I tessuti vegetali

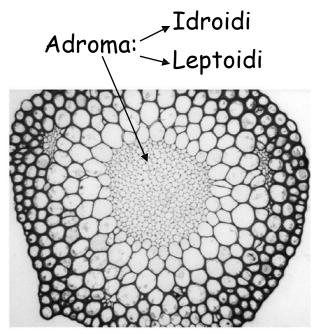
I tessuti sono un insieme di cellule strutturalmente e funzionalmente simili, interconnesse da plasmodesmi.

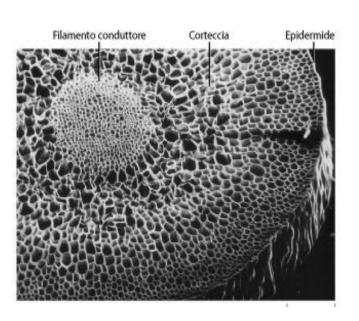
I tessuti vegetali sono formati da cellule che derivano dalla divisione di una o più cellule secondo le tre direzioni dello spazio e sono collegate mediante numerose comunicazioni citoplasmatiche. Tutte le cellule rimangono unite mediante la lamella mediana, che si forma durante la citodieresi.

La comparsa dei veri tessuti rappresenta un adattamento alla sopravvivenza nell'ambiente terrestre

Primi tessuti: trasporto e protezione indipendentemente dalla generazione di appartenenza.







Sporofito del muschio

Sez. trasversale della seta

Cormofite, piante vascolari





Generazione sporofitica







I TESSUTI vegetali

Tessuti embrionali/meristematici

Meristemi primari

Meristemi secondari

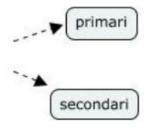
Tessuti adulti

Tessuti primari

Tessuti secondari

TESSUTI VEGETALI

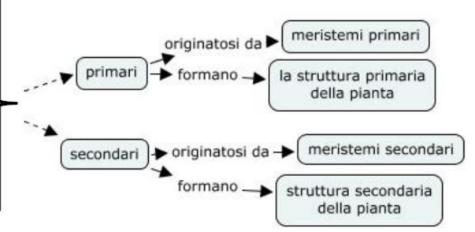
MERISTEMATICI



Tessuti adulti

- TEGUMENTALI
- PARENCHIMATICI
- MECCANICI
- CONDUTTORI
- Secretori



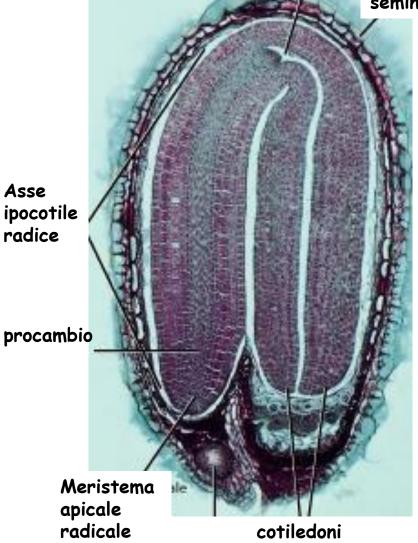


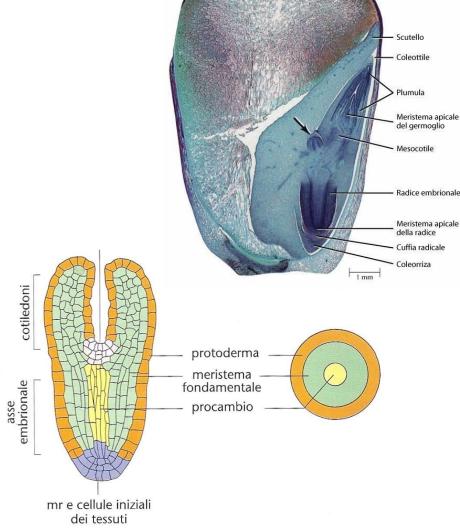
Tessuti embrionali

Meristema apicale del germoglio
Tegumento seminale

Dai tessuti embrionali derivano i tessuti meristematici primari

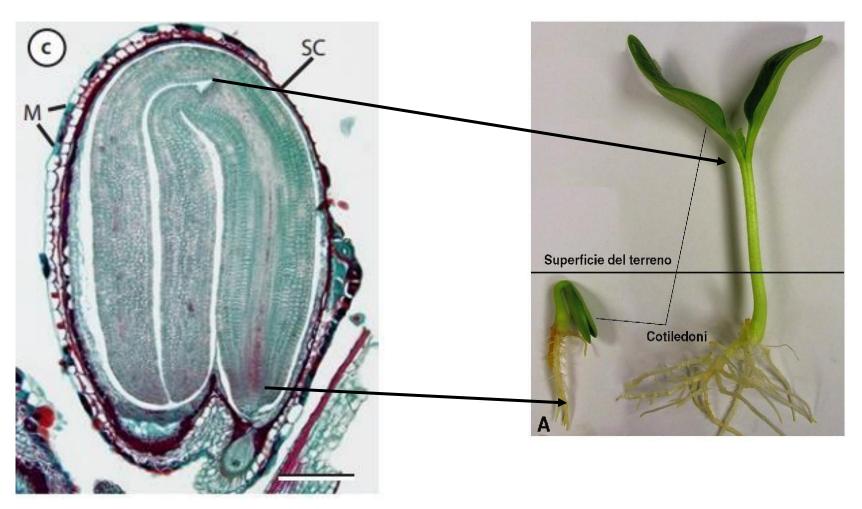
Endosperma





Tessuti meristematici primari

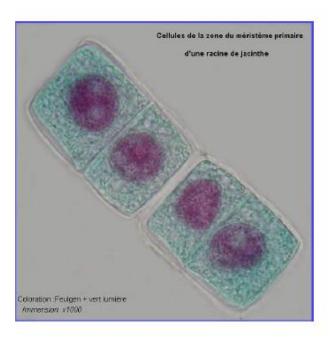
Un meristema è una popolazione di cellule, con attivo ciclo cellulare, e con capacità di produrre, per divisione mitotica, cellule derivate con destino uguale o diverso da quello della cellula madre.



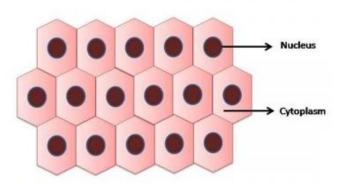
TESSUTI MERISTEMATICI

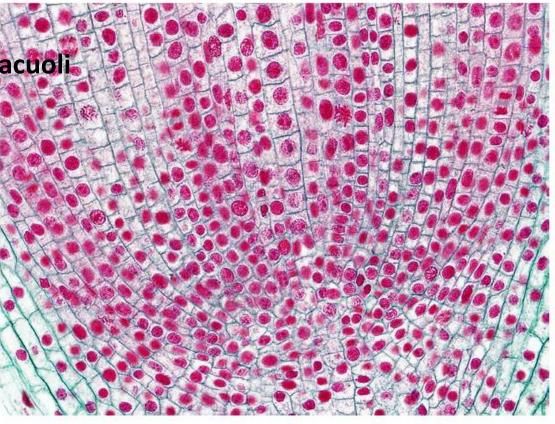
Tessuto compatto costituito da cellule:

- 1. NON DIFFERENZIATE
- 2. TOTIPOTENTI
- 3. PICCOLE DIMENSIONI
- 4. PLASTIDI INDIFFERENZIATI (PROPLASTIDI)
- 5. METABOLICAMENTE ATTIVE
- 6. GRANDI NUCLEI
- 7. PICCOLO VACUOLO O microvacuoli

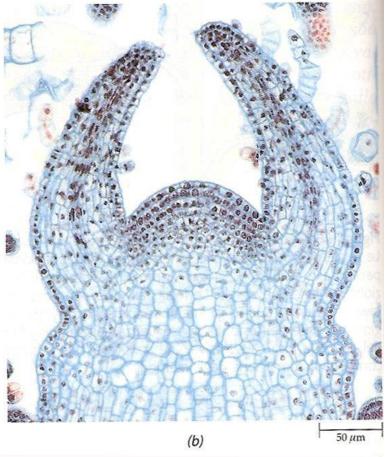


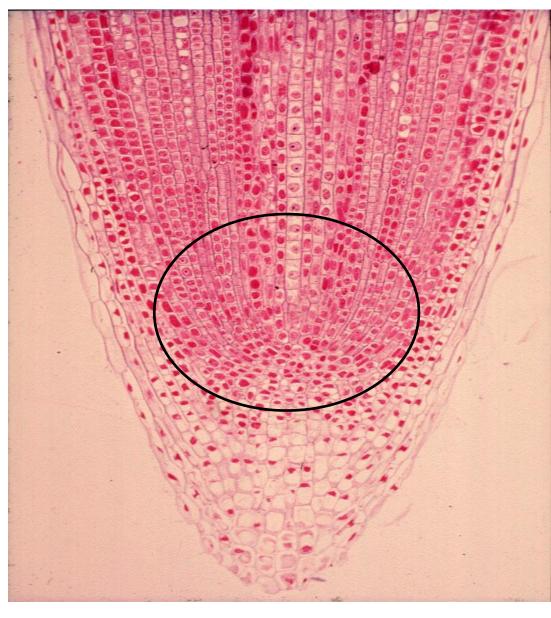
A typical meristematic tissue





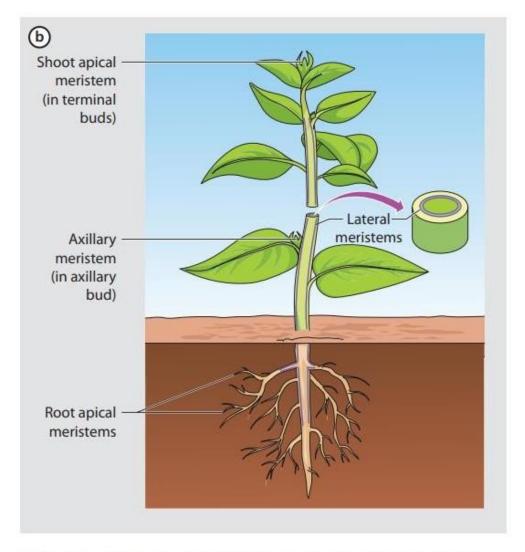
Apice meristematico vegetativo



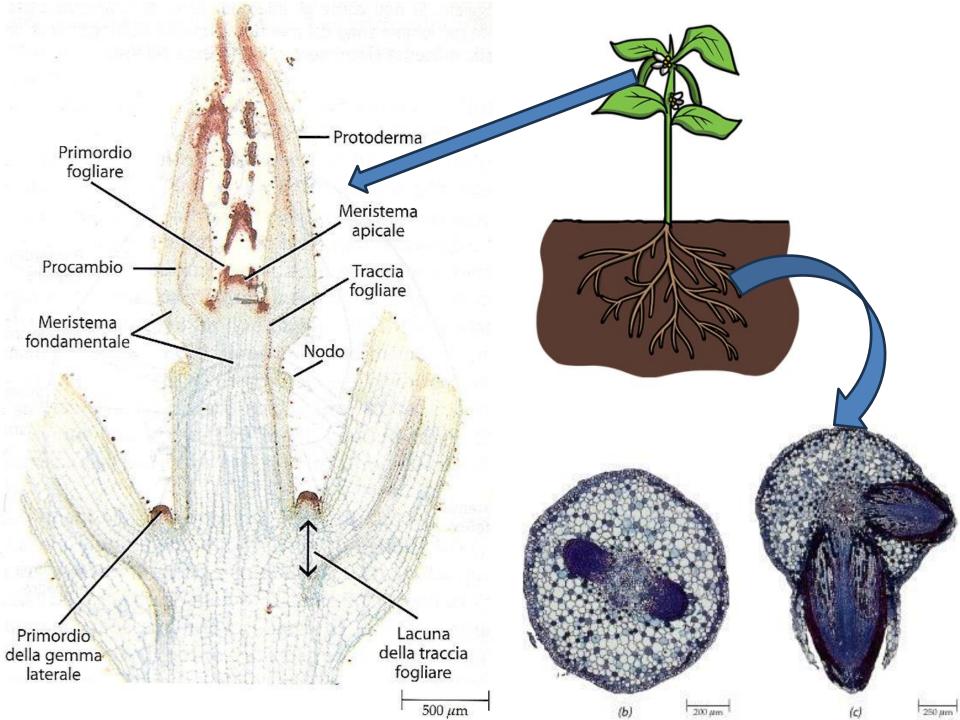


Apice meristematico radicale

In una pianta adulta dove sono localizzati i meristemi primari?



■ Fig. 1.6 b Meristems are found at the shoot and root tips and within the cylinder of the stem and root (Redrawn from Crang and Vassilyev 2003)



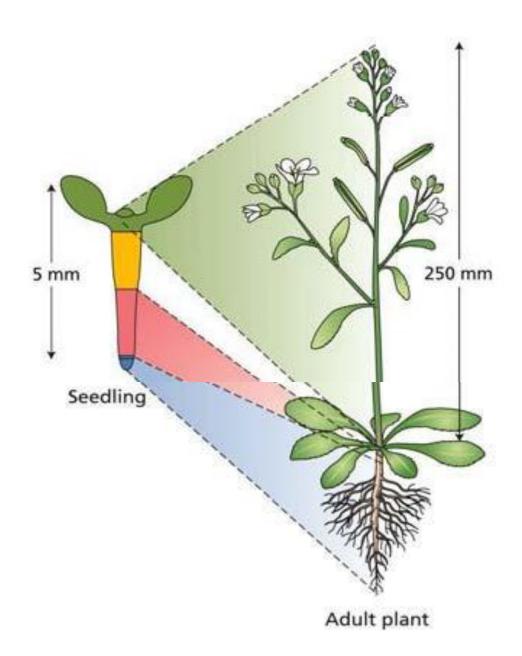
Quindi:

I MERISTEMI sono un insieme di cellule perennemente giovani che conservano la capacità di dividersi per moltissimo tempo anche dopo la fine dell'embriogenesi;

Dopo la germinazione del seme i meristemi apicali producono cellule che danno origine alle radici, al fusto, alle foglie ed ai fiori della pianta adulta;

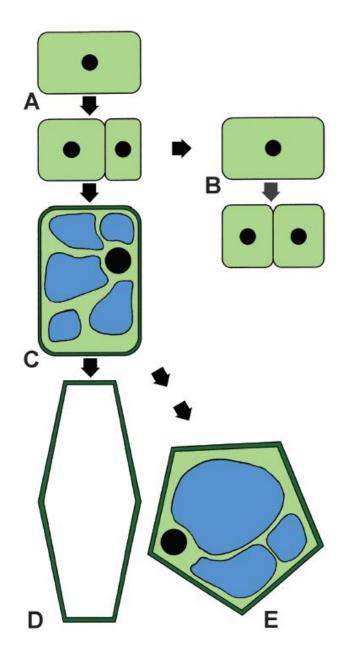
I meristemi vegetativi oltre a generare gli organi della pianta si rigenerano;

 Alcune cellule meristematiche, infatti, non si differenziano ma mantengono la capacità di dividersi per tutta la vita della pianta.

