LE FOGLIE

Capitolo 6 – Botanica
Fondamenti di Biologia delle piante - Mauseth – 2019 – Idelson - Gnocchi

La comparsa delle foglie rappresenta una conquista importante per l'evoluzione delle piante terrestri.

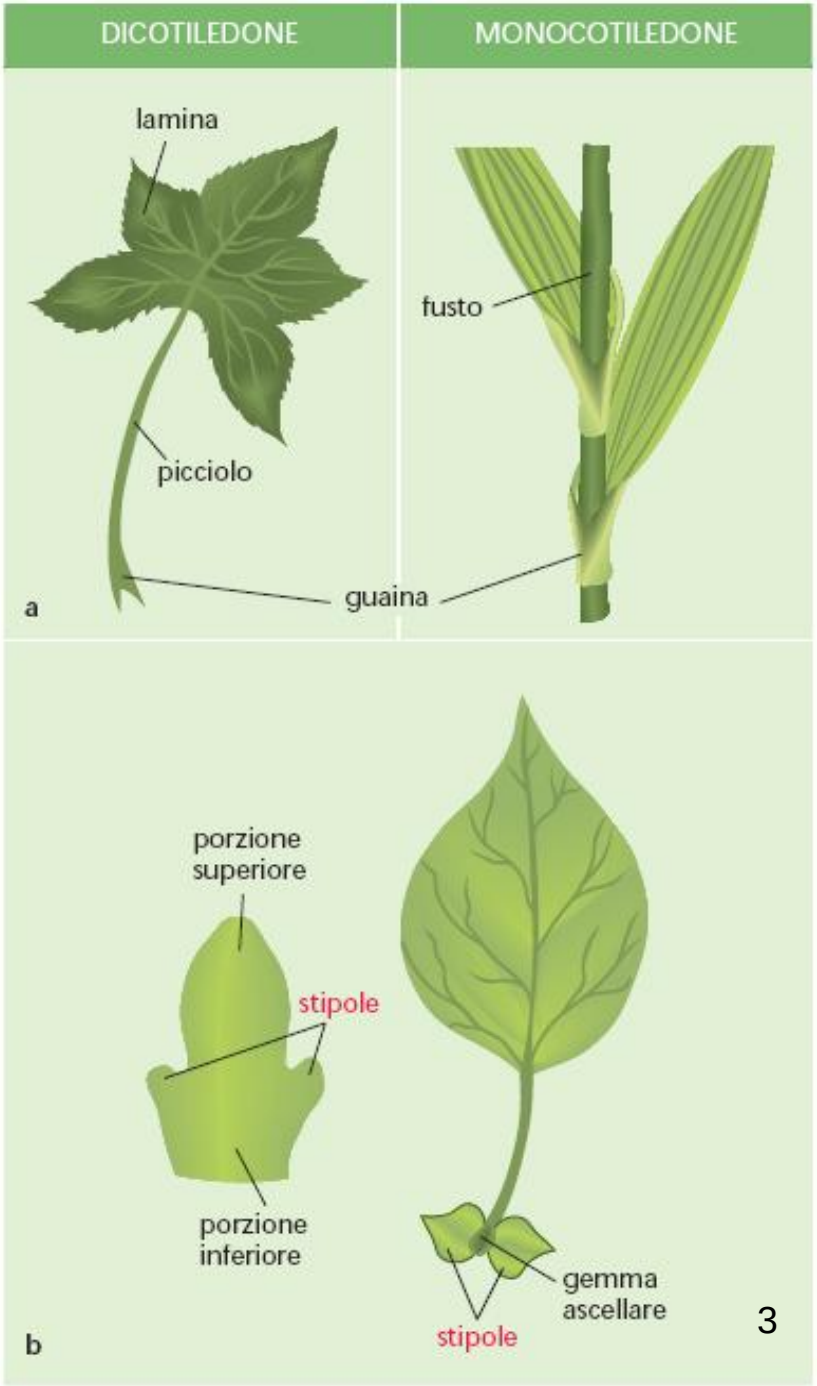
La forma appiattita ed espansa permette di assorbire la luce in modo ottimale, è l'organo più efficiente per il processo fotosintetico e il meglio adattato all'ambiente.

La foglia è considerata l'organo base dal quale si sono evolute tante altre strutture con specifiche funzioni.

Es. i verticilli fiorali, sia quelli riproduttivi che sterili, le perule, le squame, le spine...

La forma e la struttura delle foglie sono molto variabili. Nelle dicotiledoni è generalmente costituita da una parte espansa detta lembo o lamina e da un peduncolo detto picciolo. Alla base della foglia possono essere presenti espansioni squamiformi dette <u>stipole</u>. Il picciolo può mancare, foglie sessili.

Nelle monocotiledoni ed in alcune dicotiledoni la base delle foglie può essere allargata a formare una guaina che circonda il fusto, nelle graminacee la guaina si estende per tutta la lunghezza dell'internodo.

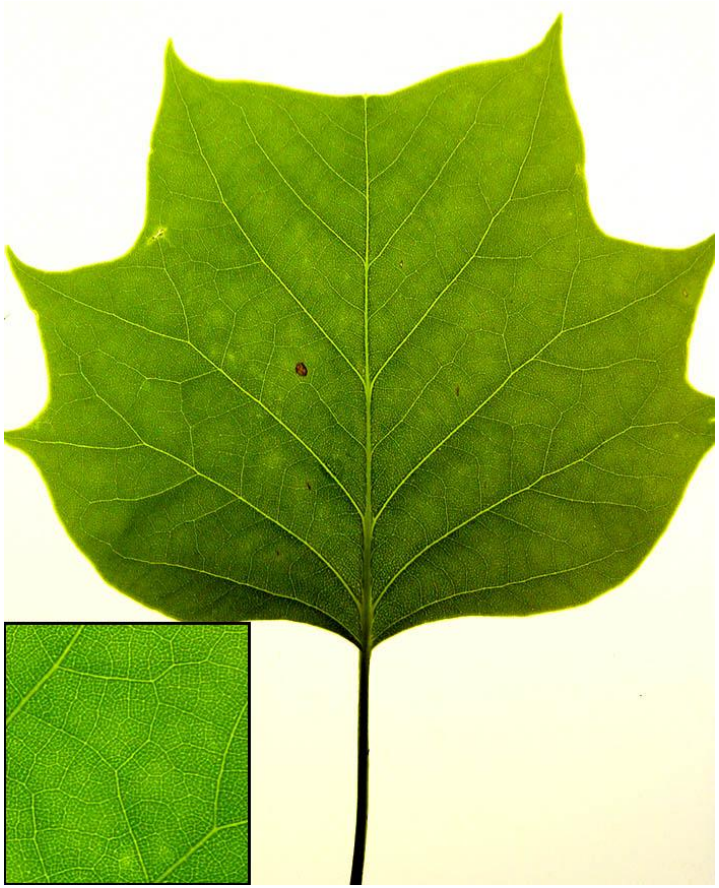


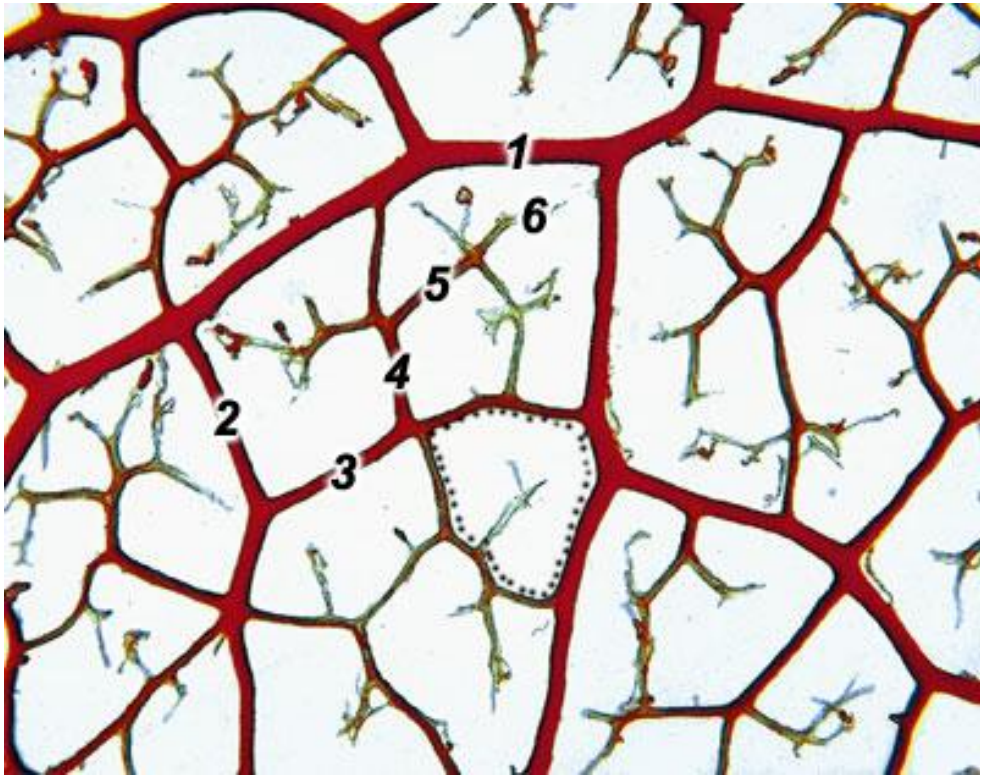
(a)

(b)

Foglie sessili nelle dicotiledoni
e monocotiledoni

Nella lamina fogliare decorrono le nervature costituite dai fasci conduttori. Nelle dicotiledoni la nervatura è reticolata, nelle monocotiledoni è parallelinervia. In quest'ultimo caso i fasci decorrono l'uno vicino all'altro nel senso della lunghezza delle foglie con interconnessioni laterali.

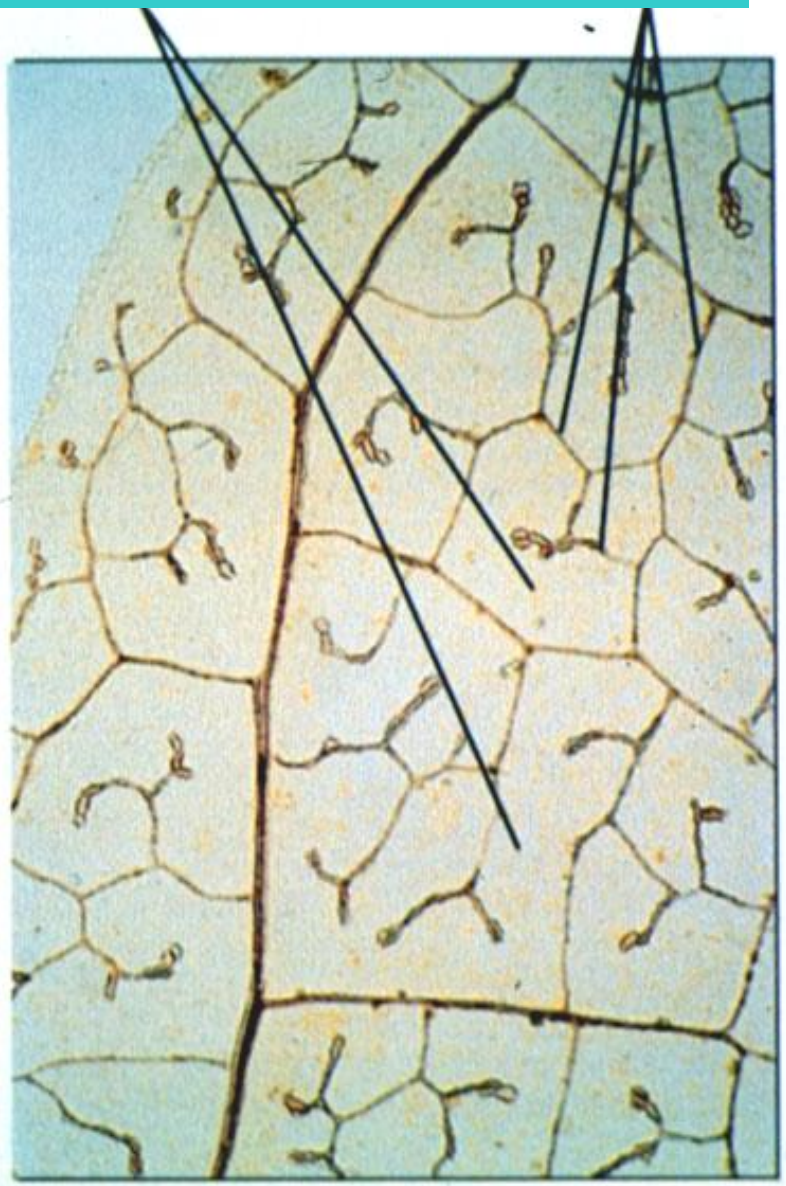




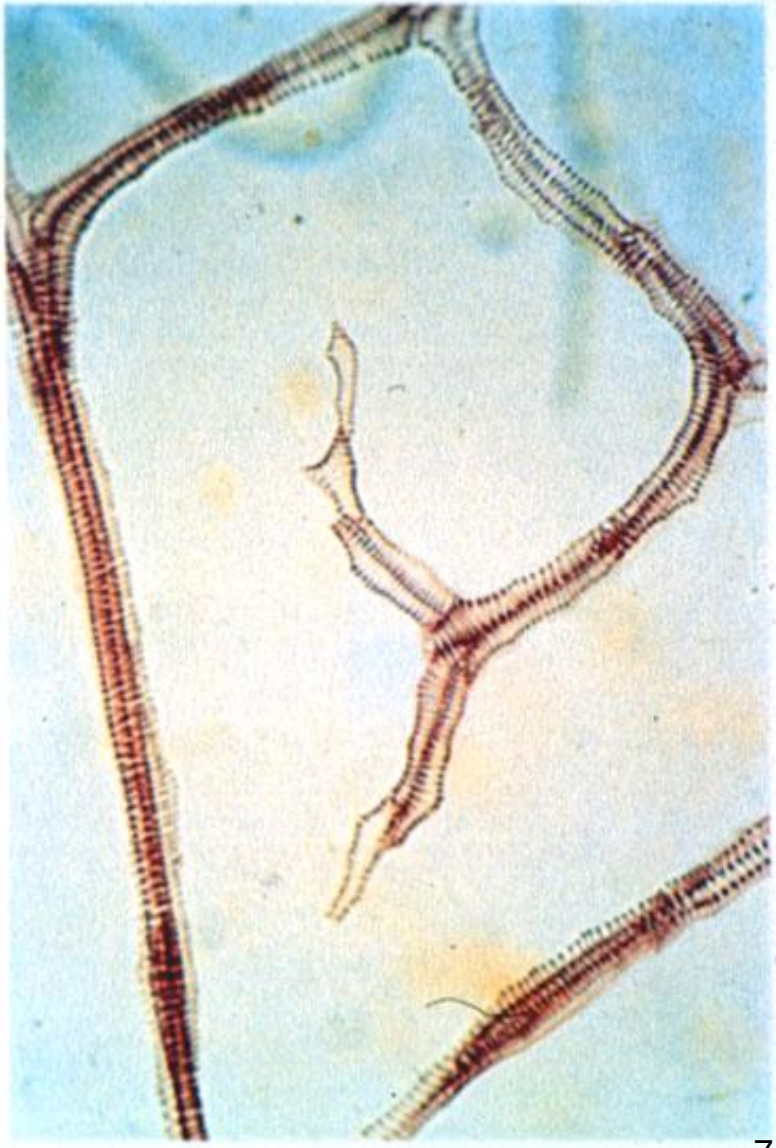
Nervatura reticolata
1 - nervatura più grande
2 - nervatura di 2° ordine
3 – nervatura di 3° ordine
.
.
.

Foglia di dicotiledone

Mesofillo nervature

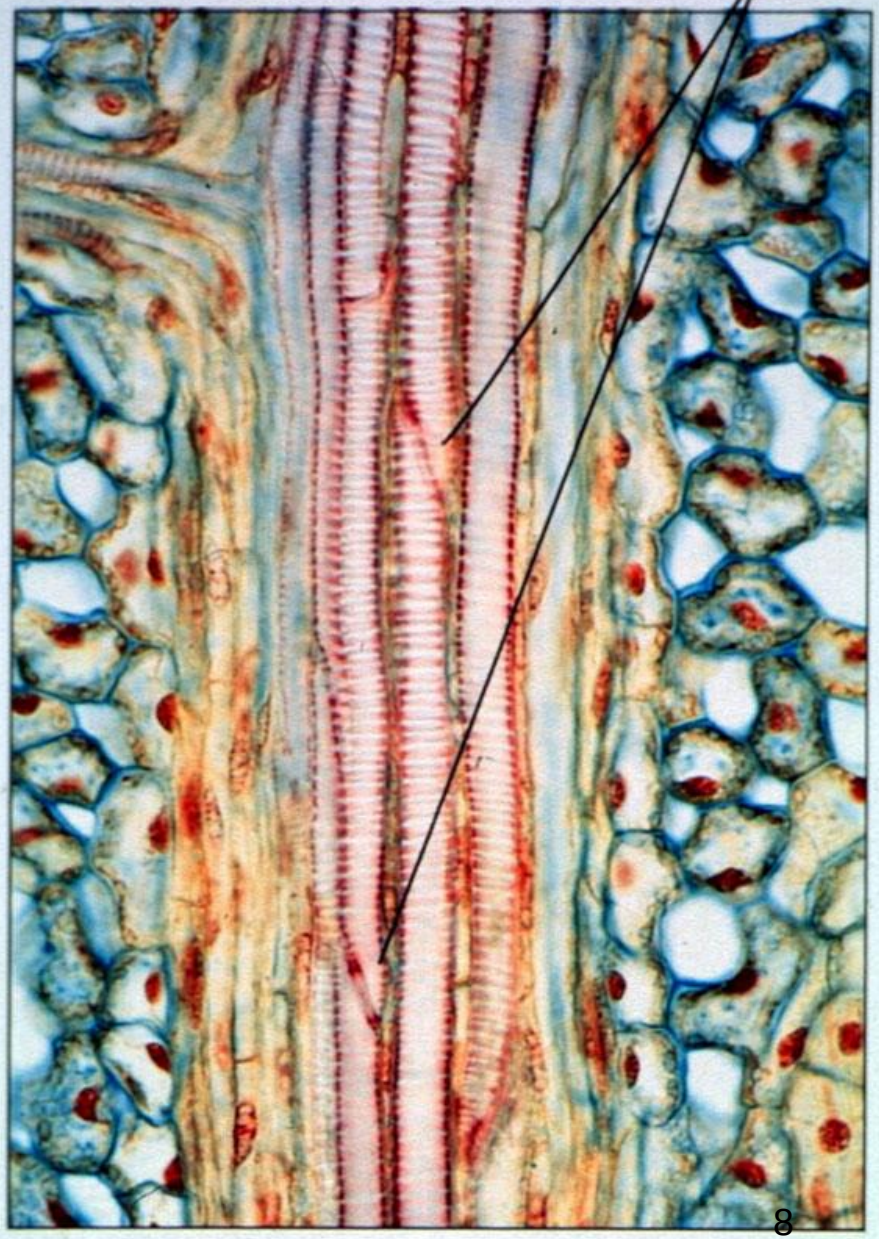


(a)



(b)

(b)

