

ANATOMIA VEGETALE

Morfologia microscopica

ANATOMIA DEL FUSTO



ZONA EMBRIONALE

ZONA DI DISTENSIONE E DIFFERENZIAMENTO

ZONA DI STRUTTURA PRIMARIA

E' presente **tutte le piante**. E' la struttura **definitiva** in tutte le **angiosperme monocotiledoni** e nelle **dicotiledoni erbacee**.

ZONA DI STRUTTURA SECONDARIA

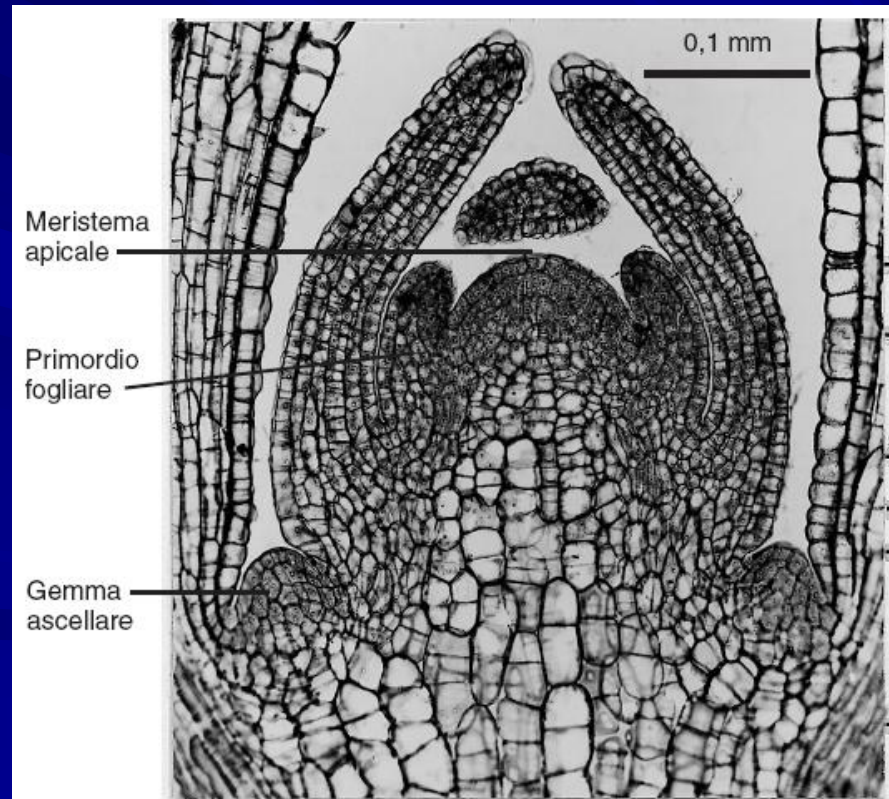
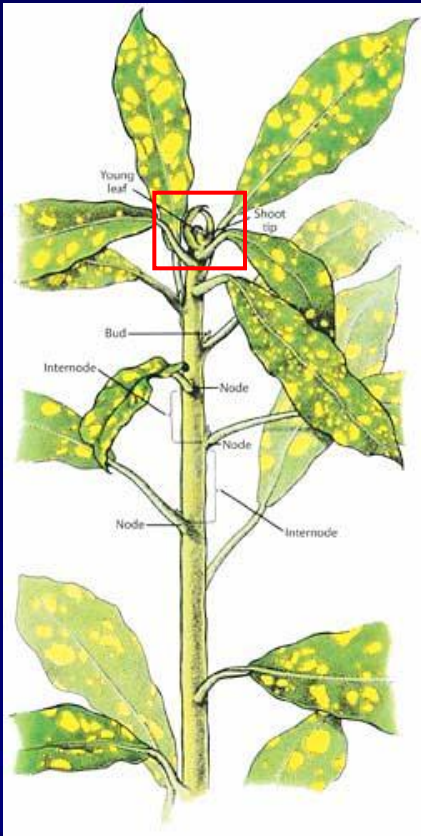
E' presente solo nelle **Angiosperme dicotiledoni arboree e arbustive** e nelle **gimnosperme**.

ZONA EMBRIONALE o APICE VEGETATIVO O CONO VEGETATIVO

E' la zona che contiene il meristema apicale del fusto. Si estende per circa **100-200 micron**

Bozze fogliari e primordi dei rami (gemme ascellari)

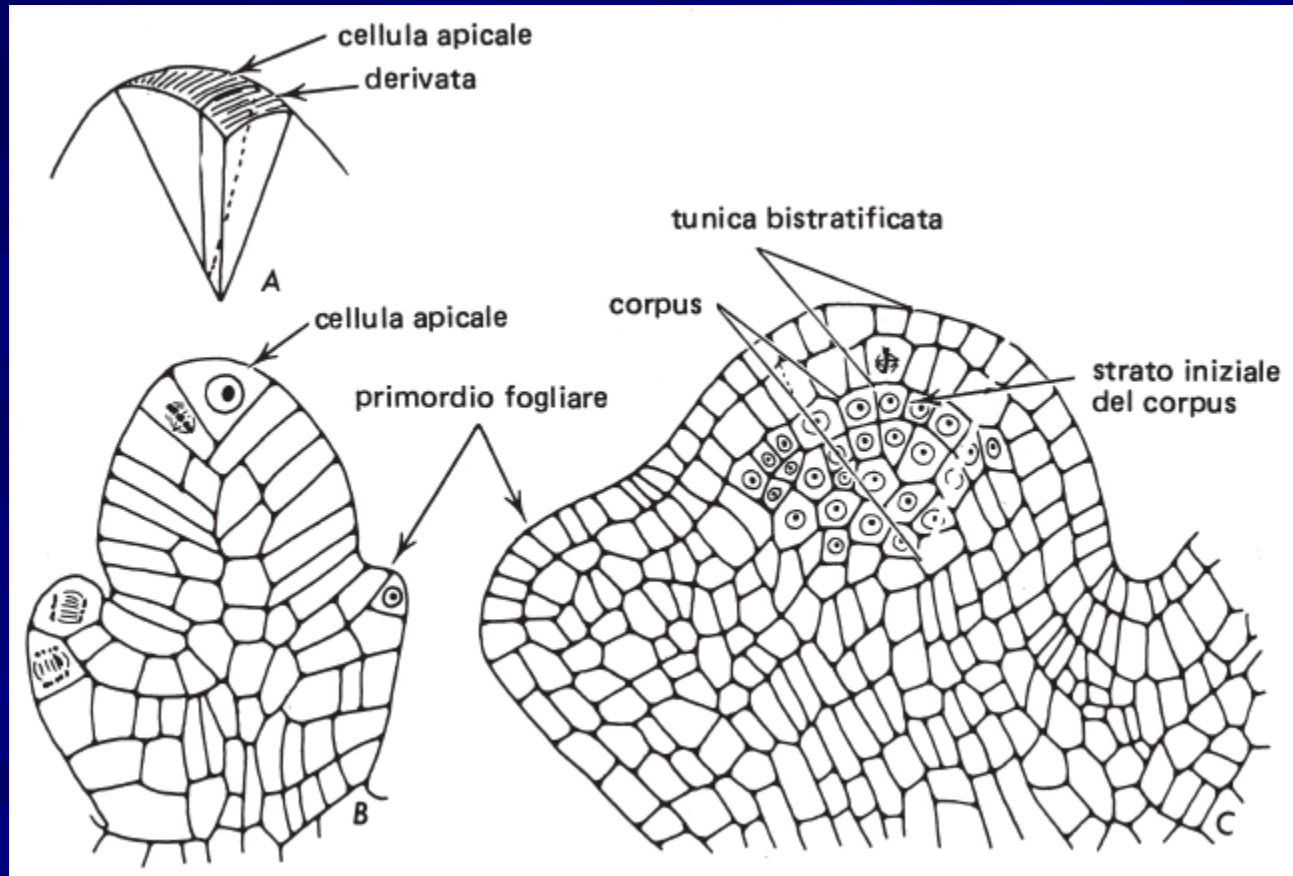
Origine esogena delle foglie e dei rami



STRUTTURA DELL'APICE MERISTEMATICO

CELLULE INIZIALI E CELLULE DERIVATE

teoria della tunica corpus



promeristema: è l'insieme delle cellule derivate non ancora differenziate

PROTODERMA

Darà origine all'**epidermide**

MERISTEMA FONDAMENTALE (protocorteccia e protomidollo)

Darà origine a **tessuti parenchimatici**

PROCAMBIO

Darà origine ai **tessuti conduttori**

Sono ancora tessuti di tipo meristemato ma sono già indirizzati verso un tipo di differenziamento

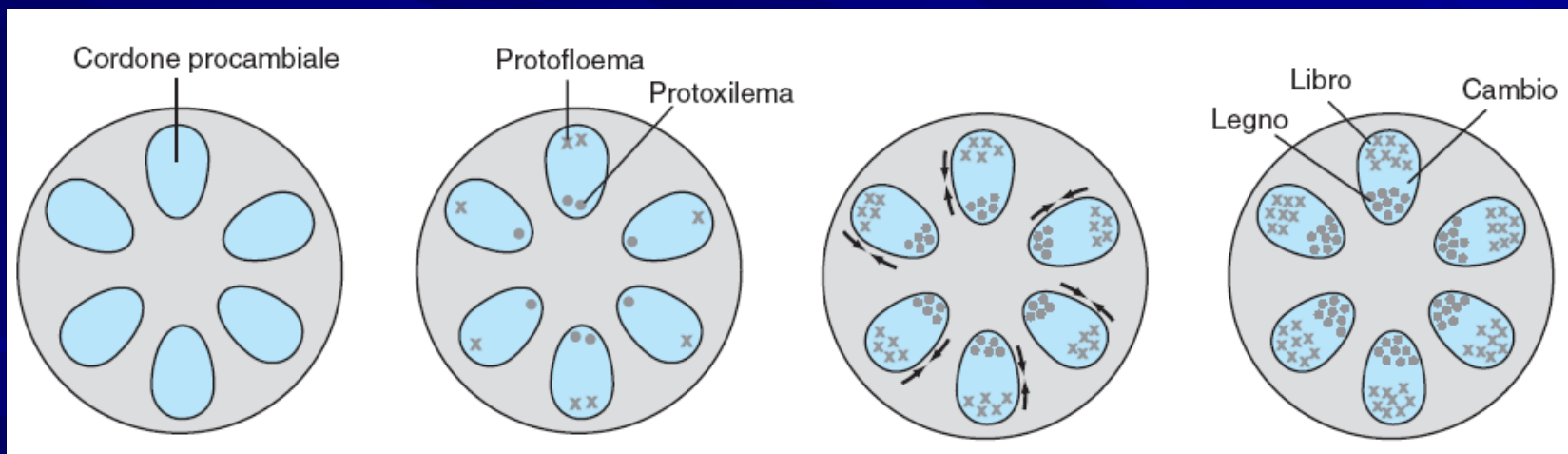
ZONA DI DISTENSIONE E DIFFERENZIAMENTO

Il primo evento comune a tutti i tipi di differenziamento è la **distensione cellulare**. Compare il **vacuolo** e la cellula aumenta di circa 10 volte il proprio volume

Quasi contemporaneamente inizia anche il **differenziamento**

I primi tessuti che si differenziano sono **epidermide** e tessuto parenchimatico

Procambio darà origine ai fasci conduttori

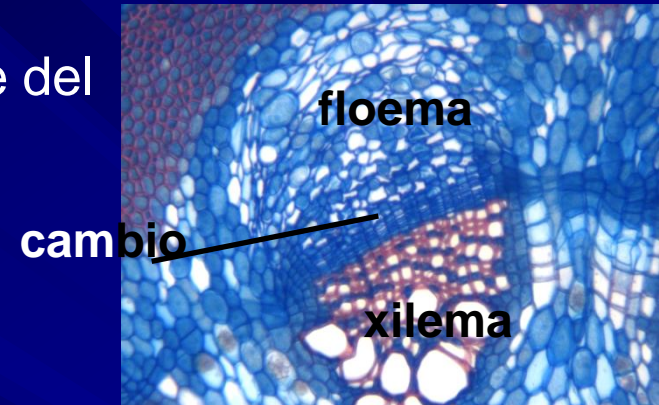


Protofloema e protoxilema

Metafloema e metaxilema

Fasci conduttori collaterali aperti (gimnosperme e dicotiledoni)

Tra metafloema e metaxilema rimane del tessuto meristematico detto **cambio**.