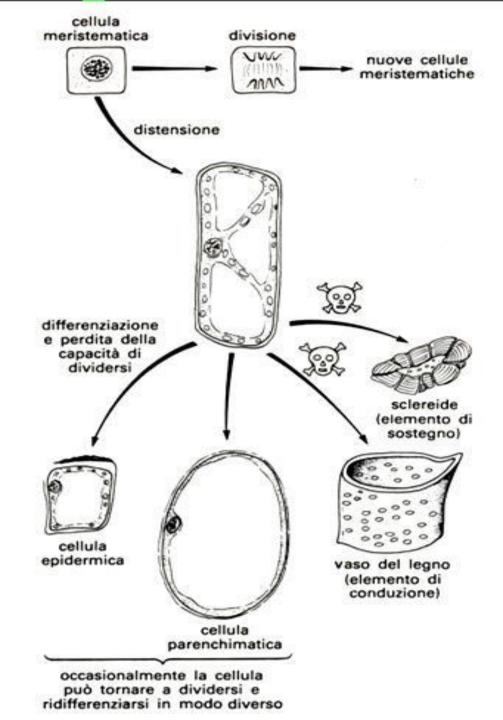


L'attività dei meristemi primari apicali determina lo sviluppo del corpo primario della pianta L'esistenza dei meristemi, che aggiungono alla pianta, continuamente e per tutta la vita, nuove cellule, sottolinea una delle principali differenze strutturali fra piante ed animali.





Botanica generale e diversità vegetale – Pasqua et al., 2025 - Piccin Editore



TESSUTI MERISTEMATICI SECONDARI

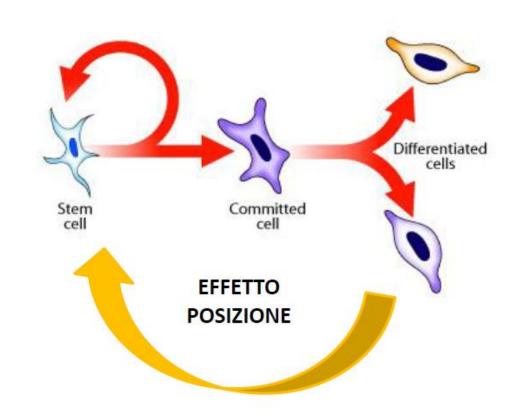
MERISTEMI **SECONDARI** assenti nell'**embrione**, compaiono durante lo sviluppo della pianta.

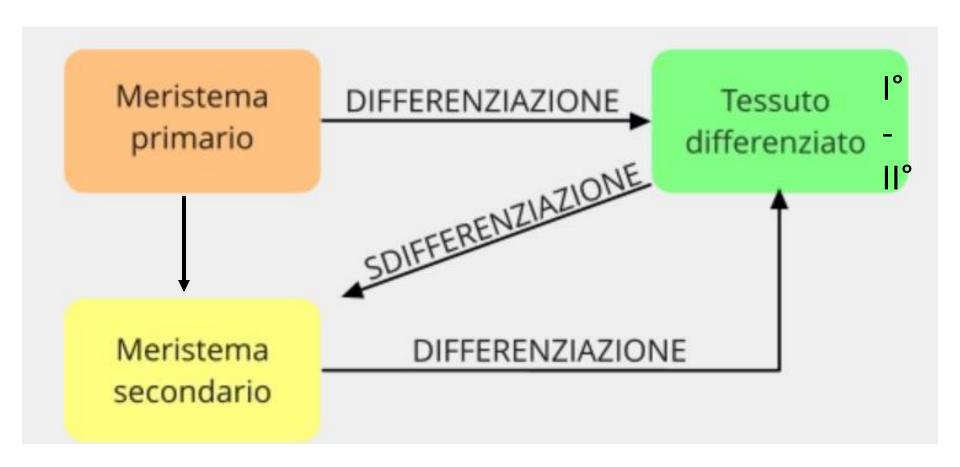
Determinano l'accrescimento secondario in larghezza del fusto e della radice (NO MONOCOTILEDONI).

Anche definiti meristemi laterali.

Derivano da un processo di sdifferenziamento:

- -grandi dimensioni
- -parete ispessita
- -vacuolo grande e centrale



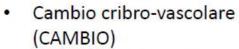




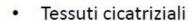


meristemoidi





 Cambio subero-fellodermico (FELLOGENO)

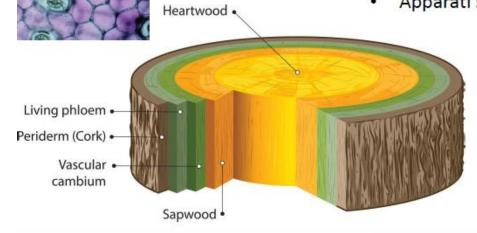


Radici avventizie





Apparati stomatici



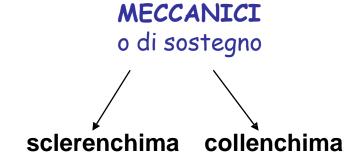


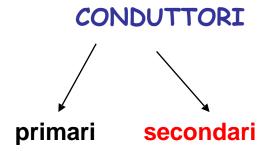
ITESSUTI vegetali

Tessuti adulti I° e II°

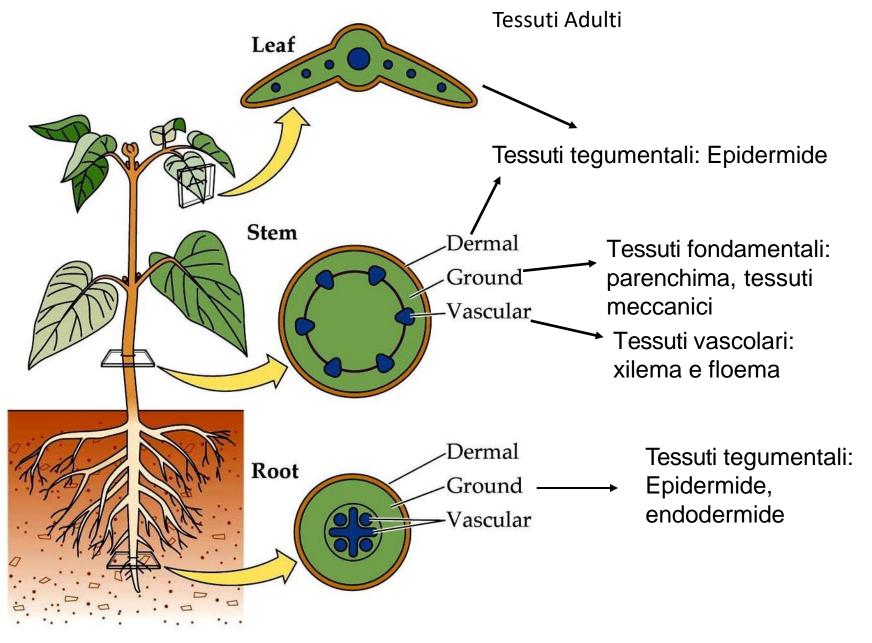


PARENCHIMATICI





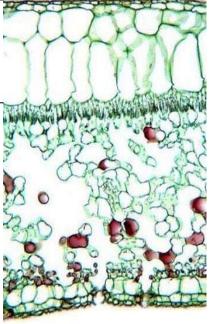
SECRETORI

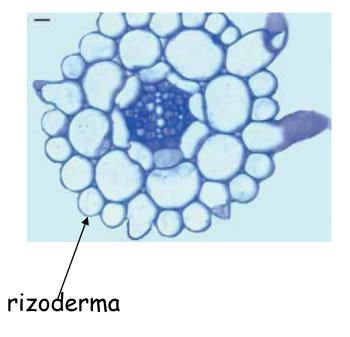


In ogni organo della pianta sono presenti sempre gli stessi tessuti adulti ma organizzati in modo diverso. Tessuti tegumentali esterni: epidermide caulinare e fogliare, rizoderma

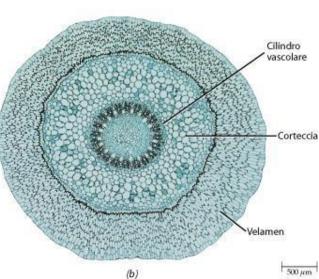
Epidermide Corteccia Cuticola Cuticola

Epidermide pluristratificata



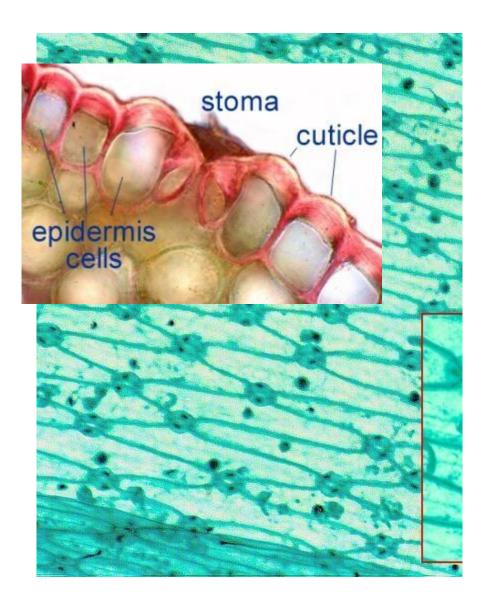




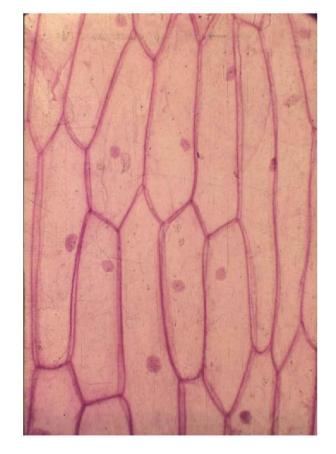


Tessuti tegumentali esterni: epidermide.

Ricopre foglie, radici e giovani fusti e svolge funzione di protezione

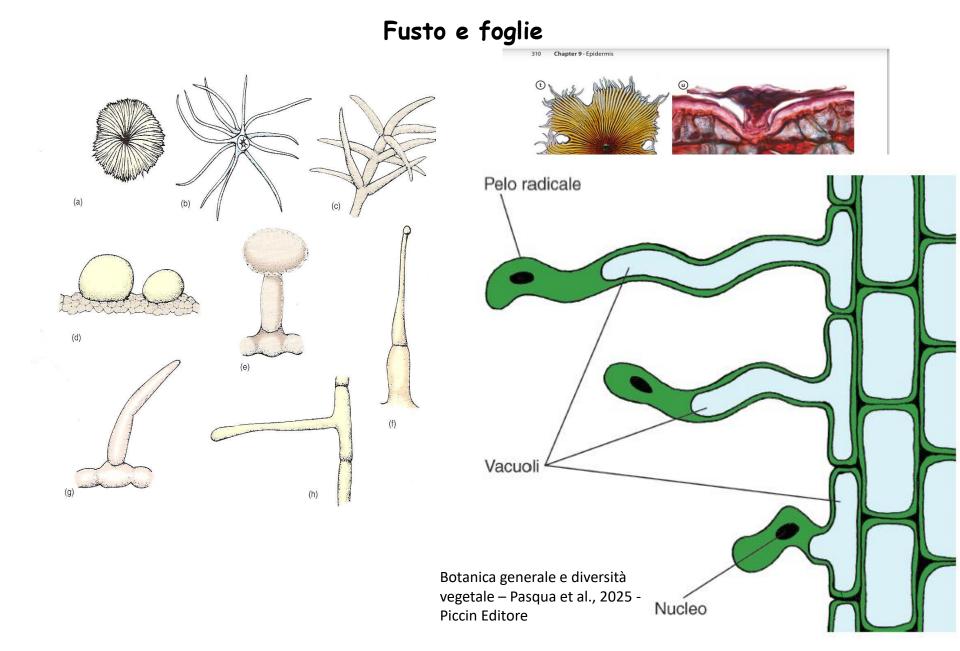


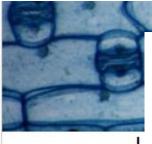
Tessuti tegumentali



Epidermide di catafillo di cipolla

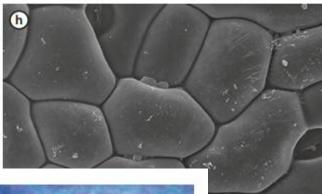
Sull'epidermide si possono differenziare peli (tricomi) e stomi





