

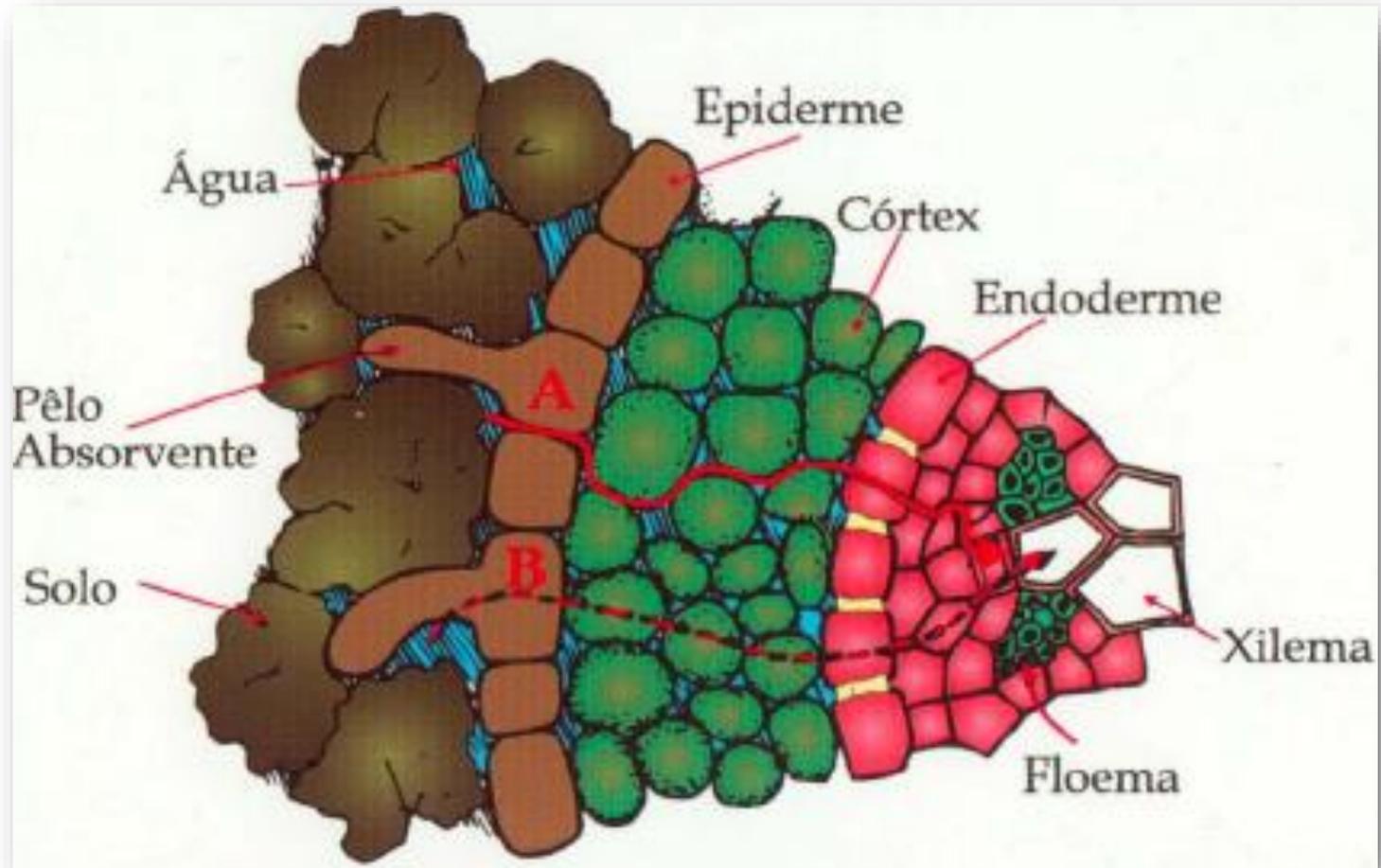
LCB 311 – Fisiologia Vegetal



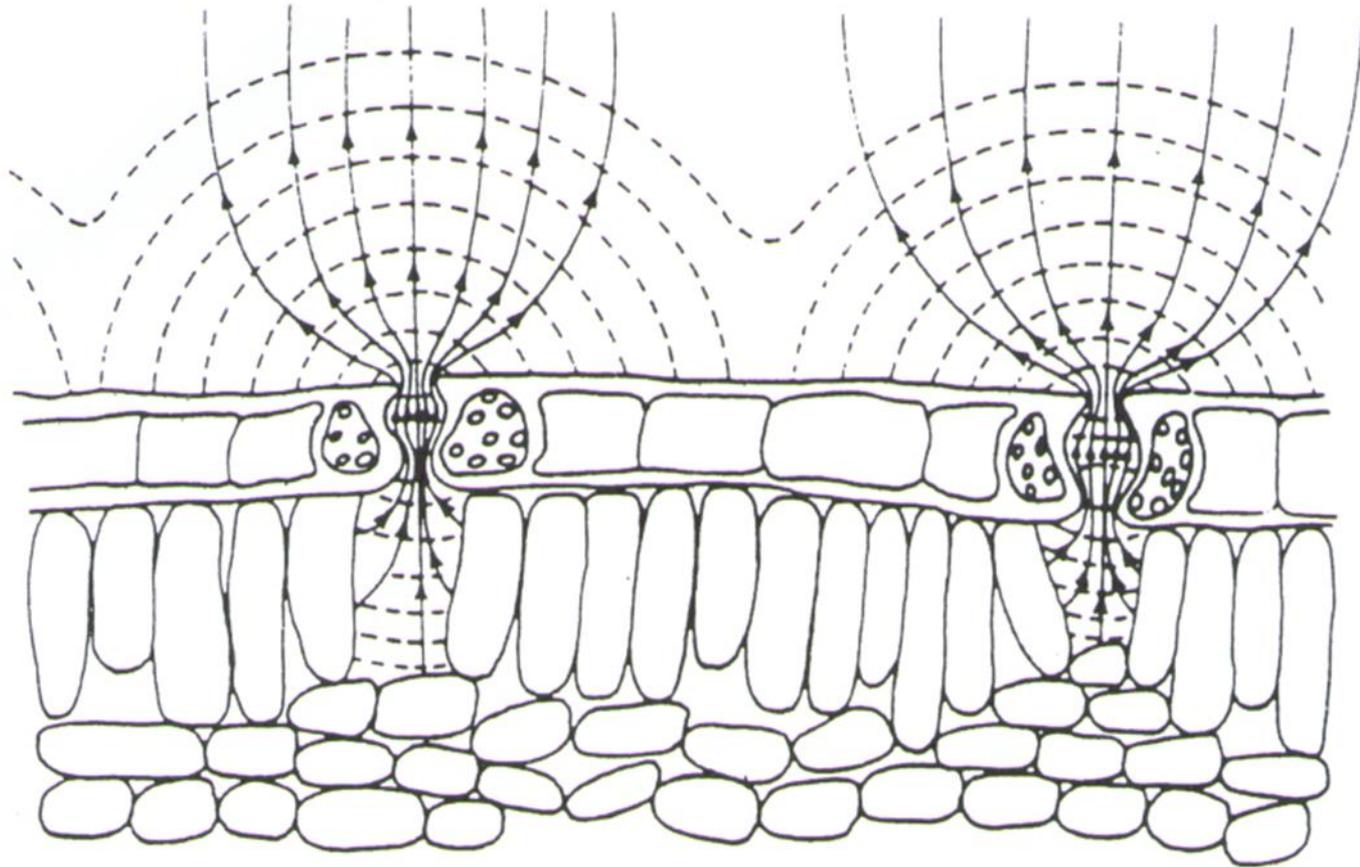
Nutrição mineral (parte 1)