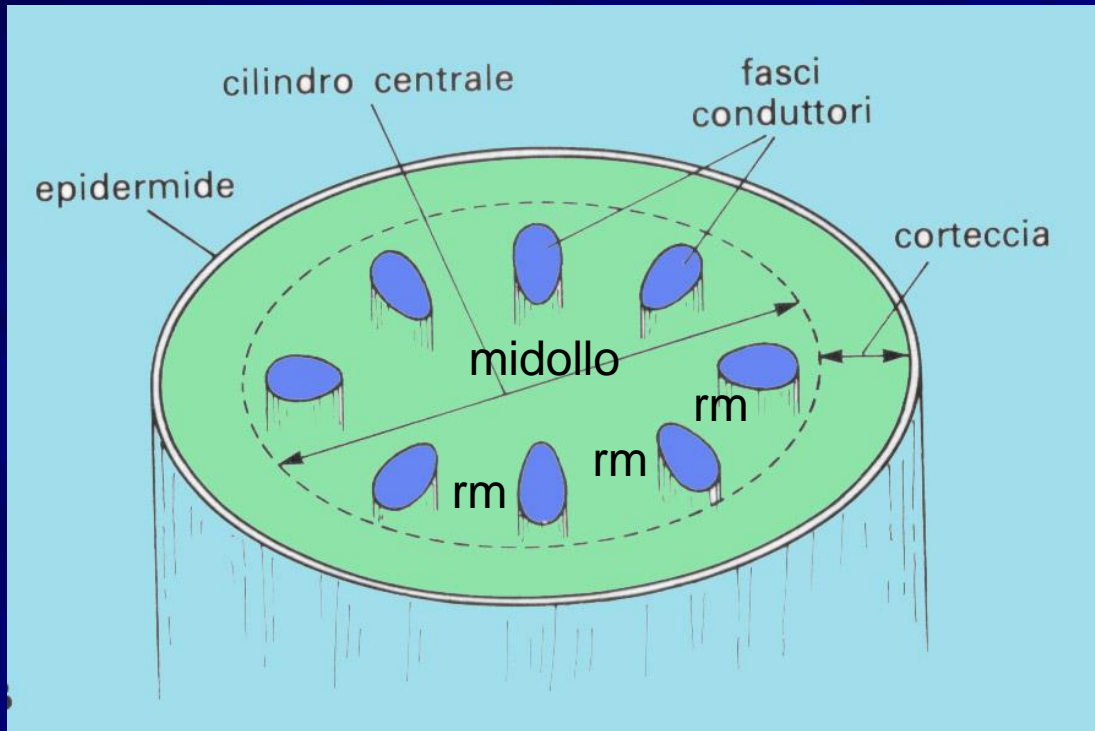
Fasci conduttori collaterali chiusi (monocotiledoni)

Metafloema e metaxilema sono a diretto contatto tra di loro



Fasci bicollaterali, fasci perfloematici, fasci perixilematici

ZONA DI STRUTTURA PRIMARIA dicotiledoni e gimnosperme



Corteccia=parenchima corticale

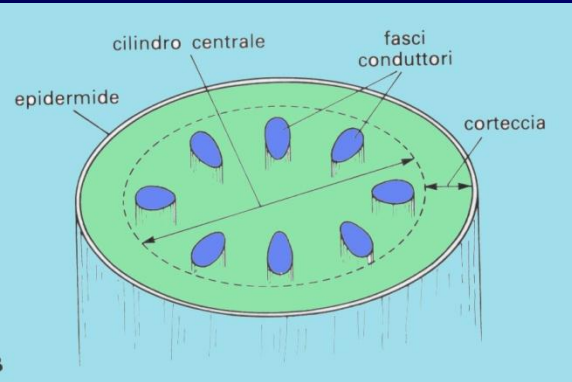
è verde nei suoi strati più esterni, può contenere anche tessuto meccanico

Cilindro centrale=stele

Contiene i fasci conduttori ed il tessuto parenchimatico

STRUTTURA PRIMARIA FUSTO DICOTILEDONI

Cilindro centrale detto **EUSTELE**, caratterizzato da una disposizione regolare dei fasci conduttori disposti in cerchio alla sua periferia.



I **fasci conduttori** sono di tipo **collaterale aperto**, ovvero c'è una porzione di tessuto meristematico (cambio) tra xilema e floema

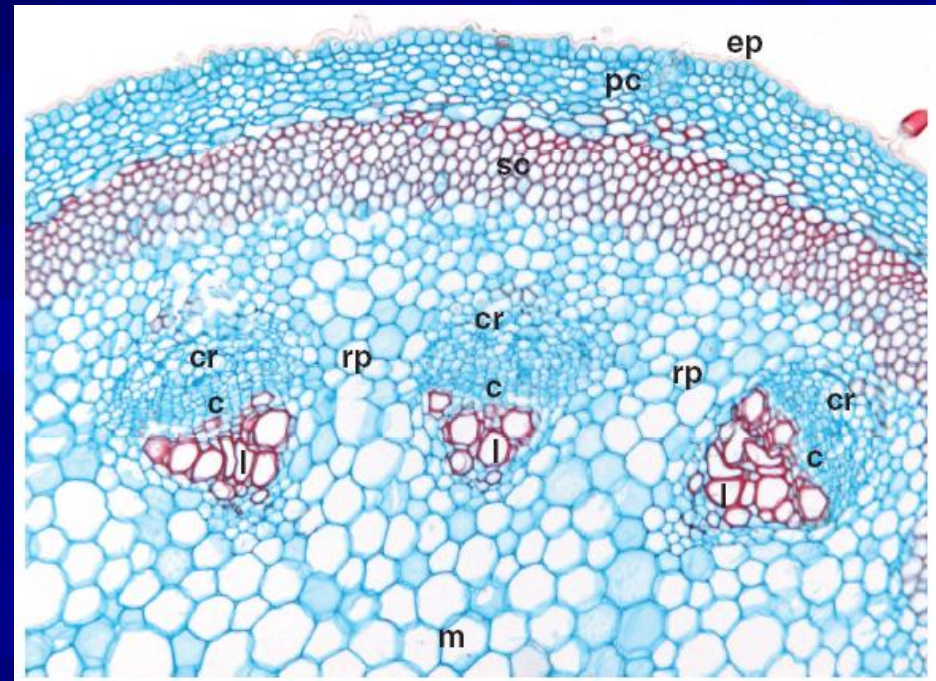
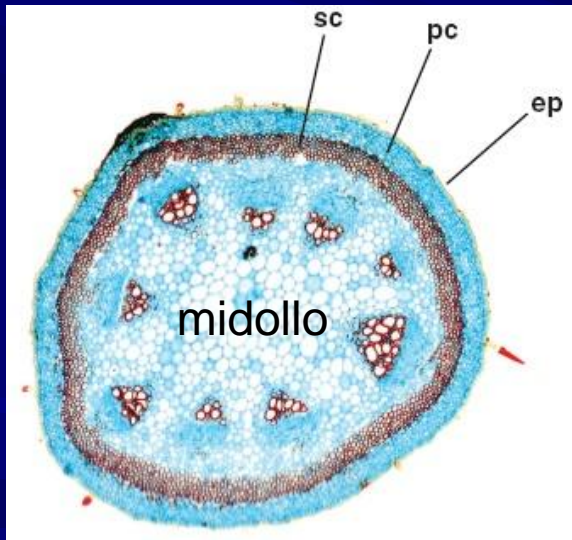


Figura 6.5 Particolare della foto precedente in cui si notano i fasci di tipo collaterale aperto: legno (l) all'interno, cribrato (cr) all'esterno, separati dal cambio (c). Tra un fascio e l'altro sono presenti i raggi parenchimatici primari (rp) e nella parte centrale il midollo (m).

La struttura descritta si ritrova in corrispondenza degli **internodi**

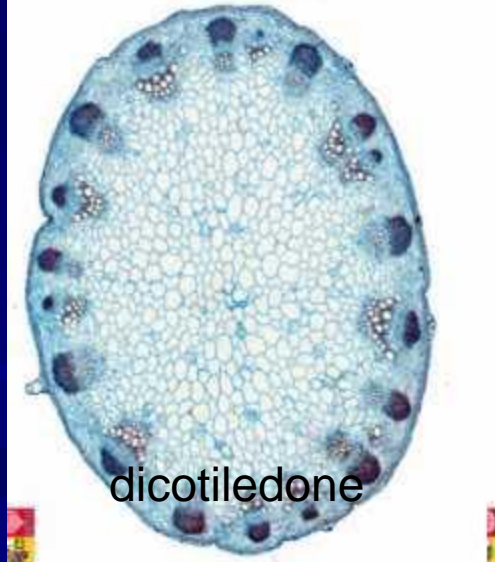
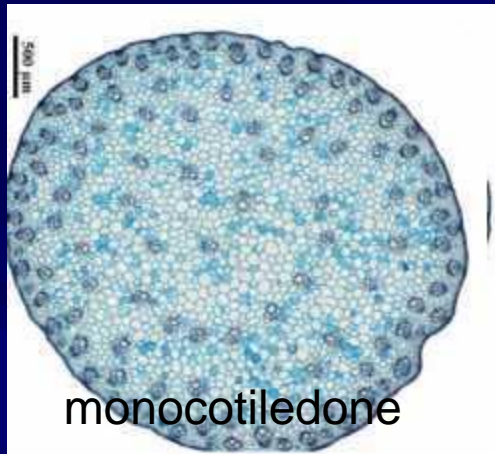
A livello dei **nodi** uno o più fasci conduttori abbandonano il cilindro centrale per entrare nella foglia (**traccia fogliare**). Sopra al punto in cui la traccia fogliare diverge si ha una zona occupata da tessuto parenchimatico (**lacuna fogliare**)

STRUTTURA PRIMARIA FUSTO MONOCOTILEDONI

EPIDERMIDE

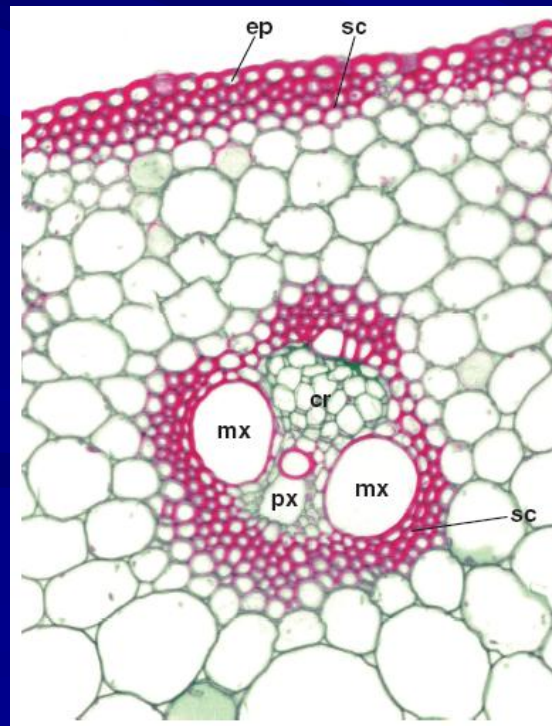
CORTECCIA

CILINDRO CENTRALE



Cilindro centrale detto **ATACTOSTELE**, caratterizzato da una disposizione dei fasci conduttori in tutta la sua ampiezza

I fasci vascolari sono di tipo **collaterale chiuso**, cioè **non c'è tessuto meristemico** interposto tra legno e libro

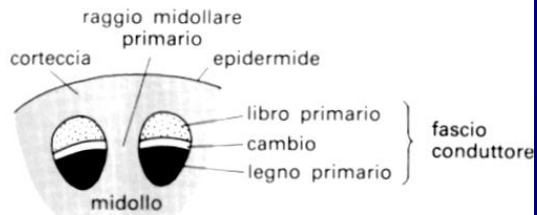


In genere è presente abbondante tessuto sclerenchimatico nella corteccia o in corrispondenza dei vasi

Nelle gimnosperme ed in molte angiosperme dicotiledoni la struttura primaria è transitoria in quanto molto presto si sviluppa anche la **struttura secondaria** grazie all'attività dei due meristemi secondari: **cambio cribro-vascolare** o **cambio** e **cambio subero-fellodermico** o **fellogeno**

L'attività di questi due meristemi determina l'**accrescimento in spessore** del fusto

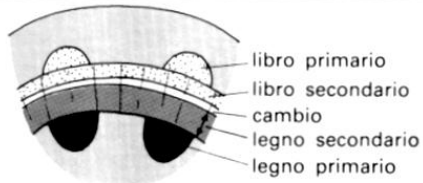
DALLA STRUTTURA PRIMARIA ALLA STRUTTURA SECONDARIA



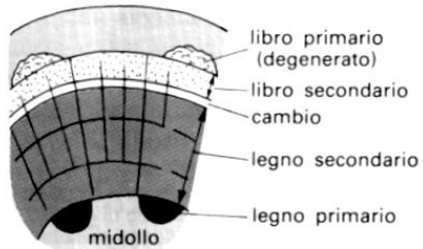
Struttura primaria.



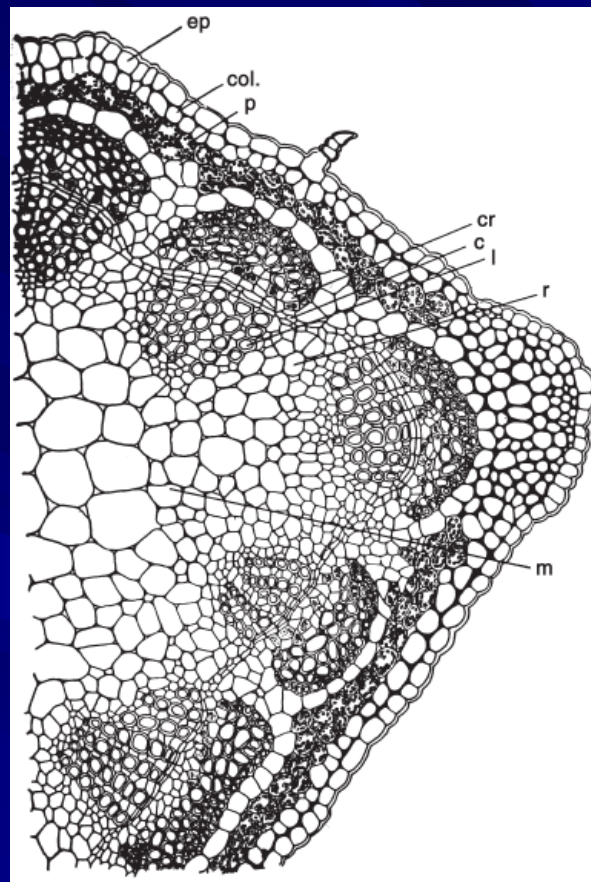
Si forma un anello cambiale continuo.



