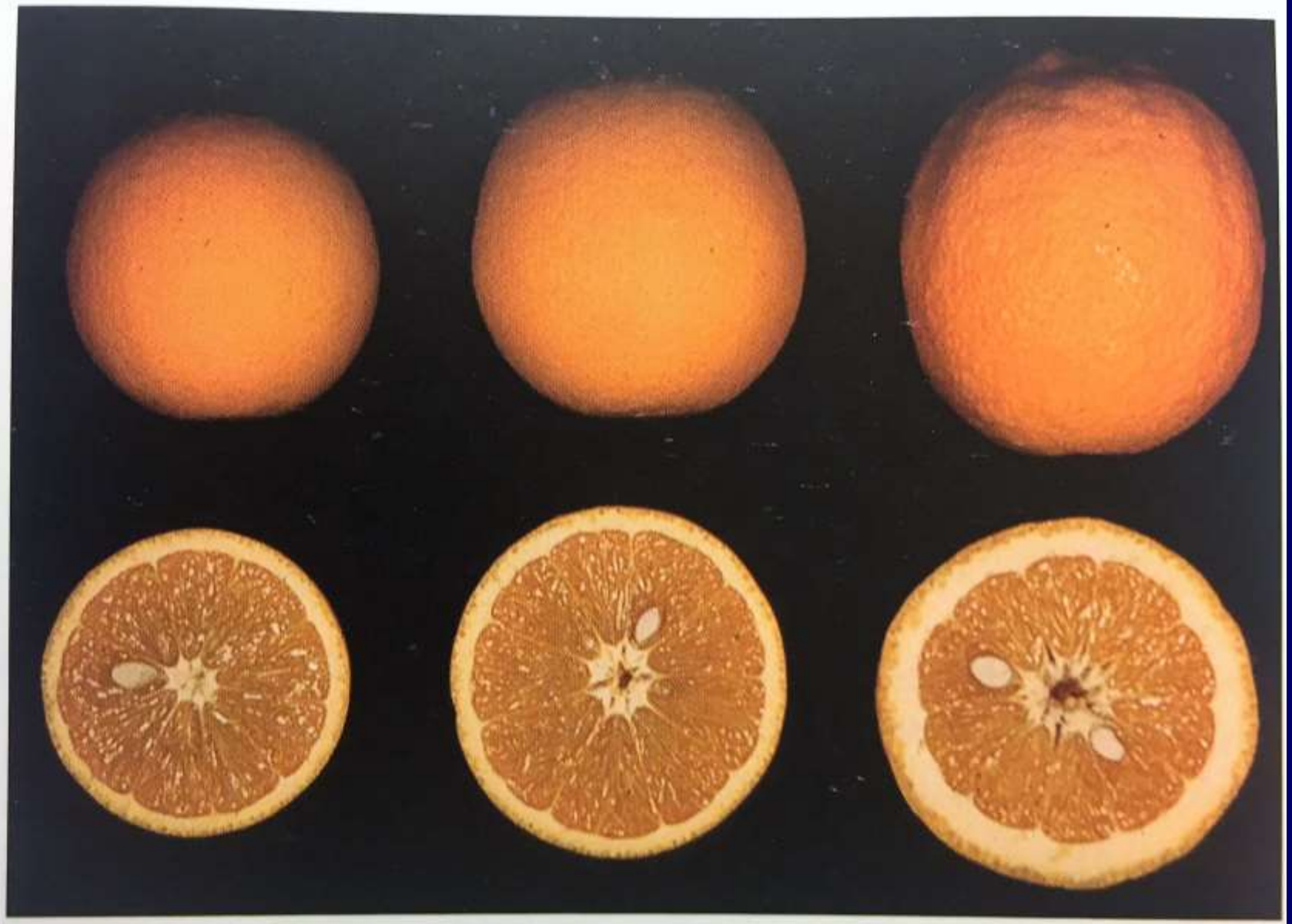
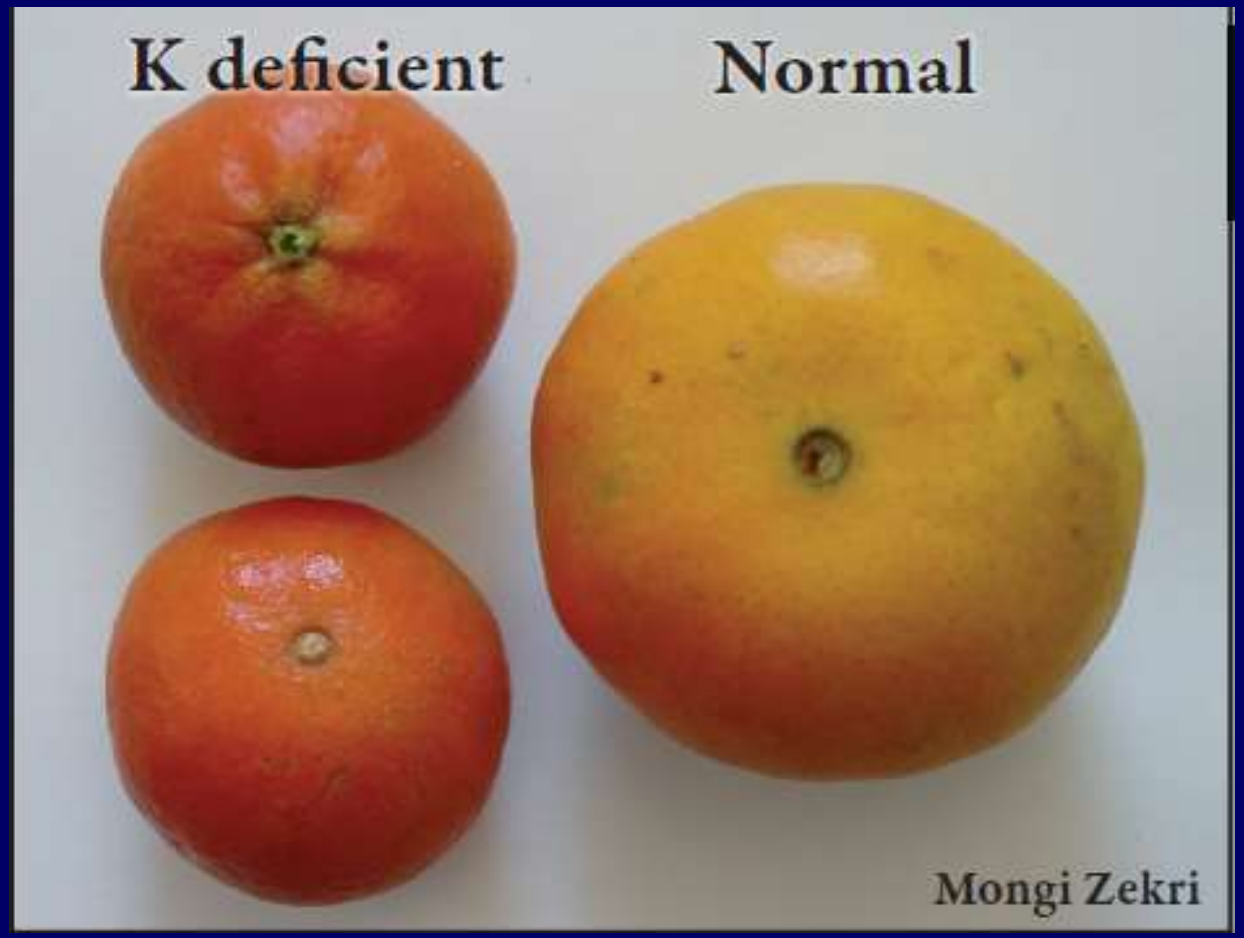
