

ABSORÇÃO TRANSLOCAÇÃO E SELETIVIDADE DOS HERBICIDAS



Prof. Dr. RICARDO VICTORIA FILHO
ÁREA DE BIOLOGIA E MANEJO DE PLANTAS DANINHAS
DEPARTAMENTO DE PRODUÇÃO VEGETAL
ESALQ/USP – PIRACICABA/SP



ABSORÇÃO, TRANSLOCAÇÃO E SELETIVIDADE DOS HERBICIDAS

1. INTRODUÇÃO

- **HERBICIDAS DISPONÍVEIS NO MERCADO**
- **OTIMIZAÇÃO DA EFICÁCIA**
- **HERBICIDAS DE CONTATO E DE TRANSLOCAÇÃO**

2- VIAS DE PENETRAÇÃO DOS HERBICIDAS NAS PLANTAS

VIAS DE PENETRAÇÃO

- a) FOLHA – Herbicidas aplicados em pós-emergência**
- b) RAÍZES – Herbicidas aplicados ao solo**
- c) SEMENTES**
- d) CAULES**

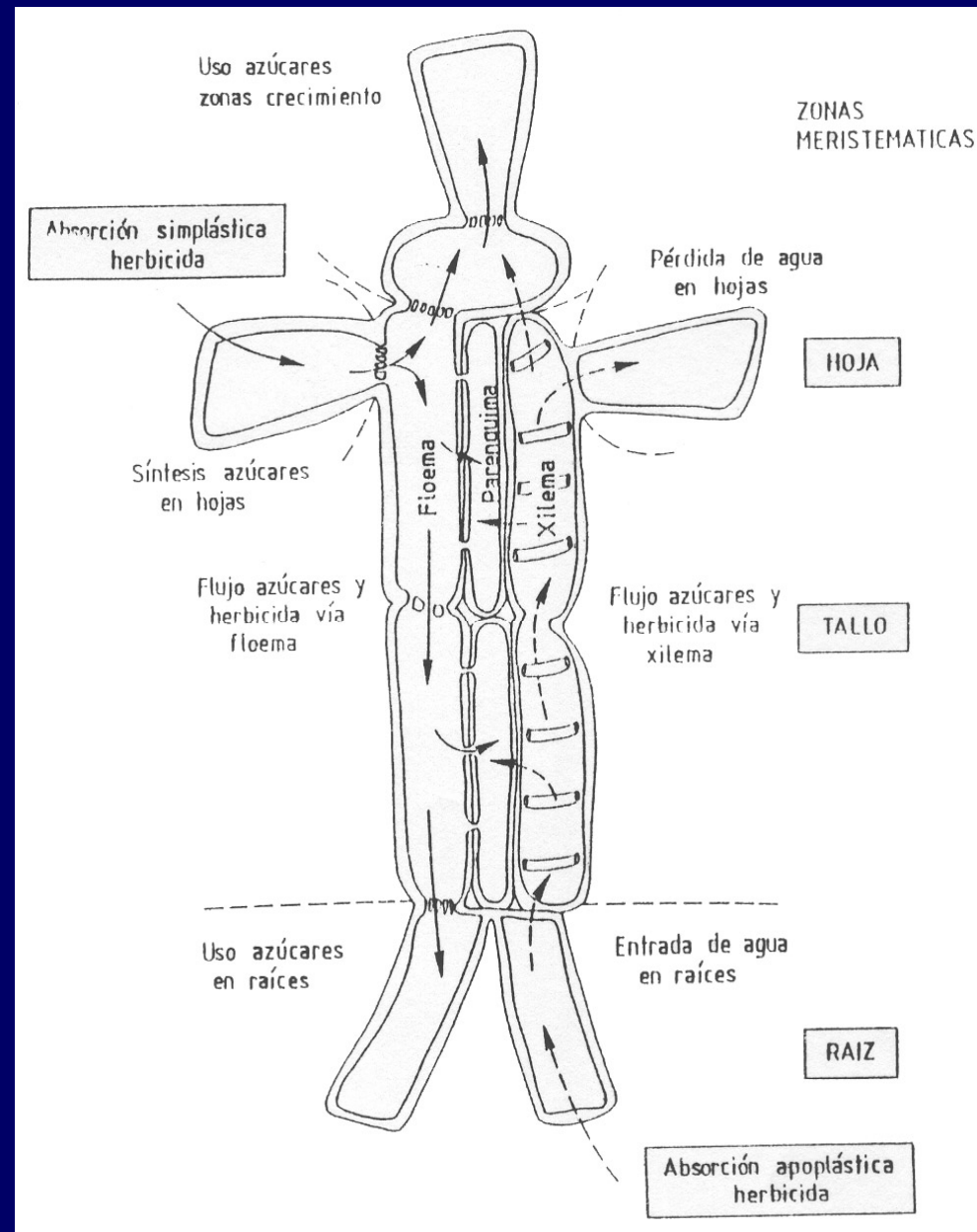


FIGURA 1 – Movimento apoplástico e simplástico de herbicidas nas plantas

3 - ABSORÇÃO E TRANSLOCAÇÃO

VIA FOLIAR

- a) distribuição do herbicida na planta**
 - mecanismo de ação – alvo**
- b) retenção – adjuvantes**
- c) absorção -**
 - estômatos**
 - cutícula**
 - plasmalema**
- d) translocação**
- e) fatores ambientais**

a) DISTRIBUIÇÃO DO HERBICIDA NA FOLHA

- **FATORES**

- **Tecnologia de aplicação**
- **Deriva**
- **Pós-emergência tardia – não ocorre uma cobertura adequada devido ao efeito guarda-chuva**

Tabela 1 - Retenção da calda aplicada em diferentes espécies vegetais (Blackman, et al., 1958).

Espécies	Nº de folhas	Altura - cm	ml de água retida/ g de parte aérea
Mostarda	2	5-7	2,5
Girassol	2	6	2,0
Linho	2	5	1,1
Ervilha	2	5-10	0,4
Cevada	3	15-20	0,3

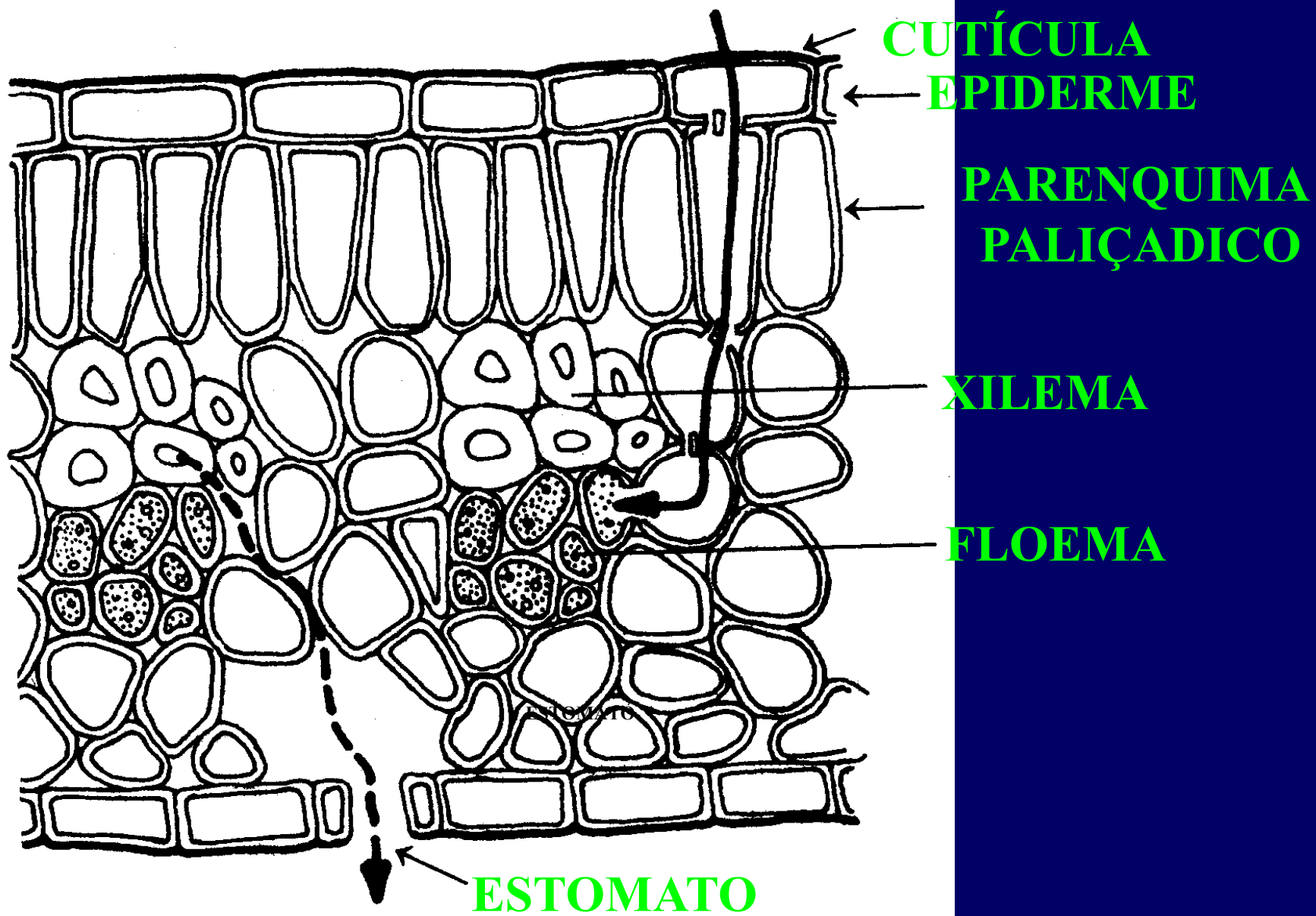


Figura 1- Corte transversal da folha, mostrando a cutícula e outras estruturas

CUTÍCULA

- **COMPONENTES**

- cera
- cutina
- pectina
- celulose

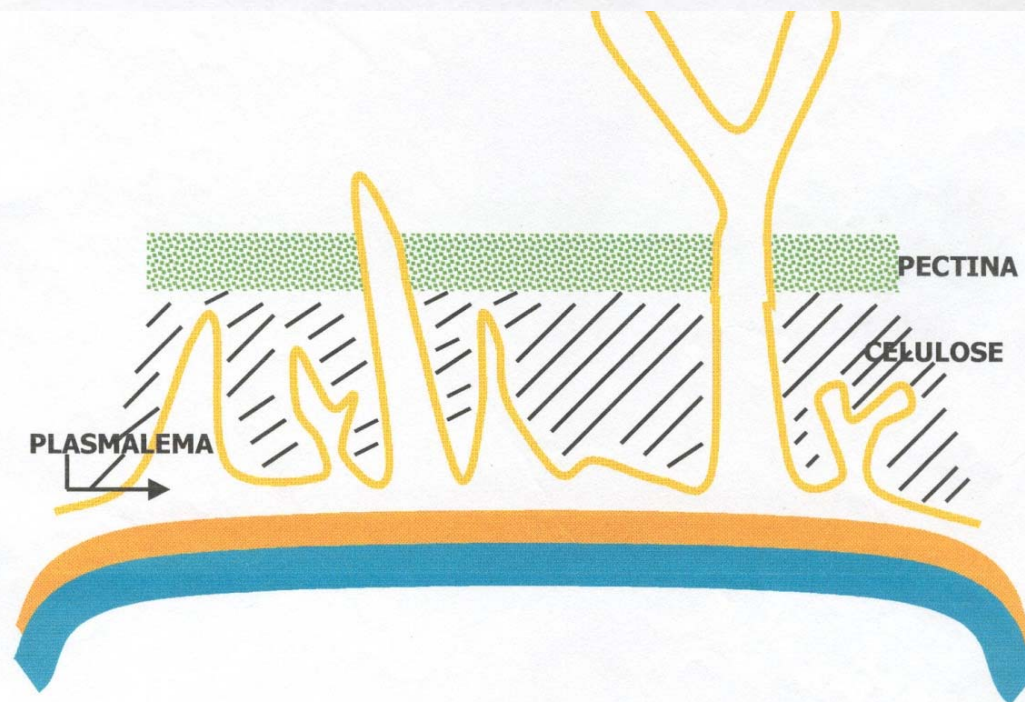
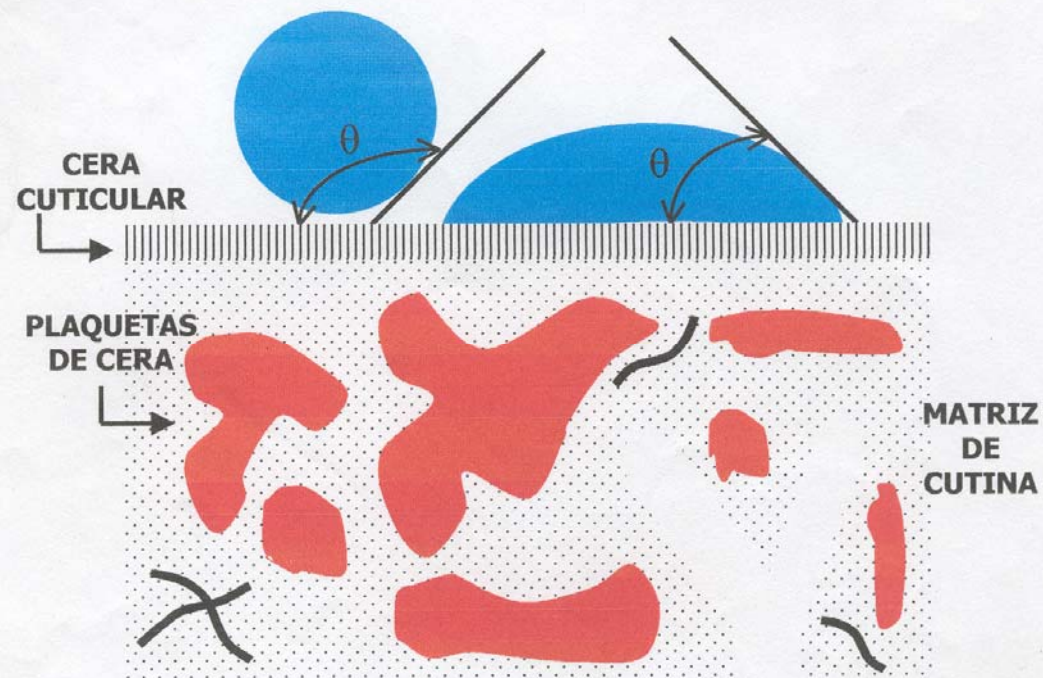
- **COMPONENTES HIDROFÓBICOS**

