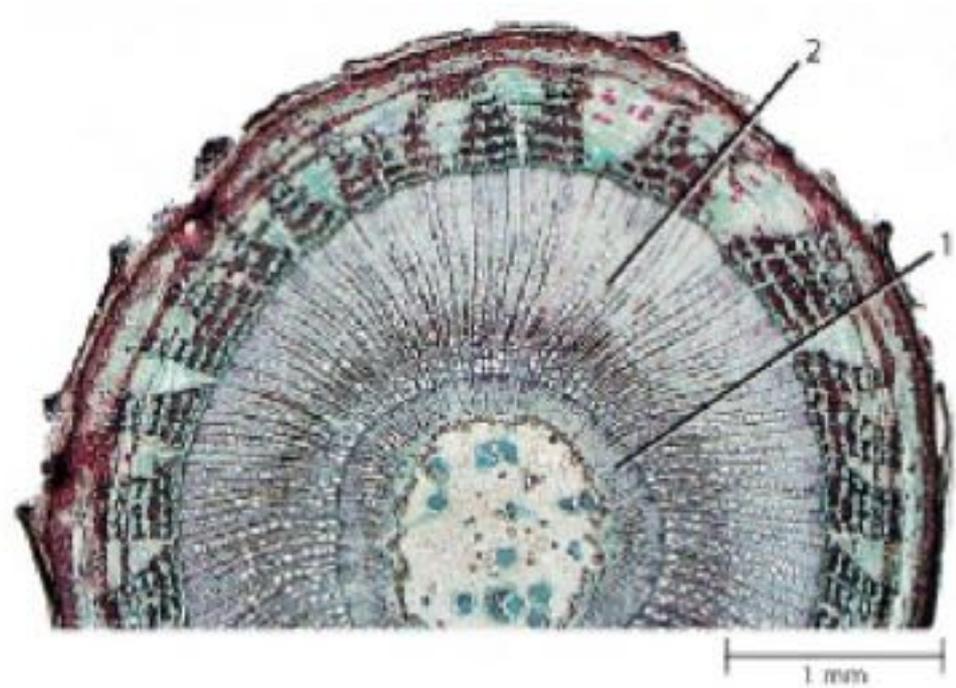
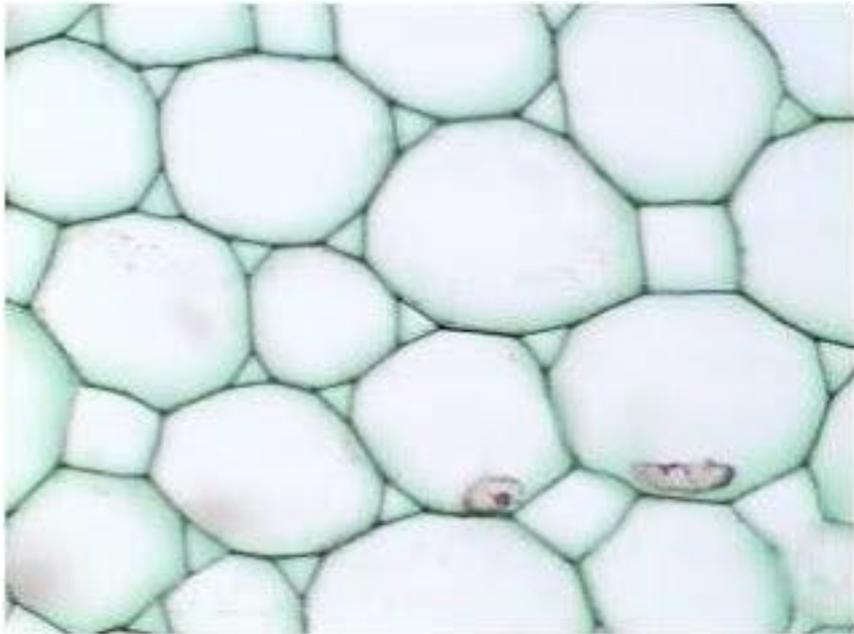


Istologia e anatomia vegetale

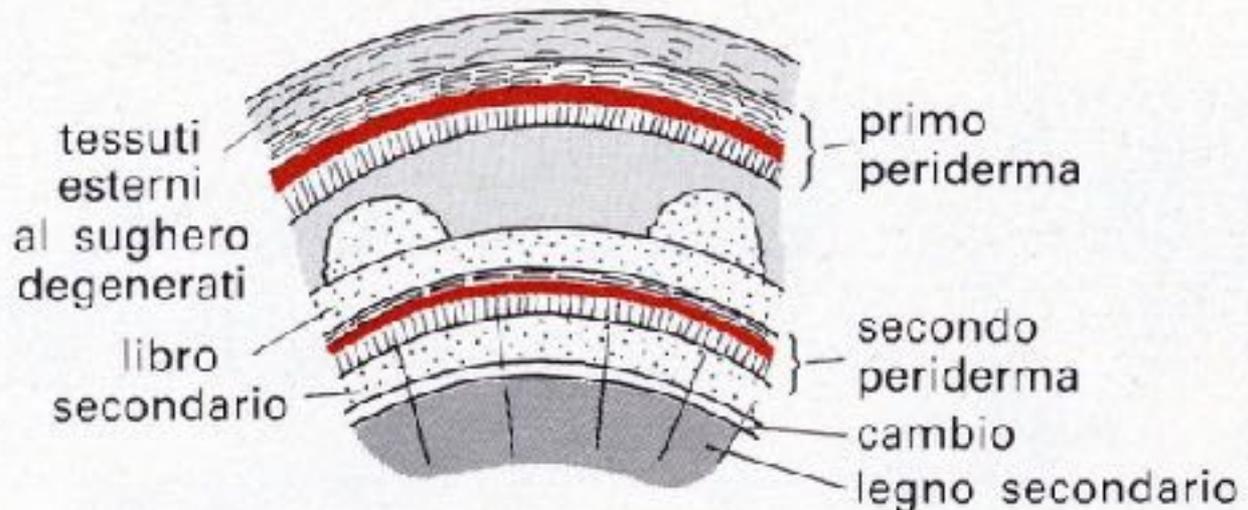


IL RITIDOMA

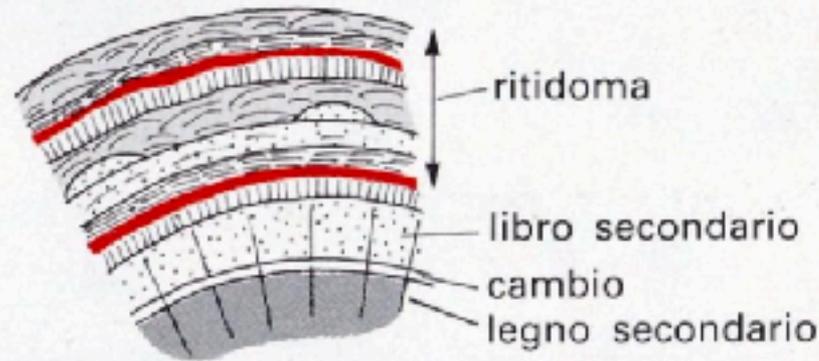
Il fellogeno dura generalmente un anno.

Con il passare degli anni, e l'ulteriore accrescimento in spessore del legno, anche il primo periderma viene lacerato, e se ne deve formare uno nuovo, in posizione più interna. Alla fine il fellogeno si formerà nel libro (floema 2°).

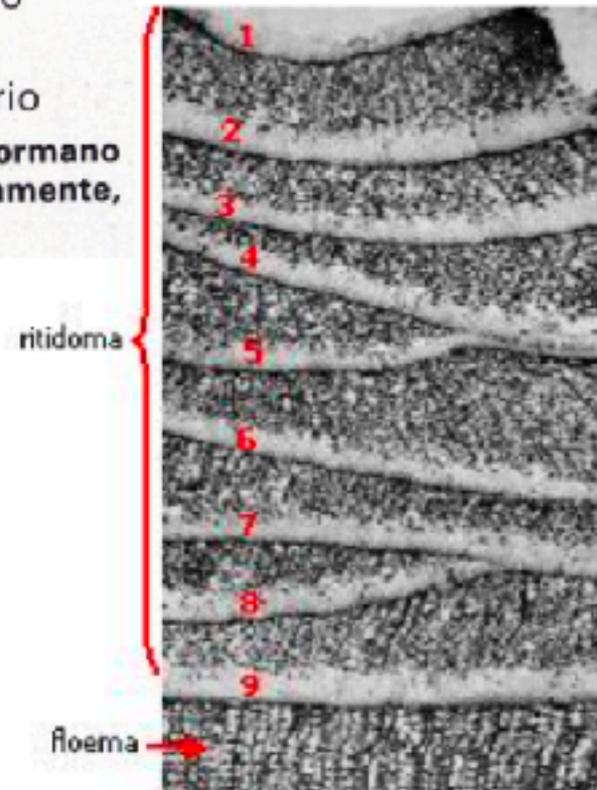
Tutto ciò che rimane esterno al periderma che si forma ogni anno morirà. Il ciclo quindi si ripeterà più volte, formando il "ritidoma" (o scorza; "corteccia ") degli alberi...



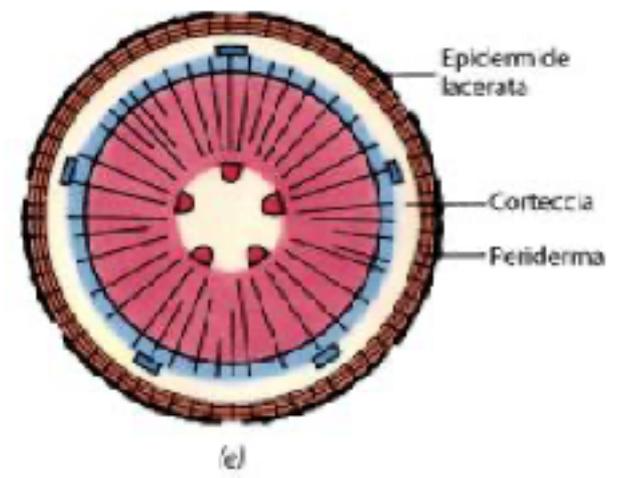
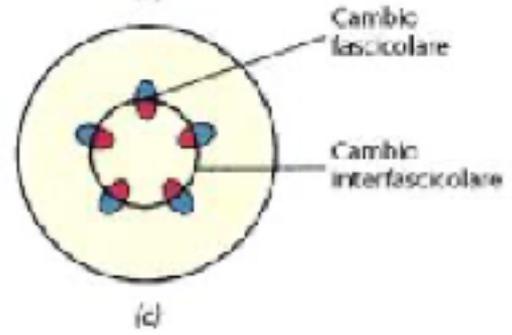
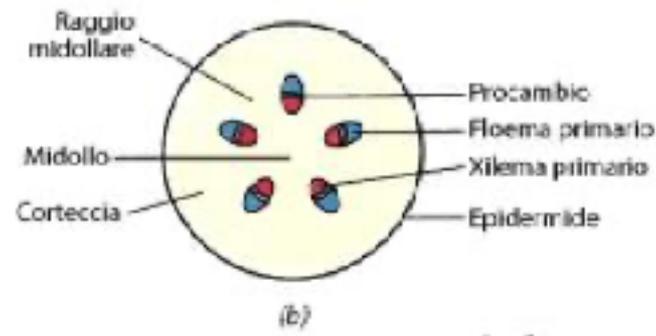
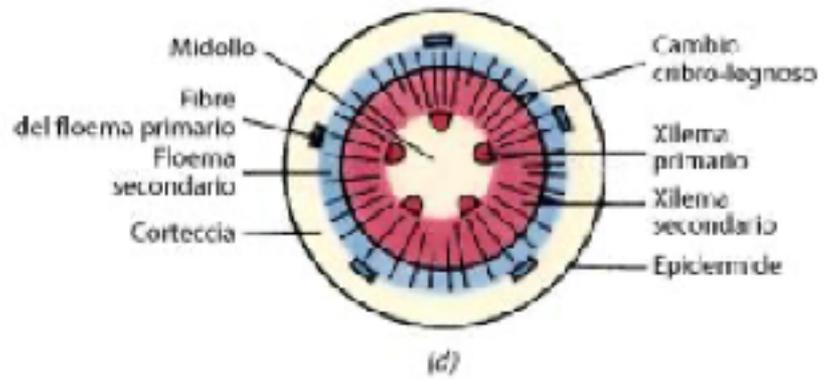
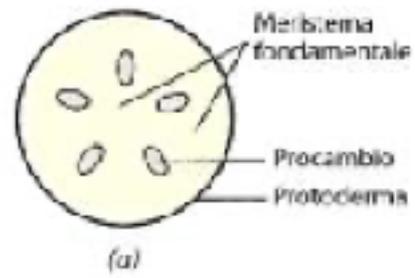
I tessuti esterni al periderma degenerano. Un secondo periderma si forma nello spessore del libro secondario.

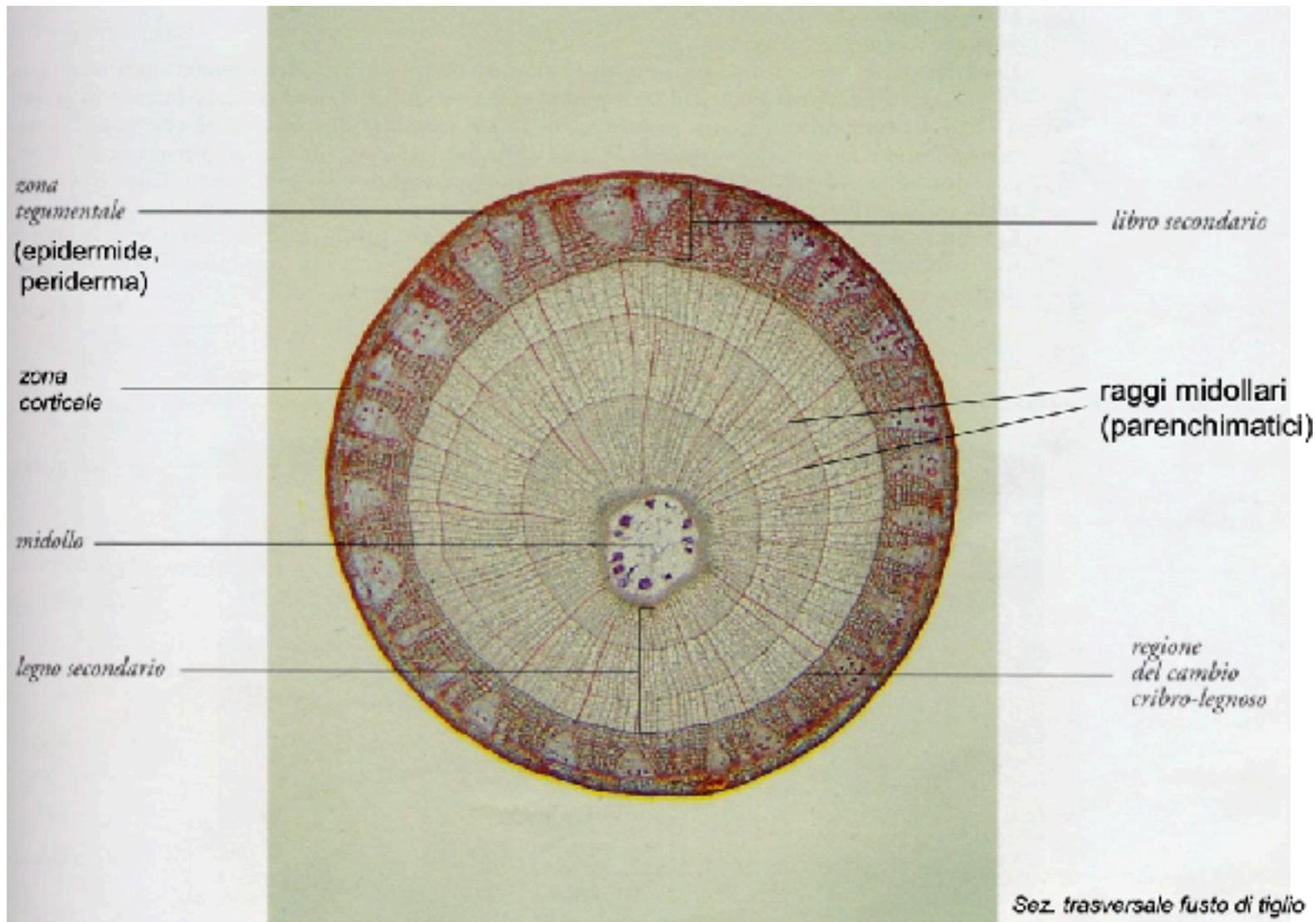


I tessuti esterni al secondo periderma degenerano e formano il ritidoma. Un nuovo periderma si formerà più internamente, nel libro secondario.





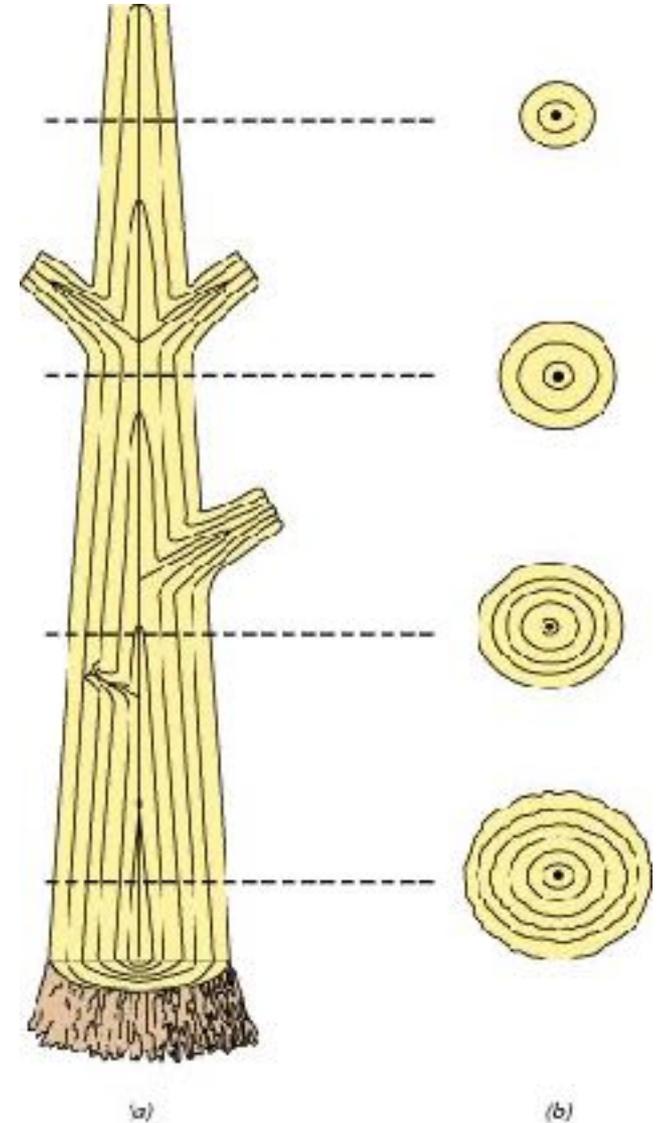


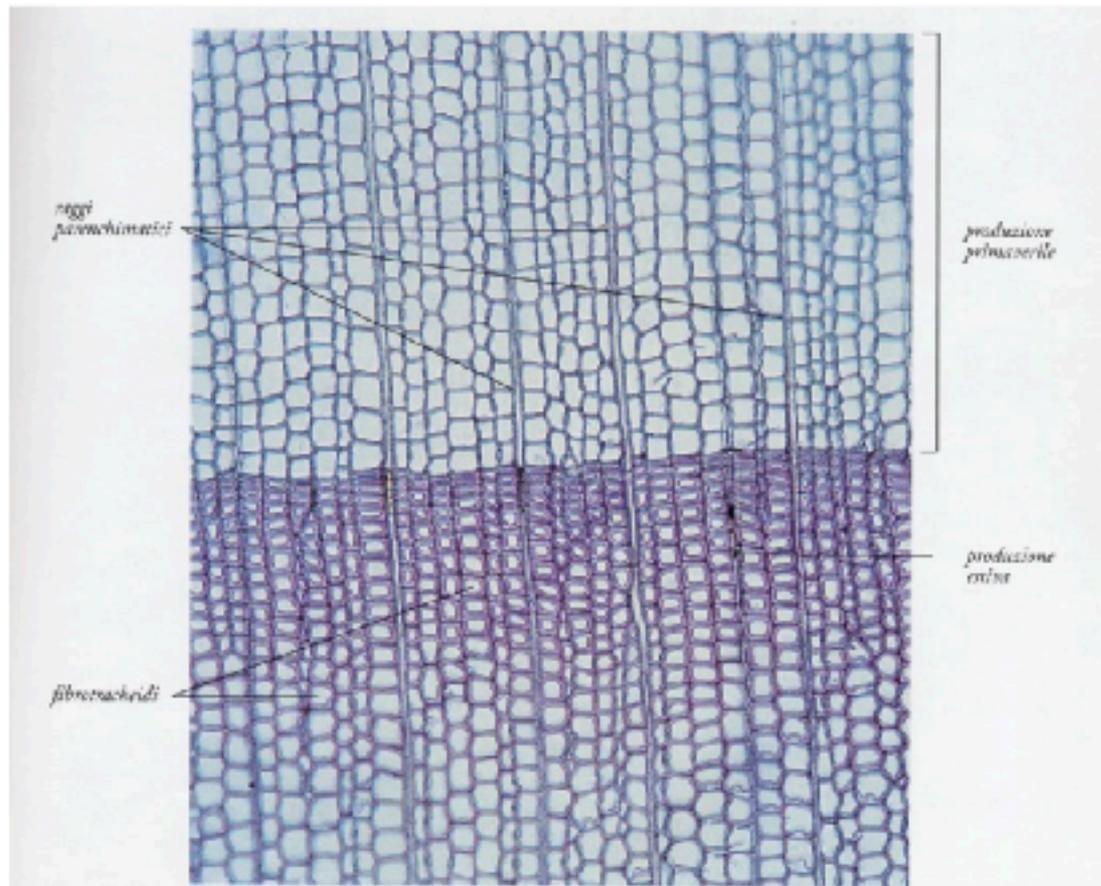


(XILEMA SECONDARIO o) LEGNO



Alle nostre latitudini i cambi hanno attività stagionale....





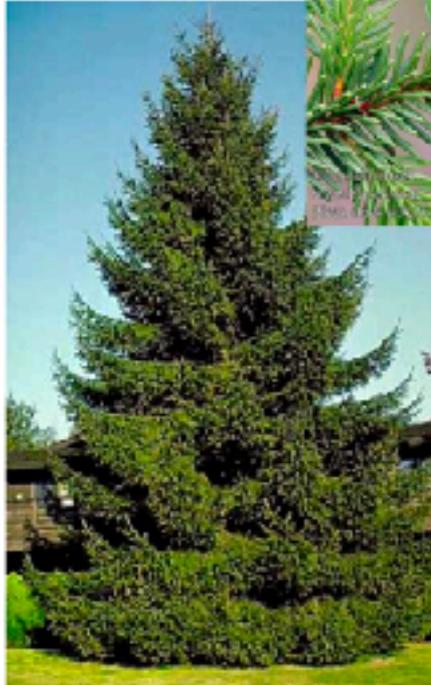
legno primaverile
anno successivo

pausa invernale
legno estivo

legno primaverile

Legno di abete bianco (*Abies alba* Mill., fam. Pinaceae).
Sezione trasversale, x 100 (120)
Il taglio trasversale consente di osservare la dimensione minore (il lume) delle fibrotracidi, e il decoro dei raggi, che mostrano la loro lunghezza e spessore. I vasi della produzione primaverile hanno lume più ampio e parete meno ispessita; quelli della produzione estiva hanno lume ridotto e parete di spessore accentratissimo.