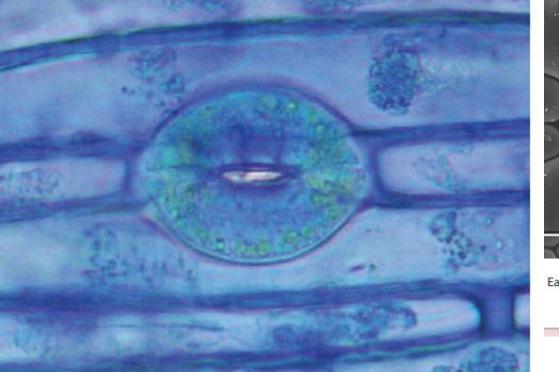
292 Chapter 9 · Epidermis





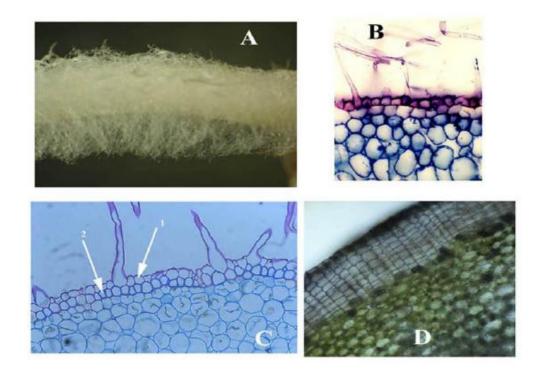


Outer Wall —



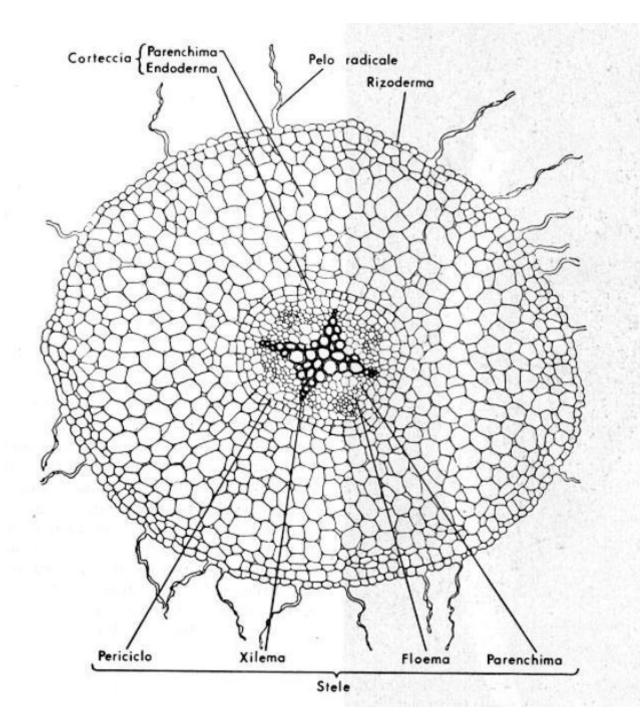
Each guard cell pair is

Anche la radice è rivestita, nelle parti non lignificate, da un'epidermide, il **rizoderma**,

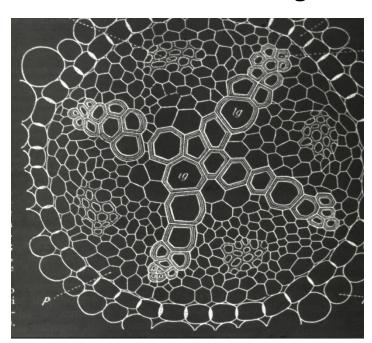


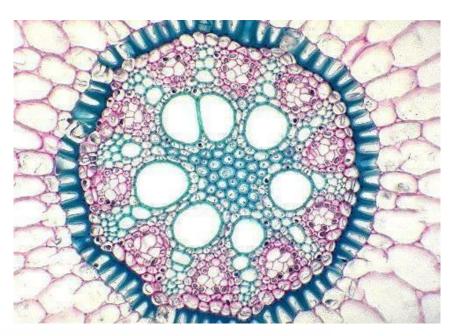
Tav.21 -Rizoderma e sughero. A: Zona pilifera in radice di Mais; B: sezione trasversale di radice di Mais nella zona pilifera; C: sotto il rizoderma (1) in via di degenerazione, si sta differenziando (per suberificazione delle pareti degli strati superficiali del parenchima corticale) un nuovo tessuto tegumentale: l'esoderma (2); D: sezione trasversale di fusto di Geranio nel quale si sta formando, sotto l'epidermide, un sughero pluristratificato

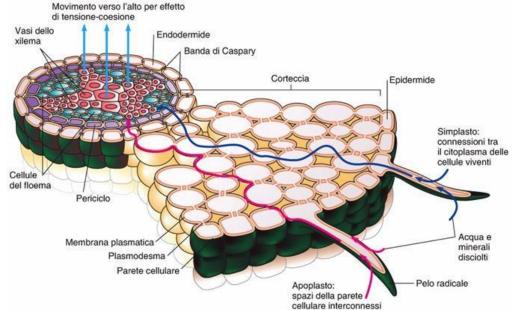
È un tessuto che riveste le radici giovani. In particolare è il tessuto di rivestimento della radice primaria, è monostratificato, con parete sottile, pectocellulosica nella zona assorbente e corrisponde in gran parte alla zona pilifera.



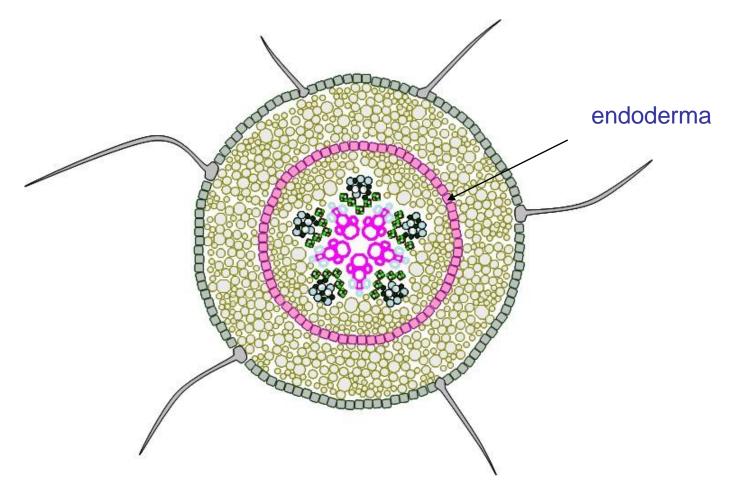
Tessuto tegumentale interno: l'endodermide







L'endoderma ha funzione di barriera



L'**endoderma** è un tessuto tegumentale interno caratteristico della radice, ma presente anche nel rizoma e nei fusti di alcune piante.

Riassumendo:

Tessuti tegumentali

I tessuti TEGUMENTALI vengono distinti in base alla loro posizione:

- TEGUMENTALI ESTERNI Ricoprono le superfici degli organi e svolgono funzione protettiva
- TEGUMENTALI INTERNI
 Formano barriere di separazione fra i tessuti di uno stesso organo

I tessuti tegumentali possono essere di origine PRIMARIA e SECONDARIA.

Tessuti tegumentali

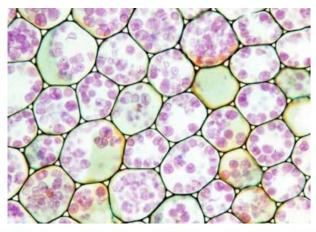
Primari esterni EPIDERMIDE ESODERMA

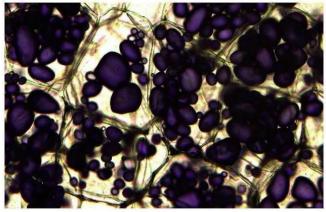
Primari interni ENDODERMA Secondari esterni SUGHERO

Tessuti parenchimatici

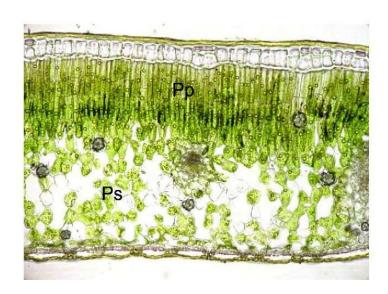
I parenchimi: parenchima clorofilliano, parenchima di riserva, parenchima acquifero, parenchima aerifero, parenchima conduttore o dei raggi midollari, parenchima di trasfusione

Parenchima di riserva





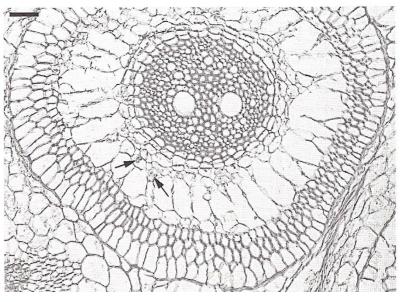
Parenchima clorofilliano

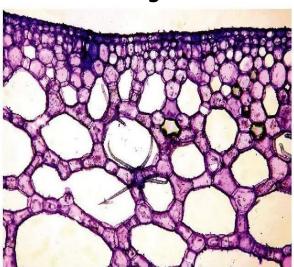


Radice

Parenchima aerifero

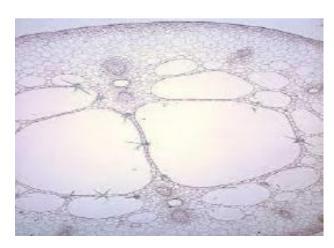
Foglia





Ciarra 0 E





Ricapitolando:

I tessuti

Tessuti parenchimatici

I tessuti PARENCHIMATICI sono detti anche TESSUTI FONDAMENTALI

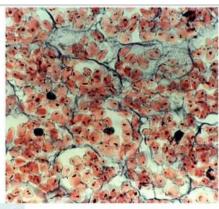
Sono i tessuti più rappresentati all'interno della pianta e sono composti da CELLULE VIVE che solitamente hanno solo la parete primaria e un grande vacuolo

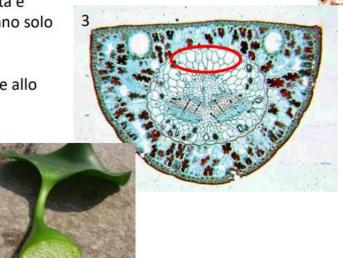
I tessuti parenchimatici hanno la possibilità di tornare allo stadio meristematico per determinare i meristemi secondari e i meristemi avventizi.

Sulla base della funzione definiamo:

- PARENCHIMA CLOROFILLIANO
- PARENCHIMA DI RISERVA
- 3. PARENCHIMA DI TRASFUSIONE
- 4. PARENCHIMA ACQUIFERO
- PARENCHIMA AERIFERO









Tessuti meccanici: collenchima (cellulosa) e sclerenchima (cellulosa e lignina)

I tessuti

Tessuti meccanici

La funzione di questi tessuti è di sostenere il corpo della pianta e di fornire resistenza meccanica al piegamento e alla trazione

Sulla base della loro natura e della composizione della parete cellulare distinguiamo:

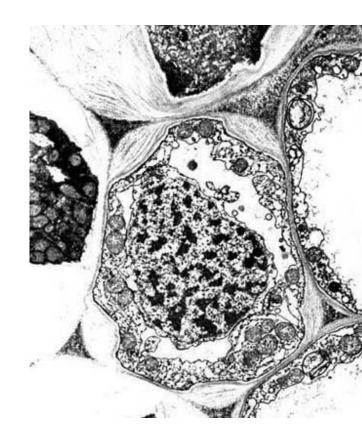
- COLLENCHIMA (cellule vive)
- SCLERENCHIMA (cellule morte)

IL COLLENCHIMA

Si trova sotto l'epidermide ed è formato da cellule isodiametriche con parete celluloso-pectica non lignificata

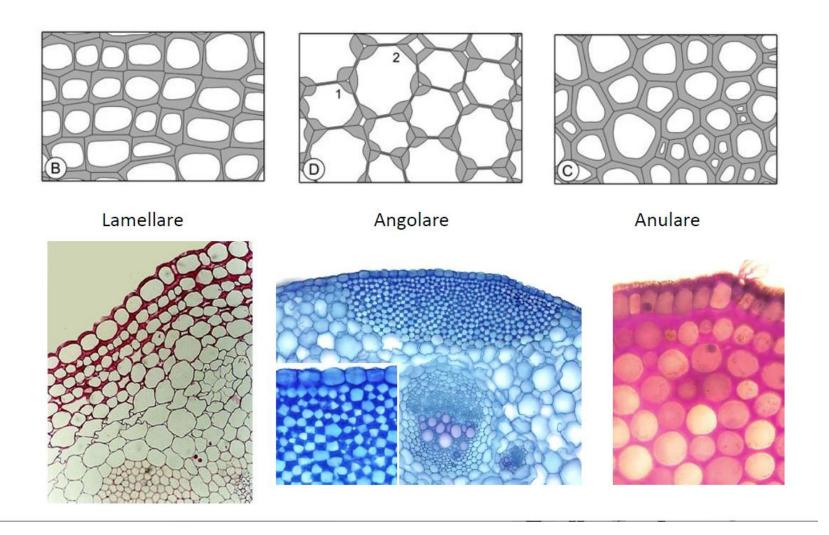
La parete delle cellule collenchimatiche è inspessita in maniera non omogenea. Distinguiamo:

- COLLENCHIMA ANGOLARE (angoli inspessiti)
- 2. COLLENCHIMA LAMELLARE (pareti tangenziali inspessite)
- COLLENCHIMA LACUNARE (inspessimenti in corrispondenza di spazi intercellulari)



Collenchima angolare

Ispessimento celluloso –pectico → cellule vive → elasticità



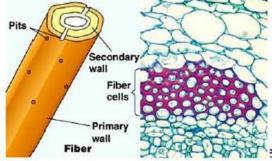
Sclerenchima

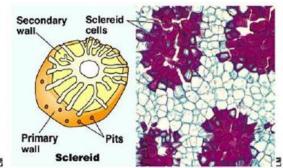
fiber

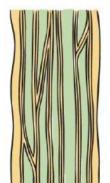




sclereid



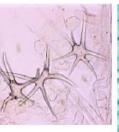


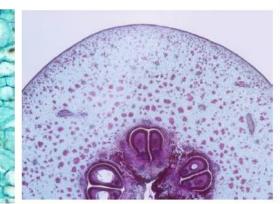


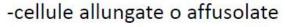


- -cellule non allungate (isodiametriche)
- -lignificate
- -singole o aggregate (cellule petrose)