Il cambio comincia a produrre libro e legno secondari.



Situazione dopo alcuni anni.



Il primo a formarsi è il **cambio**

Cambio intrafasciale

Cambio interfasciale

Le cellule del cambio sono diverse da quelle dei meristemi apicali, sono più grandi e munite di vacuolo.

Il cambio ha **attività dipleurica**

Iniziali fusiformi

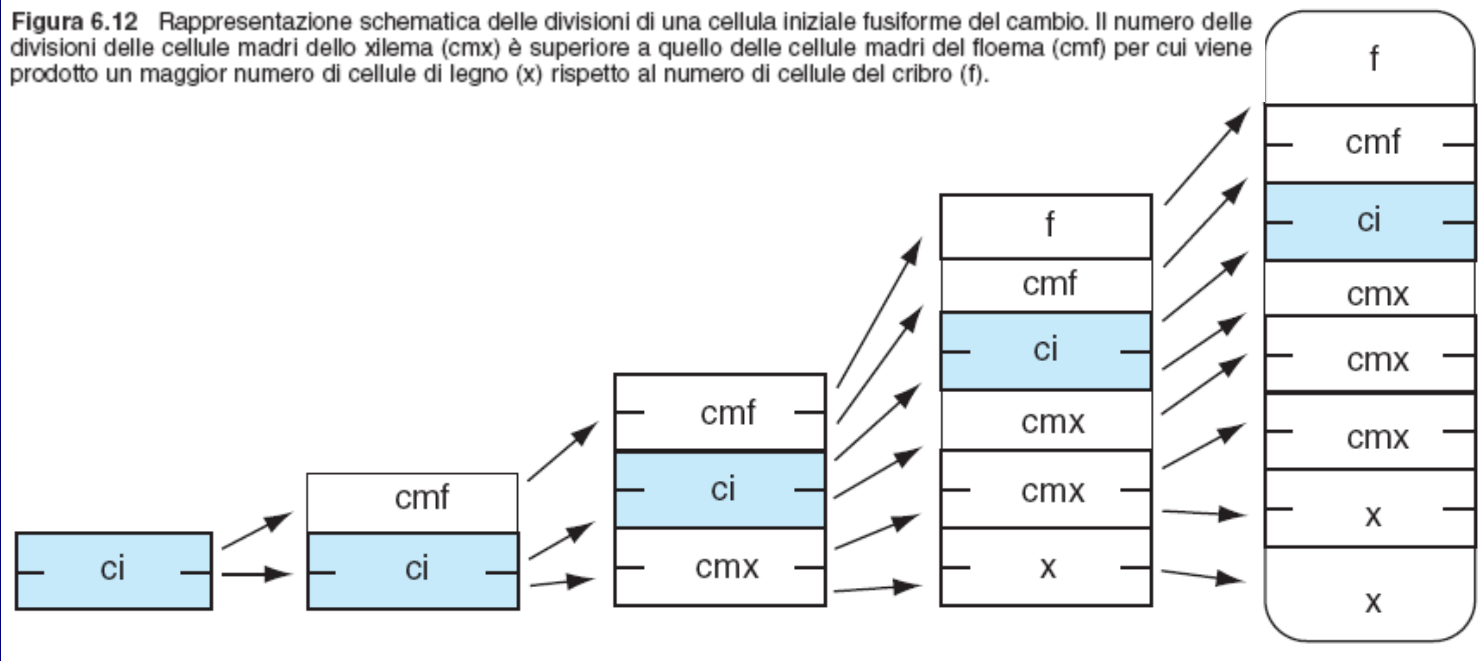
Iniziali dei raggi

Legno secondario (verso l'interno)

Raggi midollari

Libro secondario (verso l'esterno)

Figura 6.12 Rappresentazione schematica delle divisioni di una cellula iniziale fusiforme del cambio. Il numero delle divisioni delle cellule madri dello xilema (cmx) è superiore a quello delle cellule madri del floema (cmf) per cui viene prodotto un maggior numero di cellule di legno (x) rispetto al numero di cellule del cribo (f).



Nelle **dicotiledoni erbacee** esiste il **cambio intrafasciale** ma non si realizza **mai** un **anello completo di cambio**

In un fusto in struttura secondaria si distinguono tessuti che si trovano all'interno del cambio (**corpo legnoso o legno secondario**) da quelli che si trovano all'esterno (**corfeccia secondaria**)

STRUTTURA del legno secondario

zona corticale

l'bro secondario

legno secondario

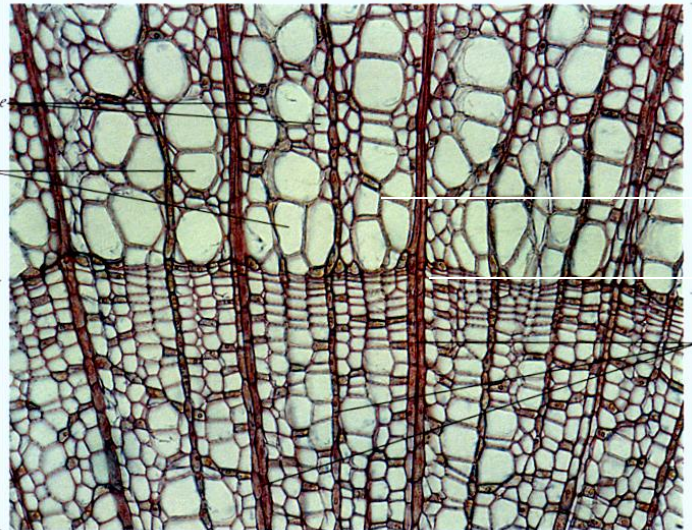
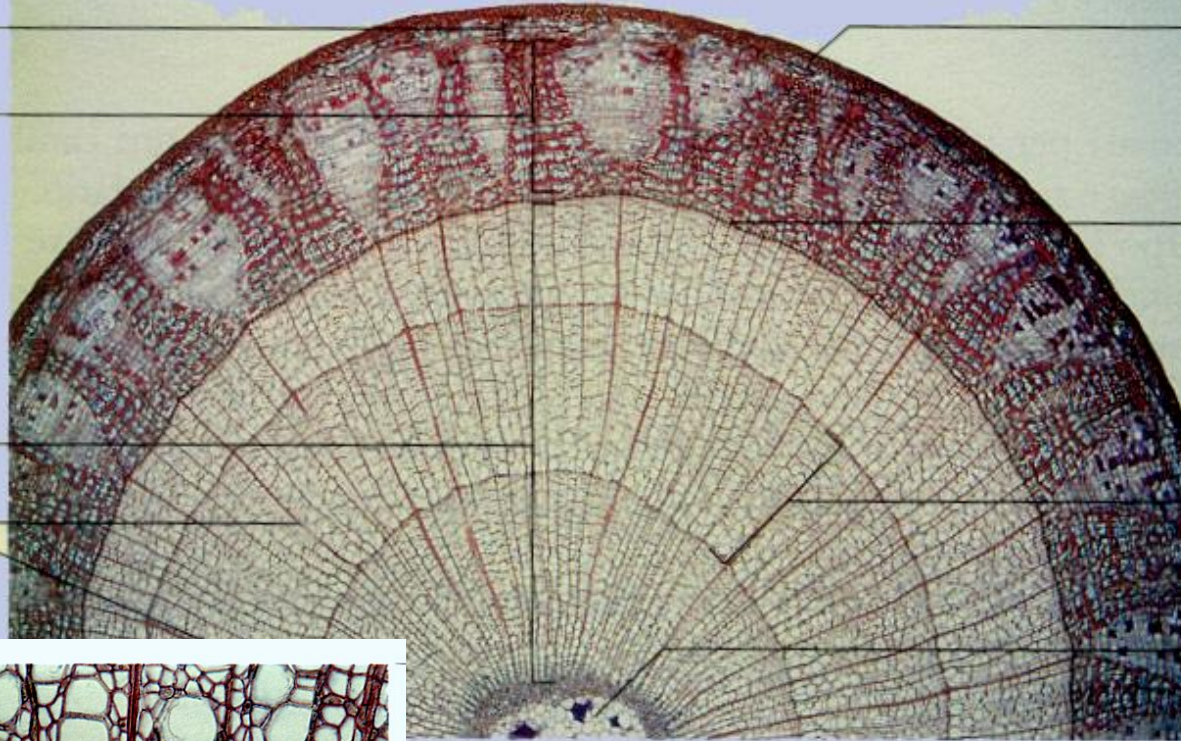
raggi midollari

zona tegumentale

*regione del cambio
cribro-legnoso*

cerchia annuale

midollo



Legno primaverile o di apertura

Legno di chiusura

Cerchie annuali e false cerchie

LEGNO SECONDARIO ETEROXILO angiosperme

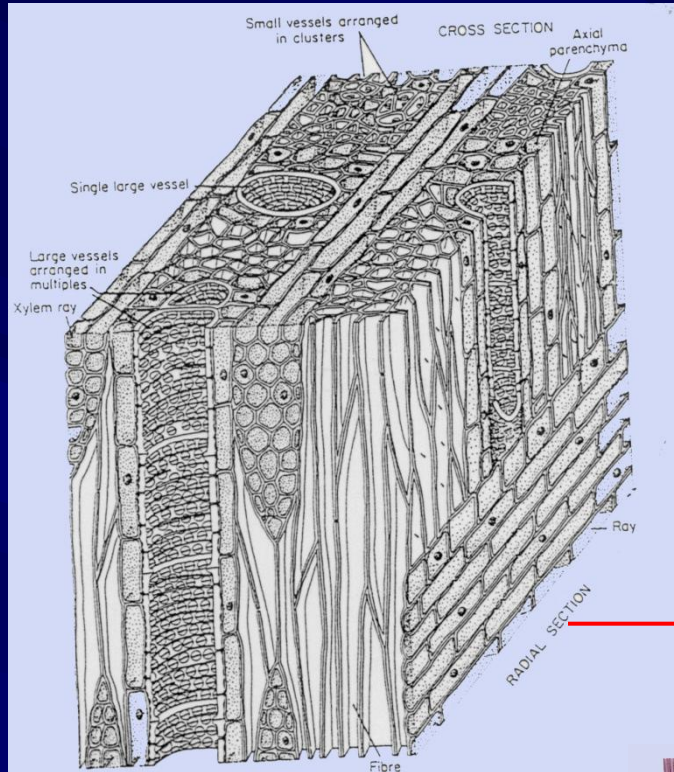
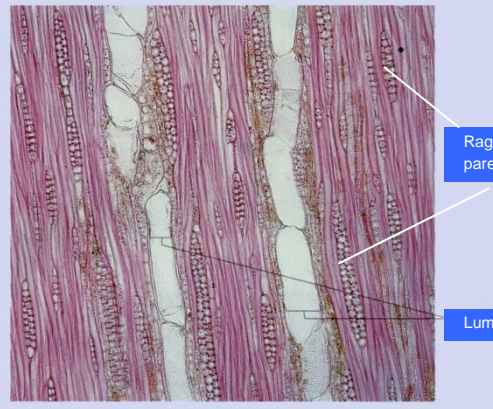
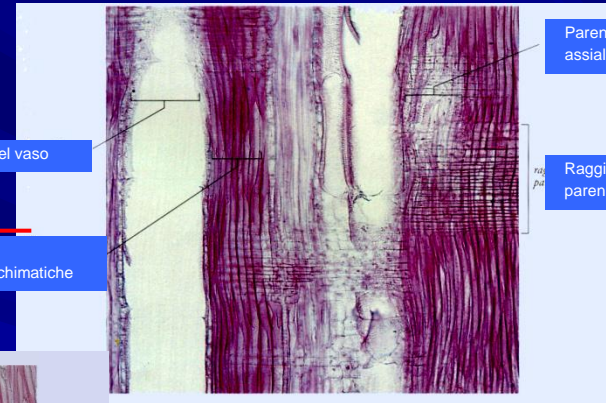
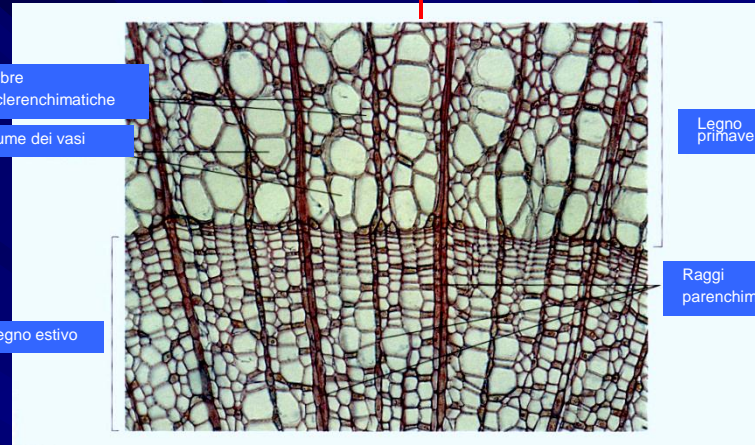


FIG. 183. Three-dimensional diagram of a cube of secondary xylem of *Cercis siliquastrum*.