(XILEMA SECONDARIO o) LEGNO



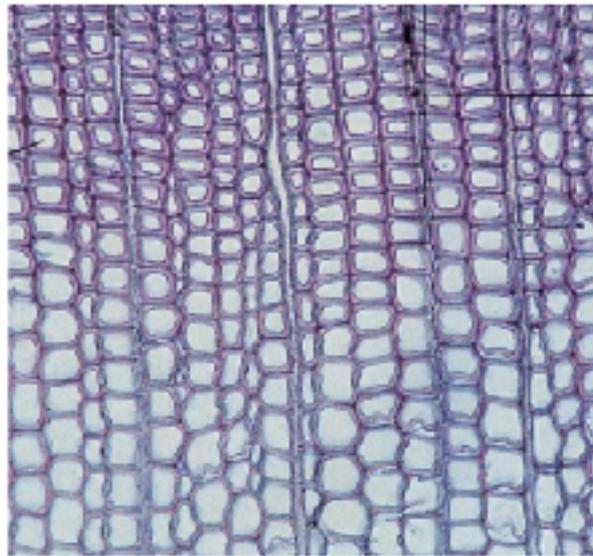
Gimnosperme:
legno OMOXILO

Angiosperme dicotiledoni:
legno ETEROXILO

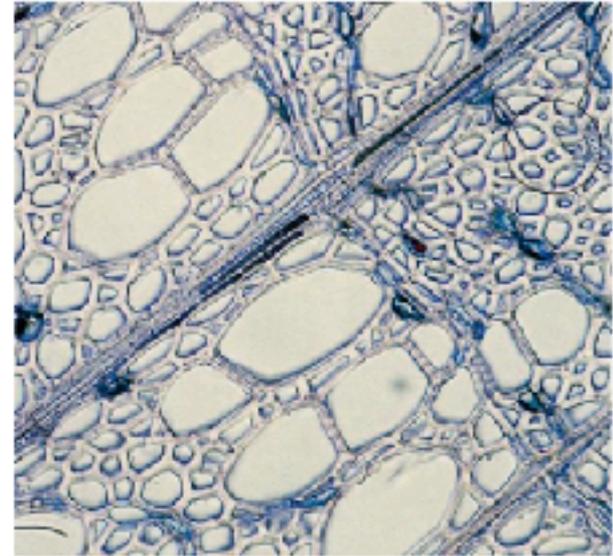
(XILEMA SECONDARIO o) LEGNO

Legno OMOXILO:
formato da sole fibrotracheidi;

raggi midollari uniseriati



Legno ETEROXILO:
formato da trachee, tracheidi;
fibre;
parenchima del legno;
raggi midollari uni- e pluriseriati

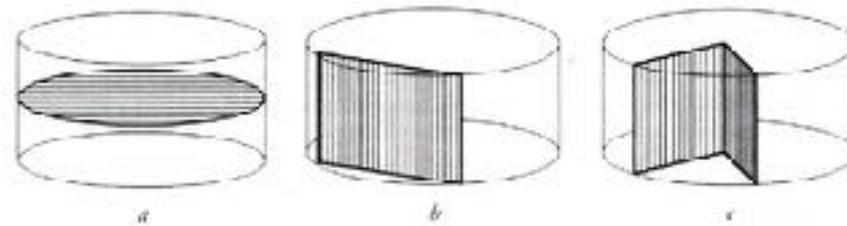




Per capire le caratteristiche del legno utilizzando un microscopio ottico sono necessari 3 tipi di sezioni:

- trasversale
- longitudinale tangenziale
- longitudinale radiale

Combinando insieme le informazioni provenienti da ciascun tipo di sezione si può comprendere l'aspetto tridimensionale di un legno.



331 Scherma delle sezioni trasversale (a), longitudinali tangenziale (b) e radiale (c).

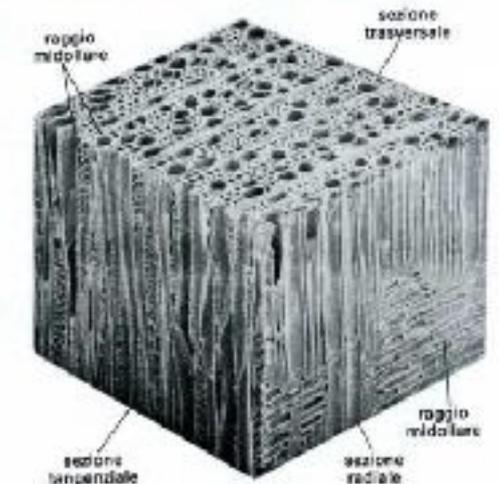
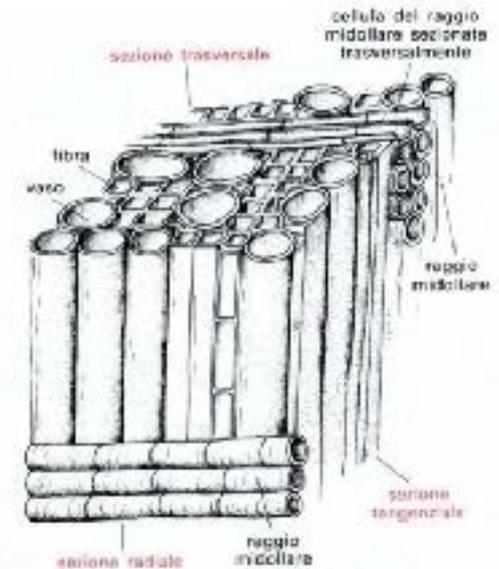
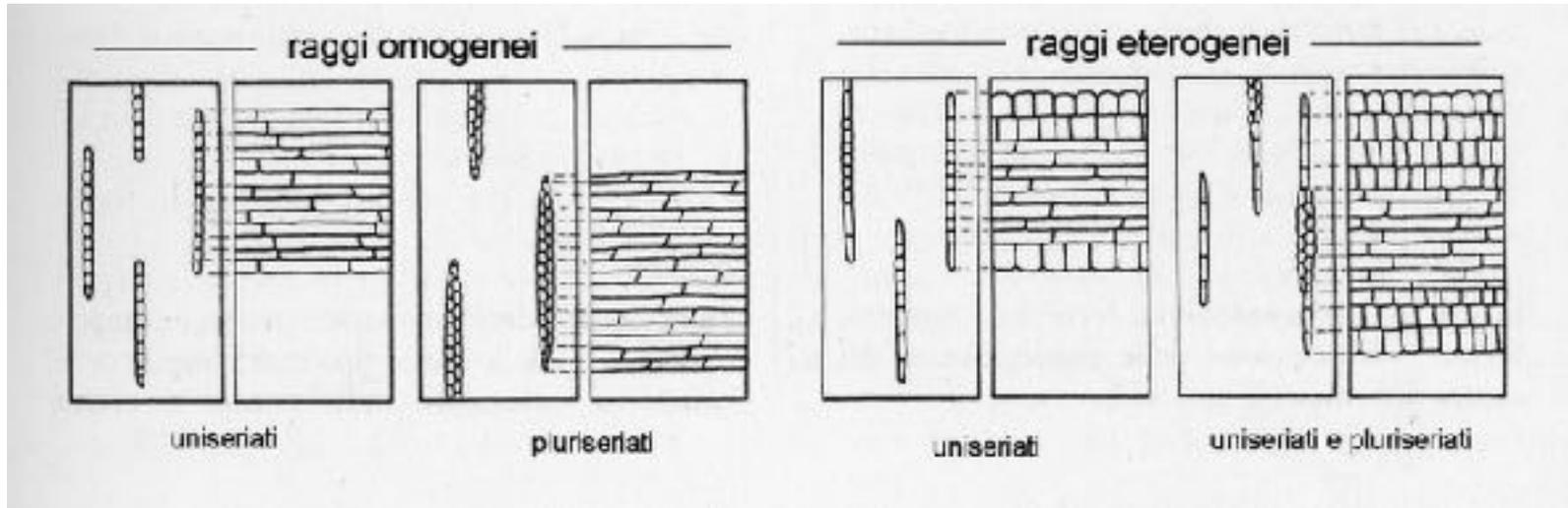


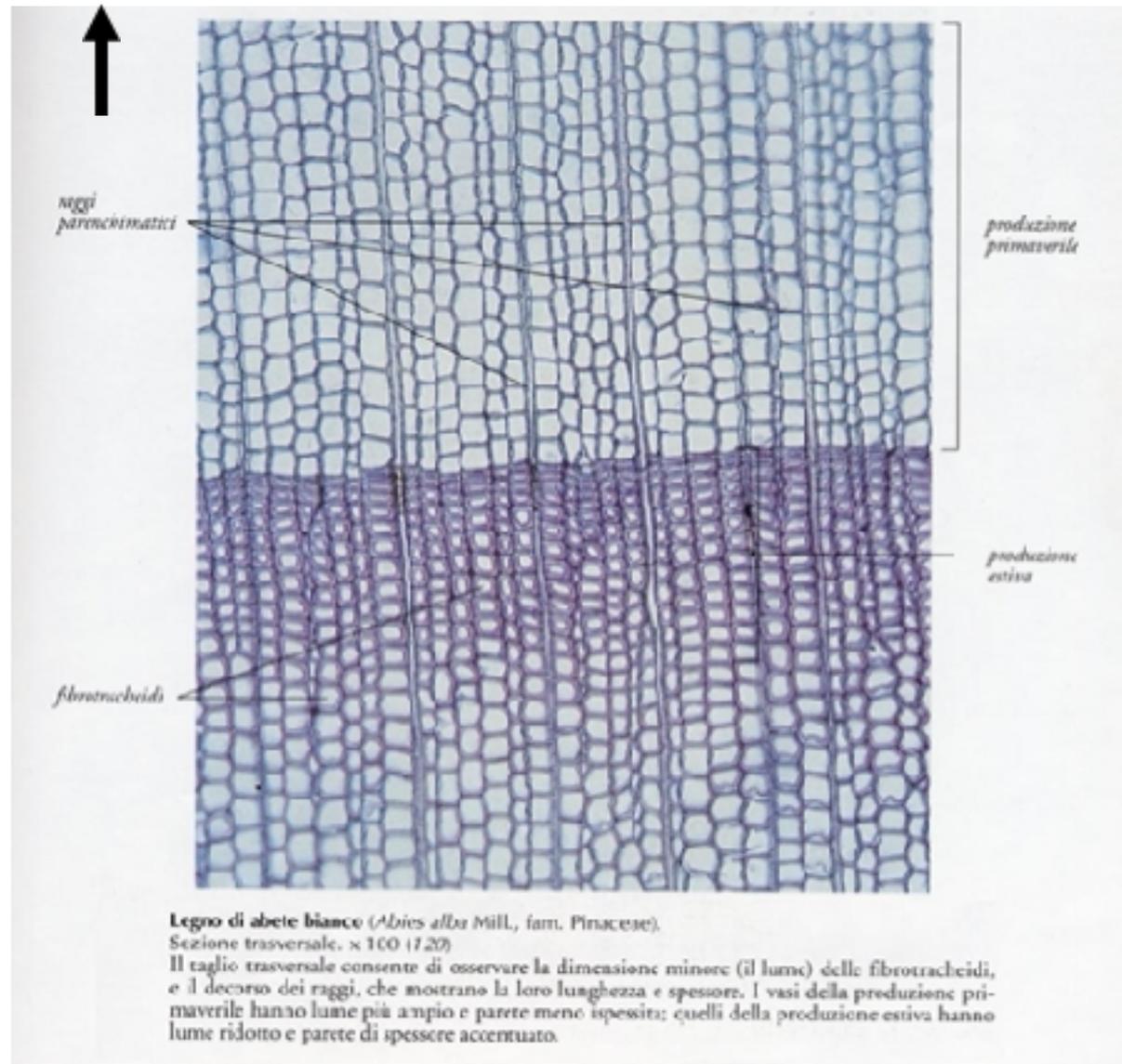
FIG. 9.38 • I raggi medullari formano un sistema di conduzione orientato trasversalmente e quindi perpendicolare alle altre cellule del fusto o del legno secondario che hanno orientamento longitudinale. Essi si possono considerare come fasci di tubi orizzontali (o meglio perpendicolari all'asse del fusto). Lo schema in alto mostra un blocchetto di legno in cui è messo in evidenza il diverso aspetto dei raggi medullari nelle tre possibili sezioni (trasversale, radiale, tangenziale). In basso si vede un blocchetto di legno di dicotiledone (*Laurus nobilis*; zafferano) visto a oblique inordinante al microscopio a scansione, in cui appaiono la tre superficie di sezione. Questa foto e le successive dimostrano l'utilità del microscopio a scansione per ricostruire la struttura tridimensionale del legno.



sez. longitudinale
tangenziale

sez.
longitudinale
radiale

(XILEMA SECONDARIO o) LEGNO OMOXILO

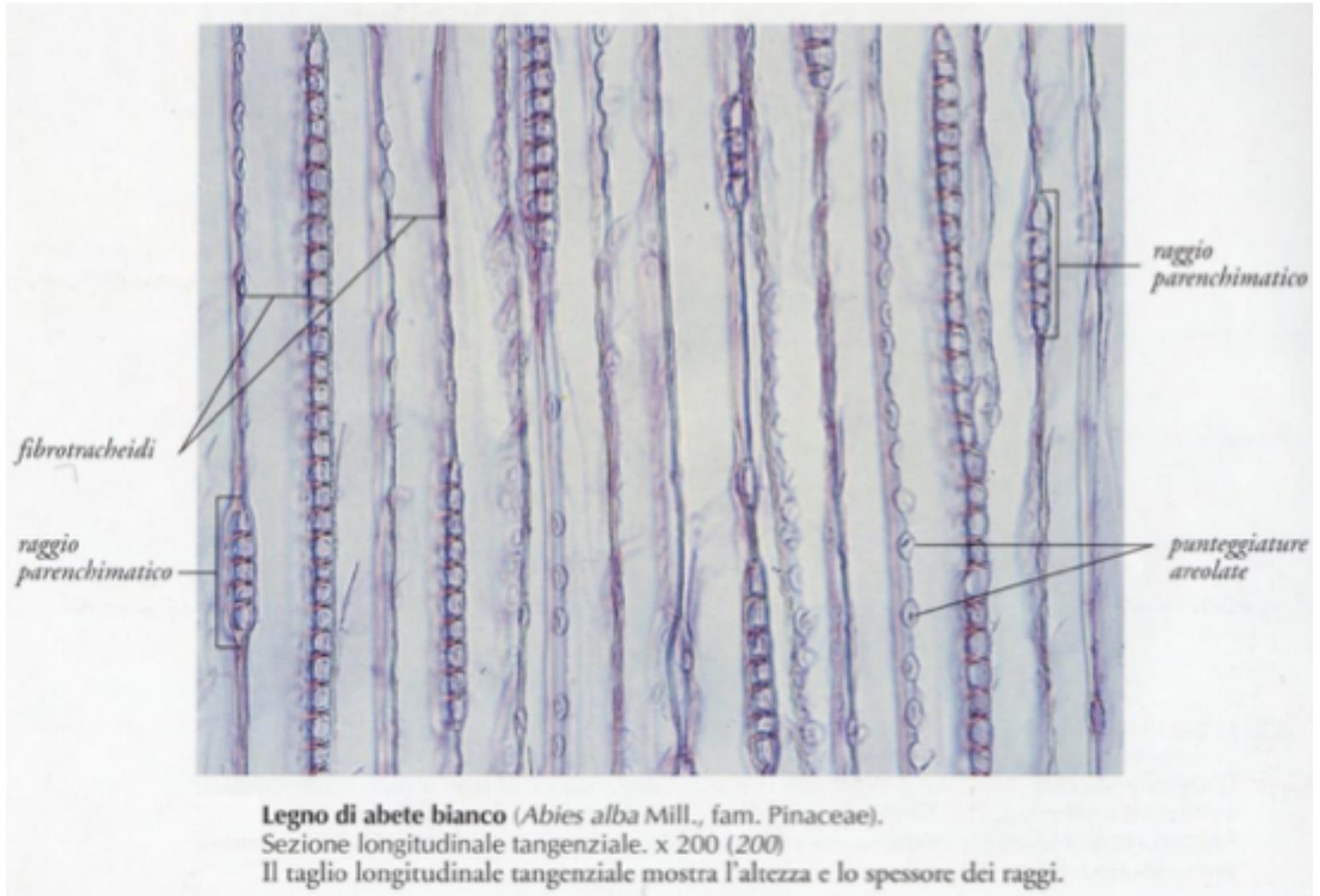


Legno di abete bianco (*Abies alba* Mill., fam. Pinaceae).

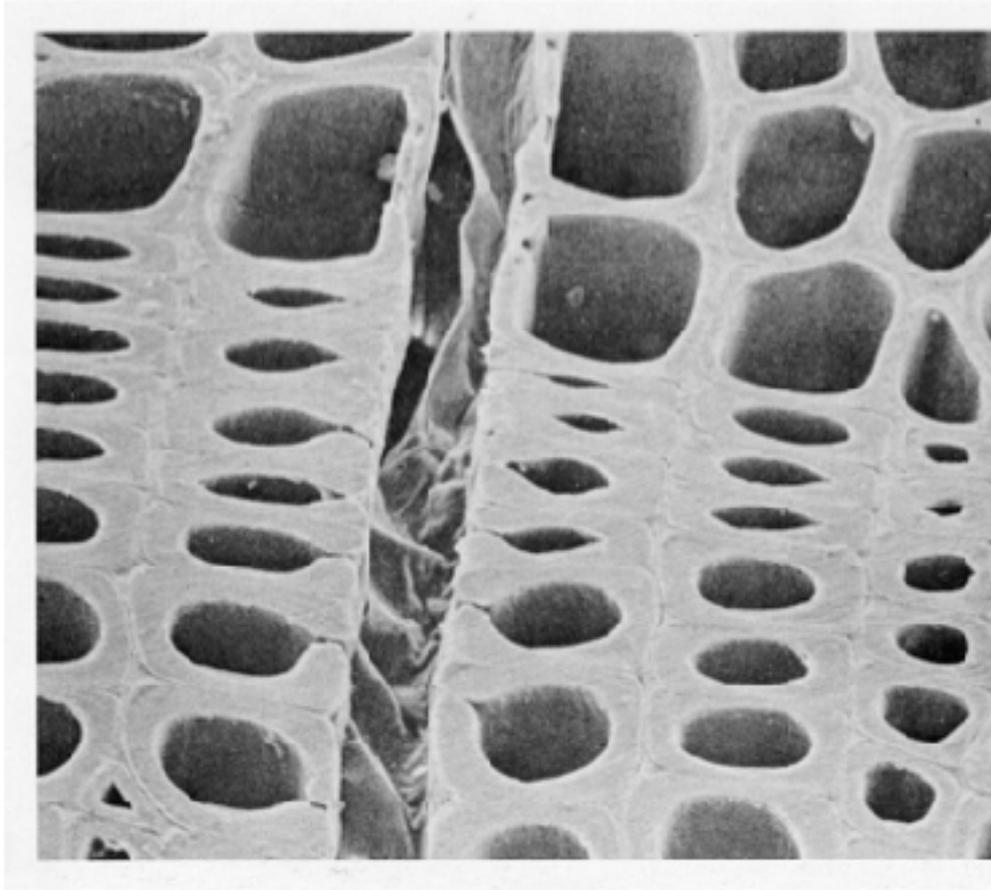
Sezione trasversale, $\times 100$ (1,20)

Il taglio trasversale consente di osservare la dimensione minore (il lume) delle fibrotracheidi, e il decorso dei raggi, che mostrano la loro lunghezza e spessore. I vasi della produzione primaverile hanno lume piú ampio e parete meno ispessita; quelli della produzione estiva hanno lume ridotto e parete di spessore accentuato.

(XILEMA SECONDARIO o) LEGNO OMOXILO



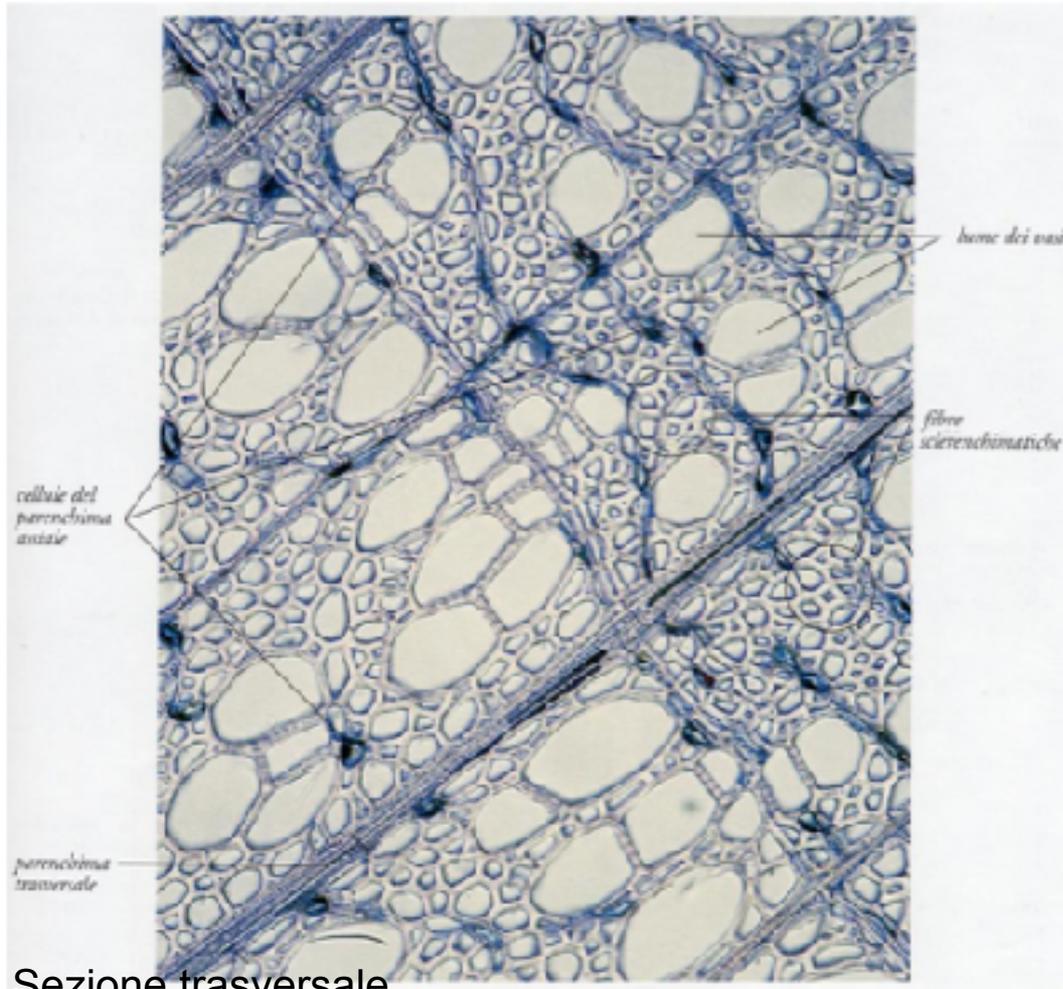
(XILEMA SECONDARIO o) LEGNO OMOXILO



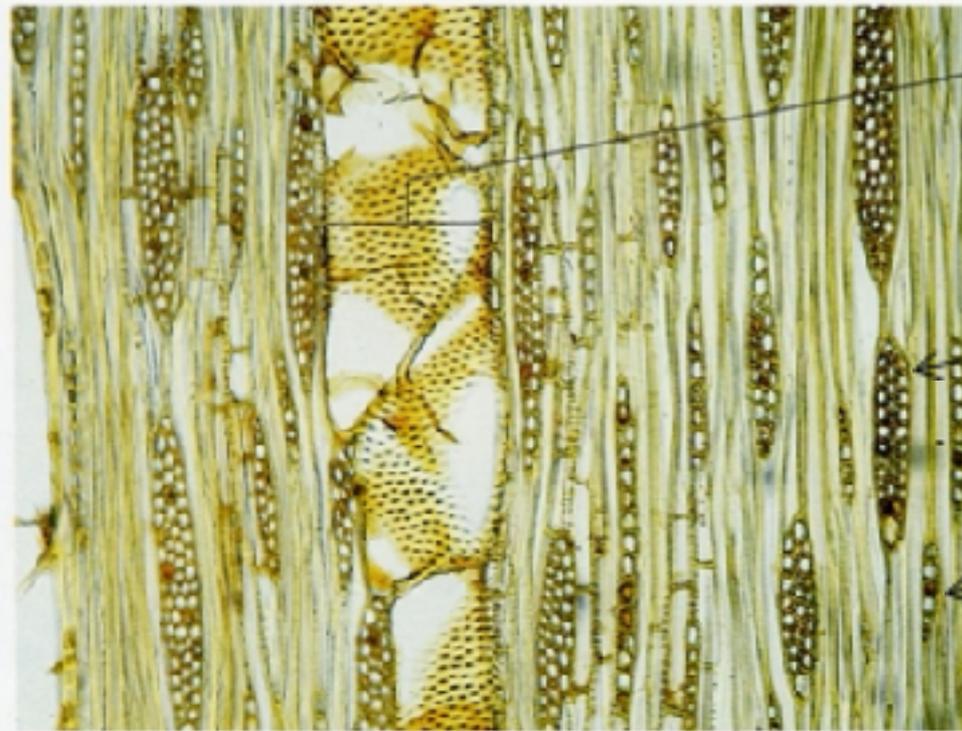
Limite tra due anelli di crescita nel legno di una gimnosperma (pino) visto a forte ingrandimento al microscopio a scansione. In alto, legno primaverile formato da fibrotracheidi a lume largo con funzione prevalentemente di conduzione; in basso, legno estivo dell'anello di crescita precedente formato da fibrotracheidi a lume più stretto e parete più grossa con funzione prevalentemente di sostegno. Si vedono le lamelle mediane che cementano insieme le cellule. Il canale al centro è un raggio midollare.
(Da B.A. Meylan and B.G. Butterfield, «Three-dimensional structure of wood», Chapman & Hall, fig. 38 a pag. 50).