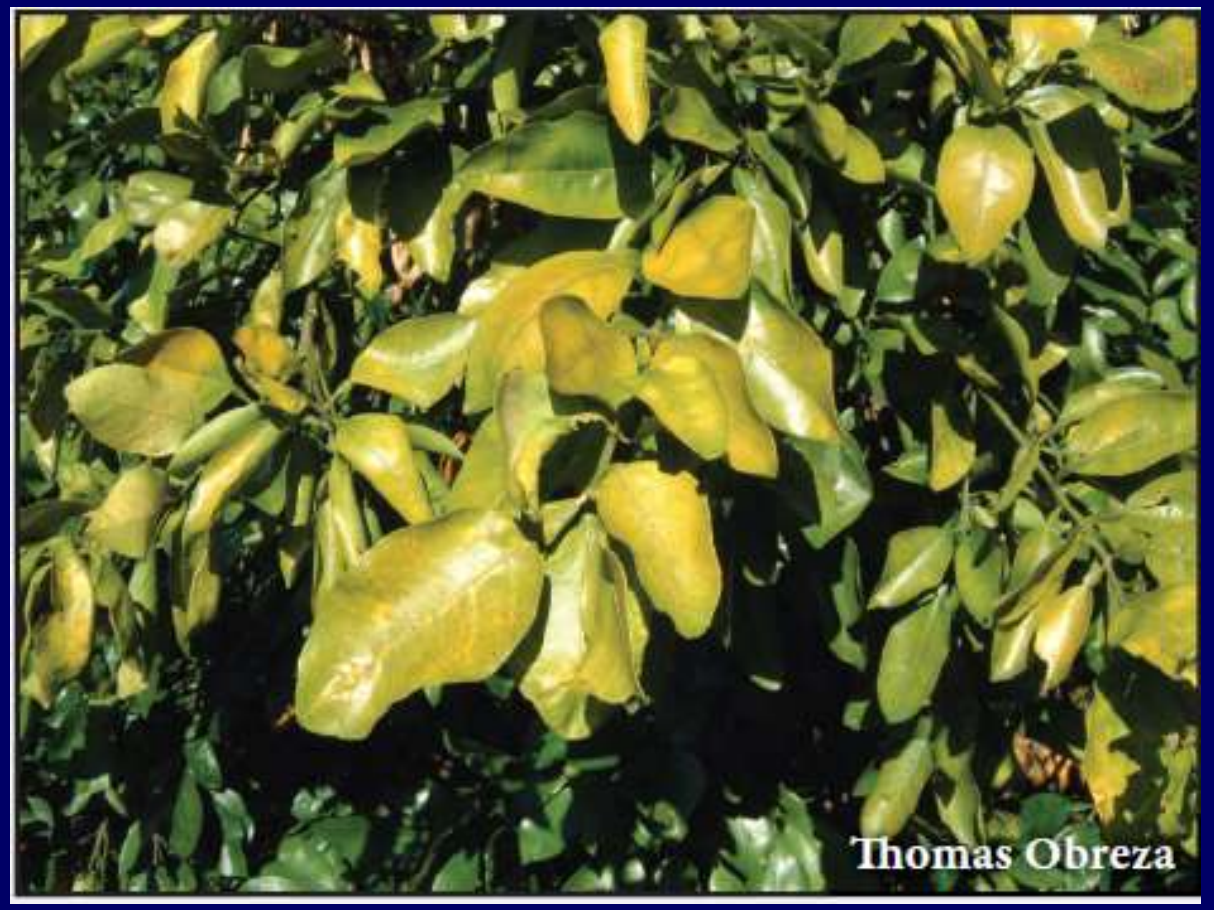