TESSUTO PARENCHIMATICO (RAGGI)
TESSUTO MECCANICO (FIBRE)
TESSUTO VASCOLARE (TRACHEE)

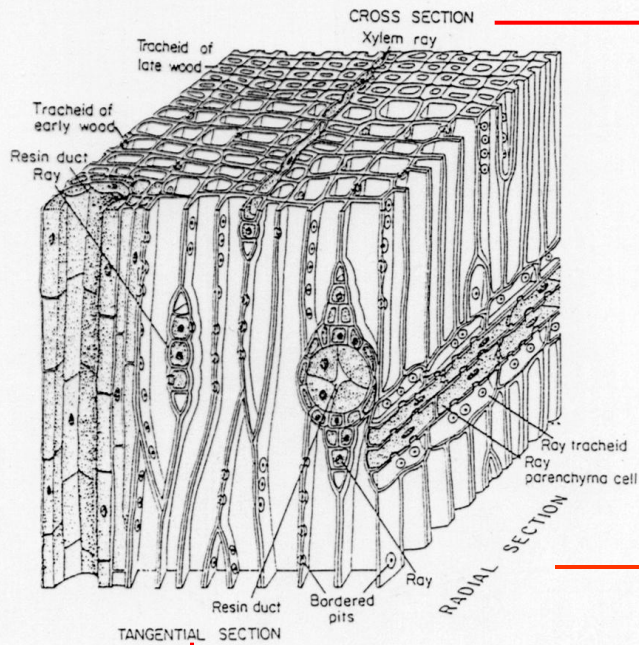
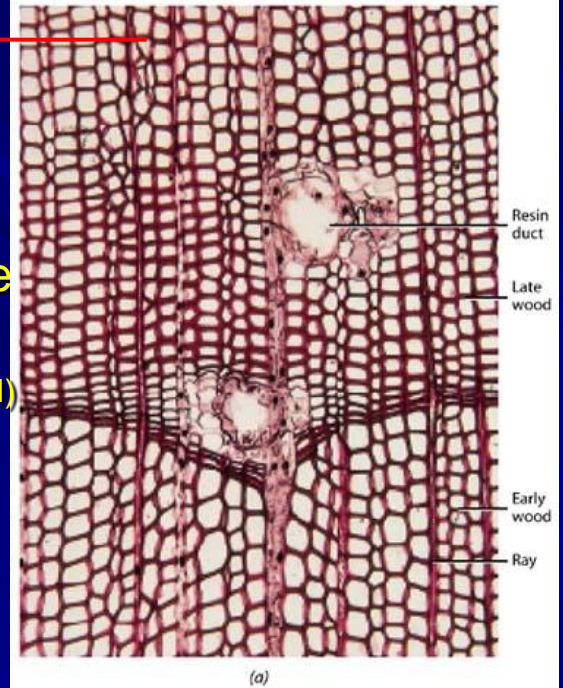


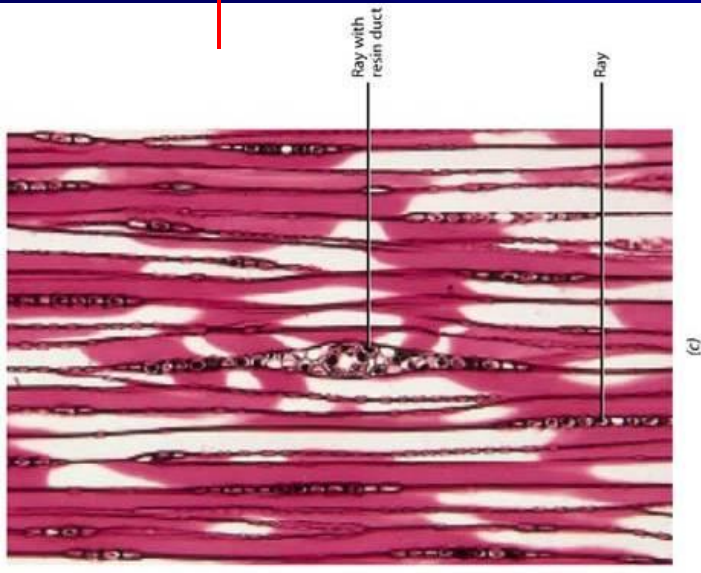
FIG. 172. Three-dimensional diagram of a cube of secondary xylem of *Pinus halepensis*.

LEGNO SECONDARIO OMOXILO gimnosperme

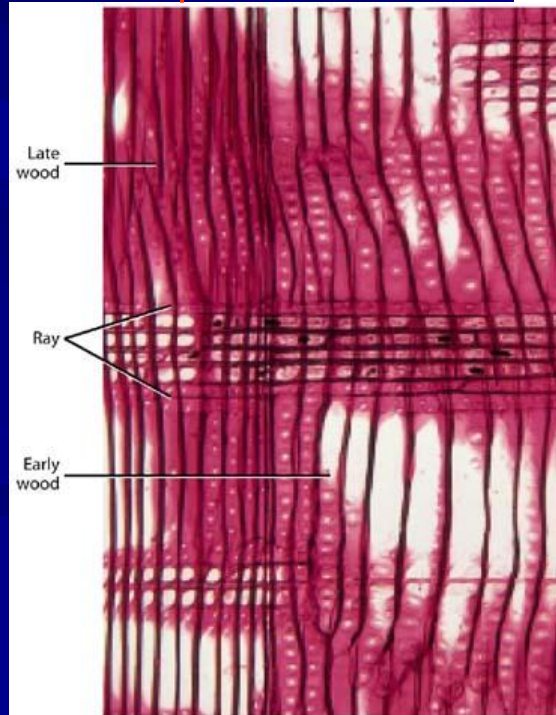
TESSUTO PARENCHIMATICO (RAGGI)
TESSUTO MECCANICO-VASCOLARE
(FIBROTRACHEIDI)



(a)

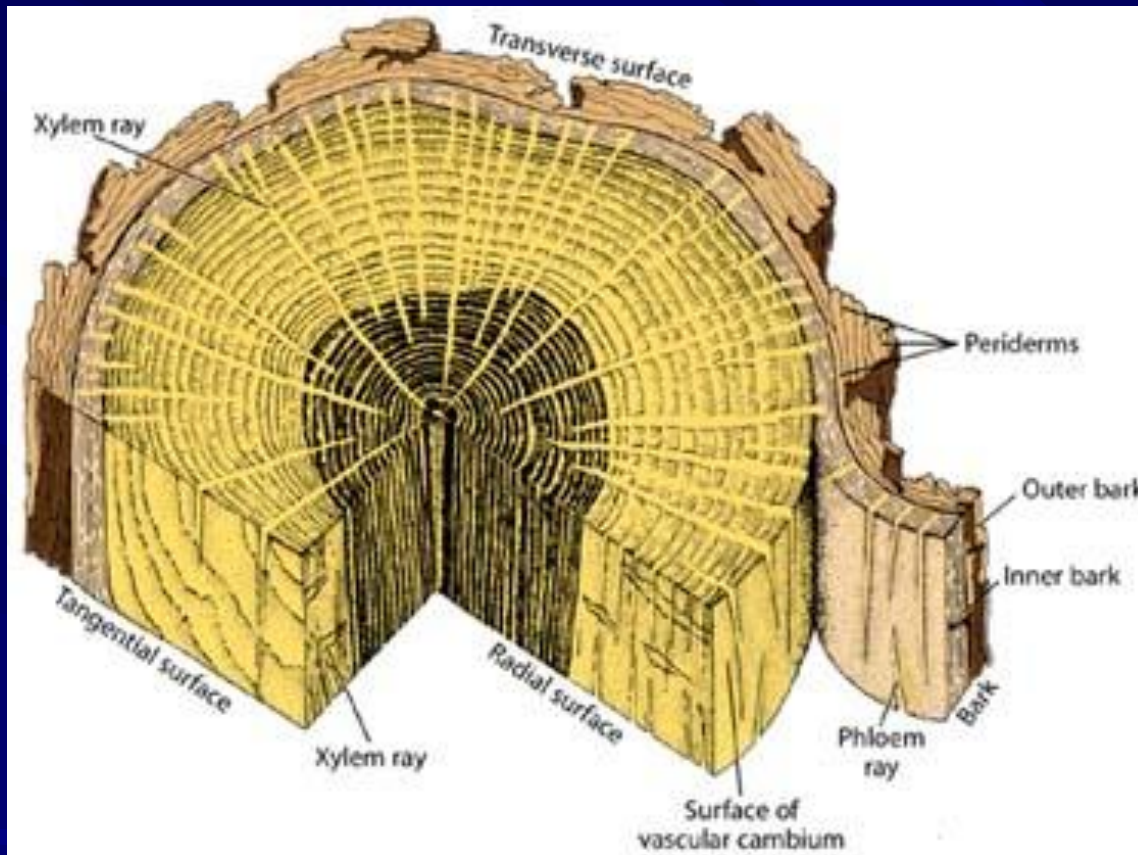


(c)



(b)

MORFOLOGIA MACROSCOPICA DEL FUSTO IN STRUTTURA SECONDARIA



Alburno

È la parte viva del fusto ed è ridotta a qualche centimetro

Duramen

È la parte morta del legno secondario fusto, rappresenta la massa maggiore. Ha funzione di sostegno e contiene sostanze antifungine ed antimicrobiche. I vasi vengono isolati (tille e punteggiature "aspirate").

Le caratteristiche meccaniche di un legno dipendono dalle caratteristiche anatomiche del legno secondario. Legni duri e legni teneri.

STRUTTURA della corteccia secondaria

E' costituita da tutti quei tessuti che si trovano all'esterno del cambio:

CRIBRO SECONDARIO

PERIDERMA ovvero l'insieme del cambio subero-fellodermico e dei tessuti che da esso derivano (sughero e fellogeno)

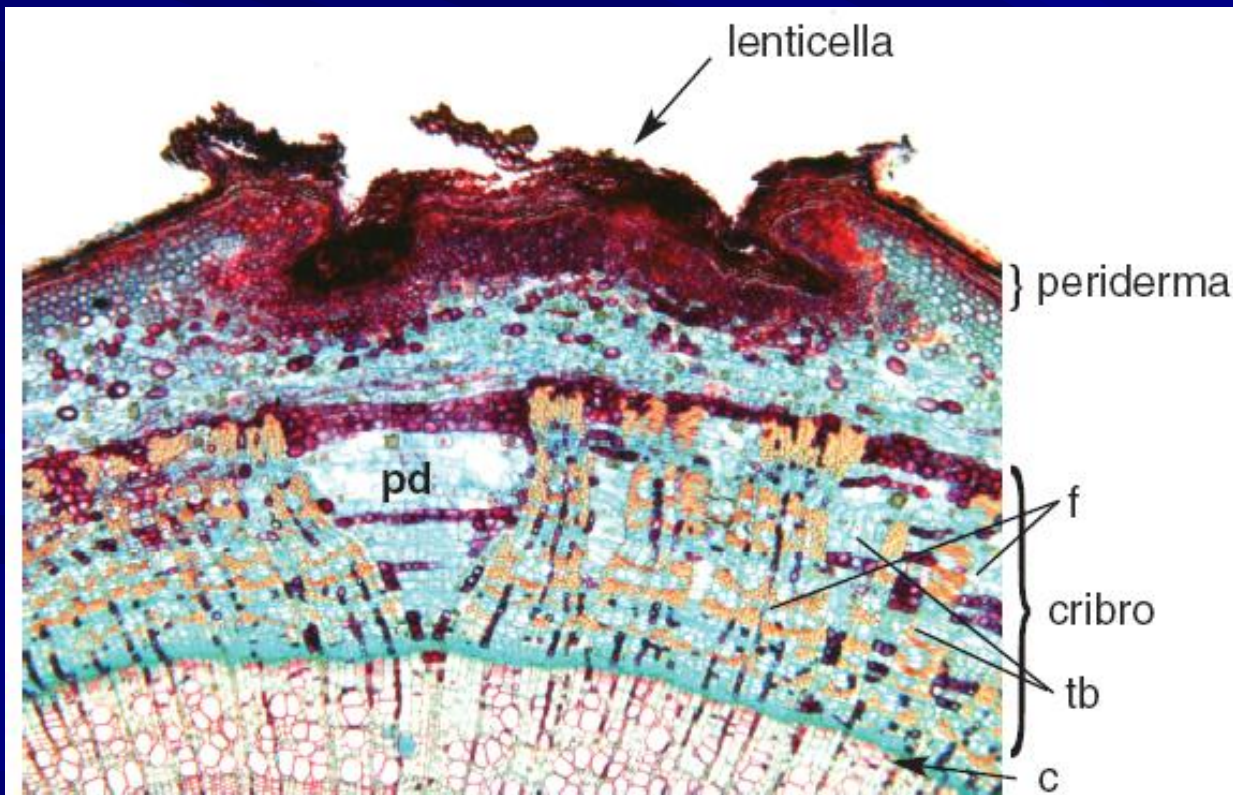


Figura 6.16 Sezione della corteccia di un fusto di tiglio di tre anni. Nel cribro secondario si osserva una parte costituita da tubi cribrosi, cell. compagne, cell. parenchimatiche (tb) e fibre (f) ed un'altra formata da parenchima di dilatazione (pd) che ha lo scopo di allargare la cerchia, (c) cambio. Esternamente si osserva il periderma che presenta una grossa lenticella.