(XILEMA SECONDARIO o) LEGNO **ETEROXILO**

- Vasi
 - Fibre
 - Parenchima:
 - cellule del legno (sistema assiale)
 - raggi midollari (sistema radiale)
- Tanti tipi di legno, distinti in base a vari elementi, ad es.:
- tipi di vasi
 - raggi midollari
 - distribuzione dei vasi all'interno di ogni singolo anello di crescita (porosità)
 - distribuzione delle cellule parenchimatiche
 - proporzioni di vasi, fibre e parenchima (durezza)
 -



(XILEMA SECONDARIO o) LEGNO **ETEROXILO**



vaso
con articoli
punteggiati

raggio midollare
pluriseriato

raggio midollare
uniseriato

Vaso punteggiato nel legno di noce (*Juglans L.*, fam. Juglandaceae).

Sezione longitudinale. x 100 (120)

Vasi ancora più rigidi sono quelli *punteggiati*, in cui la parete secondaria è uniformemente distribuita su quella primaria tranne che a livello delle punteggiature: queste sono per lo più areolare.

I vasi punteggiati sono del tipo aperto (trachee).

Sezione long. tang.

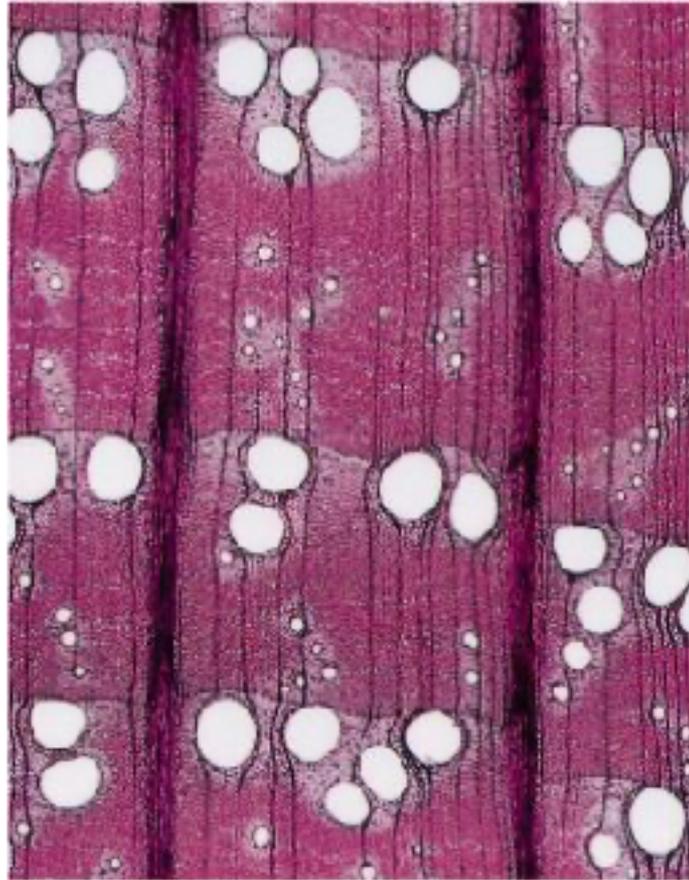
(XILEMA SECONDARIO o) LEGNO **ETEROXILO**



Sezione long. tang.

(XILEMA SECONDARIO o) LEGNO ETEROXILO

Distribuzione dei vasi all'interno di ogni singolo anello di crescita



(a)

500 μ m

porosità anulare

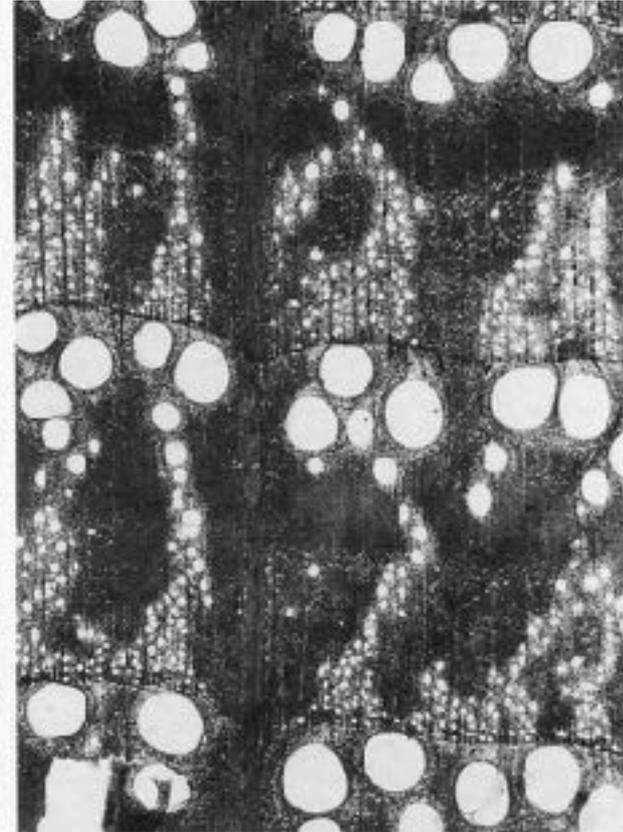
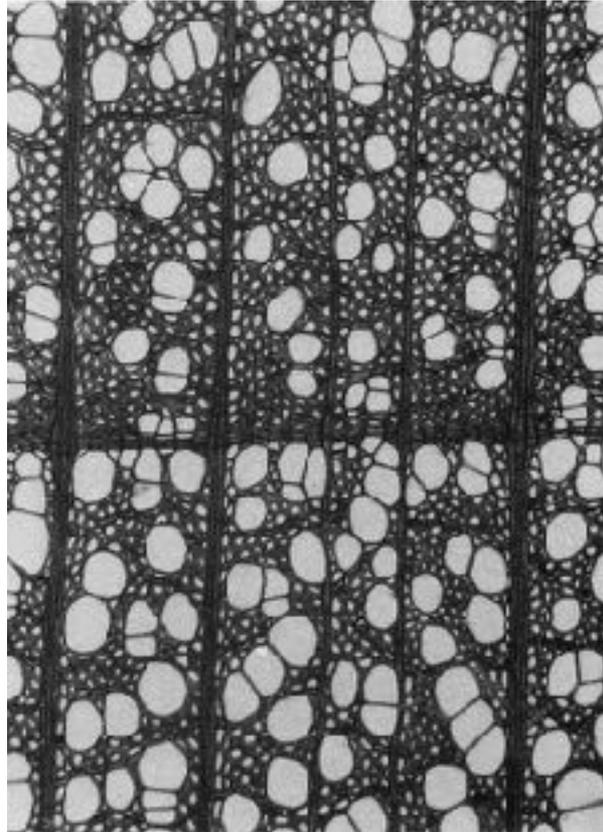


(b)

500 μ m

porosità diffusa

(XILEMA SECONDARIO o) LEGNO ETEROXILO



Nei legni con porosità anulare i vasi si mantengono funzionali per un solo anno (e quindi lavorano solo nell'ultimo anello di crescita) mentre in specie con porosità diffusa essi possono funzionare per parecchi anni di seguito.



Durezza del legno: determinata dalle proporzioni fra i 3 tipi di cellule e grado di ispessimento e lignificazione delle pareti

Legni duri (es. bosso, olivo)

- prevalgono le fibre con parete grossa
- vasi piccoli
- cell. parenchimatiche scarse

Legni teneri

(salice, pioppo)

- molti vasi molto grandi
- fibre con pareti piuttosto sottili
- abbondanti cellule parenchimatiche, con pareti sottili e poco lignificate

Rapporti tra proprietà meccaniche e struttura microscopica del legno

Le principali proprietà meccaniche di un legno (durezza, elasticità, resistenza a sforzi di trazione e compressione) dipendono largamente dalla sua struttura microscopica. Queste proprietà possono variare entro una gamma enorme. Si va da legni durissimi come quello dell'olivo, del bosso, del mogano sino a legni molto teneri come quello di balsa usato dagli aeromodellisti. La durezza di un legno è determinata dalle proporzioni fra i tre elementi (fibre, vasi, cellule parenchimatiche) e dal grado di ispessimento e lignificazione delle pareti. Nei legni duri prevalgono decisamente le fibre con parete spessa; i vasi sono piccoli e le cellule parenchimatiche scarse. Nei legni teneri si trova-



I legni di cui è composto il violino rivestono un'importanza fondamentale per la sonorità dello strumento. Il tipo di legno utilizzato oggi dai liutai per la costruzione del violino è rimasto identico a quello usato ai tempi di Amati. L'esperienza secolare ha delimitato le essenze di legno da impiegare.

Abete rosso delle Dolomiti – per la tavola armonica, la catena interna e l'anima;

Acero di monte dei Balcani – per il fondo, il manico, il cavigliere con riccio e il ponticello;

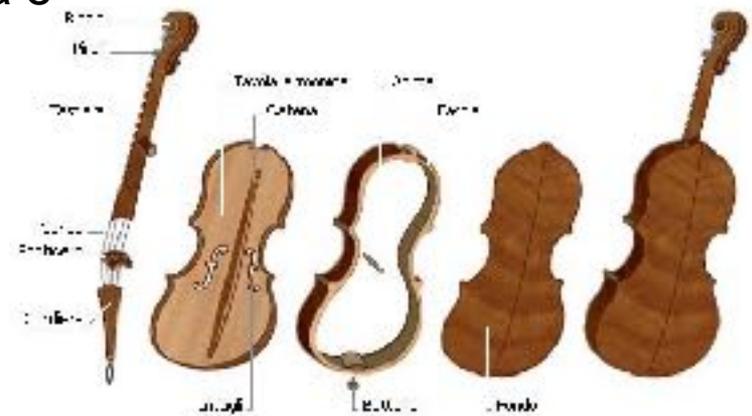
Ebano – per la tastiera, la montatura e il filetto;

Ciliegio – per il filetto

Palissandro – per la montatura (o "cordiera");

Platano – a volte per il ponticello;

Bosso, Pero – per i pirolì o bischeri





Valli del Natisone. Il piccolo paese di Tercimonte era molto noto fino a pochi decenni fa per la produzione dei rastrelli.

Ogni parte del rastrello era costruita utilizzando il legno di specie diverse.



Per il pettine il legno migliore era il noce, ma se ne usavano anche altri.

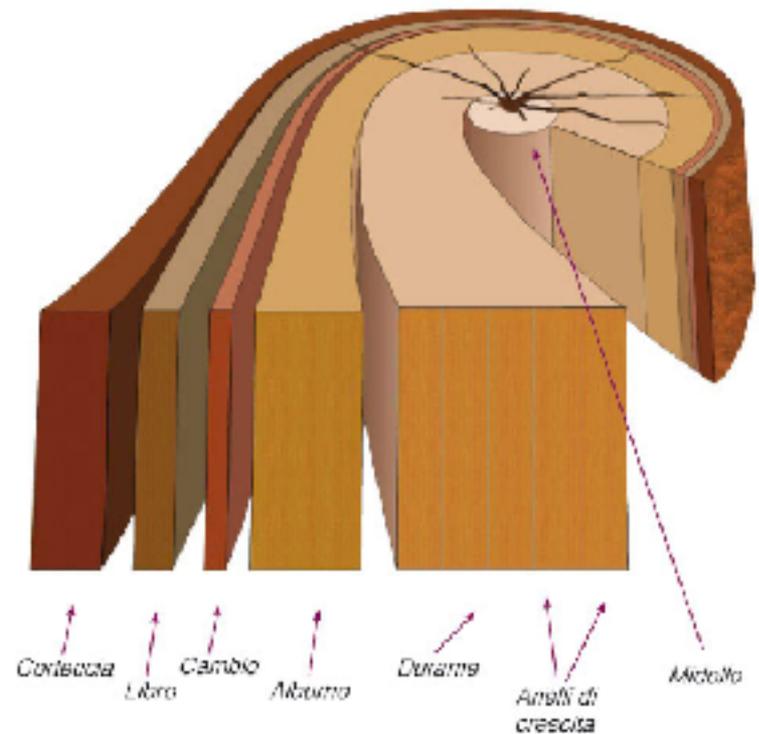
Il manico era di nocciolo

I denti, che risultavano duri come il ferro, erano di corniolo (legno duro e resistente).

XILEMA SECONDARIO o LEGNO

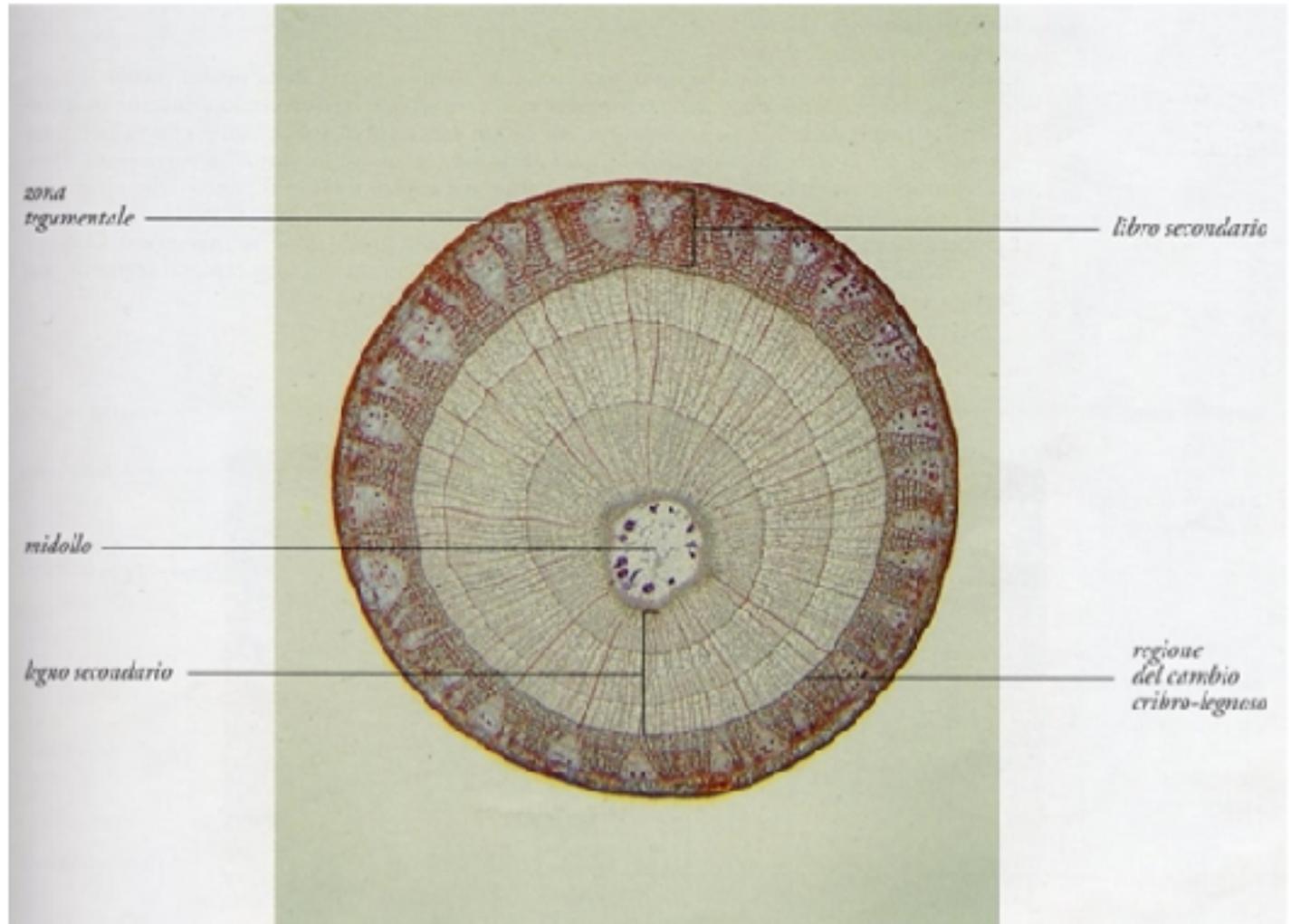
Alburno: Legno tenero generato dal cambio degli alberi e degli arbusti durante il periodo annuale di ripresa delle attività vitali

Durame: La parte centrale del tronco degli alberi delle Dicotiledoni, più compatta, dura e scura dell'alburno (che è la parte esterna); detta anche *cuore del legno*, non adempie alla funzione di trasporto delle sostanze nutritive dalle radici alle foglie, ma esplica solo quella di sostegno della pianta; è la parte del legno che meglio si presta alla lavorazione.

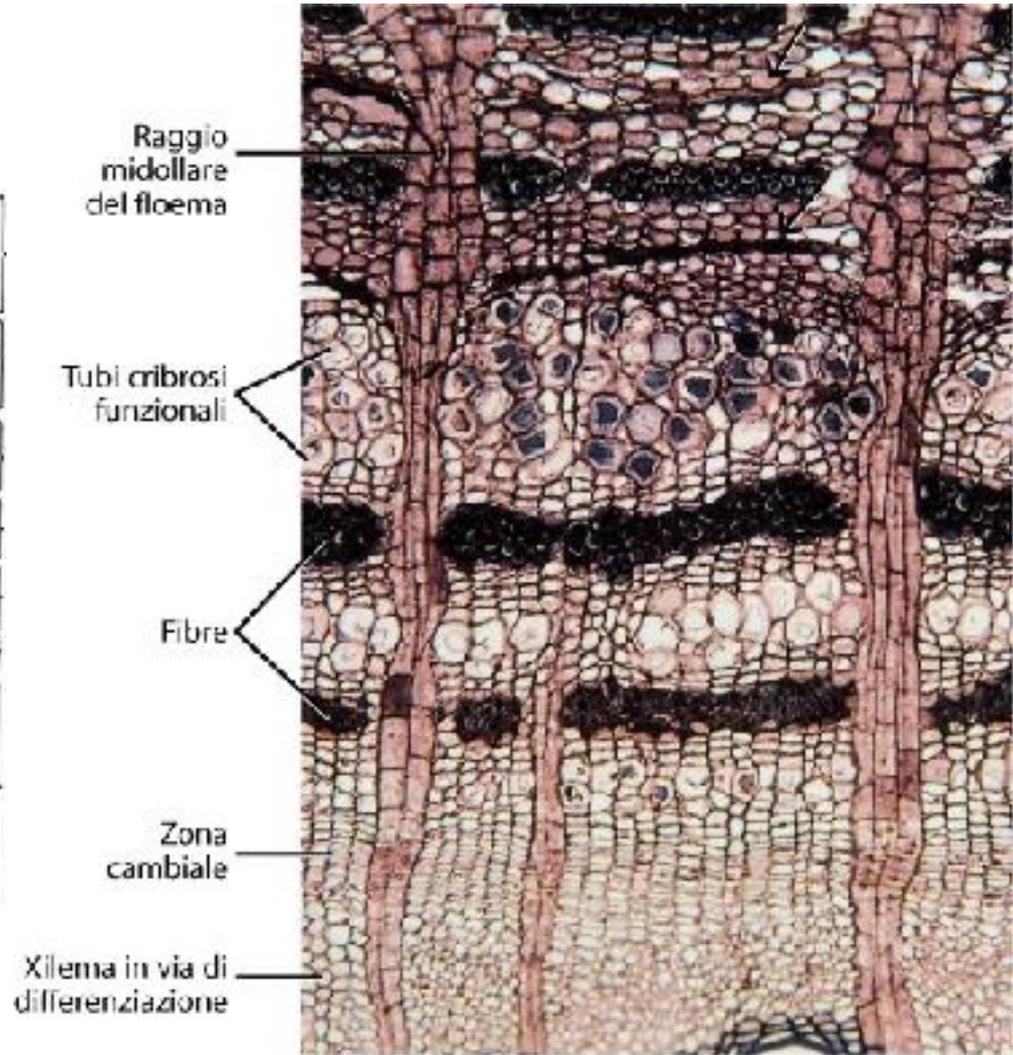
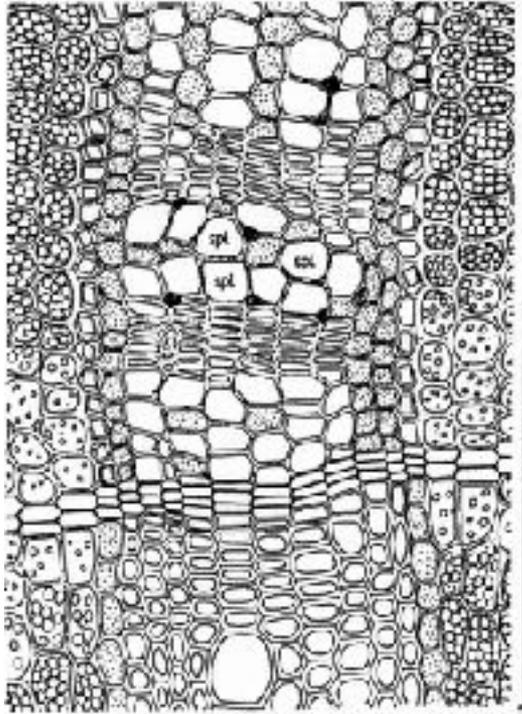