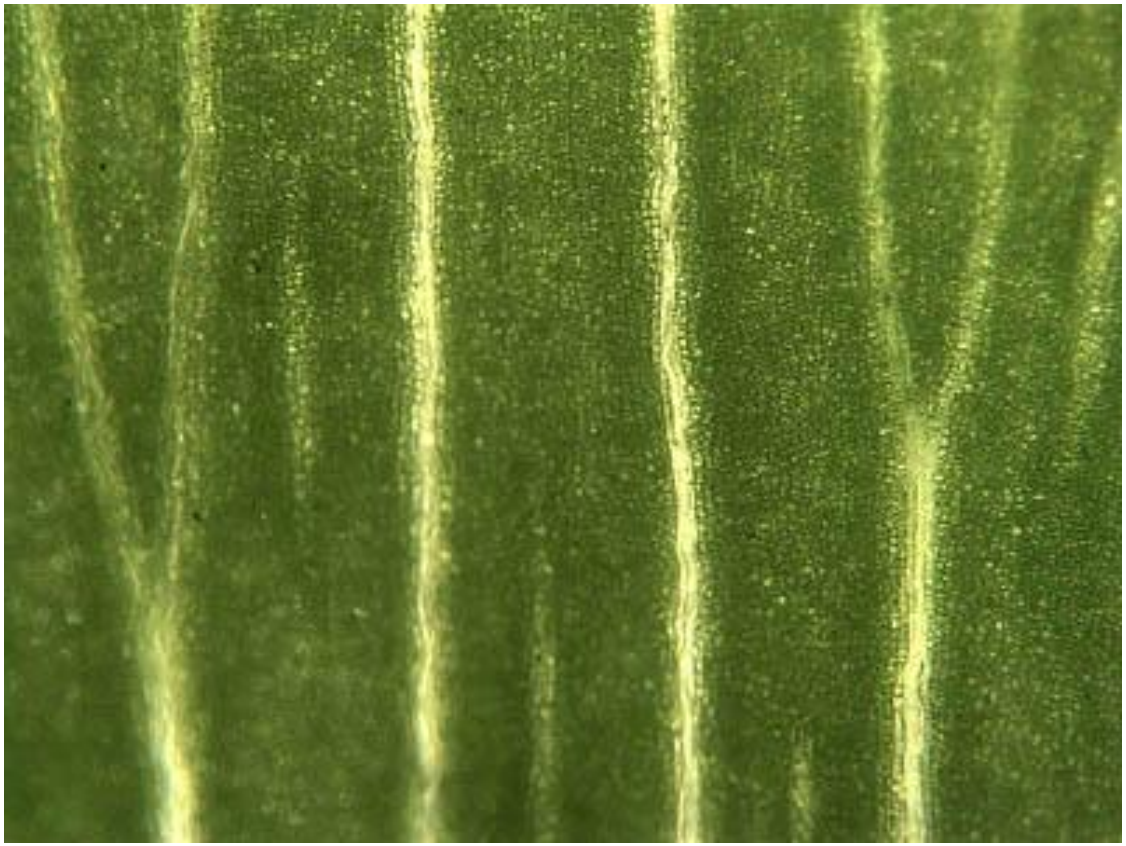


(c)

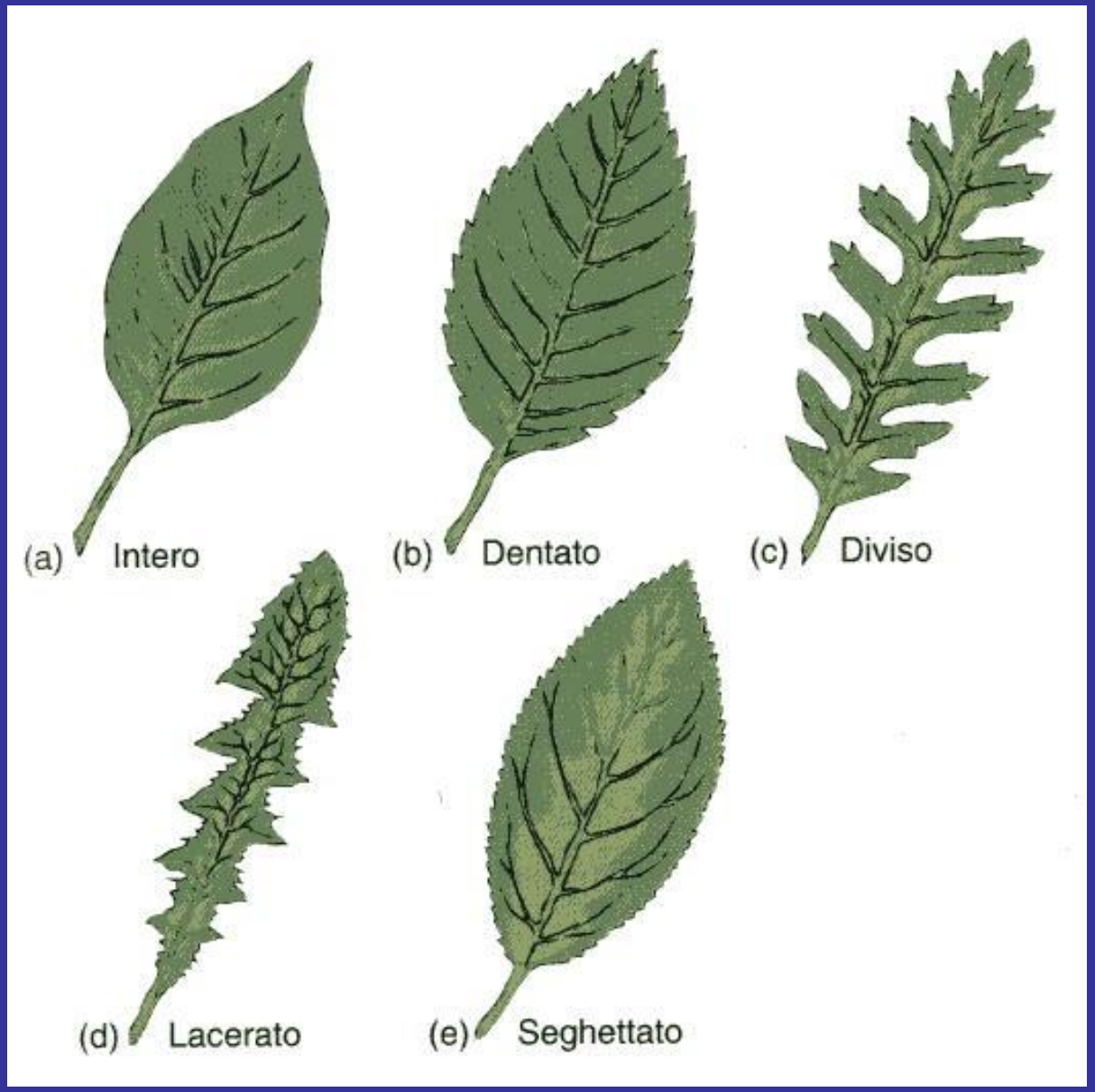
Nervature parallelle

Foglia di Monocotiledone

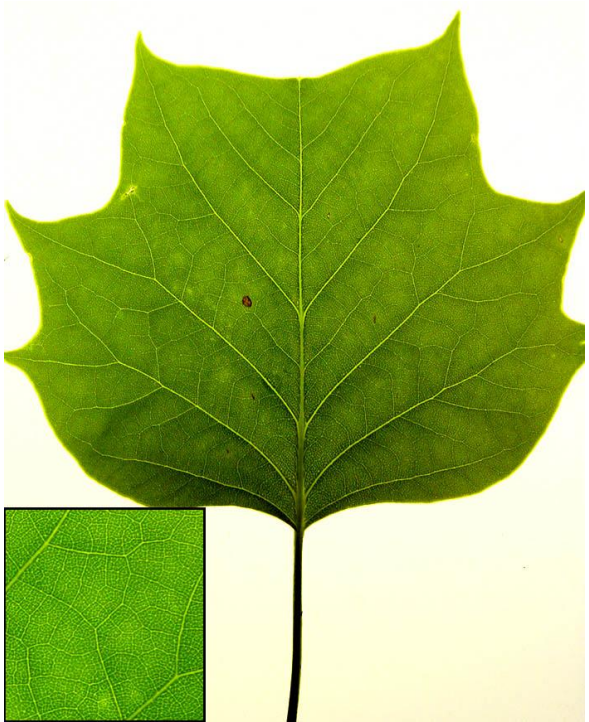
Foglia primitiva della Gimnosperma *Ginkgo biloba* con nervature dicotomiche

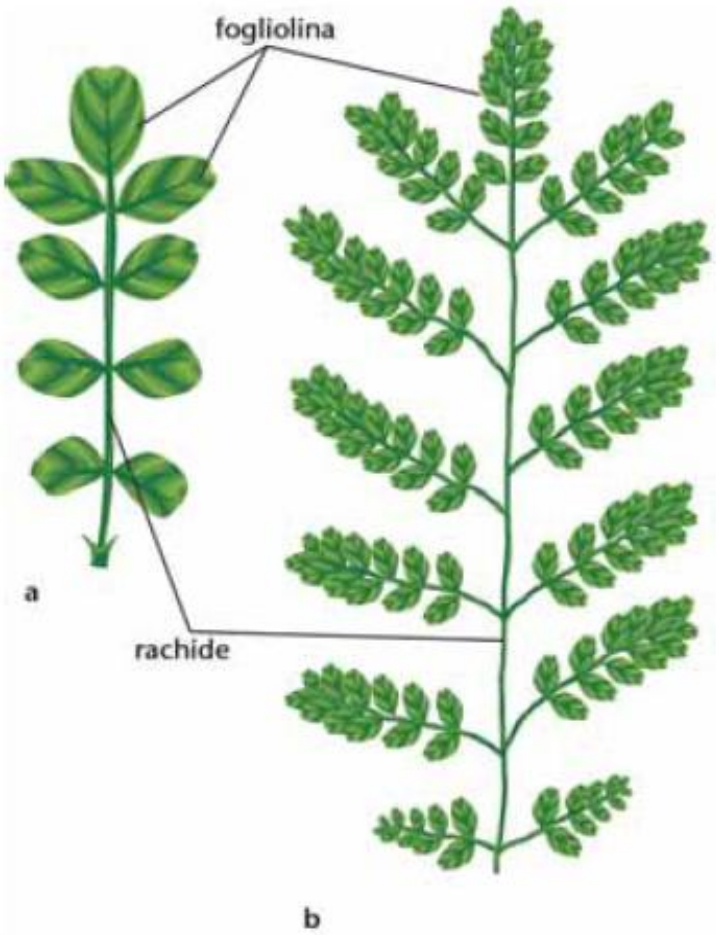


Tipi di margine fogliare



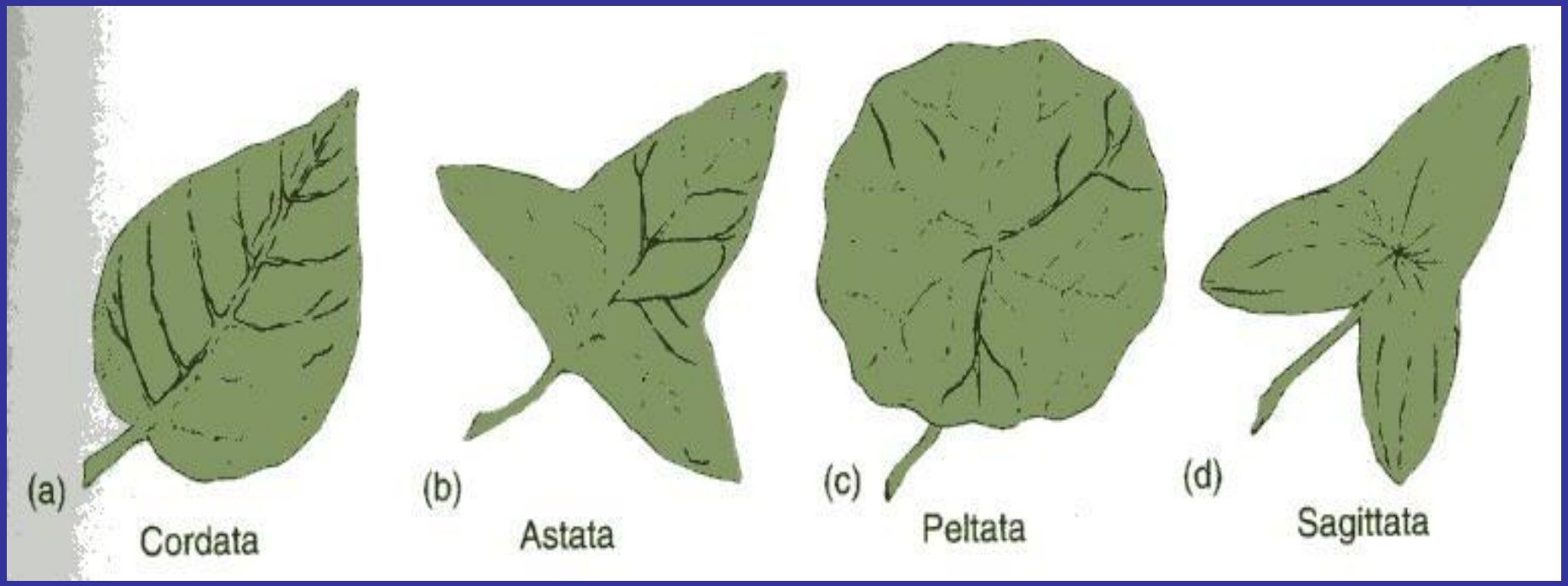
Le foglie possono essere **semplici**, con lamina fogliare intera, o **composte** con lamina composta da tante foglioline, inserite sul rachide, prolungamento del picciolo. Ogni fogliolina può presentare un proprio picciolo, piccioletto o picciolo secondario.



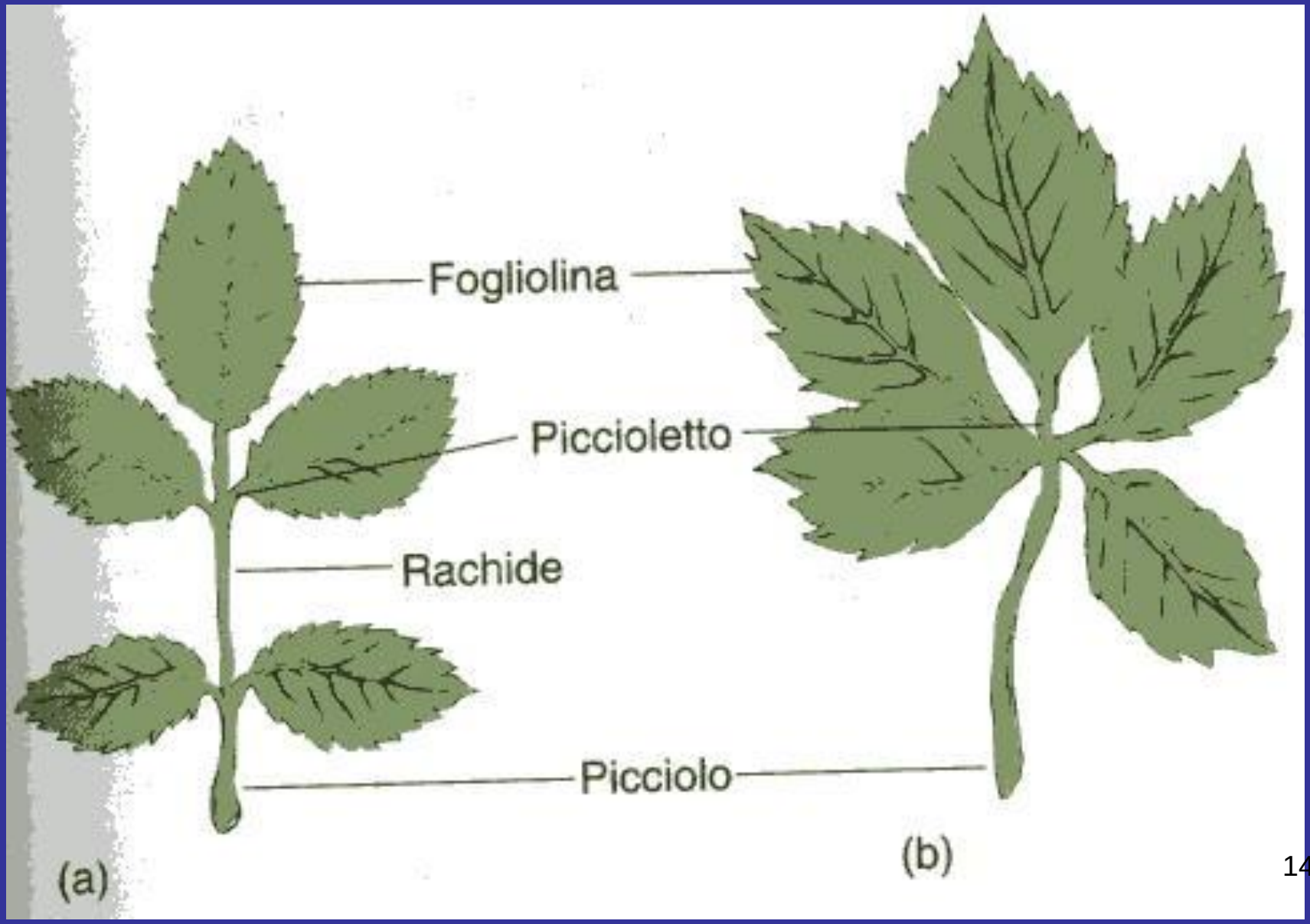


g. 5.34 → (a-b) Esempi di foglia composta (a) pennata e (b) bi-pennata.

Forme di foglia semplice



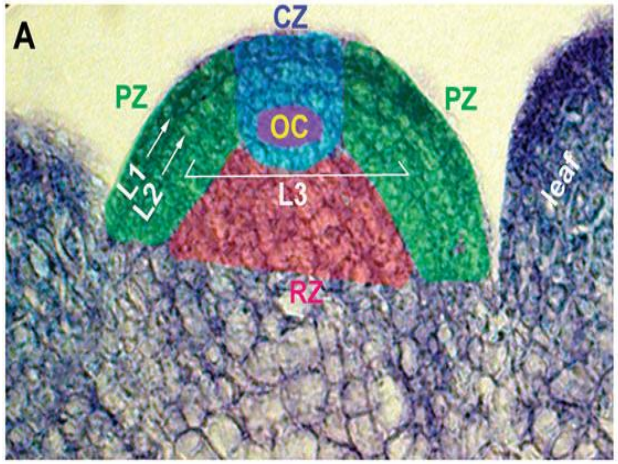
Foglie composte

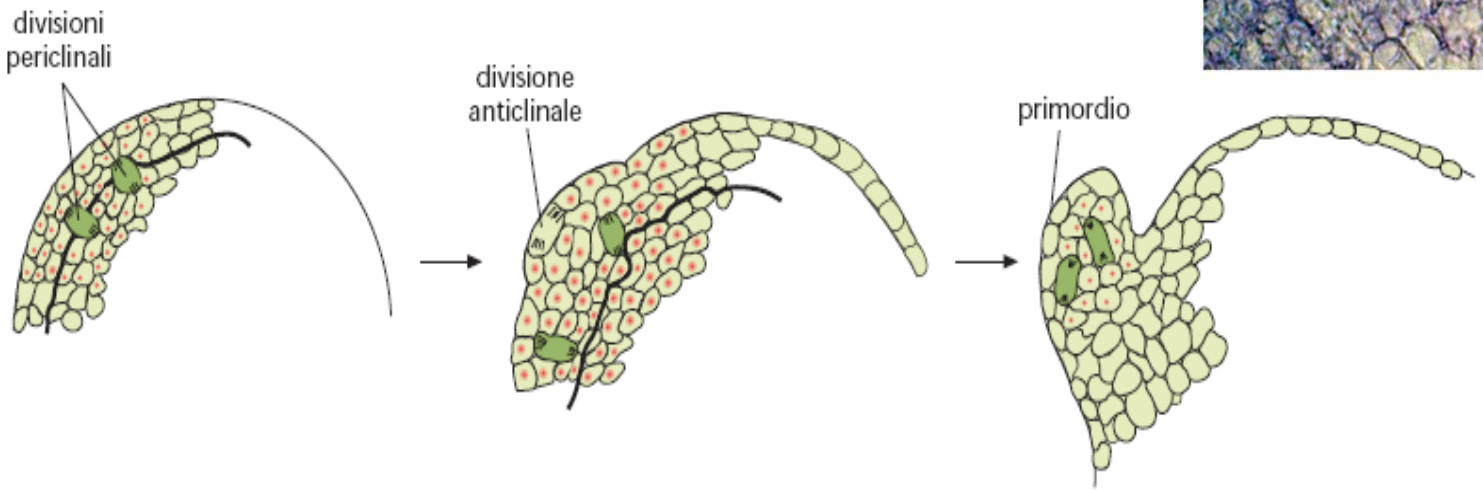


Origine delle foglie

Le foglie e le gemme ascellari si formano mediante protuberanze nella ZP del meristema caulinare.

La formazione di un primordio inizia quando un gruppo di cellule del doma intraprende un diverso destino differenziativo. Queste cellule sono le cellule fondatrici della foglia.