Figure 10.5 Valencia fruit from trees with leaf phosphorus concentrations that are, left to right, in excess (0.18% P), normal (0.13–0.14% P), and deficient (0.11–0.12% P, note rough peel). *Photo:* T. W. Embleton.





Deficiência de Potássio

Deficiência de Potássio

Excesso de Potássio

Deficiência de Magnésio

Deficiência de Magnésio

Deficiência de Magnésio

Deficiência de Enxofre em Citros

Deficiência de Zinco

Deficiência de Zinco

Deficiência de Zinco/Magnésio

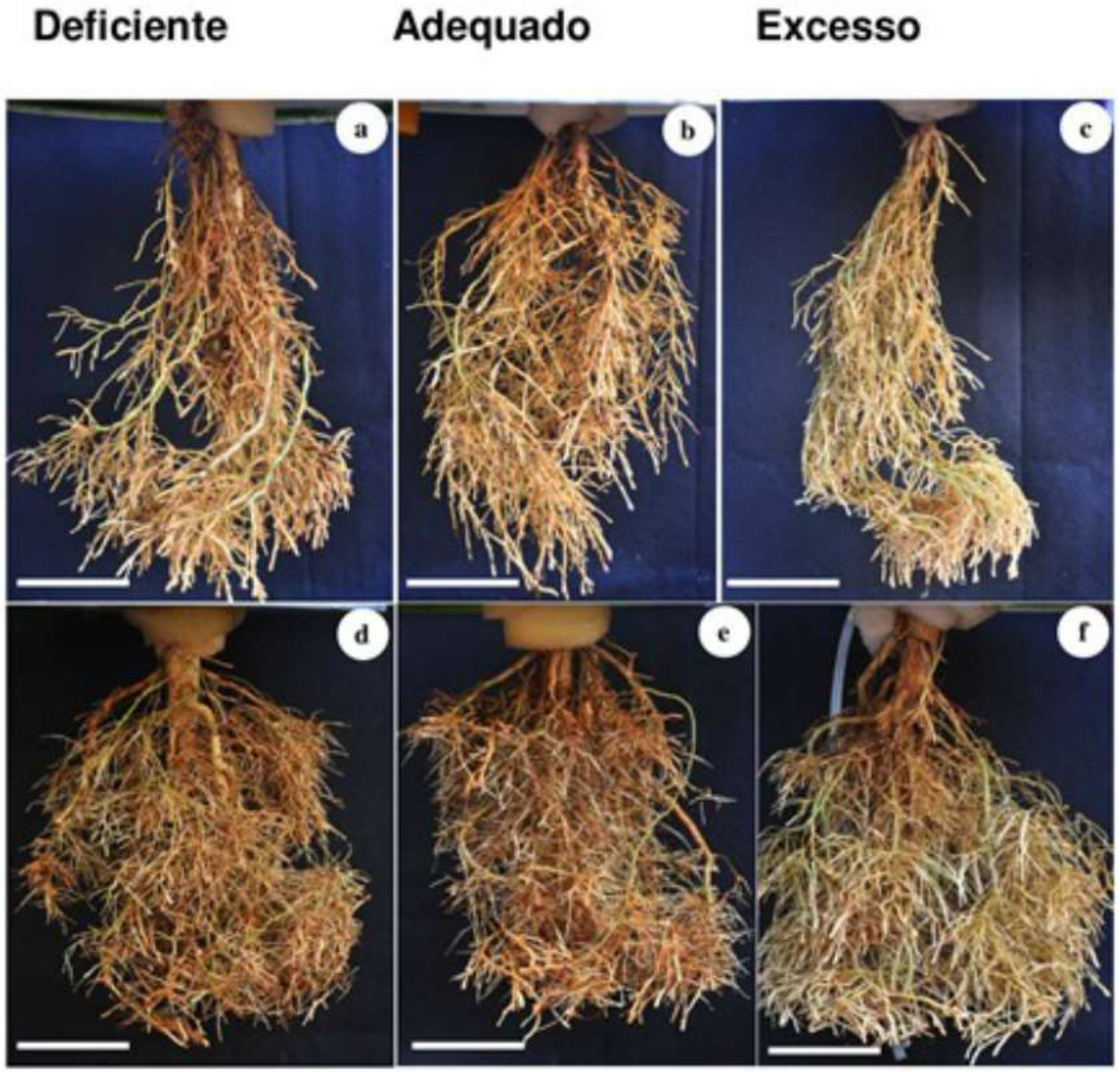
Deficiência de Manganês

Deficiência de Manganês

Deficiência de Manganês

Figure 10.16 Boron-deficient leaves (5 ppm B) of navel orange on Trifoliate Orange rootstock. *Photo:* T. W. Embleton.

Boro



Valência/
Sunki

Valência/
Swingle

Mesquita (em andamento)

Deficiência de Boro

Toxidez de boro

Deficiência de cobre

QUANDO FAZER A ADUBAÇÃO FOLIAR

FATORES DA PLANTA:

Idade da folha

- Folhas novas: maior atividade metabólica, cutículas mais finas, absorção acelerada, maior demanda por nutrientes.

- Folhas velhas: menor atividade metabólica, cutículas mais espessas, menor velocidade de absorção, menor demanda por nutrientes.