(FLOEMA SECONDARIO o) LIBRO

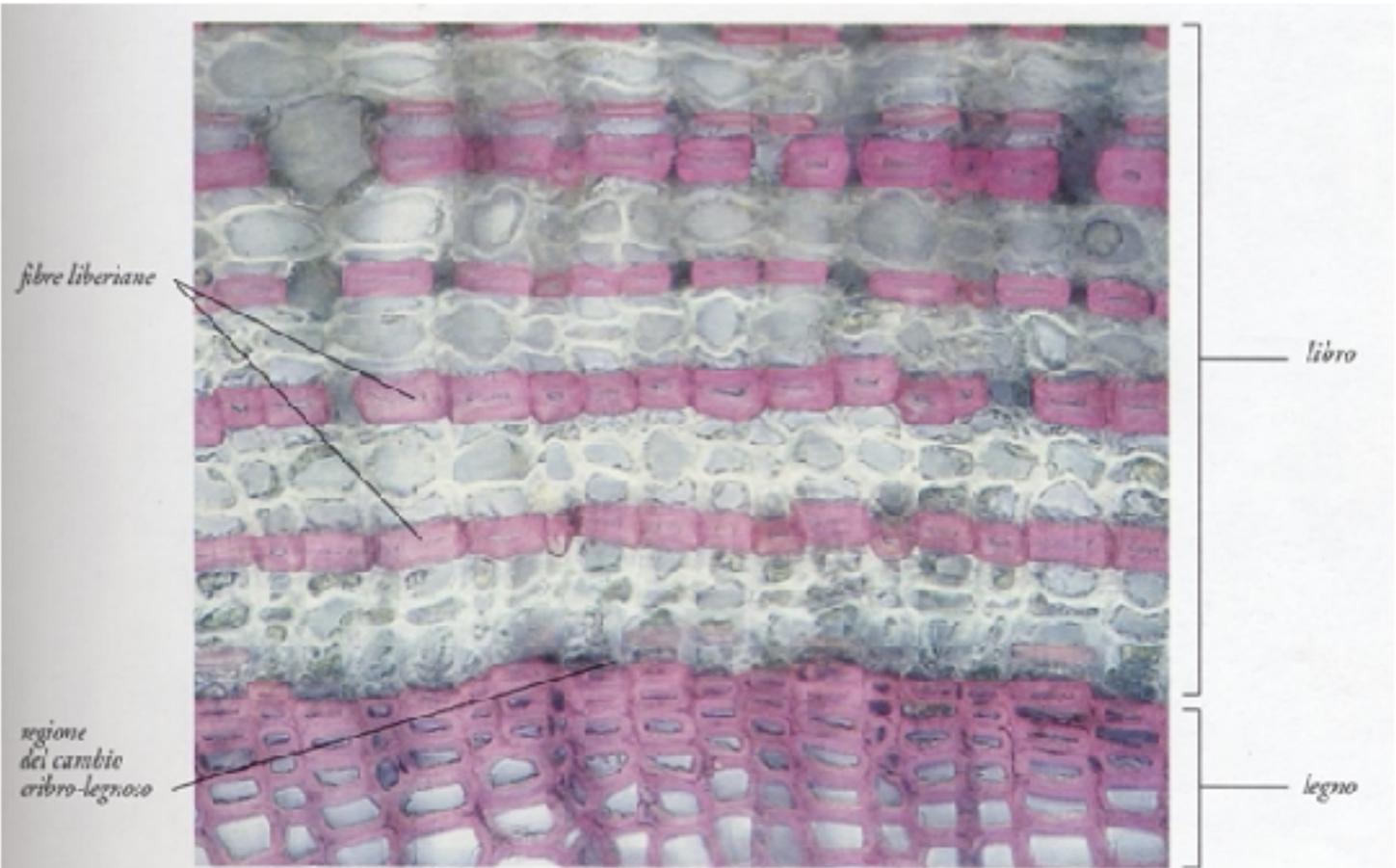


(FLOEMA SECONDARIO o) LIBRO



100 μm

(FLOEMA SECONDARIO o) LIBRO



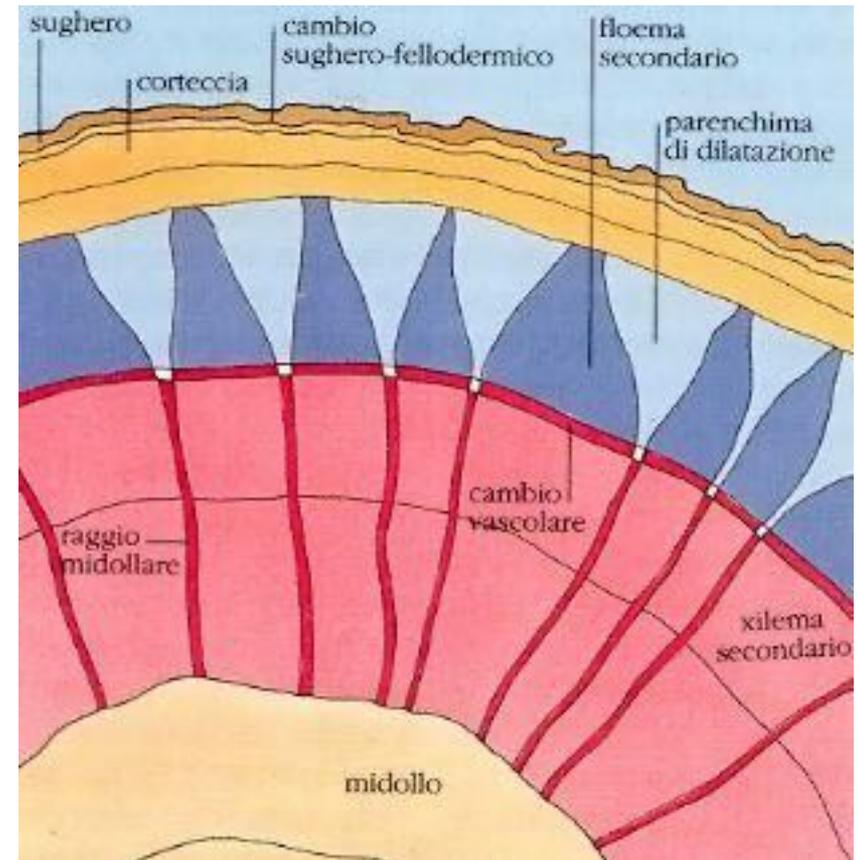
Fibre extralari nel libro del fusto di tuia (*Thuja plicata* D. Don., fam. Cupressaceae).

Sezione trasversale, $\times 400$ (430)

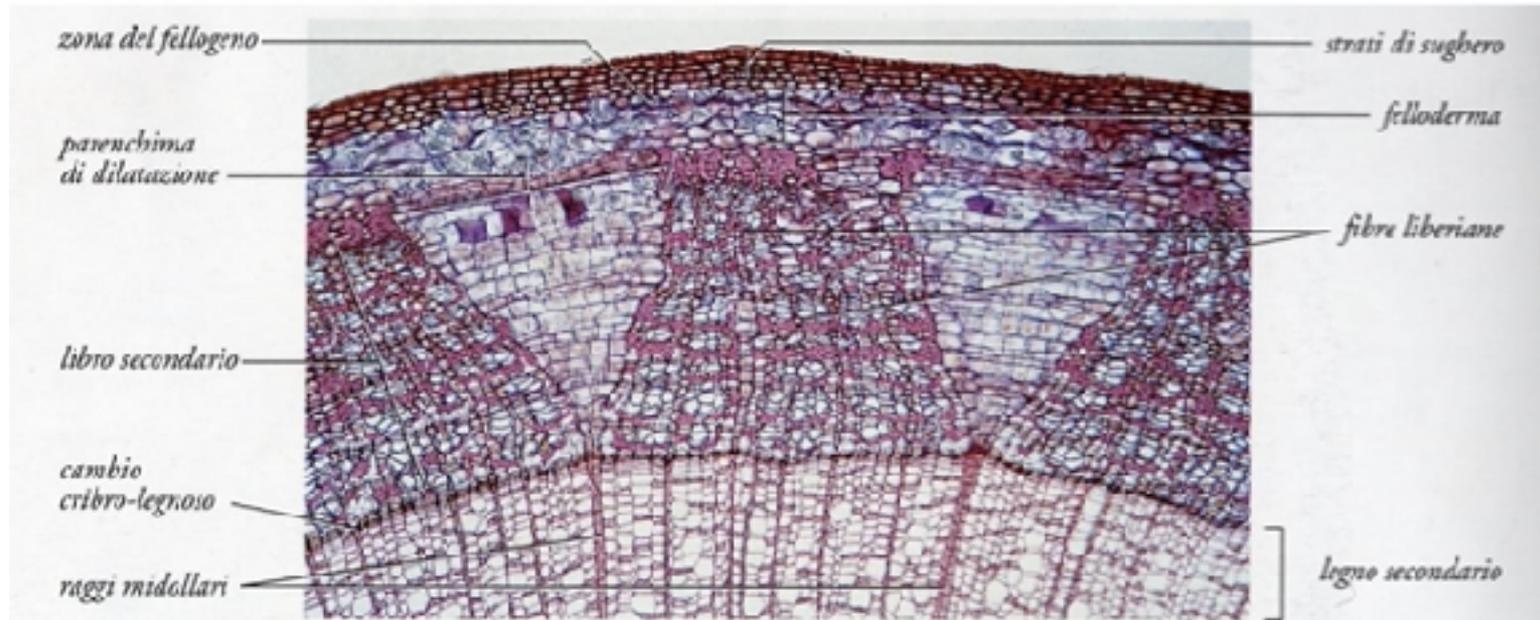
Le fibre del libro si presentano qui in sottili bande regolarmente alternate agli altri elementi floematici: nella sezione appaiono di forma rettangolare, con lume cellulare molto ridotto. In questo tipo di piante il legno è privo di elementi ad esclusiva funzione meccanica.

(FLOEMA SECONDARIO o) LIBRO

Nei primi anni, a causa della mancata crescita del libro più vecchio (e quindi più esterno) e della sua lacerazione, si vengono a creare degli spazi che vengono occupati da cellule parenchimatiche proliferanti direttamente dai raggi midollari. Si formano così delle caratteristiche isole triangolari di **PARENCHIMA DI DILATAZIONE** frapposte al libro.



(FLOEMA SECONDARIO o) LIBRO



Fusto di tiglio (*Tilia* L., fam. Tiliaceae).

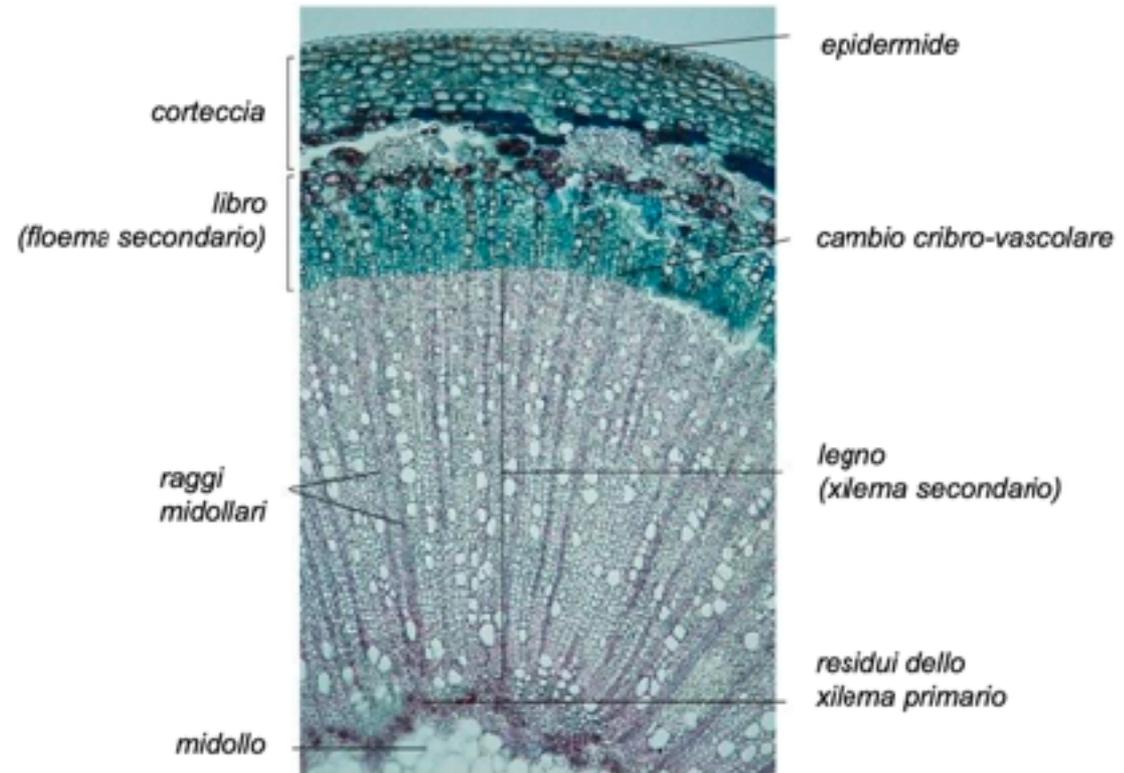
Sezione trasversale. x 100 (80)

Con la crescita secondaria, il tessuto epidermico della zona tegumentale viene sostituito dal sughero, mentre la corteccia si arricchisce di un nuovo tessuto, per lo più di tipo parenchimatico, il felloderma: ciò avviene ad opera di un secondo meristema, il cambio subero-fellodermico o fellogeno. Nell'immagine è possibile notare la struttura stratificata del libro secondario, in cui fibre sclerenchimatiche si alternano regolarmente agli altri tessuti. Inoltre, è anche evidenziato il fatto che la produzione complessiva di libro secondario non è sufficientemente adeguata per l'aumento di dimensioni raggiunte dal fusto. Gli spazi, altrimenti vuoti, fra una porzione di libro e l'altra, vengono riempiti dalle estremità dei raggi midollari, alquanto dilatate per ripetute divisioni cellulari fino a produrre delle regioni parenchimatiche cuneiformi (*parenchima di dilatazione*).

(FLOEMA SECONDARIO o) LIBRO

Fusto di pruno (*Prunus* sp.) in struttura secondaria nel primo anno di attività del cambio cribro-vascolare.

In questo giovane fusto non appaiono ancora i segni dell'attività del fellogeno nella zona corticale, che può essere notevolmente ritardata rispetto all'inizio dell'attività del cambio cribro-vascolare.





COSA C'È DI VIVO IN UN FUSTO SECONDARIO?

Non molto, per la verità. Nell'ultimo periderma formato sono vive le cellule del fellogeno e del fello-derma, ma si tratta di uno strato dello spessore di poche cellule. Il floema funzionante arriva sino allo spessore di 1 mm; anche la zona cambiale è estremamente sottile. Nel legno sono vivi soltanto gli anelli di crescita più periferici, ma anche in questi le cellule vive spesso non superano il 10%. Sono vive infatti solo le cellule parenchimatiche e quelle dei raggi midollari: vasi e fibre che formano la gran massa del legno sono morti.

A proposito del legno non bisogna confondere «morto» con «funzionante». I vasi sono sempre fatti da cellule morte quando funzionano come tubazioni per il trasporto dell'acqua. La perdita della capacità di trasporto (di solito dovuta all'intrusione di bolle d'aria) non ha niente a che vedere con la morte delle cellule che era già avvenuta prima che il vaso cominciasse a funzionare.



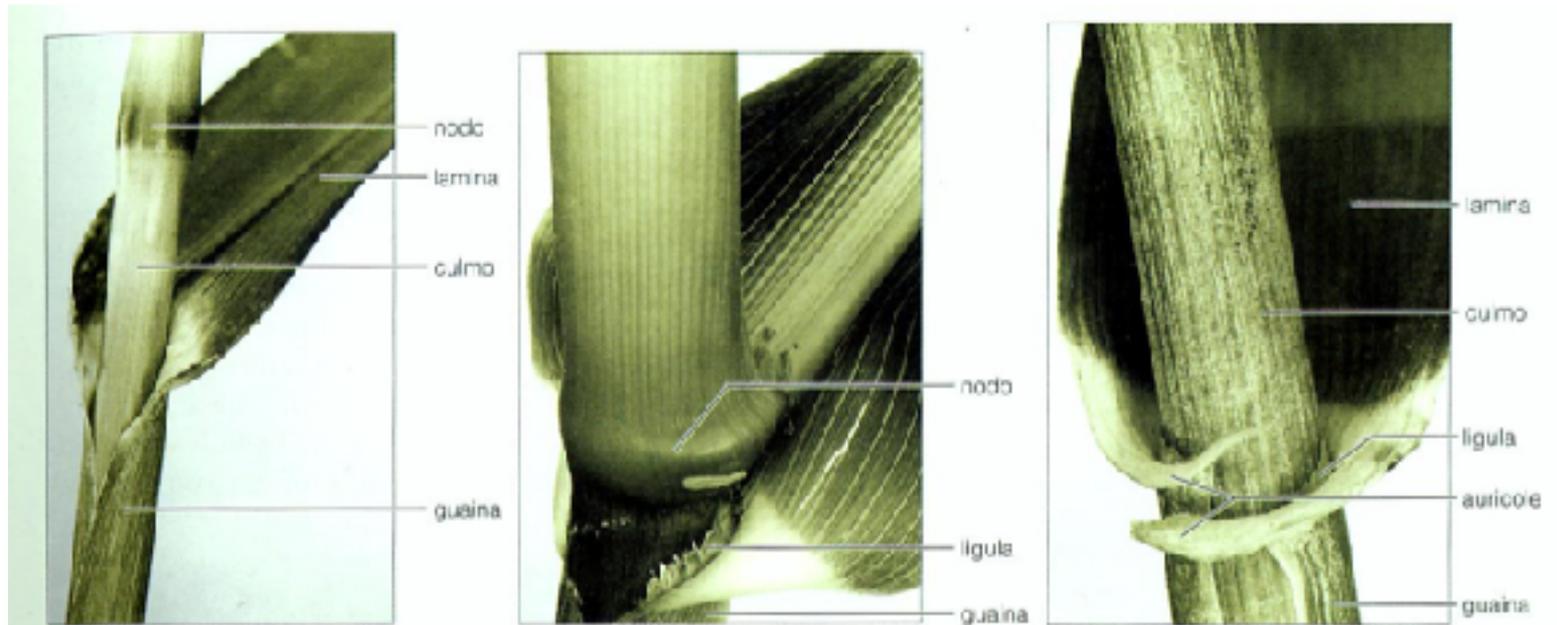
FUSTO NELLE MONOCOTILEDONI

Casi particolari:

- il CULMO delle Graminaceae (Poaceae) et al.
- lo STIPITE delle Palme

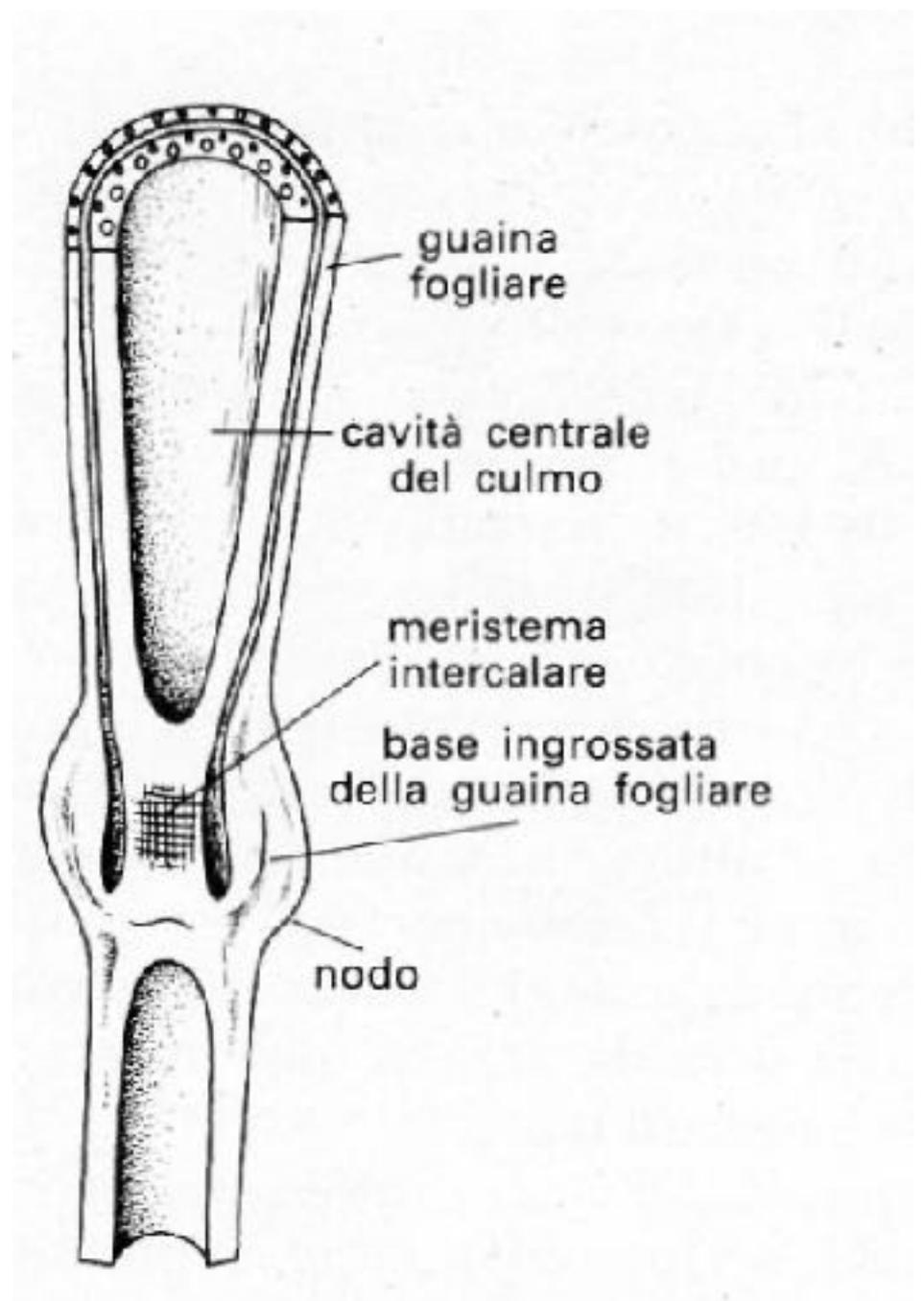
il CULMO delle Graminaceae (Poaceae) et al.





Foglie di monocotiledoni. (a) Sanguinella (*Digitaria sanguinalis*). (b) Mais (*Zea mays*), con ligula evidente. (c) Orzo (*Hordeum vulgare*).

Foglie di monocotiledoni: si notino le nervature parallele

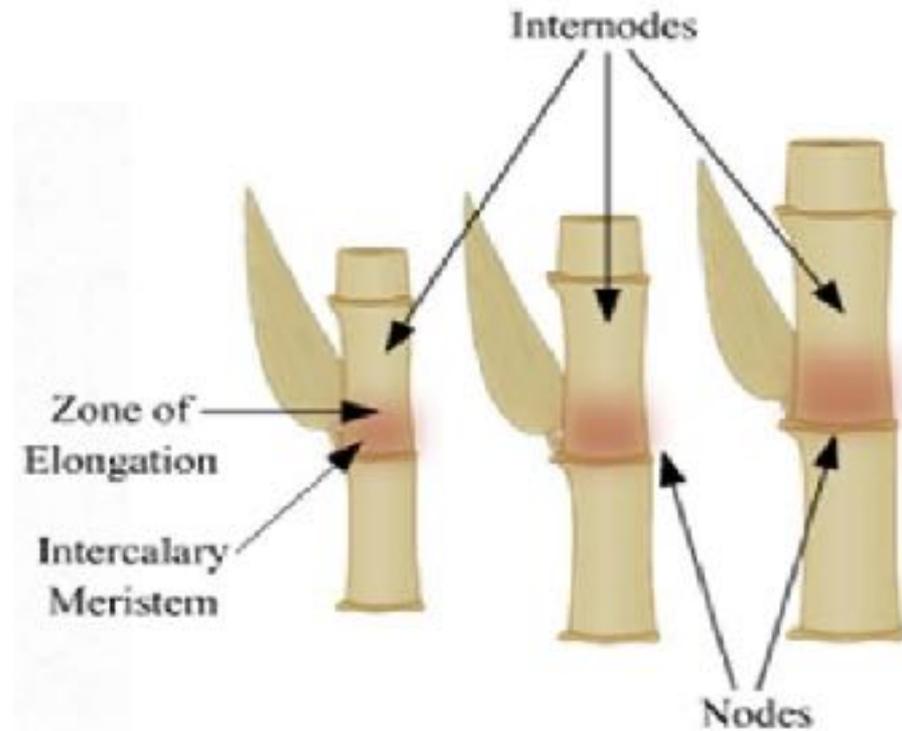


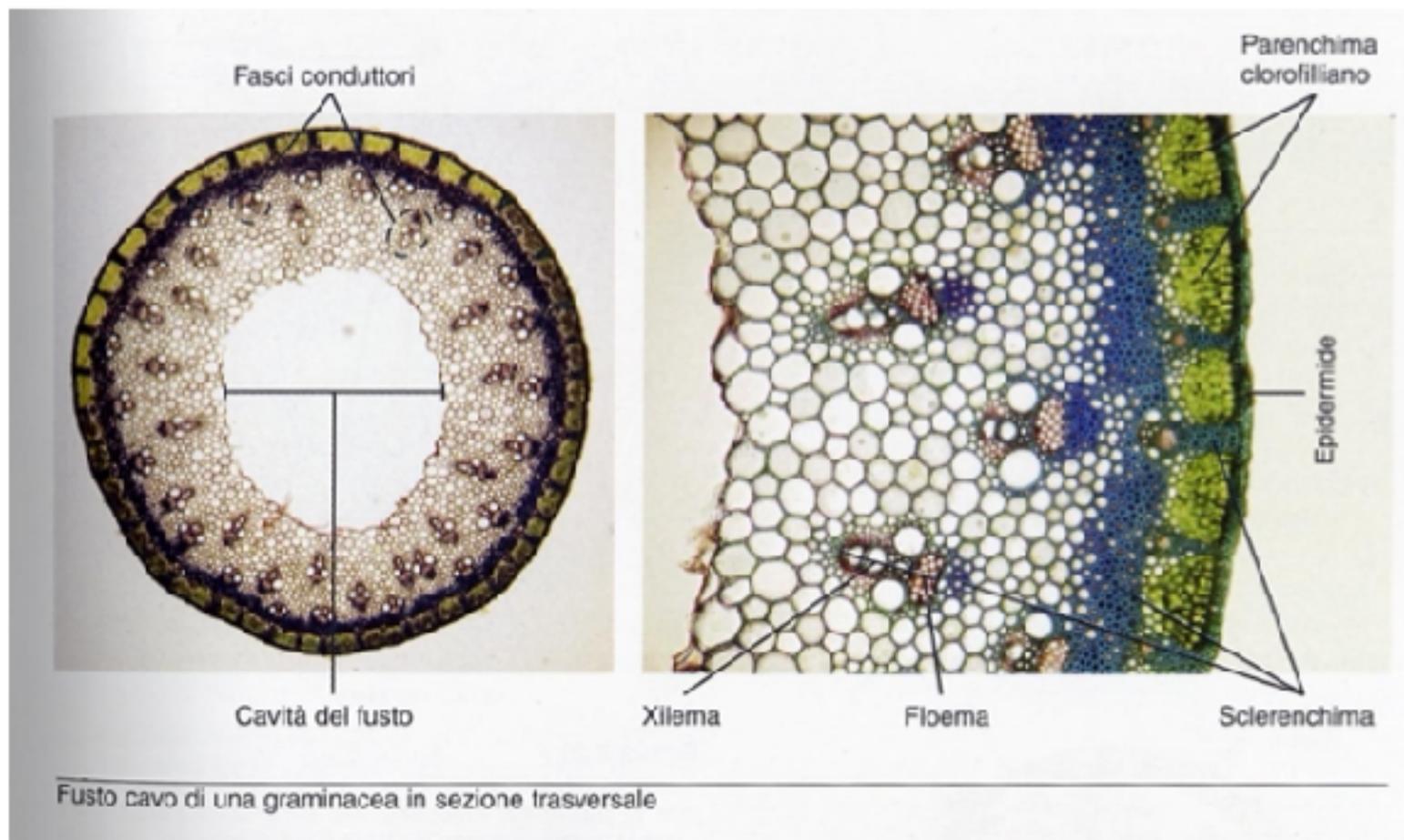


Nodi: fusto pieno

Meristemi intercalari (residui): gruppi di cellule meristematiche che derivano dal meristema apicale, generalmente poco numerose, che mantengono la capacità di dividersi e sono localizzati tra i tessuti definitivi dell'organismo.