- Ceras e cutinas

- **COMPONENTES HIDROFILOS**

- Pectinas e celulose

Figura 3 – Componentes da Cutícula



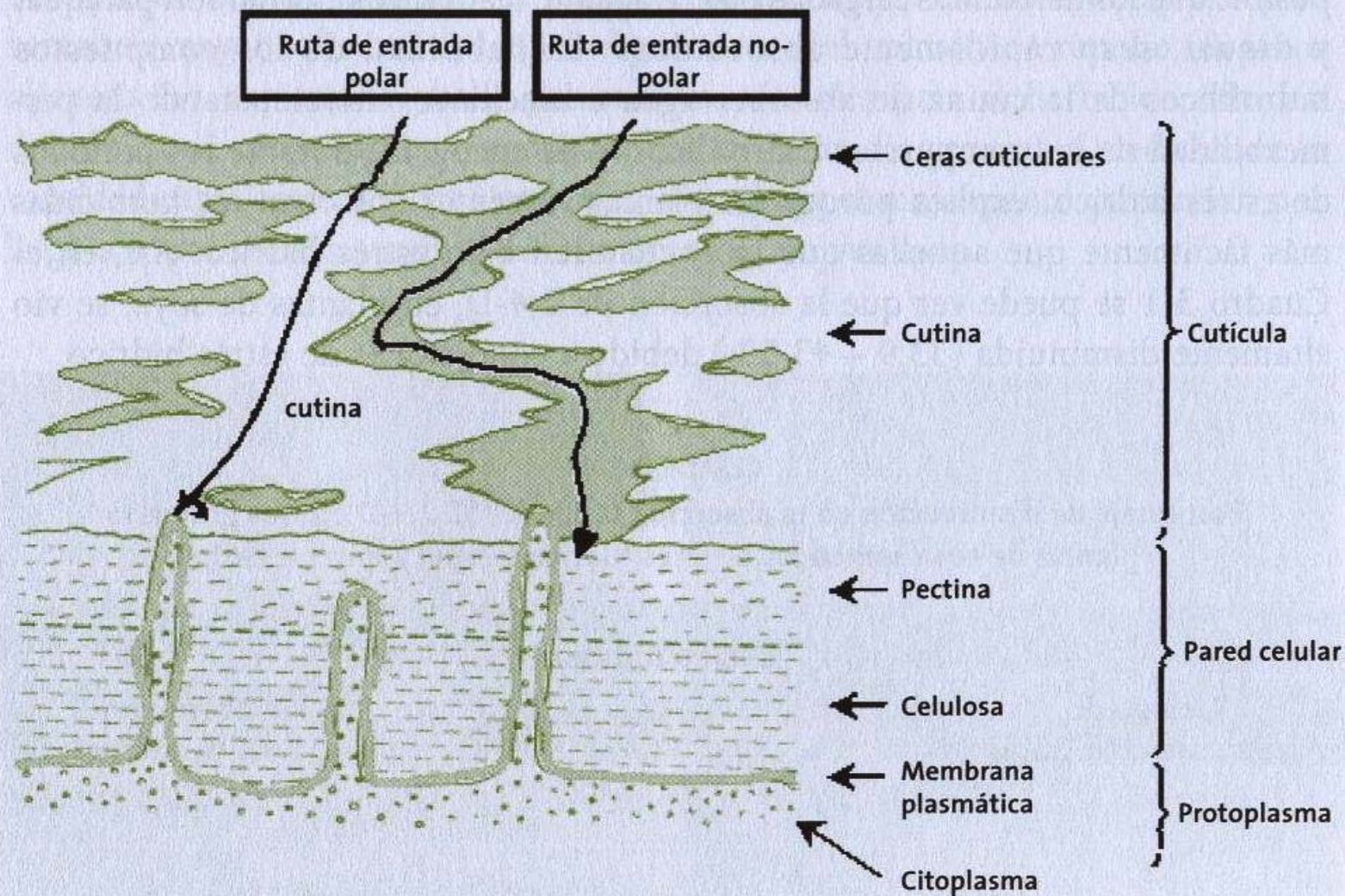


FIGURA 3-6

Esquema de la estructura de la cutícula y rutas hipotéticas de absorción de los herbicidas aplicados al follaje; el área sombreada corresponde a zonas lipofílicas, o sea ceras epicuticulares y membrana celular (Adaptado de Klingman y Ashton, 1982).

b) RETENÇÃO NA FOLHA

- tempo de retenção
- efeitos da chuva
- surfactantes

Tabela 2 - Percentagens de componentes não polares e polares, bem como o pH, na superfície de folhas de diversas espécies infestantes.

	Não polares	Polares	pH
Cyperus rotundus	82%	17%	7,2
Avena fátua	10%	90%	7,0
Brachiaria plantaginea	17%	82%	7,0
Cynodon dactylon	12%	88%	6,4
Digitaria sanguinalis	37%	62%	7,0
Echinochloa crus-galli	27%	72%	6,8
Panicum dichotomiflorum	17%	82%	7,0
Poa annua	29%	71%	7,0
Sorghum halepense	6%	93%	7,0
Amaranthus retroflexus	44%	55%	8,0
Capsella bursa-pastoris	32%	68%	7,2
Chenopodium album	32%	66%	7,0
Datura stramonium	92%	7%	6,6
Ipomoea purpúrea	32%	68%	8,2
Polygonum lapathifolium	12%	86%	7,5
Portulaca olearacea	37%	63%	6,6
Senna obtusifolia	7%	93%	6,8
Sida spinosa	85%	14%	8,2
Sinapsis arvensis	47%	52%	8,3
Solanum nigrum	88%	11%	8,4
Stellaria media	9%	91%	6,8
Xanthium orientale	58%	41%	6,5

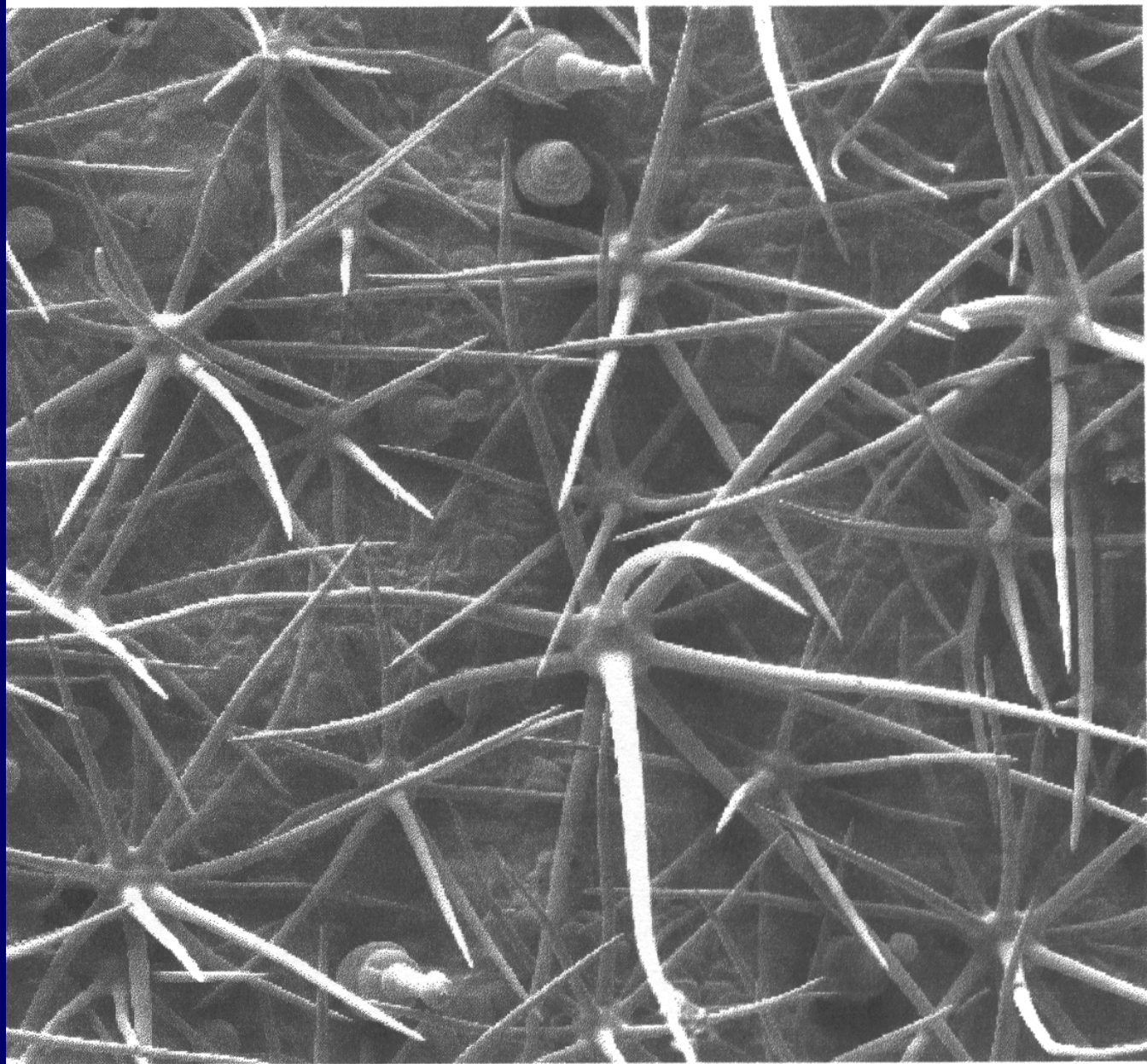


Figura 5 - Vista geral da superfície abaxial da folha de *Sida glaziovii* com detalhe das tricomas. Albert e Victoria Filho, 2002.

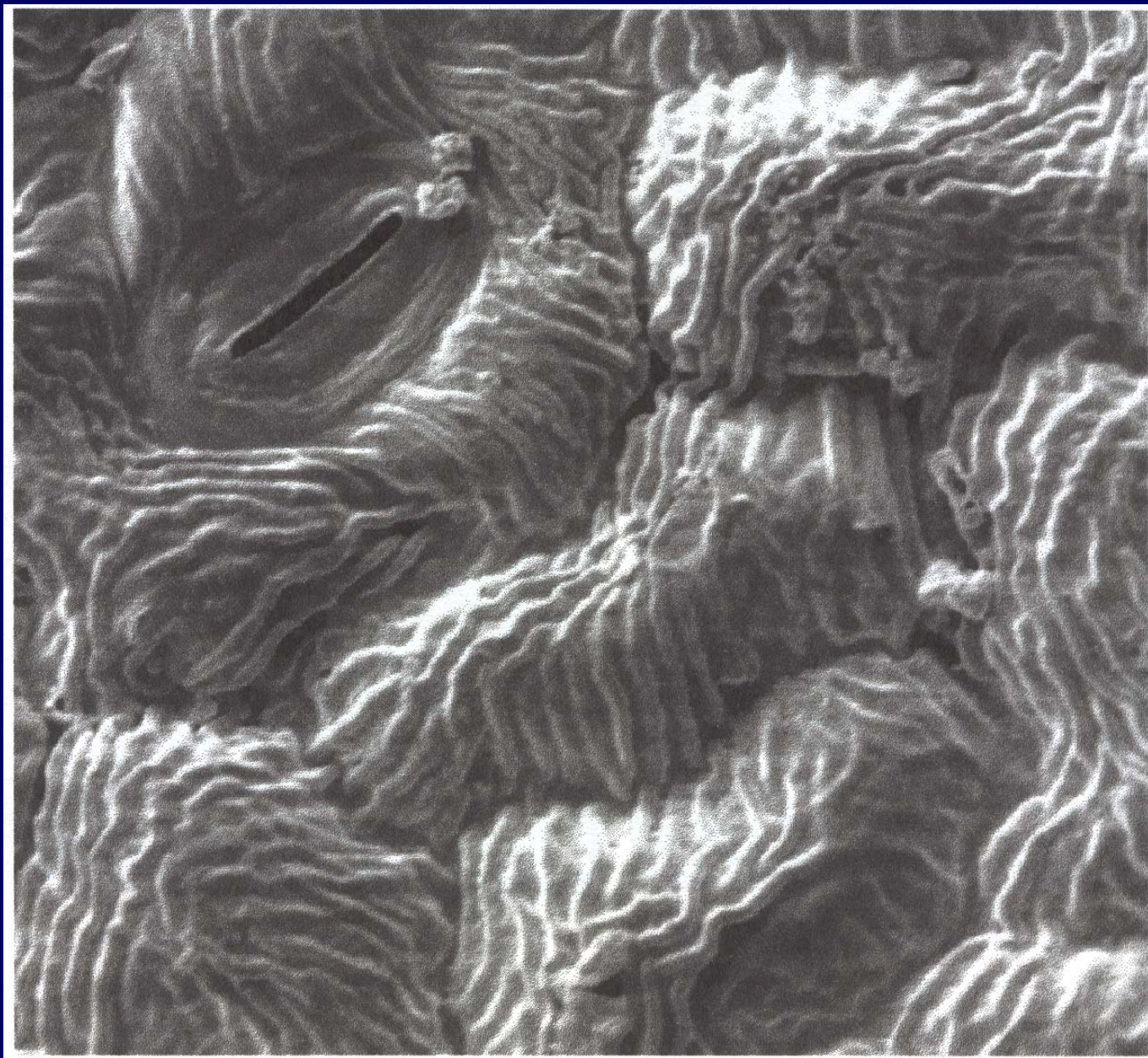


Figura 6 - Detalhe do estômato e da cutícula estriada da superfície adaxial de *Sida rhombifolia*. Albert e Victoria Filho, 2002.