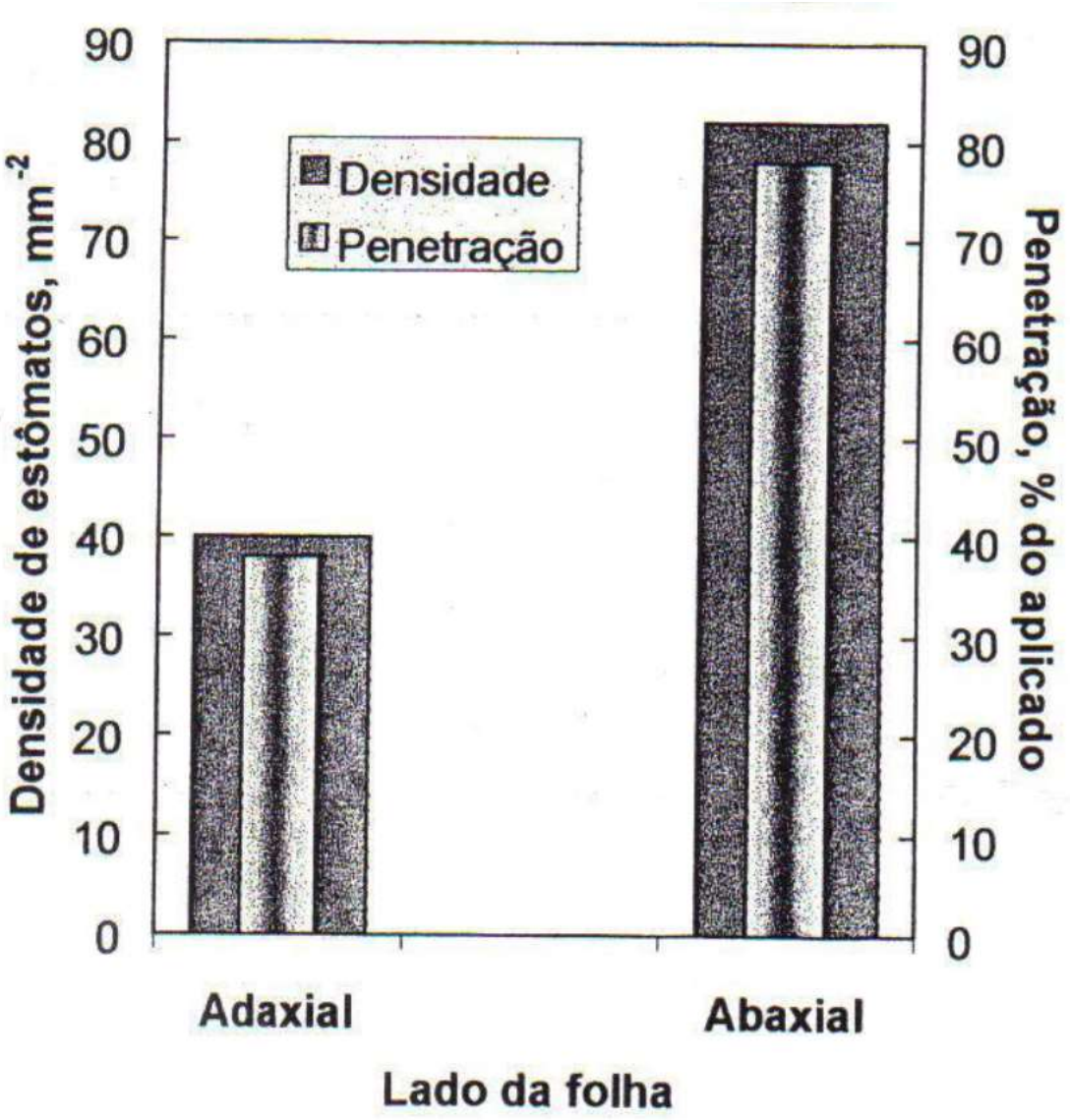


Figura 8: Efeito da densidade de estômatos na epiderme na absorção foliar.

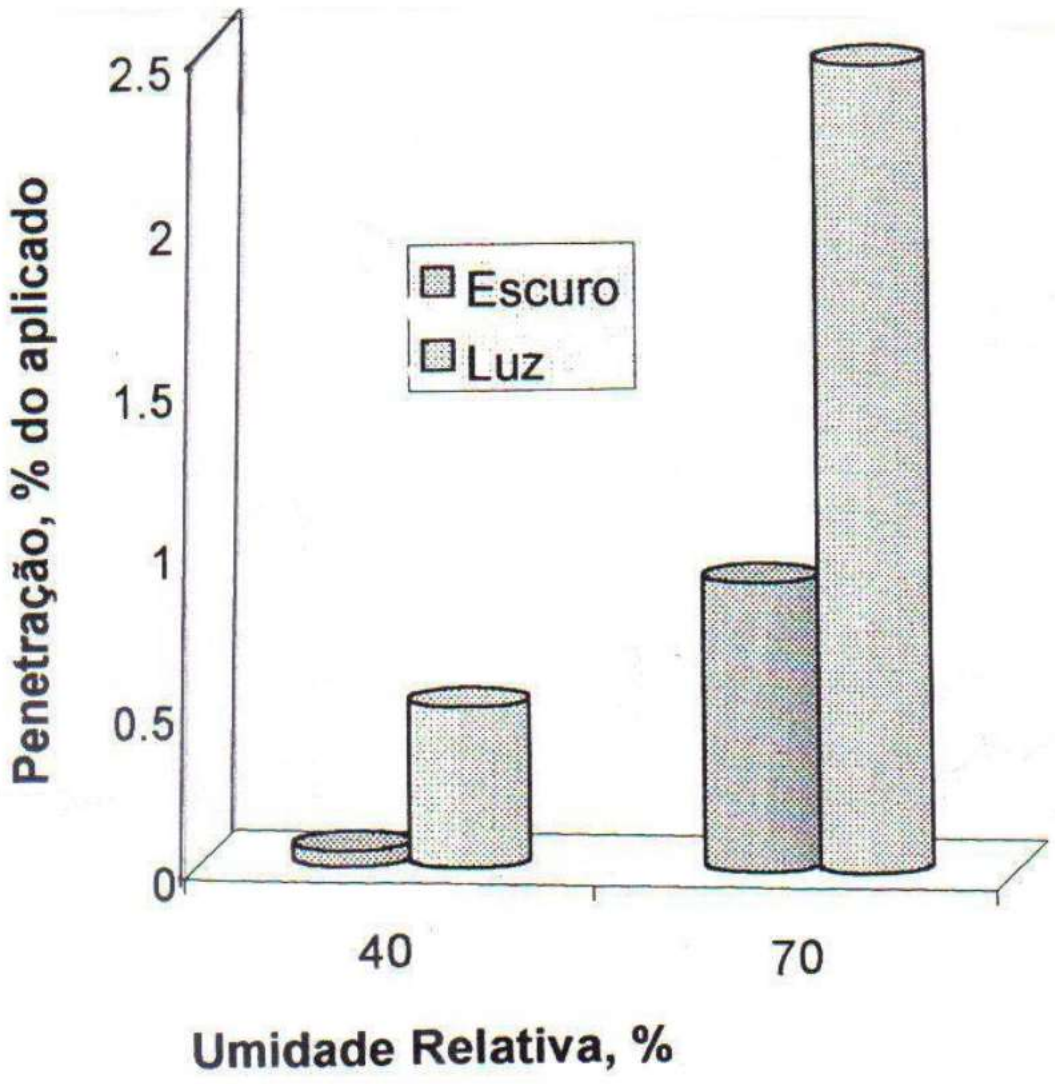


Figura 9: Efeito da quantidade de estômatos abertos e da umidade relativa do ar na absorção foliar. (Escuro – estômatos fechados).

b) IDADE DA FOLHA

- FOLHAS NOVAS → MAIOR ABSORÇÃO
  - cutícula mais fina
  - maior atividade metabólica
  - menor estado iônico interno