Determinano la crescita internodale (in altezza) del culmo delle Poacee



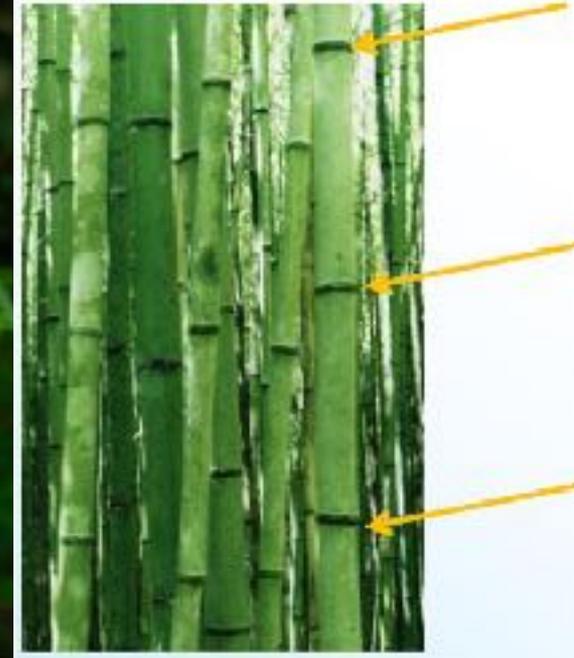
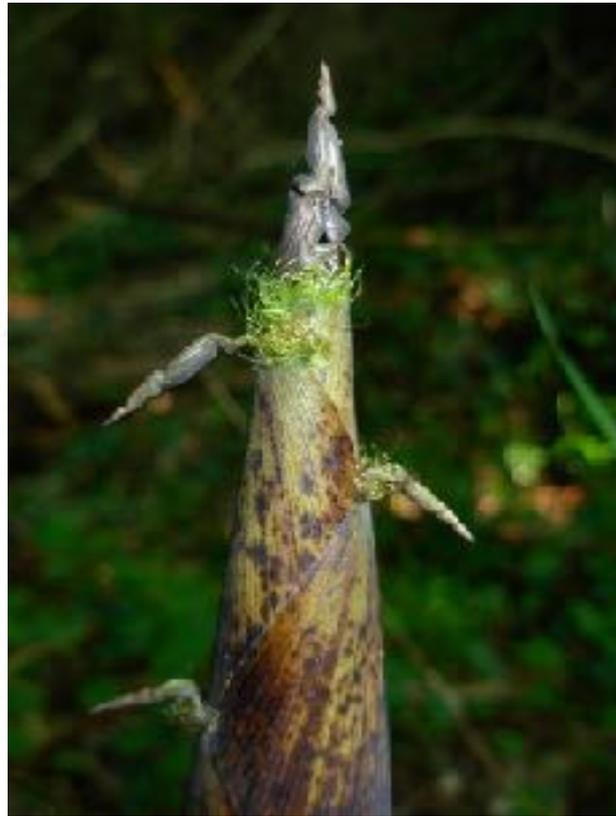
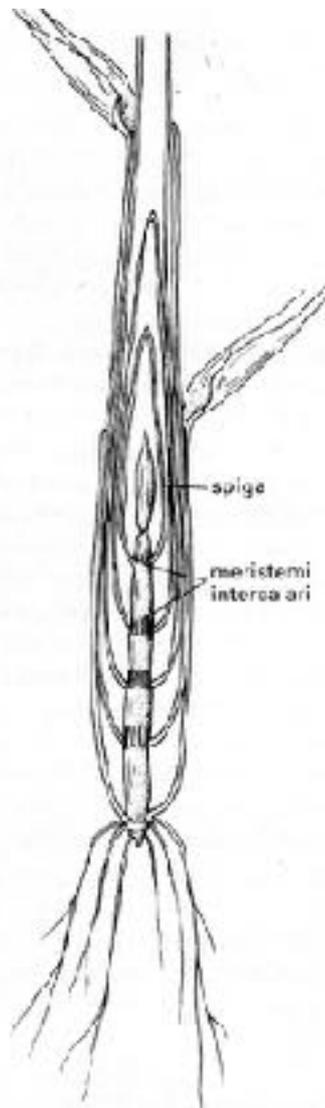


Poaceae di grandi dimensioni: i bambù

I **bambù** sono piante sempreverdi, originarie delle regioni tropicali e sub-tropicali, per lo più dell'Estremo Oriente (Cina e Giappone), che crescono spontanee anche in Africa, Oceania e America. Appartengono alla famiglia delle Poaceae (Graminaceae), con più di 75 generi e oltre 1200 specie. Molte specie raggiungono la maturità dopo 5 anni, e molte sono monocarpiche.



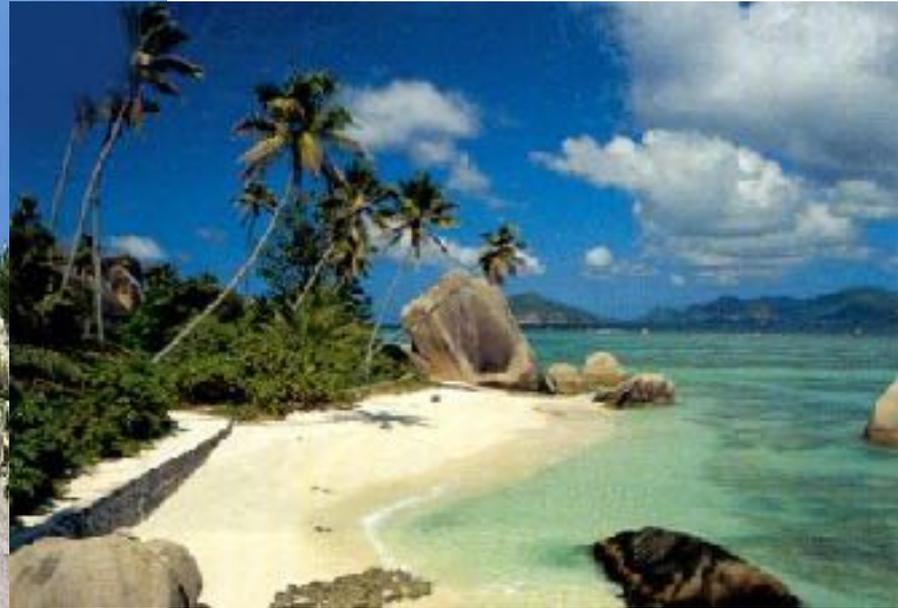
Sono tra le piante con il ritmo di crescita più rapido al mondo: sino a 120 cm nell'arco di 24 ore.



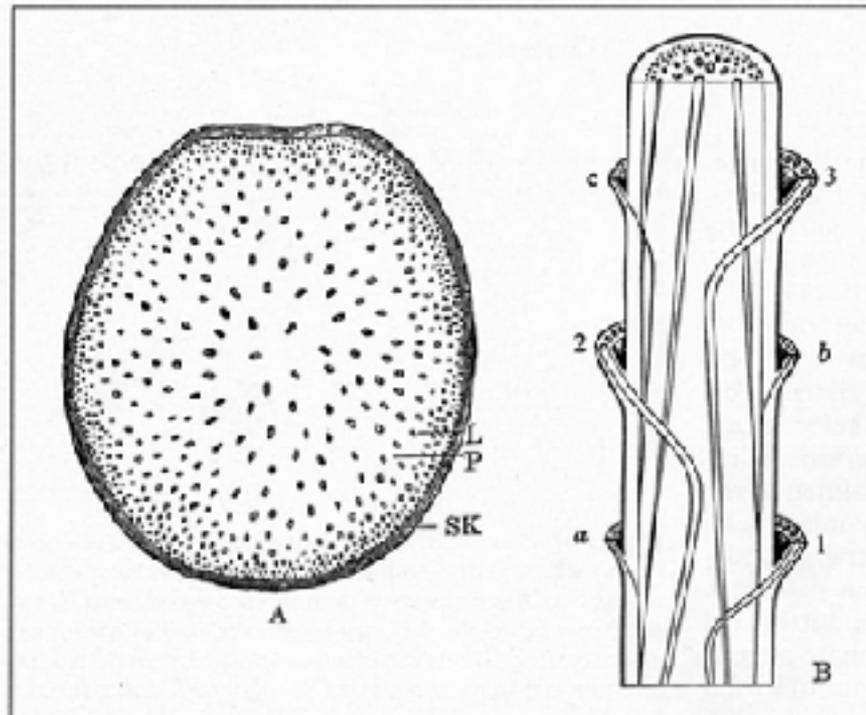
Alcune specie giganti possono arrivare sino a 15-20 metri; la più alta di tutte, *Dendrocalamus giganteus*, può raggiungere i 40 metri in altezza, con un diametro medio di 30 cm alla base del culmo (il fusto cavo).



MONOCOTILEDONI PSEUDO- ARBOREE



Disposizione dei fasci conduttori: **atactostele**



Disposizione dei fasci conduttori nelle Monocotiledoni. **A**, sezione all'altezza di un internodo nel mais; fasci conduttori L distribuiti in tutta la sezione, i più grossi verso il centro, i più piccoli perifericamente, polo xilematico orientato sempre verso l'interno; P parenchima fondamentale, SK sclerenchima ipodermico. **B**, sezione longitudinale del caule; a-e basi fogliari successive; la sezione è fatta in maniera da attraversare le parti mediane delle foglie 1-3 (filotassi disticali) (A da Rothert e Rostafinski; B, da H. Schenck).

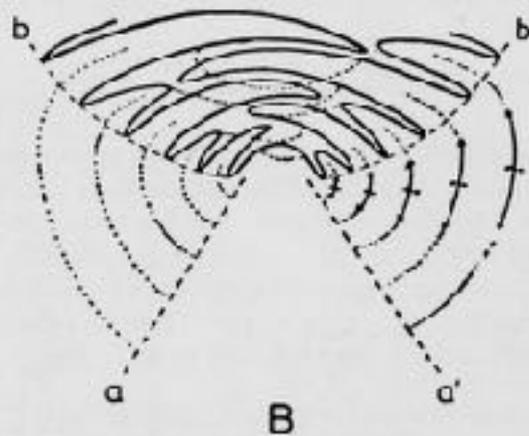
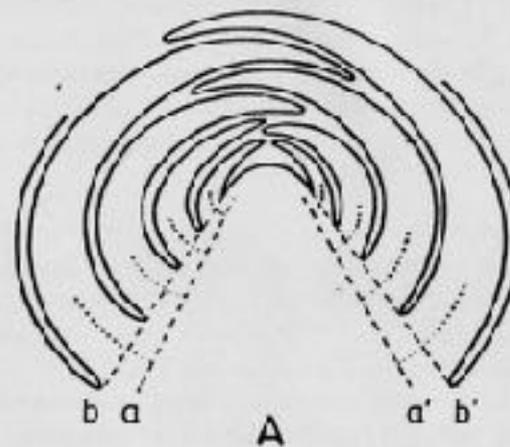


Alcune palme raggiungono altezze considerevoli, con «fusti» (detti «stipiti») alti anche 50 metri.

Ciò avviene senza accrescimento secondario in spessore, grazie ad un accrescimento diametrico di tipo primario, che porta ad una dilatazione importante della zona posta immediatamente sotto il meristema apicale.

Tale crescita può determinare la formazione di un apice depresso di forma discoidale, del diametro di diversi decimetri, pari cioè al diametro dello «stipite» che si manterrà tale negli anni, indifferente al passare degli anni. Non c'è accrescimento secondario in spessore, tanto più che in genere non ci sono ramificazioni laterali.

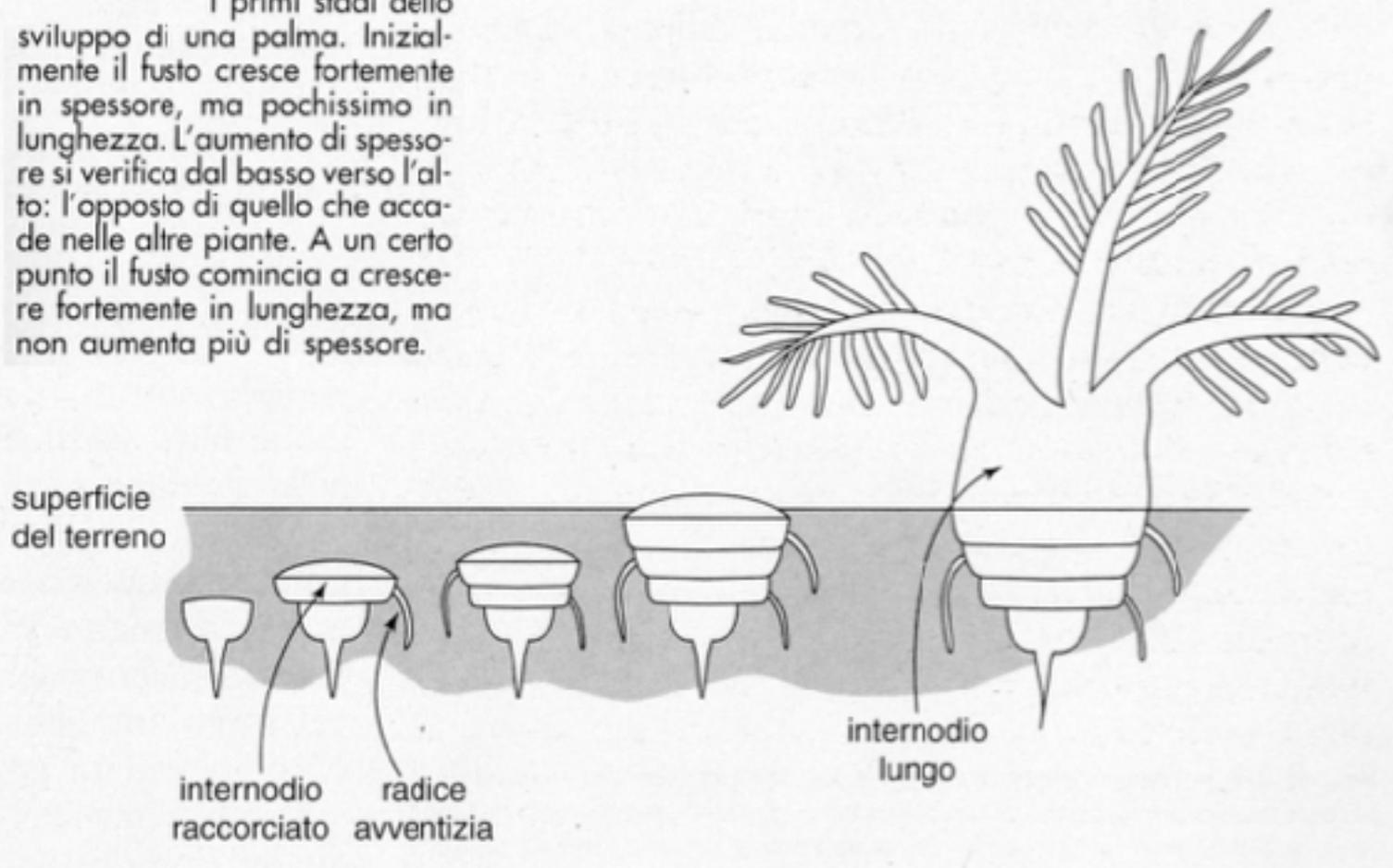




Crescita trasversale primaria dell'apice del fusto di una palma. **A**, cordiforme iniziale; a-b ed a'-b' mantello meristemico. **B**, formazione di un apice depresso per l'attività cambiale del mantello meristemico.



I primi stadi dello sviluppo di una palma. Inizialmente il fusto cresce fortemente in spessore, ma pochissimo in lunghezza. L'aumento di spessore si verifica dal basso verso l'alto: l'opposto di quello che accade nelle altre piante. A un certo punto il fusto comincia a crescere fortemente in lunghezza, ma non aumenta più di spessore.







RADICE

ANATOMIA DELLA RADICE

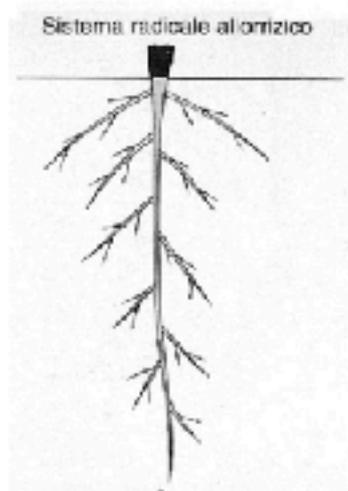


- 1) assorbimento di acqua e soluti;
- 2) ancoraggio;
- 3) accumulo di sostanze di riserva (tra cui la stessa acqua);
- 4) laboratorio chimico.

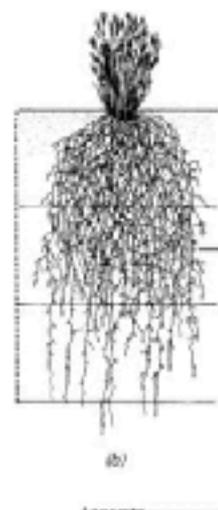
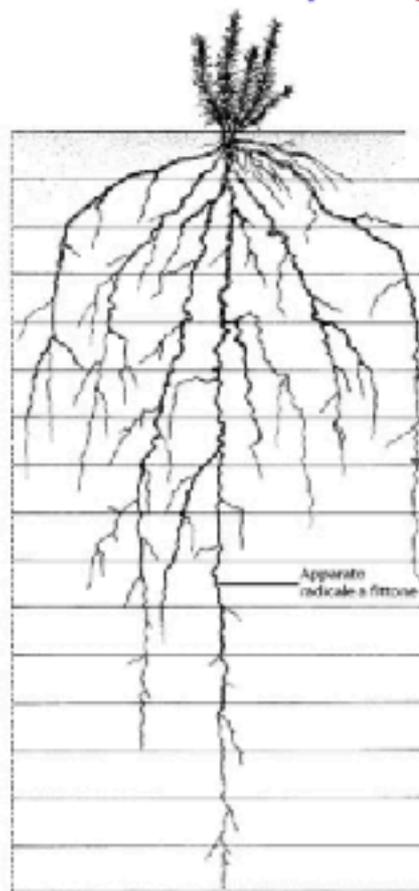


ALLORRIZICO, fittonante

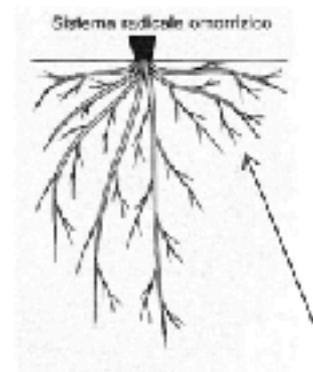
OMORRIZICO, fascicolato



radice
principale



Apparato
radicale
fascicolato



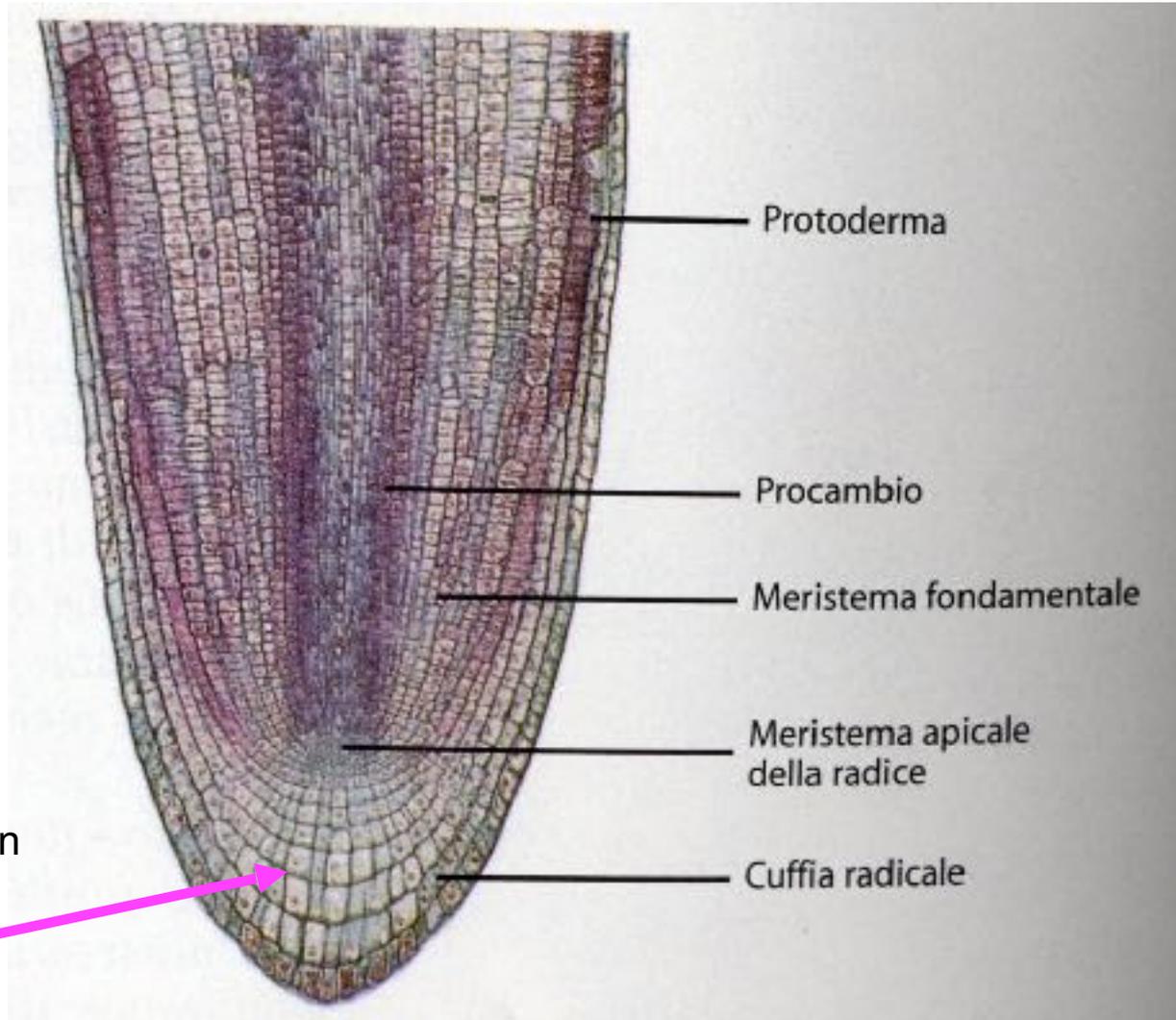
radici avventizie



Apice radicale



statoliti: cellule con grossi granuli di amido lungo asse longitudinale della cuffia (percezione gravità)



