



Universidade Federal do Paraná
Departamento de Solos e Engenharia Agrícola
Nutrição Mineral de Plantas – AL320

Absorção e adubação foliar

Prof. Volnei Pauletti

VIDA VEGETAL - começou no mar, durante o processo evolutivo as folhas não perderam a capacidade de absorver H_2O e sais minerais.

**As folhas, assim como as raízes,
também apresentam capacidade de
absorver nutrientes**

Rotas de absorção radicular

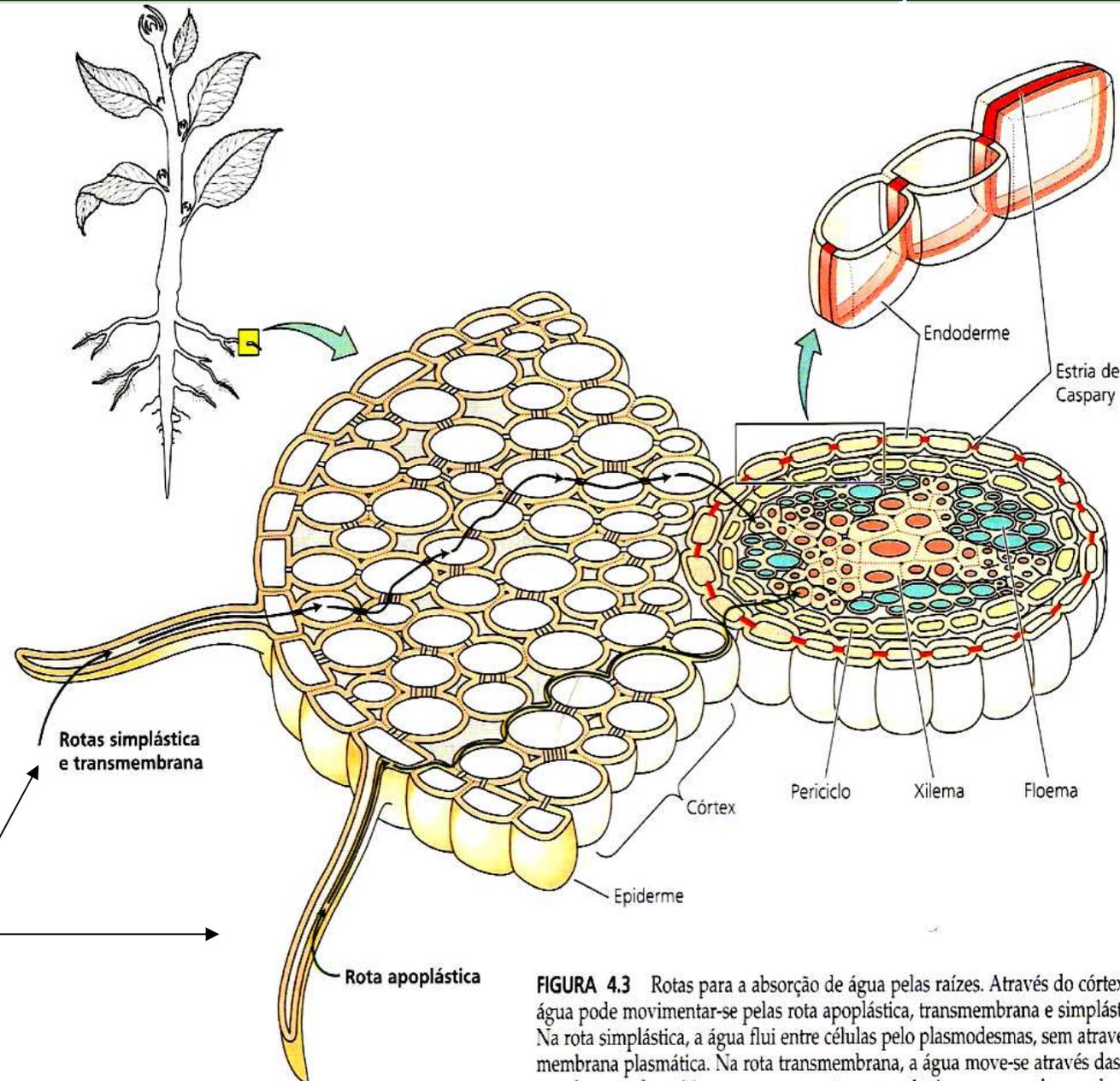
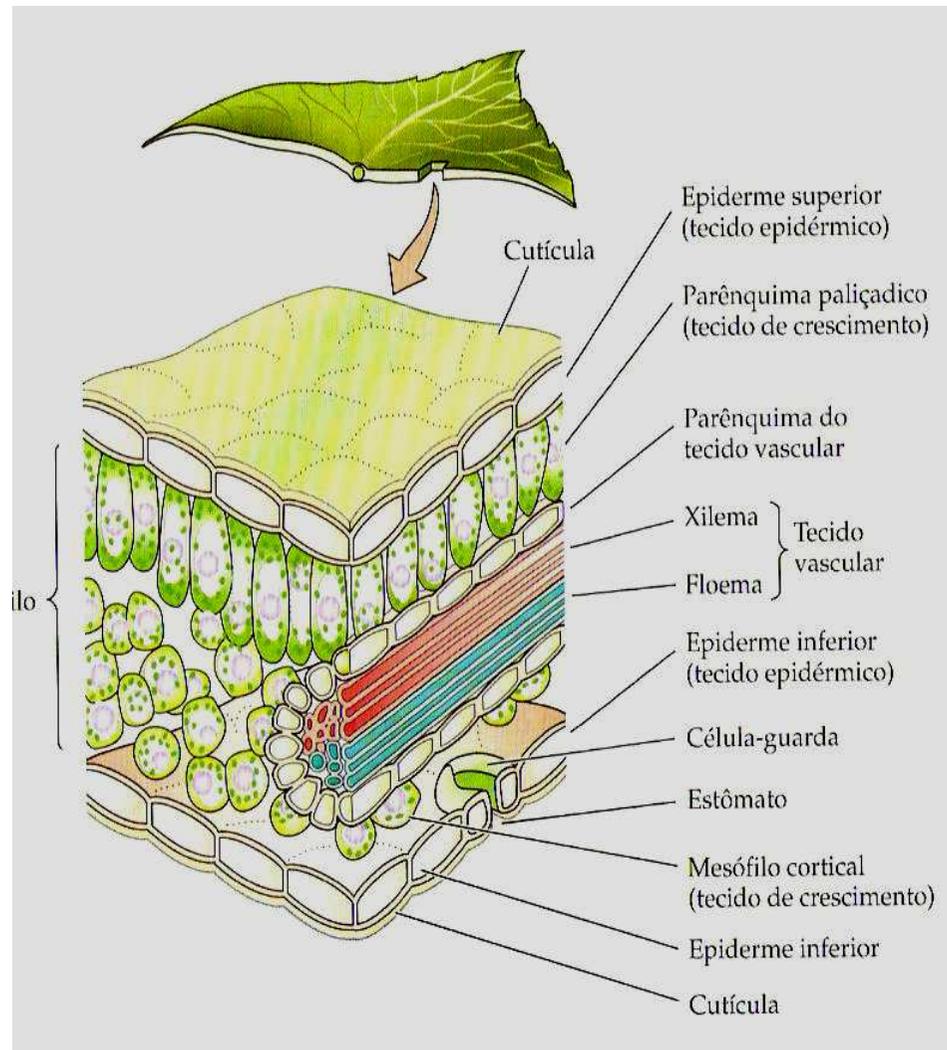
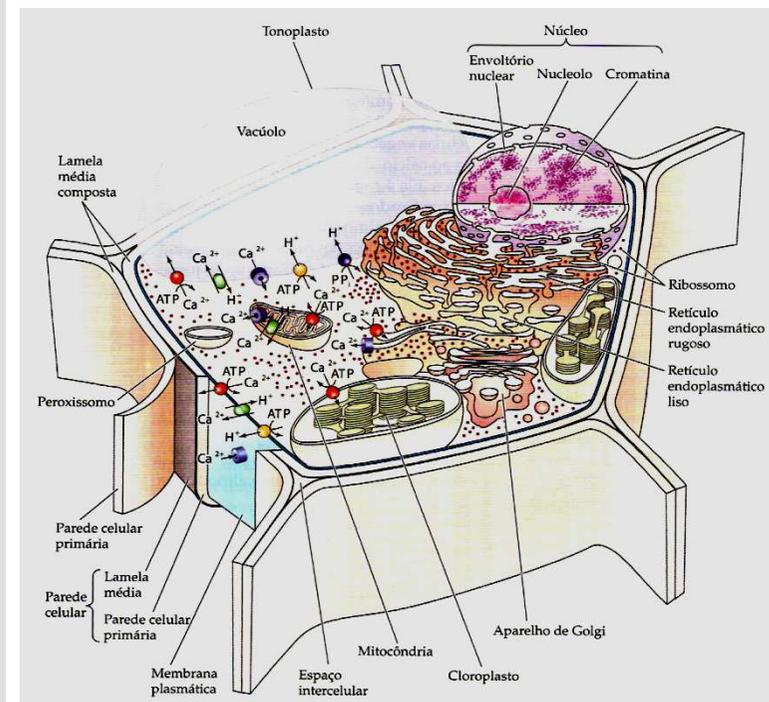