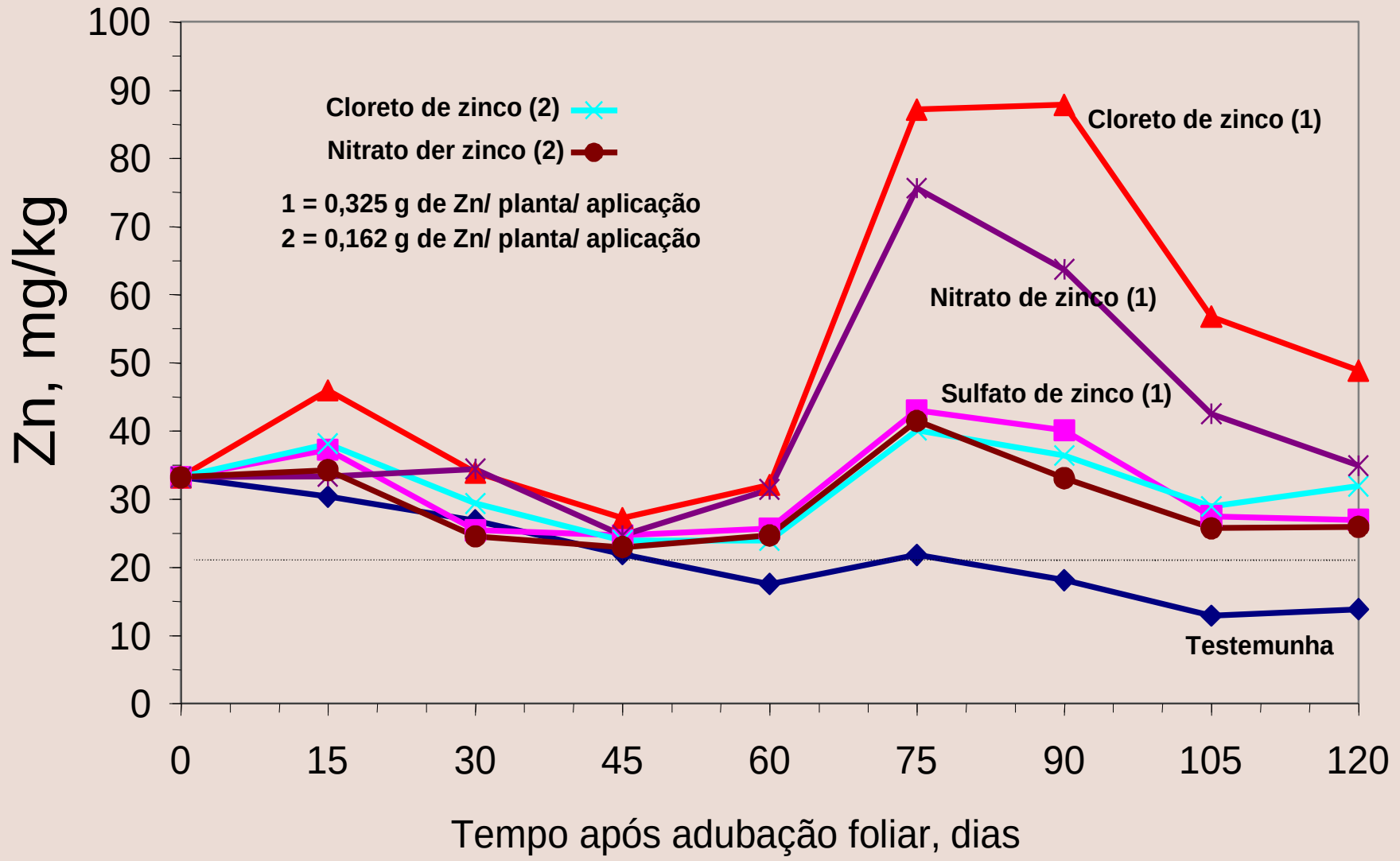
C) ESTADO IÔNICO INTERNO

- maior concentração, menor absorção

Folhas novas com 1/3 de seu desenvolvimento final

Que fontes de nutrientes utilizar para a nutrição foliar ?

- Sulfatos (Mg, K, Zn, Mn, Cu)
- Nitratos (Ca, K, Mg, Zn, Mn)
- Cloretos (Ca, Mg, Zn, Mn)
- Óxidos
- Quelatos



Fontes de zinco e teor foliar em função do tempo. (GARCIA & SALGADO, 1981)