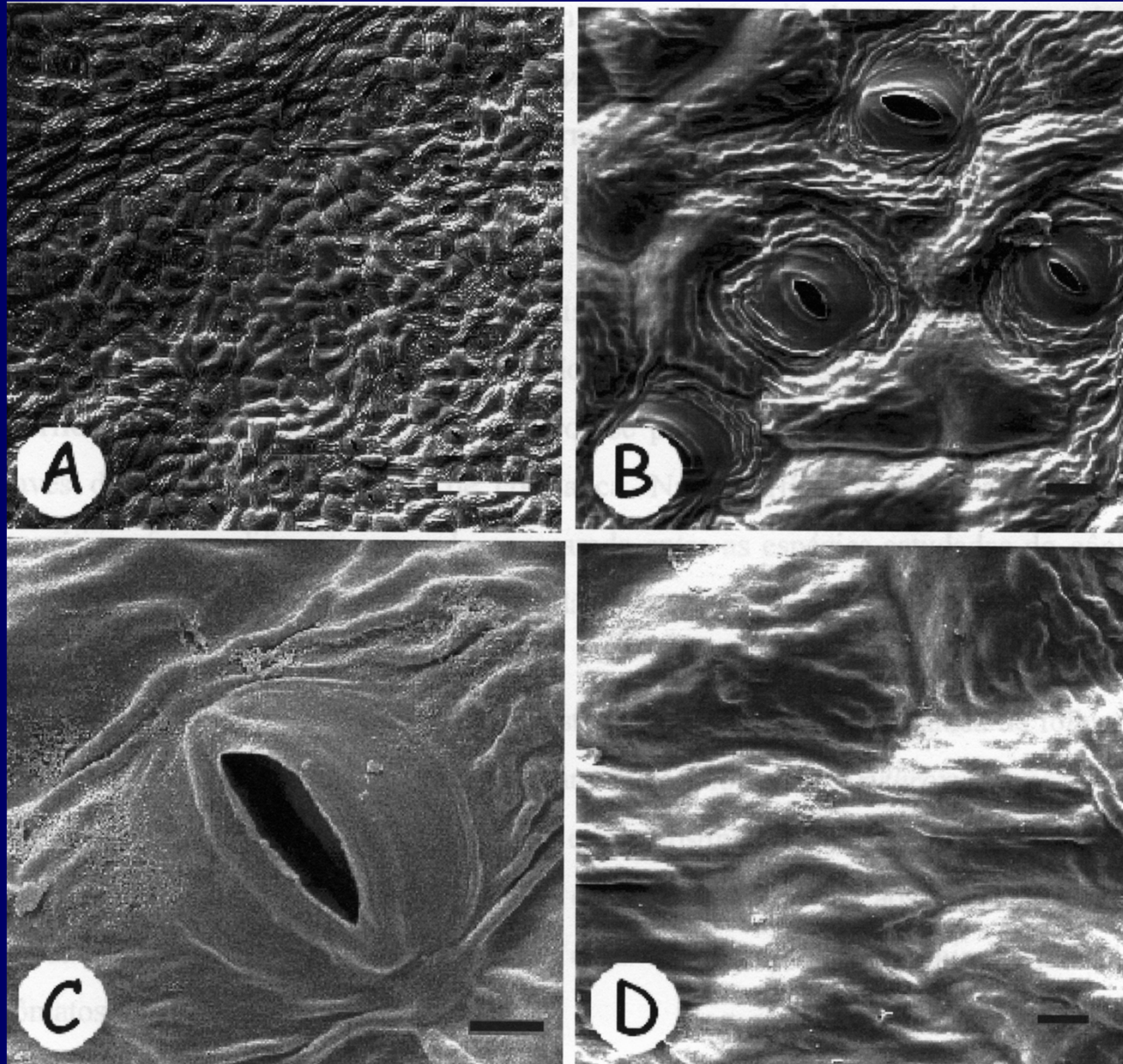


Figura 7- Superfície foliar abaxial de *Peschiera fuchsiaefolia* (leiteiro). **A:** Visão geral da superfície foliar (200x); **B:** Estômatos (1000x); **C:** Detalhe do estômato (3000x); **D:** Detalhe das células epidérmicas (2000x).

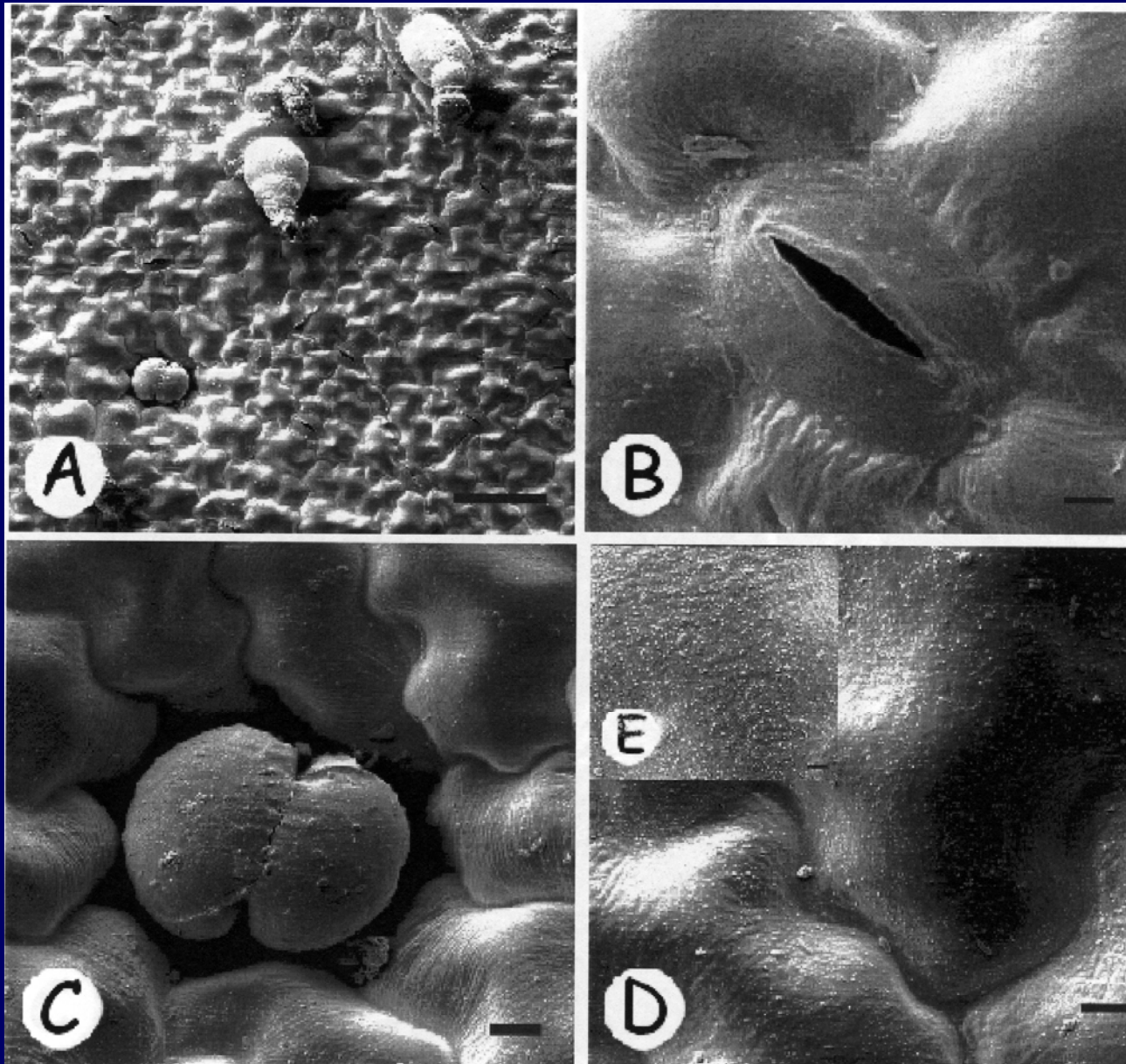


Figura 8 - Superfície foliar adaxial de *Vernonia westiniana* (assa-peixe). **A**: Visão geral da superfície foliar (200x); **B**: Detalhe do estômato (2000x); **C**: Detalhe do tricoma glandular (1000x); **D**: Superfície das células epidérmicas (2000x); **E**: Detalhe da célula epidérmica (5000x).