FIGURA 4.3 Rotas para a absorção de água pelas raízes. Através do córtex, a água pode movimentar-se pelas rota apoplástica, transmembrana e simplástica. Na rota simplástica, a água flui entre células pelo plasmodesmas, sem atravessar a membrana plasmática. Na rota transmembrana, a água move-se através das membranas plasmáticas, com uma curta permanência no espaço da parede celular. Na endoderme, a rota apoplástica é bloqueada pela estria de Caspary.

Absorção foliar

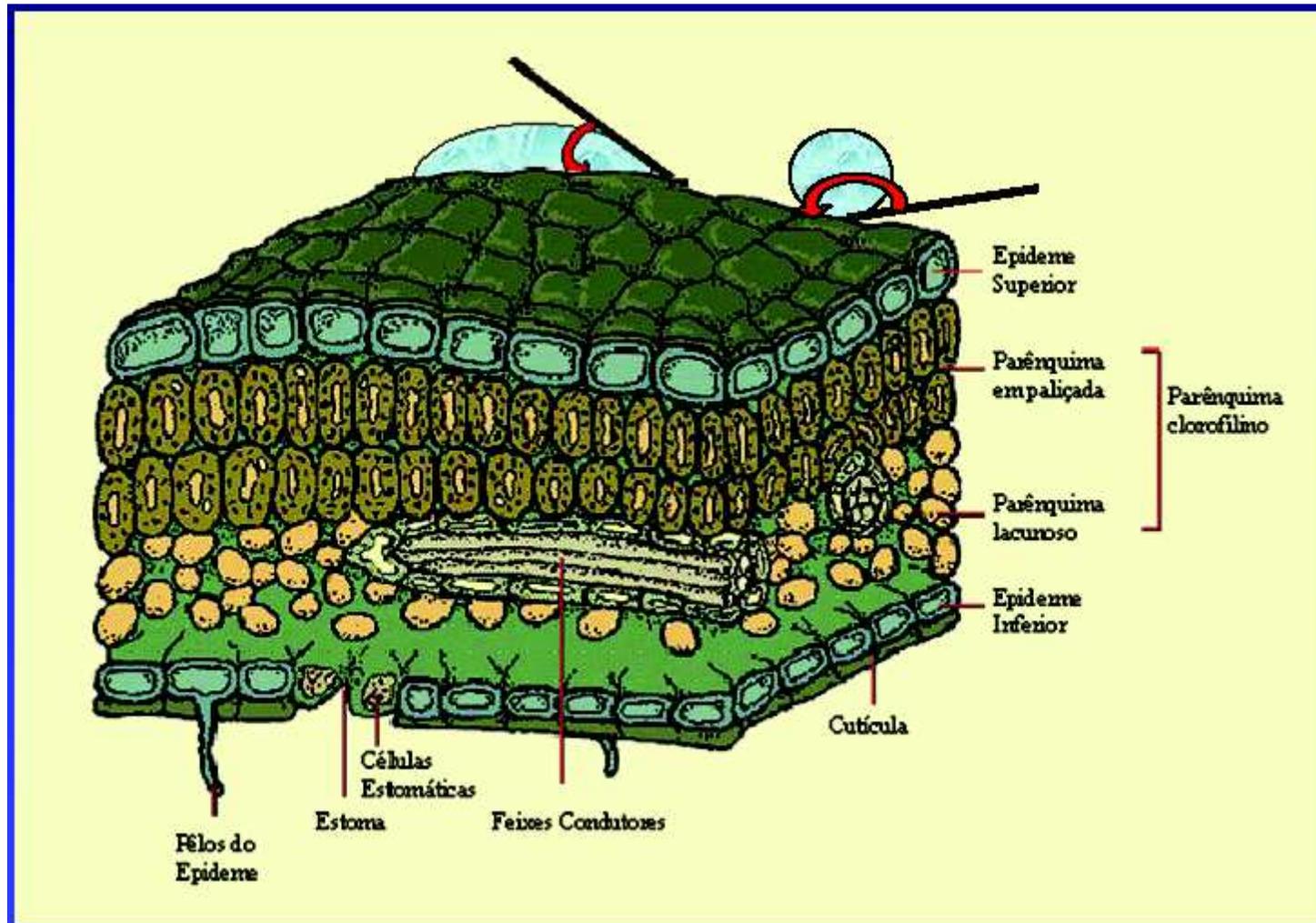


- Penetração na cutícula lipídica;
- Absorvido através da superfície plasmática;
- Passagem através do membrana plasmática e entra no citoplasma.