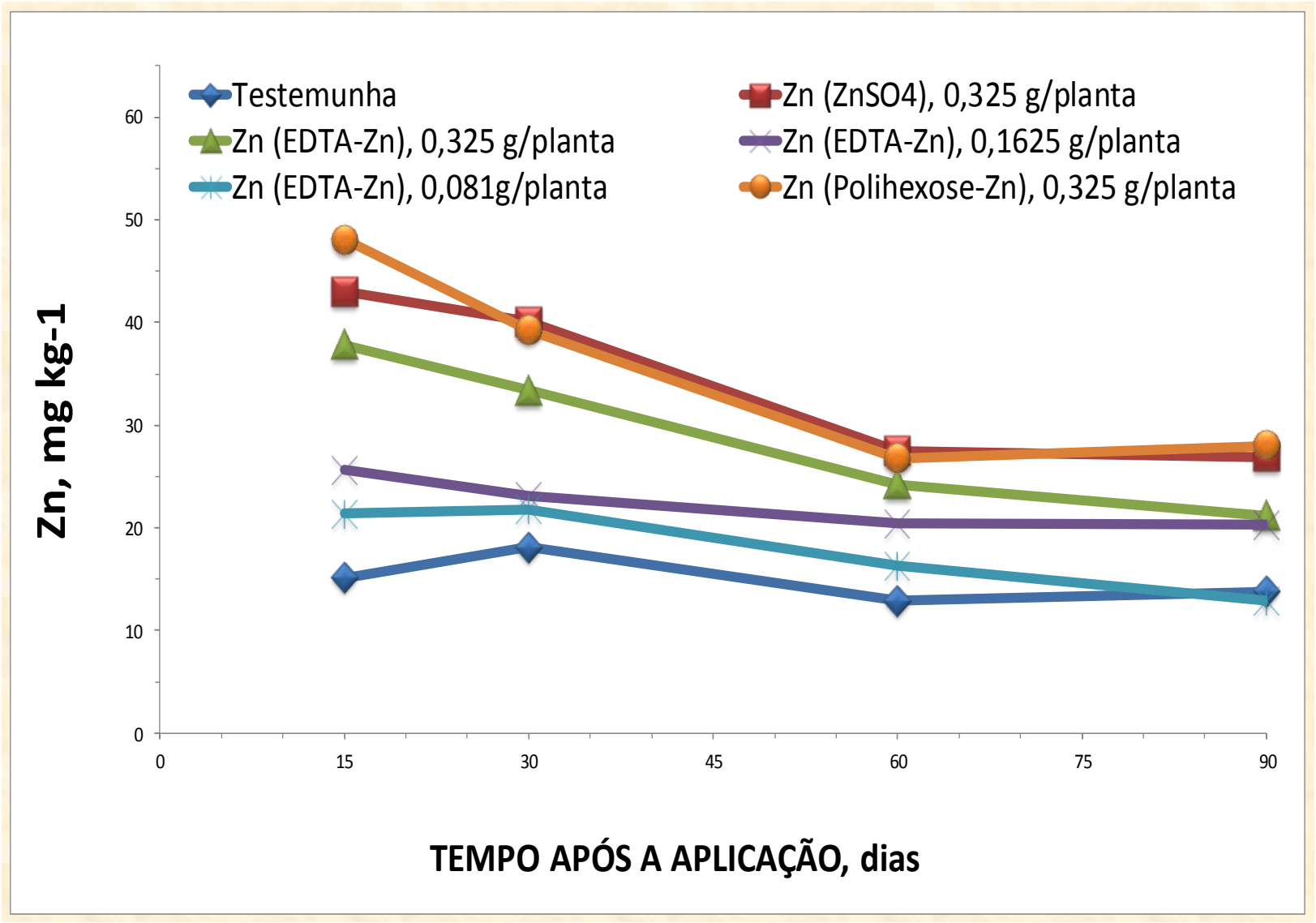


Gráfico 5. Absorção de zinco através do sulfato e misturas quelatizadas. (Adaptado de GARCIA & SALGADO,1981).

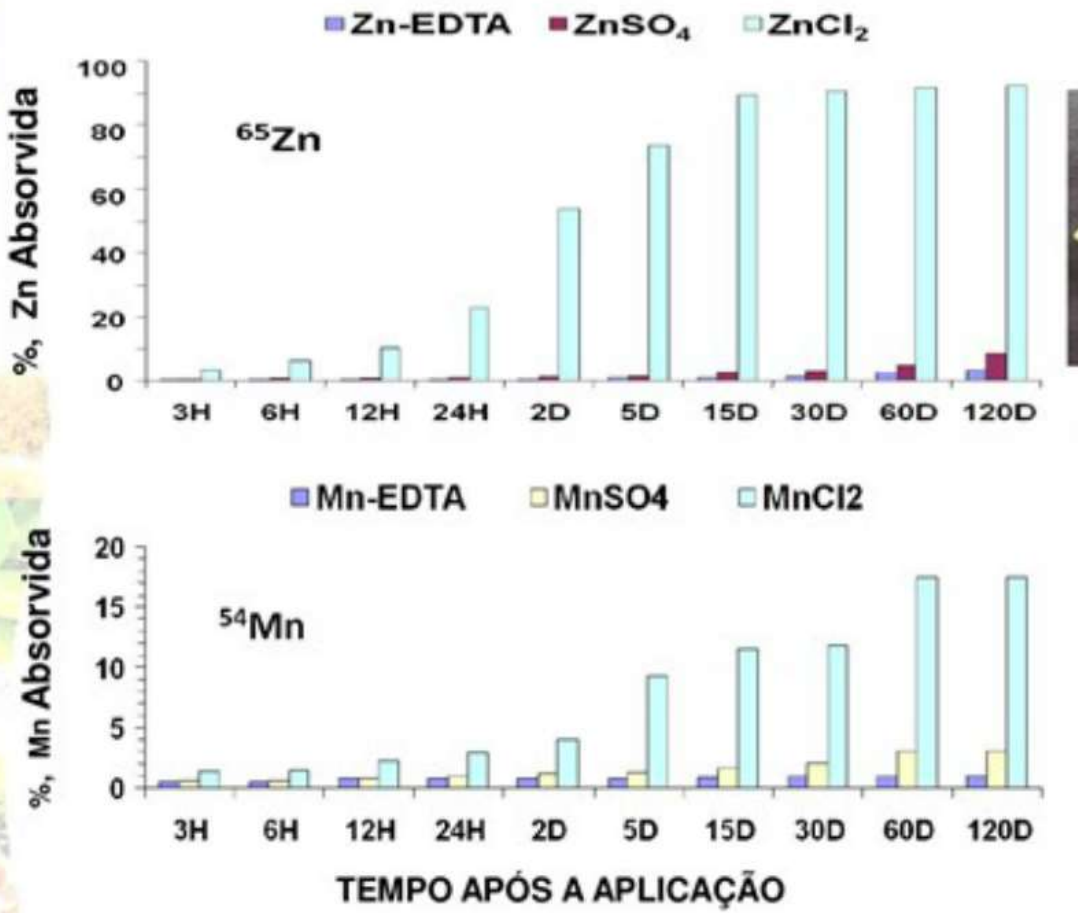
Efeito da uréia e do KCl na absorção foliar de zinco pelo cafeeiro RENA et al. (1990)

Tratamentos	2º par folhas	3º par folhas	4º par folhas
	Zn, mg kg^{-1}		
Testemunha	13	11 c	9
Sulfato de zinco- 0,5%	12	28 b	10
Sulfato de zinco- 0,5% + uréia- 0,5%	10	32 b	9
Sulfato de zinco + KCl- 0,5%	13	120 a	11

3º par de folhas recebeu a adubação foliar.