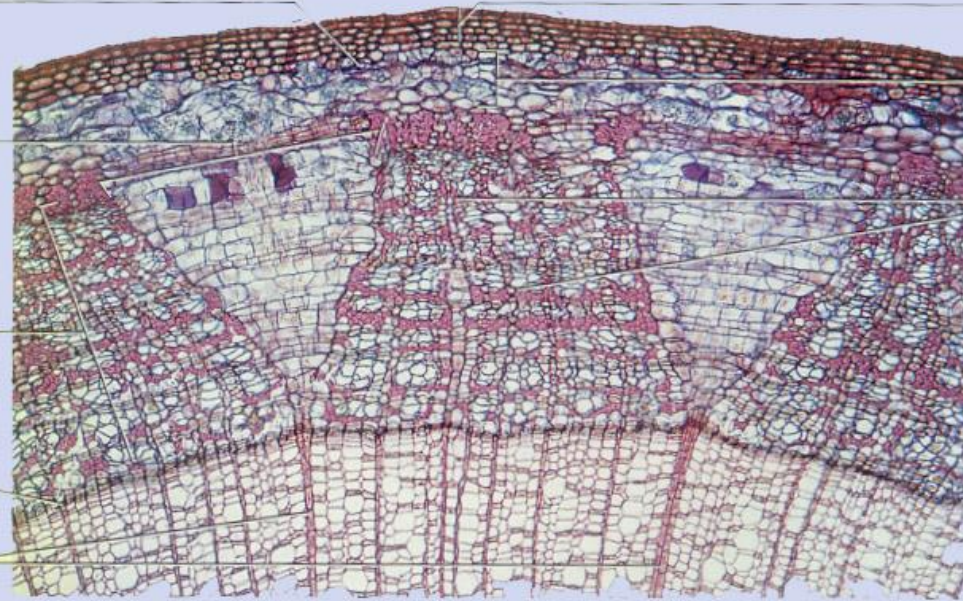
zona del fellogeno

*parenchima
di dilatazione*

libro secondario

*cambio
cribro-legnoso*

raggi midollari



strati di sughero

felloderma

fibre liberiane

legno secondario

ANATOMIA DELLA RADICE

ZONA EMBRIONALE

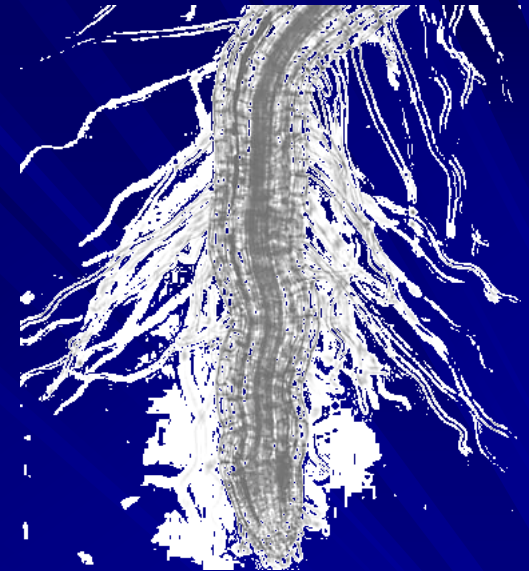
ZONA DI DISTENSIONE E DIFFERENZIAMENTO

ZONA DI STRUTTURA PRIMARIA

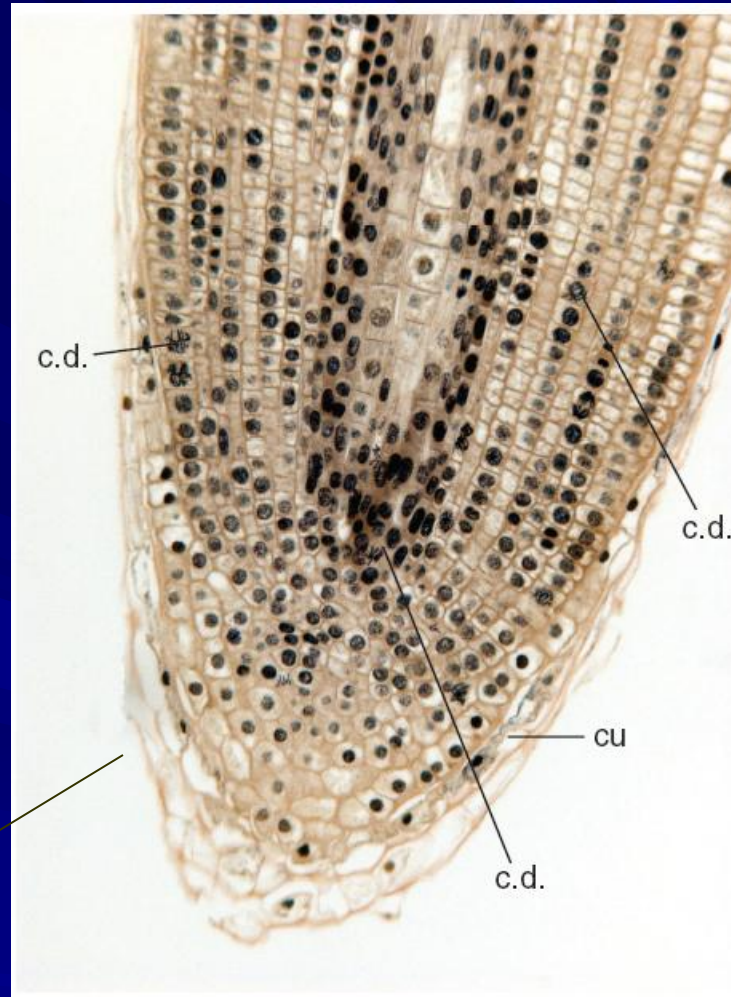
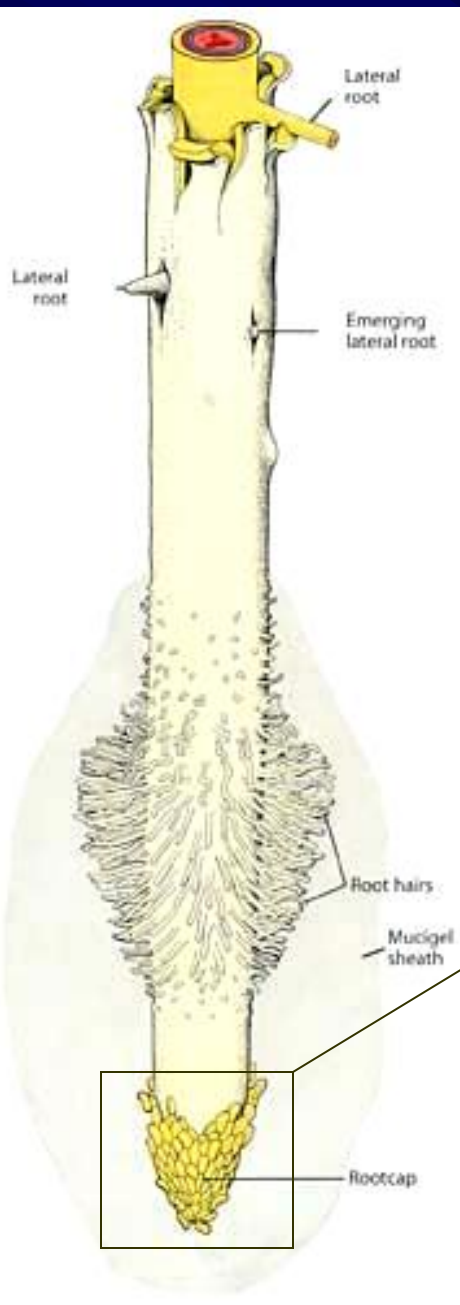
E' presente tutte le piante. E' la struttura definitiva in tutte le angiosperme monocotiledoni e nelle dicotiledoni erbacee.

ZONA DI STRUTTURA SECONDARIA

E' presente solo nelle Angiosperme dicotiledoni arboree e arbustive e nelle Gimnosperme.



ZONA EMBRIONALE o APICE RADICALE

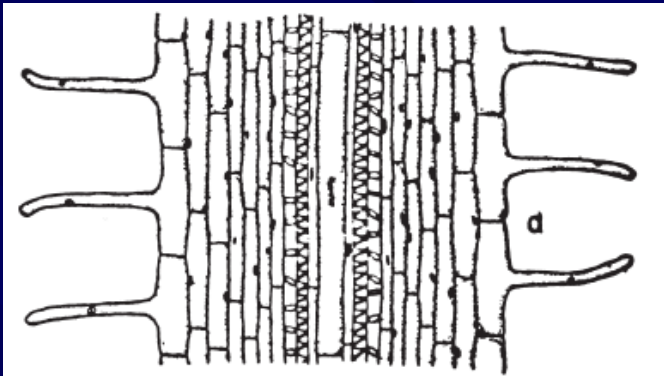


L'apice radicale è rivestito dalla **cuffia** o **caliptra**. Ha un aspetto più uniforme per la mancanza degli abbozzi fogliari e dei primordi dei rami.

Le funzioni della cuffia sono:

- 1) Proteggere il meristema apicale
- 2) Favorire la penetrazione della radice nel suolo (**mucigel**)
- 3) Geotropismo radicale

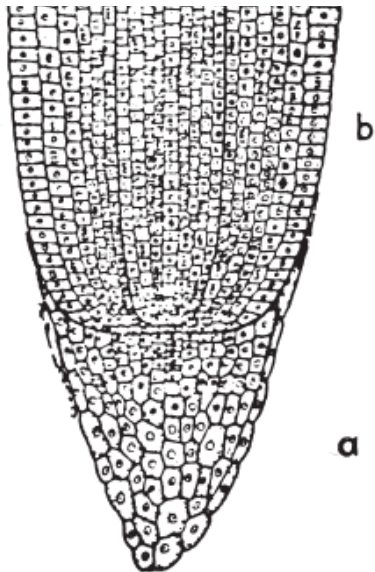
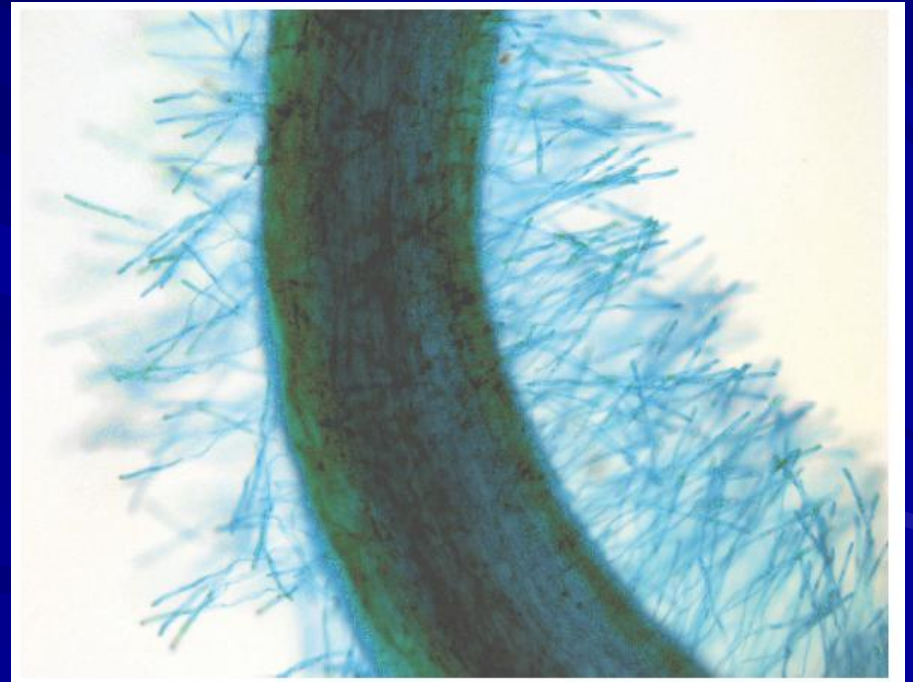
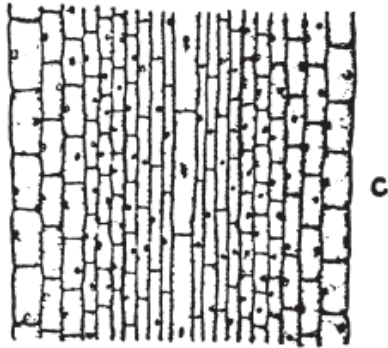
Le cellule più apicali del meristema non si dividono (**centro quiescente**)



Nella radice la **zona di distensione** è più corta che nel fusto.

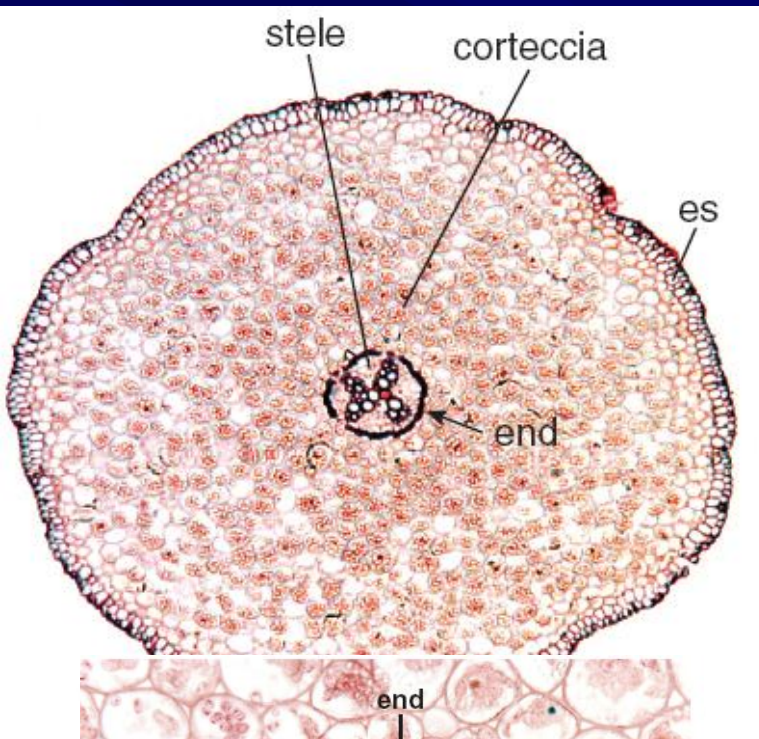
La **zona di struttura primaria** è caratterizzata dalla presenza dei peli radicali (**zona pilifera**).