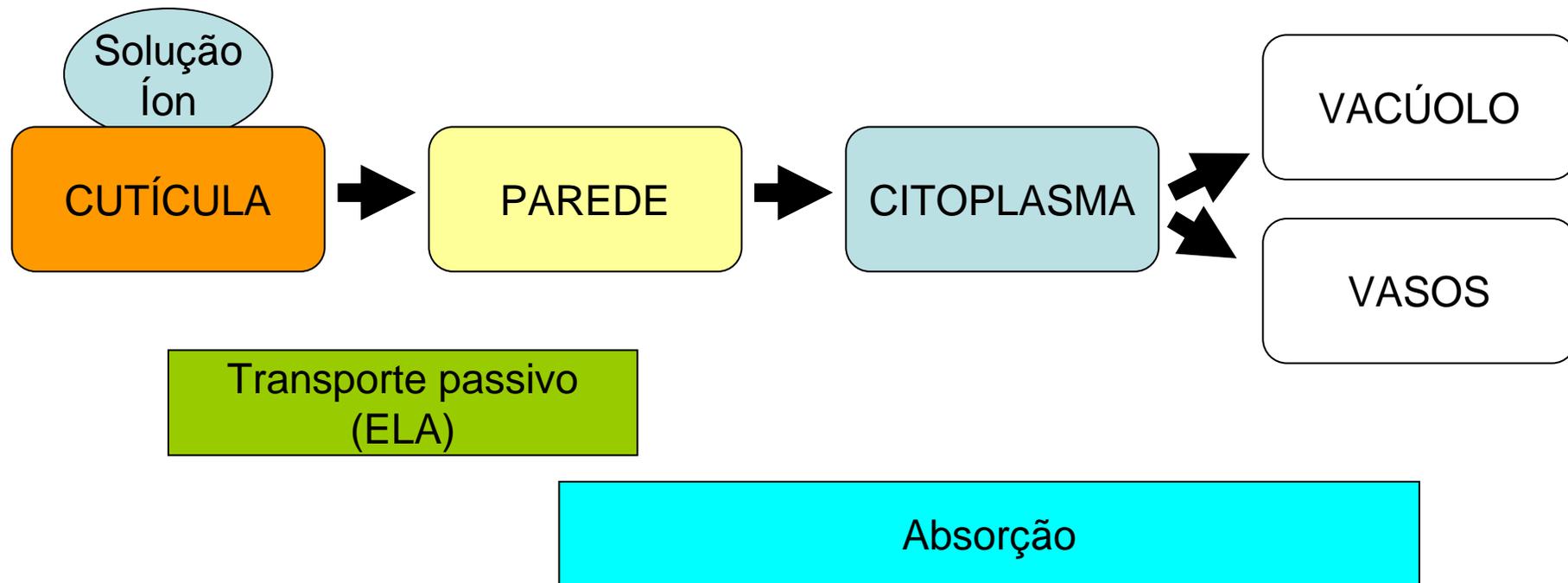
Fonte: Taiz & Zeiger, (2004).