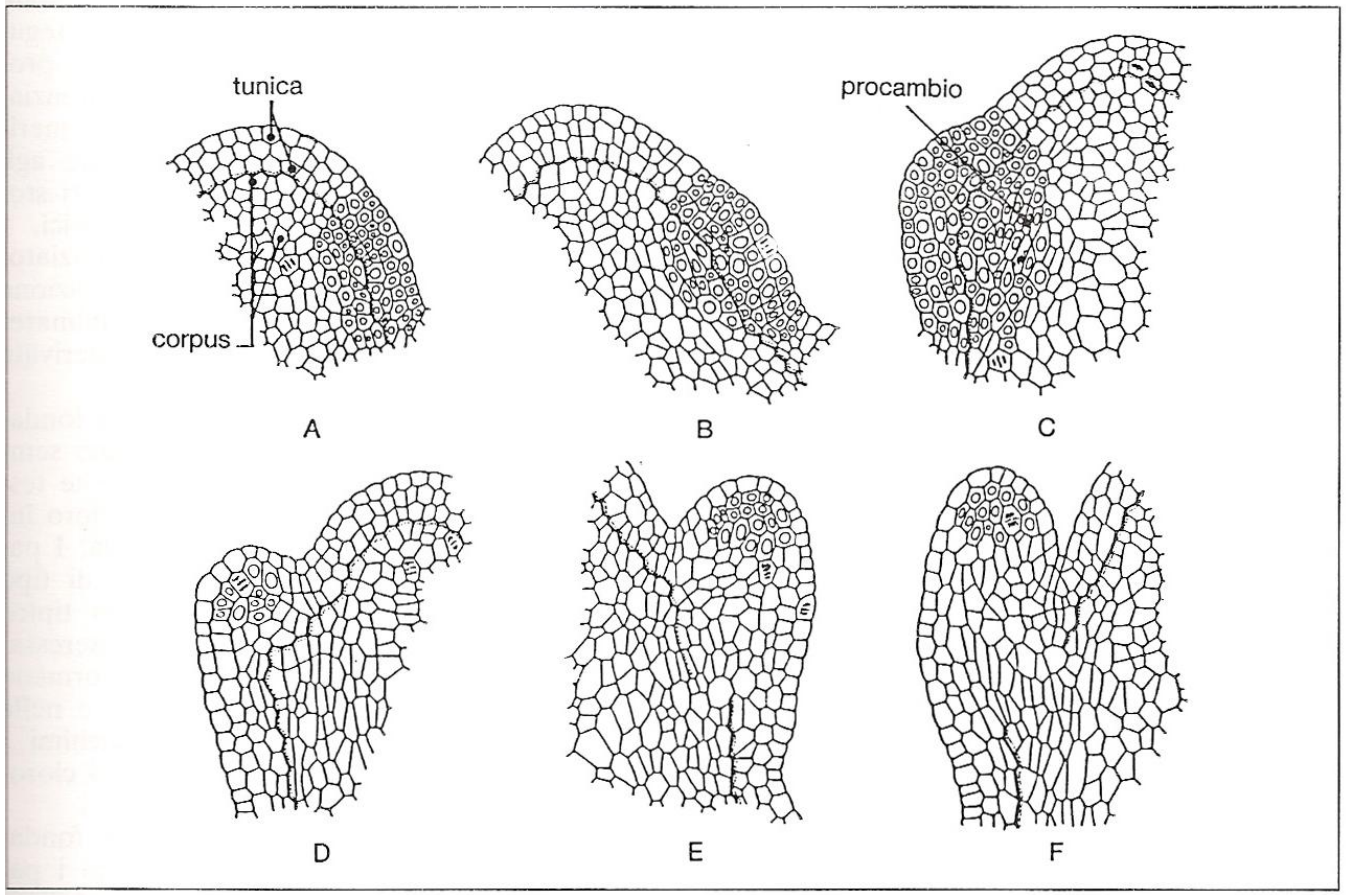


Figura 8.66. - Origine e sviluppo d'un filloma (fillodio) di *Acacia* in sezione longitudinale dell'apice caulinare. La linea più marcata delimita la tunica (e le sue cellule derivate) dal corpus (e dalle cellule derivate di questo). I nuclei sono segnati nelle cellule maggiormente interessate nella crescita della bozza. A) divisioni periclinali sono avvenute nello strato più esterno del corpus e nel terzo strato della tunica. B) divisioni periclinali sono frequenti nel secondo strato della tunica. C) la bozza fogliare è ben sviluppata e al disotto, nel fusto, è riconoscibile il procambio della traccia fogliare. D) l'infittirsi delle divisioni cellulari in una parte della bozza ne determina la crescita più forte nel lato dorsale. E e F) la bozza continua ad accrescersi mediante divisioni periclinali o altre variamente orientate e mediante la concomitante crescita in superficie del protoderma (da Boke secondo Esau).

Tipi di foglie (macrofille):

- Nomofilli funz fotosintetica o protettiva
- Catafilli funz riserva
- Ipsofilli funz protettiva (gemme)
- Sporofilli portano gli sporangi con meiospore
- Antofilli verticilli fiorali
- Embriofilli (cotiledoni) funz riserva

Le foglie sono disposte sul fusto o sui rami secondo un modello ben preciso che prende il nome di FILLOTASSI.

Il tipo più comune è quello elicoidale a spirale, con una foglia per ogni nodo e le foglie disposte a spirale intorno al fusto. In alcune piante con una singola foglia per nodo, queste sono disposte in due file opposte, es. nelle graminacee. Questo tipo di fillotassi è detta distica.

In alcune piante sono presenti due foglie ad ogni nodo, in questo caso si parla di fillotassi opposta. Se le successive coppie di foglie sono disposte a 90°C rispetto alle prime si ha la disposizione decussata.

Piante con tre o più foglie per nodo sono a fillotassi verticillata.

Alternata o distica

opposta

decussata

decussata

verticillata

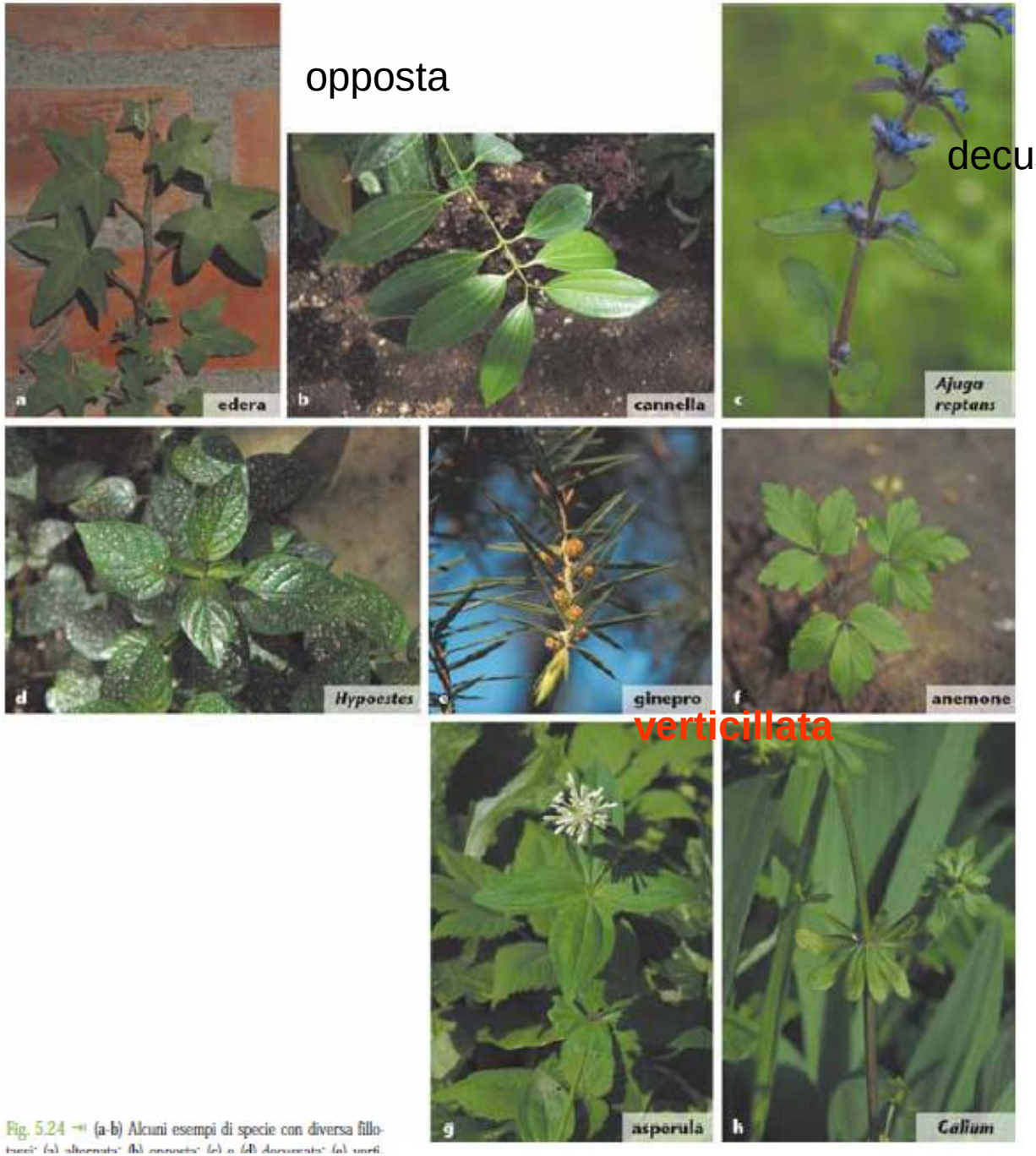
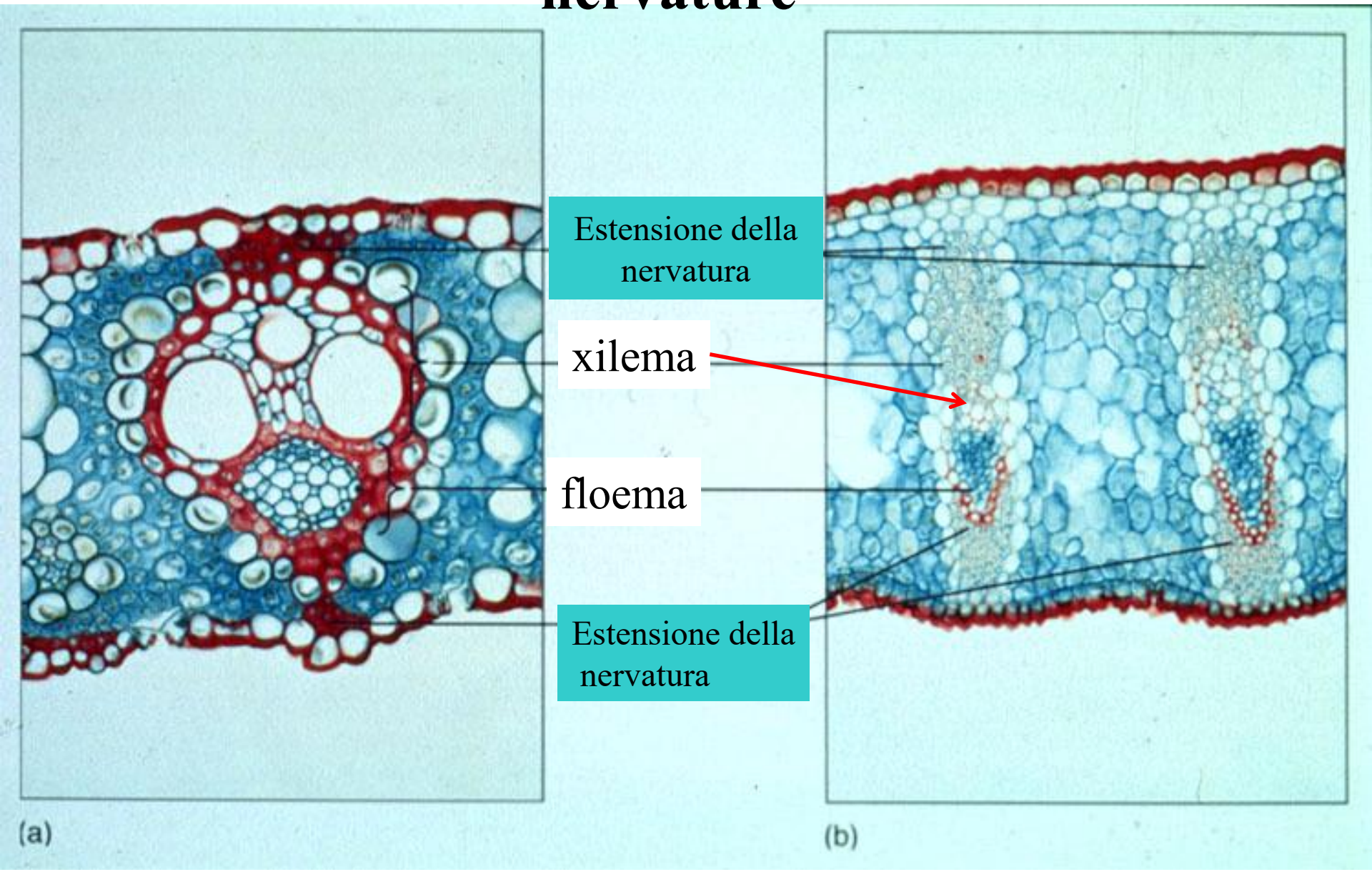


Fig. 5.24 → (a-b) Alcuni esempi di specie con diversa fillo-
tassi: (a) alternata; (b) opposta; (c) e (d) decussata; (e) verti-

nervature

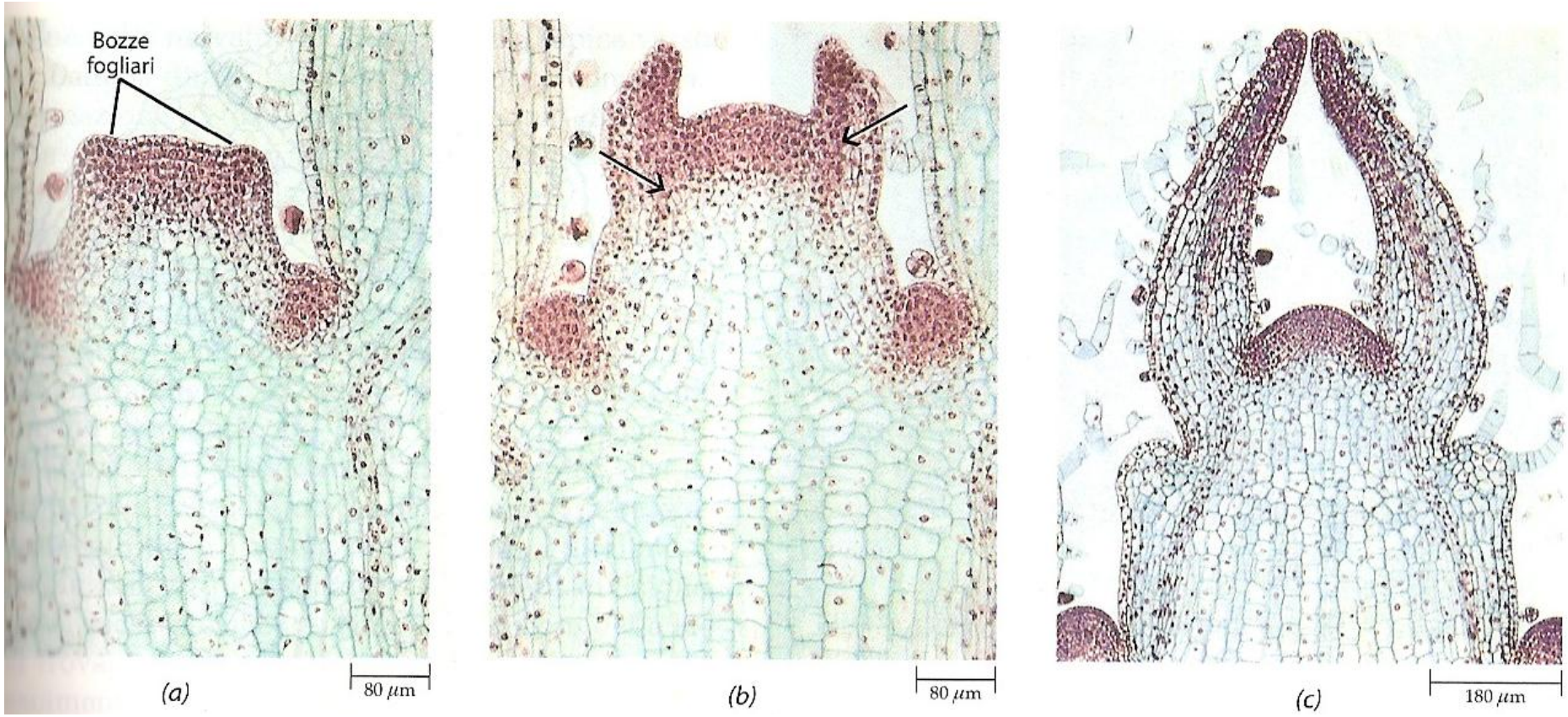

Estensione della nervatura
xilema
floema
Estensione della nervatura
(a)
(b)

I cordoni procambiali del fusto prendono origine in una posizione più in basso rispetto al meristema apicale, proprio al di sotto dei primordi fogliari in via di sviluppo.

A volte sono già presenti al di sotto dei siti di formazione delle foglie, ancora prima che gli abbozzi fogliari siano distinguibili.

Man mano che il primordio fogliare si allunga, i cordoni procambiali del fusto si differenziano verso l'alto ed entrano nel primordio cosicché si forma il sistema procambiale della foglia collegato con quello del fusto.

Il tessuto vascolare delle foglie delle Angiosperme inizia con il differenziamento del procambio della nervatura mediana.



I prolungamenti del sistema conduttore del fusto, che si estendono verso le foglie sono detti TRACCE FOGLIARI.

Le regioni parenchimatiche localizzate sopra la zona dove le tracce fogliari divergono verso le foglie sono dette LACUNE DELLE TRACCE FOGLIARI.

I fasci vascolari delle foglie sono di tipo collaterale chiuso, solo eccezionalmente può avvenire un piccolo accrescimento secondario, limitato alla nervatura centrale delle foglie che durano per anni.

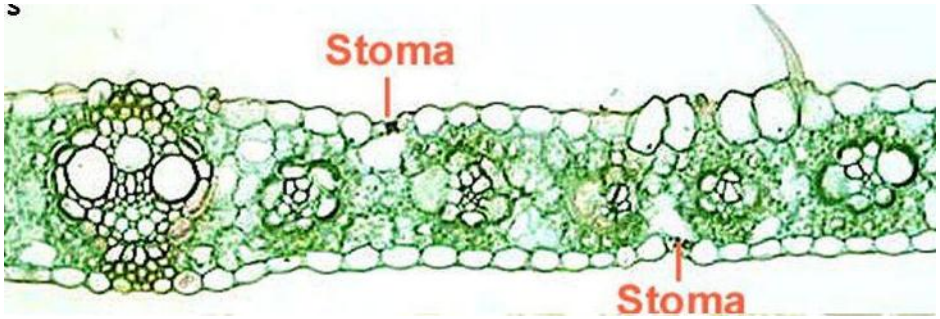
Le foglie sono quindi costituite, quasi tutte, da soli tessuti primari.

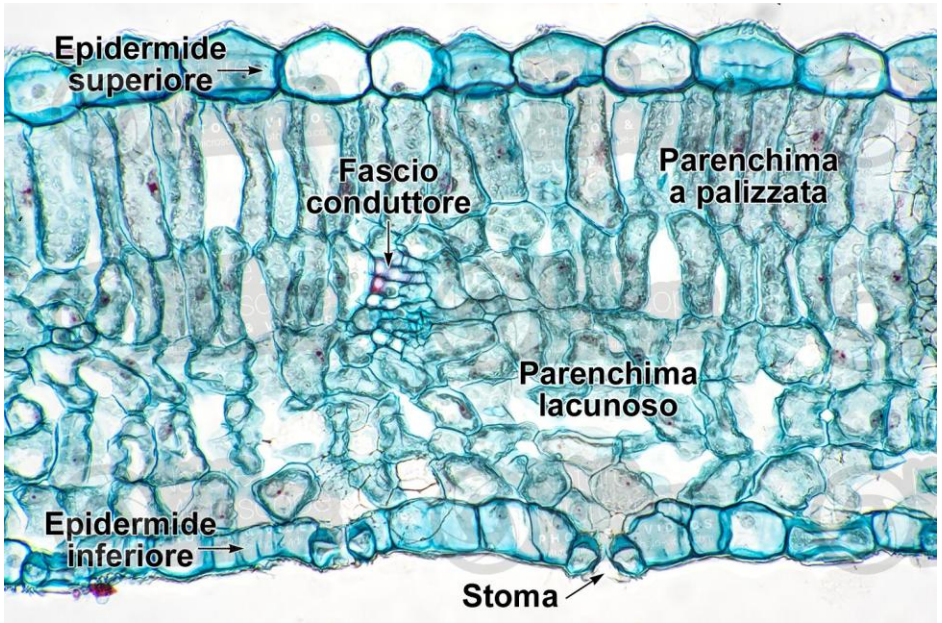
Complessivamente la crescita della foglia è di breve durata, ed è per questo detta DETERMINATA o LIMITATA.