Rizoderma ed esoderma

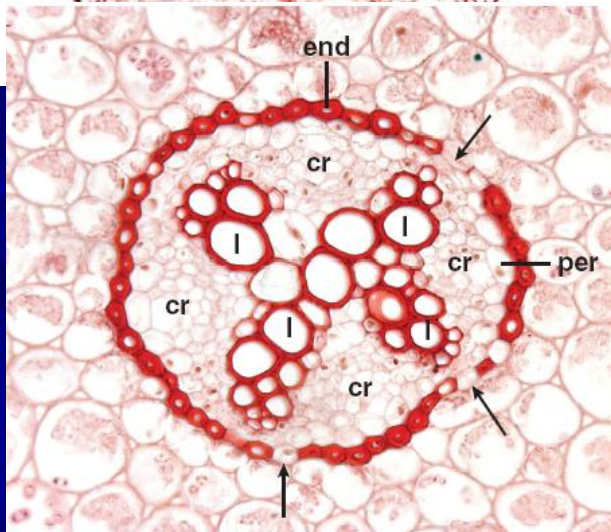


STRUTTURA PRIMARIA RADICE

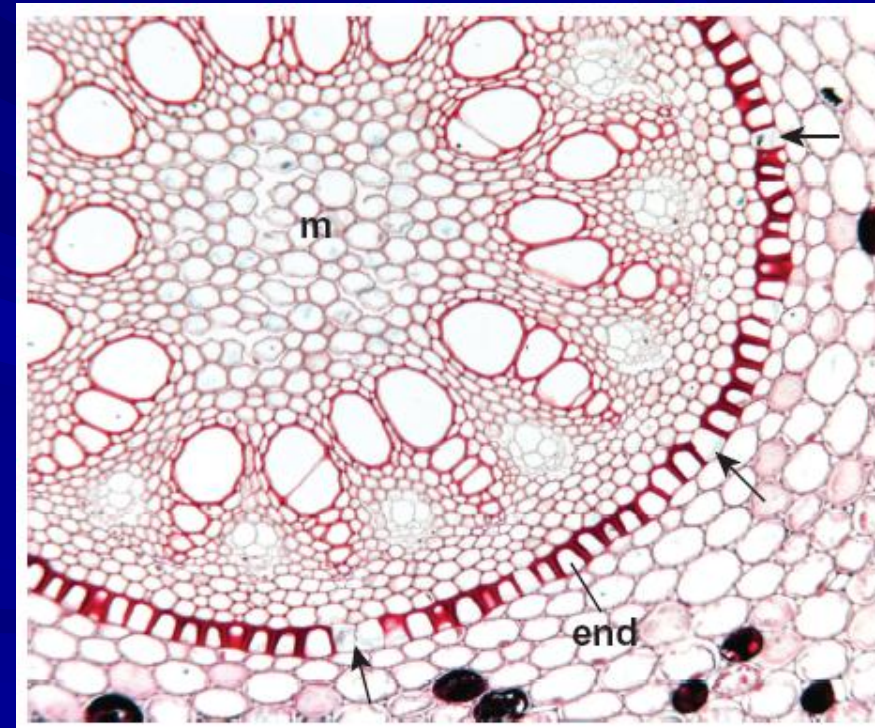
DICOTILEDONE



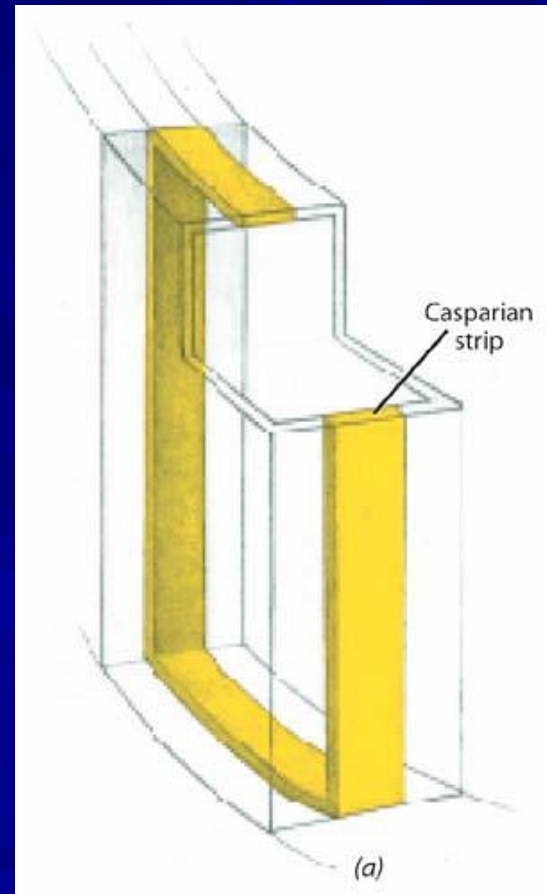
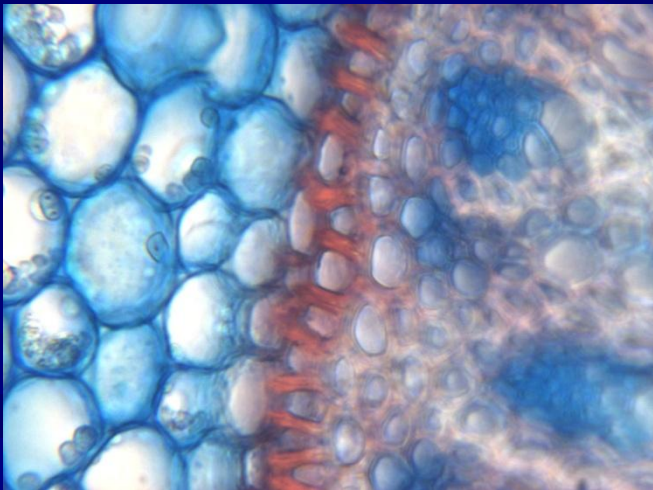
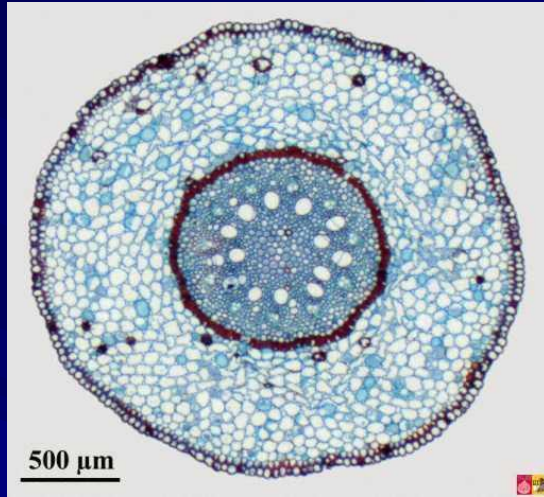
Epidermide
Corteccia
Cilindro centrale:
endodermide
periciclo
fasci vascolari (arche)



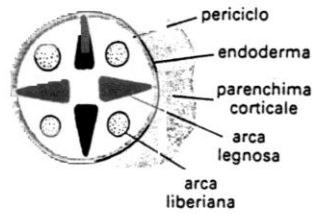
MONOCOTILEDONE



ENDODERMIDE



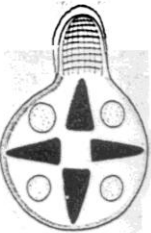
PERICICLO



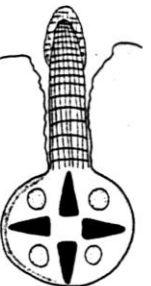
Alcune cellule del periciclo (di solito vicine a un'arca legnosa) cominciano a proliferare.



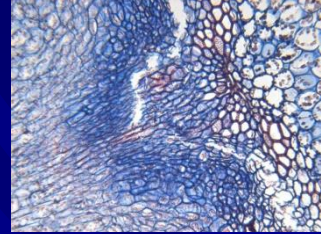
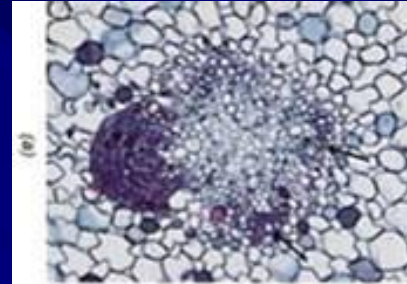
Si forma l'apice della nuova radice laterale.



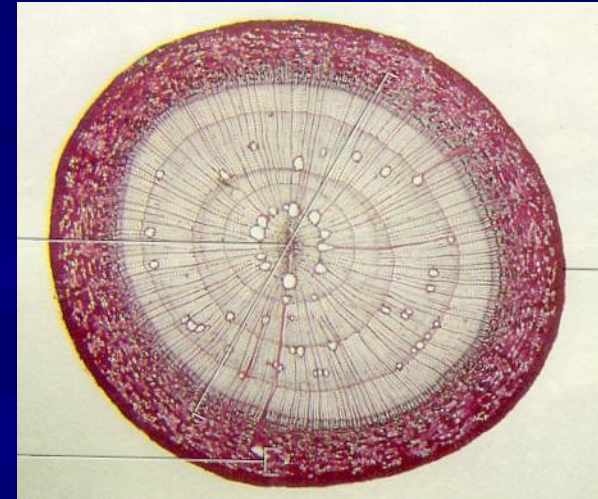
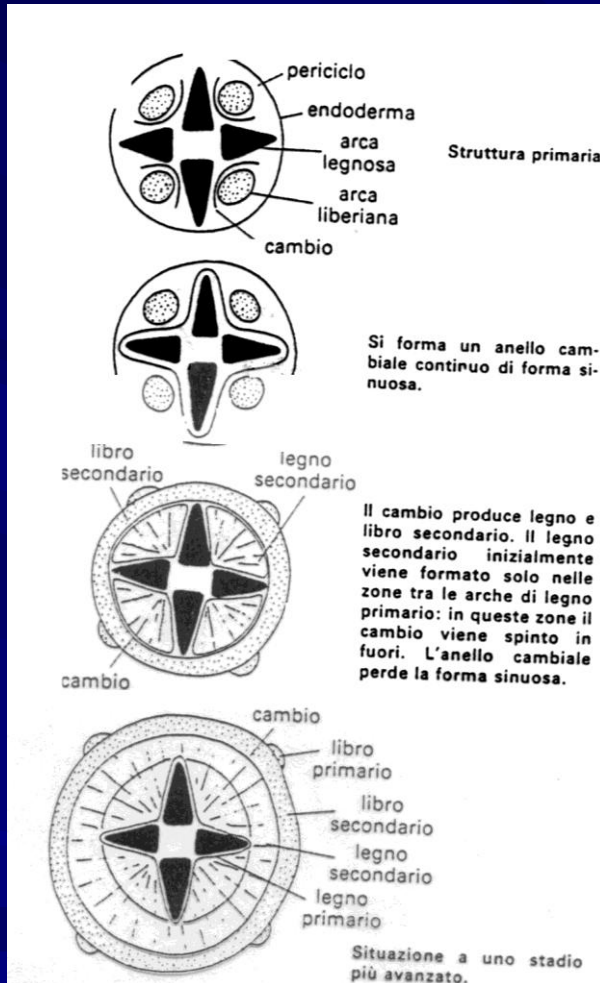
La radice laterale si fa strada nel parenchima corticale, rivestita dall'endoderma che si estroflette.



La radice laterale esce all'esterno lacerando i tessuti della radice principale.