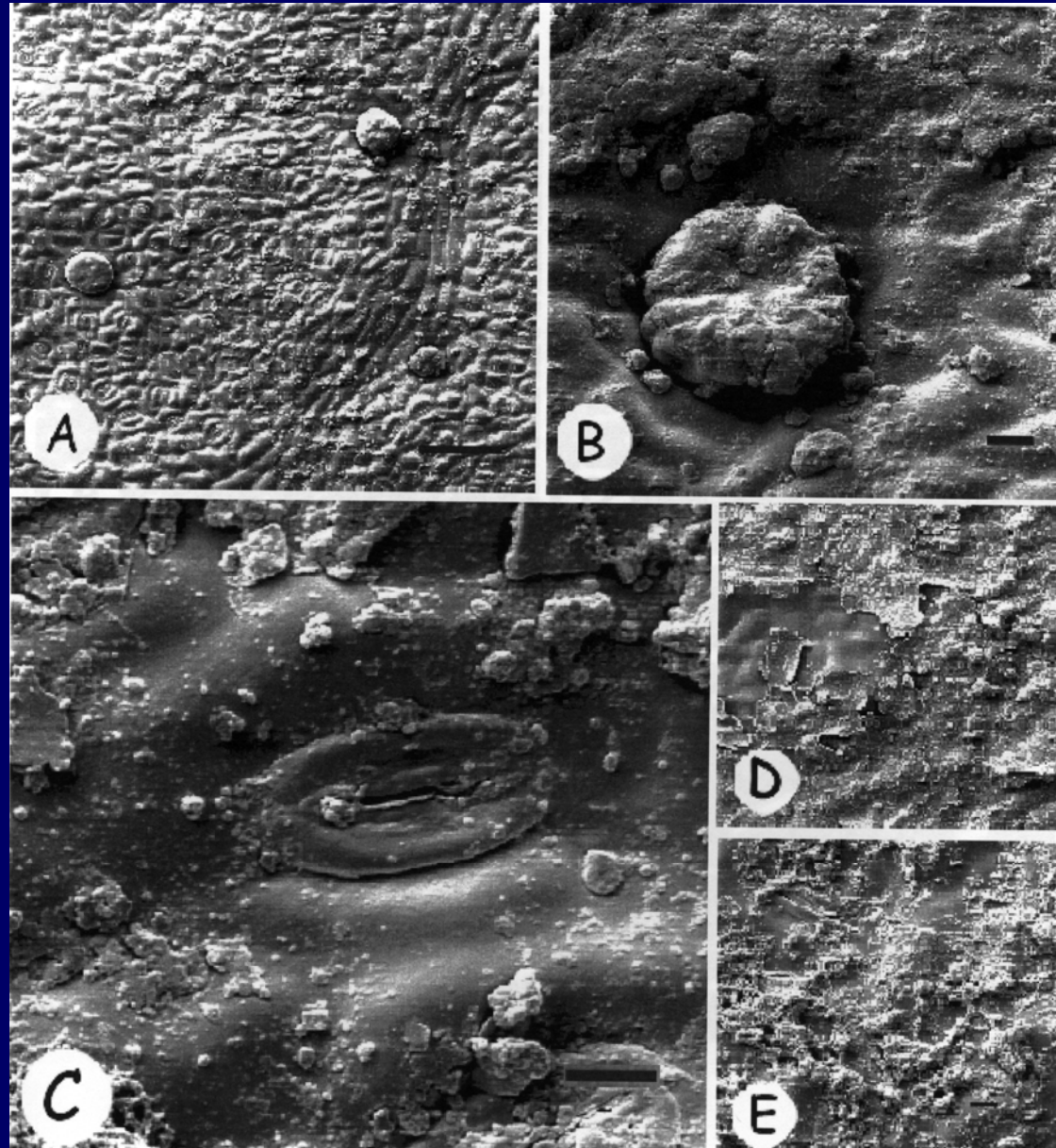


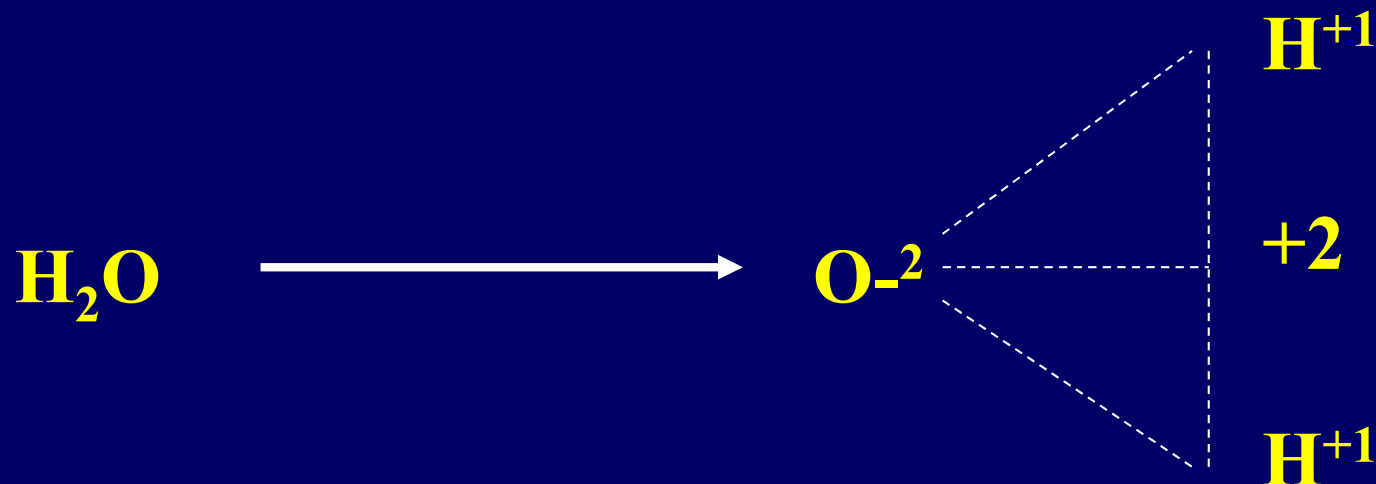
Figura 9 - Superfície abaxial de folhas velhas de *Memora peregrina* (ciganinha). **A:** Visão geral da superfície foliar (200x); **B:** Detalhe do tricoma glandular (1000x); **C:** Detalhe do estômato (3000x); **D:** Cera epicuticular (1000x); **E:** Detalhe da cera epicutucular (2000x).

ADJUVANTES – são materiais que adicionados a uma formulação de defensivo agrícola modificam às suas características físicas, facilitando a sua aplicação e intensificando a atividade do seu ingrediente ativo.

SURFACTANTES – são adjuvantes ativadores de superfície que por sua ação interfacial promovem o espalhamento da formulação pulverizada na superfície foliar e o equilíbrio estável entre as fases físicas dos sistemas de dispersão.

ADITIVOS – qualquer substância adicionada a calda dos defensivos agrícolas para melhorar a sua ação, durabilidade ou estabilidade.

POLARIDADE – é a formação de um dipolo na molécula



SUBSTÂNCIAS POLARES – substâncias cujas moléculas apresentam polaridade

- os grupos polares são hidrossolúveis

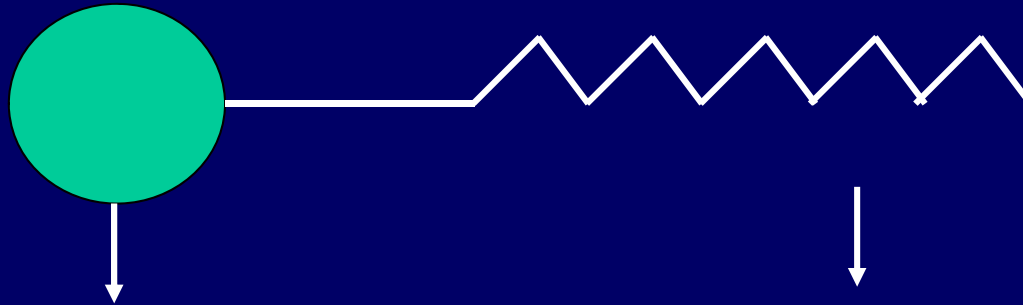
Ex: OH, COOH, -CHO, -NH₂ -NO₂

- grupos contendo O, N, S e halogênios (F, Cl, Br, I)

SUBSTÂNCIAS APOLARES – substâncias cujas moléculas não apresentam polaridade.

Ex: compostos orgânicos

$$BHL = \frac{20 \text{ MH}}{\text{MH} + \text{ML}}$$



Parte hidrofílica

Parte lipofílica

A solubilidade dos surfactantes em água ou em solventes orgânicos, depende da predominância de sua parte hidrofílica (grupos polares) ou lipofílicas (cadeia hidrocarbonada)

$$BHL = \frac{20 \text{ MH}}{\text{MH} + \text{ML}}$$

$$\text{BHL} = \frac{20 \text{ MH}}{\text{MH} + \text{ML}}$$

BHL

emulsiinvertantes

4 – 6

molhantes

7 – 9

emulsionantes

8 – 18

detergentes

13 – 15

solubilizantes

10 - 18

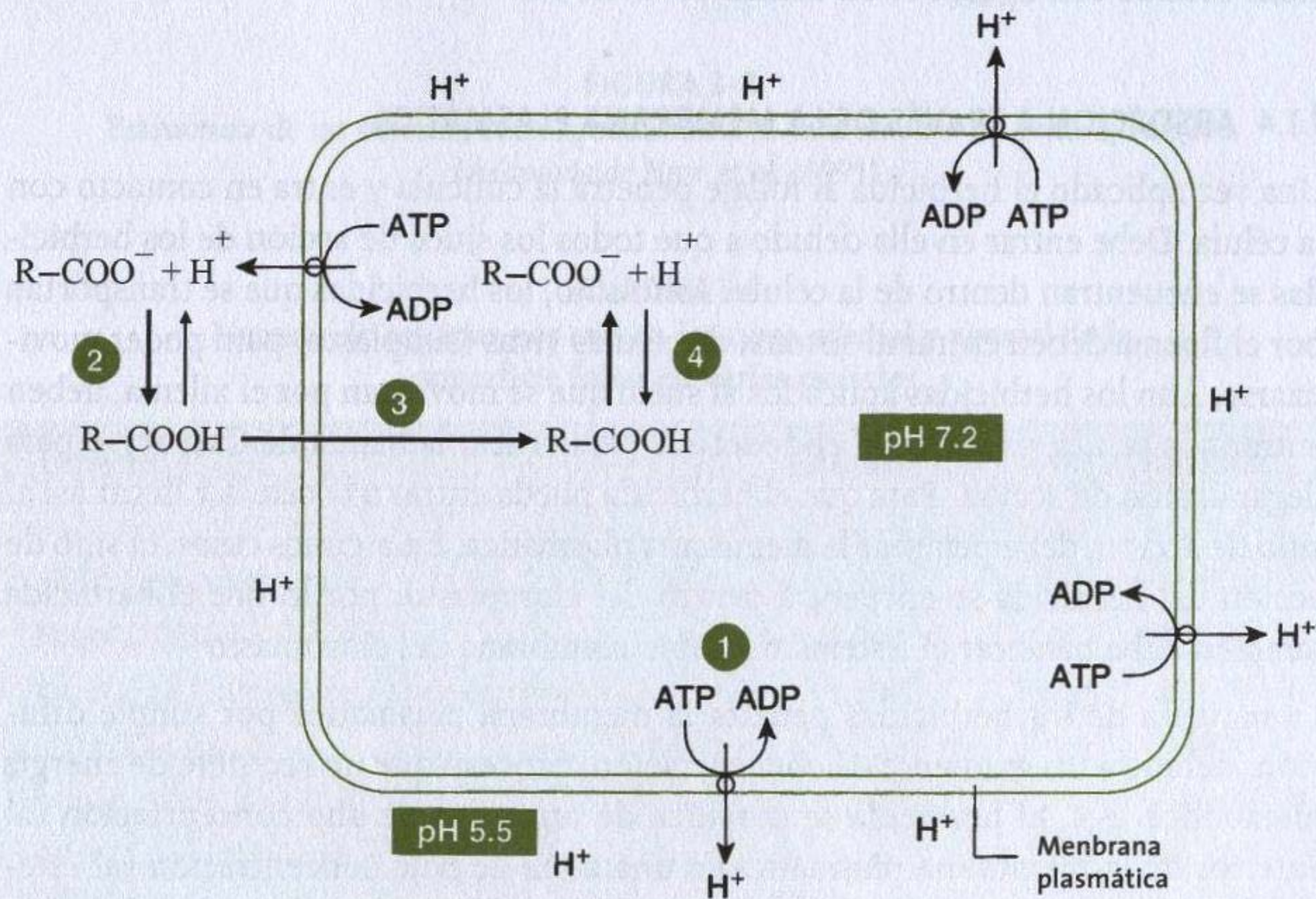


FIGURA 3-9

Absorción de herbicidas que se comportan como ácidos débiles a través de la membrana plasmática.

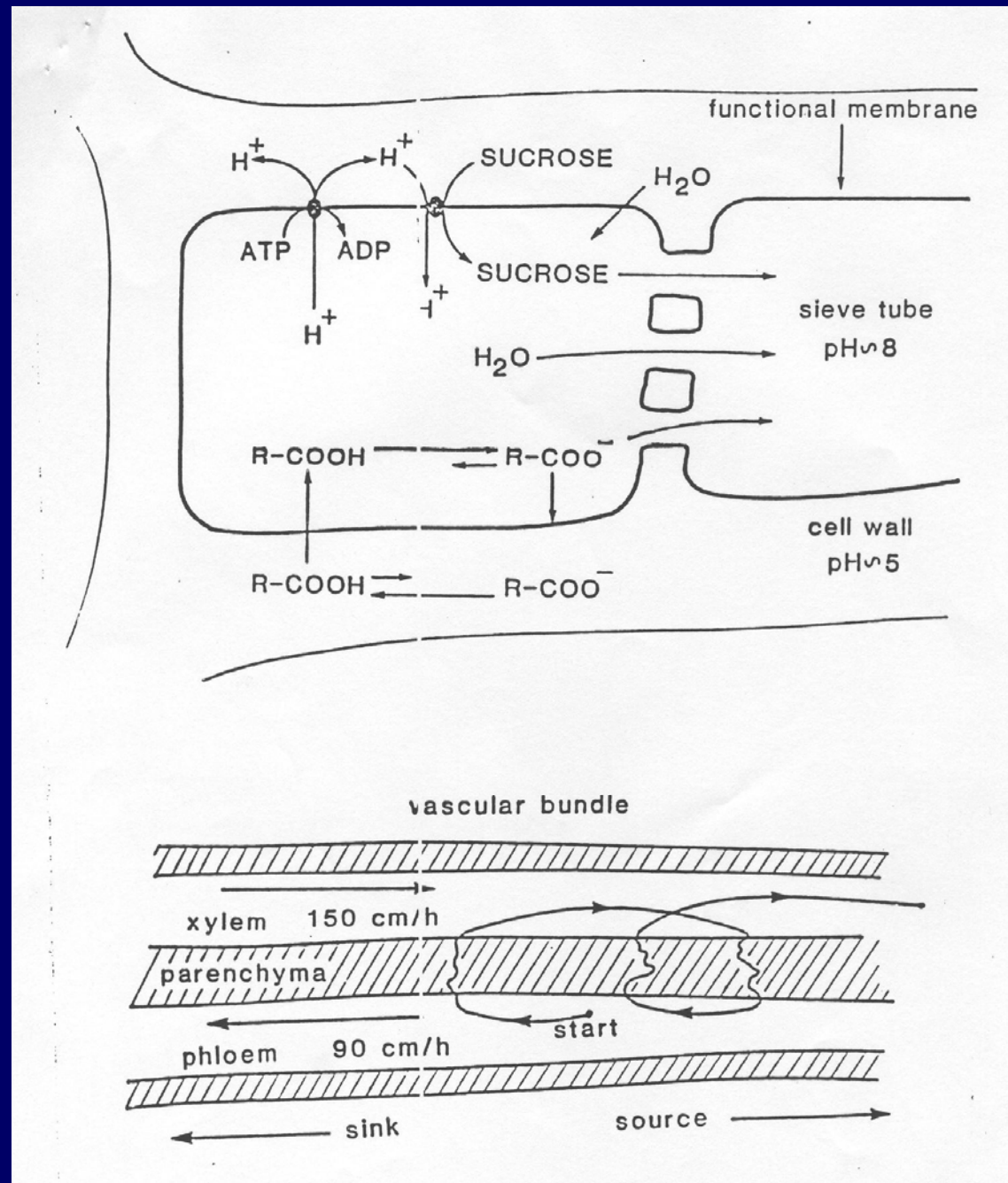


Figura 11 – Absorção e translocação dos herbicidas nas plantas

pH DA CALDA

- **influência a hidrólise dos herbicidas**

	<u>pH</u>	<u>Meia Vida</u>
• sethoxydim	5	9 dias
	7	155 dias
	8,6	284 dias

- **nível de dissociação do ingrediente ativo**
- **estabilidade física das caldas. De um modo geral, os produtos apresentam > eficácia quando as caldas são pouco ácidas (pH – 6,0 – 6,5).**