Zn e Mn

Absorção foliar - fontes



Boaretto et al. (2000, 2002)

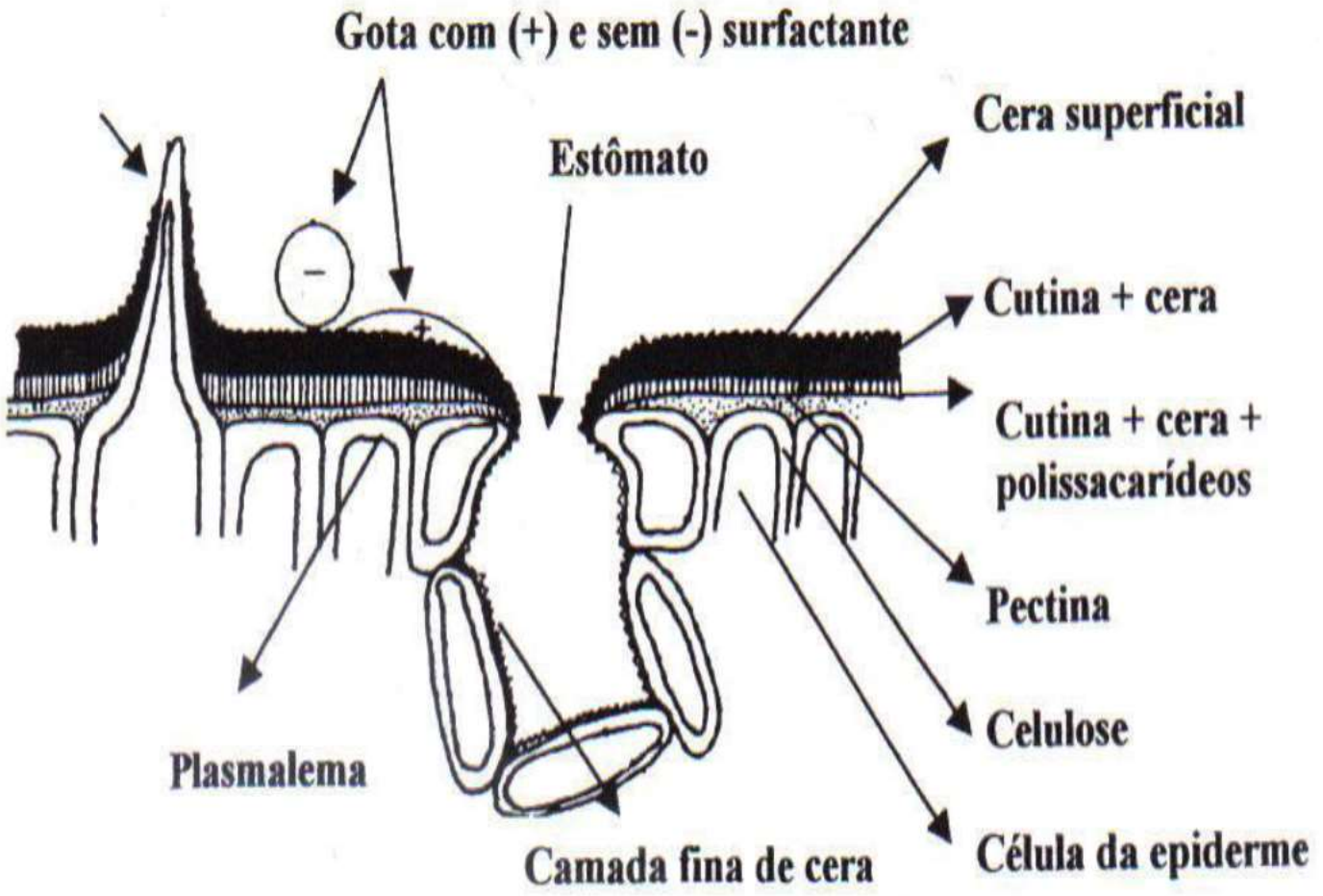


Figura 2: Representação esquemática da superfície foliar e posição das barreiras à penetração de solutos.

Doses comuns utilizadas na citricultura

Micronutrientes: Doses para 100 litros

Sulfato de Zinco. 7 H_2O : 200 a 350 gramas

Sulfato de Mn: 150 a 250 gramas

Cloreto de Potássio Branco: 0,25%. (aumenta a absorção de Zinco)

Nitrato de Zinco : 50 a 75 ml

Nitrato de Manganês: 35 a 50 ml

Cloreto de Zinco (~ 16%): 35 a 50 ml

Cloreto de Manganês: 25 a 35 ml para 100 litros

Zn EDTA: 25 a 50

Mn EDTA: 25 a 50

Ácido bórico: 25 a 50 gramas

Doses comuns utilizadas na citricultura

Sulfato de cobre: 25 a 50 gramas por 100 litros (neutralizado com 50 a 100 gramas de cal hidrat).

Molibidato de sódio: 2,5 a 5 gramas para 100 litros

Macronutrientes:

Dose para 100 litros de água:

Ureia: 500 a 750 gramas ou mais (depende da concentração de biureto tóxico)

Nitrato de Cálcio (15;5%) : 500 a 1000 gramas

Nitrato de Magnésio: 250 a 1000 gramas

Cloreto de Cálcio: 5 kg

Nitrato de Potássio: 500 a 750 gramas

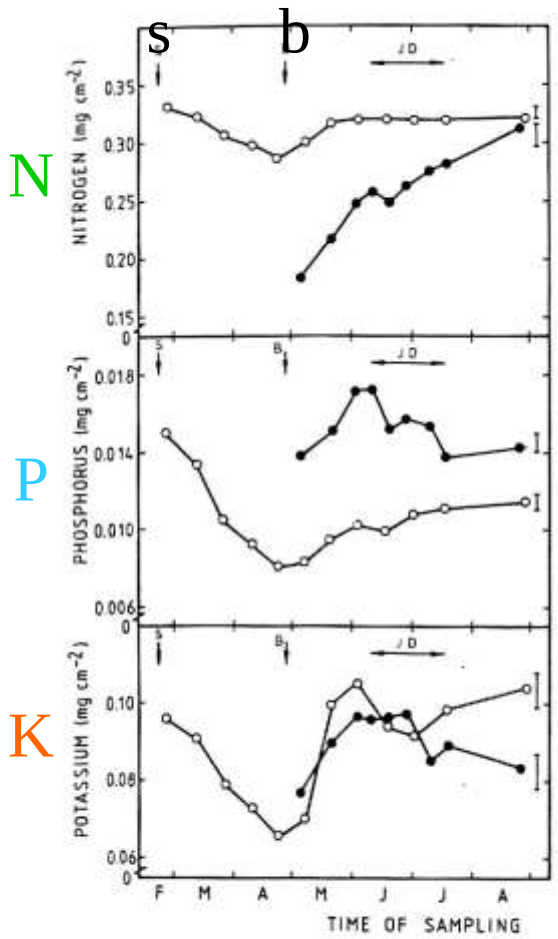
MAP: 150 a 200 gramas

Nutrições especiais

Efeito da aplicação foliar de uréia com baixo biureto no rendimento de laranja de umbigo