RADICE: DA STRUTTURA PRIMARIA A STRUTTURA SECONDARIA



Il legno secondario della radice contiene più cellule parenchimatiche (raggi parenchimatichi più ampi) e più vasi ma meno fibre

ANATOMIA DELLA FOGLIA

DICOTILEDONI foglia dorso-ventrale

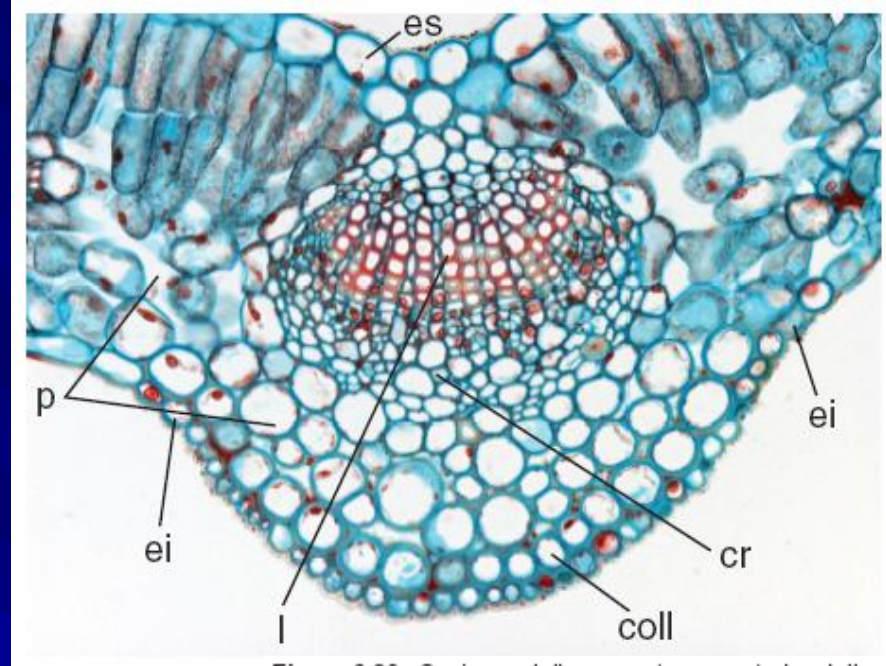
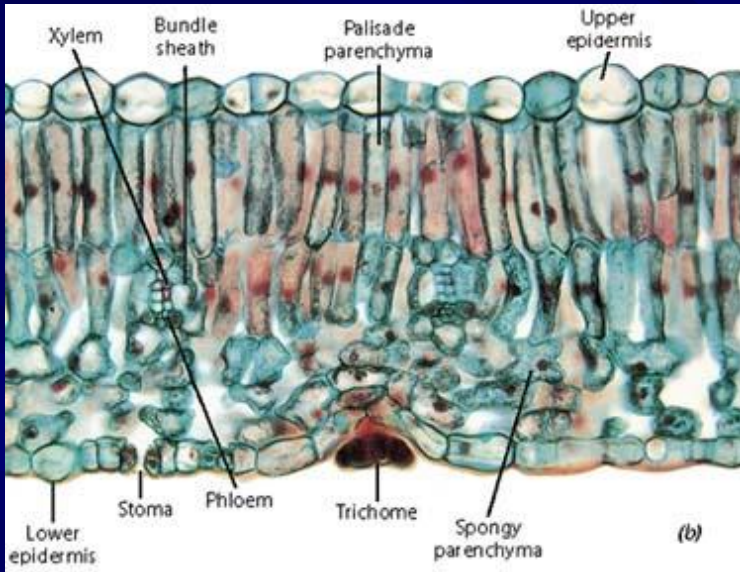
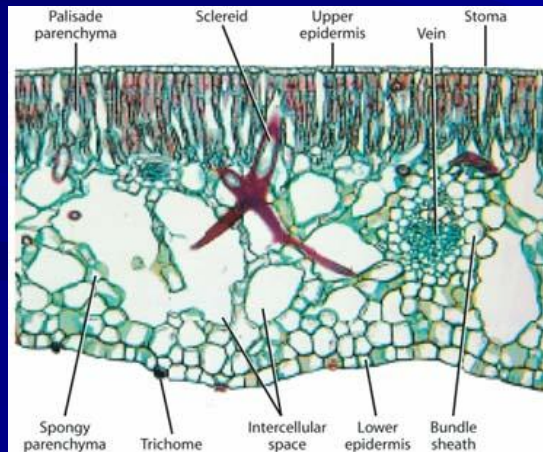
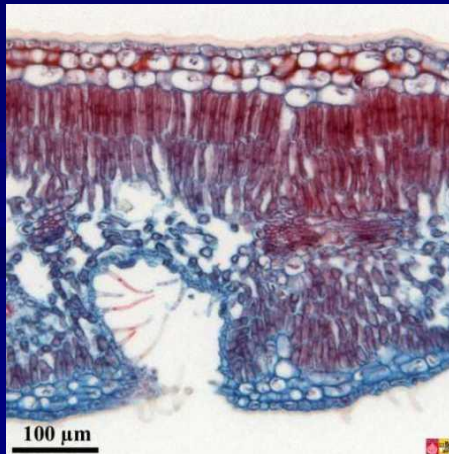


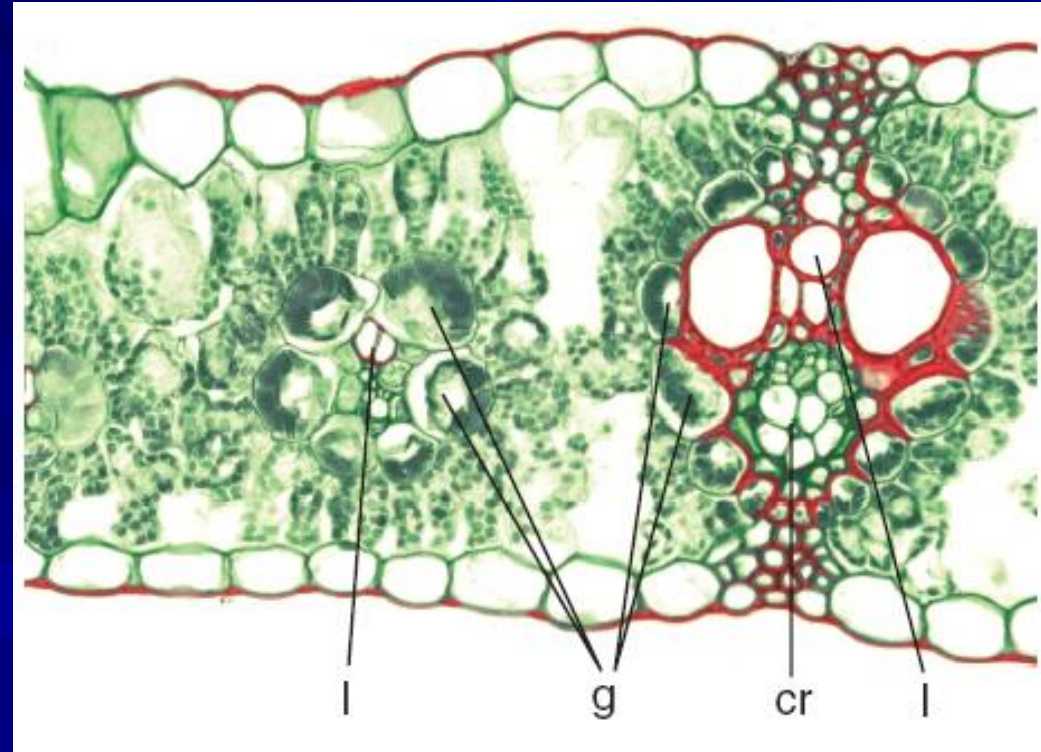
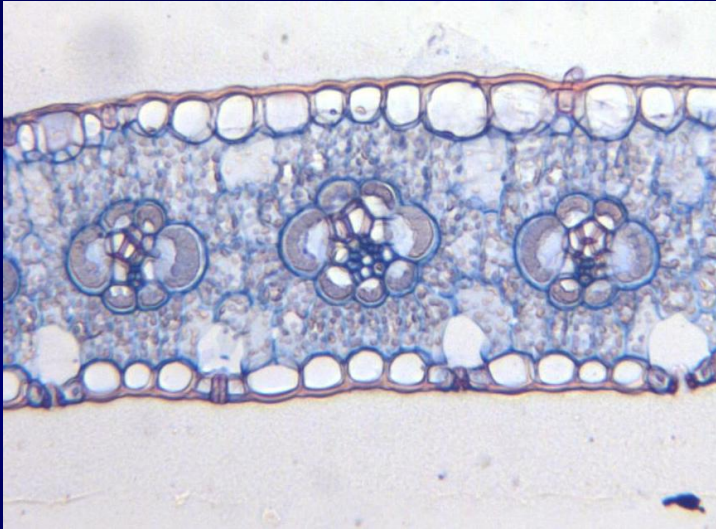
Figura 6.20 Sezione della nervatura centrale della foglia dorso-ventrale della figura precedente. l: legno, cr: cribro, p: parenchima, coll: collenchima, es: epidermide superiore, ei: epidermide inferiore.



Epidermide superiore
 Mesofillo foliare:
 parenchima clorofilliano
 fasci conduttori
 tessuto meccanico
 Epidermide inferiore

MONOCOTILEDONI

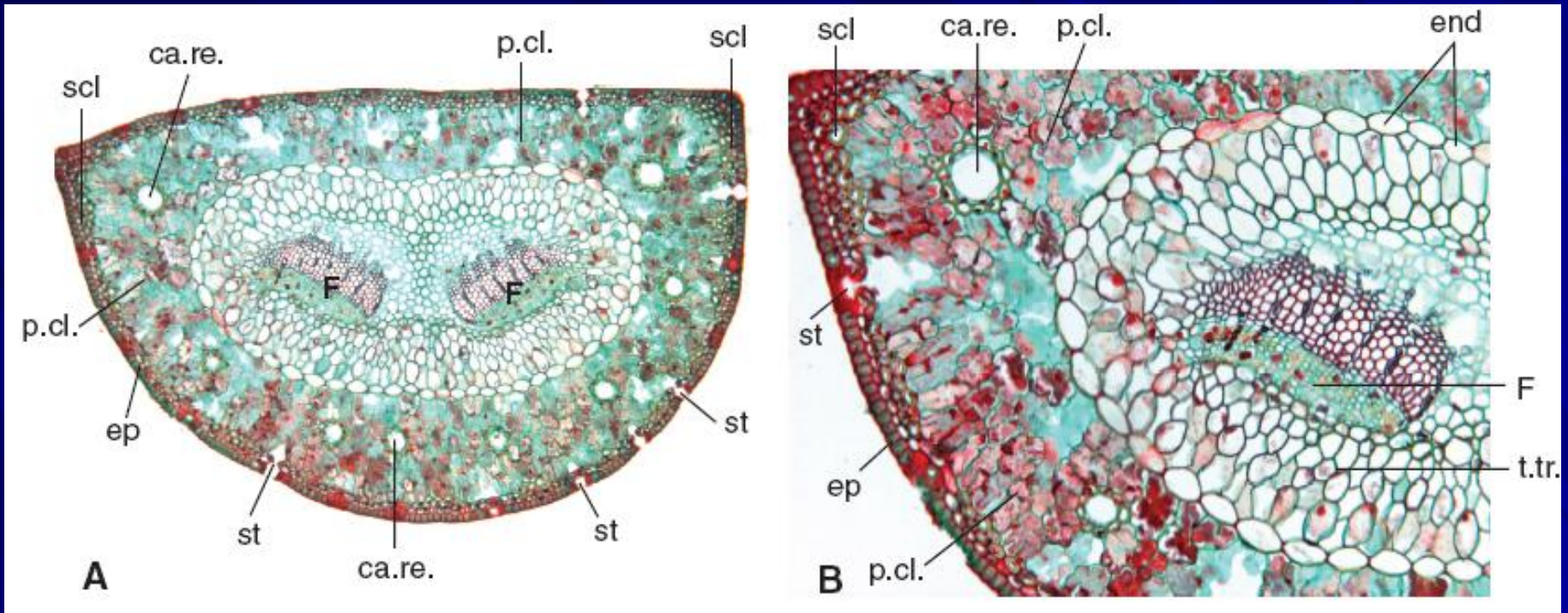
Foglia iso-laterale



Epidermide superiore
Mesofillo foliare:
parenchima clorofilliano
fasci conduttori
tessuto meccanico
Epidermide inferiore

Figura 6.21 Sezione di foglia isolaterale di mais. Si notano due fasci uno grande ed uno piccolo, entrambi circondati da una guaina (g). Non si osservano particolari differenziazioni tra le due facce nelle epidermidi e nel parenchima. l: legno, cr: cribro.

Foglie di Gimnosperme



Foglia aciculare di pino

Figura 6.22 A) Sezione di foglia aciculare di pino. B) Particolare. La foglia presenta un forte adattamento al risparmio di acqua. Epidermide fortemente cutinizzata e lignificata (ep), stomi infossati (st), ipoderma lignificato (scl), cellule parenchimatiche con sottili spazi intercellulari (p.cl.). L'unica nervatura è delimitata da un endoderma (end) ed è costituita da due fasci cribro legnosi (F) oltre al tessuto di trasfusione (t.tr.). Nel parenchima sono presenti canali resiniferi (ca.re.).