La disposizione dei tessuti all'interno della foglia determina la simmetria fogliare.

- Simmetria dorsoventrale o bifacciale
- Simmetria equifacciale o isolaterale

Nelle foglie a simmetria dorsoventrale o bifacciale (dipende dalla disposizione del mesofillo), che sono le più comuni fra le Angiosperme dicotiledoni, le due epidermidi, superiore ed inferiore, sono diverse.

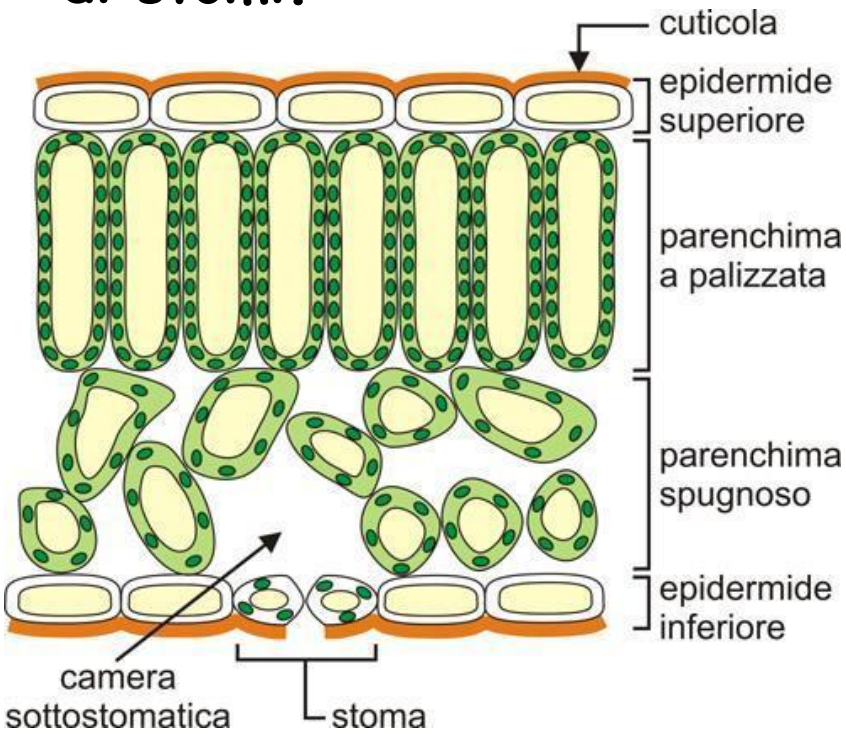


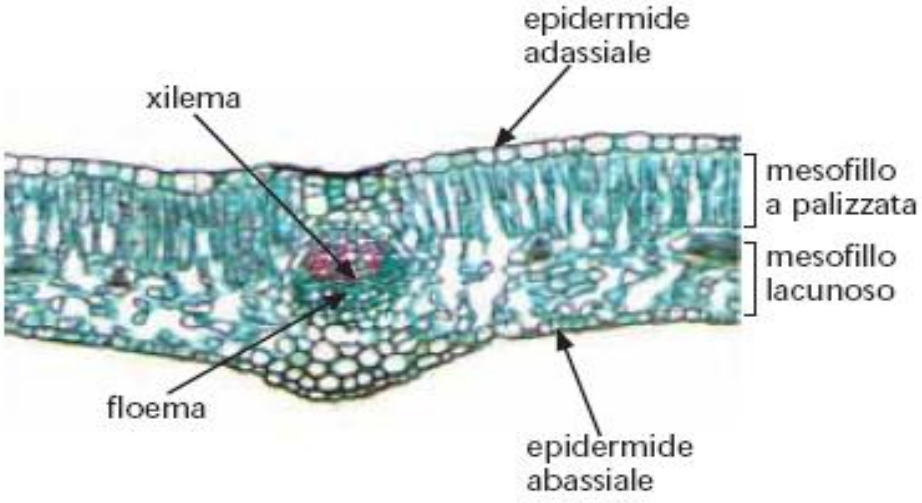


In una foglia a simmetria dorso-ventrale è possibile distinguere un lato adassiale, quello rivolto verso il fusto, o superficie ventrale o superiore ed un lato abassiale, lato inferiore o dorsale.

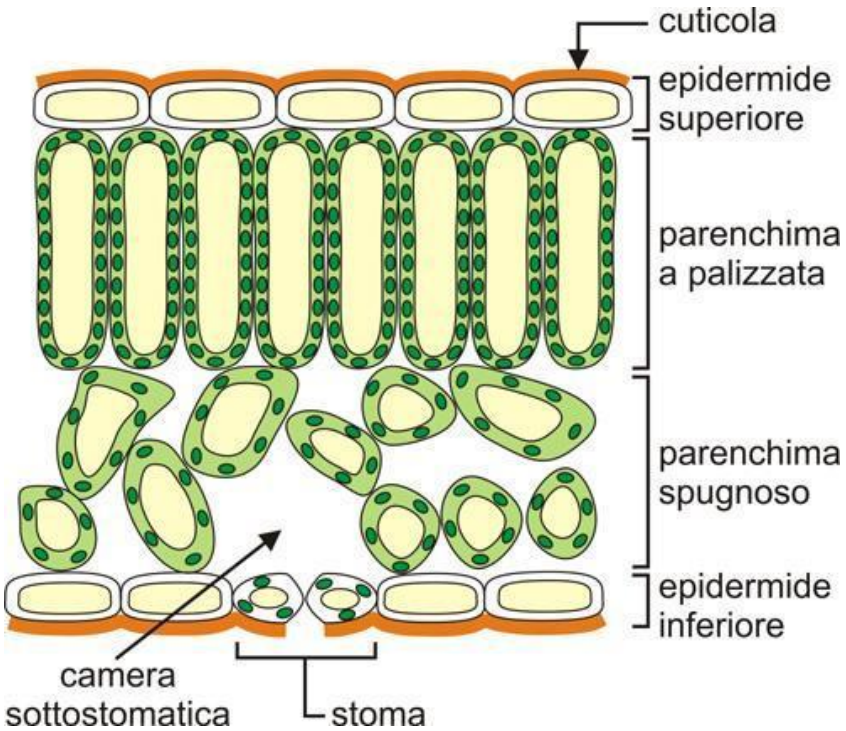
I due lati presentano differenze anatomiche evidenti.

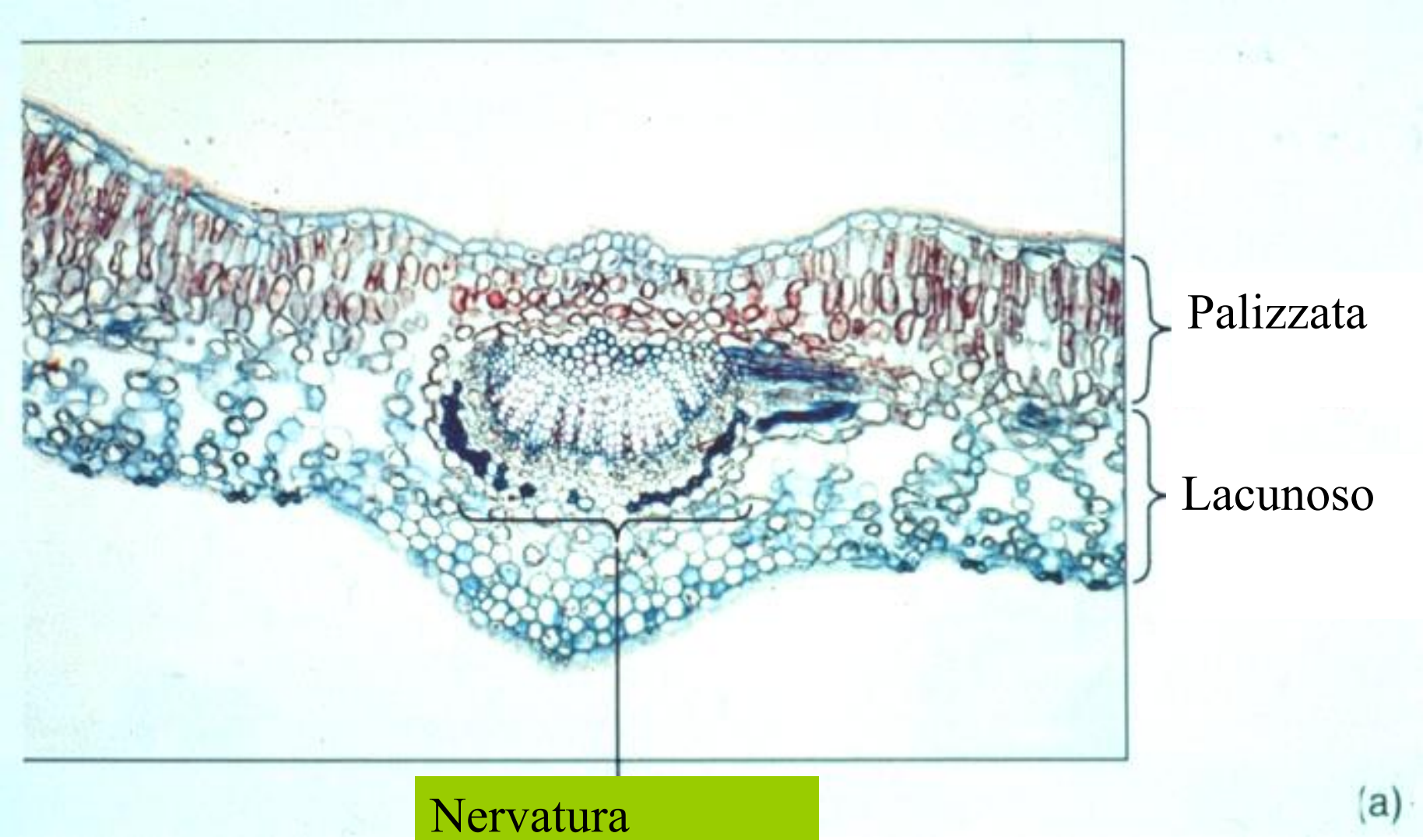
Le epidermidi superiore ed inferiore, sono diverse. Quella superiore è piana e generalmente glabra, l'inferiore è più ruvida tomentosa, con le nervature in rilievo e molto ricca di stomi.





I tessuti compresi tra le due epidermidi vengono indicati come mesofillo. Il mesofillo è costituito da cellule parenchimatiche in cui decorrono i fasci e da un esteso sistema di spazi intercellulari, in comunicazione con l'esterno attraverso gli stomi. Il mesofillo è suddiviso in <u>mesofillo a palizzata</u> in genere posto a ridosso dell'epidermide e ricco di cloroplasti e <u>mesofillo lacunoso o spugnoso</u>, localizzato al di sotto del mesofillo a palizzata e ricco di spazi intercellulari per assicurare efficienti scambi gassosi.

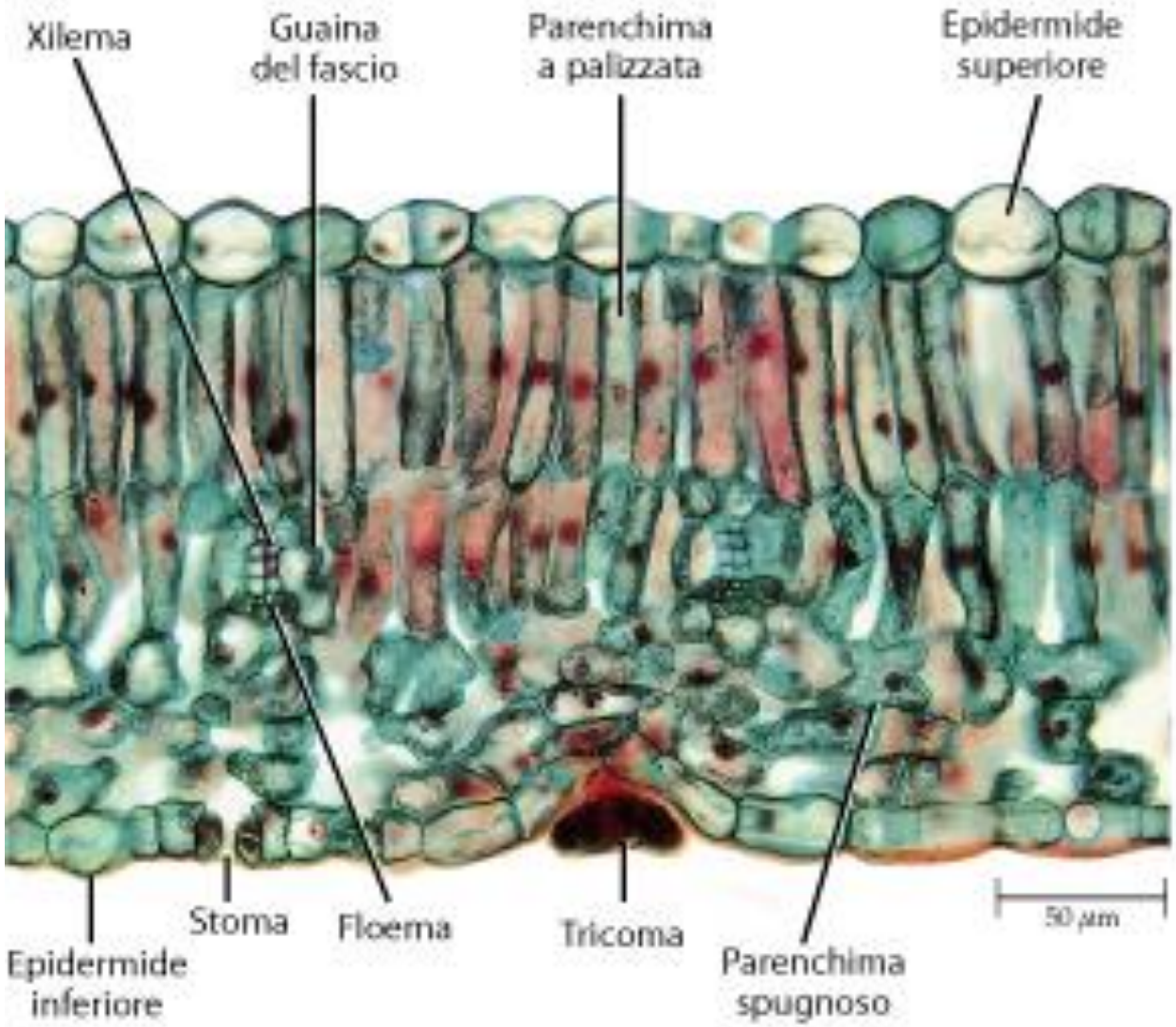




Nervatura mediana

Foglia dorso-ventrale

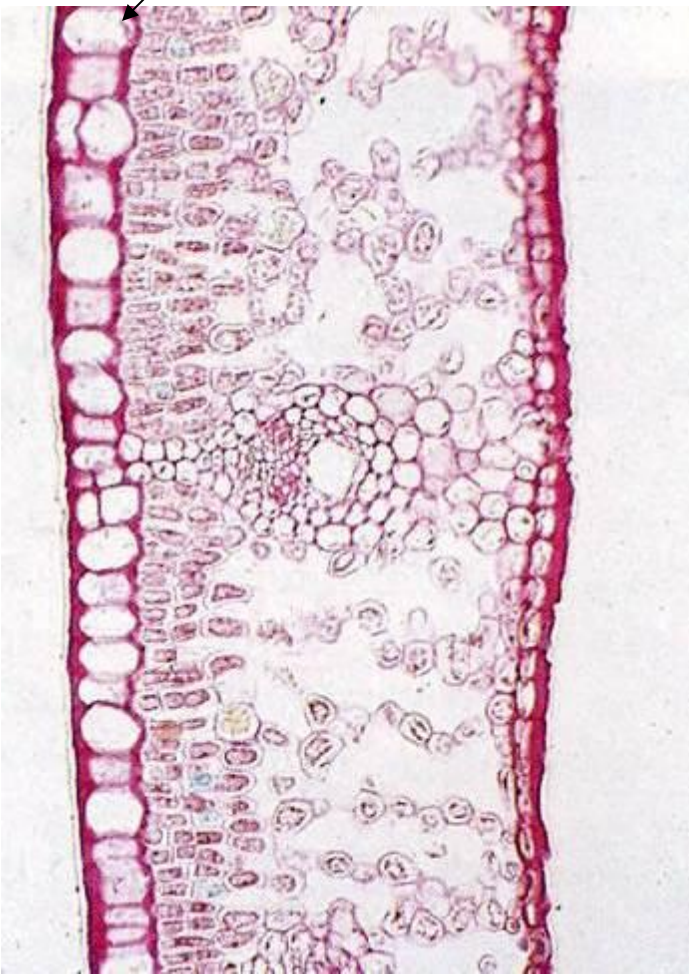
Simmetria dorso-ventrale



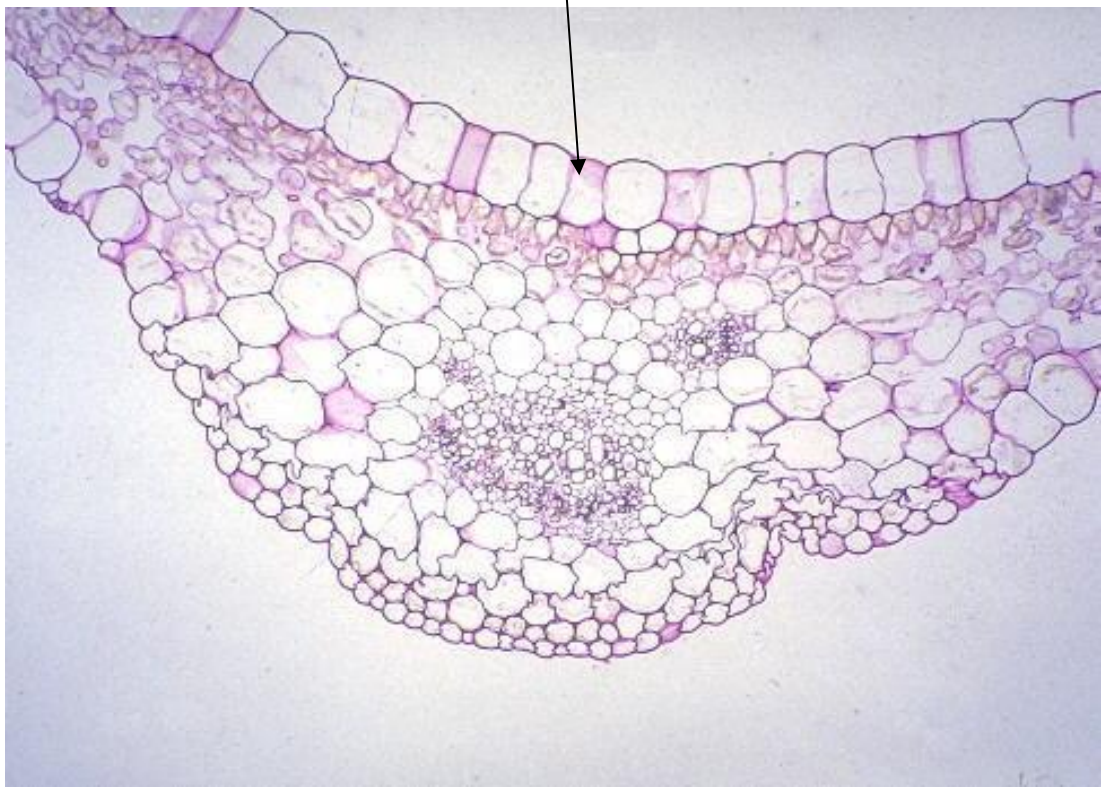
(b)