ABSORÇÃO FOLIAR

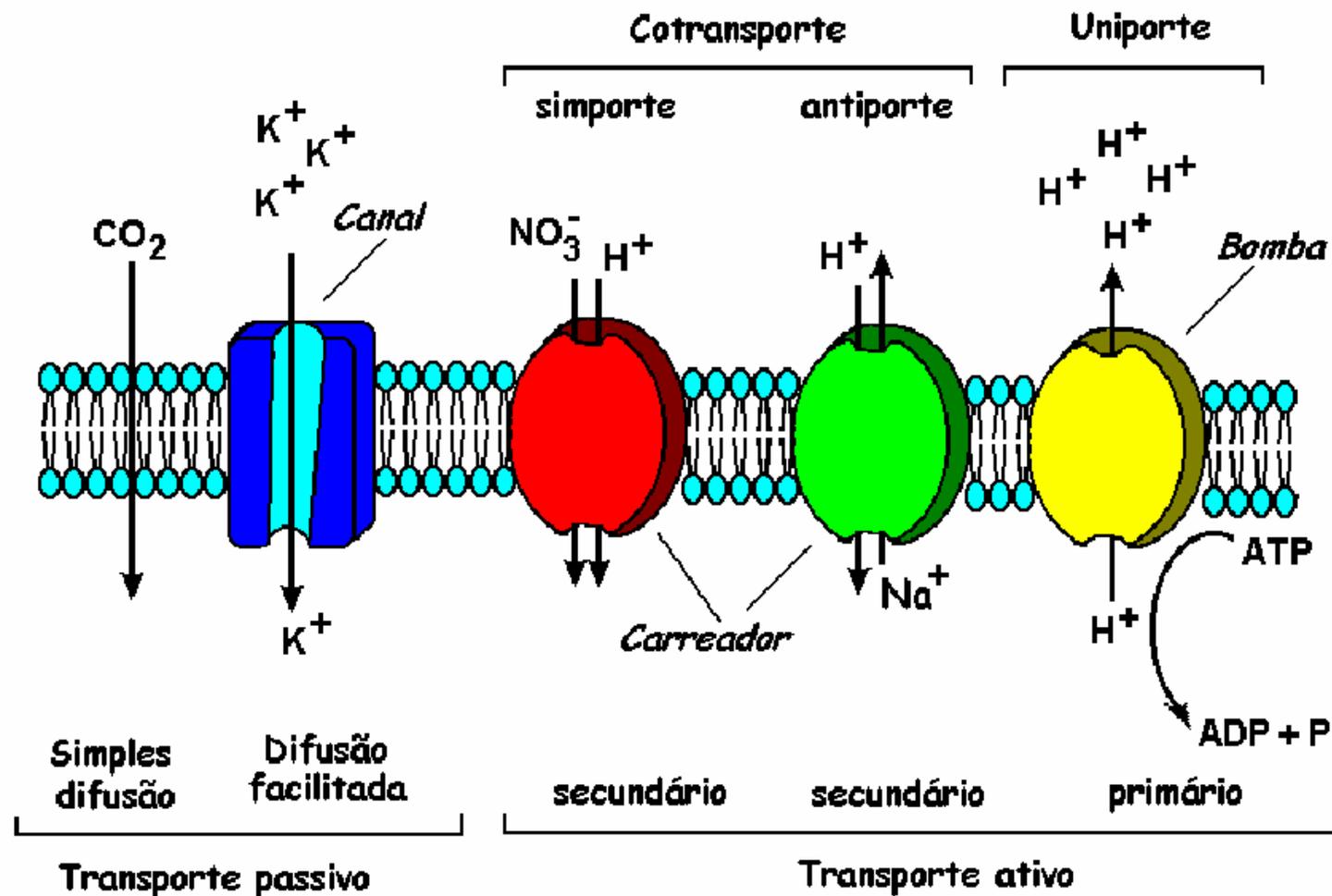


ABSORÇÃO FOLIAR

Caminho percorrido pelo nutriente



ABSORÇÃO FOLIAR

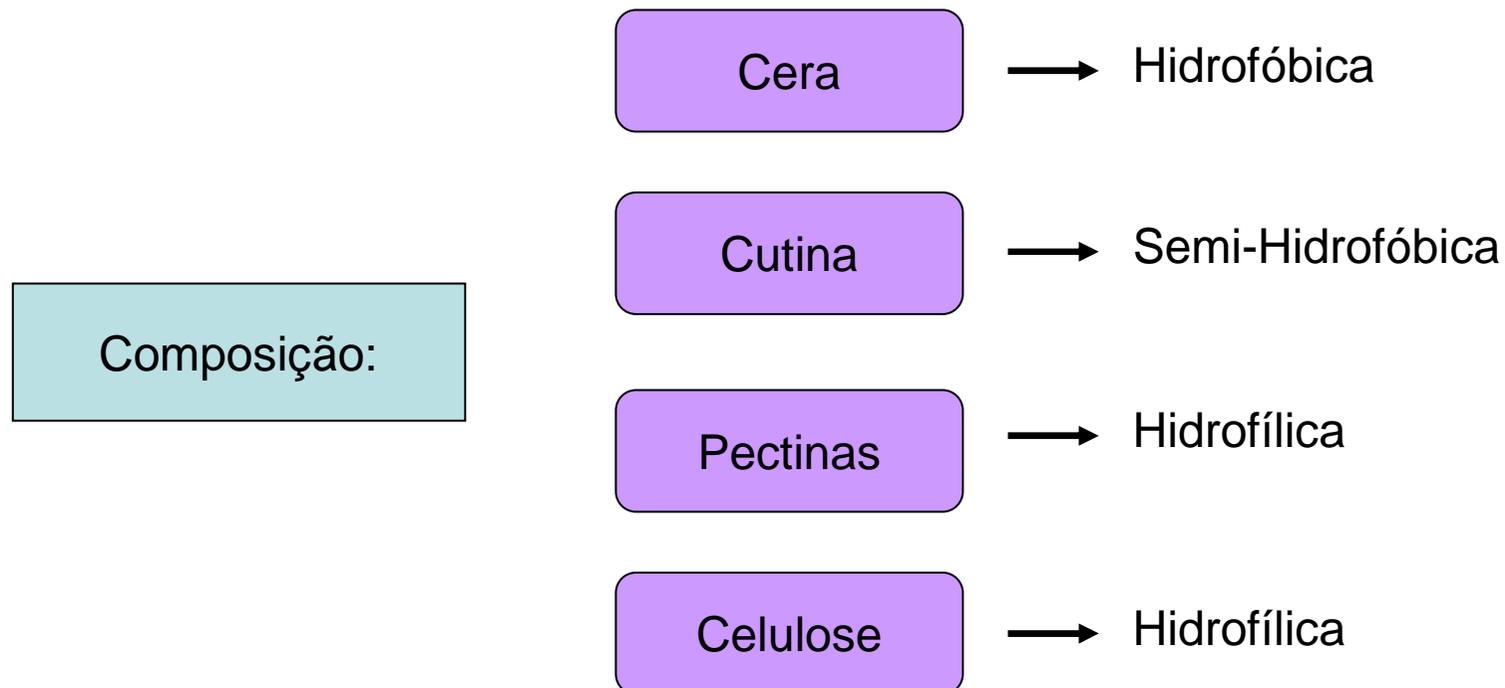


ABSORÇÃO FOLIAR

CUTÍCULA

CUTÍCULA

A cutícula é permeável à água e a todos os tipos de substâncias, sejam elas polares, apolares, lipossolúveis ou hidrossolúveis.



ABSORÇÃO FOLIAR

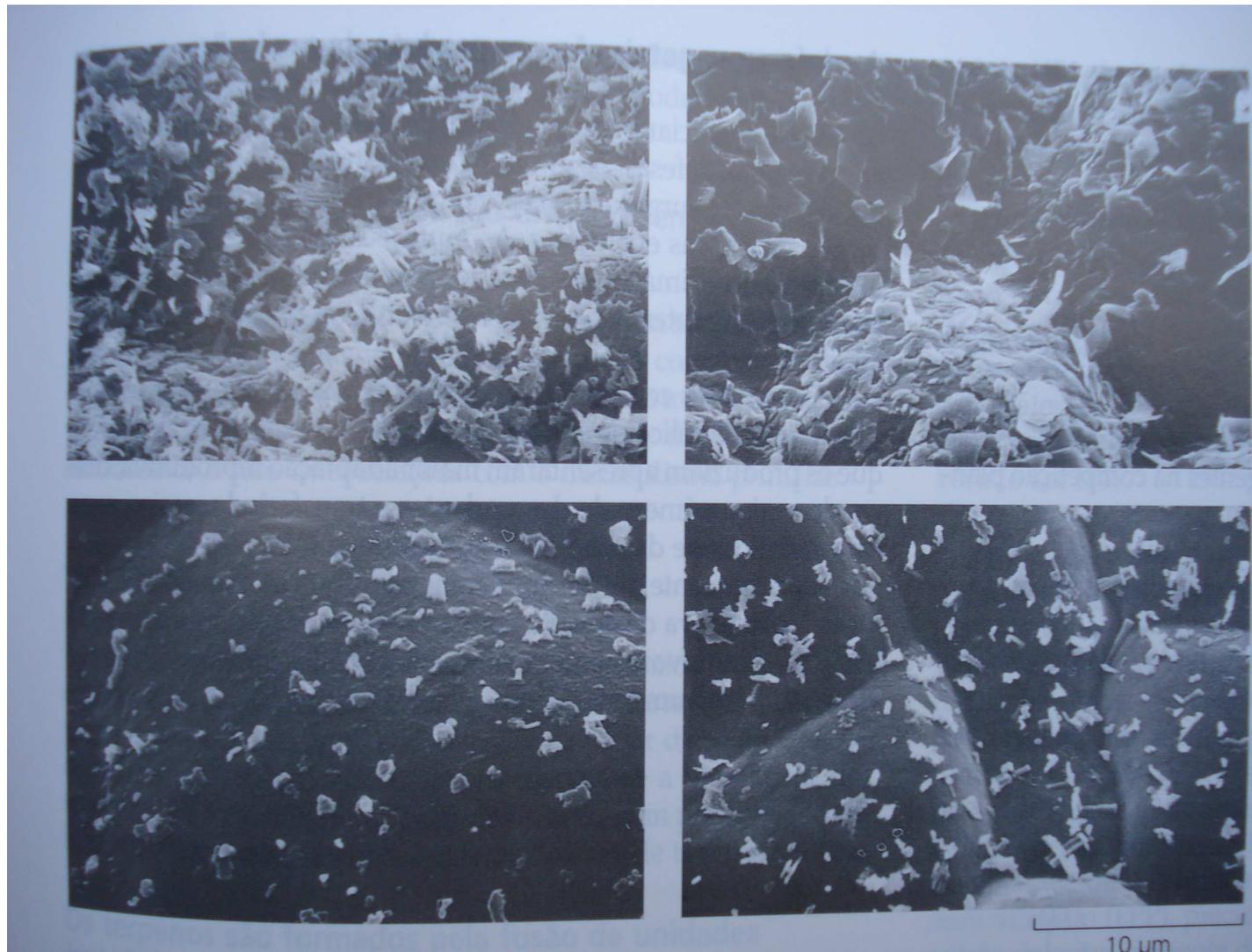
PROPRIEDADES DA CUTÍCULA

1. Hidrorrepelência: propriedade que tem um sólido de não ser molhado pelo líquido

- Microprojeções de cera
- Espessura da camada cerífera
- Composição química da cera