Foglie di Gimnosperme

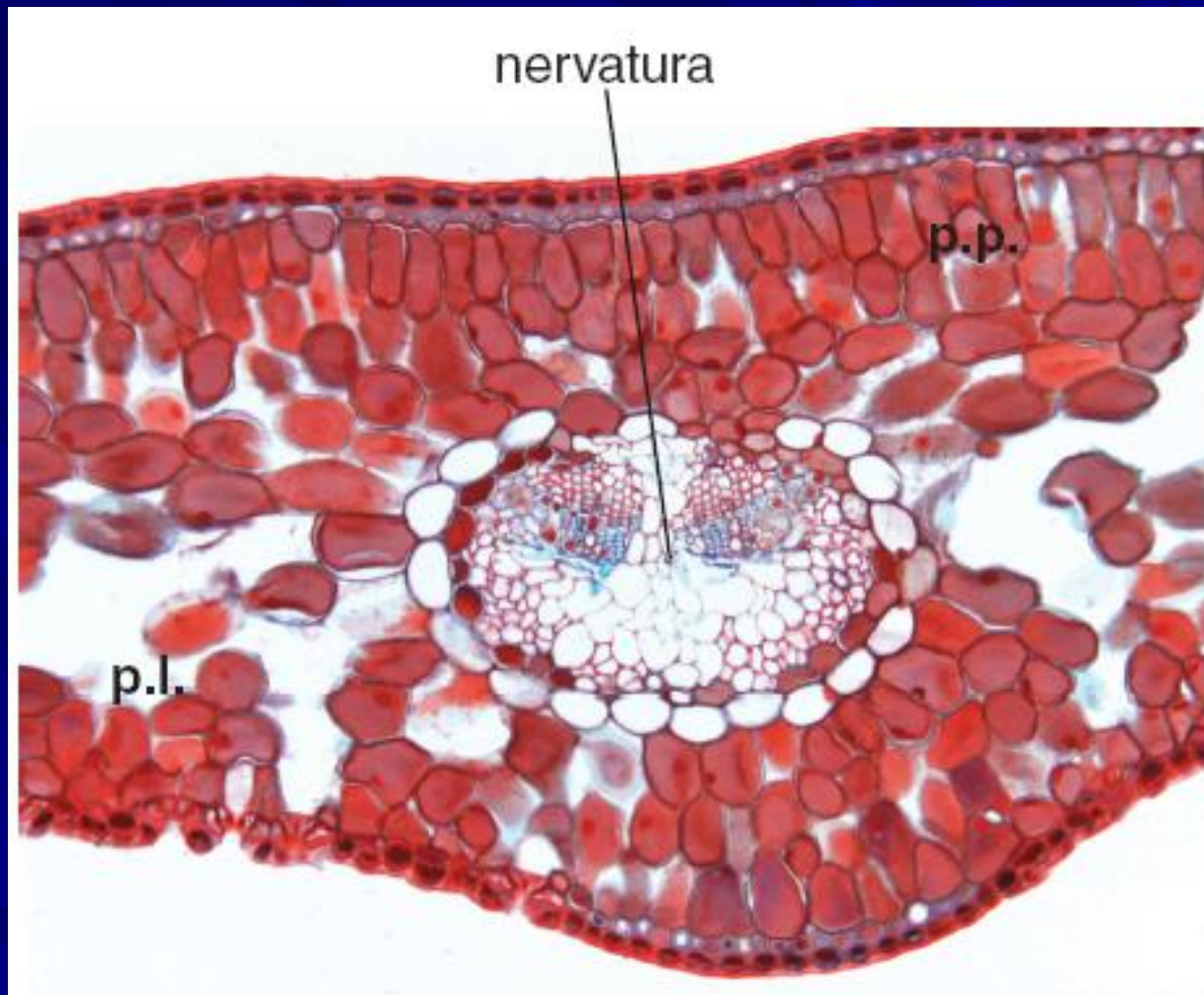


Figura 6.23 Particolare della sezione di una foglia di abete. Notare l'unica nervatura centrale tipica delle Gimnosperme ed il parenchima clorofilliano organizzato in parenchima a palizzata (p.p.) e lacunoso (p.l.).

Adattamenti anatomici delle foglie alla vita in ambienti xerici

Riduzione della lamina fogliare (foglie ridotte a spine)

Epidermidi pluristratificate

Forte cutinizzazione delle epidermidi

Infossamento degli stomi (cripte stomatiche)

Abbondante tessuto meccanico (sclerofille)

Foglie di
monocotiledoni
Che si ripiegano

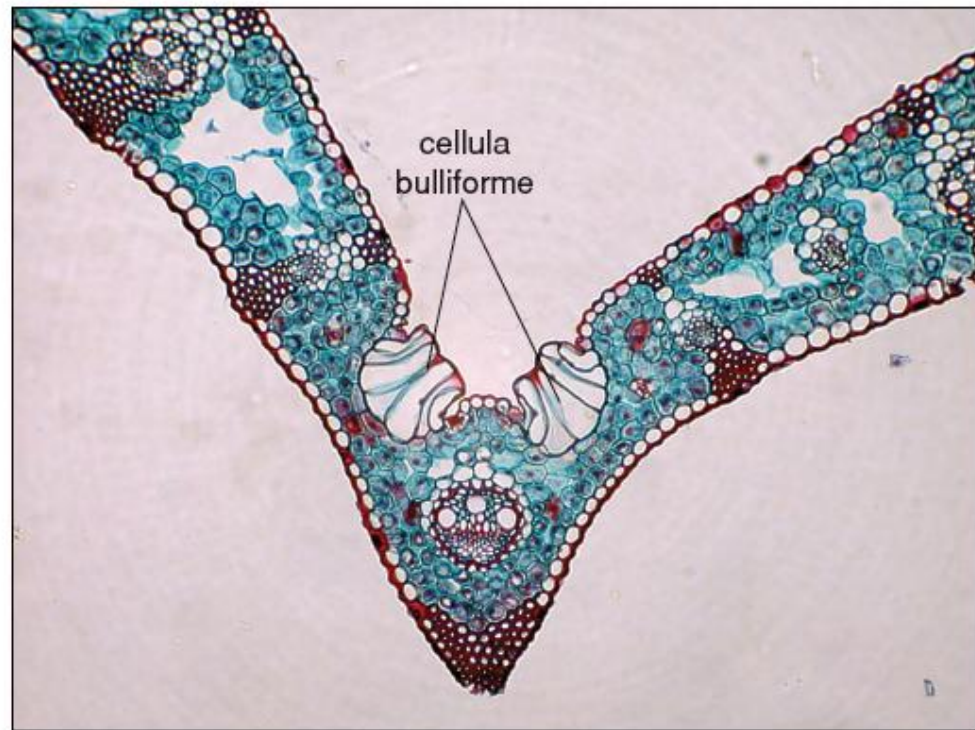


Figura 7.10 Porzione di sezione trasversale di foglia d'erba. Quando le cellule bulliformi sono turgide la foglia è espansa. Quando è disponibile poca acqua, le cellule bulliformi collassano, causando l'arrotolamento verso l'interno della lamina, riducendo in tal modo la perdita d'acqua attraverso gli stomi. x100.

La struttura anatomica della foglia può variare in funzione dell'esposizione alla luce

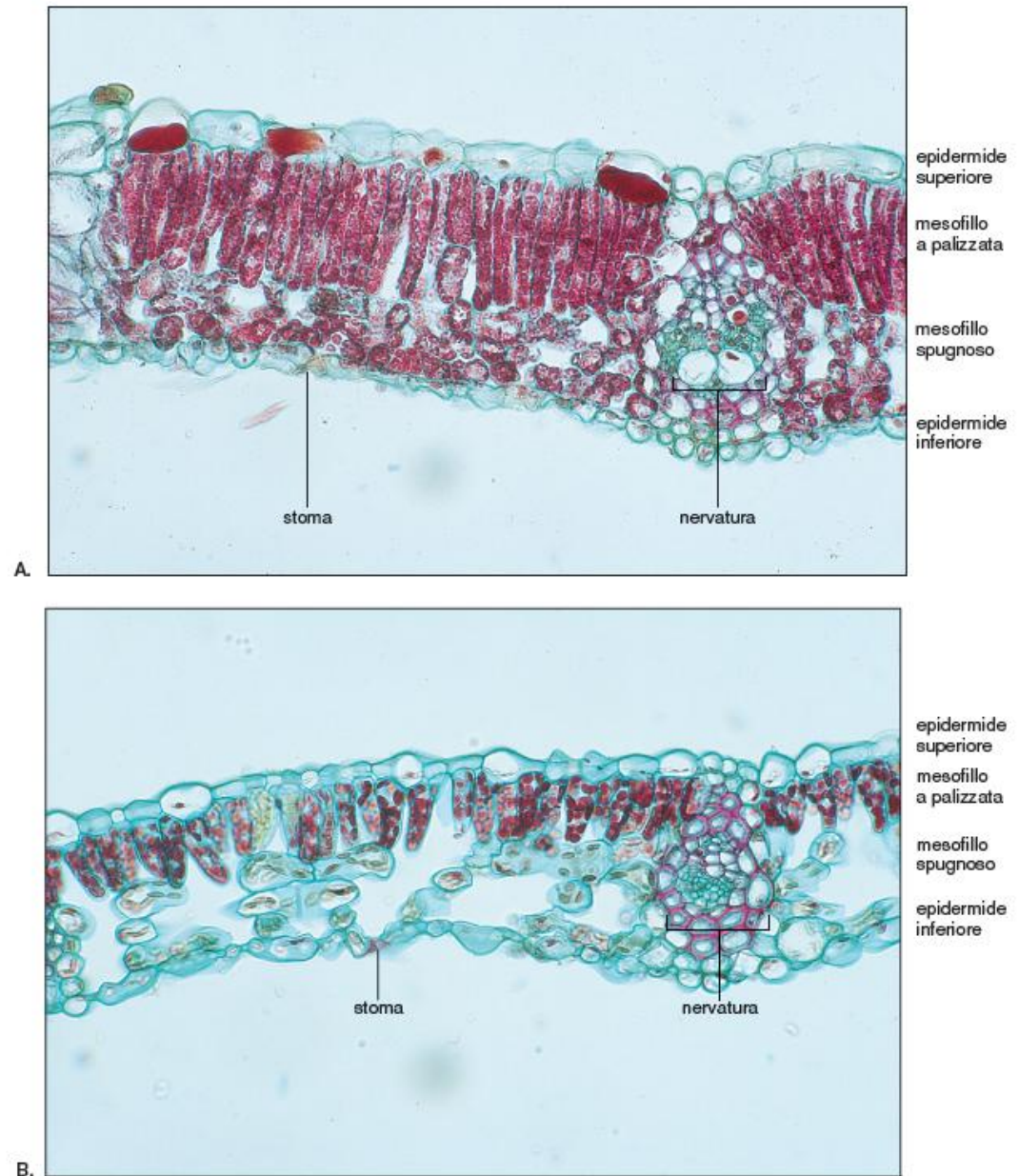
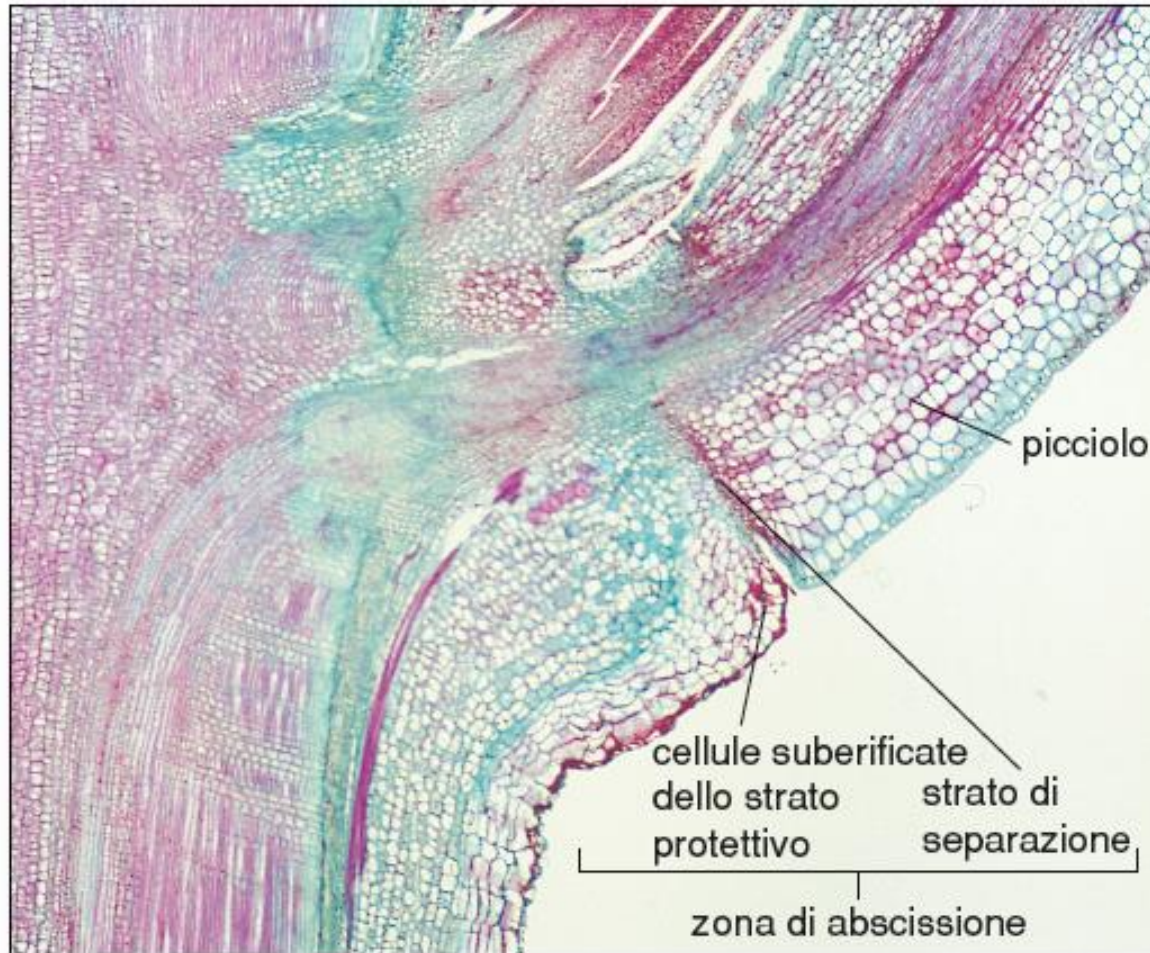


Figura 7.11 Porzione di sezione trasversale di foglie d'acero (*Acer*). I cloroplasti normalmente verdi sono colorati di rosso. A. Foglia esposta in pieno sole. B. Foglia esposta all'ombra. Si noti la riduzione di cellule mesofillari nella foglia d'ombra.

ABSCISSIONE DELLE FOGLIE (avviene sia nelle piante decidue che sempreverdi)



Tessuto di abscissione

Degradazione della lamella mediana
E suberificazione delle pareti

Figura 7.25 Zona di abscissione di una foglia.