Dose de 0,17 kg por planta (Lovatt et al. 1992)

Ano	Controle (nenhum)	Aplicaçao em Julho (Janeiro no Em. Norte)	Aplicação em Agosto (Fev no em. Nort
	kg/planta	kg/planta	kg/planta
1	109 a	134 b	131 b
2	49 a	78 b	75 b
3	131 a	189 b	182 b



Mudanças na concentração de nitrogênio, fósforo e potássio em folhas velhas e novas de laranjeiras ´ Washington Navel' ('Baia') durante o início das brotações (s) em pleno florescimento (b) e na queda fisiológica (JD) (González-Ferrer et al., 1984).

Fisiologia da Produção

Qualidade de frutos

Defeitos fisiológicos

Trincas na casca e falta de resistência x cálcio foliar (+biorreguladores) em tangerinas

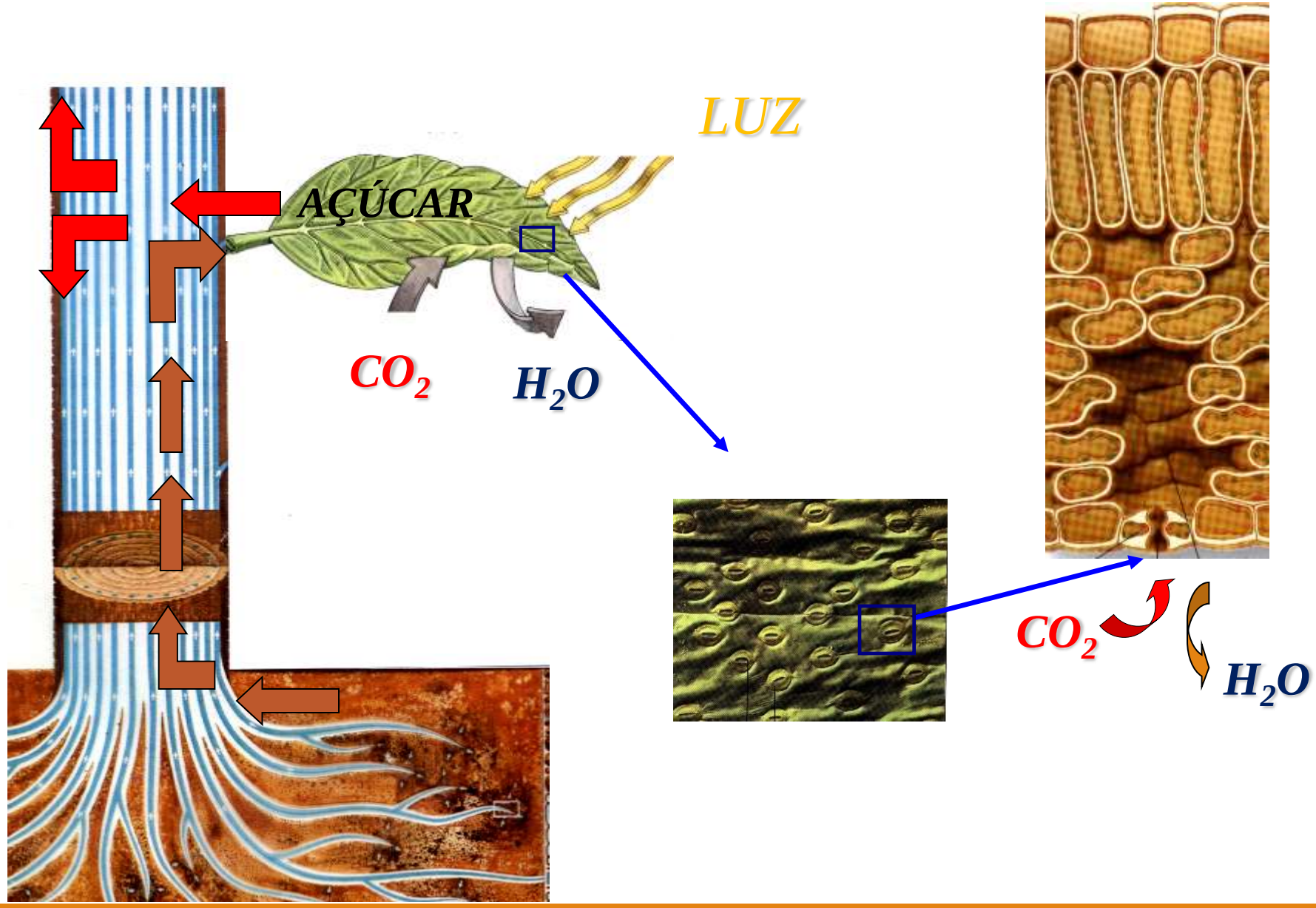
Arquitetura de copa e podas

Trincas na casca e falta de resistência x cálcio foliar (+biorreguladores) em tangerinas

Trincas na casca e falta de resistência x cálcio foliar (+biorreguladores) em tangerinas

Creasing & Deficiência de cálcio nos frutos

REPRESENTAÇÃO DA ASSIMILAÇÃO DE CO_2



HLB (ex- greening)

Fonte: Fundecitrus

HLB (ex- greening)

Fotos: Camilo Medina

Obrigado pela atenção !
Conplant
Consultoria, Treinamento, Pesquisa e Desenvolvimento Agrícola Ltda.