Prof. Paulo Castro
ESALQ/USP – PIRACICABA/SP

ABSORÇÃO DE ÁGUA NA PLANTA



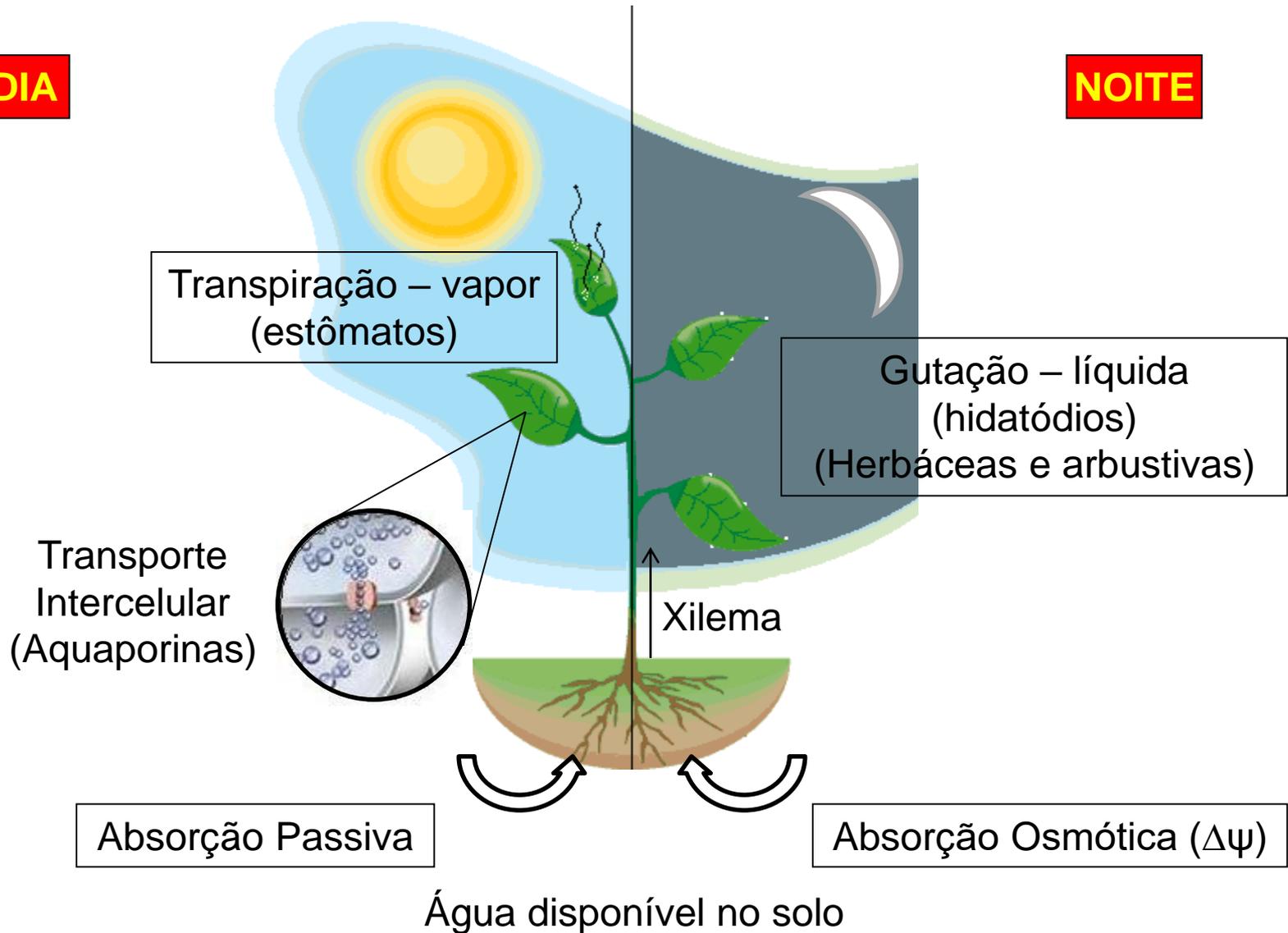
PERDA DE VAPOR DE ÁGUA PELOS ESTÔMATOS: TRANSPIRAÇÃO



ABSORÇÃO E PERDA DE ÁGUA PELAS PLANTAS

DIA

NOITE



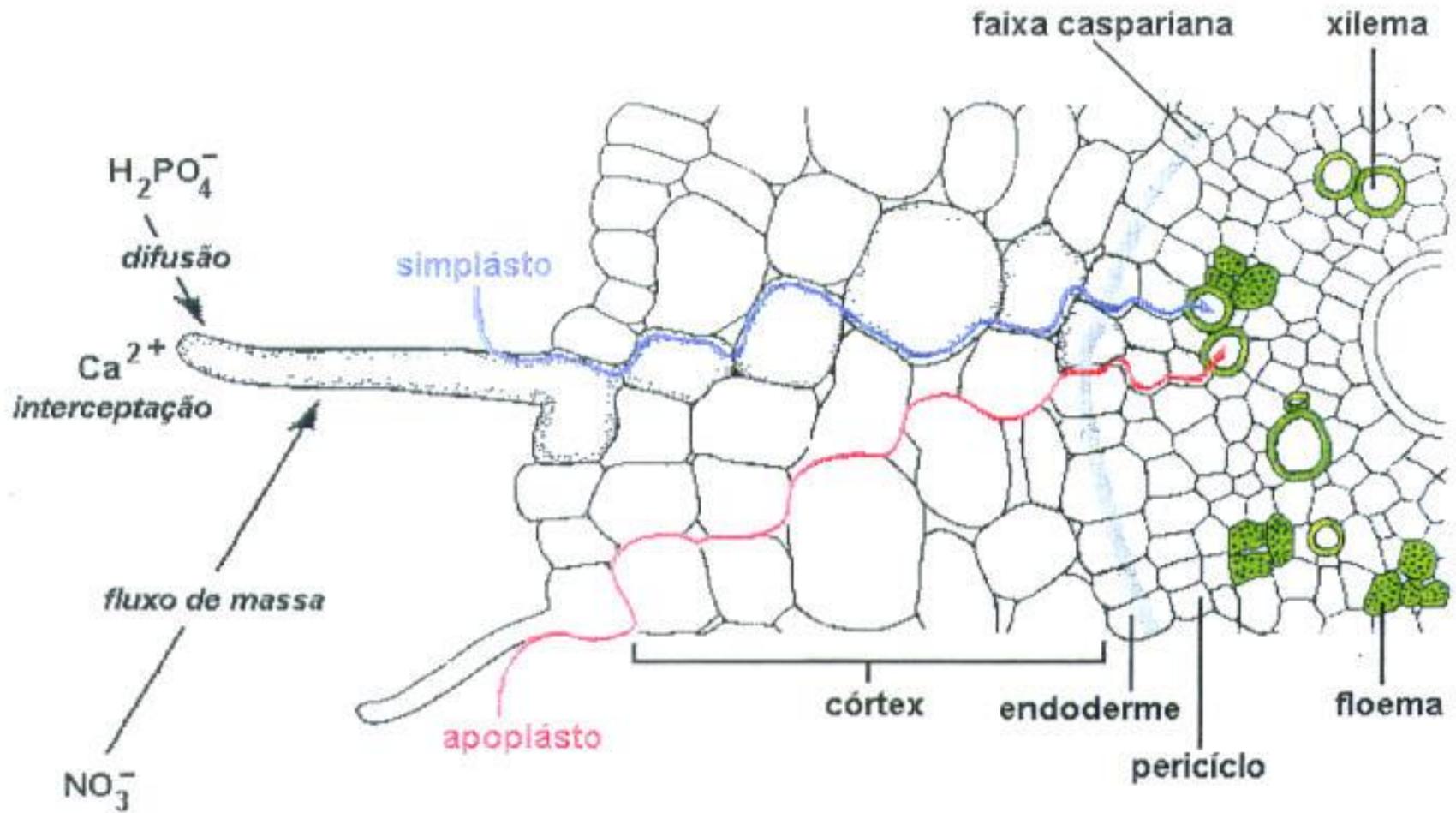
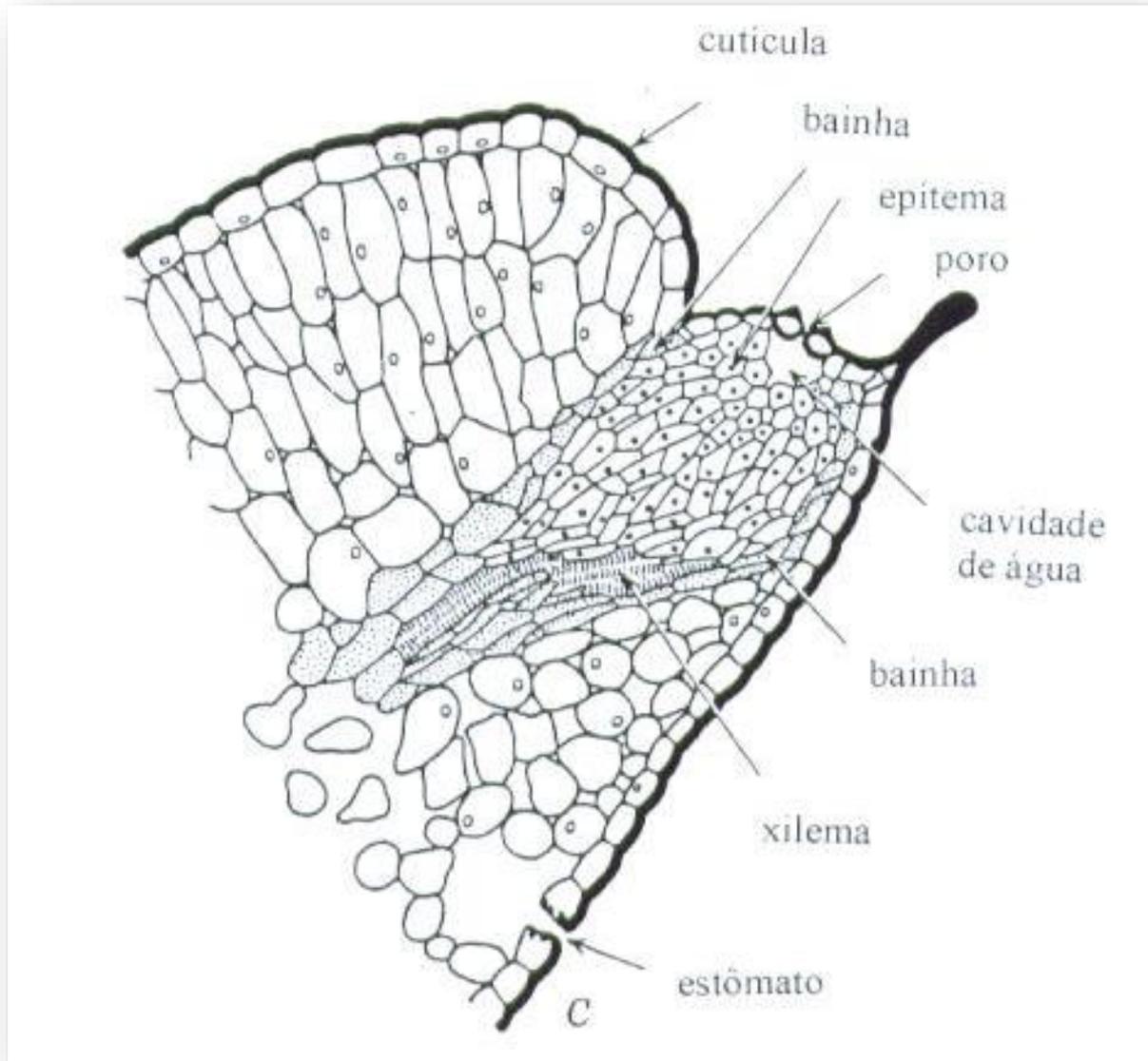


FIGURA. Transporte de nutrientes via simplasto e apoplasto. O nutriente chega até raiz (pelo radicular) por difusão, interceptação radicular ou fluxo de massa.

PERDA DE ÁGUA NA FORMA LÍQUIDA POR HIDATÓDIOS FOLIARES: GUTAÇÃO



NÍVEIS ADEQUADOS NO TECIDO DE ELEMENTOS REQUERIDOS PELA PLANTA

Elemento	Símbolo químico	Concentração na matéria seca (% ou ppm) ^a	Número relativo de átomos em relação ao molibdênio
Obtidos da água ou dióxido de carbono			
Hidrogênio	H	6	60.000.000
Carbono	C	45	40.000.000
Oxigênio	O	45	30.000.000
Obtidos do solo			
Macronutrientes			
Nitrogênio	N	1,5	1.000.000
Potássio	K	1,0	250.000
Cálcio	Ca	0,5	125.000
Magnésio	Mg	0,2	80.000
Fósforo	P	0,2	60.000
Enxofre	S	0,1	30.000
Silício	Si	0,1	30.000
Micronutrientes			
Cloro	Cl	100	3.000
Ferro	Fe	100	2.000
Boro	B	20	2.000
Manganês	Mn	50	1.000
Sódio	Na	10	400
Zinco	Zn	20	300
Cobre	Cu	6	100
Níquel	Ni	0,1	2
Molibdênio	Mo	0,1	1

CLASSIFICAÇÃO DOS NUTRIENTES MINERAIS DAS PLANTAS DE ACORDO COM A FUNÇÃO BIOQUÍMICA

**Nutriente
Mineral**

Funções

Grupo 1

Nutrientes que fazem parte de compostos de carbono

N

Constituintes de aminoácidos, amidas, proteínas, ácidos nucleicos, nucleotídeos, coenzimas, hexoaminas, etc.