Nervature minori in una lamina fogliare

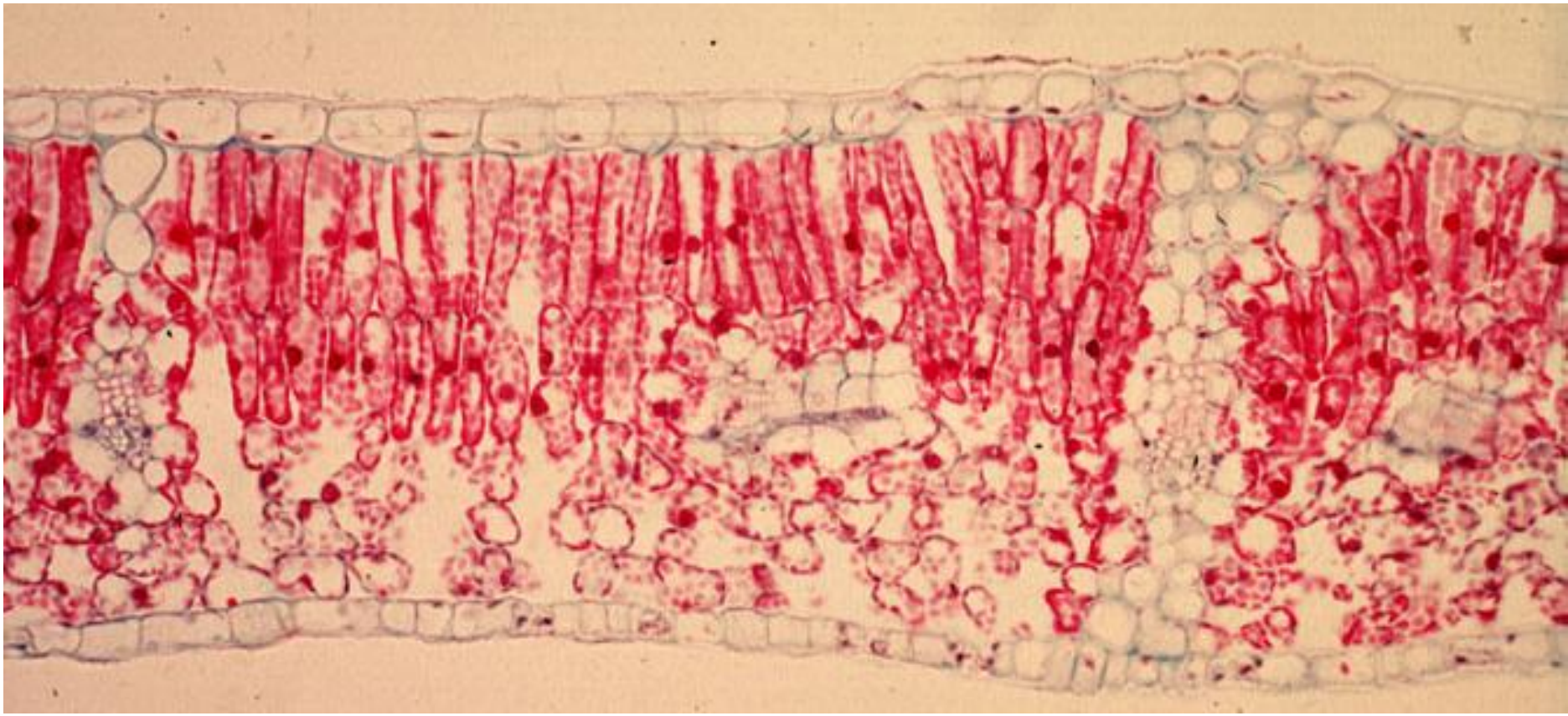
Epidermide superiore



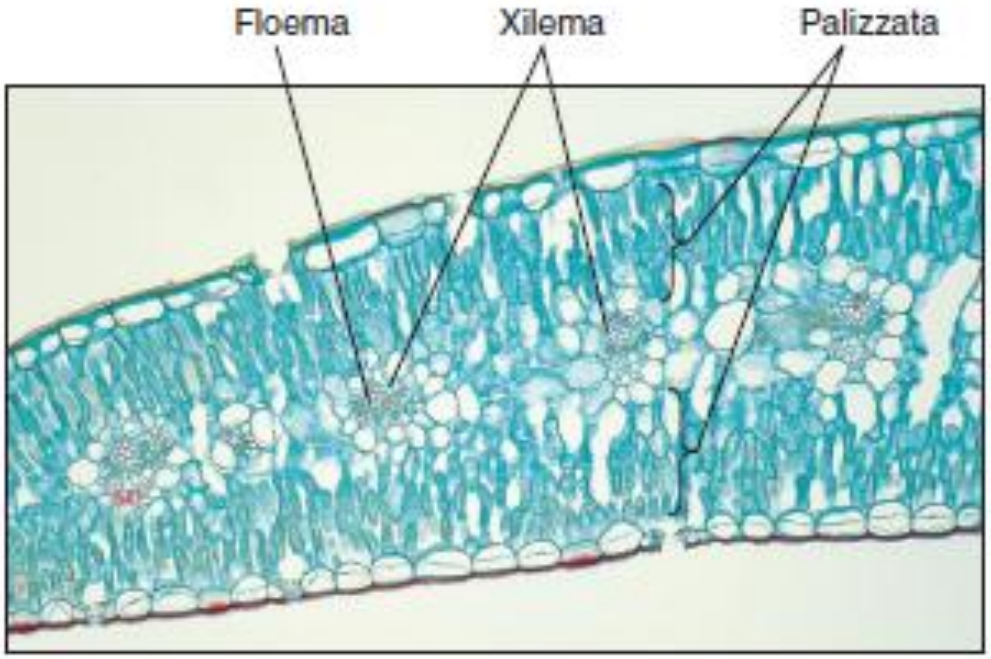
Epidermide superiore



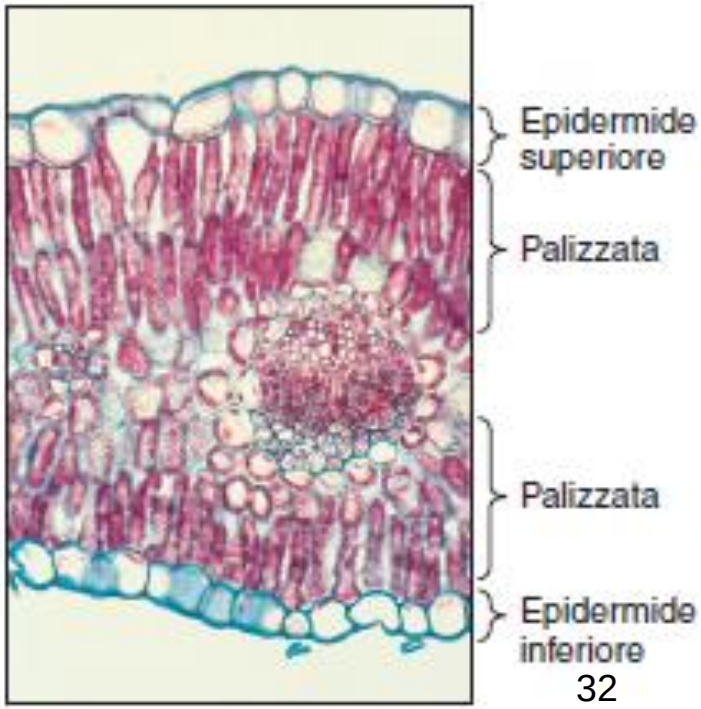
Foglia bifacciale di dicotiledone con mesofillo a palizzata pluristratificato



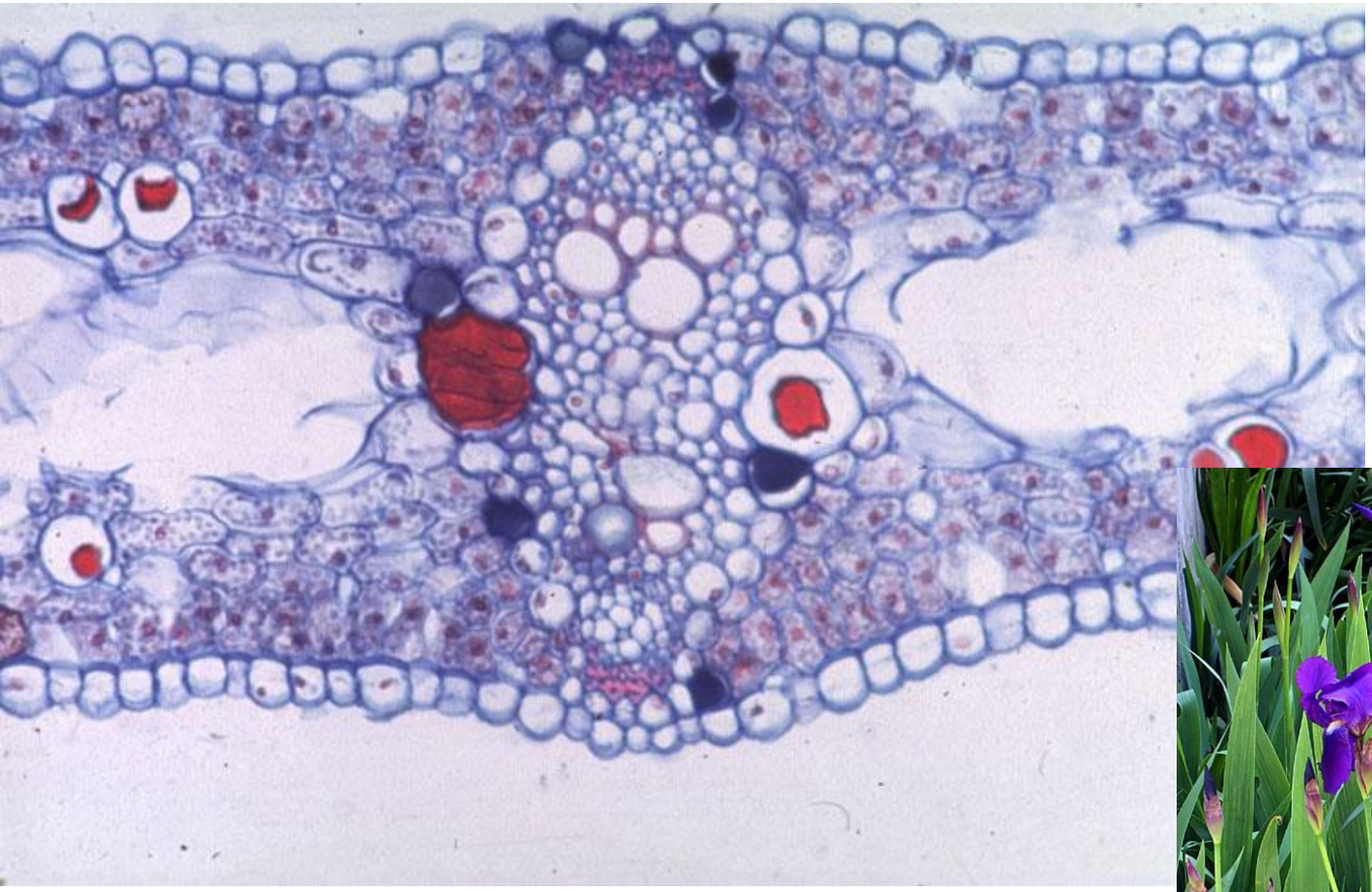
Le foglie di alcune dicotiledoni e molte monocotiledoni possono presentare il mesofillo a palizzata anche nel lato dell'epidermide inferiore ed il mesofillo lacunoso rimane al centro della foglia. Questo tipo di foglia si chiama isolaterale o equifacciale. Tuttavia questa simmetria è prevalente fra le foglie delle monocotiledoni.