4. ABSORÇÃO E TRANSLOCAÇÃO VIA SOLO

a) posicionamento

- tecnologia de aplicação**
- umidade**

b) absorção

c) translocação

d) fatores

- adsorção**
- lixiviação**
- volatilização**
- fotodecomposição**
- degradação microbiana**
- degradação química**
- absorção pelas plantas**

$$BHL = \frac{20 \text{ MH}}{\text{MH} + \text{ML}}$$

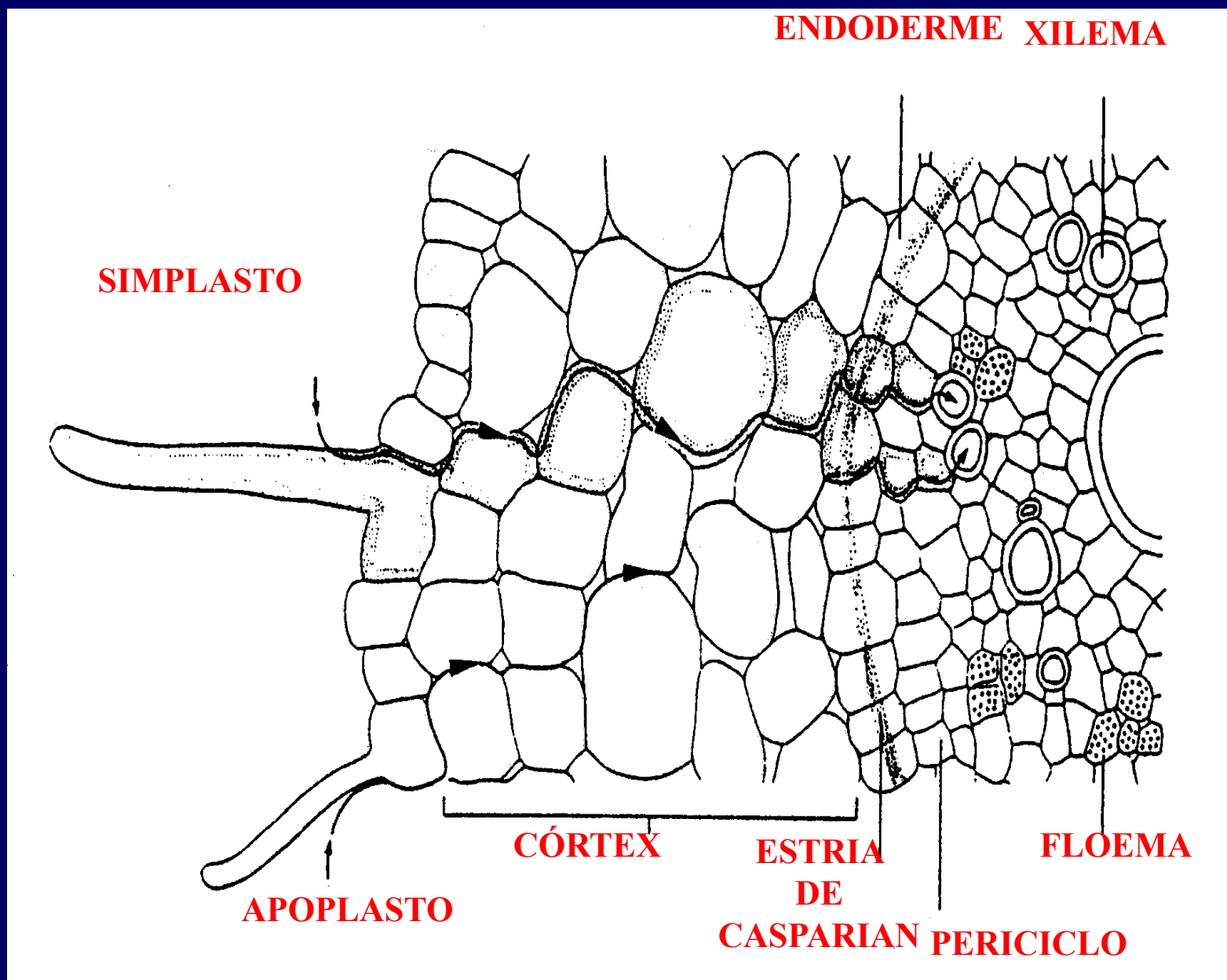


Fig. 12 - Corte transversal de um sistema radicular indicando as possíveis rotas de absorção dos herbicidas

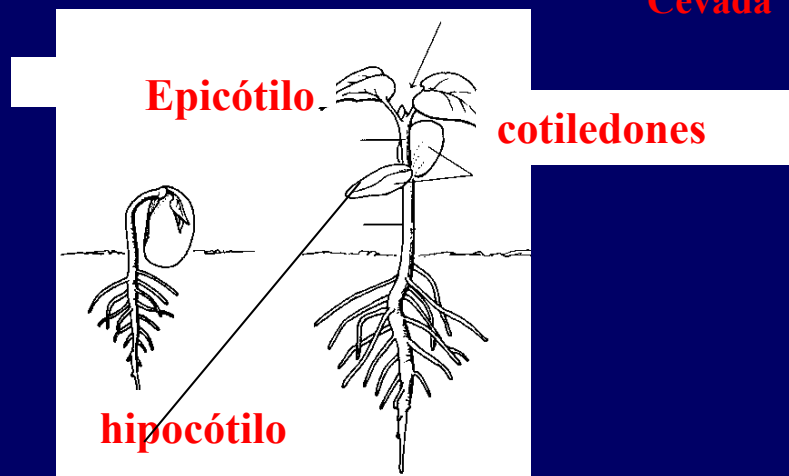
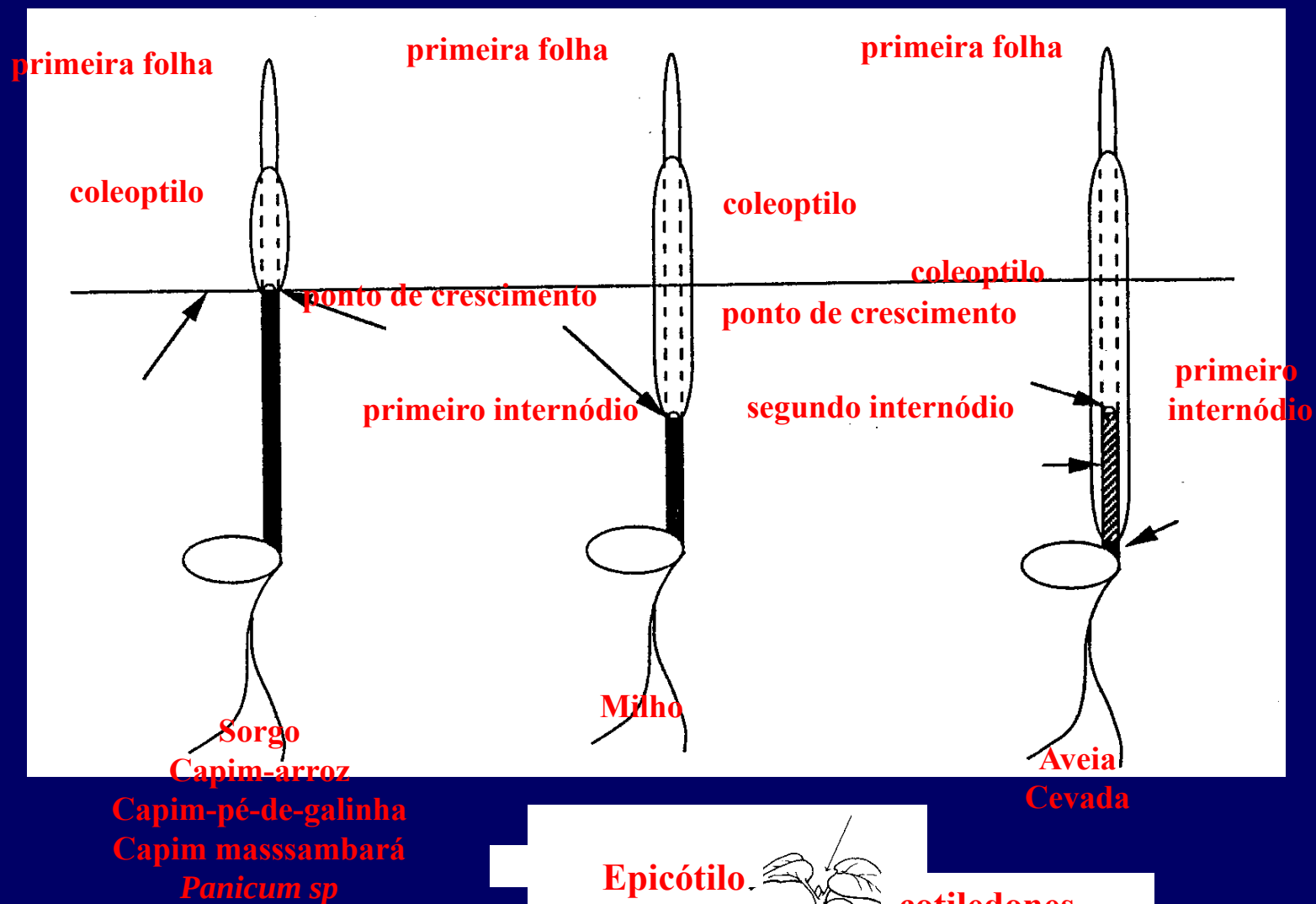


Fig. 13 –Locais de absorção de herbicida nas gramineas e nas dicotiledôneas

5. TRANSLOCAÇÃO DOS HERBICIDAS

APOPLÁSTICA

SIMPLÁSTICA

APO-SIMPLÁSTICA

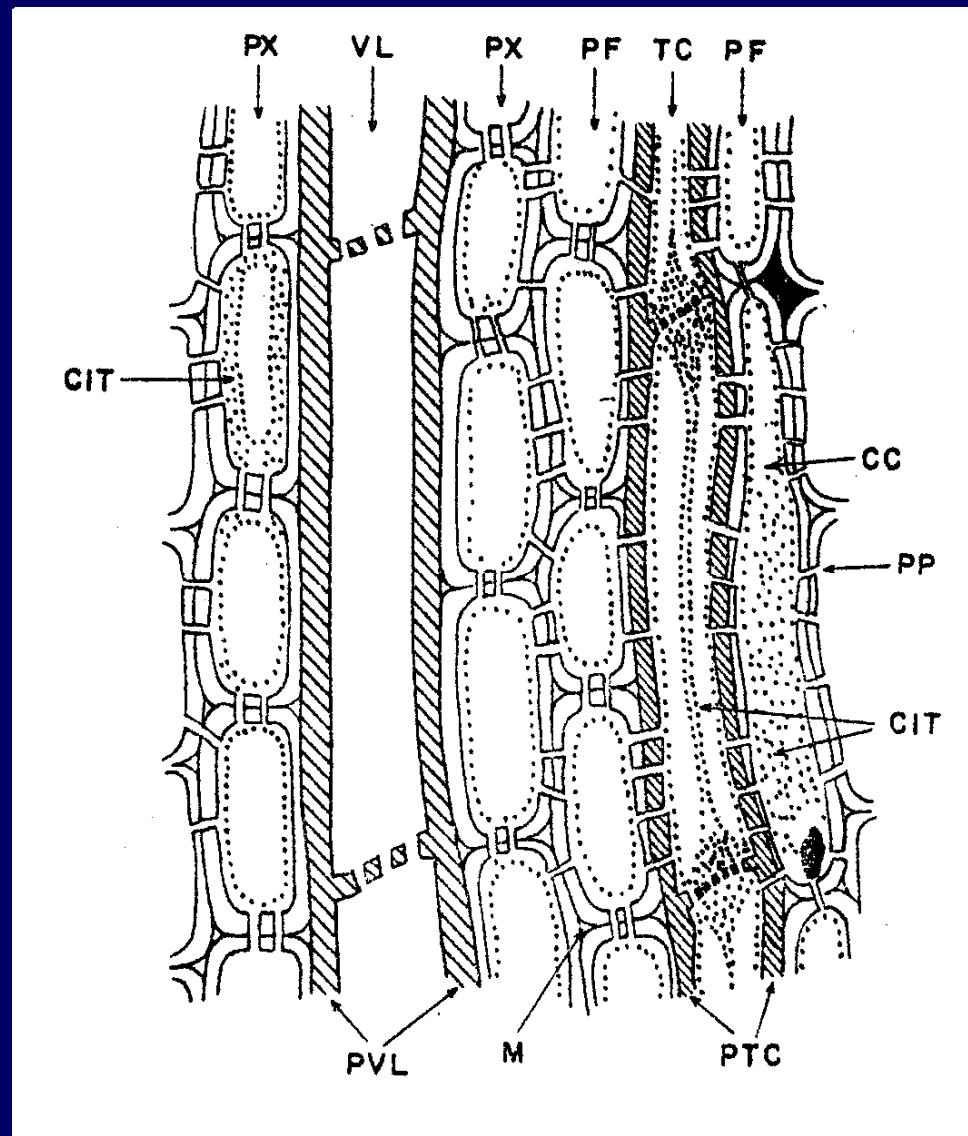


Figura 14- Diagrama mostrando a estrutura dos sistemas de transporte das plantas. PX = parênquima xilêmico; VL = vaso lenhoso; PF = parênquima floemático; TC = tubo crivoso; CIT = citoplasma; PP = pontuações de plasmalemas. (CAMARGO, 1977).