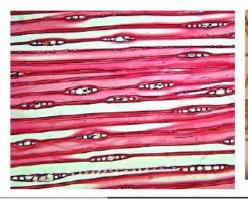


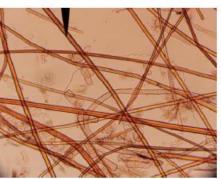




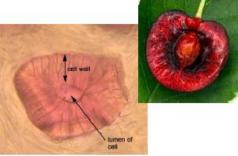


- -ispessite con lignina e cellulosa
- -solitamente lume chiuso

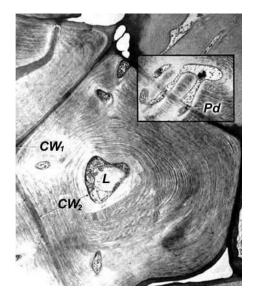




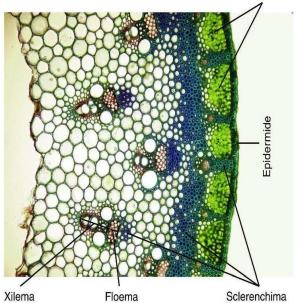




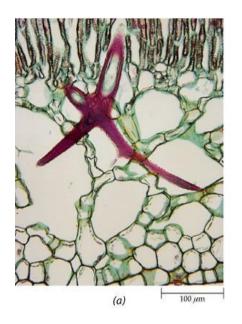
Sclereidi



Fusto di graminacea Parenchima clorofilliano

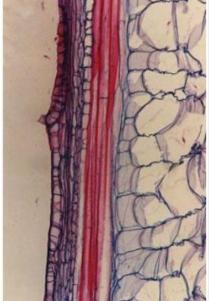


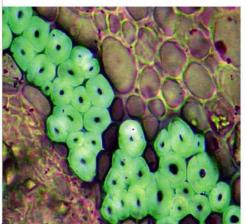
Sclereide ramificata nella foglia



Fibre











Esempi di **fibre**:

Juta, Corchorus sp., (100% lignina)



Lino, Linum usitatissimum , (100% cellulosa)





Canapa, Cannabis sativa, (50% lignina, 50% cellulosa)

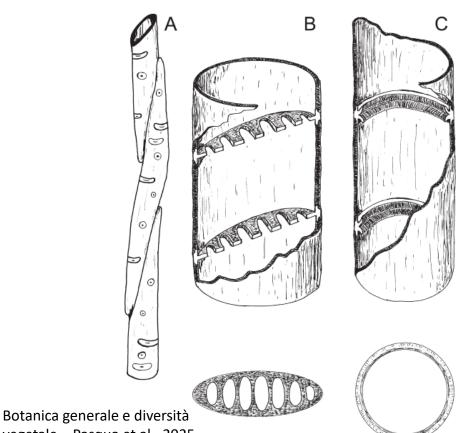


Cotone, Gossypium sp., (tegumento, anemocoro)

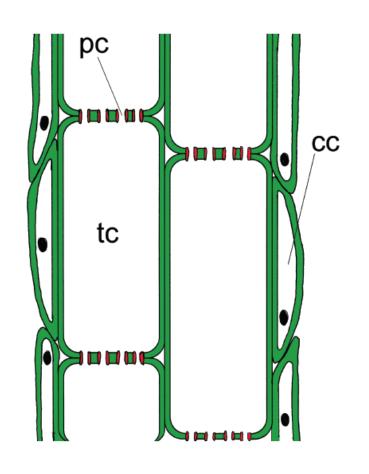
Tessuti vascolari:

I Tessuti conduttori sono formati da cellule allungate sovrapposte in file, in direzione del trasporto, le cui pareti trasversali sono spesso oblique, in modo da consentire una maggiore superficie di contatto tra le cellule della stessa fila. Allo scopo di facilitare il trasporto le parei trasversali sono caratterizzate da punteggiature o perforazioni.

Xilema



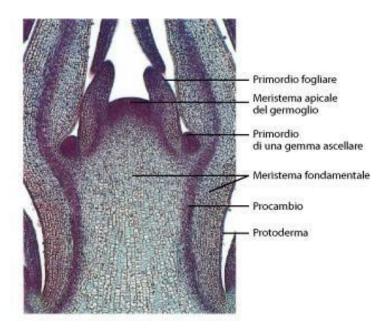
Floema

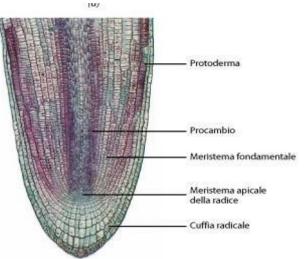


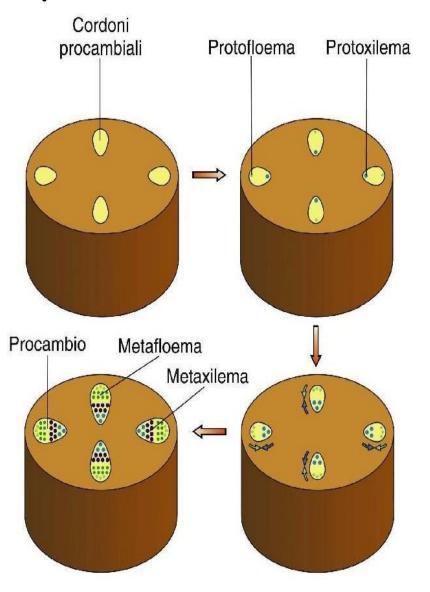
vegetale – Pasqua et al., 2025 - Piccin Editore

Tessuti vascolari:

I cordoni procambiali



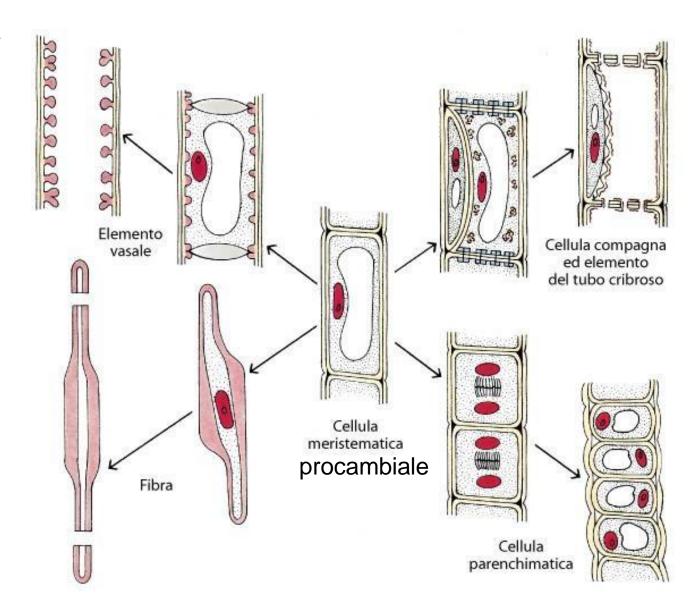




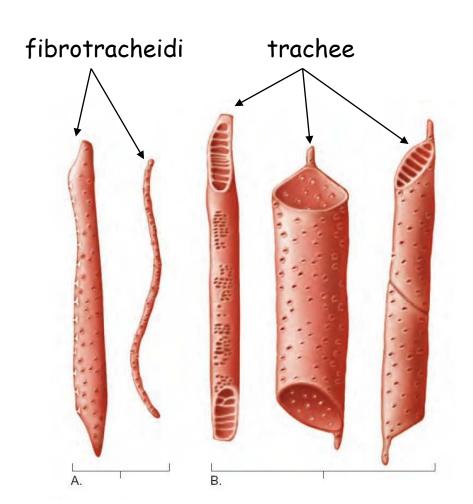
Destino differenziativo di una cellula procambiale

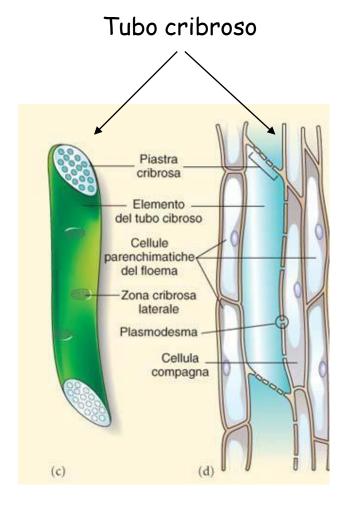
xilema

floema

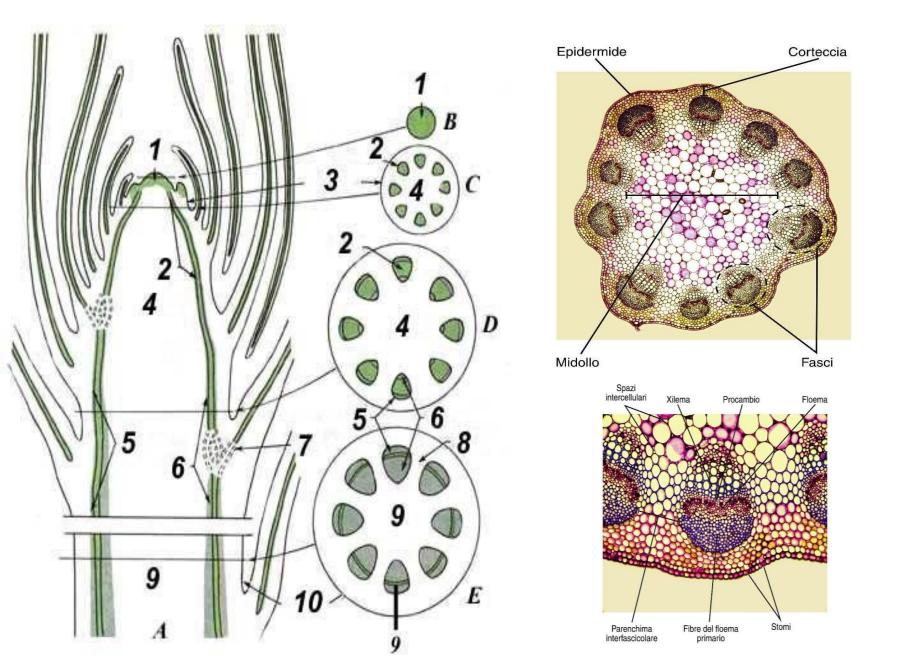


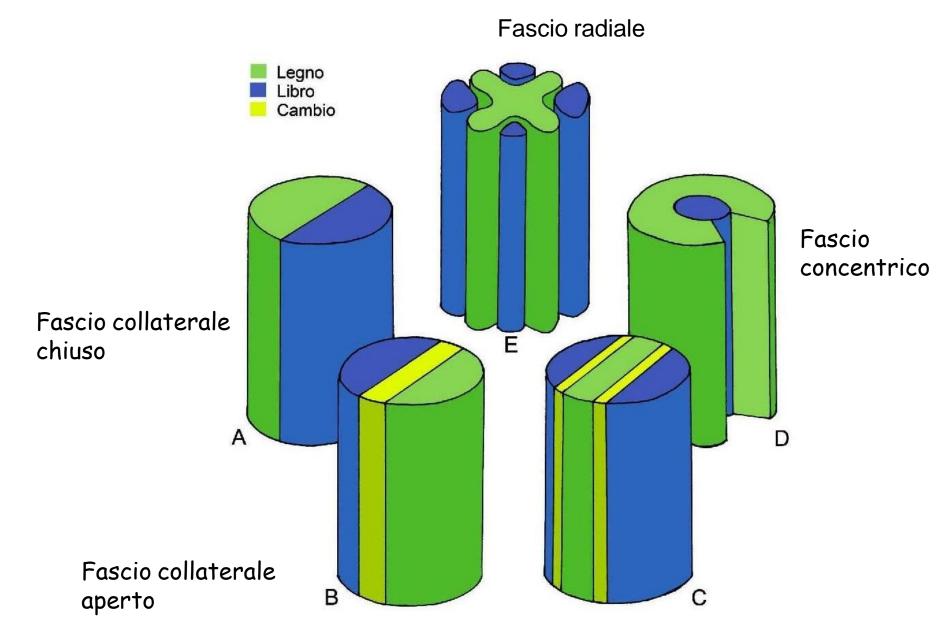
Xilema Floema





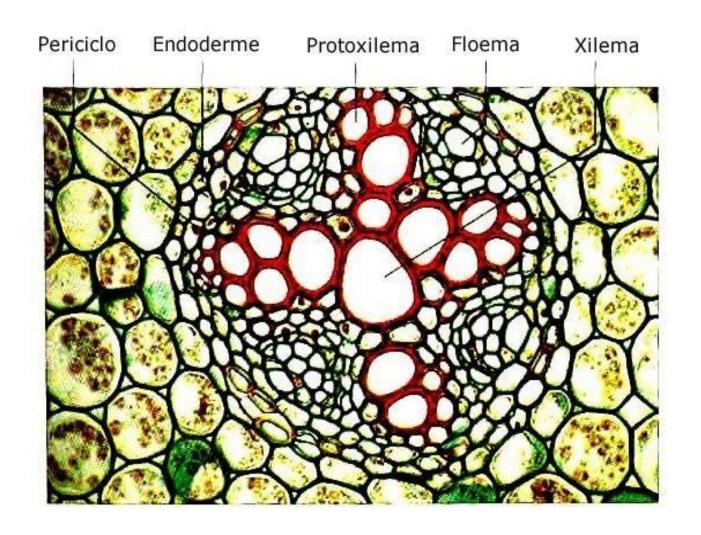
Procambio e differenziamento vascolare I