ABSORÇÃO FOLIAR

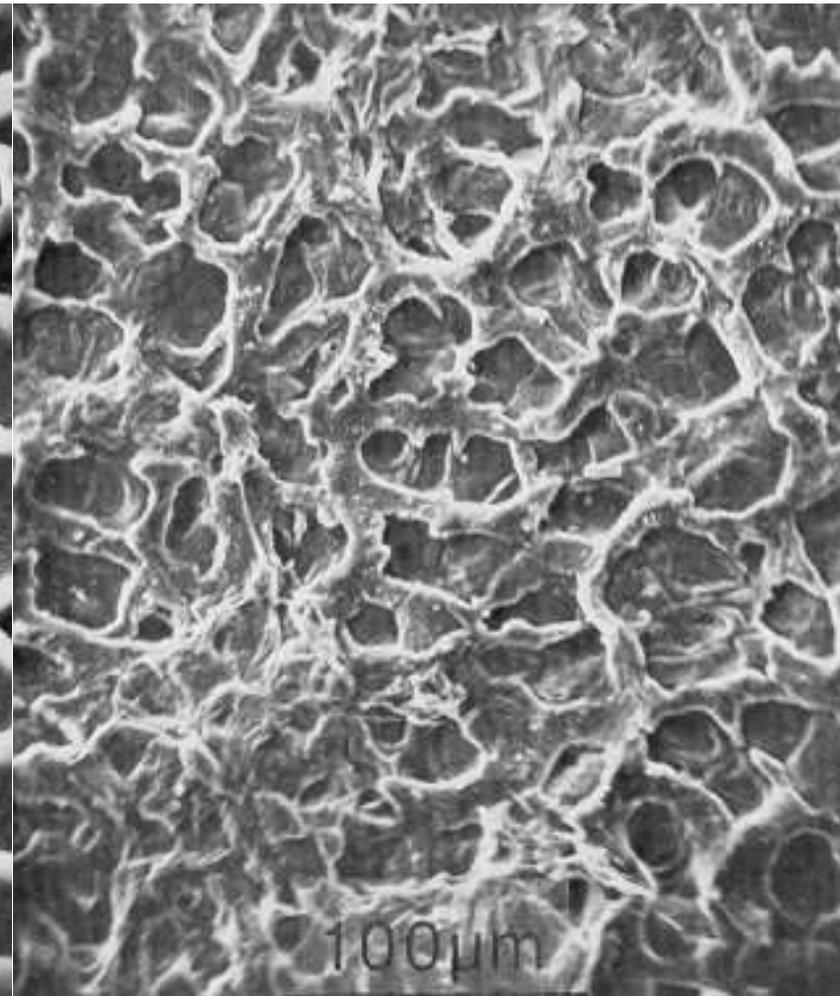
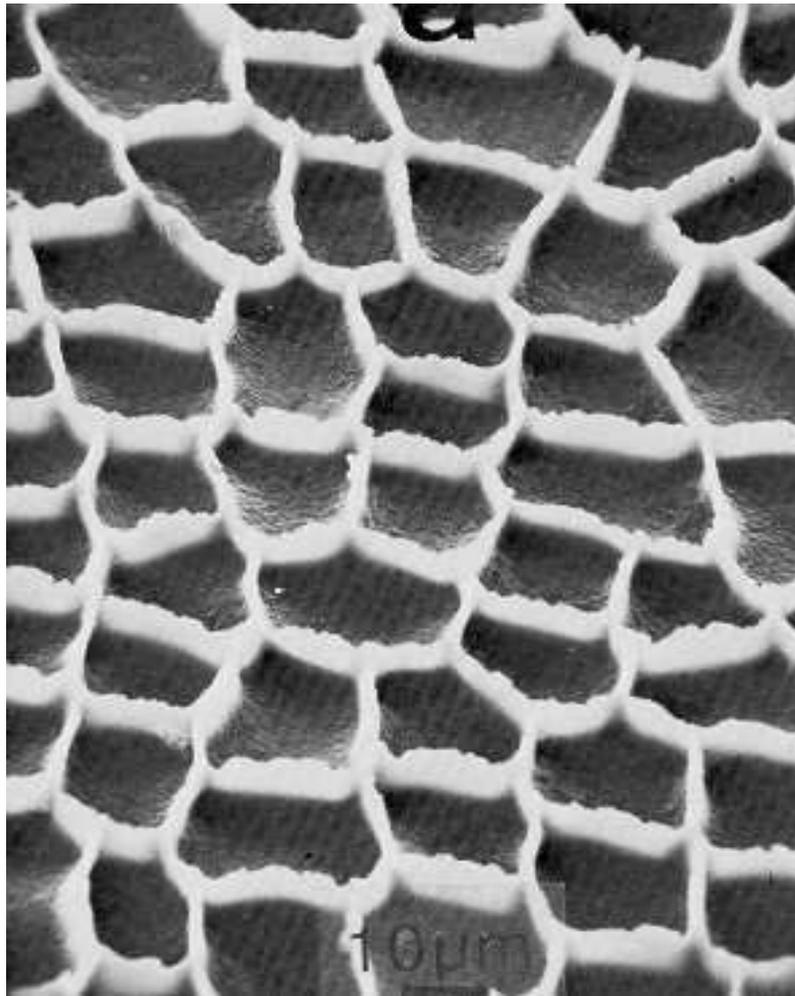
Microprojeções de cera



MICROFOTOGRAFIA DE CUTÍCULAS DE

FOLHAS DE PEREIRA

FRUTOS DE MACIEIRA



ABSORÇÃO FOLIAR

PROPRIEDADES DA CUTÍCULA

2. Hidrofilia: hidratação das pectinas
3. Troca iônica: grupos $-OH$ e $-COOH$ na pectina, cutina e cera
4. Polaridade: substâncias polares apresentam grupos de afinidade com a água.
 - penetração de substâncias polares: pectina
 - penetração de substâncias apolares: cera e cutina

FATORES QUE AFETAM A ABSORÇÃO FOLIAR

1) Fatores inerentes à folha:

1. Estrutura da folha:

Cutícula fina e alta frequência de estômatos favorecem a absorção foliar

Absorção de zinco (como cloreto) pelo cafeeiro

Parte tratada	Absorção (% do aplicado)
Raízes (solução nutritiva)	5,0
Folhas:	
Parte superior	12,0
Parte inferior	42,5
Folhas: ambas	20,5

Malavolta, 1981

FATORES QUE AFETAM A ABSORÇÃO FOLIAR

1) Fatores inerentes à folha:

1. Estrutura da folha:

2. Composição química da cutícula:

3. Idade da folha:

FATORES QUE AFETAM A ABSORÇÃO FOLIAR

2) Fatores inerentes aos nutrientes:

1. Mobilidade na folha:

MOBILIDADE COMPARADA DOS NUTRIENTES APLICADOS NAS FOLHAS

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

TEMPO PARA ABSORÇÃO DE 50% DOS NUTRIENTES APLICADOS NAS FOLHAS

Nutriente	Tempo
N (uréia)	1/2 a 36 horas
P	5 - 15 dias
K	10 a 96 horas
Ca	10 a 96 horas
Mg	6 a 24 horas
S	1 a 10 dias
Cl	1 a 4 dias
Fe	10 a 20 dias
Mn	18 a 48 horas
Mo	10 a 20 dias
Zn	11 a 36 horas

FATORES QUE AFETAM A ABSORÇÃO FOLIAR

2) Fatores inerentes aos nutrientes:

1. Mobilidade na folha:

2. Interações entre nutrientes:

- Sinergismo entre uréia e Mn
- Antagonismo entre Cu e Zn

FATORES QUE AFETAM A ABSORÇÃO FOLIAR

3) Fatores inerentes às soluções pulverizadas:

1. Solubilidade das fontes de nutrientes:

Fonte	Temperatura	Solubilidade
	°C	g L ⁻¹
Sulfato de amônio	20	760
Sulfato de Mn	0	1050
Sulfato de Zn	20	965
Sulfato de Cu	0	316
Uréia	20	1050
Nitrato de amônio	20	1950
Fosfato diamônio (DAP)	20	408
Fosfato monoamônio (MAP)	20	374
Molibdato de amônio	--	430
Ácido bórico	30	63,5
Bórax	0	21

Fonte: Vitti; Boareto; Penteado (1994)

FATORES QUE AFETAM A ABSORÇÃO FOLIAR

3) Fatores inerentes às soluções pulverizadas:

1. Solubilidade das fontes de nutrientes:

2. Concentração das soluções:

Fitotoxicidade de
adubo nitrogenado
em milho



CONCENTRAÇÃO DE URÉIA NA CALDA DE PULVERIZAÇÃO PARA ALGUMAS CULTURAS

Cultura	% uréia	Cultura	% uréia
Abacaxi	2,4 - 6	Cereja	0,6 - 3,0
Aipo	2,4	Cítricas	0,6 - 1,2
Alface	0,5 - 0,7	Feijão	0,5 - 0,7
Alfafa	2,4	Fumo	0,3 - 1,2
Algodão	2,4 - 6	Lúpulo	5,0 - 6,0
Ameixa	0,6 - 1,8	Maçã	0,5 - 0,7
Banana	0,6 - 1,2	Milho	0,6 - 2,4
Batatinha	2,4	Morango	0,5 - 0,7
Beterraba	2,4	Pepino	0,3 - 0,6
Cacau	0,6 - 1,2	Pêssego	0,6 - 3,0
Café	2,5	Pimenta	0,5 - 0,7
Cana	1,2 - 2,4	Repolho	0,7 - 1,4
Cebola	2,4	Trigo	2,4 - 9,6
Cenoura	2,4	Videira	0,5 - 0,7

Adaptado de: OLEYNIK et al., 1998

FATORES QUE AFETAM A ABSORÇÃO FOLIAR

3) Fatores inerentes às soluções pulverizadas:

1. Solubilidade dos nutrientes:

2. Concentração das soluções:

3. Composição das soluções:

FATORES QUE AFETAM A ABSORÇÃO FOLIAR

3) Fatores inerentes às soluções pulverizadas:

1. Solubilidade dos nutrientes:

2. Concentração das soluções:

3. Composição das soluções:

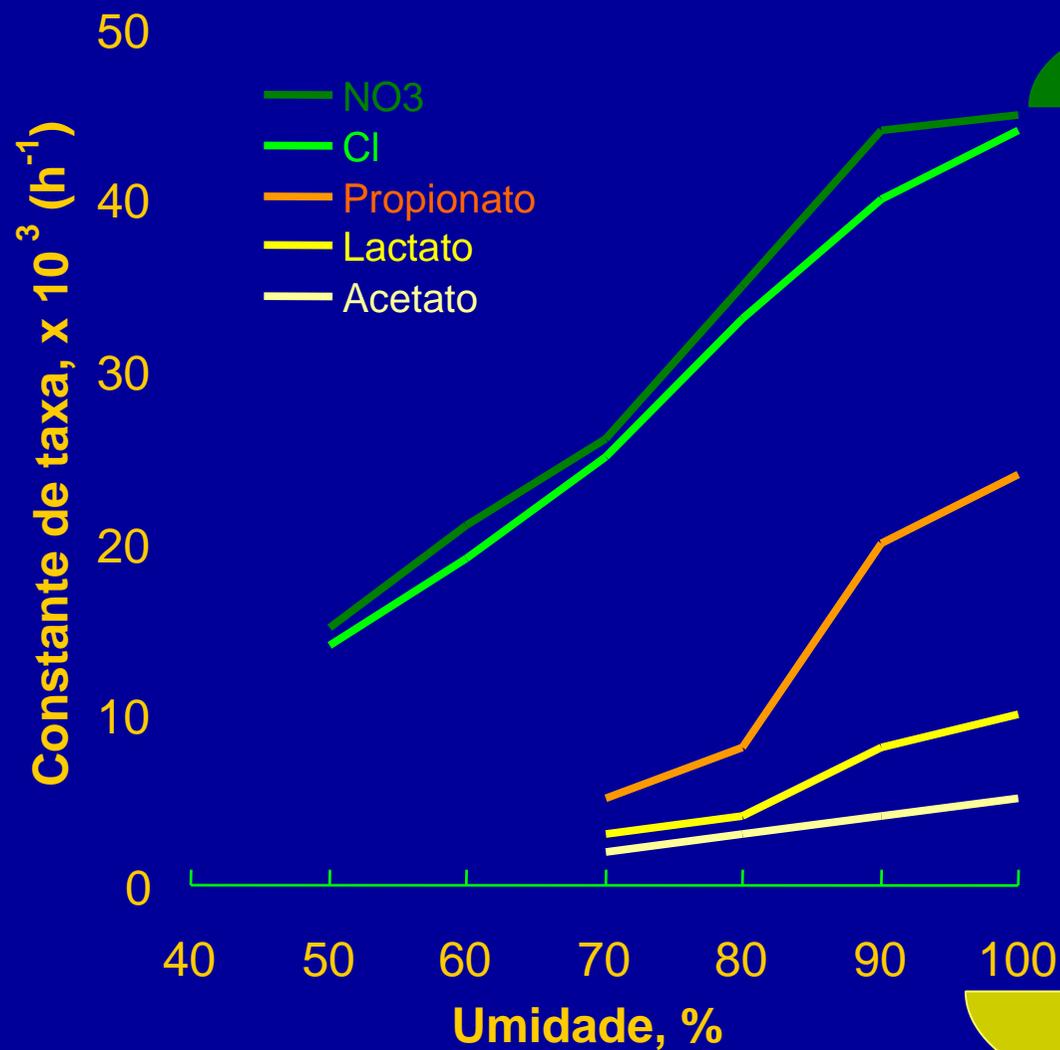
4. Surfactantes:

- espalhantes
- adesivos
- humectantes

Composição solução (compatibilidade, solubilidade, índice salino, interações entre nutrientes, surfactantes, ...)