a

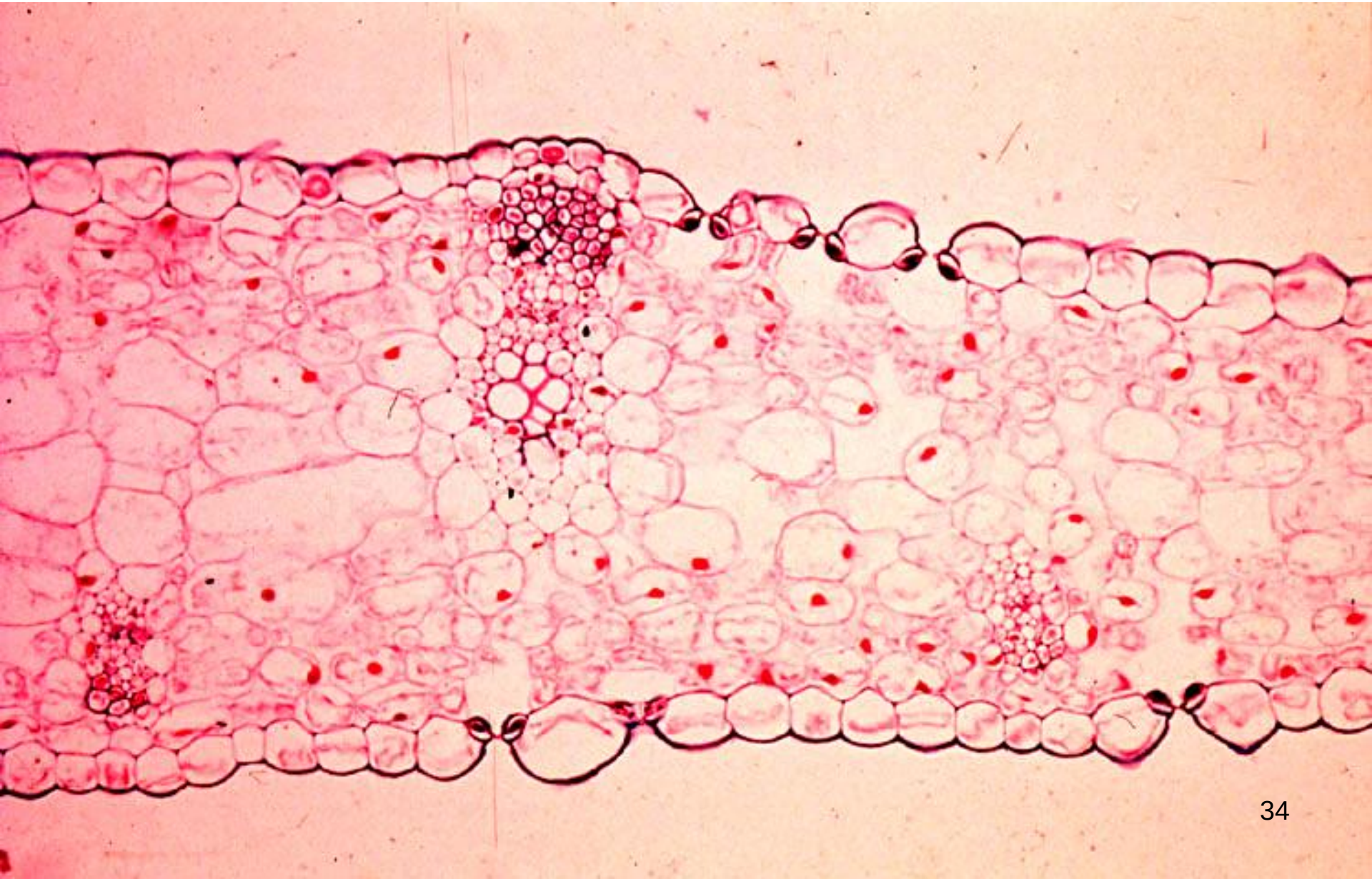


b

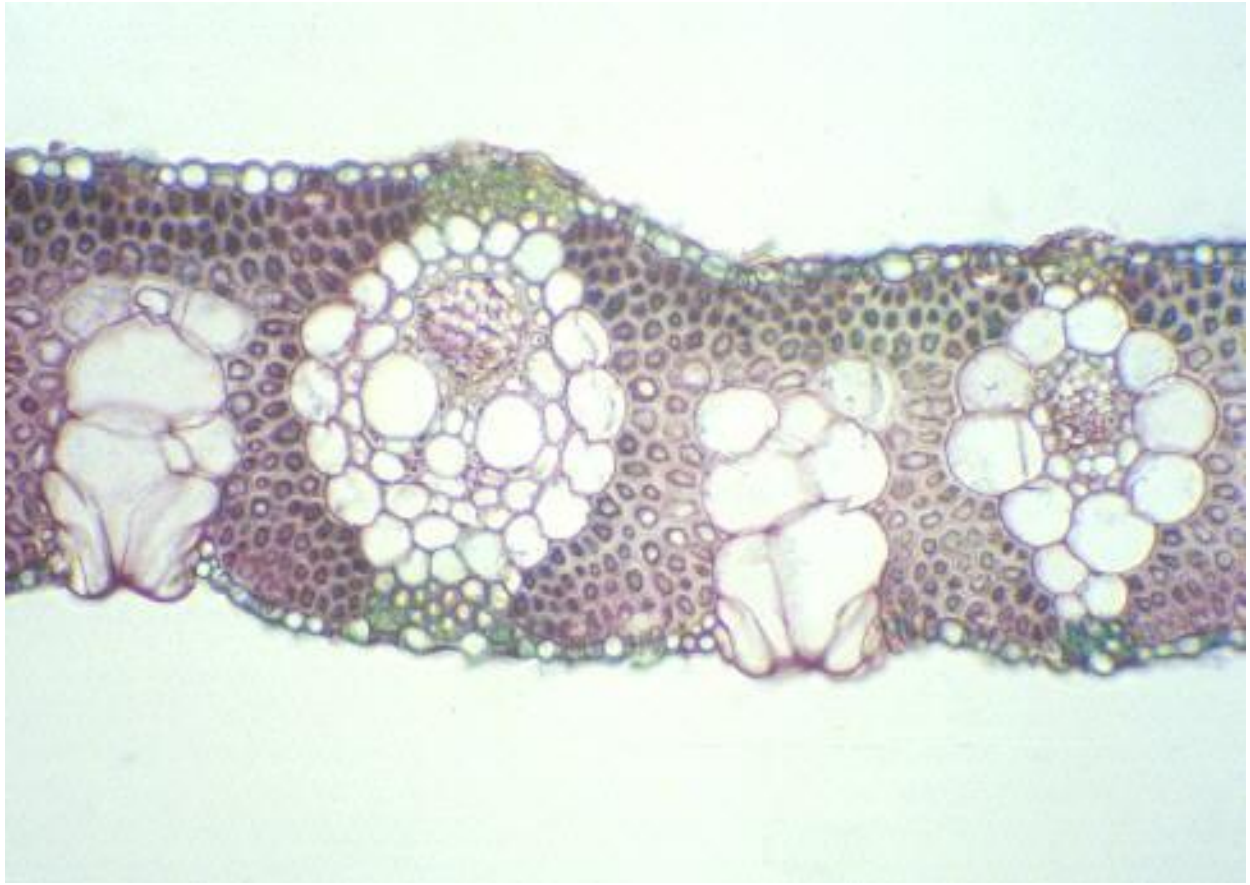


Foglia isolaterale

Foglia unifacciale



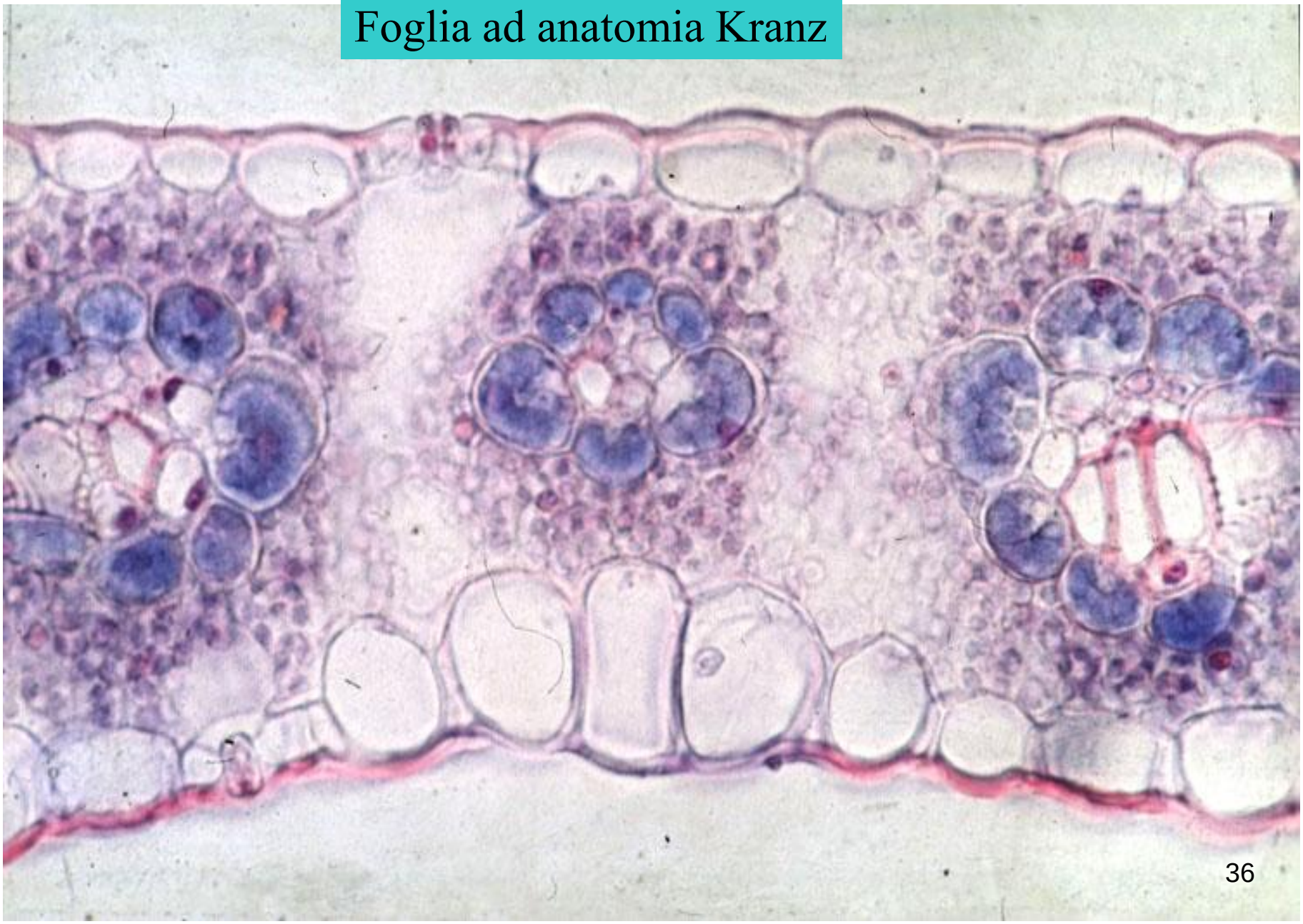
Monocotiledoni



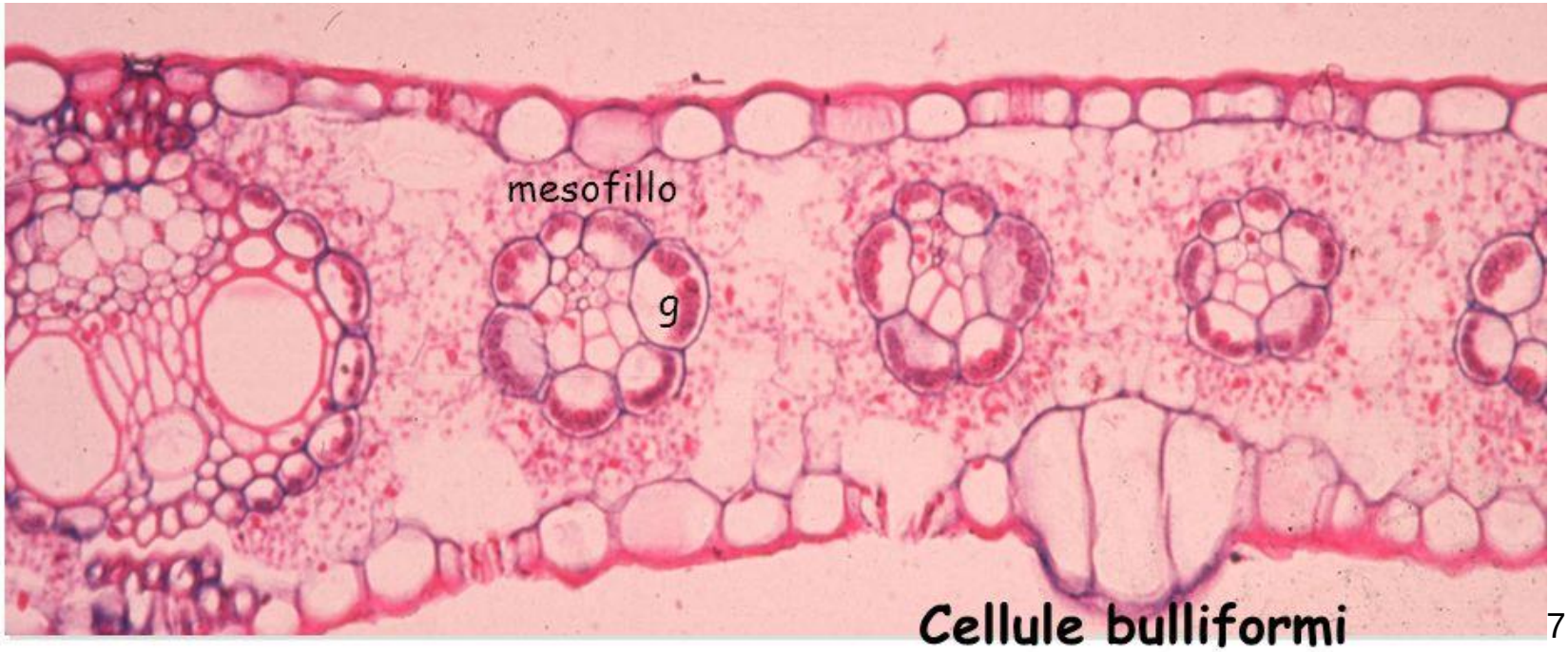
Il fascio è delimitato da una **guaina** di grosse **cellule parenchimatiche**.

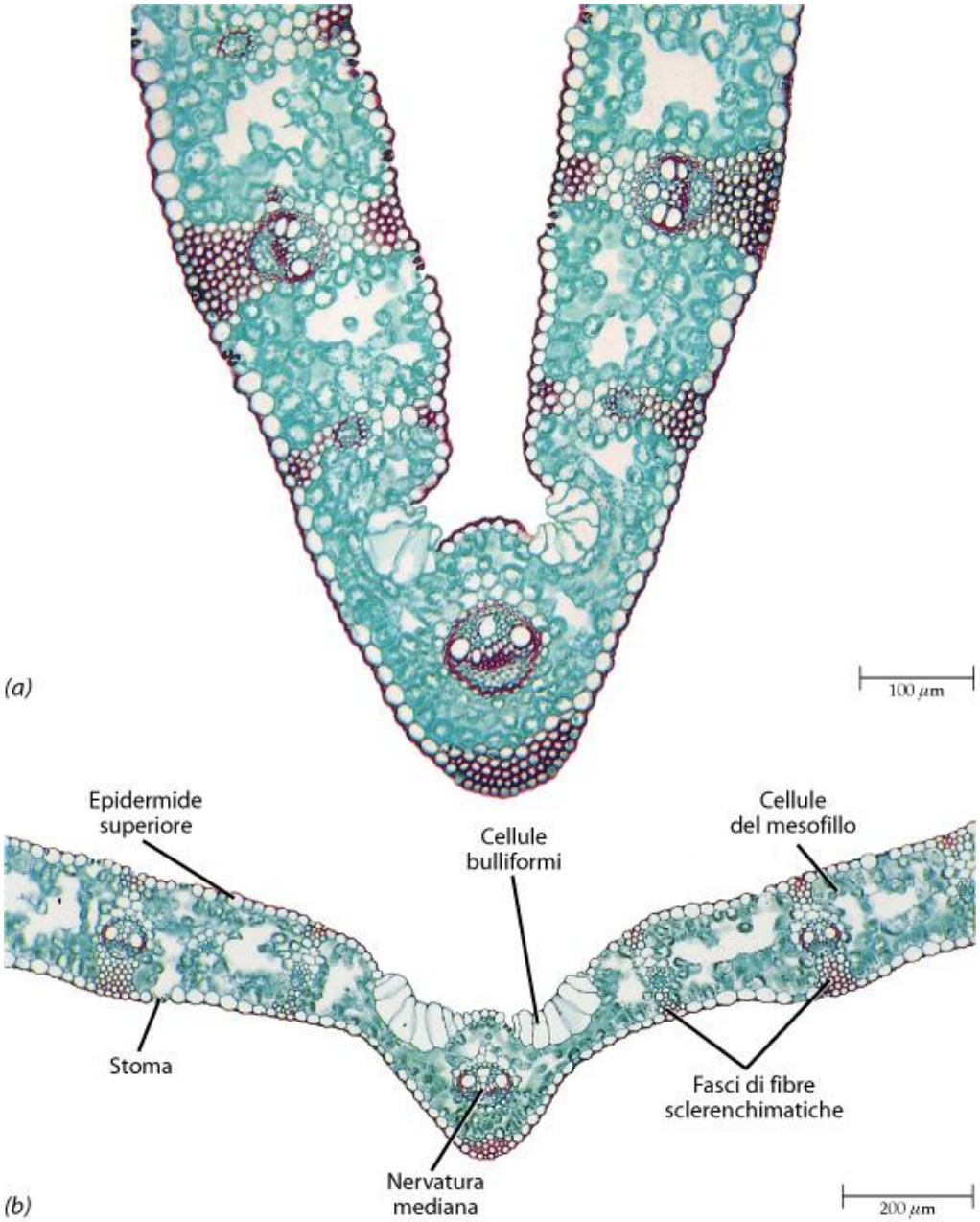
Da notare le grosse **cellule acquose** di natura epidermica (le più esterne) e mesofillare (le più interne).

Foglia ad anatomia Kranz



Particolari cellule epidermiche delle graminaceae ed altre monocotiledoni, dette <u>cellule bulliformi</u>, caratterizzate da parete sottile, da grandi vacuoli e distribuite a gruppetti nell'epidermide, in condizioni di stress idrico, manifestano una rapida diminuzione di turgore ed un conseguente afflosciamento tale da determinare l'arrotolamento della lamina fogliare, e quindi una diminuzione della superficie traspirante.



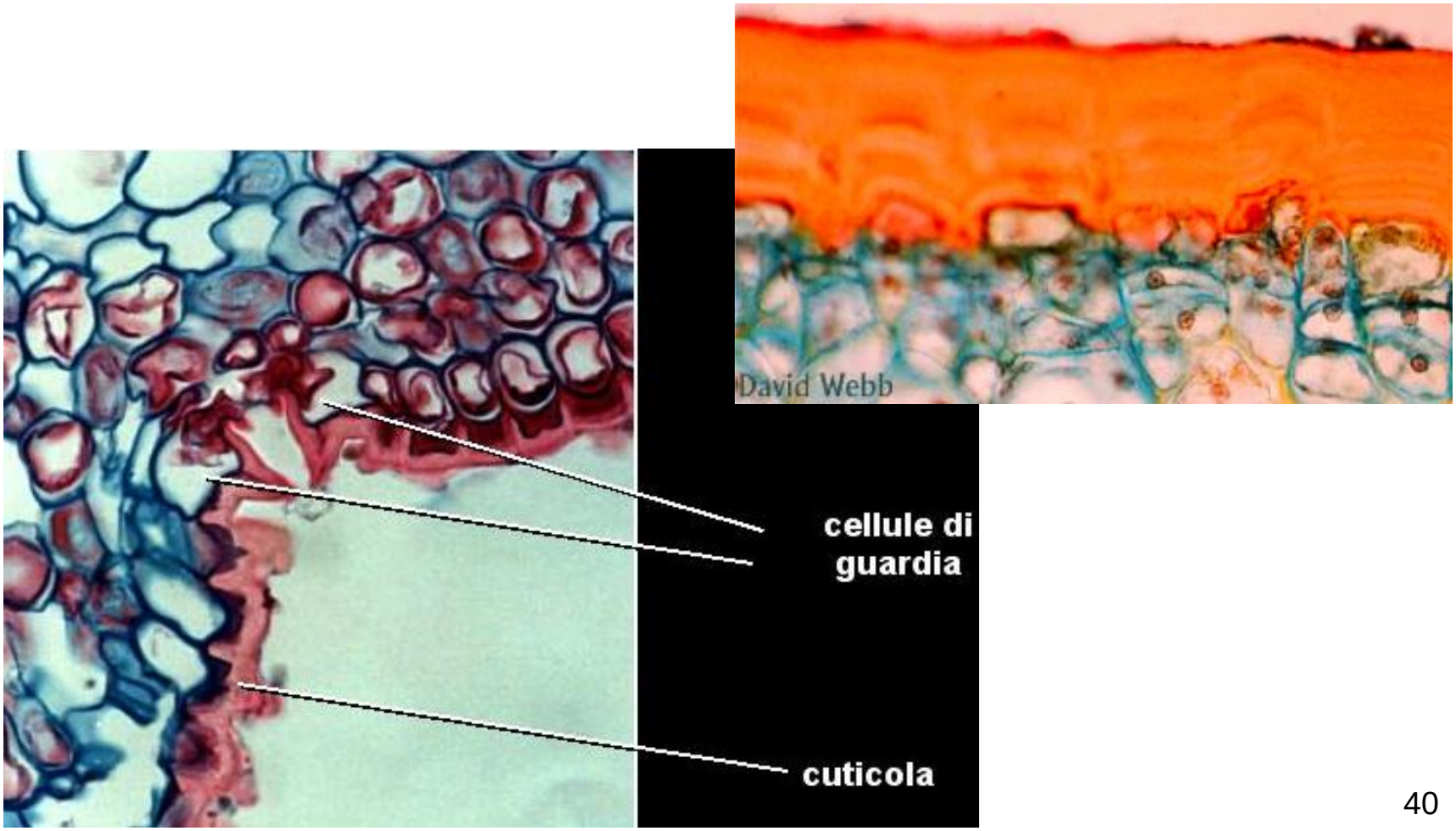

(a)
100 μm
Epidermide superiore
Cellule bulliformi
Cellule del mesofillo
Stoma
Fasci di fibre sclerenchimatiche
Nervatura mediana
(b)
200 μm

La foglia e l'ambiente

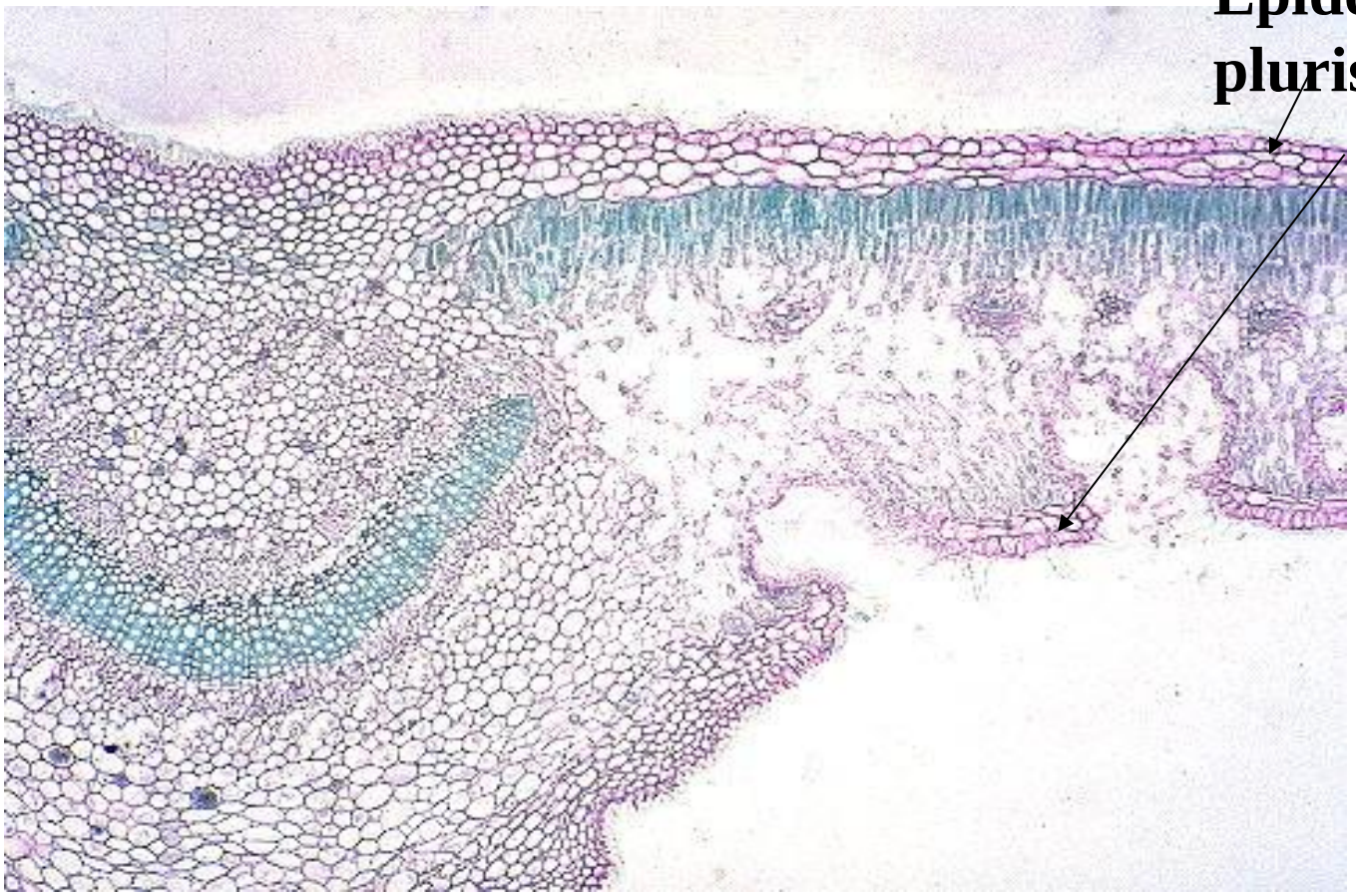
La foglia è l'organo che maggiormente risente delle condizioni ambientali, quindi è l'organo che ha sviluppato il maggior numero di adattamenti morfo-funzionali in risposta alle sollecitazioni ambientali.

L'epidermide fogliare è simile a quella del fusto primario, è costituita da cellule a stretto contatto e, tranne le piante del sottobosco, manca di cloroplasti. Le cellule epidermiche presentano la cuticola sulle pareti tangenziali esterne necessaria per limitare al massimo le perdite d'acqua soprattutto in ambienti caldi ed aridi.

La cutinizzazione è più estesa nell'epidermide superiore, la più esposta all'aria. Nelle piante dei climi aridi e caldi (xerofite) vengono deposti molti strati di cere all'estreno della cuticola per ridurre la traspirazione cuticolare.

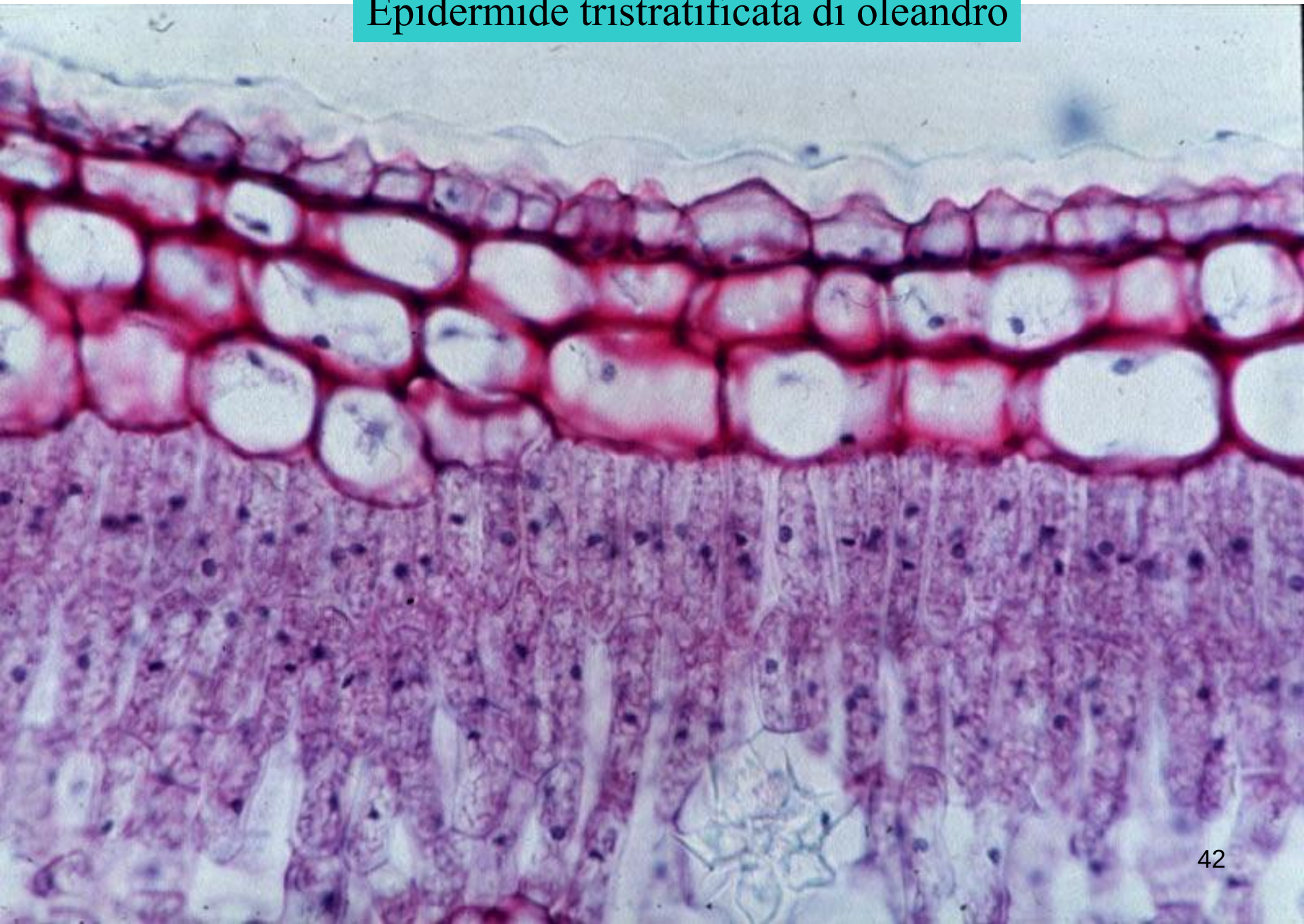


L'epidermide in genere monostratificata, in alcuni casi può essere pluristratificata, ad es. nell'oleandro.