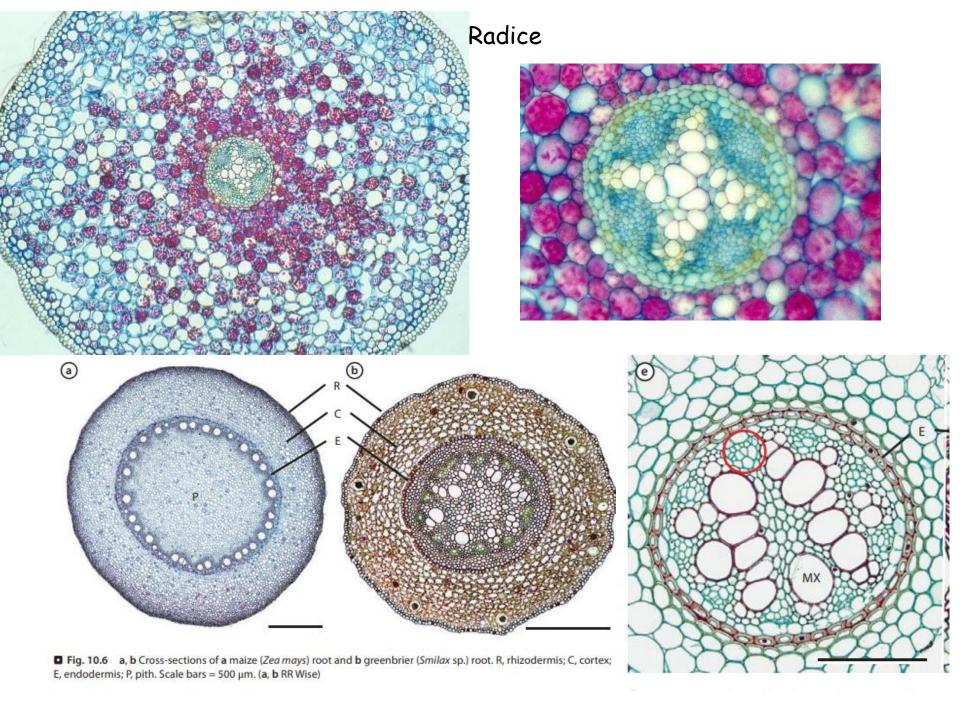


Fascio bicollaterale

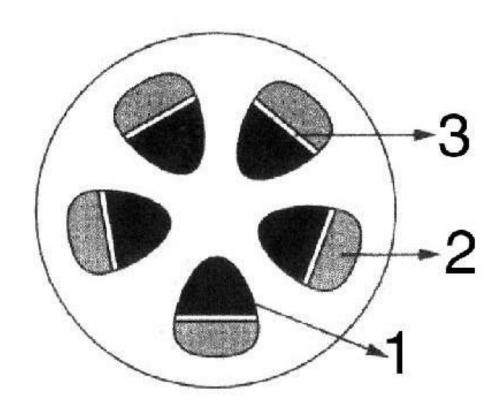
Fasci vascolari semplici



radice



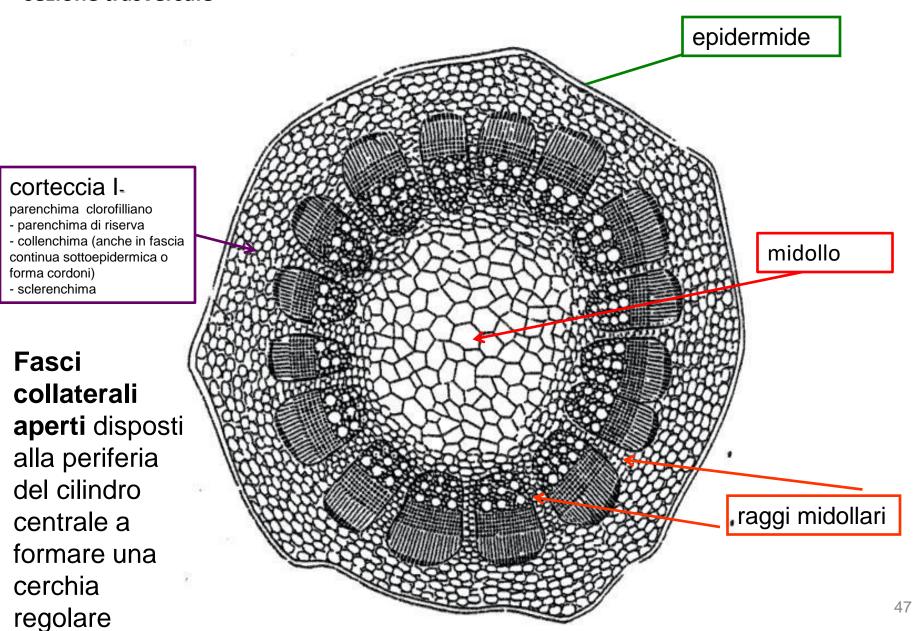
Fasci vascolari collaterali aperti - Fusto



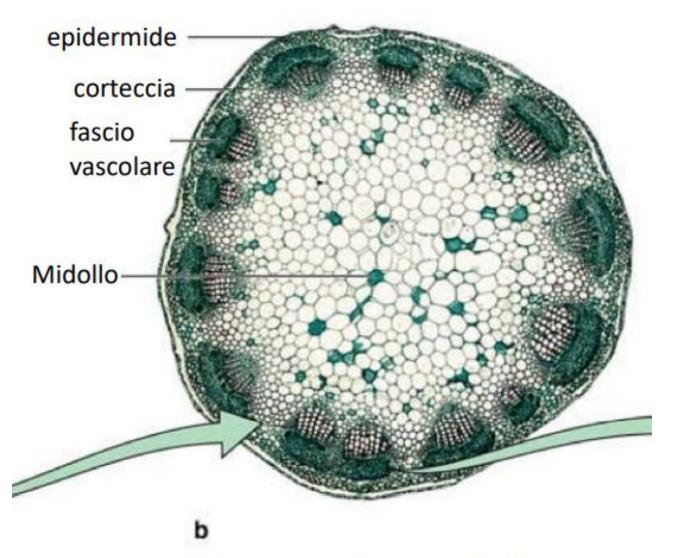
- 1 Xilema
- 2 Floema
- 3 Procambio

Fusto di dicotiledone - eustele

sezione trasversale

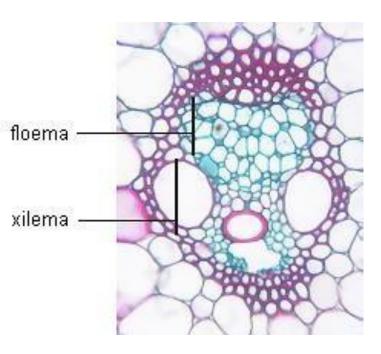


Eustele

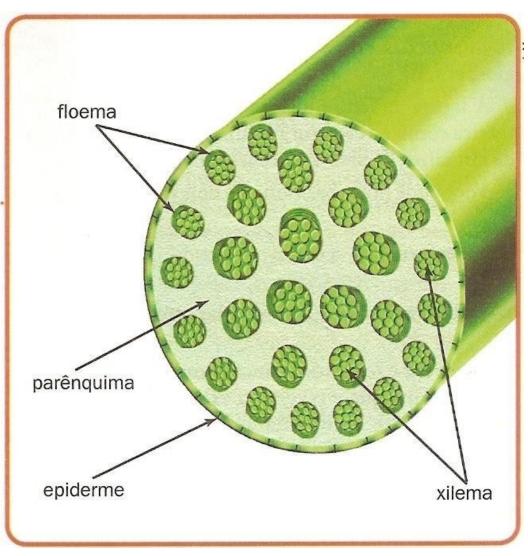


Una sezione trasversale di un fusto con un ingrandimento di

Fasci vascolari collaterali chiusi

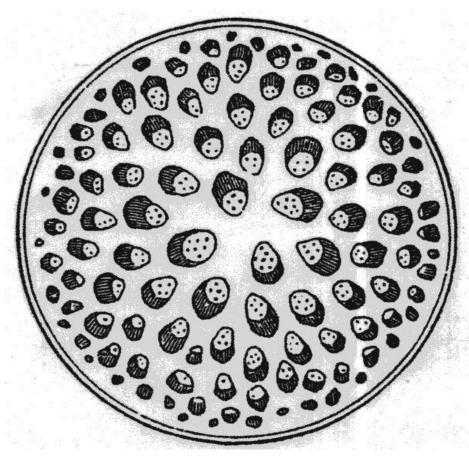


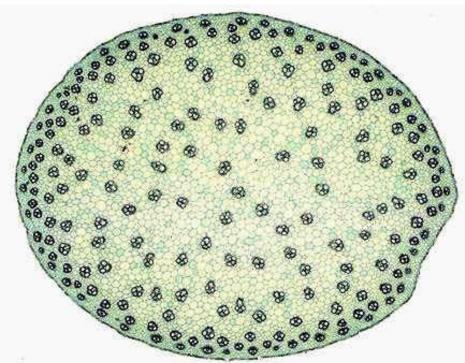
Fusto



ATACTOSTELE

Fasci collaterali chiusi, numerosi, distribuiti in tutto il cilindro centrale



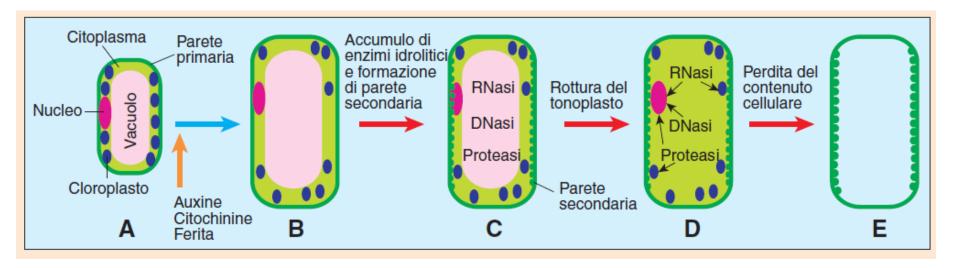


Approfondimento sui tessuti vascolari e Crescita secondaria delle piante

FIGURA 8.1.2

Eventi cellulari che avvengono durante il differenziamento delle cellule xilematiche in cellule in coltura di *Zinnia elegans*: A) cellule mesofillari; B) cellula dedifferenziata; C) vaso xilematico immaturo; D) elemento xilematico in via di formazione; E) elemento xilematico maturo.

Morte delle cellule xilematiche



I tessuti

Tessuti conduttori

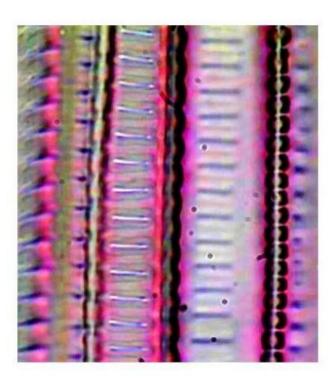
TESSUTO VASCOLARE (XILEMA) - TRACHEIDI

Pareti trasversali riccamente punteggiate e INTEGRE

Per questo motivo le tracheidi sono dette VASI CHIUSI

Lume stretto e articoli fortemente allungati





I tessuti

Tessuti conduttori

TESSUTO VASCOLARE (XILEMA) - TRACHEE

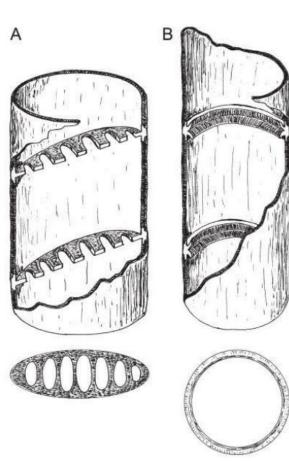
Pareti trasversali più o meno DEGRADATE

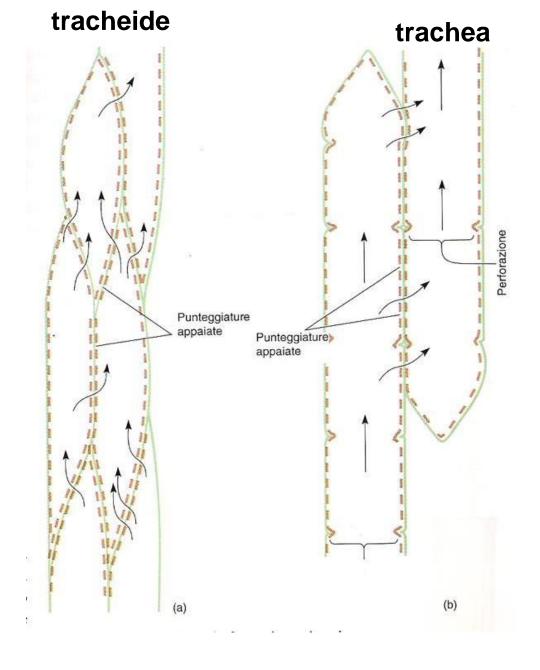
- A) Perforazione multipla
- B) Perforazione semplice

Per questo motivo le trachee sono dette VASI APERTI La sovrapposizione delle trachee crea un vaso ininterrotto

Lume largo e articoli corti







L'acqua e i sali minerali possono passare da una tracheide all'altra solo attraverso le punteggiature appaiate.

Percorso tortuoso.

In una trachea l'acqua sale attraverso le perforazioni, ma può spostarsi radialmente attraverso le punteggiature appaiate.

I tessuti

Tessuti conduttori

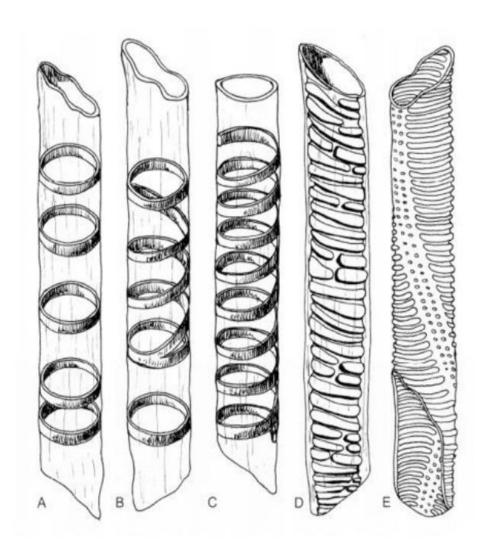
TESSUTO VASCOLARE (XILEMA)

Le pareti longitudinali degli articoli dei vasi sono irrobustite per resistere alla pressione negativa che si determina nell'evapotraspirazione e nel richiamo dell'acqua dal suolo.