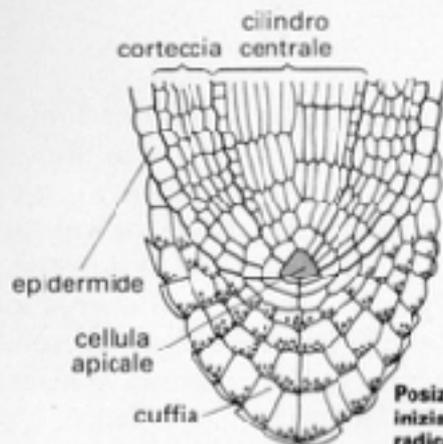
Protoderma

Procambio

Meristema fondamentale

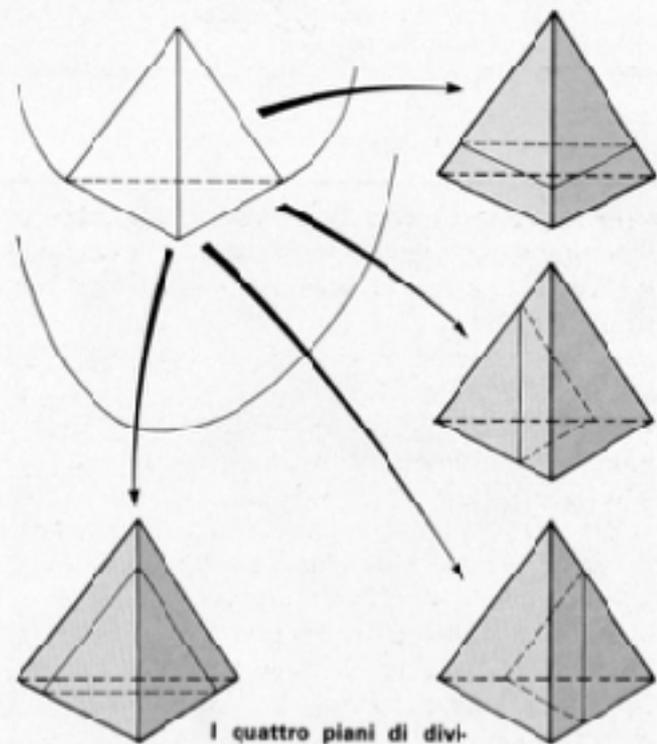
Meristema apicale della radice

Cuffia radiale

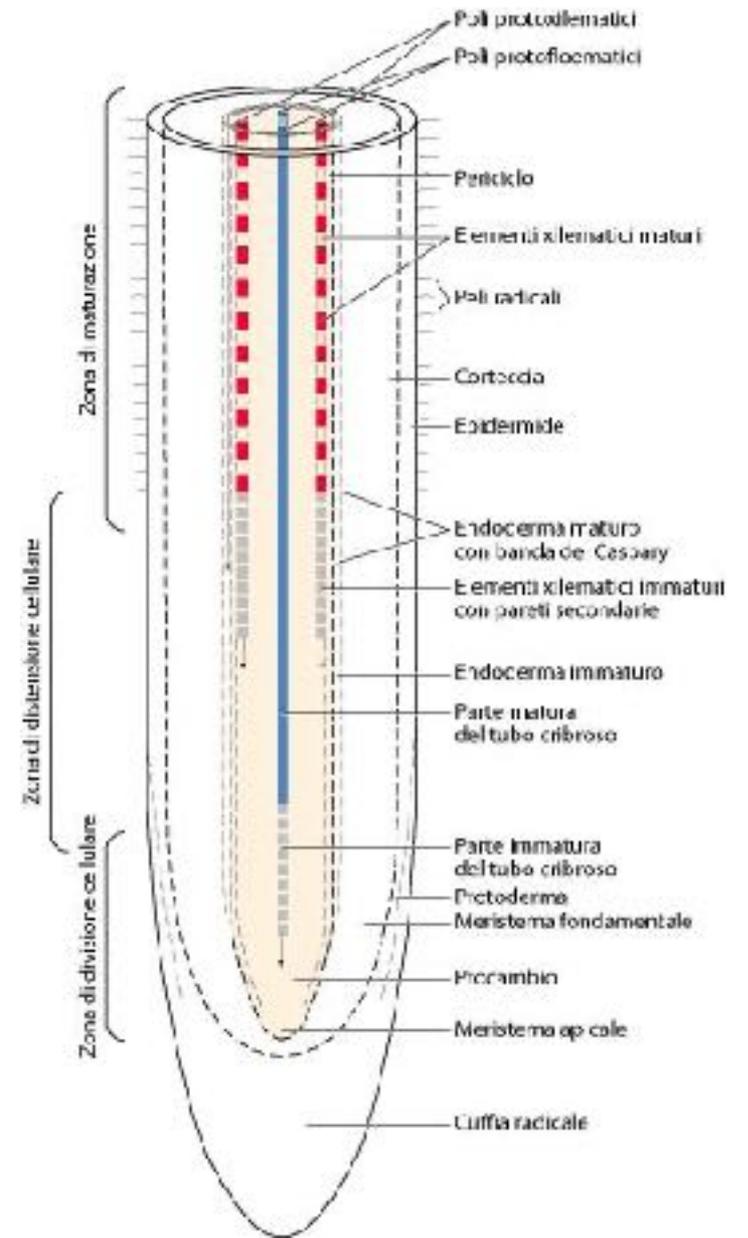
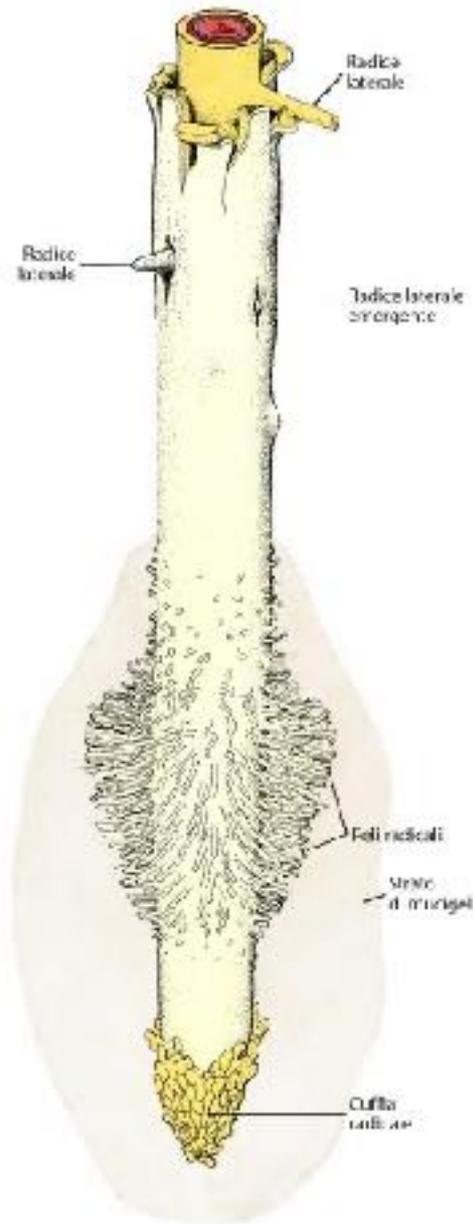


Posizione della cellula iniziale nell'apice della radice delle pteridofite.

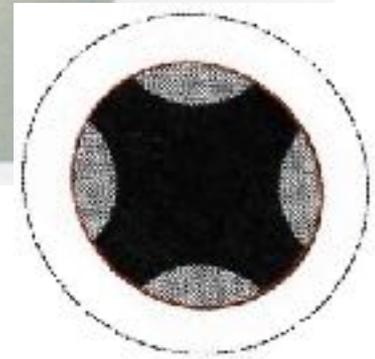
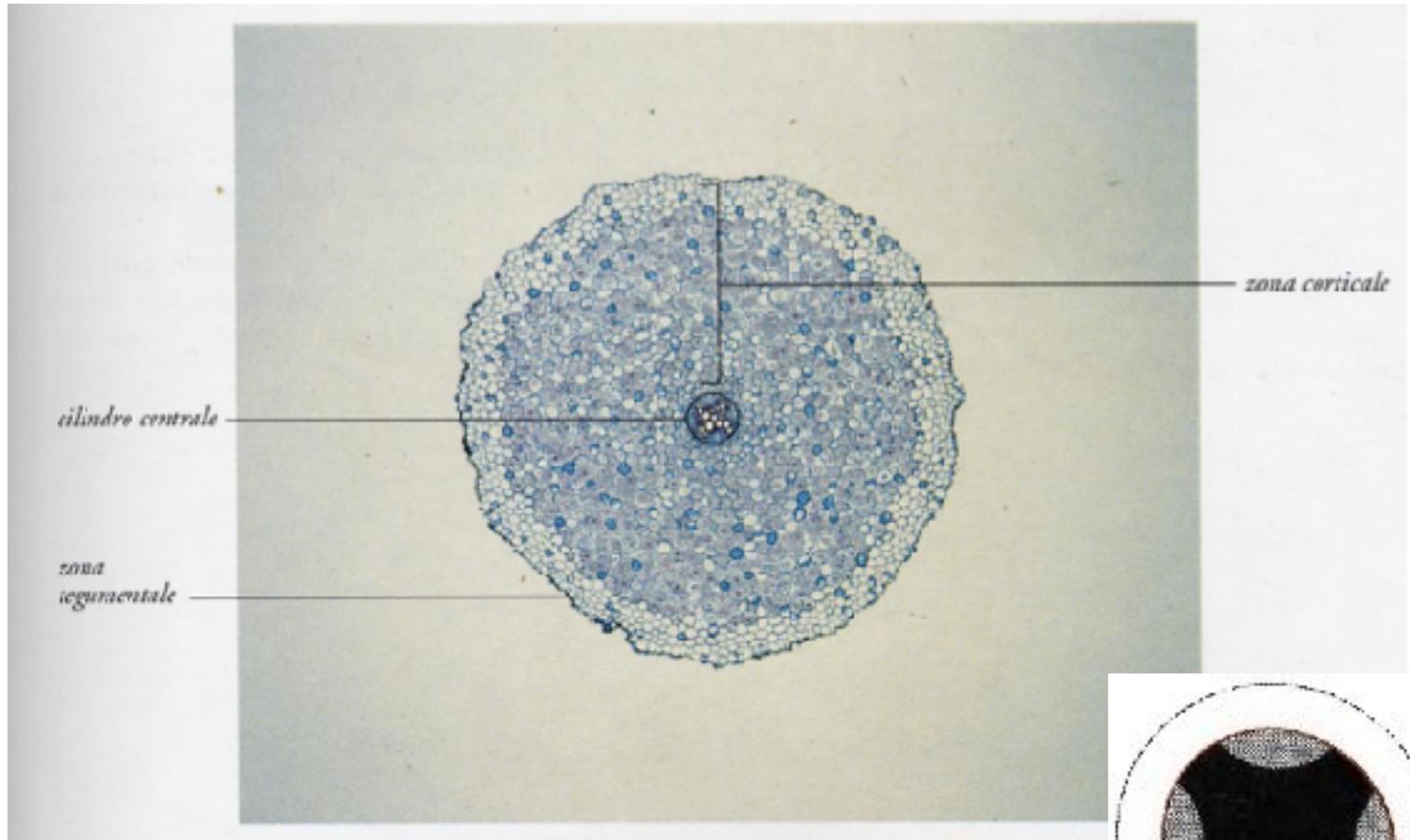
Nella maggior parte delle pteridofite l'apice meristemato sia del fusto che della radice possiede un'unica cellula iniziale di forma approssimativamente tetraedrica. Nel fusto la cellula apicale si divide secondo piani paralleli alle tre facce rivolte verso l'interno dell'organo, nella radice secondo piani paralleli a tutte e quattro le facce. Le cellule derivate dalle divisioni secondo piani paralleli alla faccia distale (rivolte verso il basso) danno origine alla cuffia.

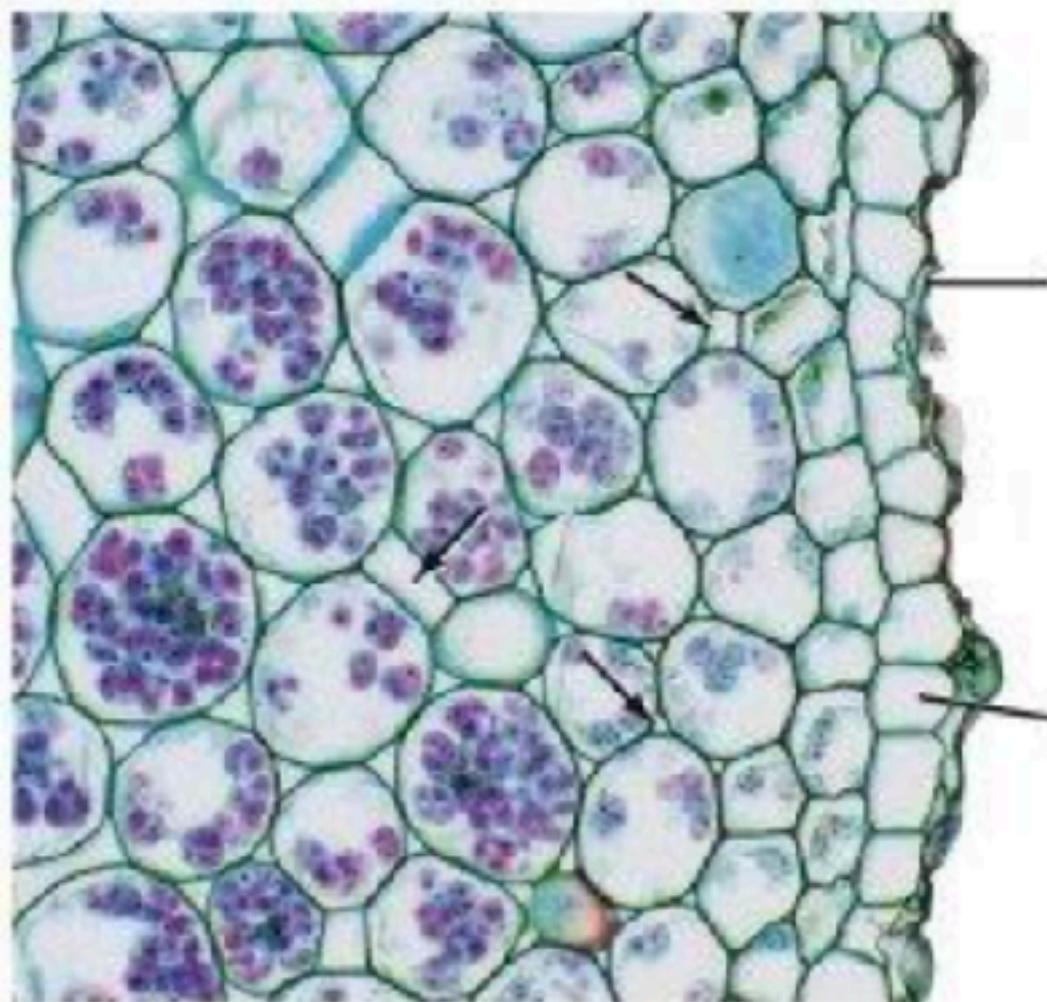


I quattro piani di divisione dell'iniziale apicale.



Struttura primaria della radice

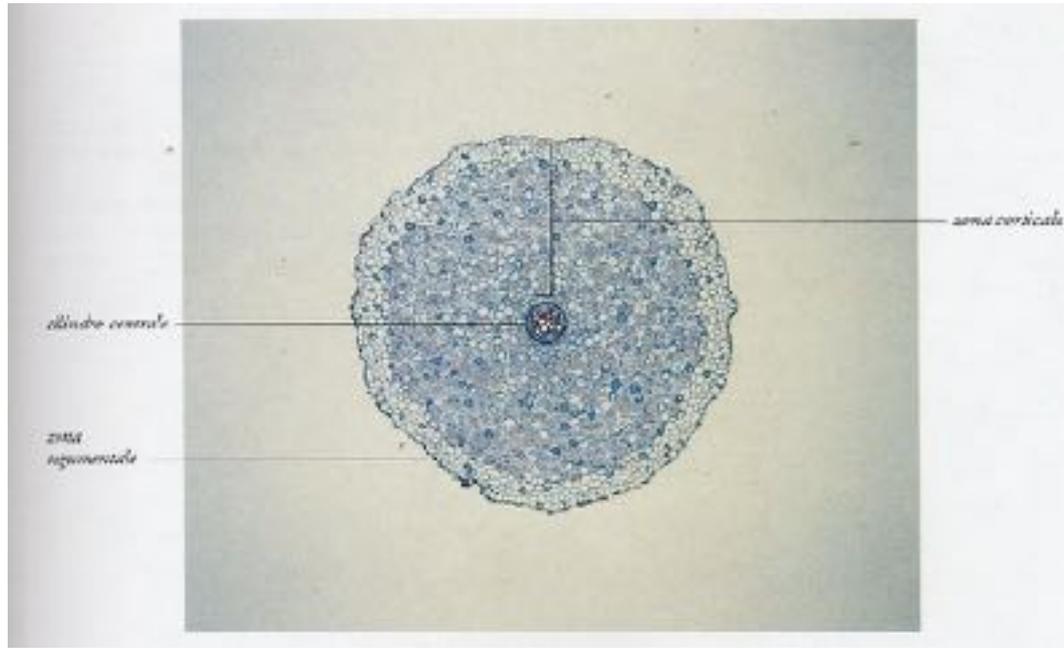




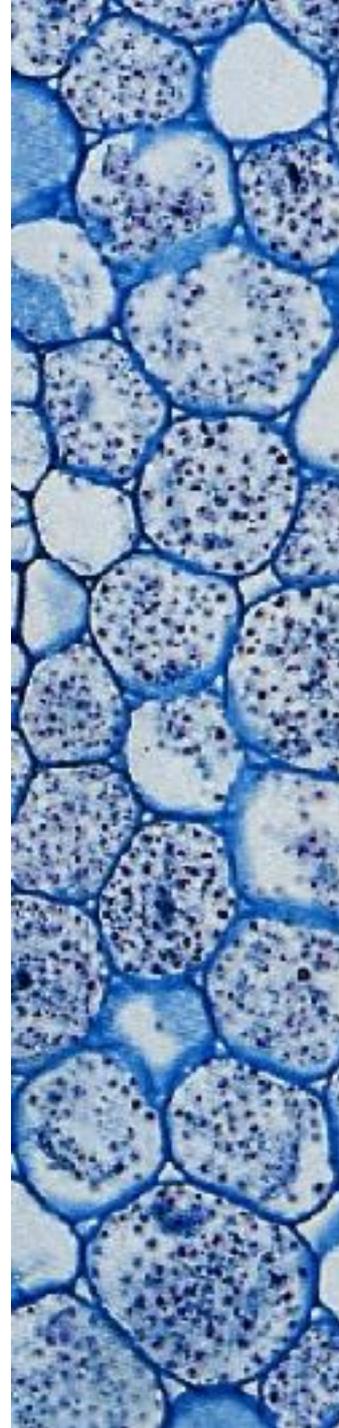
resti della
rizoderme

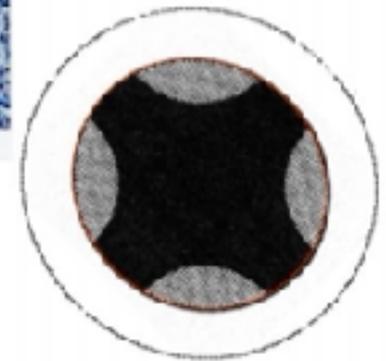
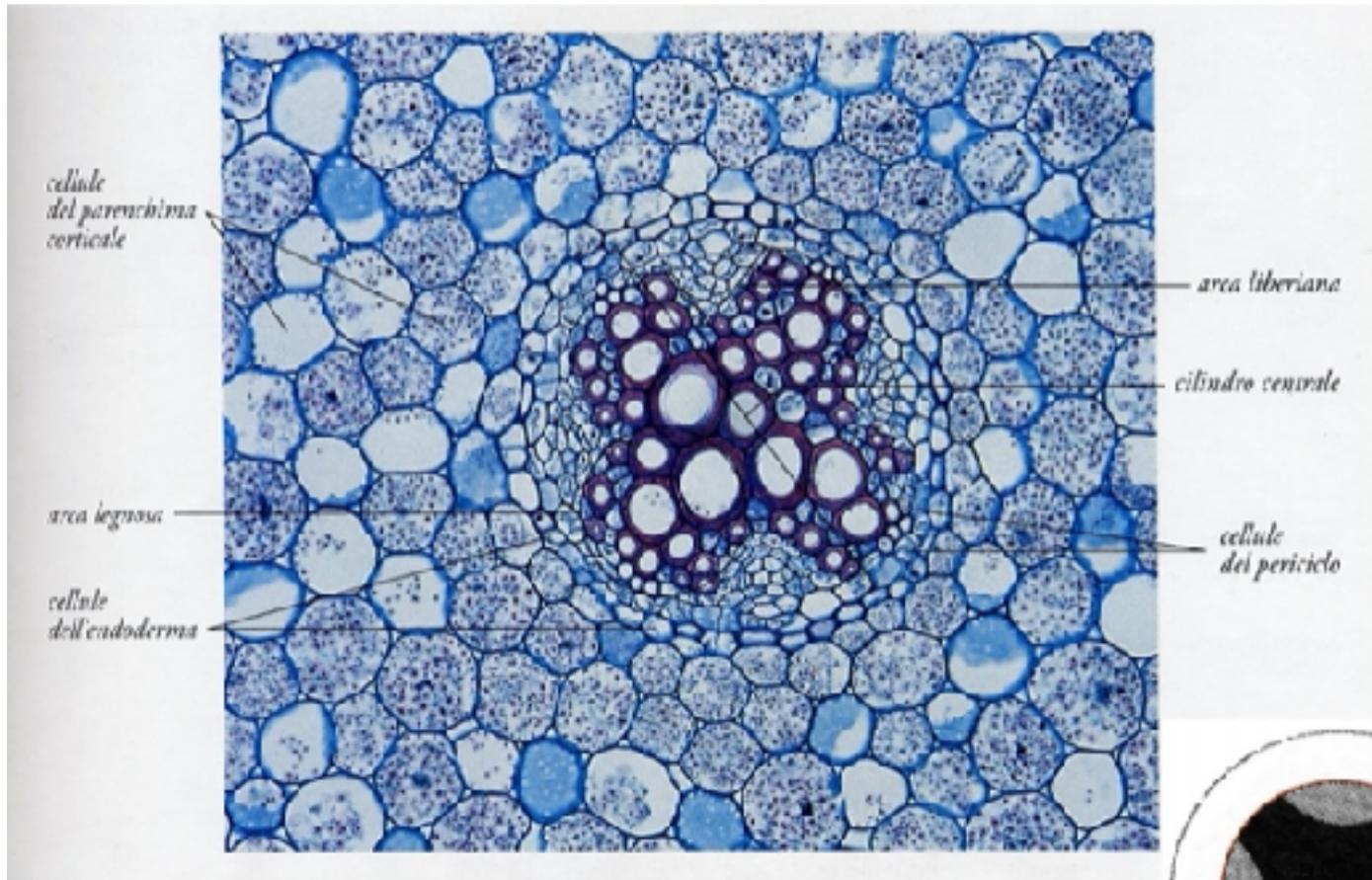
esoderma