S

Componente da cisteína, cistina, metionina e proteínas. Constituinte do ácido lipóico, coenzima A, tiamina pirofosfato, glutationa, biotina, adenosina-5'-fosfossulfato e 3-fosfoadenosina.

**Nutriente
Mineral**

Funções

Grupo 2

Nutrientes que são importantes na armazenagem de energia e na integridade estrutural

- P** Componentes de fosfato açúcares, ácidos nucleicos, nucleotídeos, coenzimas, fosfolipídeos, ácido fítico, etc. Tem papel central em reações que envolvem ATP.
- B** Complexos com manitol, manans, ácido polimanurônico e outros constituintes das paredes celulares. Envolvido no alongamento celular e no metabolismo de ácidos nucleicos.

**Nutriente
Mineral**

Funções

Grupo 3

Nutrientes que permanecem na forma iônica

K Requerido como cofator de mais de 40 enzimas. Principal cátion no estabelecimento do turgor celular e manutenção da eletroneutralidade celular.

Ca Constituinte da lamela média das paredes celulares. Requerido como cofator por algumas enzimas envolvidas na hidrólise de ATP e de fosfolipídeos. Atua como mensageiro secundário na regulação metabólica.

Mg Requerido por muitas enzimas envolvidas na transferência de fosfato. Constituinte da molécula da clorofila.

Cl Requerido para as reações fotossintéticas envolvendo a evolução de O₂.

Mn Requerido para a atividade de algumas desidrogenases, descarboxilases, quinases e peroxidases. Envolvido com outras enzimas ativadas por cátions e na evolução fotossintética de O₂.

**Nutriente
Mineral**

Funções

Grupo 4 Nutrientes que estão envolvidos em reações redox

Fe Constituinte de citocromos e ferro-proteínas não-heme envolvidas na fotossíntese, fixação de N_2 e respiração.

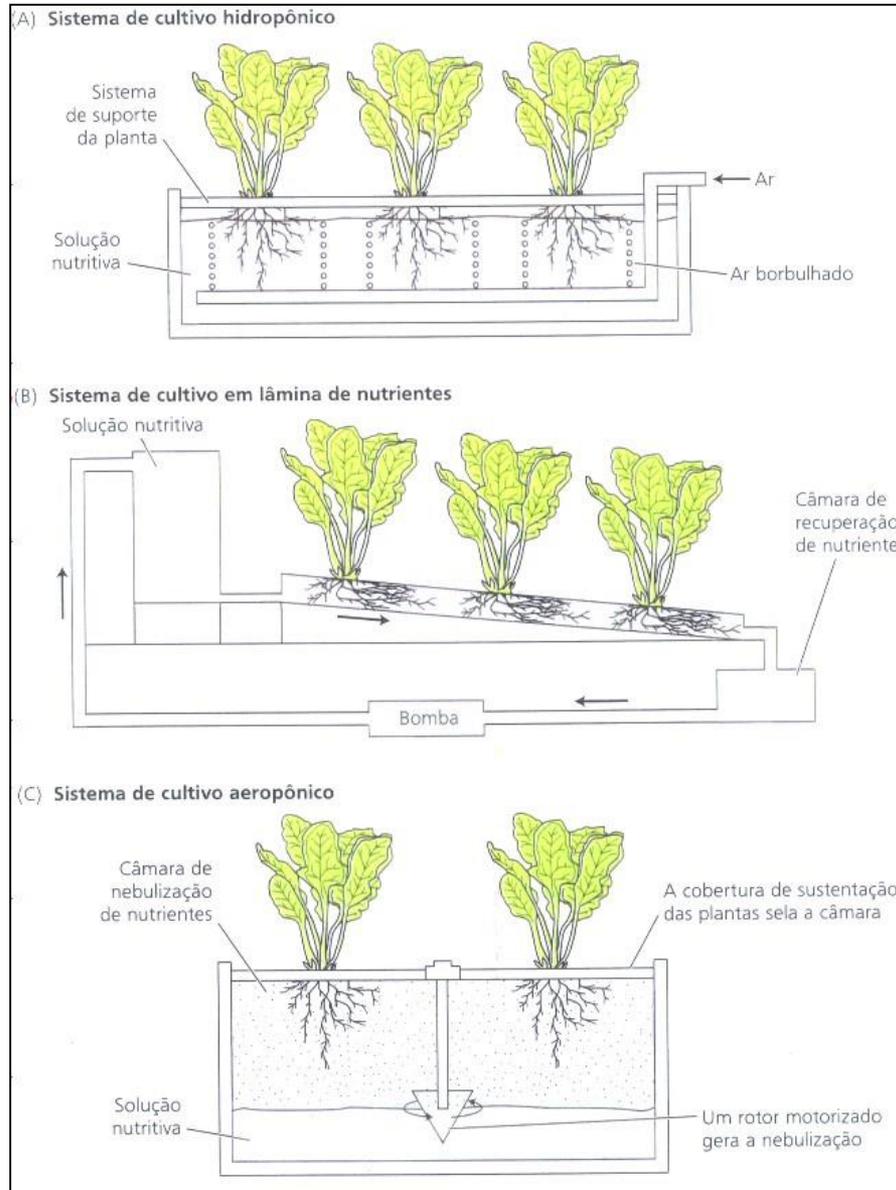
Zn Constituinte da álcool desidrogenase, desidrogenase glutâmica, anidrase carbônica, etc.

Cu Componente da ácido ascórbico oxidase, tirosinase, monoamina oxidase, uricase, citocromo oxidase, fenolase, lacase e plastocianina.

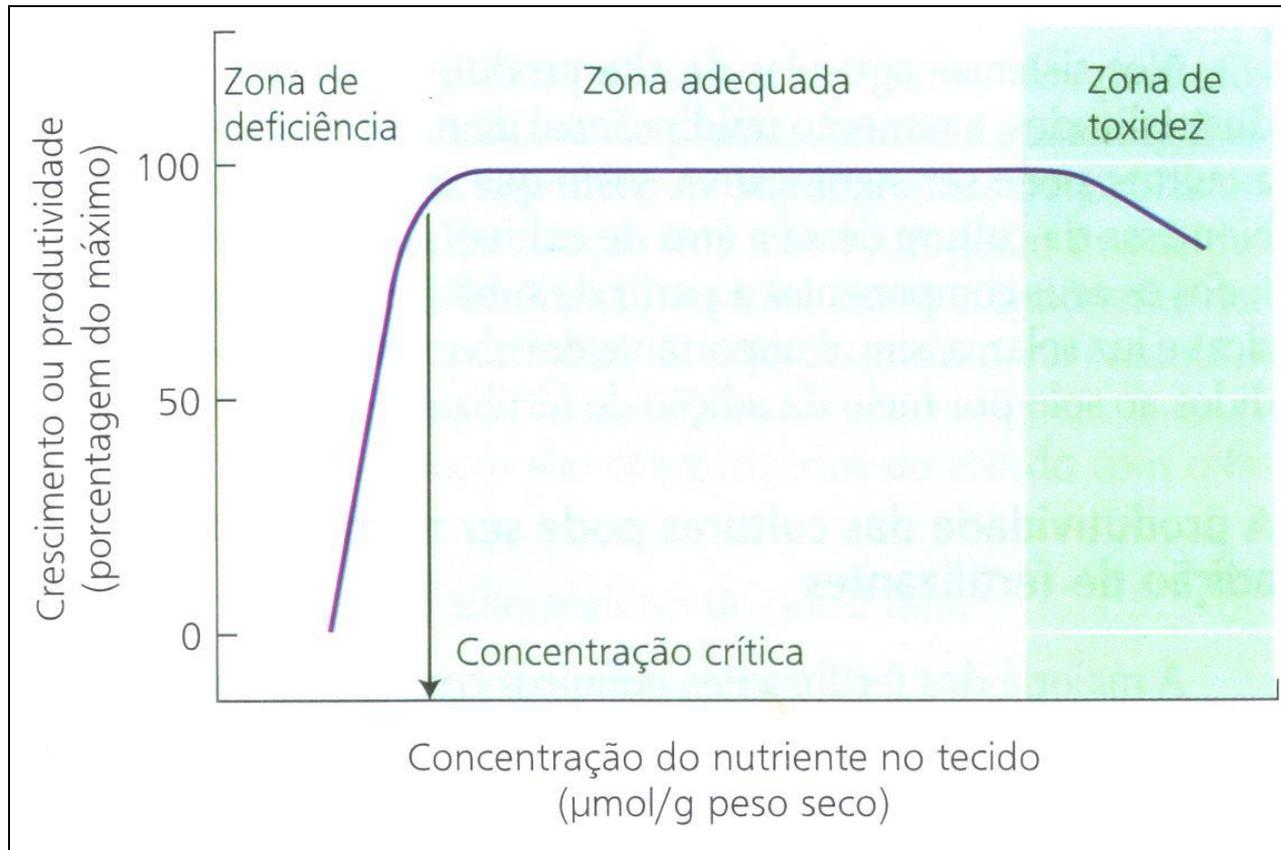
Ni Constituinte da urease. Em bactérias fixadoras de N_2 , é constituinte de hidrogenases.

Mo Constituinte da nitrogenase, nitrato redutase e xantina desidrogenase.