La parete primaria è sottile e non lignificata La parete secondaria è inspessita in modo non uniforme

Sulla base dell'inspessimento possiamo distinguere:

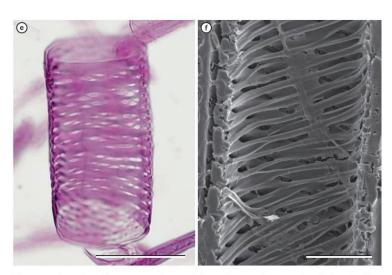
- A) Vasi anulati tipici di organi giovani ancora in crescita
- 3) Vasi anulo-spiralati anelli lignificati alternati a spirali
- C) Vasi spiralati spirale lignificata semplice o doppia
- D) Vasi reticolati o scalariformi in organi già allungati
- Vasi punteggiati parete completamente inspessita tranne in alcuni punti detti PUNTEGGIATURE



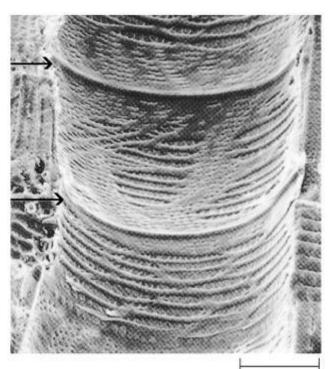
Xilema

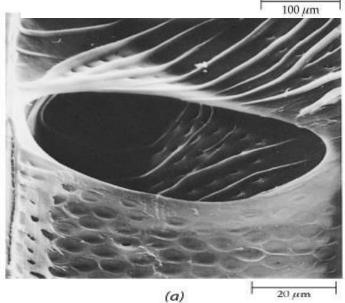






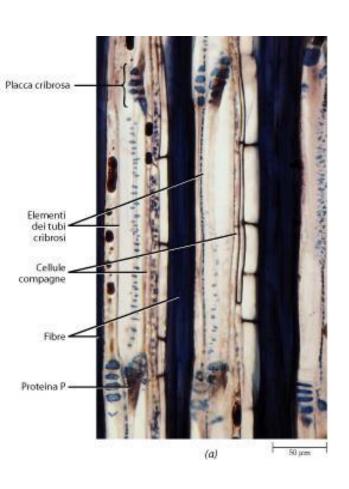
■ Fig. 7.6 e, f Reticulate wall patterning in isolated vessel elements from e Dutchman's pipe (*Aristolochia* sp.) and f honey locust (*Gleditsia triacanthos*) vessel elements. Note the multiple layers of secondary wall thickenings in the honey locust vessel element as seen in the scanning electron microscope. Scale bars = 50 µm in e and 20 µm in f. (e, f RR Wise)

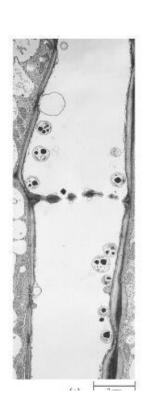




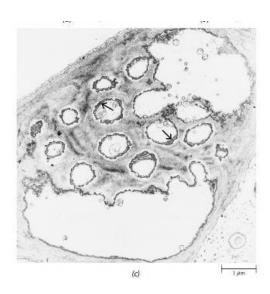
Floema

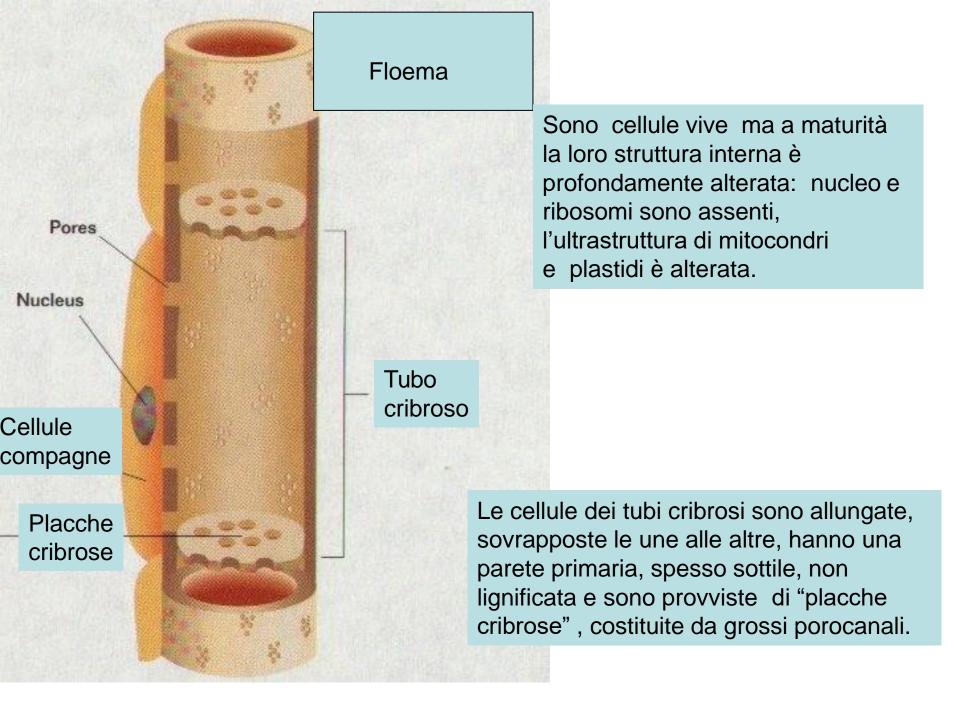
Si distinguono **cellule cribrose** (isodiametriche, più primitive, presenti nelle Pteridofite e Gimnosperme, flusso più lento) accompagnate da **cellule albuminose** e **tubi cribrosi** (allungati, più evoluti) affiancati da **cellule compagne**











I tessuti

Tessuti conduttori

TESSUTO CRIBROSO (FLOEMA) – CELLULE CRIBROSE

CELLULE CRIBROSE

Presenti in piante senza semi e gimnosperme

Singole cellule di forma allungata

Aree cribrose disposte su tutta la superficie cellulare

Pareti trasversali oblique per aumentare la quantità di aree cribrose

I tessuti

Tessuti conduttori

TESSUTO CRIBROSO (FLOEMA) – TUBI CRIBROSI

Presenti nelle angiosperme Formati da cellule allungate sovrapposte

Le aree cribrose sono diseguali e aumentano per numero e dimensione in corrispondenza delle pareti trasversali dove si determina una PLACCA CRIBROSA

Solitamente la placca è perpendicolare alle pareti longitudinali (PLACCHE CRIBROSE SEMPLICI), ma può essere obliqua (PLACCHE CRIBROSE COMPOSTE)

Le perforazioni delle placche sono tappezzate di un polisaccaride detto CALLOSIO attraverso il quale passano i cordoni citoplasmatici

Generalmente i tubi cribrosi durano una sola stagione vegetativa a causa della continua deposizione di callosio

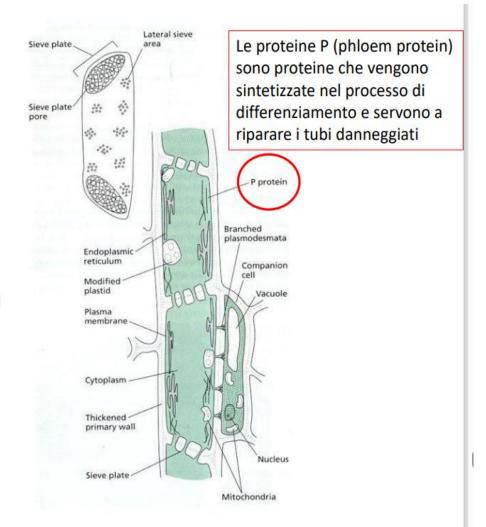
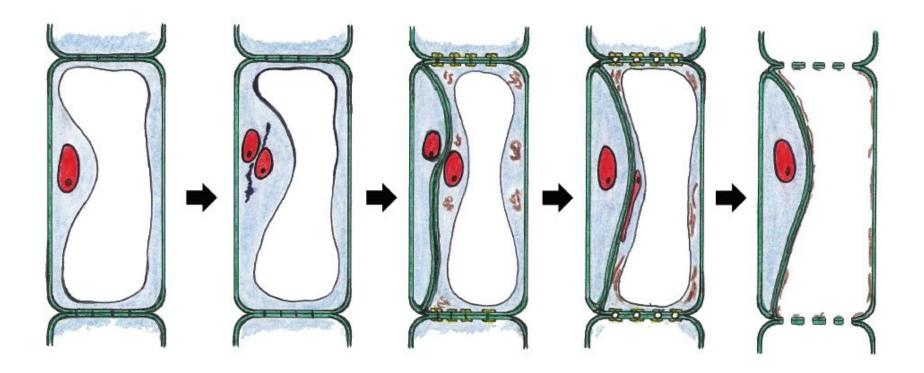


FIGURA 8.28

Divisione ineguale della cellula madre del tubo cribroso che da origine alla cellula compagna e all'articolo del tubo. Al termine del differenziamento solo la cellula compagna presenta il nucleo (disegno di R. Braglia).



Riassumendo:

I tessuti

Tessuti conduttori

FASCI CONDUTTORI

Gli elementi vascolari e cribrosi hanno una precisa distribuzione spaziale

I tessuti conduttori primari sono riuniti in FASCI

Nella composizione dei fasci subentrano collenchima e sclerenchima

FASCI VASCOLARI

- Fasci legnosi
- Xilema
- Legno

FASCI CRIBROSI

- Fasci liberiani
- Floema
- Libro

I meristemi secondari

La crescita diametrale del fusto è garantita dall'attività dei meristemi secondari: cambio cribro-vascolare e subero-fellodermico che producono i tessuti secondari: vascolari e tegumentali.

Da questa situazione di partenza....

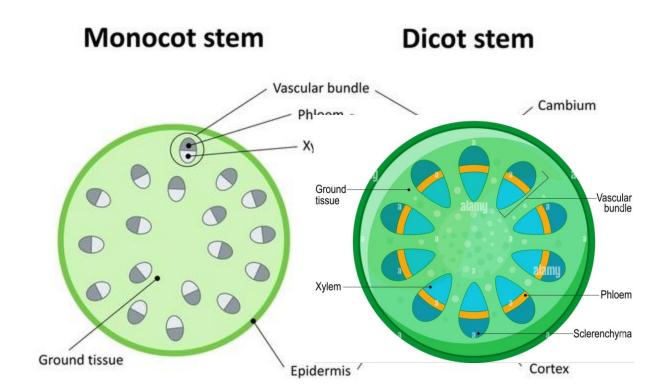
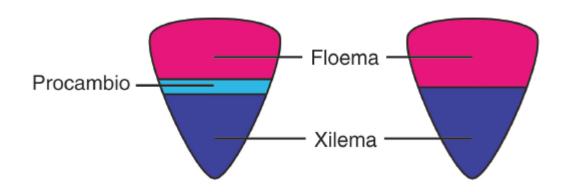


FIGURA 9.16

Schema di un fascio collaterale aperto (a sinistra) tipico delle gimnosperme ed angiosperme dicotiledoni e di un fascio collaterale chiuso (a destra) tipico delle angiosperme monocotiledoni (disegno di A. Valletta).



Monocot stem

Dicot stem

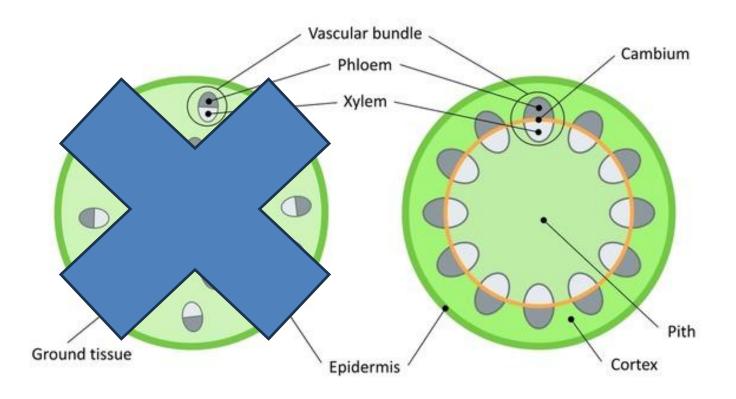
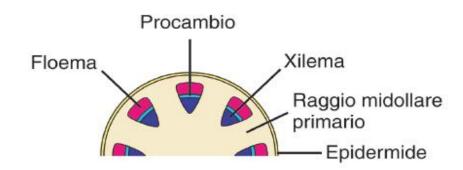
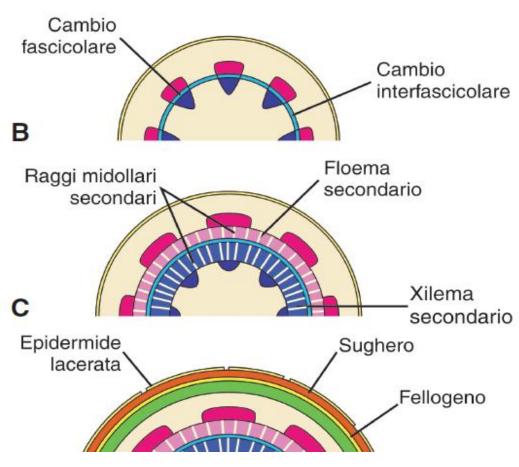


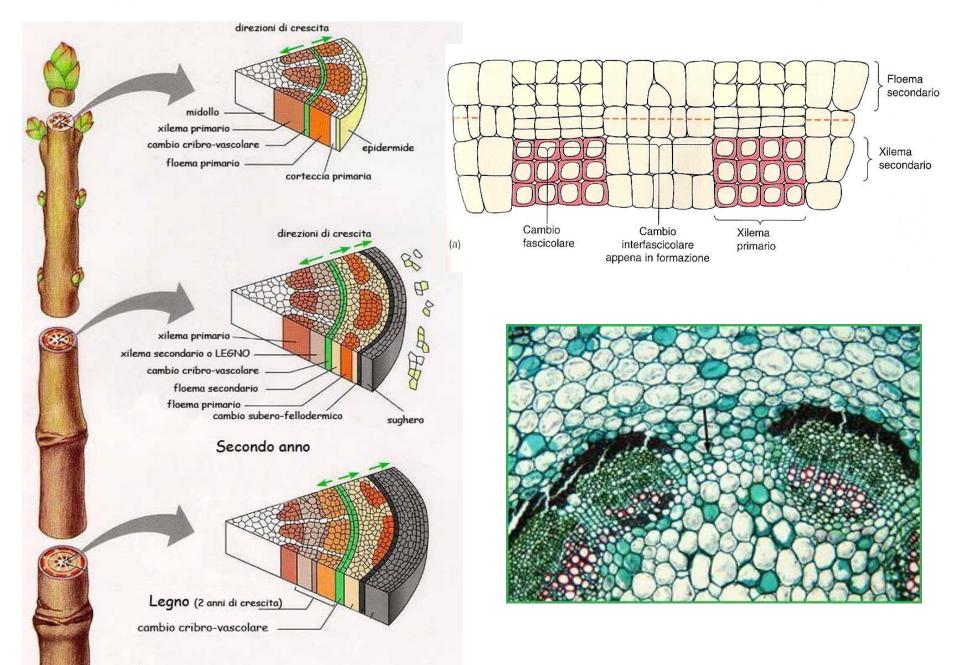
FIGURA 9.19

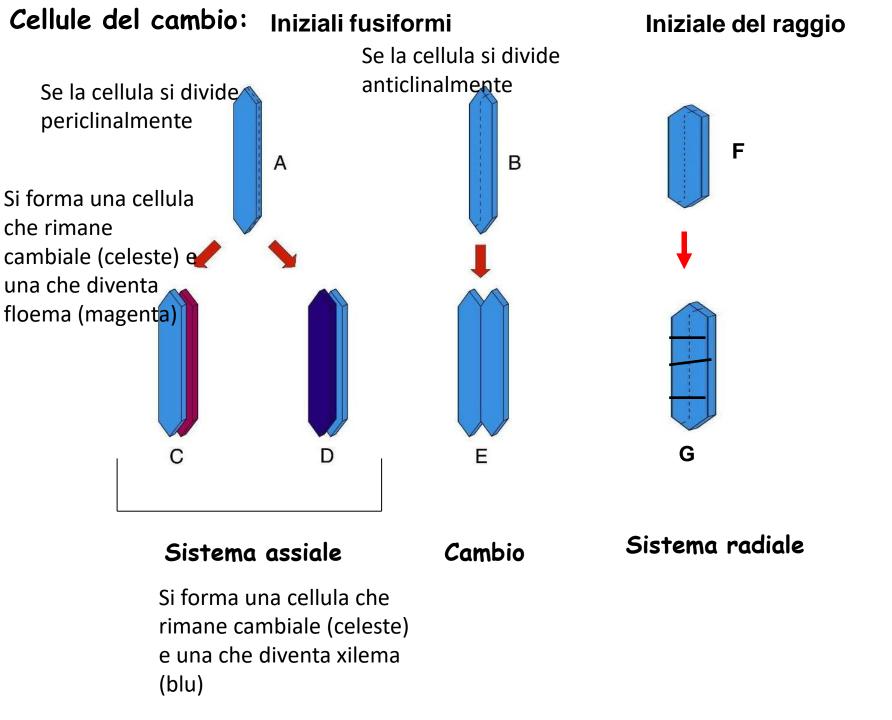
Formazione della struttura secondaria nel fusto di un'angiosperma eu-dicotiledone: A) fusto in struttura primaria; B) formazione del cambio cribro-legnoso; C) formazione dello xilema secondario e del floema secondario; (D) formazione del periderma (fellogeno + felloderma + sughero) (disegno di A. Valletta).