50 µm



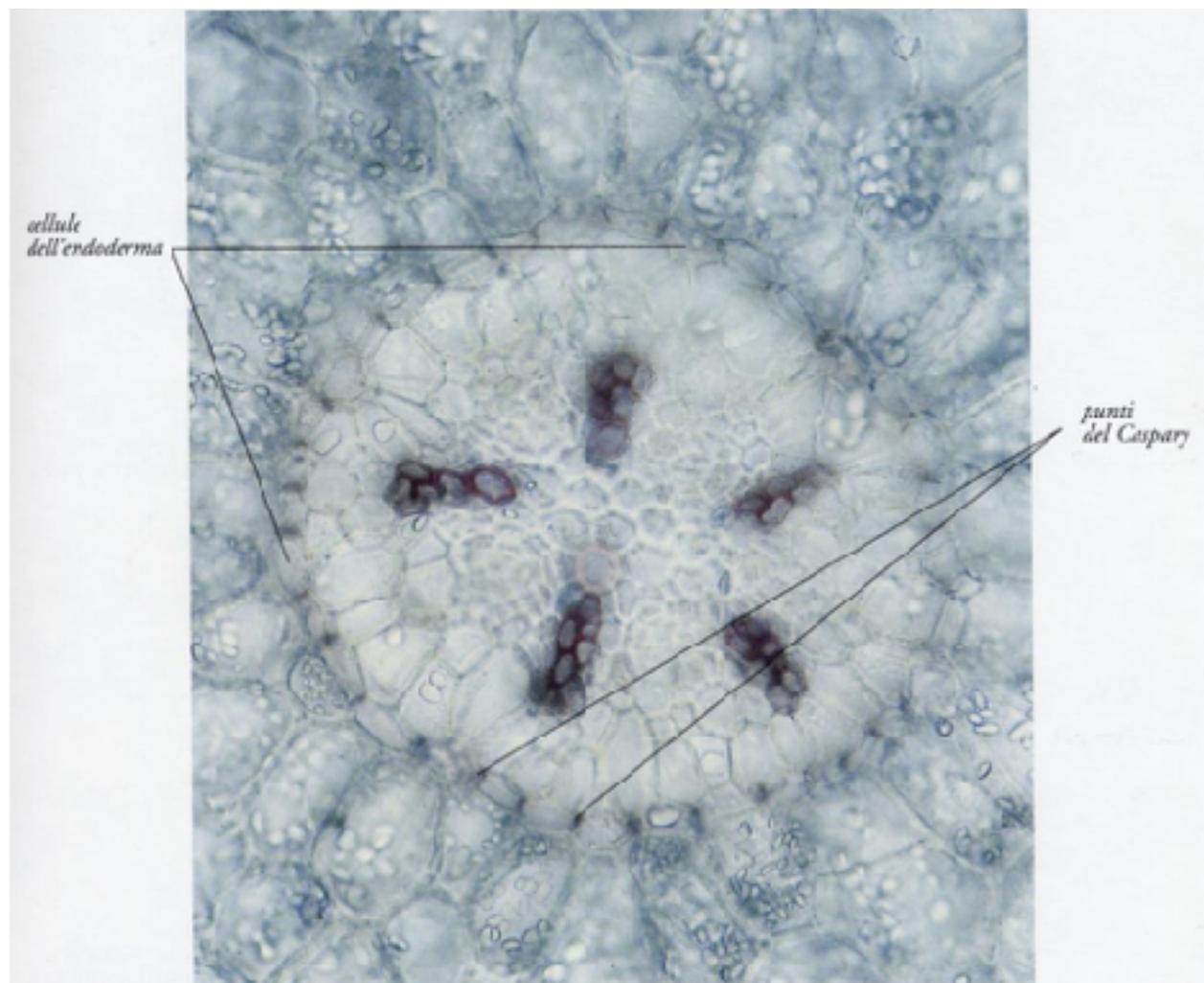
La zona corticale è composta da tessuto parenchimatico, con ampi spazi intercellulari, in genere abbondanti sostanze di riserva accumulate in amilo-, proteo- o cromoplasti, e vacuolo sviluppato (soprattutto nelle radici che servono per accumulare acqua)





Il cilindro centrale è delimitato dall'endodermide (zona corticale)

- tessuti di trasporto: fascio radiale
- parenchima (in posizione periferica): periciclo



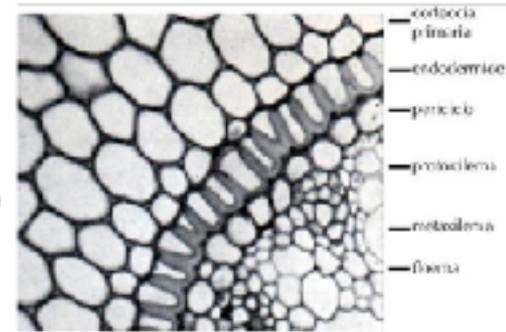
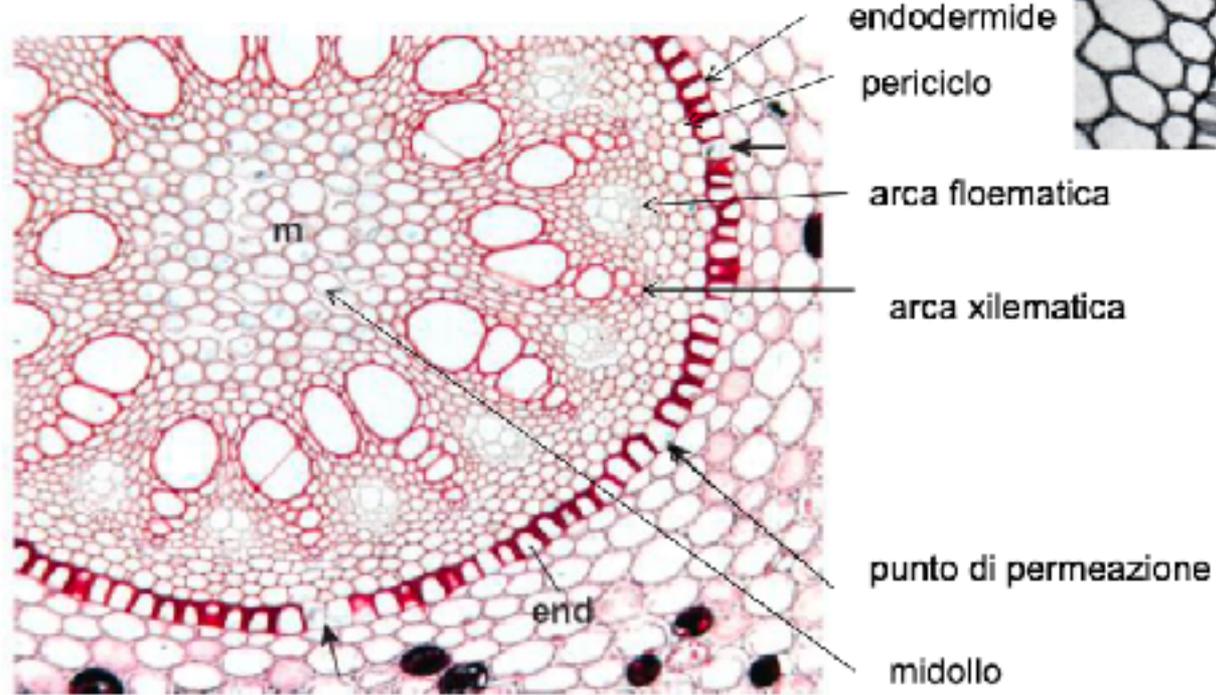
cellule
dell'endoderma

punti
del Caspary

Endoderma nella radice di favagello (*Ranunculus ficaria* L., fam. Ranunculaceae).

Sezione trasversale. x 200 (240)

Nella sezione trasversale, le bande del Caspary appaiono come leggeri ispessimenti lenticolari (*punti del Caspary*) delle pareti radiali delle cellule endodermiche.



Sezione trasversale radice di Monocotiledone (struttura primaria)

Le cellule dell'endodermide presentano ispessimento delle pareti radiali e tangenziali interne (ispessimenti a U)

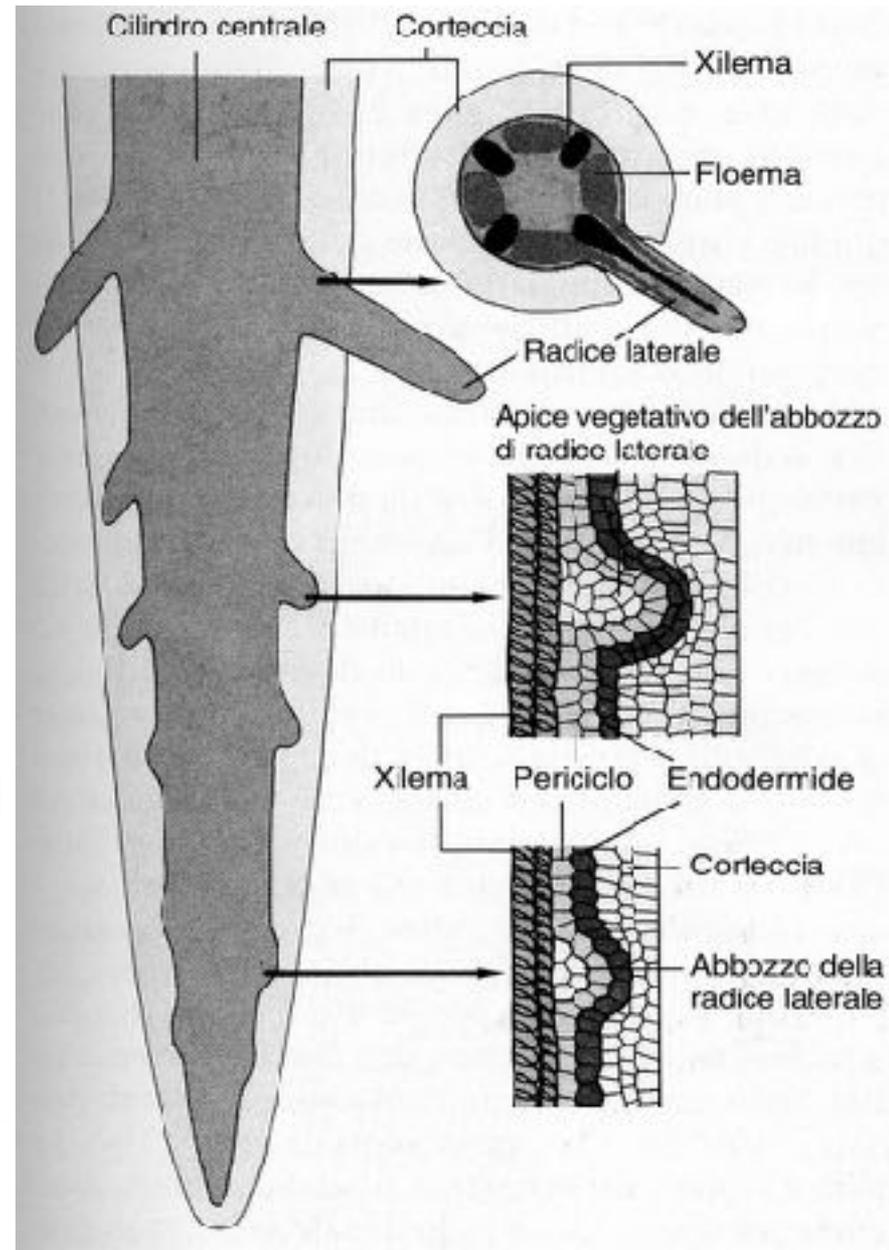
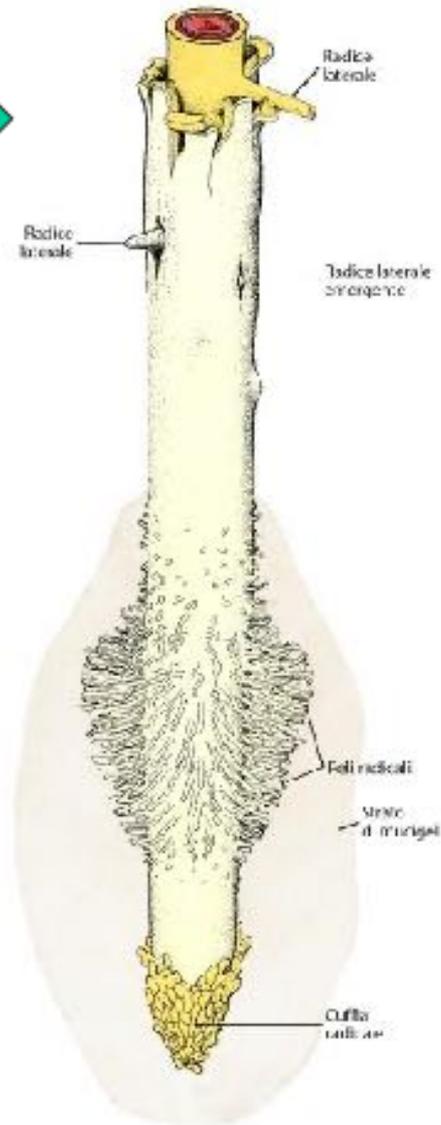
Numerose arche xilematiche e floematiche.

Radici laterali



Figura 11.1

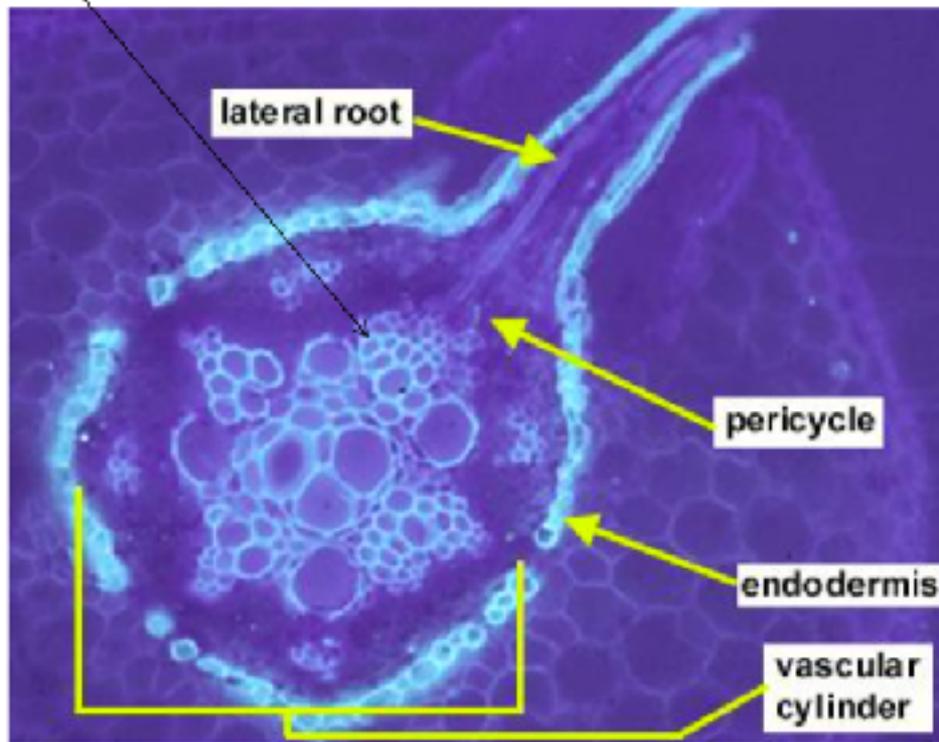
Seme germinante di fava (*Vicia faba*) con una evidente radice principale e numerose radici laterali (osservazione di S. Mazzuca).



Le radici laterali si formano nella zona di struttura primaria grazie alla proliferazione del periciclo



arca xilematica

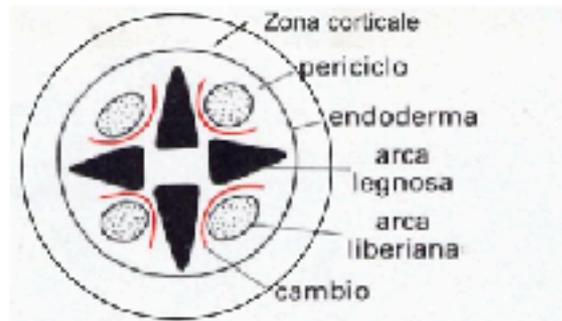


250 μm

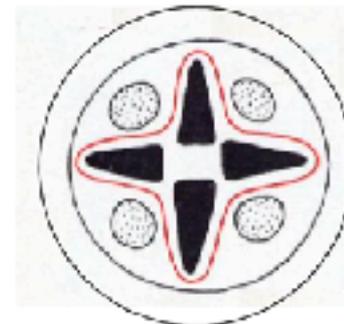


Struttura secondaria della radice

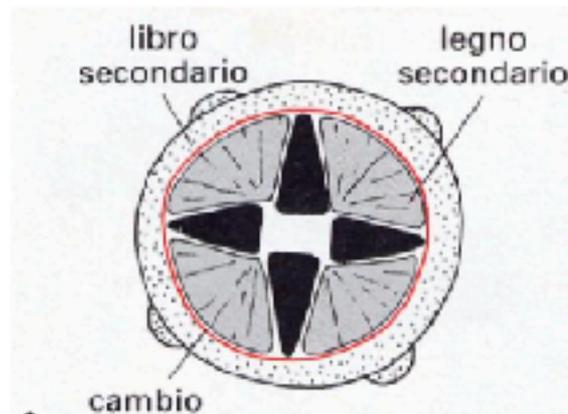
Accrescimento secondario in spessore della radice:
solo gimnosperme e angiosperme dicotiledoni



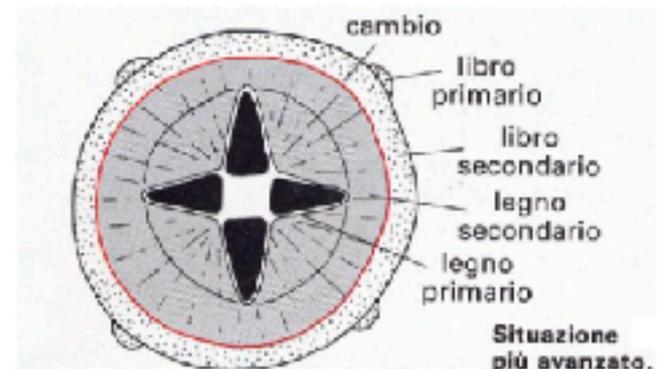
1. Struttura primaria: fascio radiale (actinostelico) aperto



2. Si forma un anello cambiale continuo di forma irregolare, sinuosa

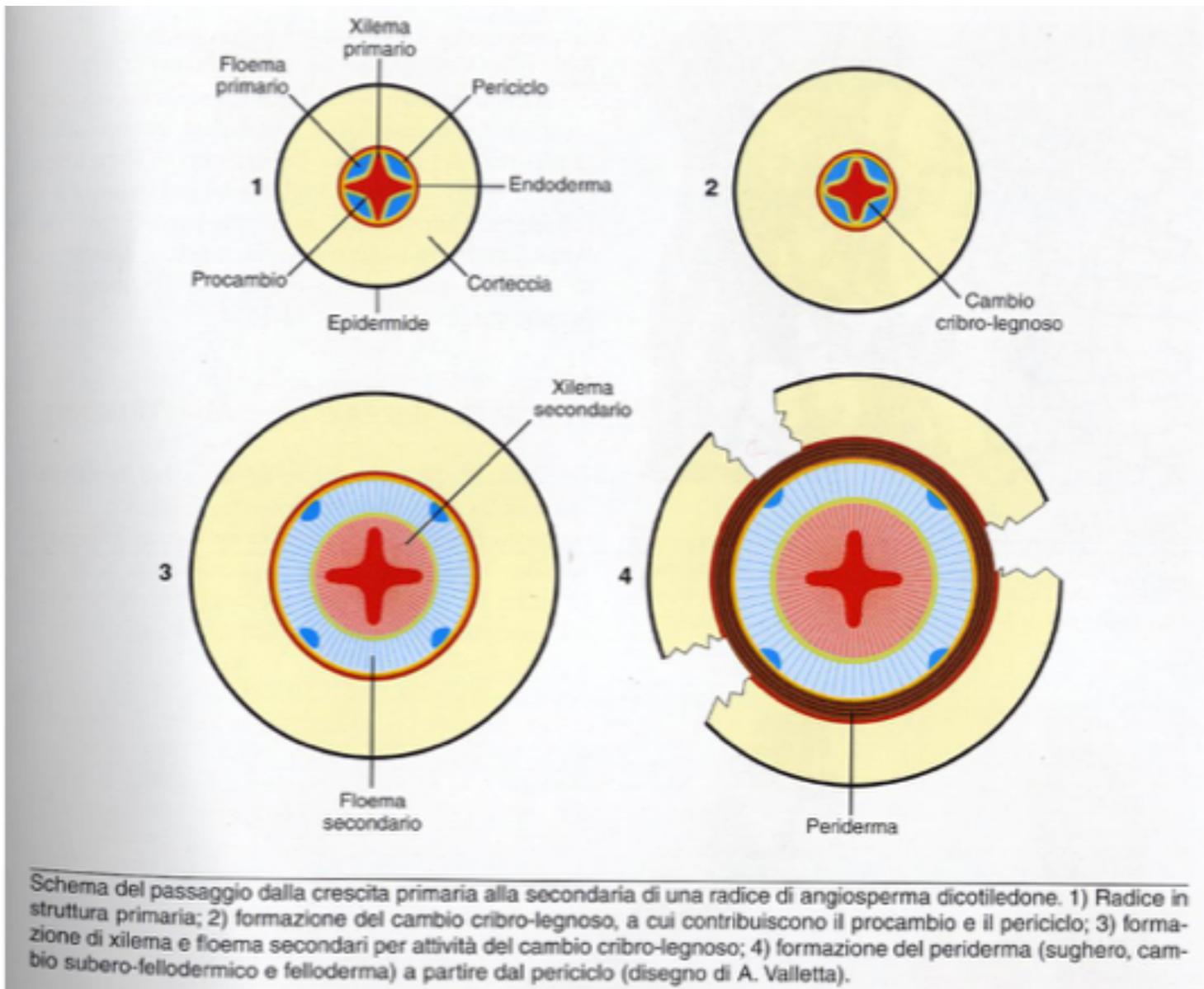


3.