- uréia: sinergismo, alta solubilidade, baixo I.S.
- ($\text{H}_2\text{PO}_4 + \text{NH}_4$) precipitam vários metais (Mg, Cu, Zn)
- Mg favorece translocação de P
- Açúcar retarda absorção da uréia e reduz fitotoxidez
- agentes protetores: $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{CaO} + \text{NaOH}$, CaS permitem maiores concentrações de Zn e Cu sem causar injúrias
- MgSO₄: protetor contra injúrias foliares

PENETRAÇÃO CUTÍCULAR DE Ca EM FRUTOS DE MAÇÃ



Melhor com
NO₃ e Cl

Aumenta com
a umidade

Efeito de agentes quelatizantes na absorção e translocação do Ferro

Forma aplicada	Absorvido		Translocado	
	% do aplicado	% do absorvido	% do absorvido	% do aplicado
Sulfato	0,9 b	7,1 c	0,06	
EDTA	19,9a	26,8a	5,33	
EDDHA	15,0a	19,4 b	2,91	
DTPA	14,1a	22,0a	3,10	

INFLUÊNCIA DE QUELATIZANTES NA ABSORÇÃO E TRANSLOCAÇÃO DE Zn

Forma aplicada	Absorvido		Translocado	
	% do aplicado	% do absorvido	% do absorvido	% do aplicado
Sulfato	74,4a	7,7a	7,7a	5,71
EDTA	24,5 b	10,0a	10,0a	2,45
EDDHA	3,7 c	10,0a	10,0a	0,37
DTPA	5,7 c	7,5a	7,5a	0,43

FATORES QUE AFETAM A ABSORÇÃO FOLIAR

3) Fatores inerentes às soluções pulverizadas:

1. Solubilidade dos nutrientes:

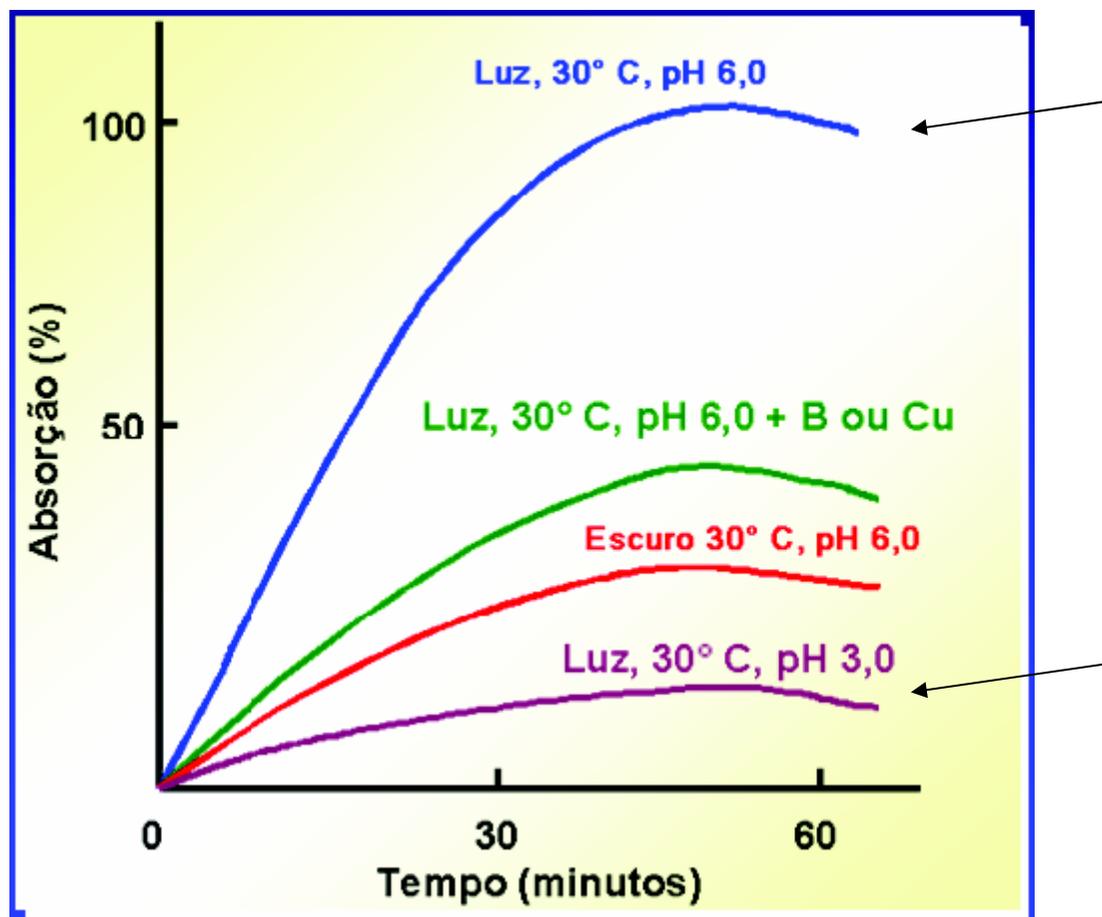
2. Concentração das soluções:

3. Composição das soluções:

4. Surfactantes:

5. pH da solução:

FATORES QUE INFLUENCIAM A ABSORÇÃO DO ZINCO PELAS FOLHAS DO CAFEIEIRO

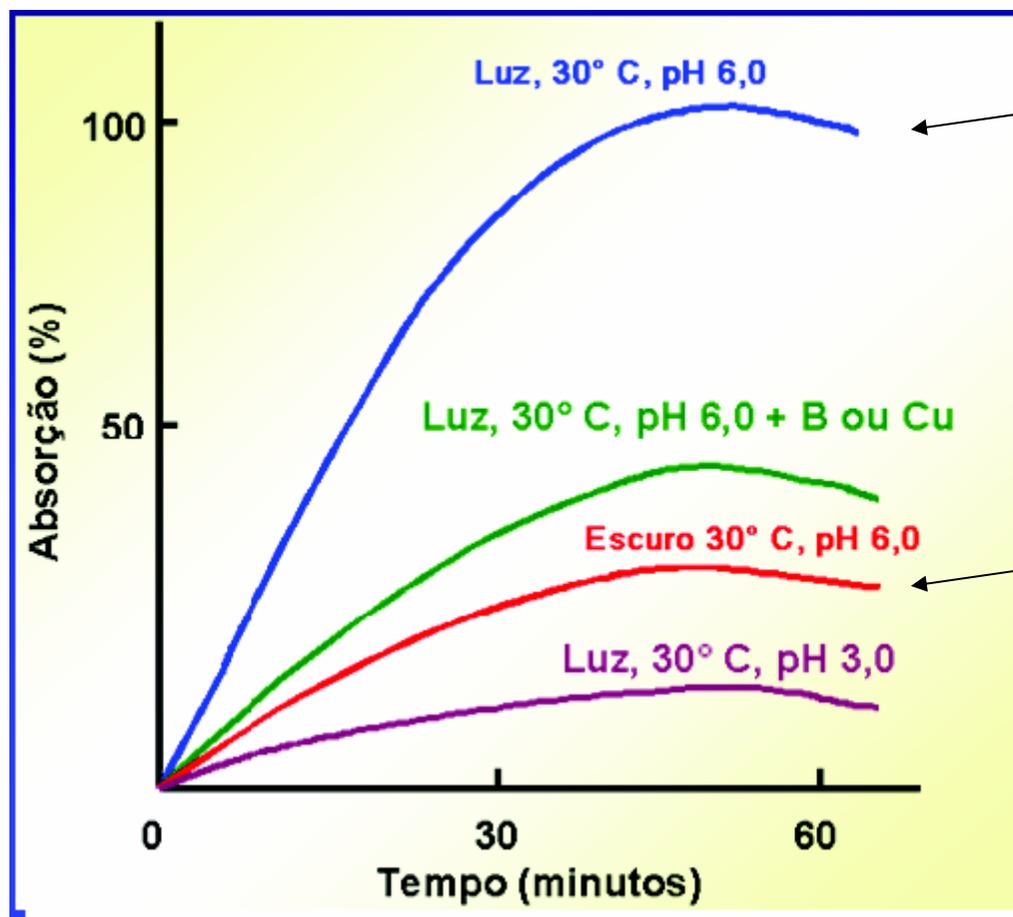


FATORES QUE AFETAM A ABSORÇÃO FOLIAR

3) Fatores externos:

1. Luz:
2. Disponibilidade de água no solo:
3. Umidade atmosférica:
4. Temperatura:
5. Modo de aplicação:

FATORES QUE INFLUENCIAM A ABSORÇÃO DO ZINCO PELAS FOLHAS DO CAFEIEIRO

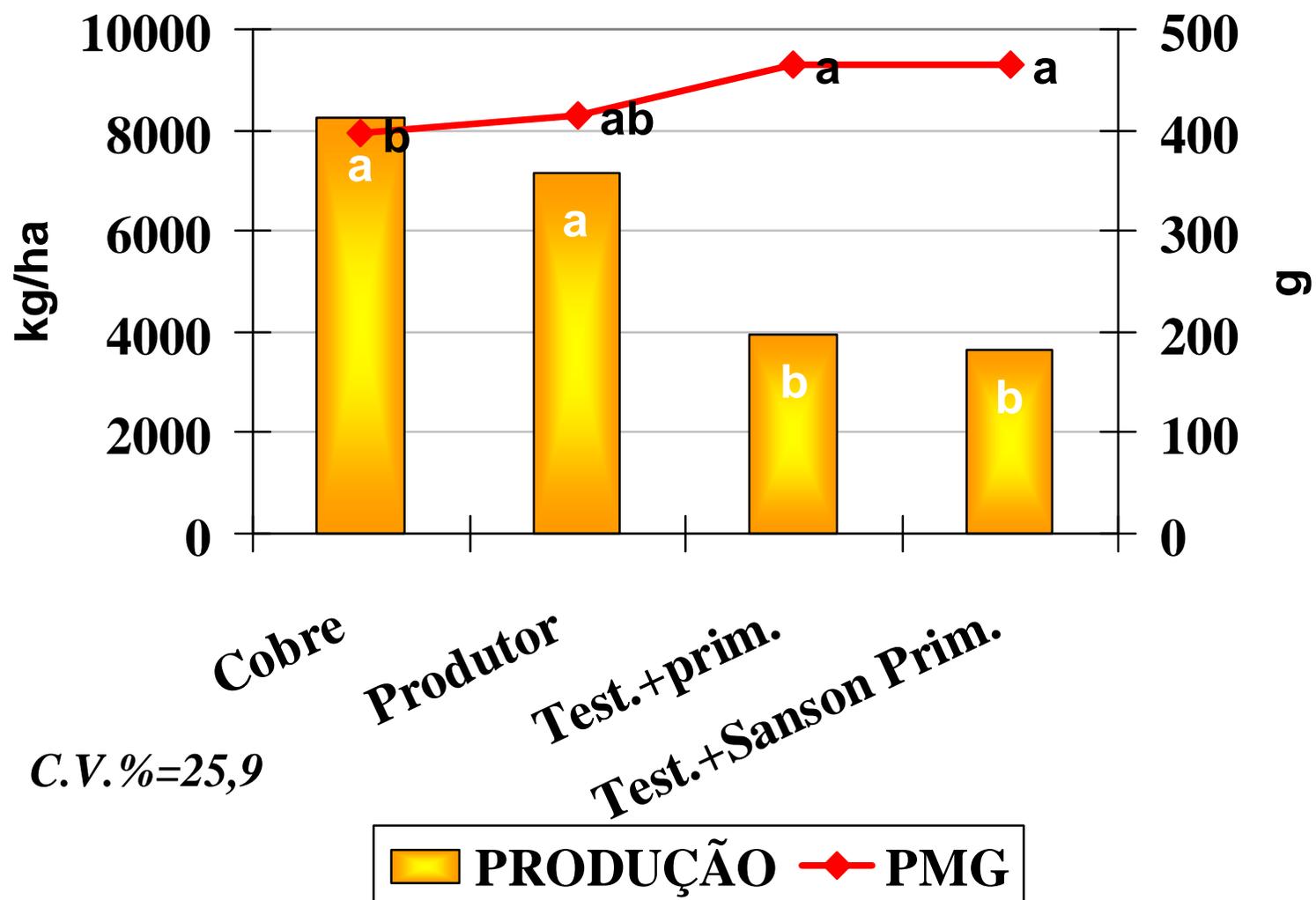


VANTAGENS DA ADUBAÇÃO FOLIAR

1. Correção das deficiências a curto prazo;
2. Alto índice de utilização pelas plantas dos nutrientes aplicados;
3. Contornar restrições de absorção de nutrientes pelo solo;
4. Doses totais de micronutrientes geralmente são menores que via solo;
5. Possibilidade de aplicação de micronutrientes com tratamentos químicos.

RESPOSTA DAS CULTURAS

MILHO EM VÁRZEA



RESPOSTA DAS CULTURAS

Com cobre
foliar



Sem cobre

LIMITAÇÕES DA ADUBAÇÃO FOLIAR

1. Não ocorre efeito residual ou é menor que as aplicações no solo:
2. Aplicações no início do crescimento da cultura podem não ser efetivas:
3. Alto custo de aplicação caso não seja possível aplicar com os tratamentos químicos:
4. Pode haver incompatibilidade com agroquímicos ou antagonismo entre nutrientes:

RESPOSTA DAS CULTURAS

RECOMENDAÇÃO DE MICRONUTRIENTES POR VIA FOLIAR DIVERSAS CULTURAS (Motta et al., 2007)

Dose: 0,25 a 0,5 kg ha⁻¹

Aplicação: início do aparecimento dos sintomas

Fe, Mn e Zn: aplicações sucessivas

ADUBAÇÃO FOLIAR - GERAL

1. Deve ser encarada como suplemento da aplicação de fertilizantes no solo. Em ALGUMAS situações, a adubação foliar poderá substituir totalmente, ou quase a aplicação de fertilizantes no solo, corrigindo deficiências.
2. O fornecimento dos micronutrientes (exceto B) pode ser feito totalmente por via foliar, com vantagens sobre a aplicação no solo, pois evita-se a sua fixação pelo mesmo.

Bibliografia

- Marschner, H. Mineral Nutrition of Higher Plants, 2012. 71-84.
- Camargo, P.N.; Silva, O. Manual de adubação foliar. 1975. 258 p.
- Malavolta, E. Manual de química agrícola: adubos e adubação, 1981. 596p.
- Marschner, H. Mineral nutrition of higher plants. 1986. 672p.
- Motta, A.C.V.; Serrat, B.M.; Reissmann, C.B.; Dionísio, J.A. Micronutrientes na rocha, no solo e na planta. 2007. 242p.
- Fernandes, M.S.; Souza, S.R. Absorção de nutrientes. **In:** FERNANDES, M.S. (Ed.) Nutrição mineral de plantas. Viçosa: SBCS, p.115-152. 2006.

SUGESTÃO DE LEITURA:

-Camargo, P.N.; Silva, O. Manual de adubação foliar. 1975. 258 p.
(principalmente pág. 65 a 108)

-Malavolta, E. Manual de química agrícola: adubos e adubação, 1981. 596p.
(páginas 408 – 424)