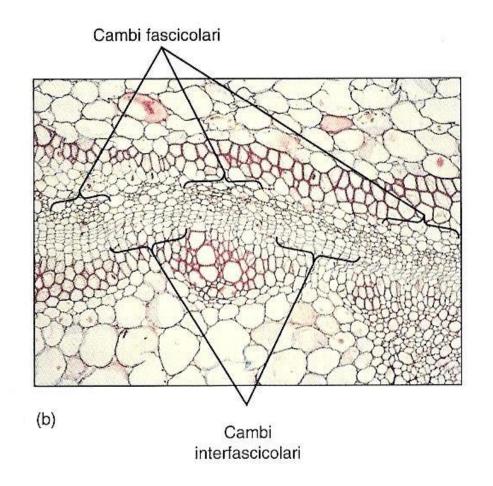


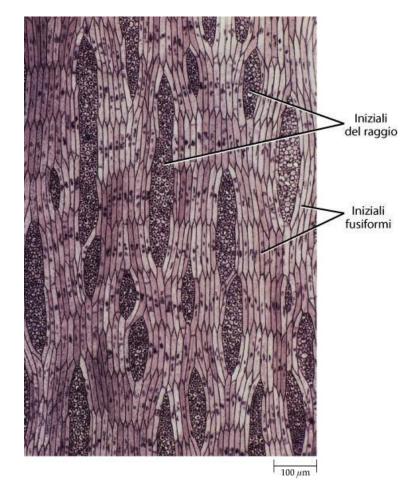


Differenziamento del sistema vascolare II del fusto

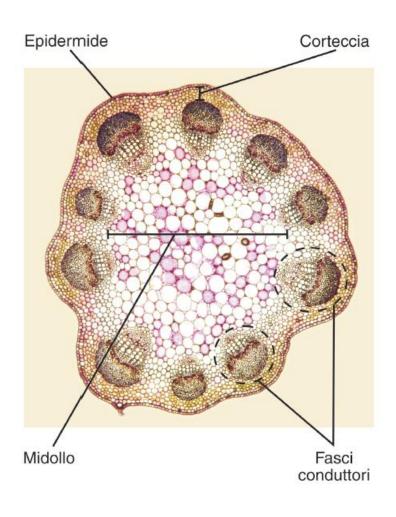


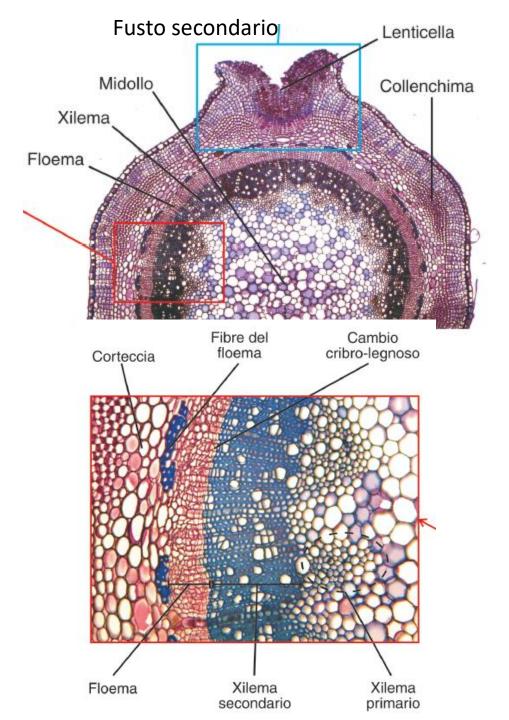






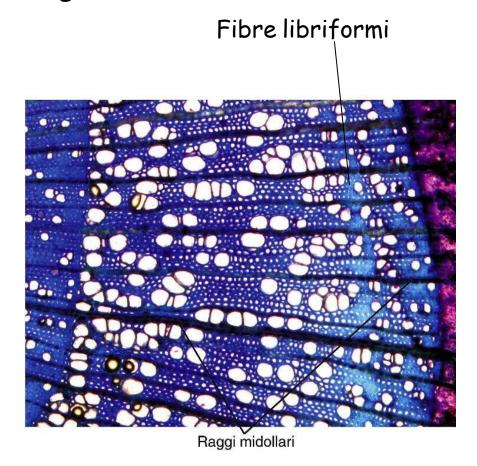
Fusto primario



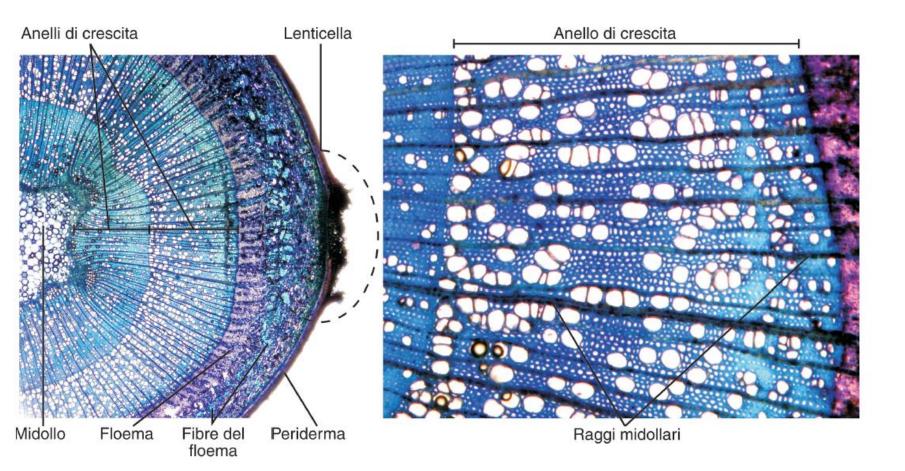


Sistema tissutale del legno eteroxilo

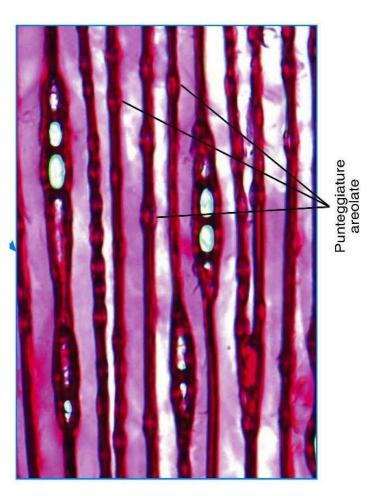
trachee fibre 50 μm trachéide



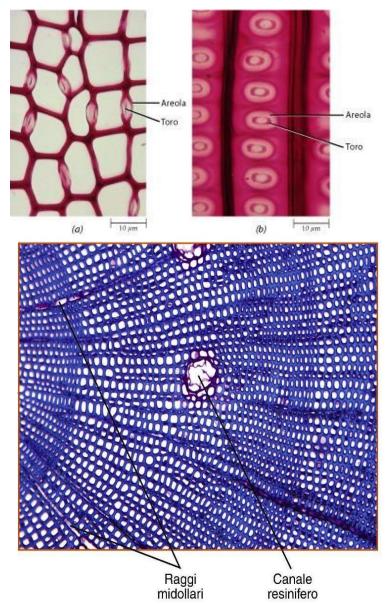
Lo xilema secondario è un sistema tissutale multicomponente

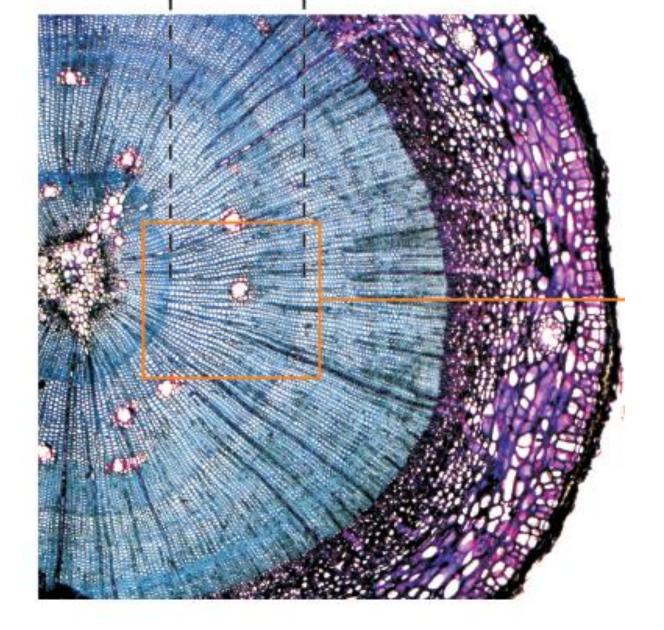


Lo xilema secondario delle Gimnosperme è composto da fibrotracheidi

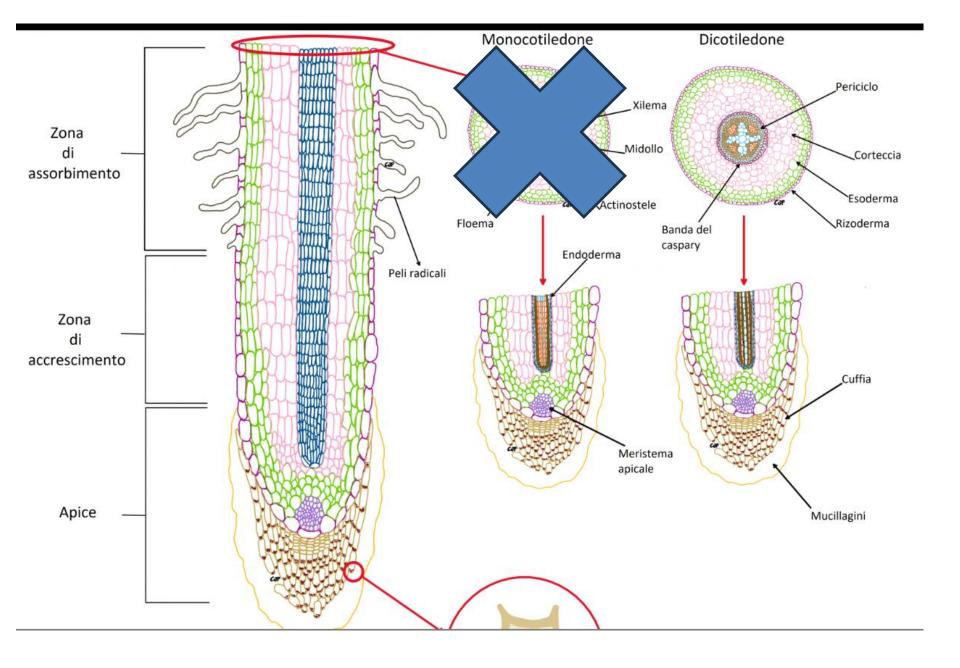


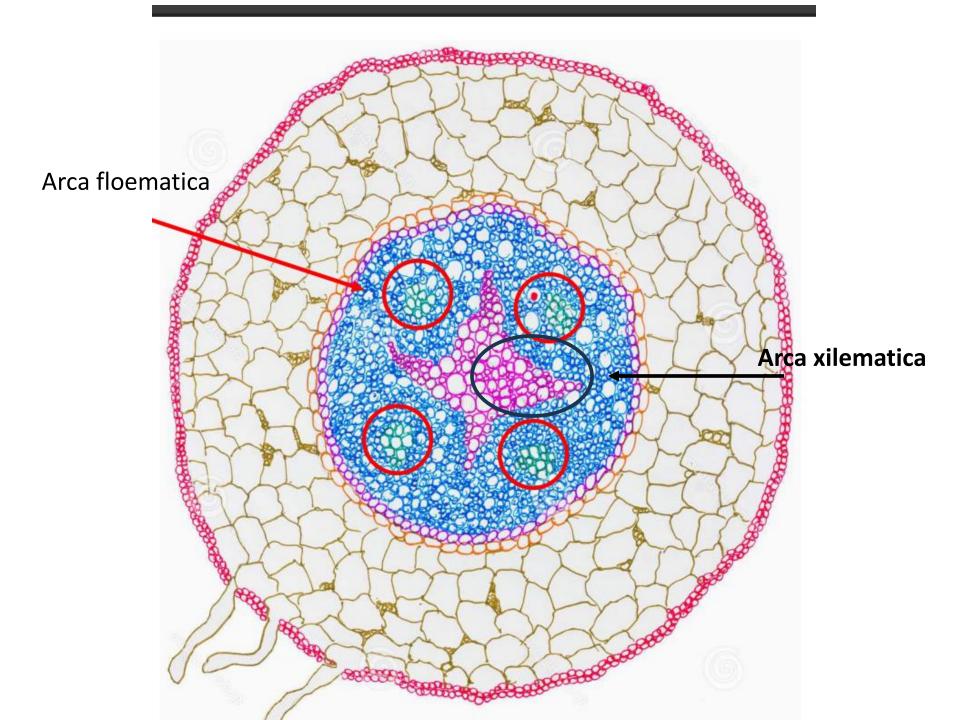
Longitudinali tangenziali











Struttura secondaria nella radice

La radice

Zona di struttura secondaria

CAMBIO CRIBRO-LEGNOSO

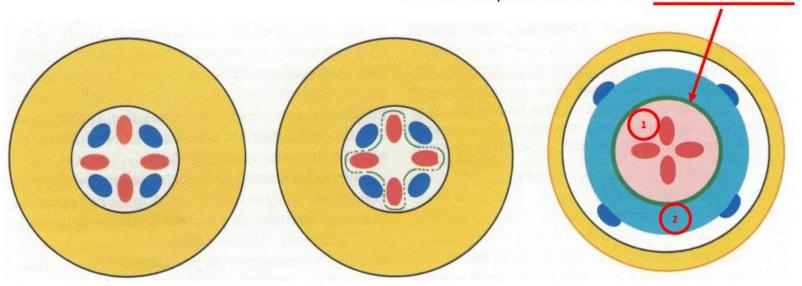
Il cambio cribro-legnoso inizia la sua attività e determina la formazione di:

XILEMA SECONDARIO (all'interno)

FLOEMA SECONDARIO (all'esterno)



L'attività iniziale del cambio è sbilanciata verso la formazione di xilema secondario, in corrispondenza delle arche floematiche, in modo da passare alla forma di ANELLO CAMBIALE

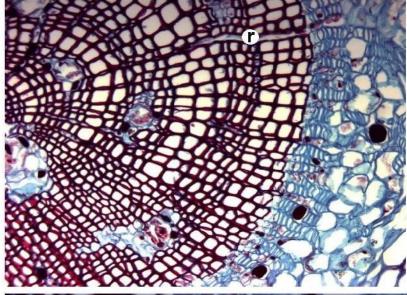


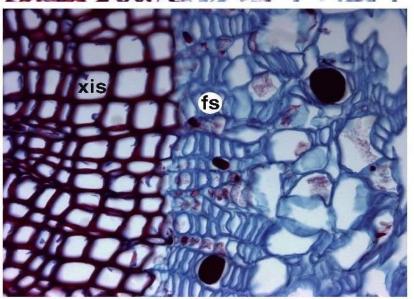
Cambio cribro- vascolare della radice: la sua formazione è diversa da quella del fusto

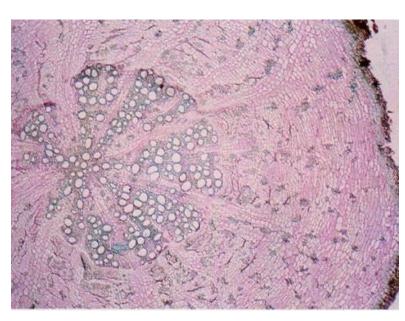
radice

Legno omoxilo

Legno eteroxilo

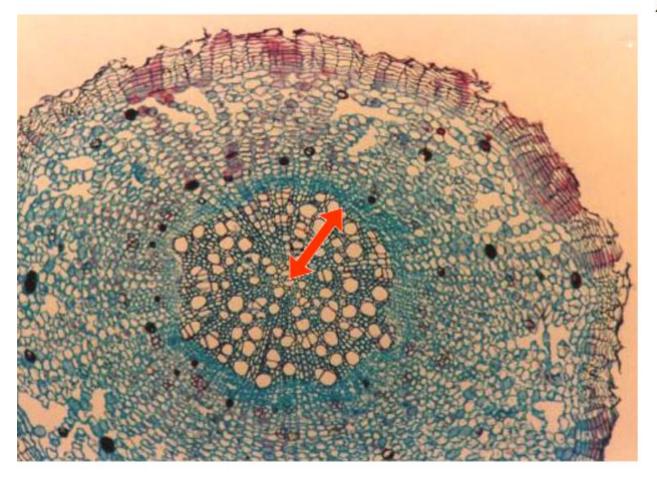




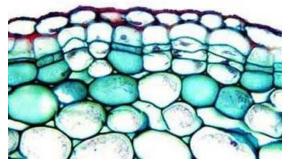


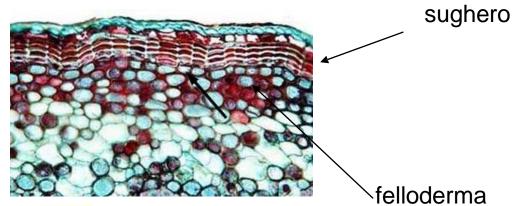


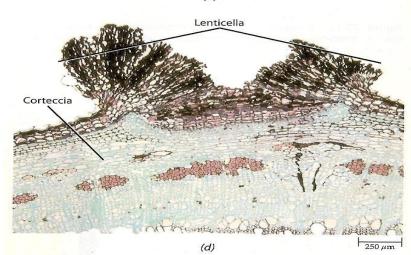
Xilema secondario



Cambio subero fellodermico produce il periderma







Il fusto

Zona di struttura secondaria

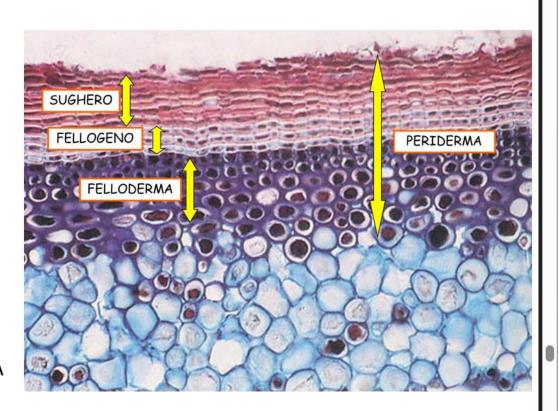
CAMBIO SUBERO-FELLODERMICO

Analogamente al cambio cribro-legnoso, il cambio subero-fellodermico mostra un'attività DIPLEURICA.

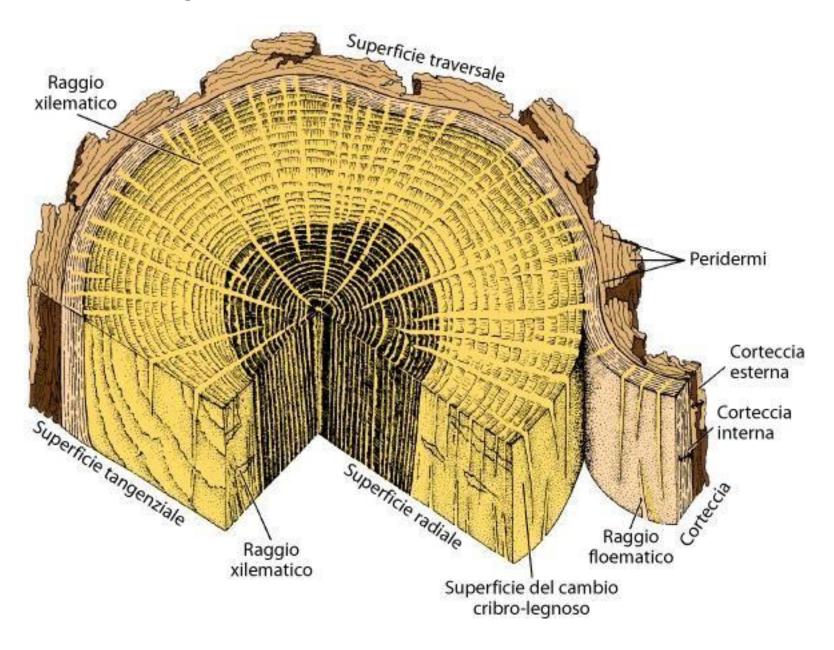
Nello strato interno al cambio si differenzia un tessuto detto FELLODERMA

Nello strato esterno al cambio si differenzia il SUGHERO

Il complesso SUGHERO+FELLOGENO+FELLODERMA Prende il nome di: PERIDERMA



Tessuto tegumentale secondario

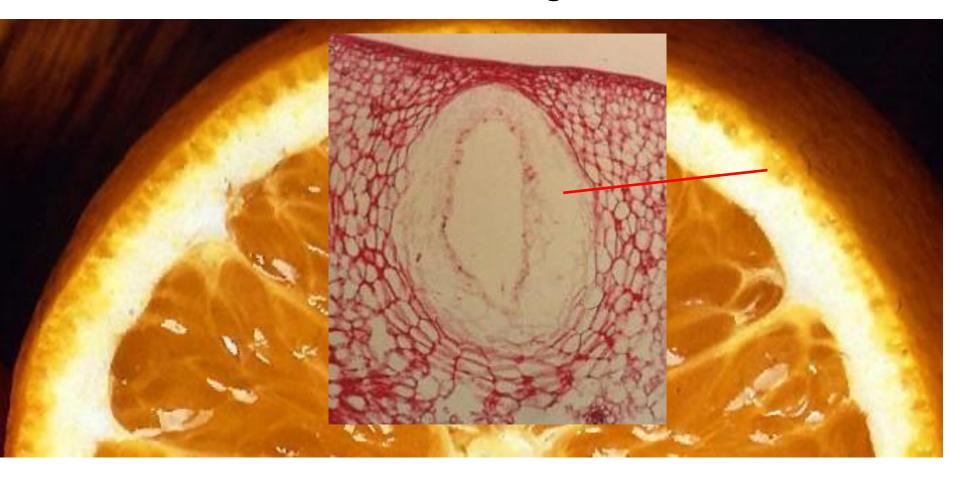


Tessuti secretori

Sono formati da cellule specializzate per la secrezione di: Secreti gassosi, Resine, Latice, Enzimi.

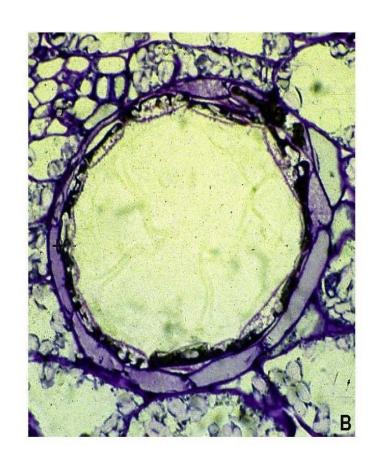
- -Tessuti secretori veri e propri: immagazzinano le sostanze sintetizzate nei vacuoli
- Tessuti ghiandolari: accumulano all' esterno le sostanze prodotte
- -Idioblasti secretori sono cellule isolate differenti per struttura e funzione: riversano le sostanze prodotte nei vacuoli.

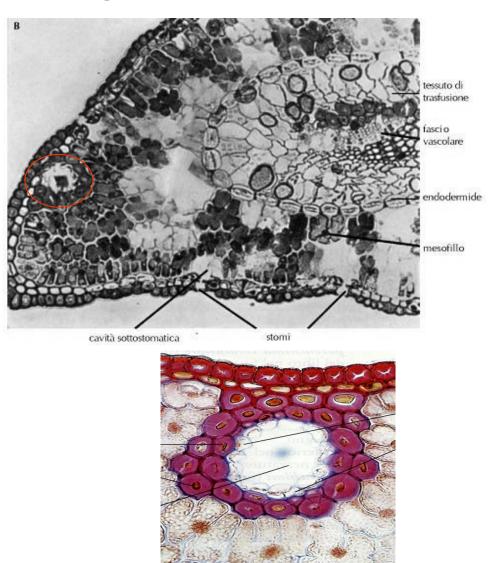
Tasche lisigene



Nel pericarpo (buccia) degli agrumi si formano tasche lisigene ripiene di oli essenziali. In seguito alla lisi cellulare, globuli oleosi confluiscono in un'unica massa nelle cavità lasciate dalle cellule.

Tasche o canali schizogeni





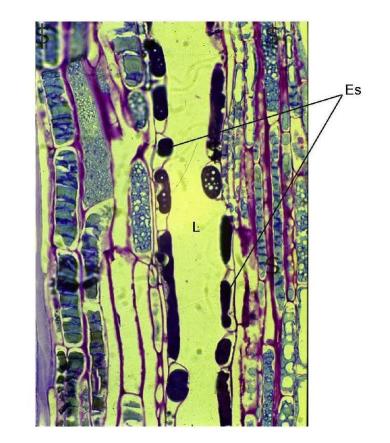
Canale della resina

Canali o dotti secretori, schizogeni e lisigeni

Sono strutture allungate con un epitelio secernente che circonda uno spazio detto lume.

Il lume del dotto può formarsi per lisi, lisogeno, o per distanziamento delle cellule, schizogeno.

Se i canali secretori producono resine, come nelle conifere, si definiscono dotti resiniferi, se producono gomme sono detti dotti gommiferi.



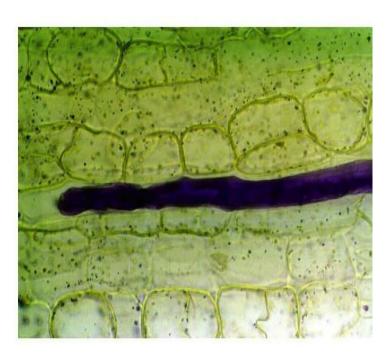
Canale secretore di fusto, con cellule epiteliali secernenti

Il sistema secretore vegetale permette alla pianta di interagire con l'ambiente esterno tramite messaggeri chimici

- piante e piante (es. inibitori della crescita di altre piante);
- piante ed animali (fragranze di richiamo di insetti impollinatori, sostanze velenose di protezione contro erbivori);
- piante e suolo (secrezione di cloruro di sodio in piante alofile).

Laticiferi

I laticiferi sono singole cellule allungate o file di cellule specializzate nel produrre latice.



Laticifero nel fusto di Euphorbia caracias (in viola sono colorati i terpeni)



Hevea brasiliensin

Politerpeni in forma di emulsione costituiscono un latice di colore generalmente bianco accolto in un sistema di cellule tubulari ramificate definite tubi laticiferi.

Il latice contiene la gomma naturale