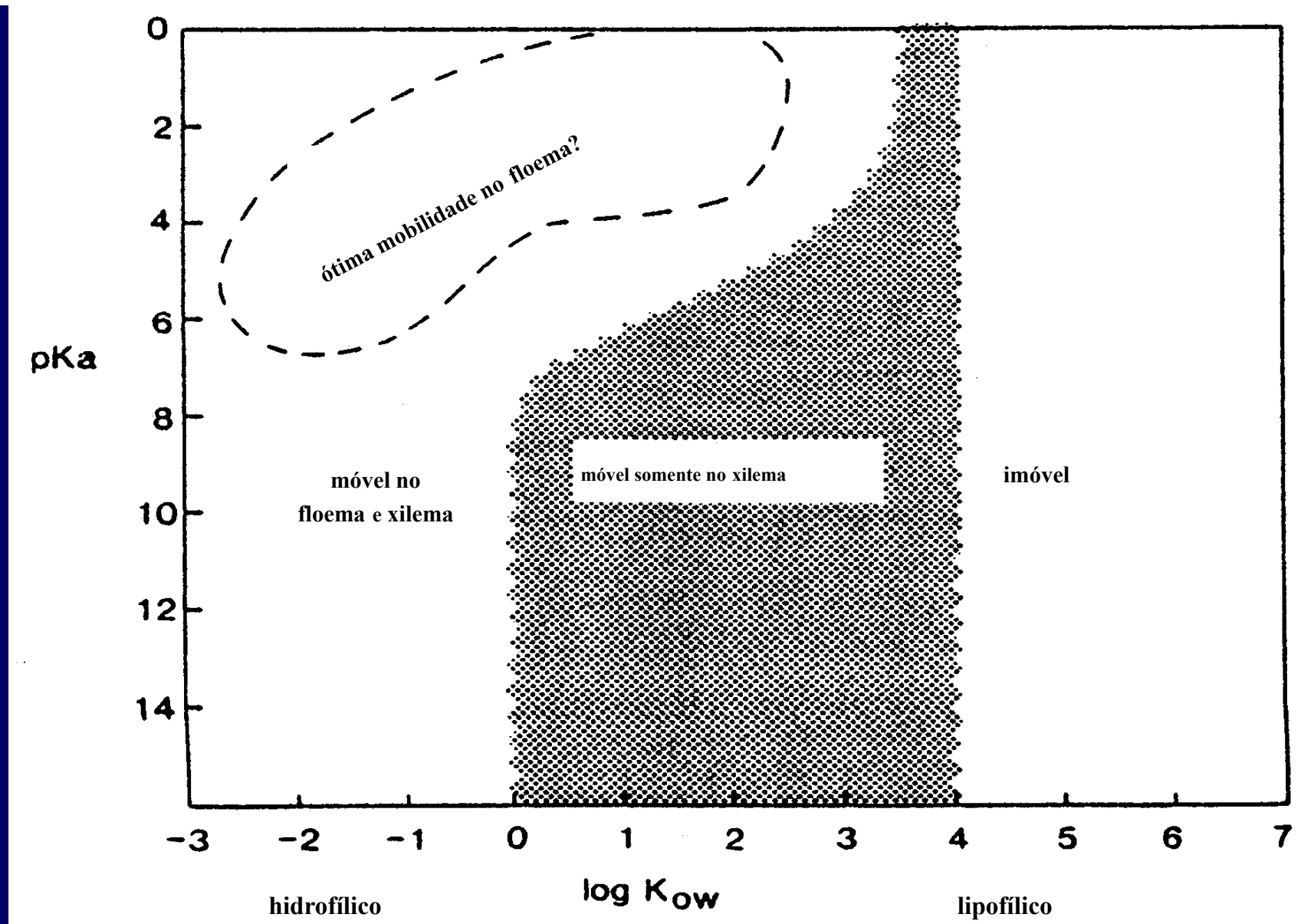


Figura 15 - Translocações prováveis dos herbicidas de acordo com as características pK_a e K_{oa} .

SELETIVIDADE DOS HERBICIDAS

SELETIVIDADE DOS HERBICIDAS

1. CONCEITO

- **resposta diferencial entre plantas daninhas e plantas cultivadas a um herbicida**
- **herbicidas – seletivos e não seletivos**
- **classificação das plantas:**

A – plantas altamente susceptíveis (> 95%)

S - plantas susceptíveis (85-95%)

M – plantas medianamente susceptíveis (< 50%)

T - plantas tolerantes (0%)

R - plantas resistentes (0%)

2. TIPOS DE SELETIVIDADE

2.1. Seletividade fisiológica

Esta seletividade ocorre quando o herbicida entra em contato com a planta cultivada, porém não afeta devido a diversos fatores.

2.2. Seletividade toponômica ou de posição

Esta seletividade ocorre porque o herbicida não entra em contato com a planta cultivada devido a diversos fatores de aplicação.

3. FATORES QUE INFLUENCIAM NA SELETIVIDADE

3.1. Físicos

a) Herbicidas de solo

- **posicionamento no solo**
- **dose**
- **formulação**

b) Herbicidas de aplicação na folha

- **aplicação dirigida**
- **dose**
- **tensão superficial**

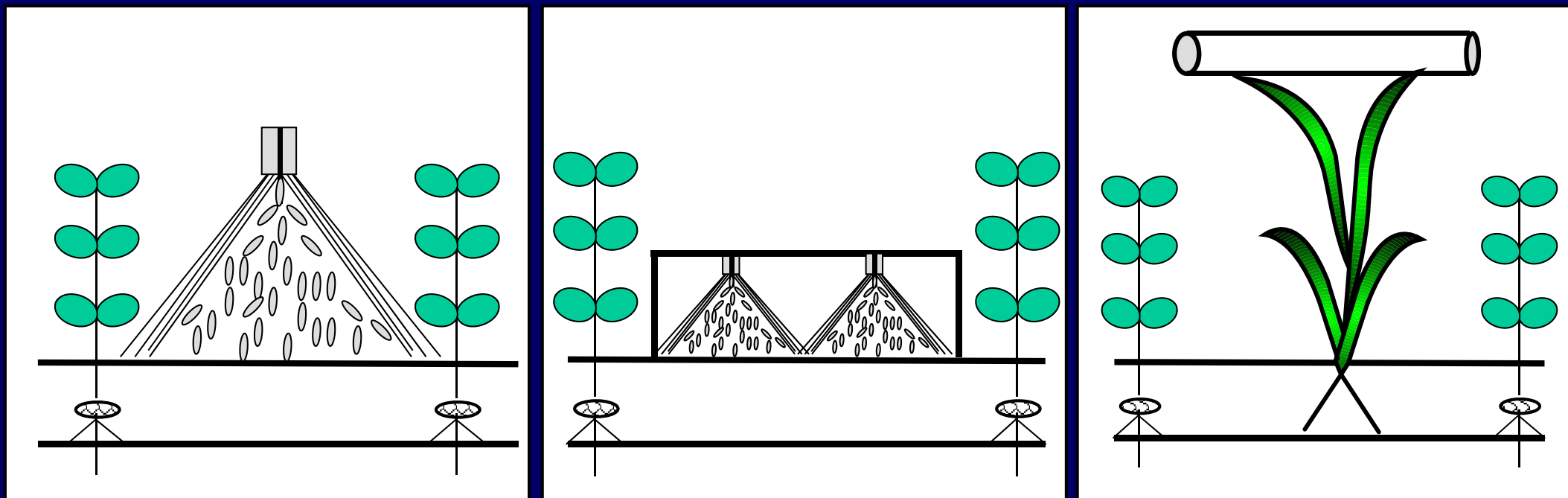


Figura 1 - Seletividade obtida através de aplicação dirigida:
a) aplicação sem proteção; b) aplicação com protetor de lona;
c) aplicação com barra tipo pavio de corda para atingir plantas maiores que a cultura.