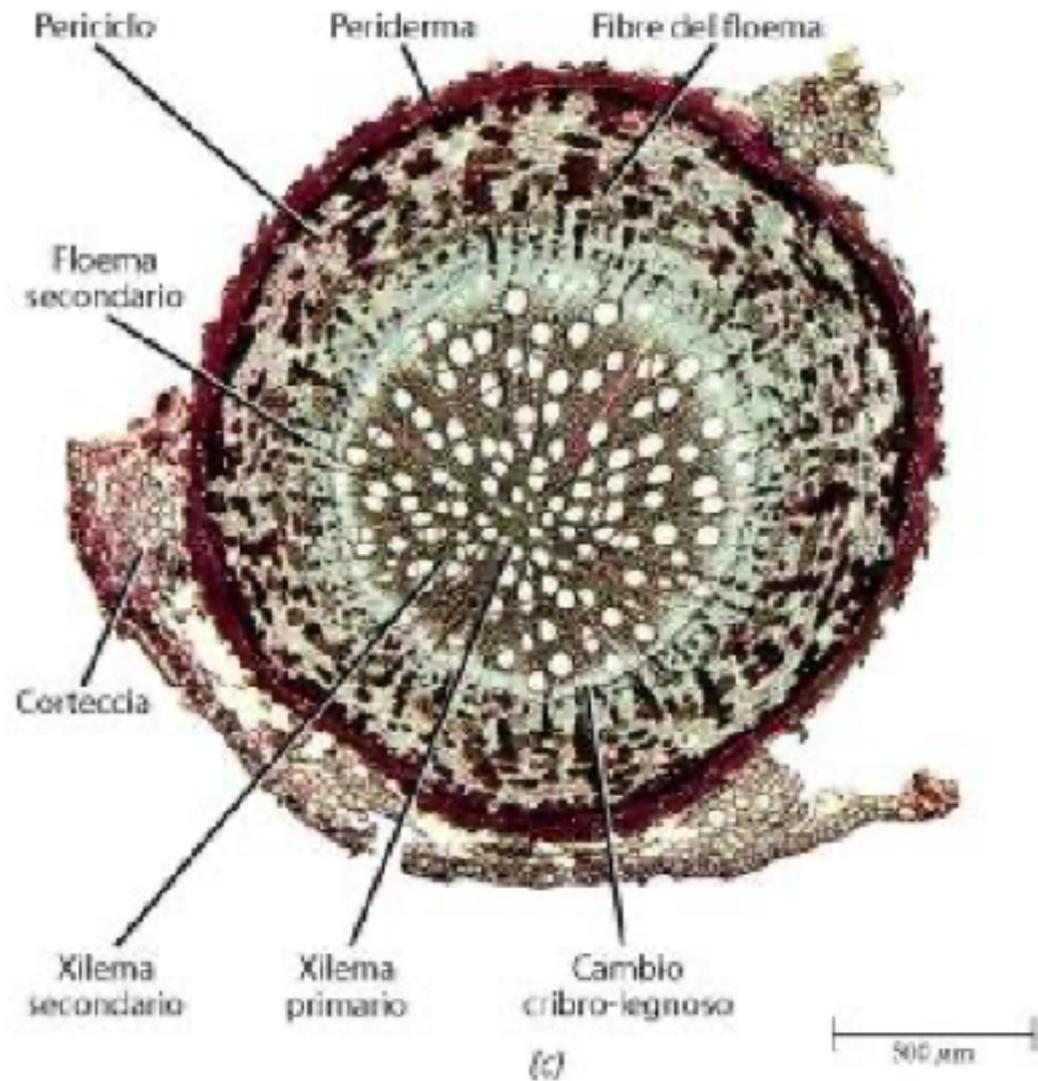


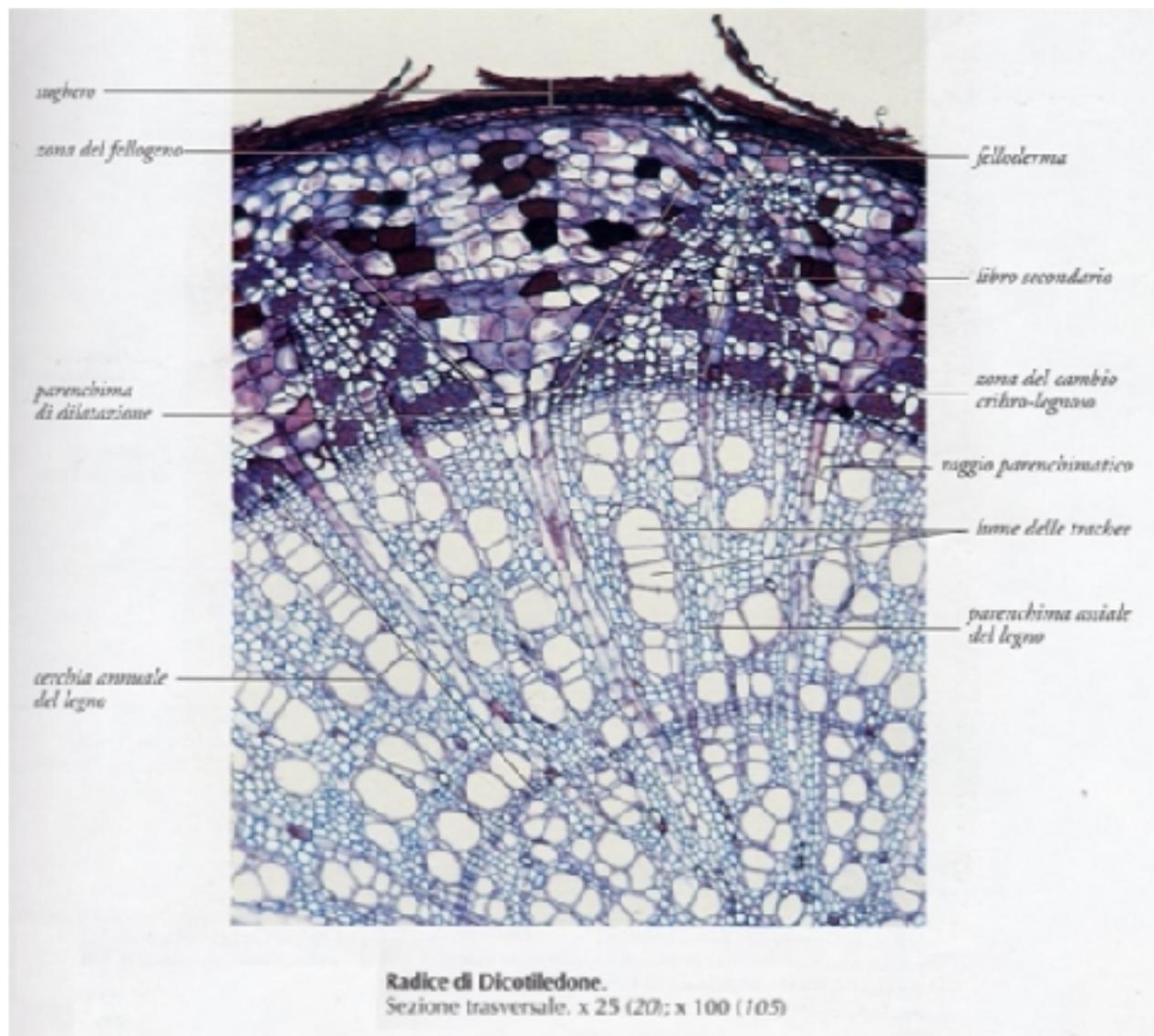
Situazione più avanzata.

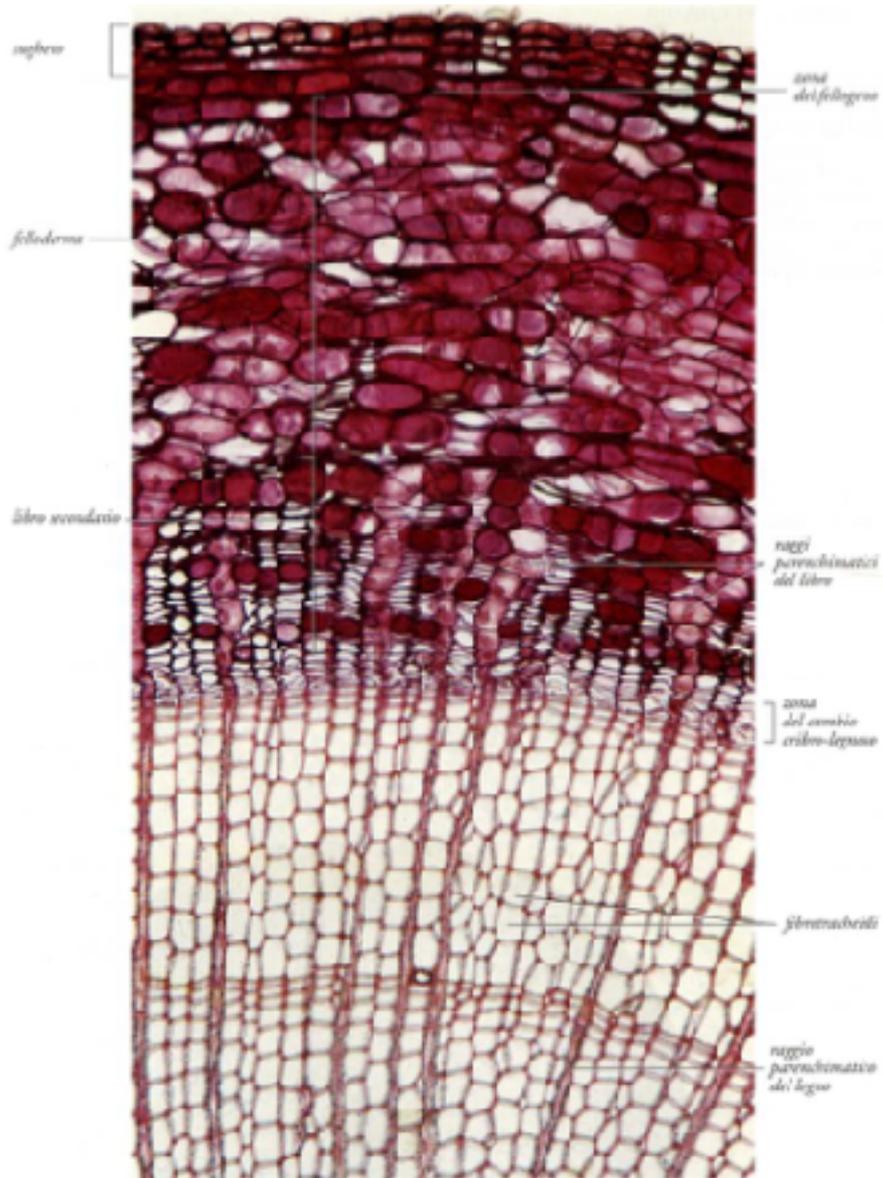
4.



Schema del passaggio dalla crescita primaria alla secondaria di una radice di angiosperma dicotiledone. 1) Radice in struttura primaria; 2) formazione del cambio cribro-legnoso, a cui contribuiscono il procambio e il periciclo; 3) formazione di xilema e floema secondari per attività del cambio cribro-legnoso; 4) formazione del periderma (sughero, cambio subero-fellodermico e felloderma) a partire dal periciclo (disegno di A. Valletta).







325 Radice di abete rosso (*Pinus excelsa* Lam., Link., fam. Pinaceae).
Sezione trasversale, x 100 (155)



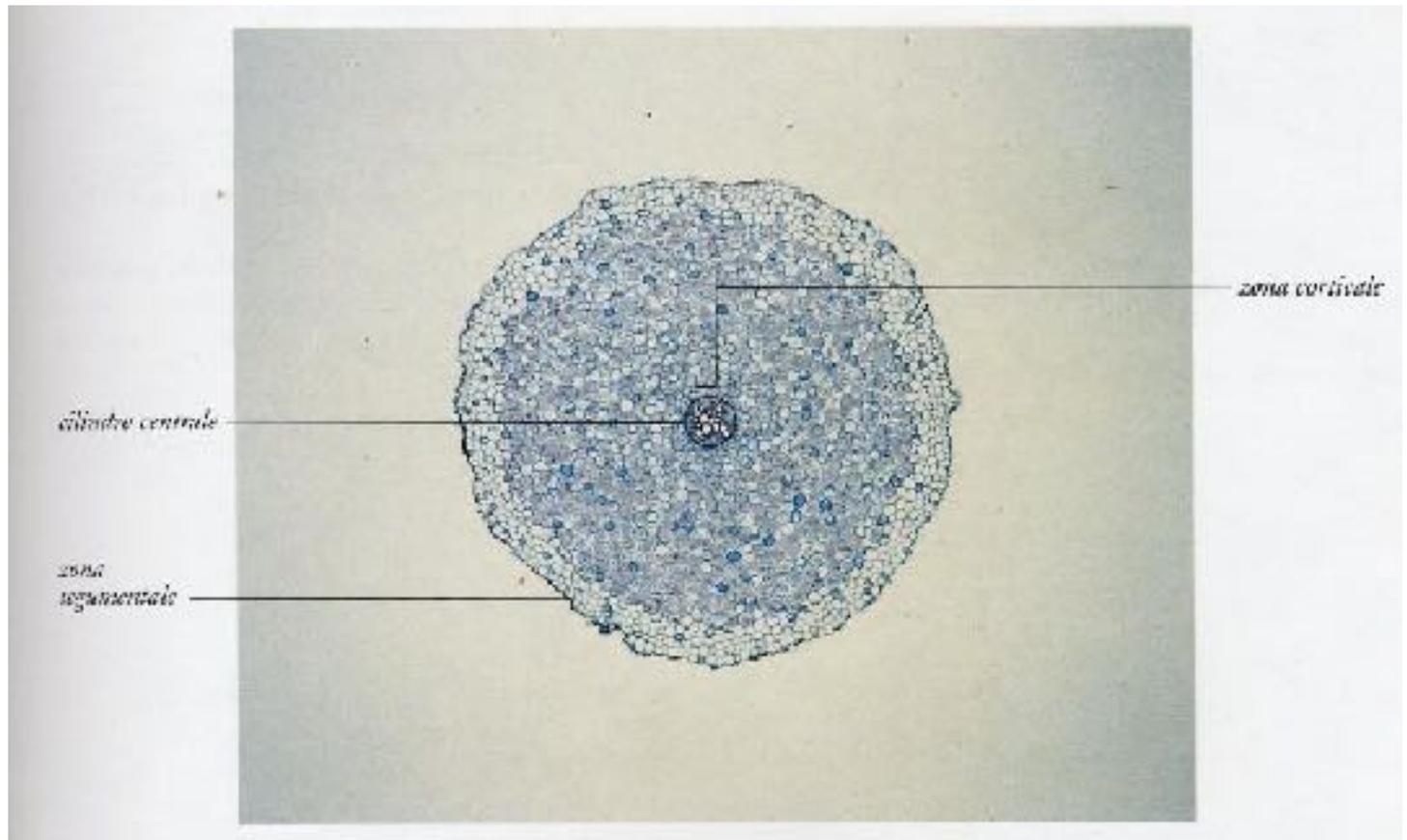
METAMORFOSI DELLA RADICE

(RISERVA)

FOTOSINTESI

SCAMBI GASSOSI

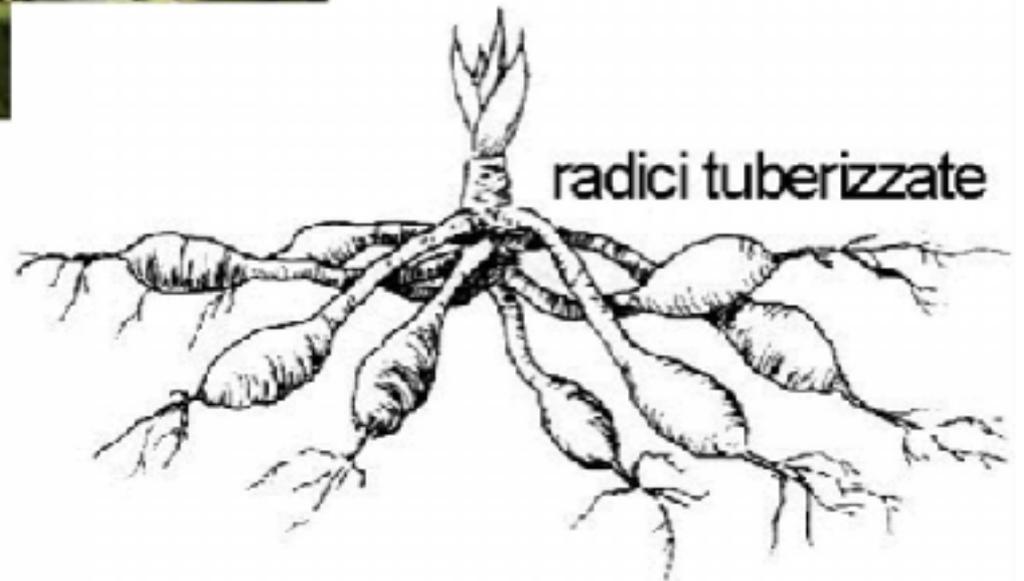
La zona corticale è composta da tessuto parenchimatico, con ampi spazi intercellulari, in genere abbondanti sostanze di riserva accumulate in amilo-, proteo- o cromoplasti, e vacuolo sviluppato (soprattutto nelle radici che servono per accumulare acqua).







A differenza di un tubero (modificazione del fusto), la **radice tuberiforme** non può generare una nuova pianta perché non ha gemme.





radice a fittone ingrossata
per funzione di riserva
(radice tuberizzata o
tuberiforme)





Radici particolari per la
conservazione
dell'acqua: il **VELAMEN**
delle orchidee epifite

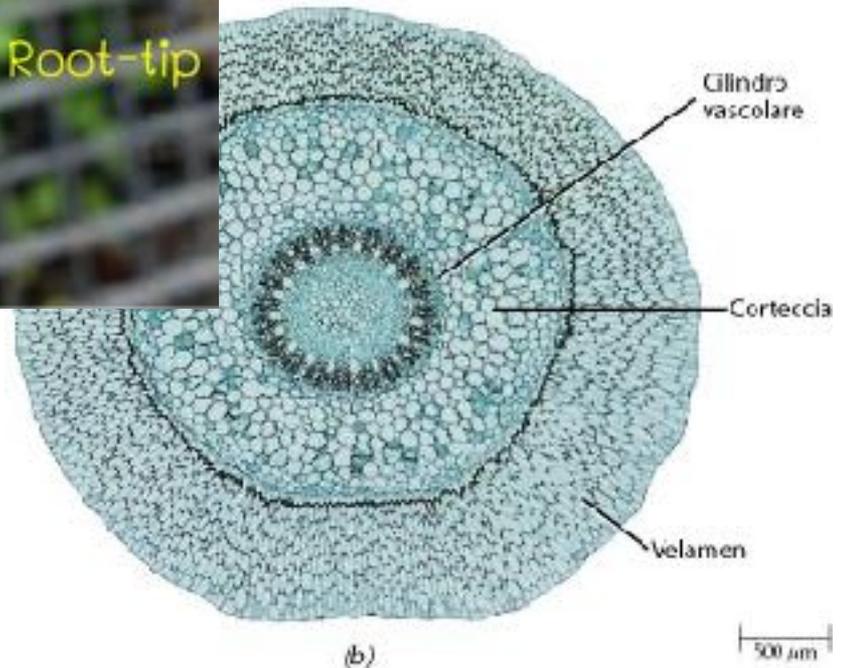


Radici aeree avventizie

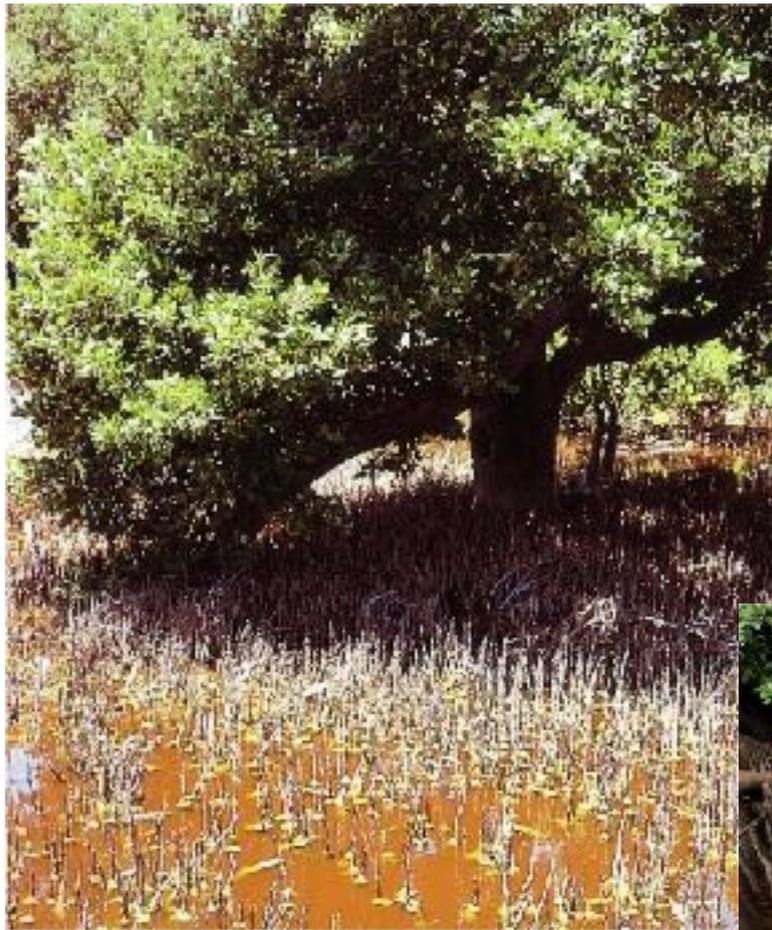




Sono composte da tessuto tegumentale permeabile pluristratificato formato da cellule morte, che funziona come una spugna. Sono in grado di assorbire l'acqua depositata dalle piogge o dalla rugiada.



Radici particolari... per non soffocare...

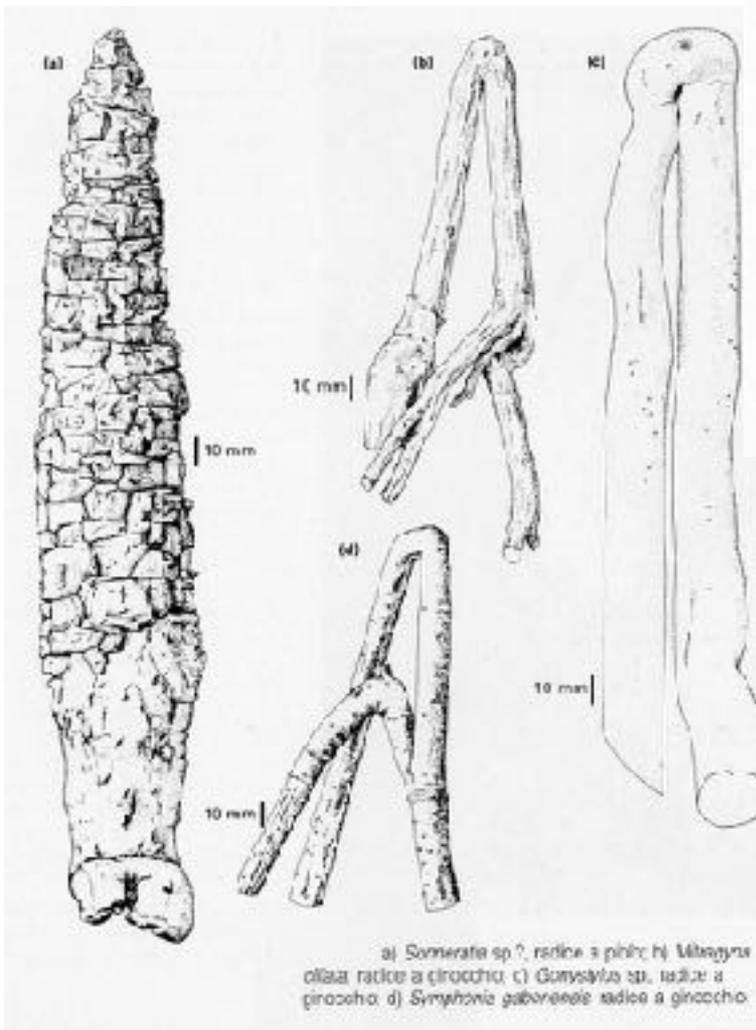


Molte piante legnose che vivono in paludi o in zone intertidali mostrano modifiche della parte del sistema radicale che sporge sopra il livello dell'acqua o rimane esposta durante la bassa marea. Tali radici posseggono una costituzione anatomica specializzata e vengono in genere descritte come pneumatofori ("portatori di aria") o più precisamente come pneumatofitte. Esse assumono una grande varietà di forme e si sviluppano in modi diversi. Sono ben dotate di lenticelle e di spazi areiferi interni che sono in continuità con quelli delle parti sommerse e permettono così gli scambi gassosi di queste ultime.



- Superficie con numerose lenticelle
- Parenchima corticale: aerenchima





I pneumatofori si presentano sotto forma di radici a trampolo o tabulari (101). Si sviluppano anche come rami laterali che crescono verticalmente verso l'alto, a partire da radici superficiali ad andamento orizzontale (radici a piolo, 104), e che possono, o meno, ispessirsi (105a). In alcuni casi tali radici a piolo sono sorrette da radici a trampolo.

In alternativa una radice superficiale ad andamento orizzontale forma un'ansa verso l'alto che si porta sopra il livello dell'acqua per poi ripiegarsi nuovamente verso il basso.