SISTEMAS HIDROPÔNICOS



RELAÇÃO ENTRE PRODUTIVIDADE E DISPONIBILIDADE DE NUTRIENTES



MOBILIDADE E TENDÊNCIA DE TRANSLOCAÇÃO DE NUTRIENTES

Móveis

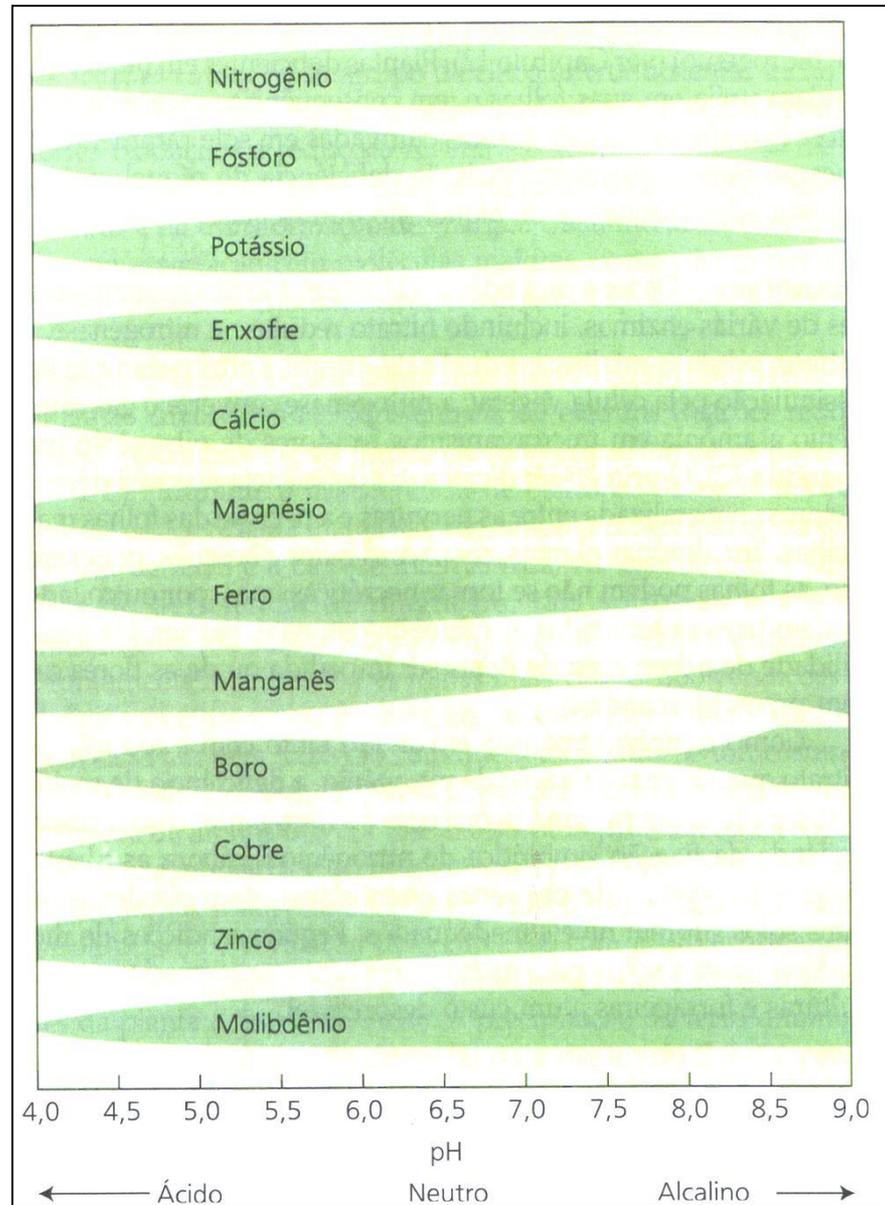
Nitrogênio
Potássio
Magnésio
Fósforo
Cloro
Sódio
Zinco
Molibdênio

Pouco Móveis

Cálcio
Enxofre
Ferro
Boro
Cobre

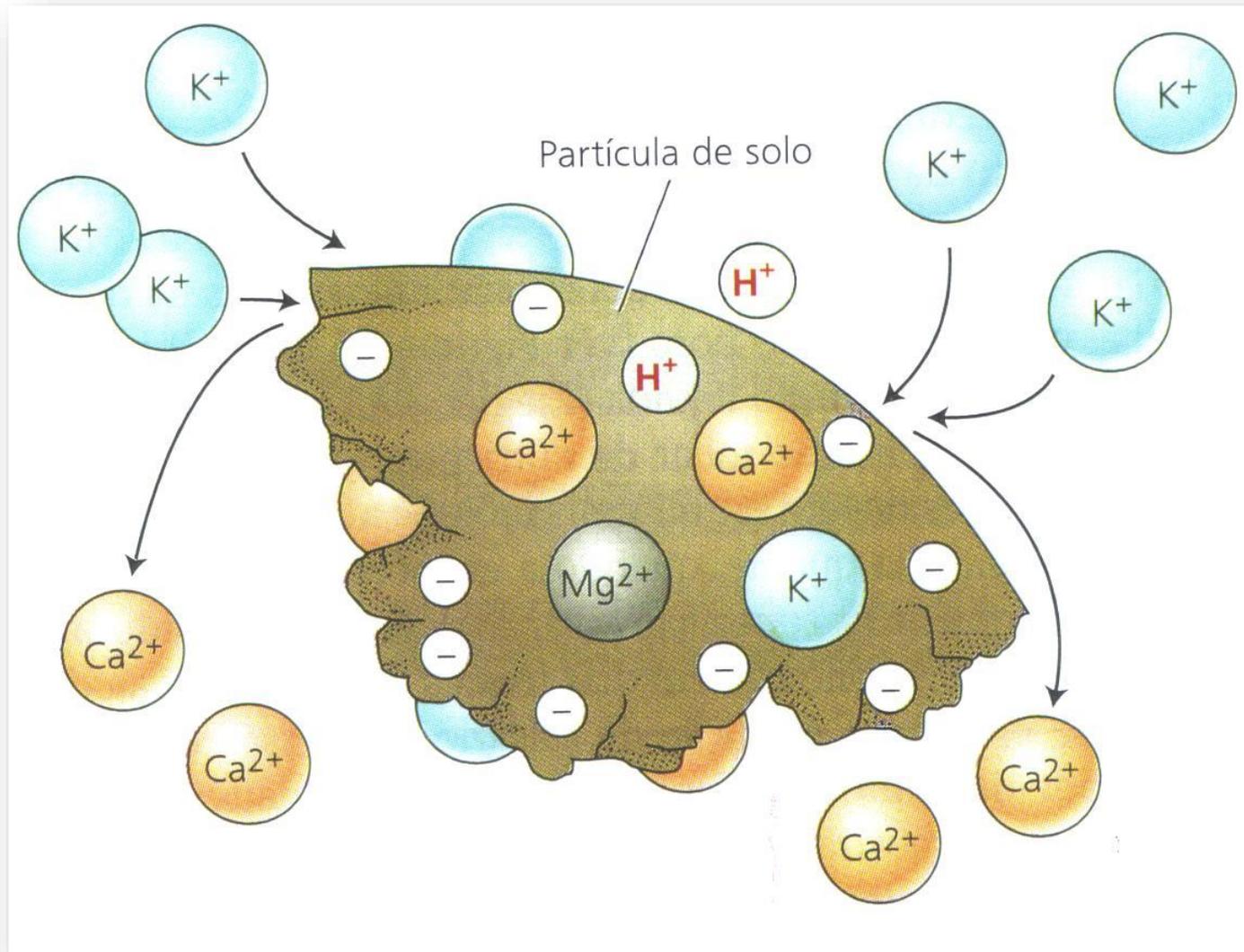
Nota: Elementos listados na ordem de suas abundâncias na planta.