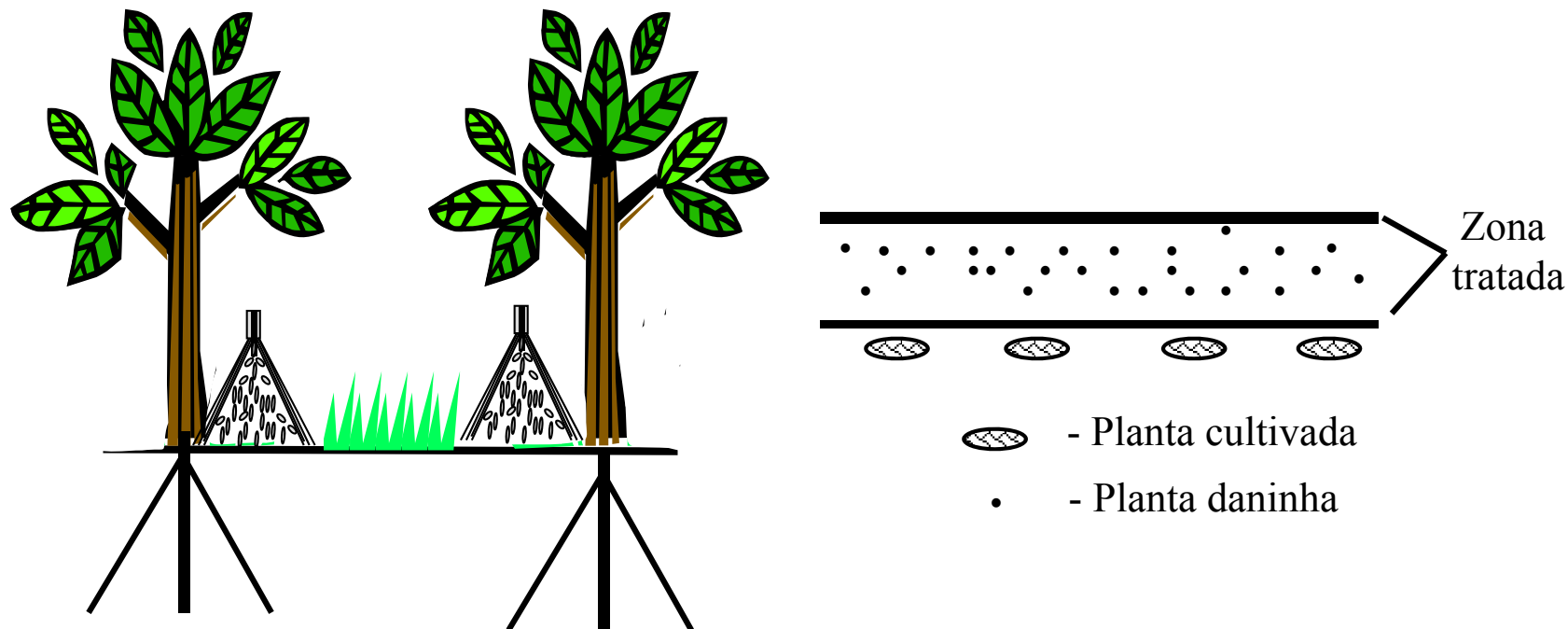


Figura 2- Seletividade obtida pela posição do herbicida no solo

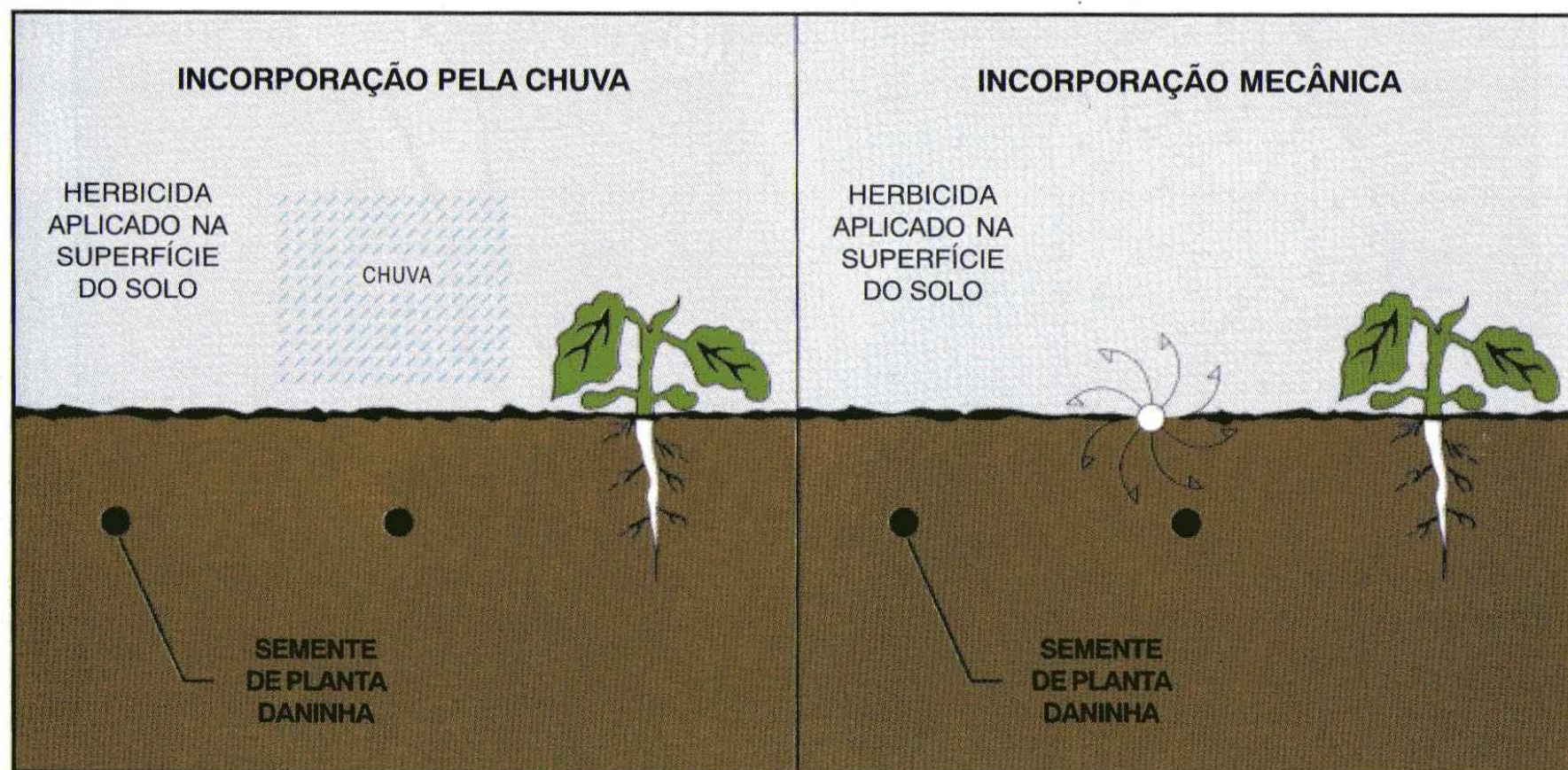


Figura 12. A incorporação do herbicida pela chuva ou com métodos mecânicos reduz a volatilização dos herbicidas aplicados ao solo (Ritter, 1989).

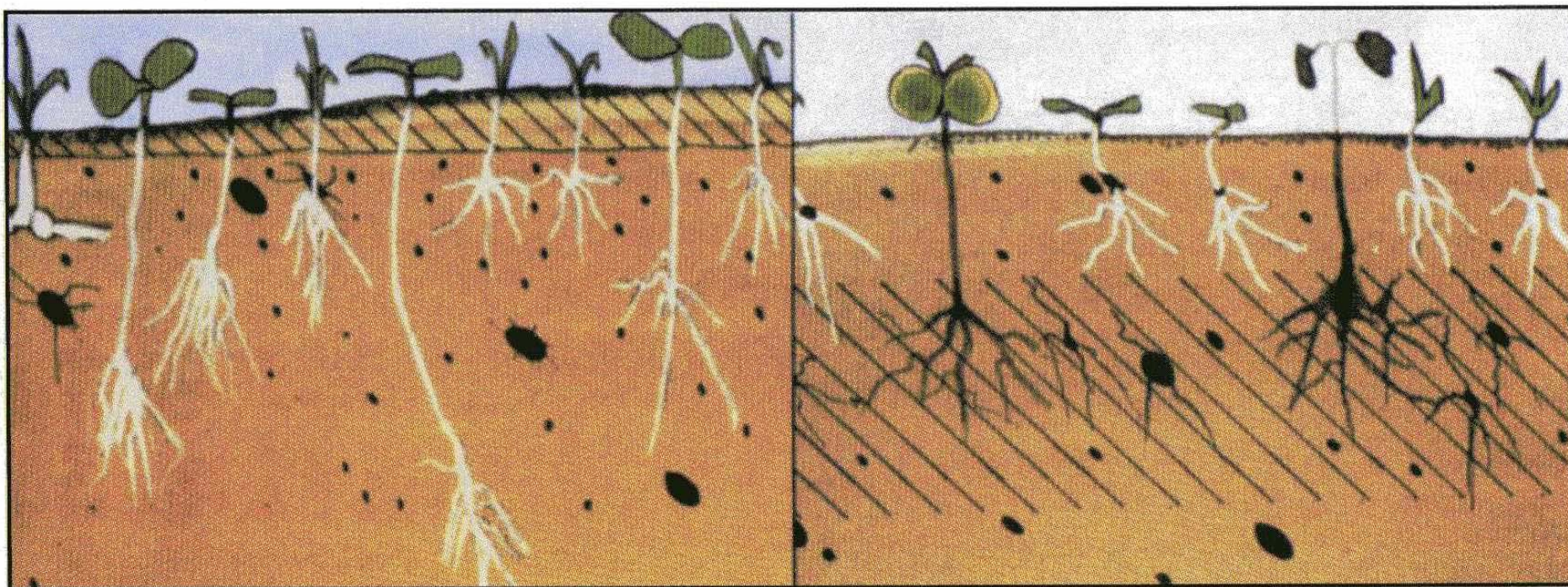


Figura 14. A falta (esquerda) ou o excesso (direita) de chuva podem lixiviar o herbicida para fora das áreas onde estão as sementes das plantas daninhas (Ritter, 1989).

3.2. Biológicos – ligados a planta

a) Morfológicos

- **folhas – orientação das folhas, formato das folhas, natureza e espessura da cutícula, quantidade e localização dos estômatos.**
- **sistema radicular**
- **regiões meristemáticas**
- **órgãos de propagação vegetativa**

b) Fisiológicos

- **idade**
- **estado nutricional**
- **vigor**

c) Bioquímicos

- **enzimas**
- **reações de degradação**

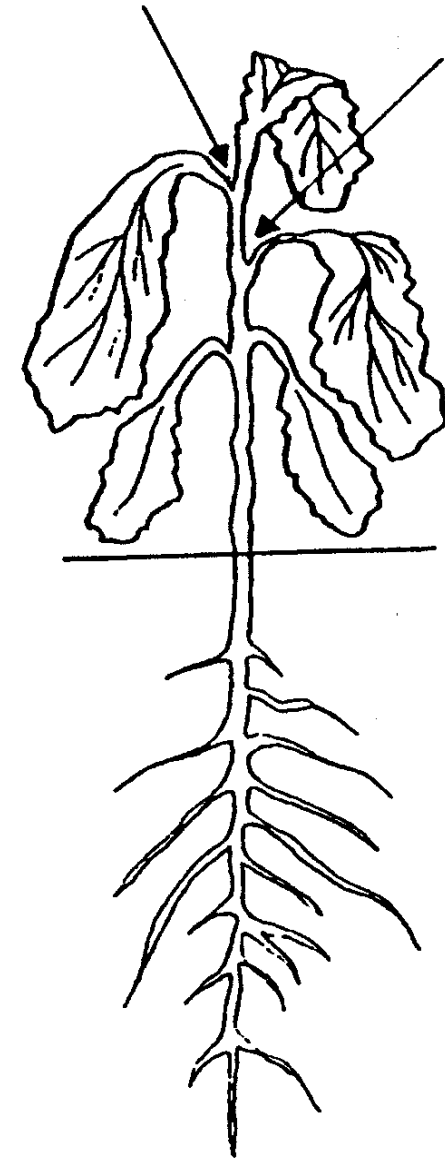
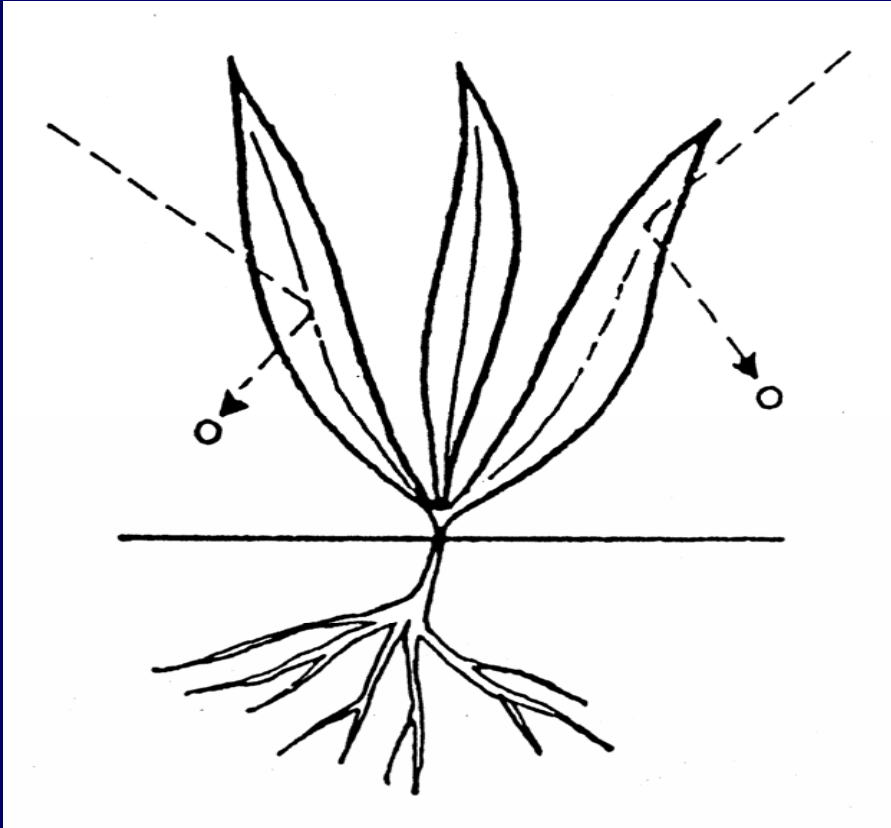


Figura 3 - Disposição das folhas, e proteção das gemas que podem influir na seletividade (Ashton e Harvey, 1971).

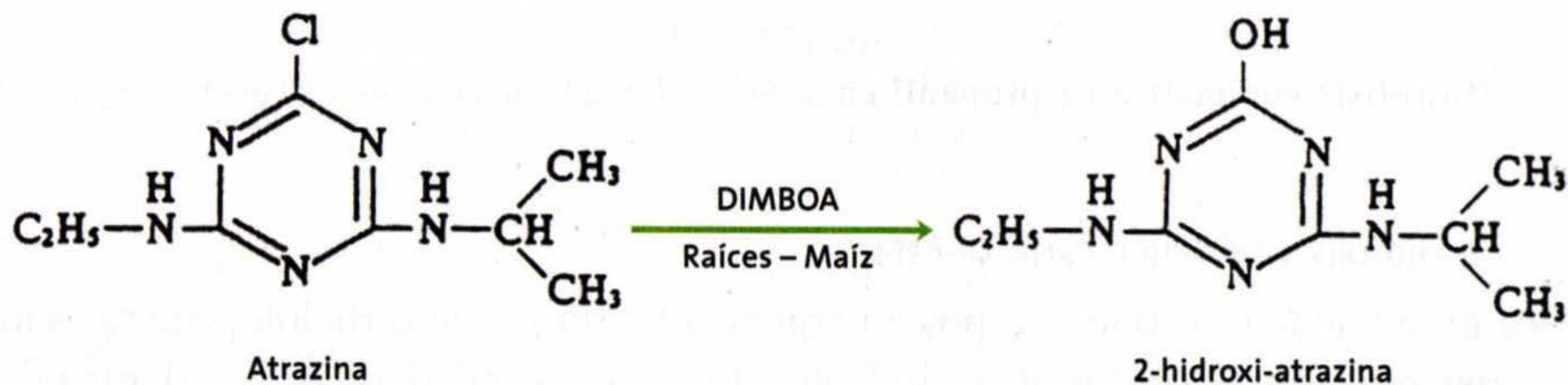


FIGURA 6-16

Hidrólisis no-enzimática de atrazina en raíces de maíz en presencia de DIMBOA
(Adaptado de Hatzios y Penner, 1982).