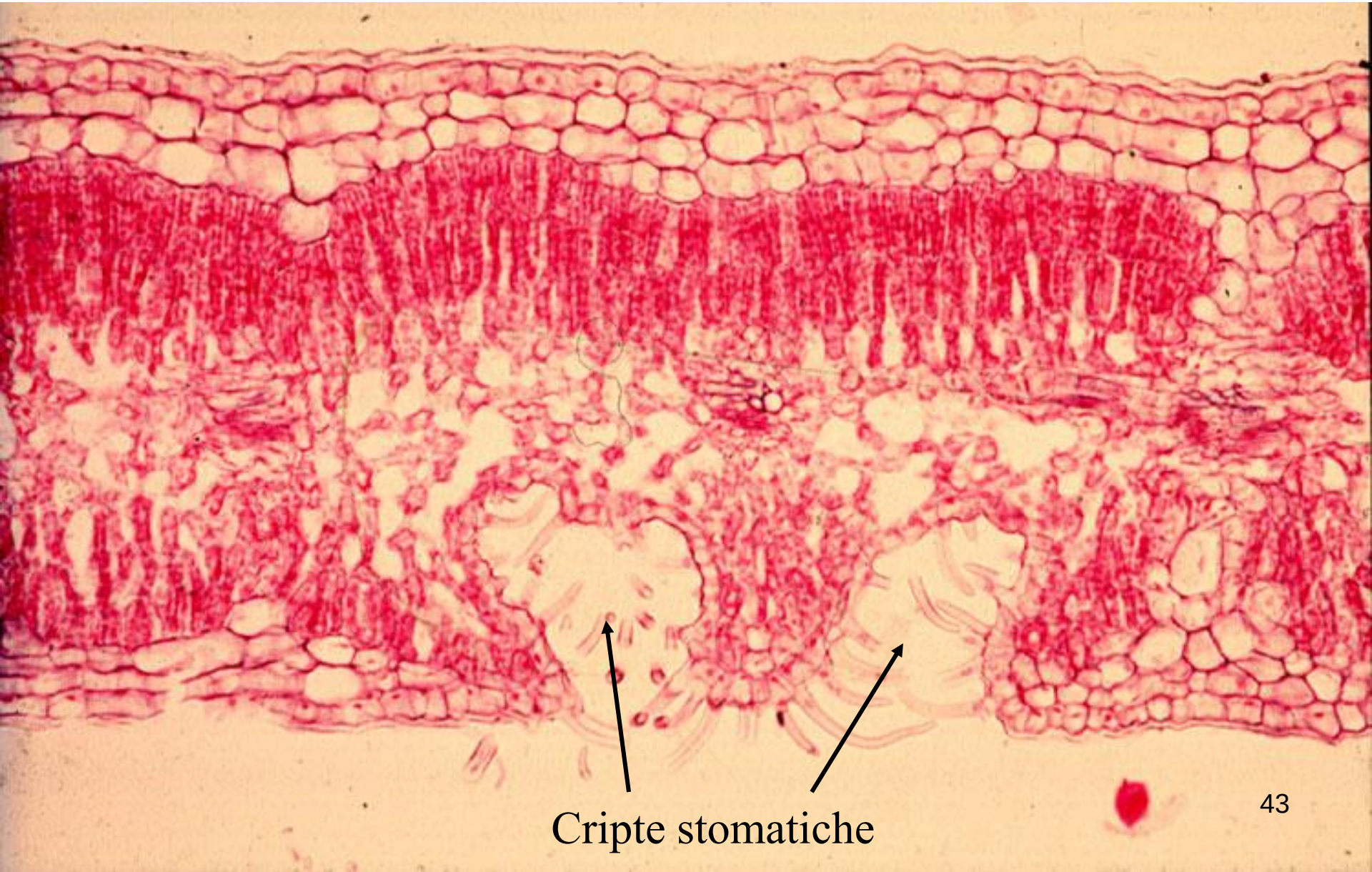


In alcuni casi all'estremità dei peli sono presenti ghiandole secretrici che producono sostanze urticanti o velenose (utili nelle difese).