pH DO SOLO E DISPONIBILIDADE DE NUTRIENTES

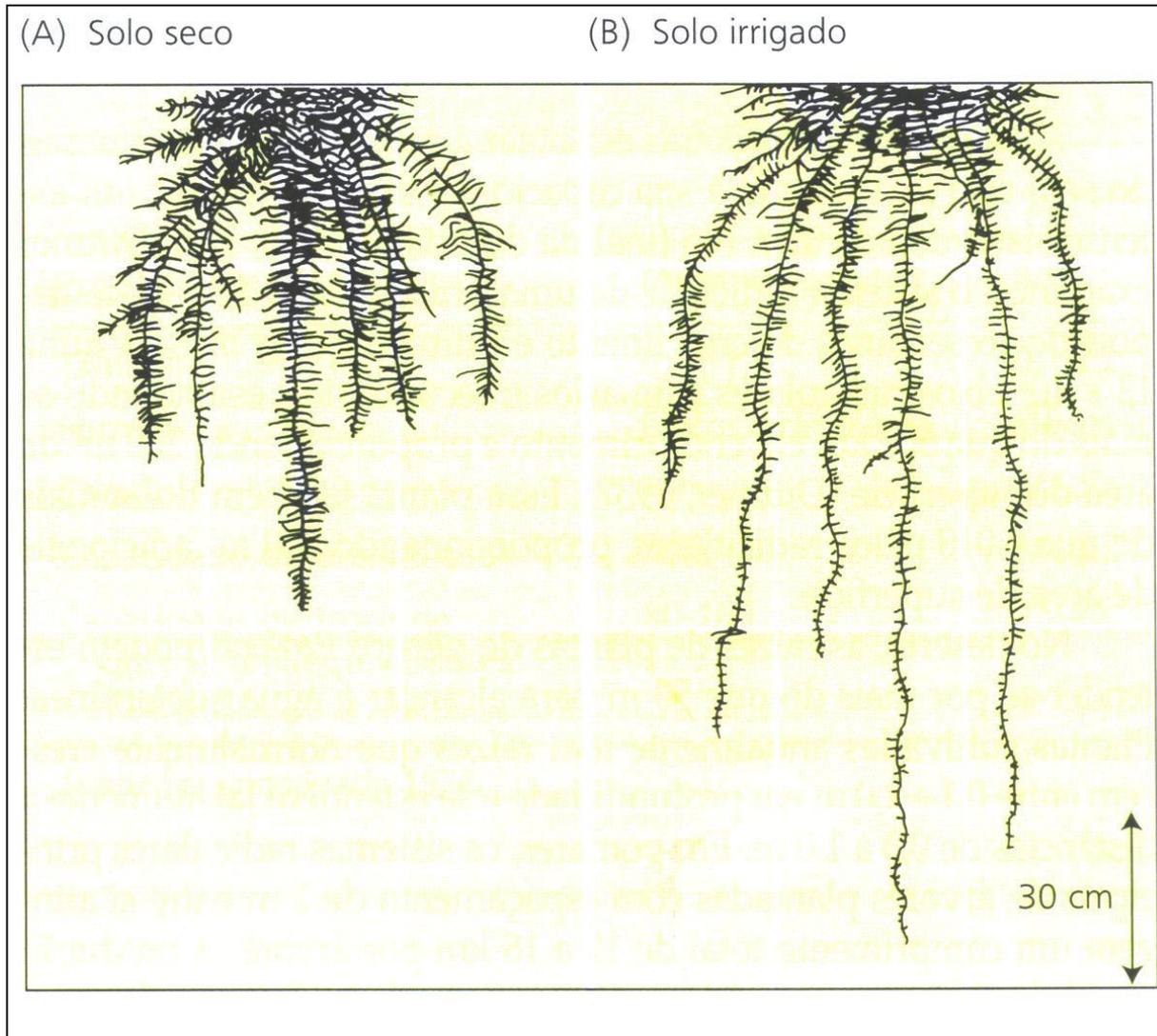


NUTRIÇÃO MINERAL

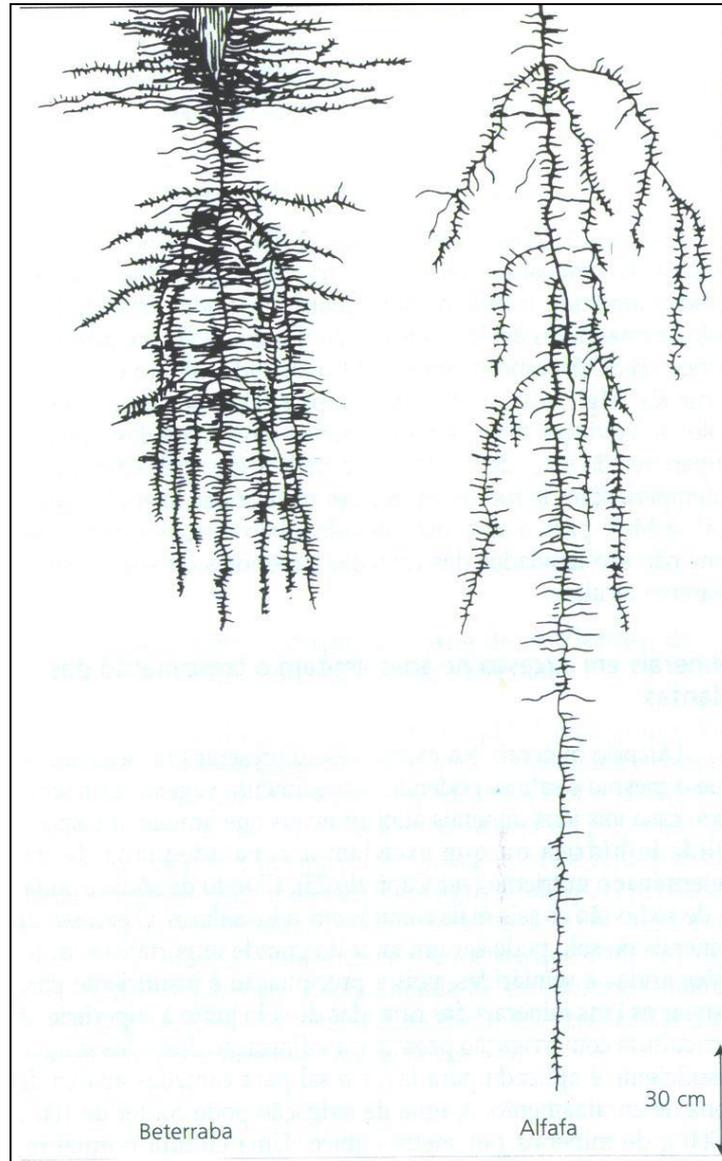
TROCA CATIÔNICA NUMA PARTÍCULA DE SOLO



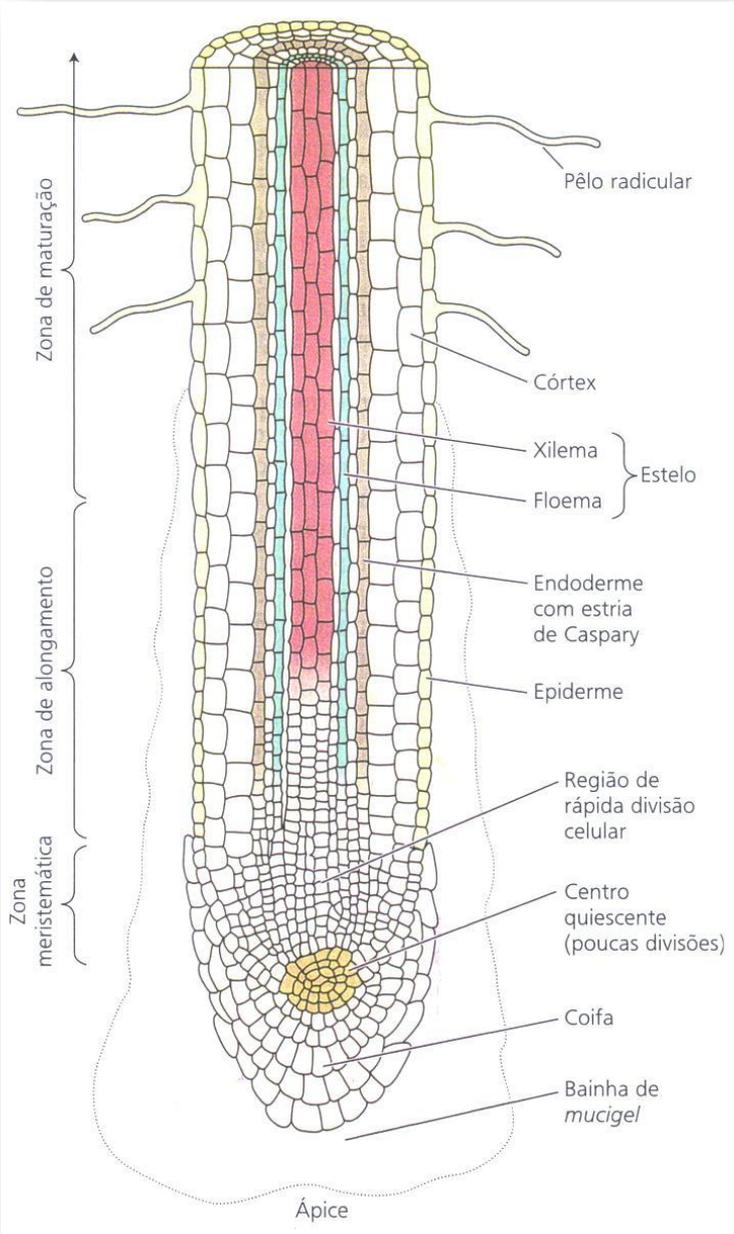
SISTEMA RADICULAR DE TRIGO EM SOLO SECO E IRRIGADO



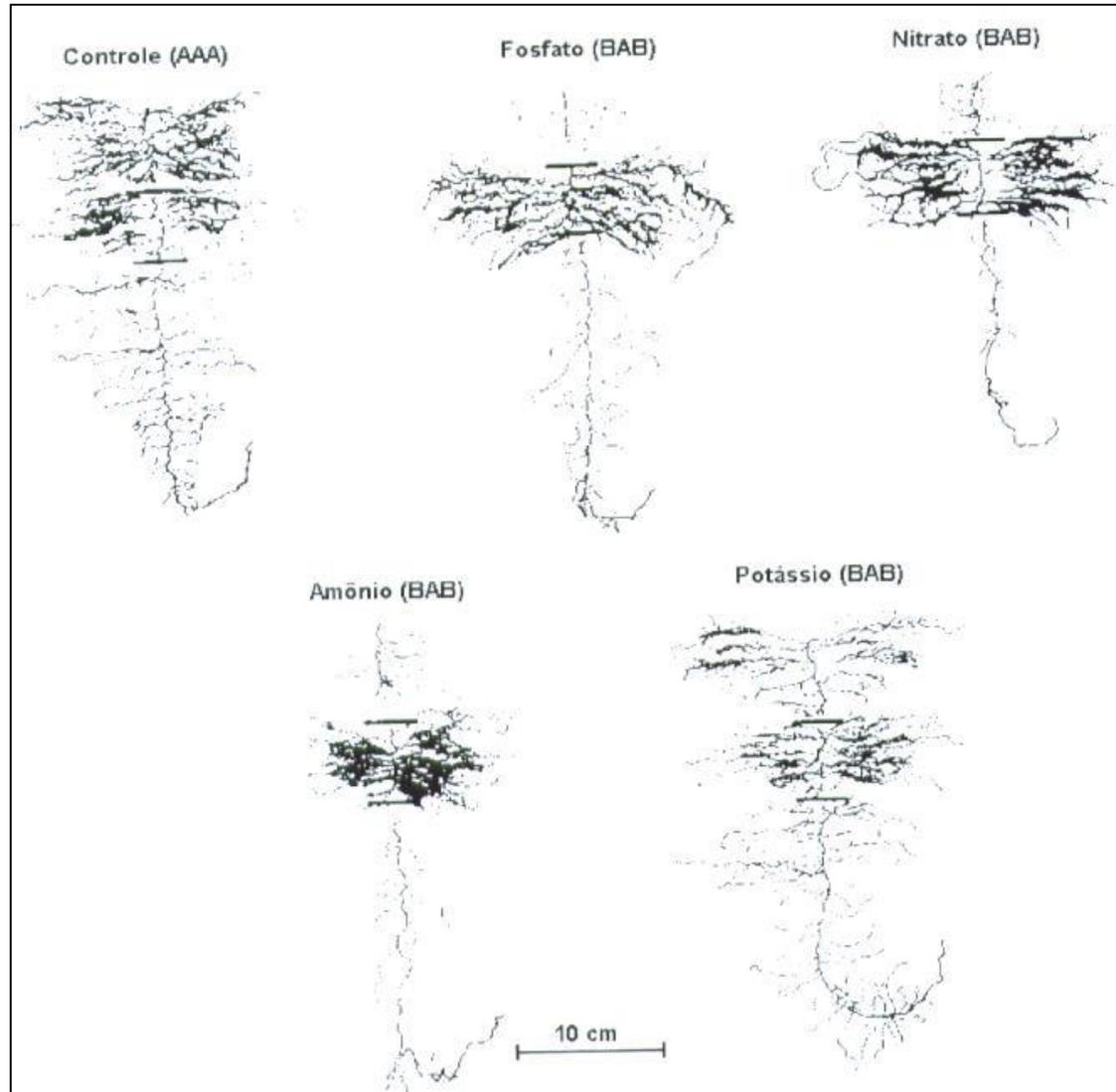
SISTEMAS RADICULARES DE BETERRABA E ALFAFA