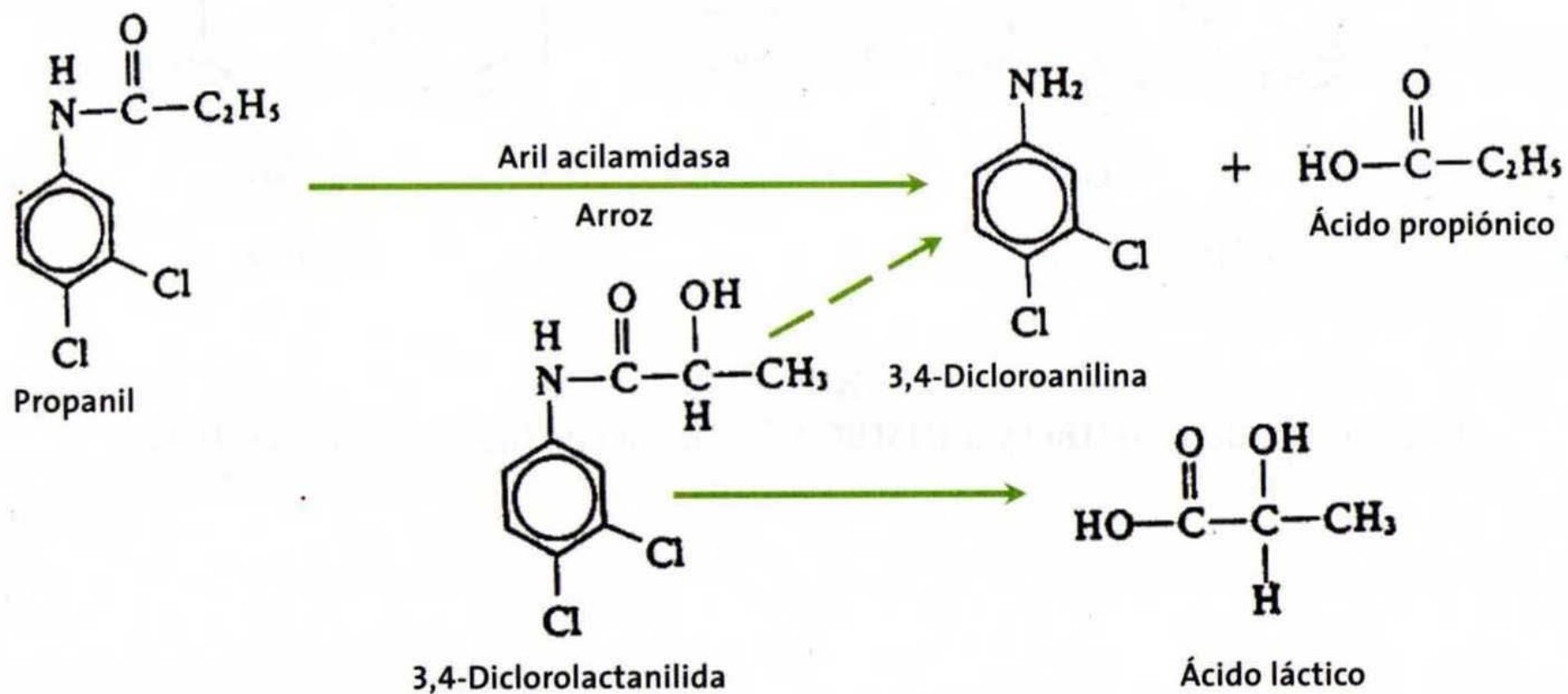


FIGURA 6-17

Hidrólisis enzimática de propanil en arroz (Adaptado de Hatzios y Penner, 1982).

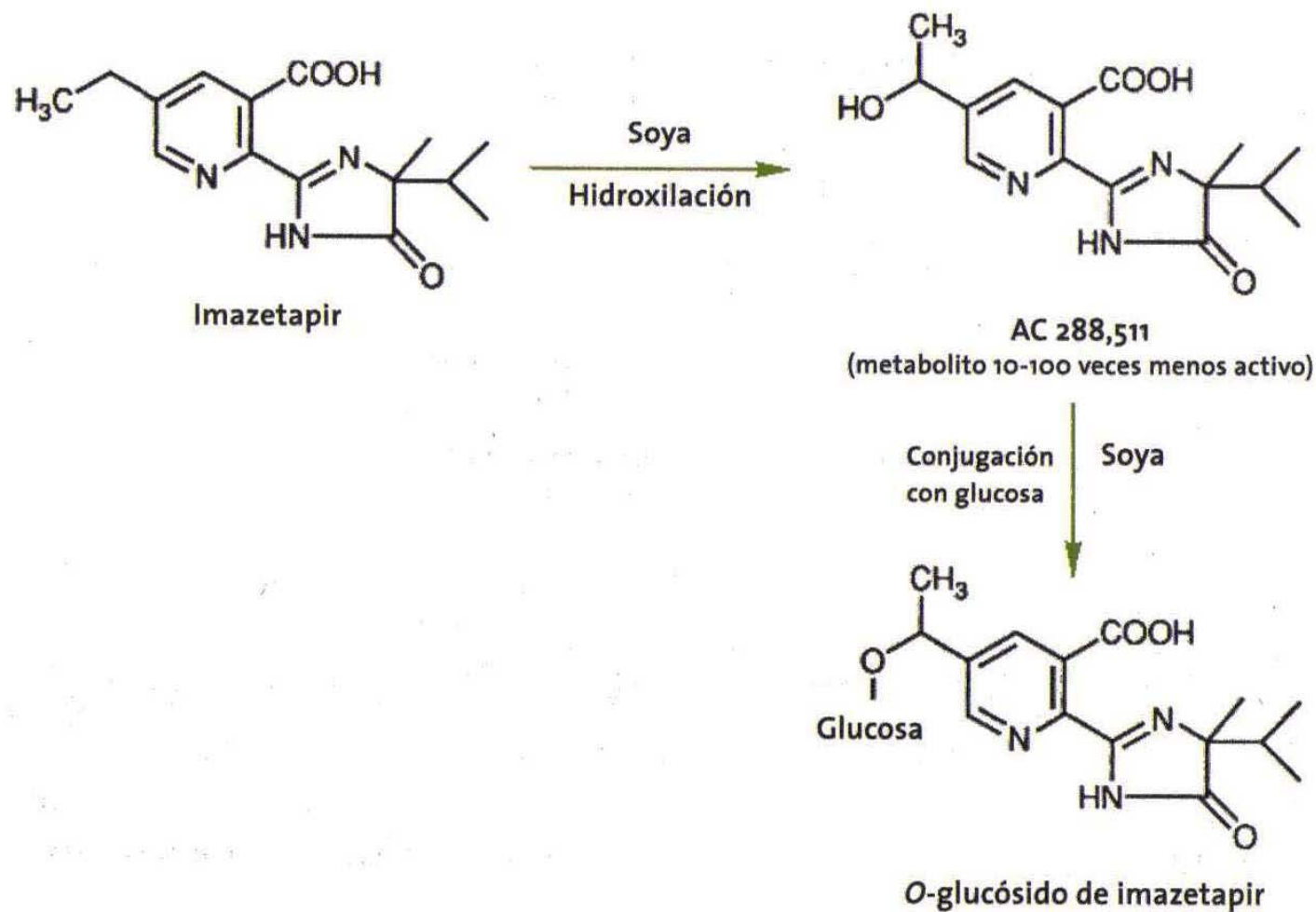
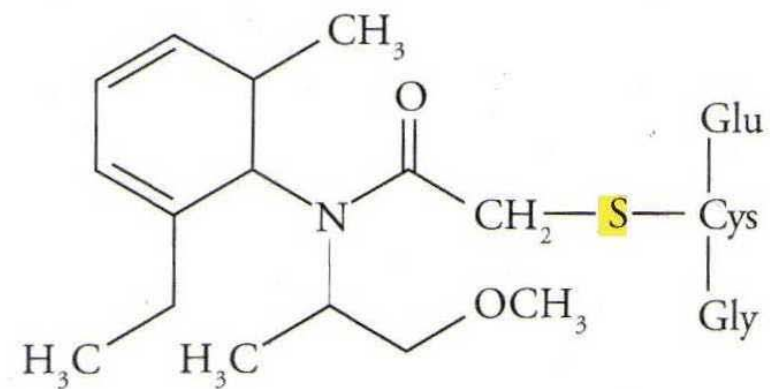
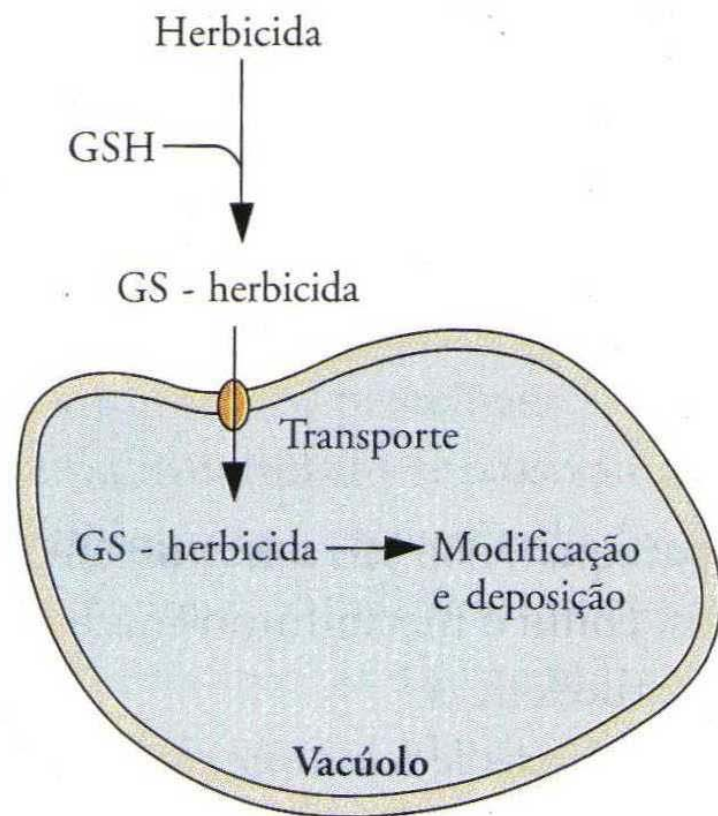


FIGURA 6-20

Metabolismo propuesto para imazetapir en soya (Adaptado de Shaner y Mallipudi, 1991).



Metachlor - GS complexo

Figura 8. Metabolização da molécula herbicida através de conjugação com GSH (Buchanan, et al., 2000).

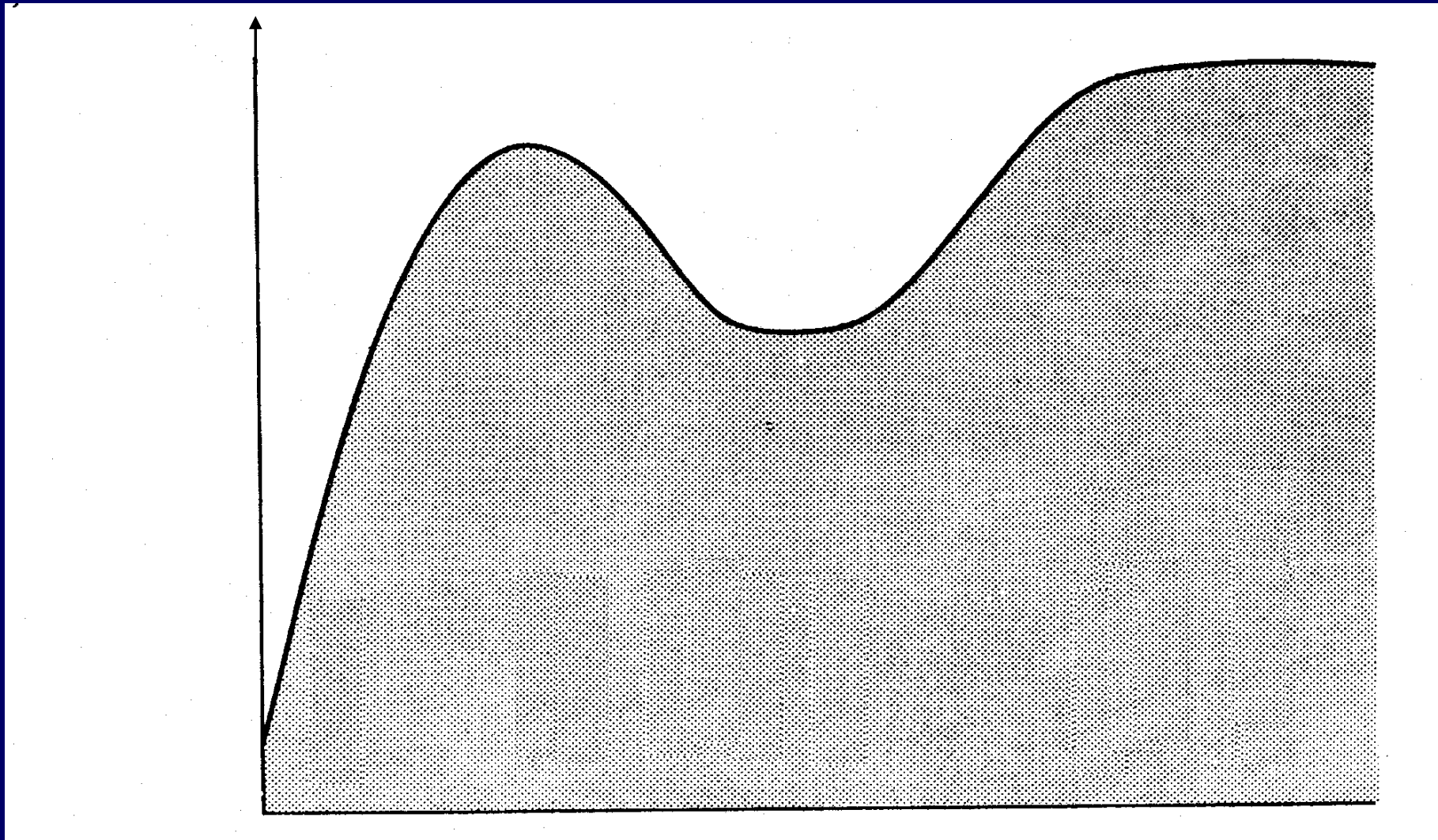


Figura 4 - Susceptibilidade das gramíneas em relação ao 2,4-D (Klingman et al., 1975).

3.3 FATORES DEVIDO AOS HERBICIDAS

a) Estrutura molecular

b) Características físico-químicas

- **polaridade**
- **solubilidade**
- **volatilidade**

c) Dose

d) Formulação

e) Quantidade do veículo e tamanho de gotas

f) Uso de adjuvantes

3.4. FATORES LIGADOS AO AMBIENTE

a) Textura do solo

b) Chuva

c) Irrigação

d) temperatura