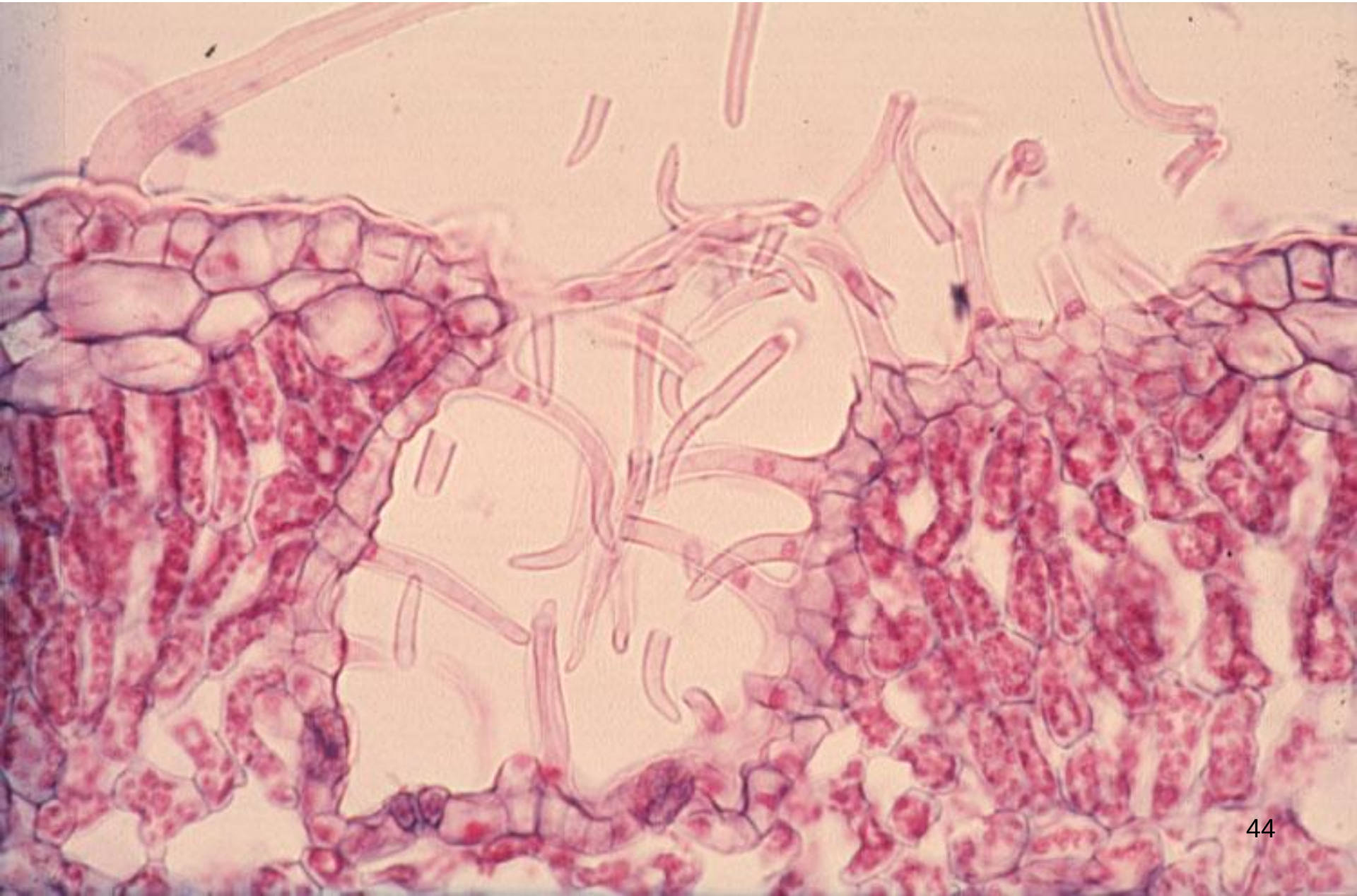
Epidermide tristratificata di oleandro



Foglie di oleandro

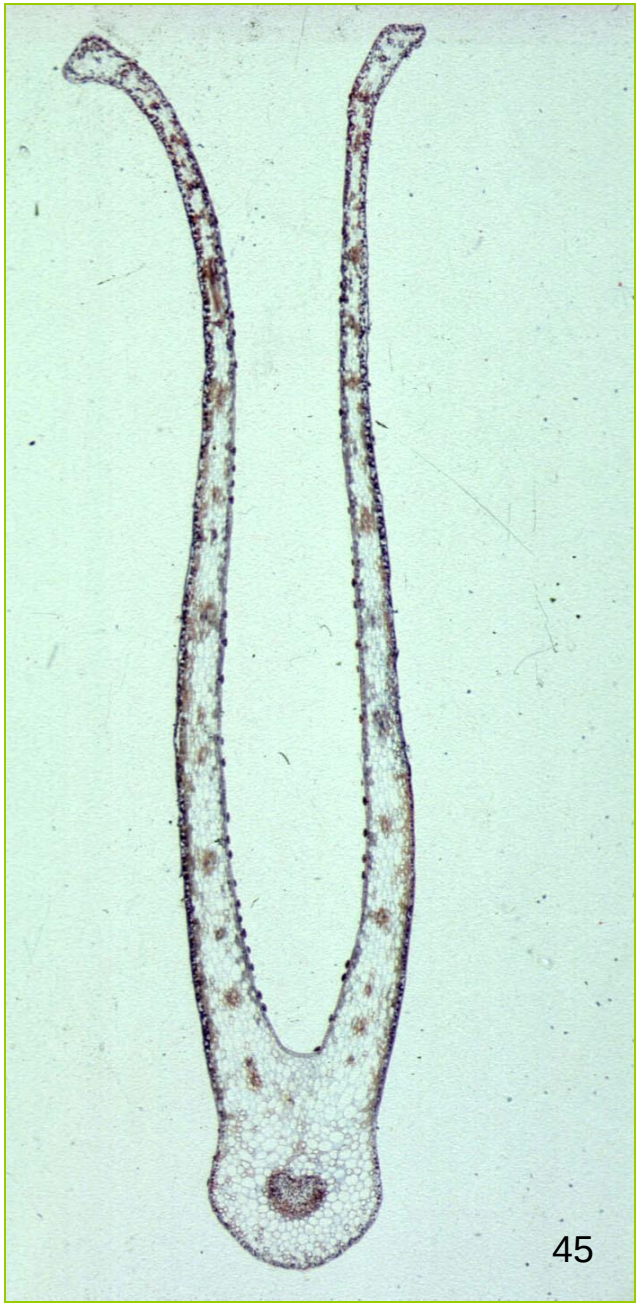


Cripta stomatica

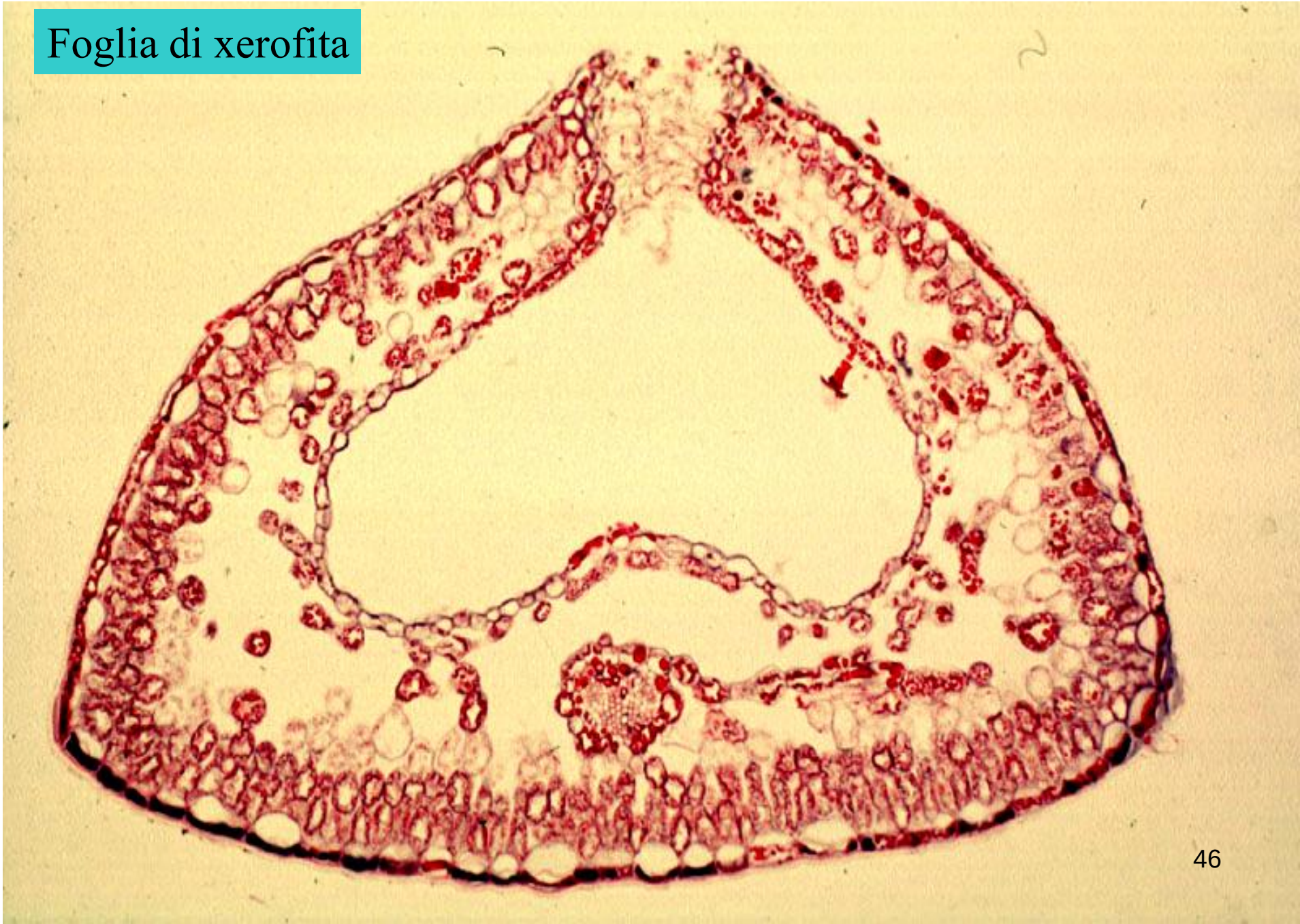


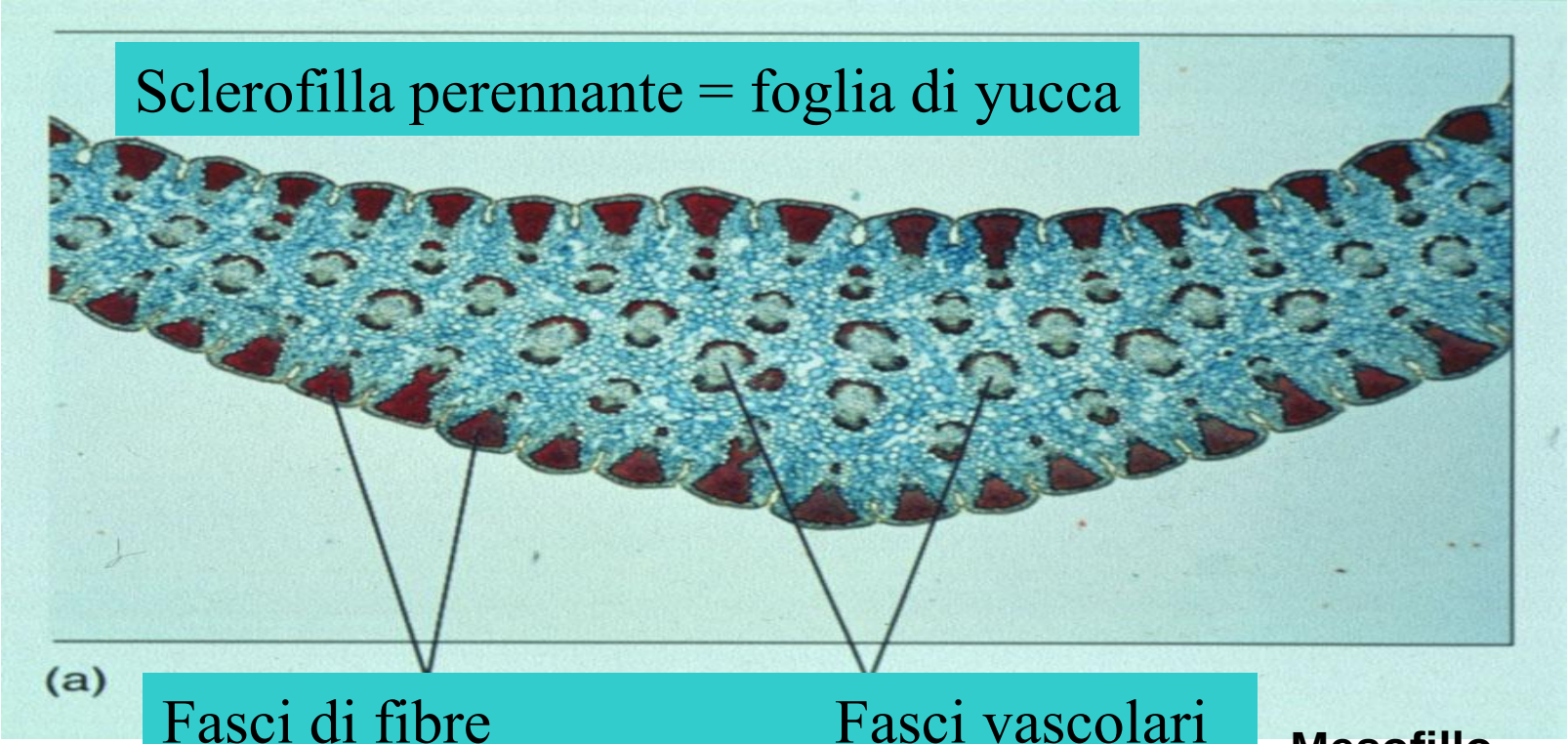
Adattamenti a climi aridi

Foglia di pianta xerofita

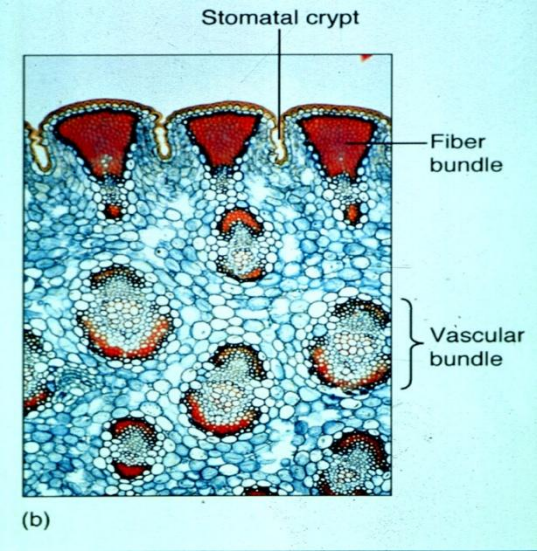


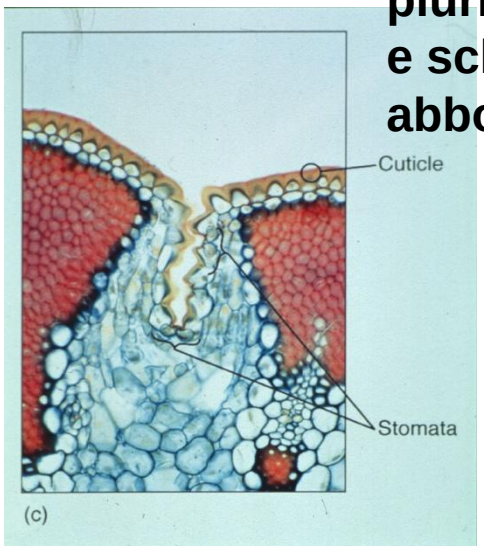
Foglia di xerofita





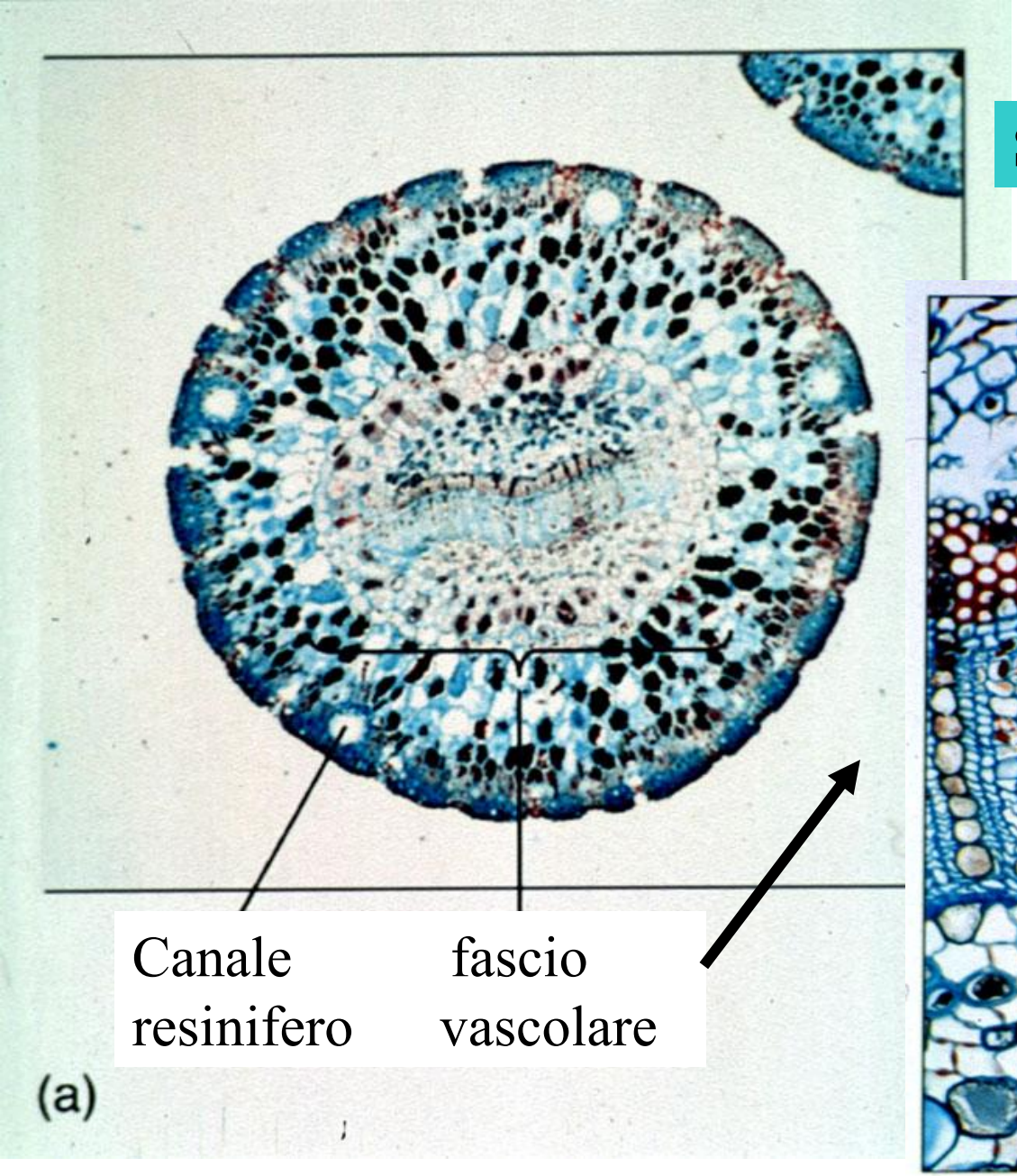
Mesofillo pluristratificato e sclerenchima abbondante

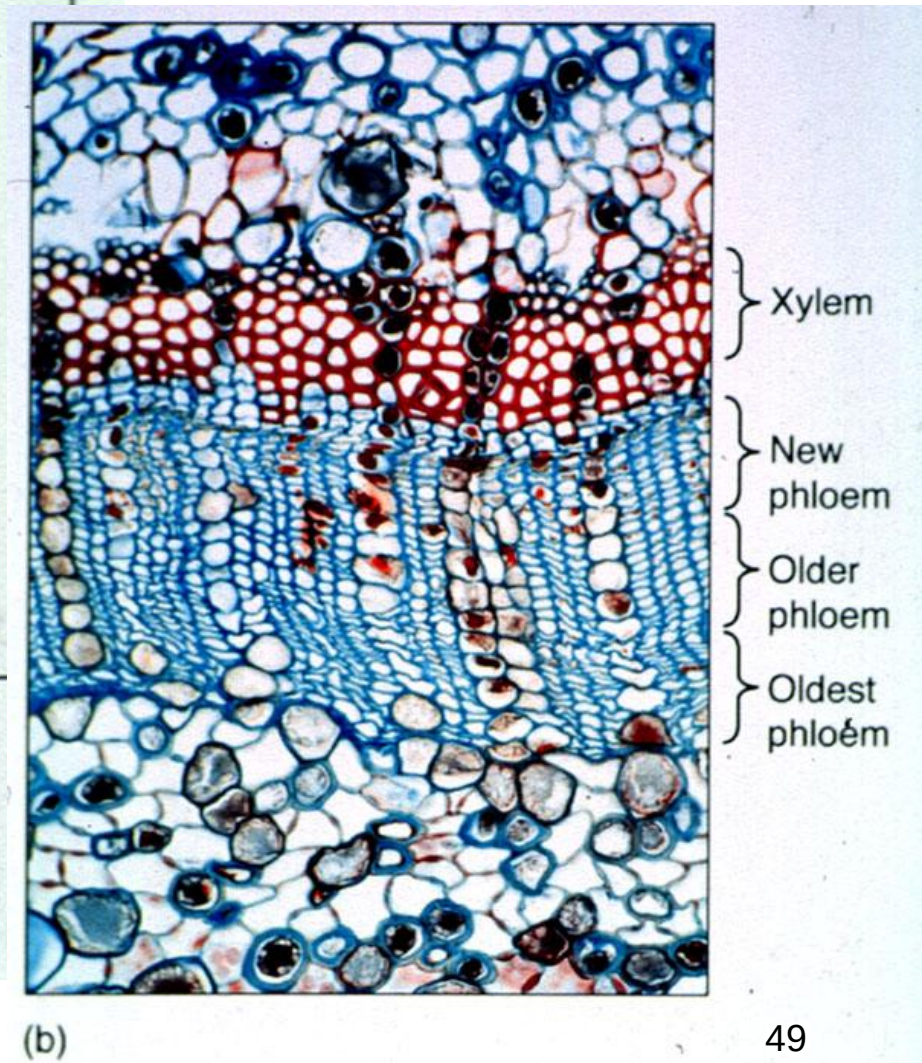


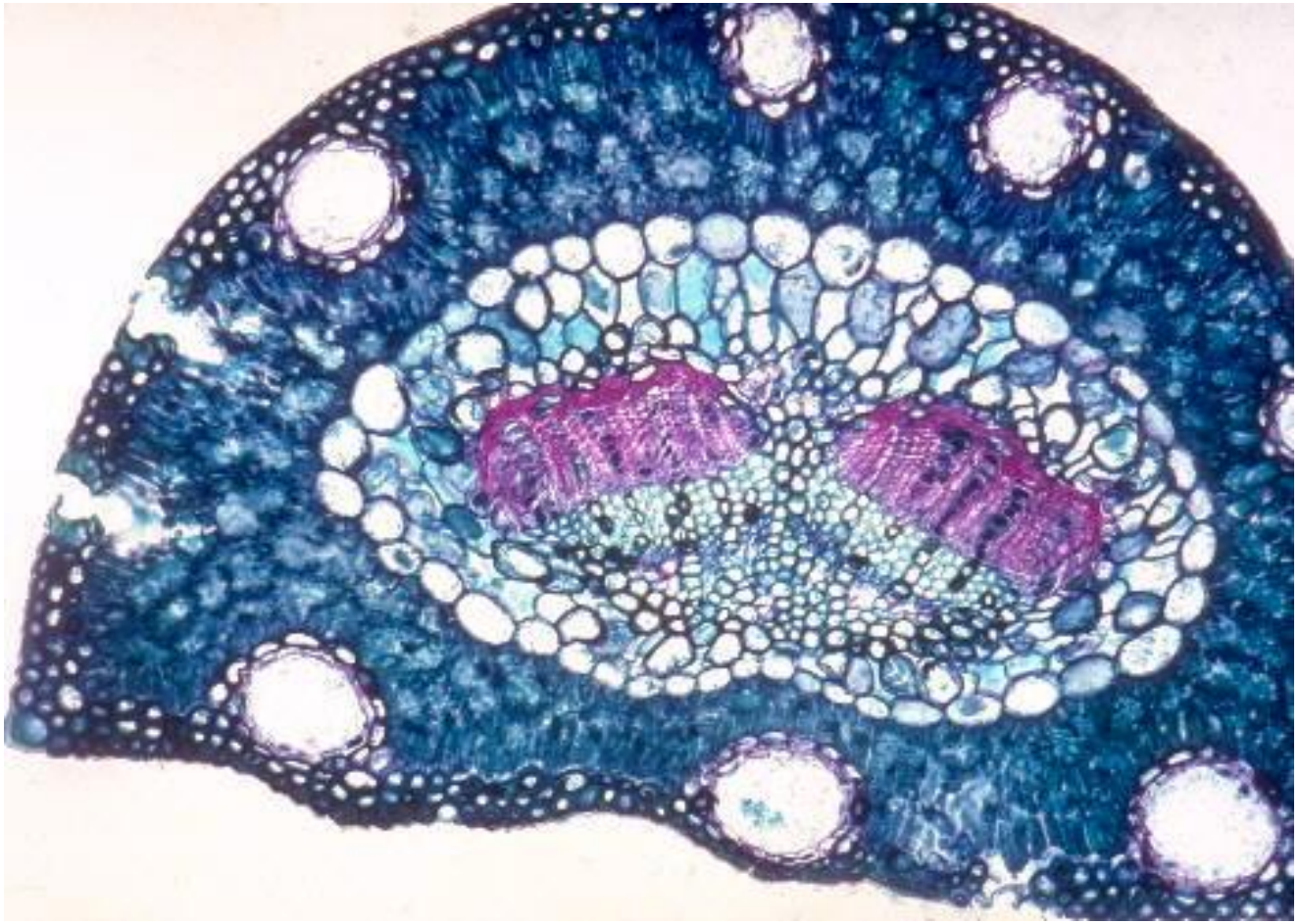


Sclerofilla =
Foglia aghiforme

Sclerofilla = Foglia aghiforme

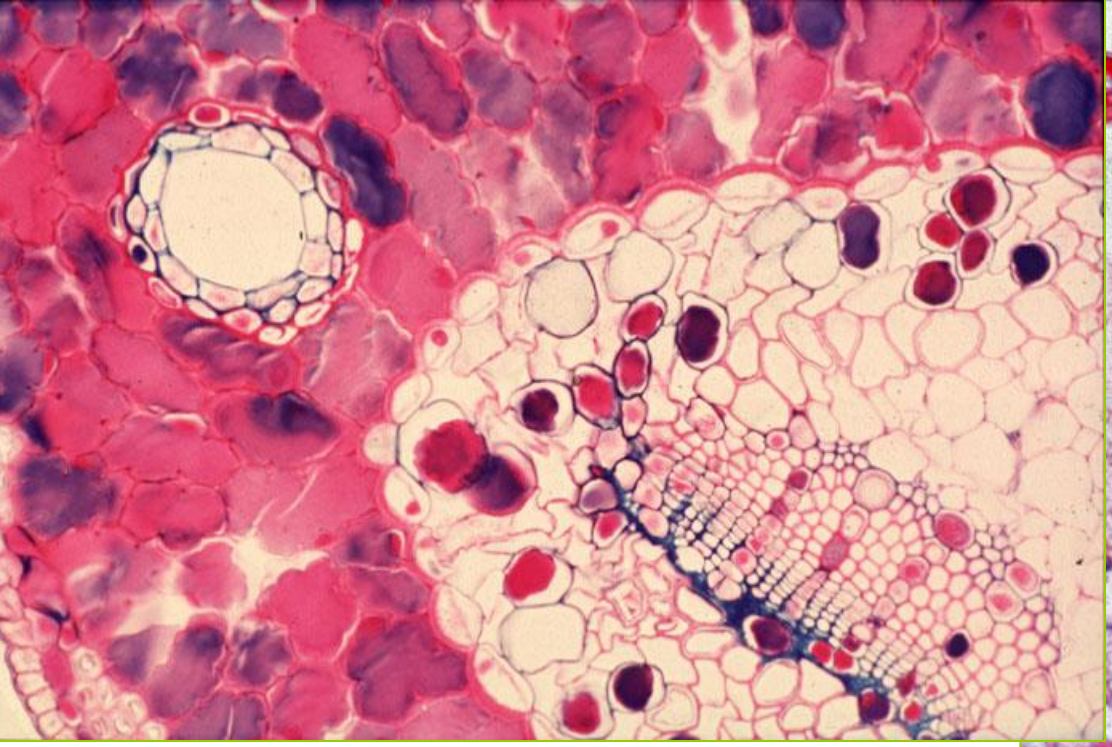


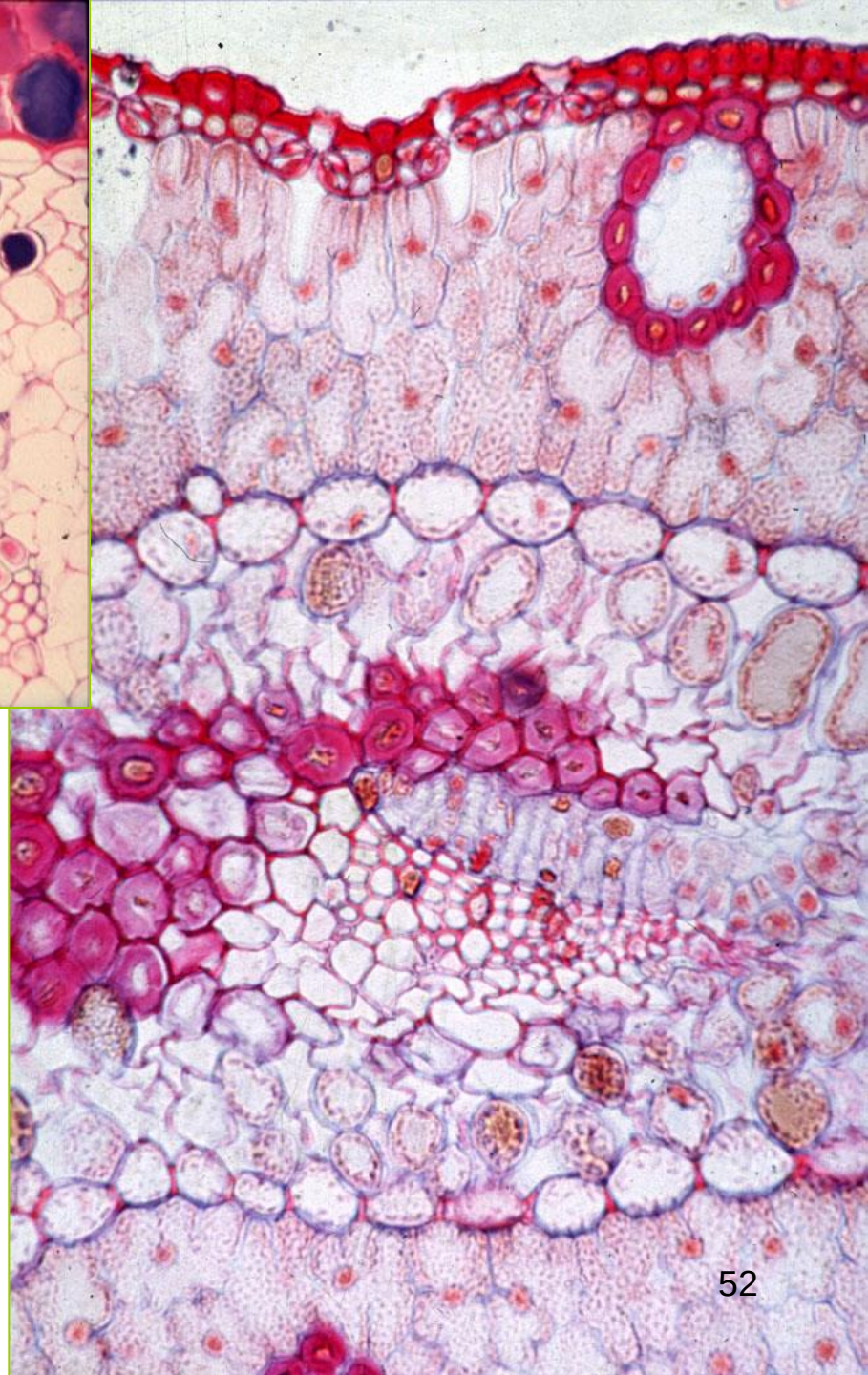




Sezione trasversale dell'aghifoglia di *Pinus.*

Si tratta di una foglia con evidenti adattamenti **xeromorfici**. L'**epidermide**, fortemente cutinizzata, è accompagnata da un **ipoderma meccanico** costituito da fibre e cellule sclerenchimatiche che si interrompono in corrispondenza delle **aperture stomatiche**.





Foglia d'ombra

Foglia di sole

Abscissione fogliare

In molte piante, la normale separazione delle foglie dal fusto, è preceduta da cambiamenti strutturali delle cellule e dalla sintesi di molecole particolari in prossimità della base del picciolo. Questa regione è la zona di abscissione.

La zona di abscissione consiste di due distinti strati cellulari detti: **strato di separazione** o di abscissione e **strato protettivo**.

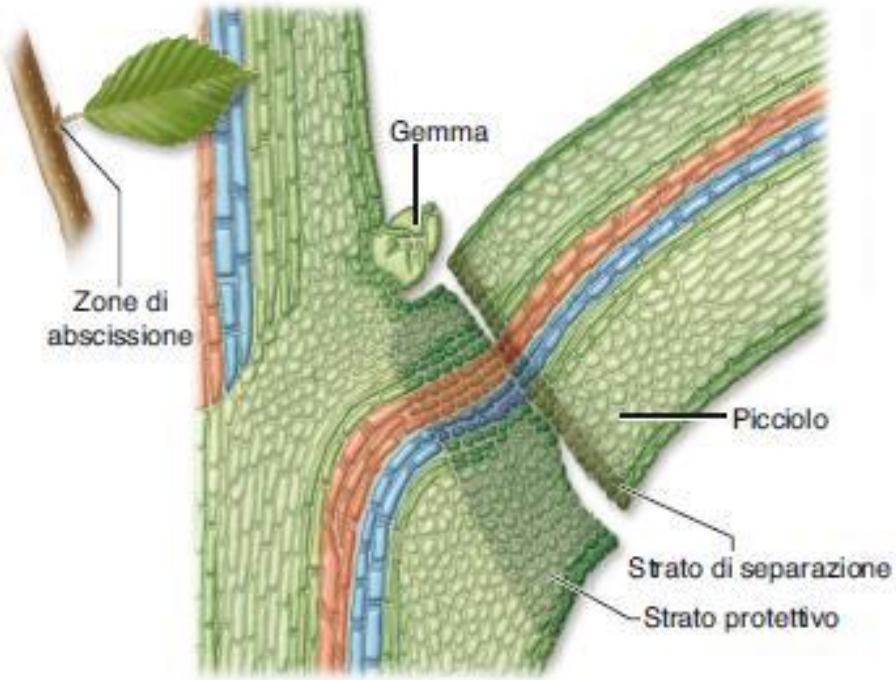


Figura 41.15 Abscissione della foglia. Cambiamenti ormonali nella zona di abscissione portano all'abscissione. Due strati di cellule nella zona di abscissione si differenziano in uno strato protettivo e in uno strato di separazione. Quando le pectine nello strato di separazione si degradano, il vento e la pioggia possono facilmente staccare la foglia dal picciolo.