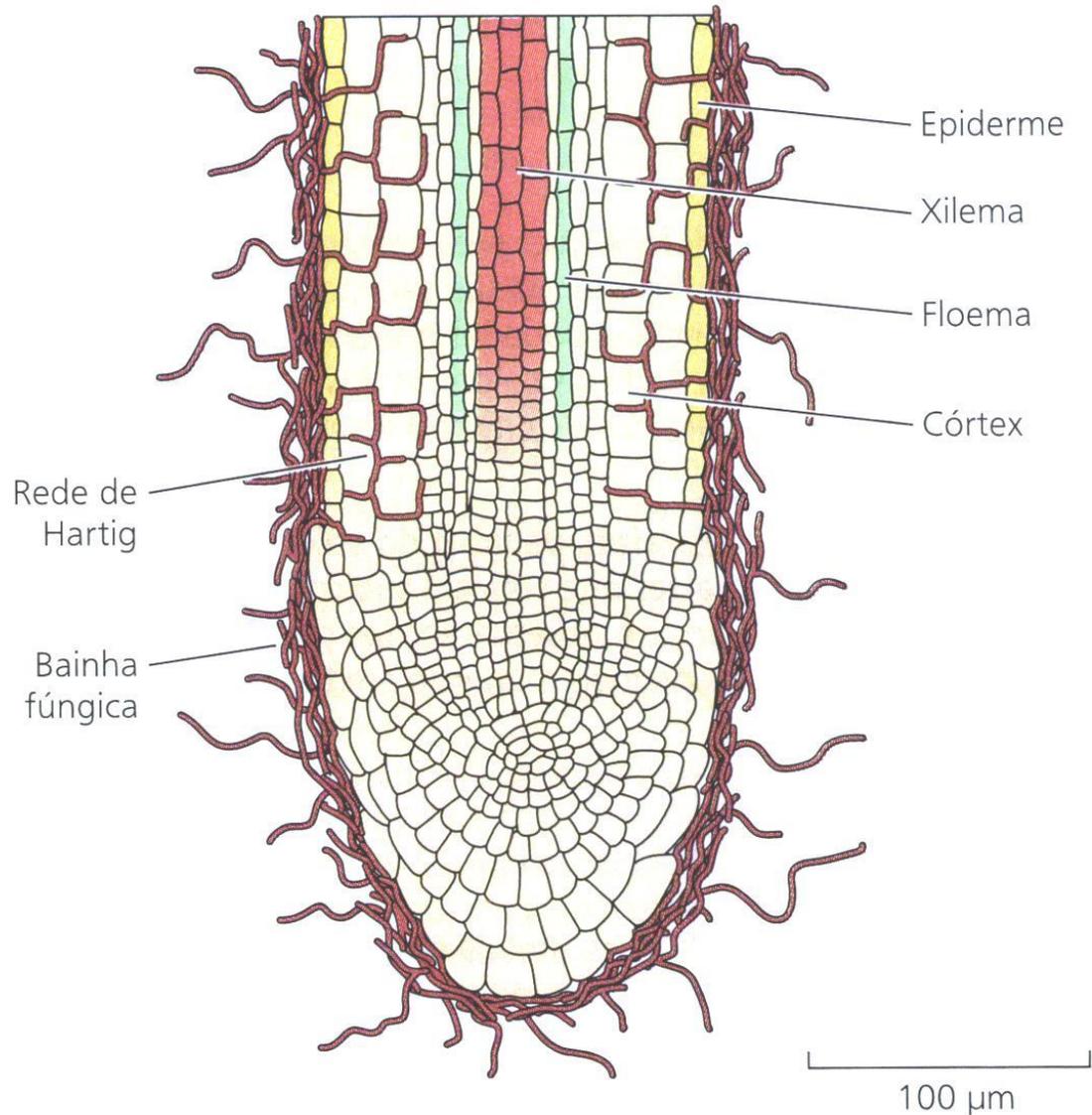
SEÇÃO LONGITUDINAL DO ÁPICE DA RAIZ



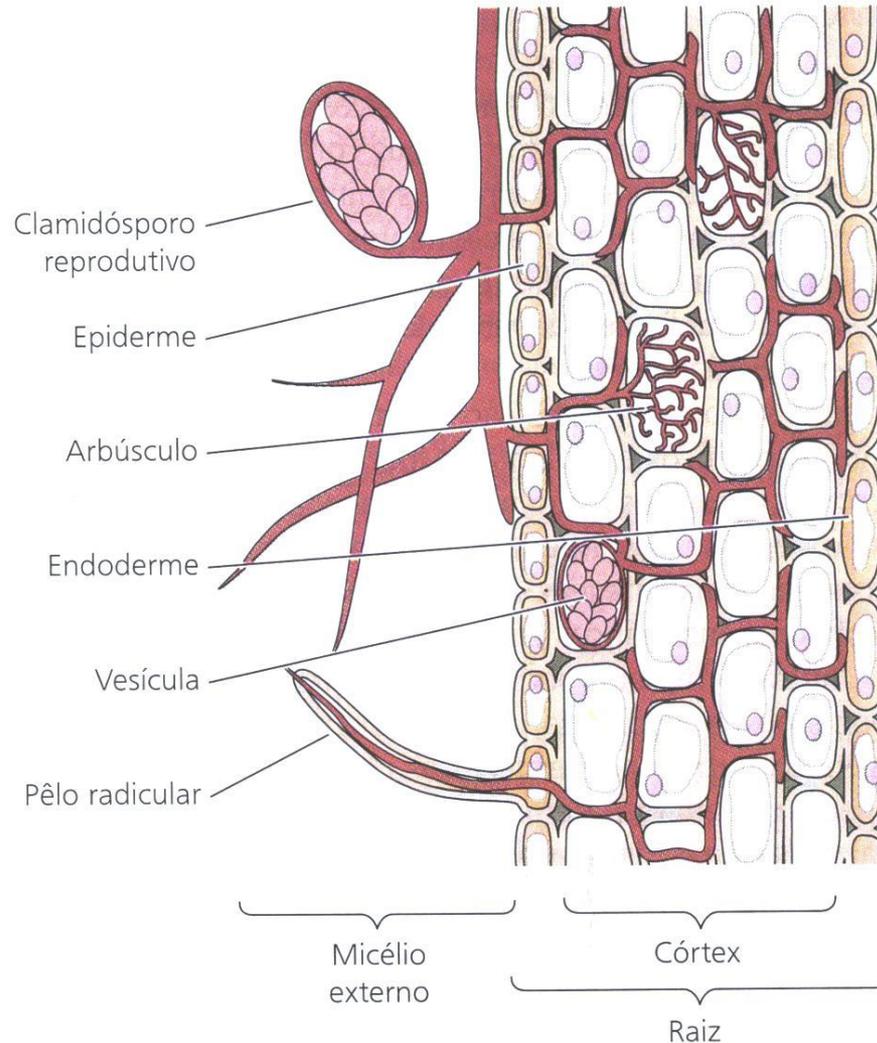
TEORES DE NUTRIENTES E DESENVOLVIMENTO RADICULAR



RAÍZ INFECTADA COM FUNGOS MICORRÍZICOS ECTOTRÓFICOS



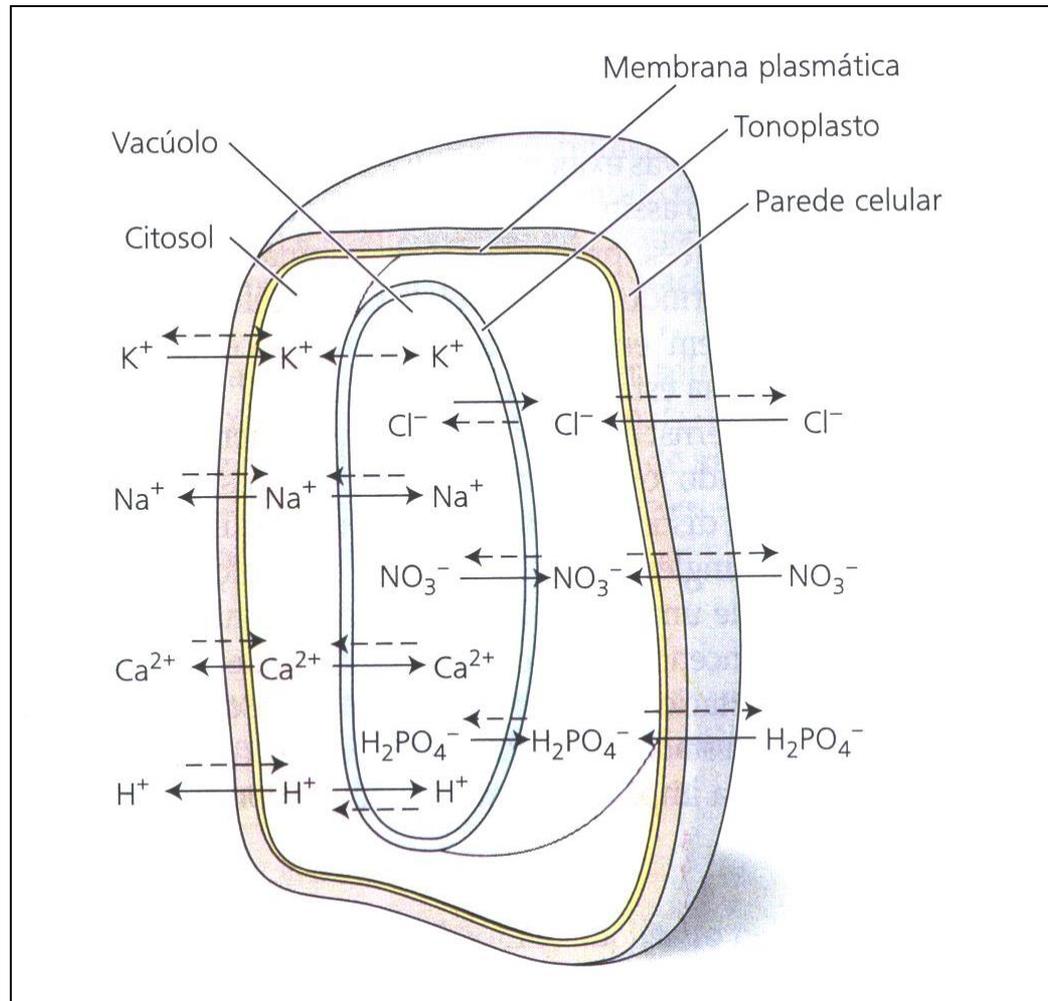
ASSOCIAÇÃO ENTRE FUNGOS MICORRÍZICOS VESÍCULO-ARBUSCULARES EM RAÍZ



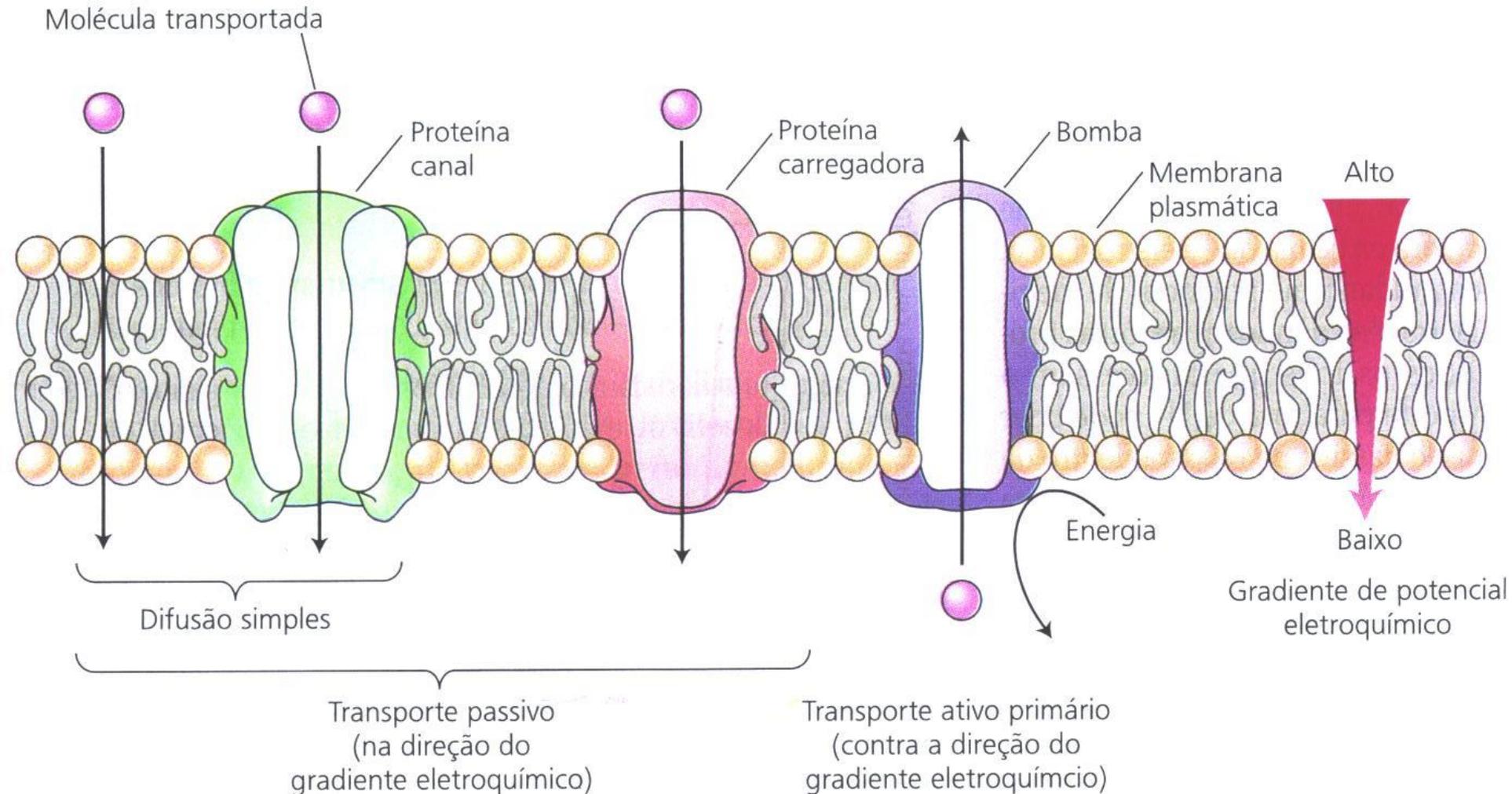
pH VACUOLAR DE ESPÉCIES VEGETAIS HIPERACIDIFICANTES

Tecido	Espécie	pH ^a
Frutos	Lima (<i>Citrus aurantifolia</i>)	1,7
	Limão (<i>Citrus limonia</i>)	2,5
	Cereja (<i>Prunus cerasus</i>)	2,5
	Pomelo (<i>Citrus paradisi</i>)	3,0
Folhas	Azedinha (<i>Oxalis deppei</i>)	1,3
	Begônia de cera (<i>Begonia semperflorens</i>)	1,5
	Begônia "Lucerna"	0,9-1,4
	<i>Oxalis</i> sp.	1,9-2,6
	Azeda (<i>Rumex</i> sp.)	2,6
	Opúncia (<i>Opuntia phaeacantha</i>) ^b	1,4(6:45 A.M.) 5,5 (4:00 P.M.)

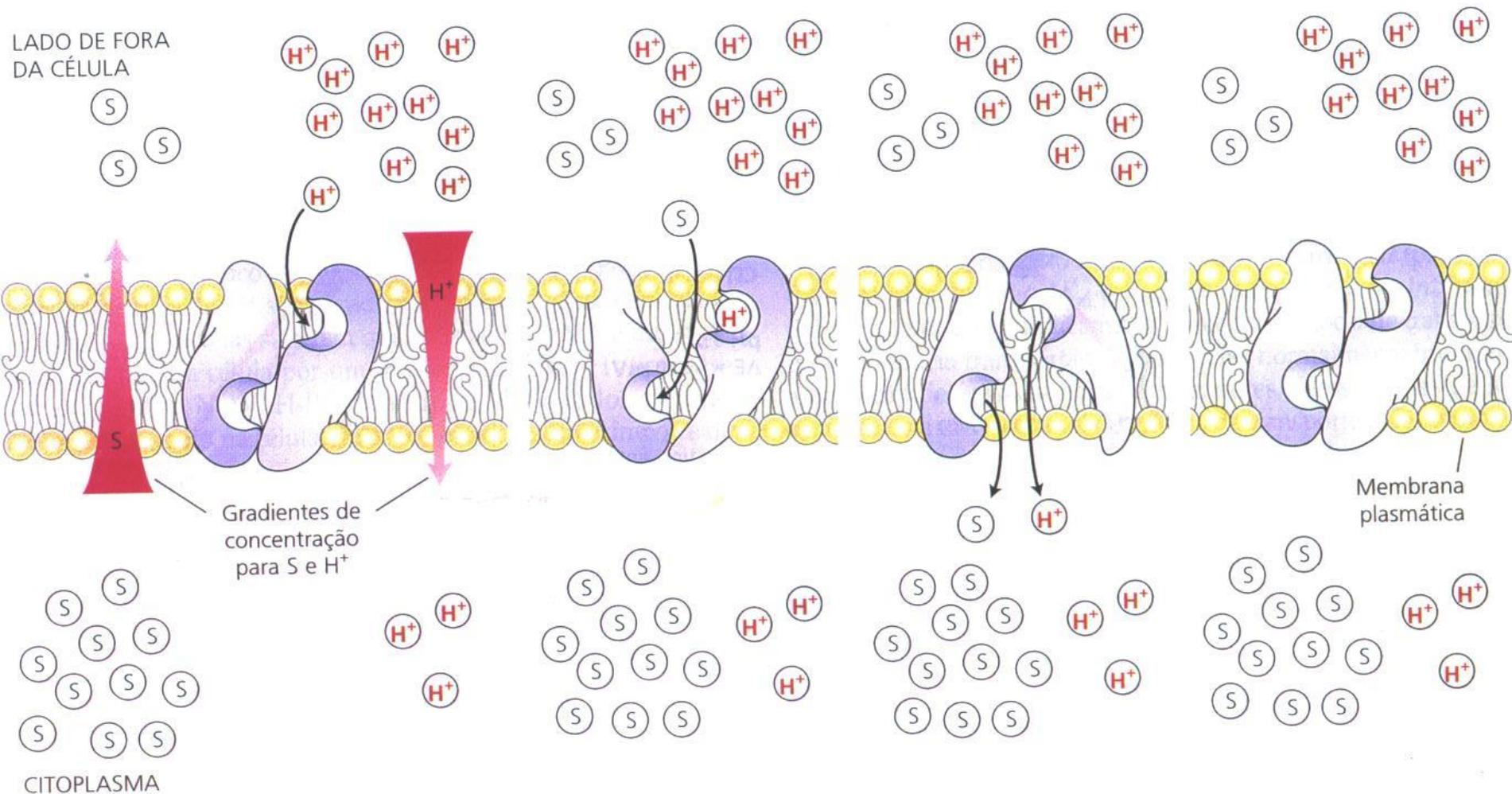
PROCESSOS DE TRANSPORTE E CONCENTRAÇÃO IÔNICA NO CITOSOL E VACÚOLO



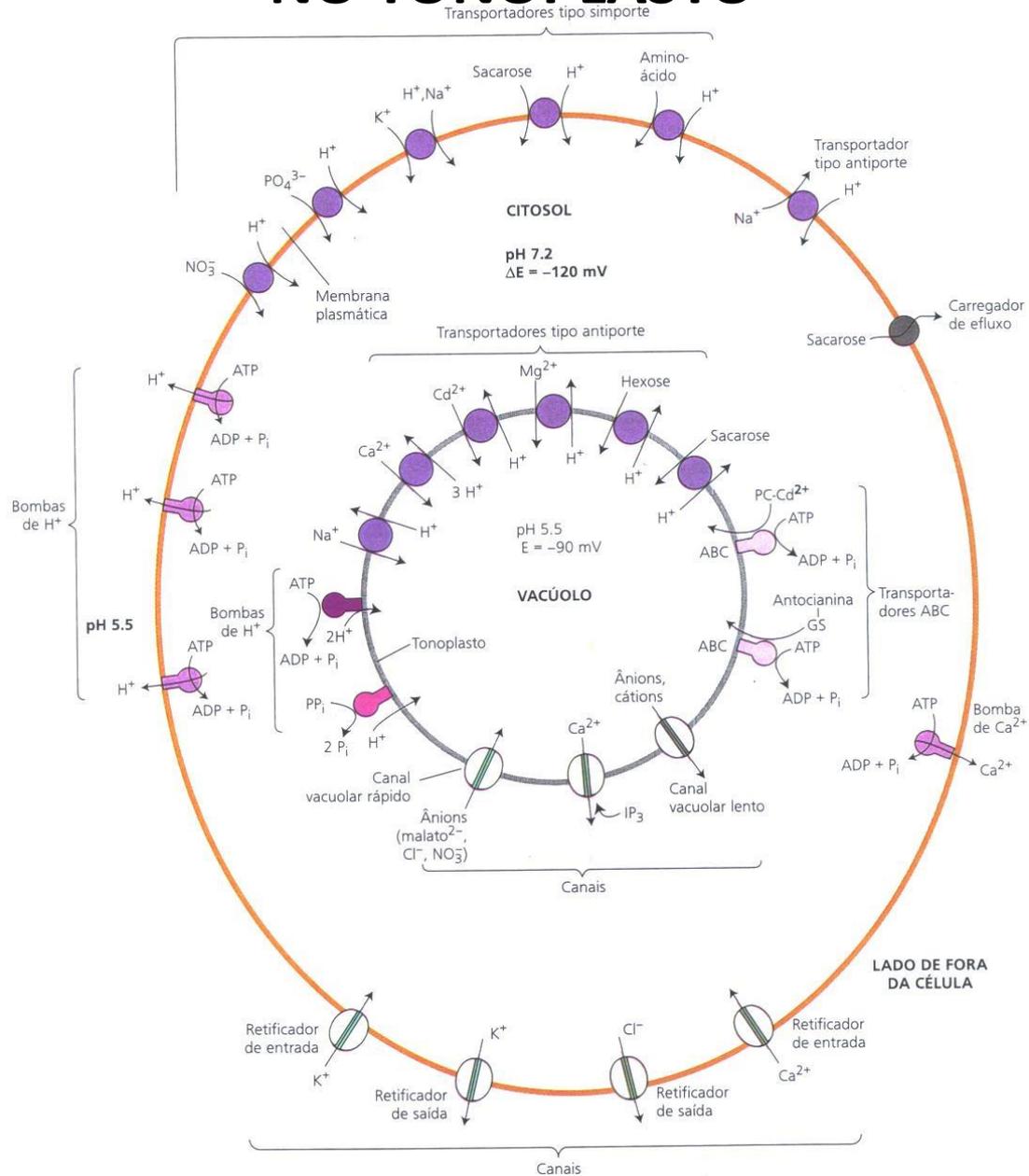
TRANSPORTE PASSIVO E ATIVO NA MEMBRANA



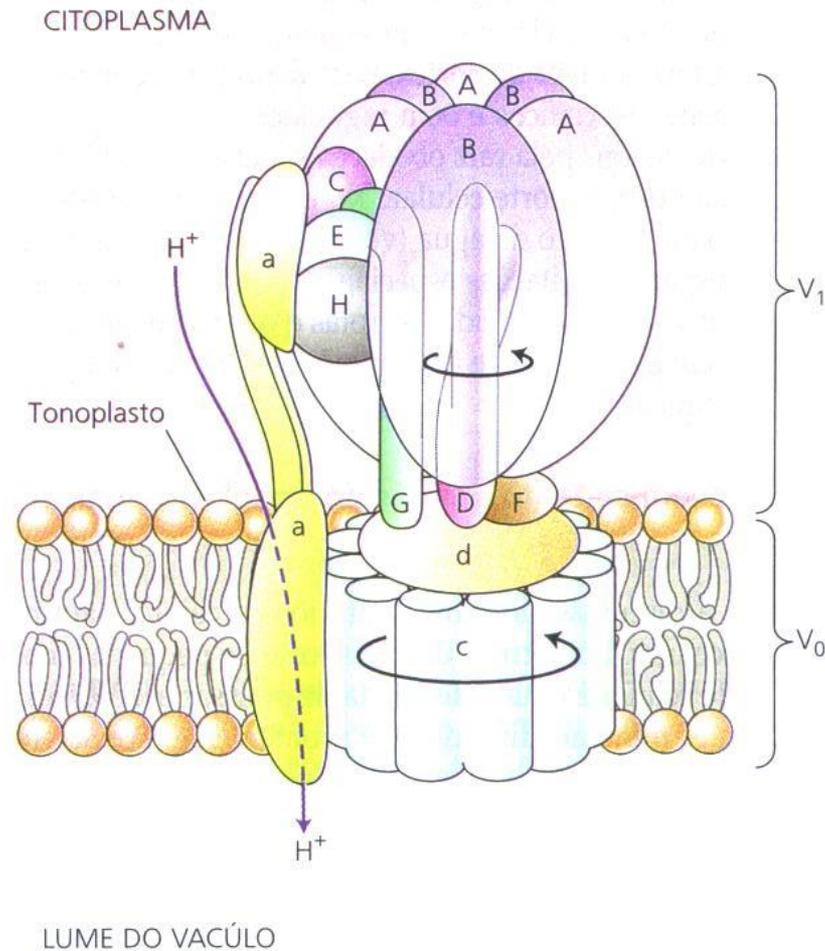
MODELO PARA TRANSPORTE ATIVO SECUNDÁRIO



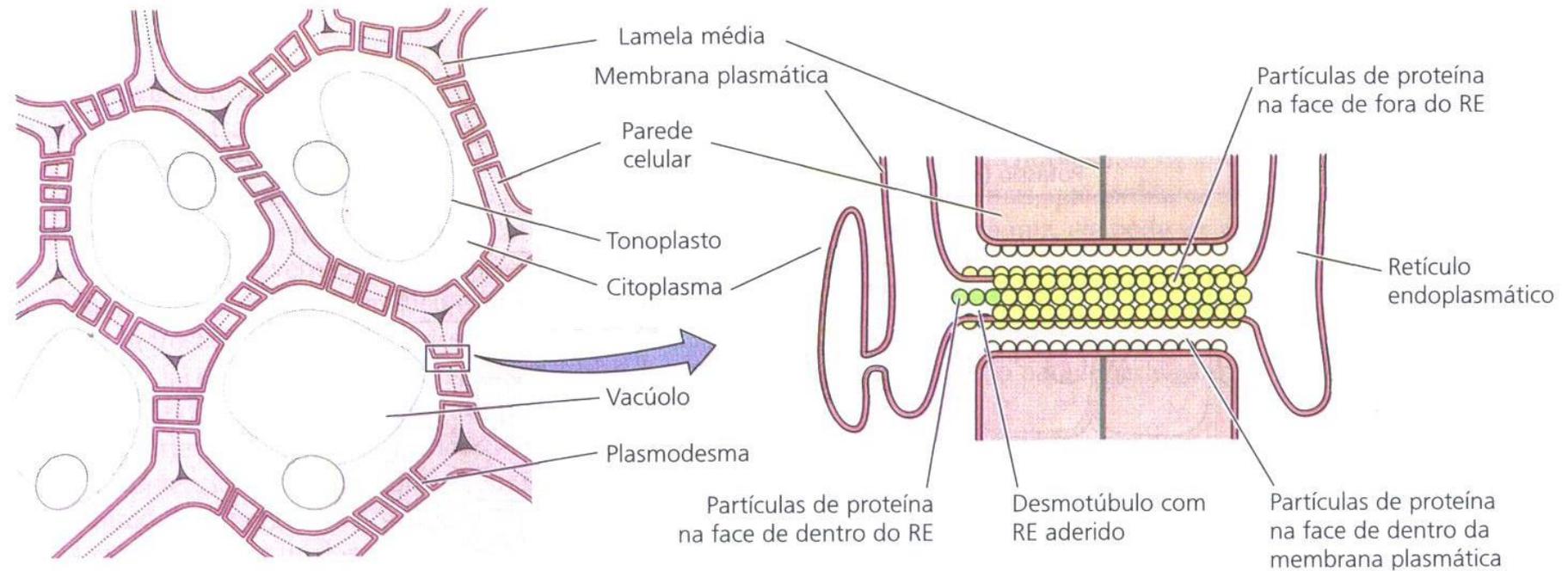
PROCESSOS DE TRANSPORTE NA MEMBRANA PLASMÁTICA E NO TONOPLASTO



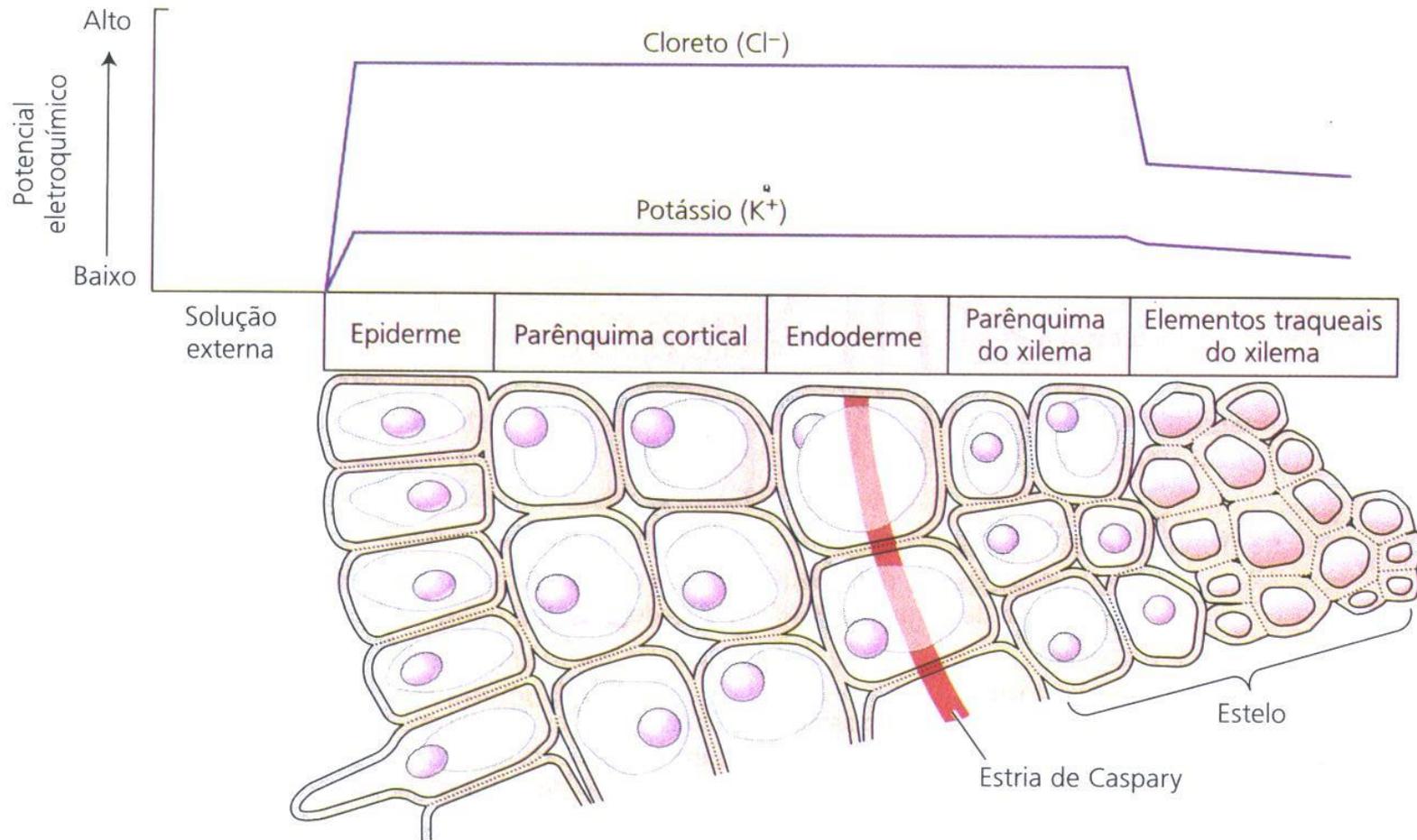
MECANISMO DE ROTAÇÃO DA V-ATase NA MEMBRANA



PLASMODESMOS CONECTANDO CITOPLASMA DE CÉLULAS ADJACENTES



POTENCIAIS ELETROQUÍMICOS DO K^+ E Cl^- DE UMA RAÍZ DE MILHO





OBRIGADO