

CELLULE E TESSUTI VEGETALI

Argomenti della lezione

Tessuti Vegetali

Meristematici

Fondamentali

Conduttori

Tegumentali

Teoria cellulare

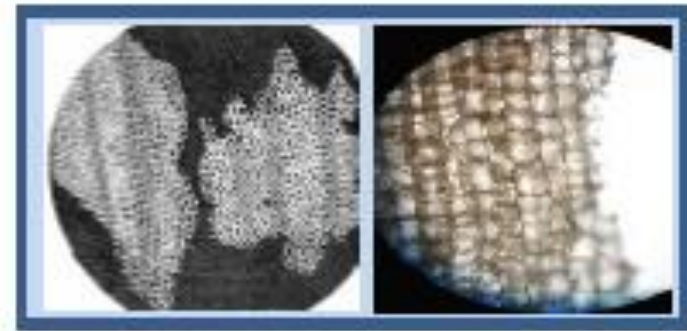
1665: Robert Hooke osservò, in sottili fettine di sughero, elementi di forma regolare che chiamò cellule “*piccole stanze*”, perché avevano l’aspetto di piccole scatole

Anton Van Leeuwenhoek osservò per primo delle cellule viventi che chiamò “*animalcules*”

Scoperto nel
XVII secolo



Gerard Karp
EdiSES Biologia Cellulare e Molecolare
EdiSES

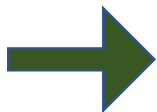


Sezione di sughero

Cellule di sughero

Foto dal Web

1838: Matthias Schleiden concluse che “tutte le piante sono aggregati di esseri individuali, indipendenti e separati, vale a dire le cellule stesse”



Tutti gli organismi sono composti da cellule

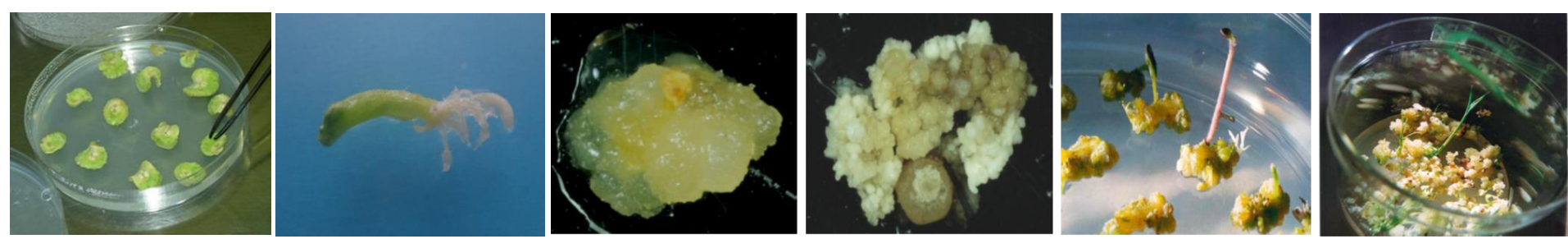
Teoria cellulare in forma *moderna*

- 1) Tutti gli organismi sono composti da una o più cellule ed i processi della vita (metabolismo ed ereditarietà) avvengono all'interno di queste
- 2) Le cellule sono le entità viventi più piccole, le unità base dell'organizzazione di tutti gli organismi
- 3) Le cellule si originano solo dalla divisione di cellule preesistenti

TOTIPOTENZA

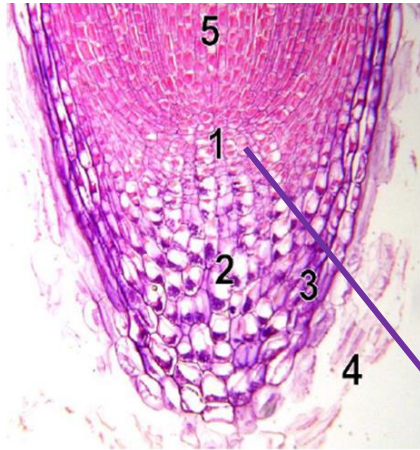
La cellula vegetale ha la capacità di riprogrammare il proprio destino

I tessuti differenziati (specializzati) possono regredire allo stato indifferenziato
(la coltura *in vitro* induce la perdita del programma differenziativo)



Lo sviluppo della pianta avviene dopo la formazione dell'embrione, lungo l'asse longitudinale di crescita apice-base come conseguenza dell'attività dei meristemi, apicale del germoglio a un'estremità e apicale della radice all'altra

I meristemi sono tessuti o popolazioni di cellule che conservano la capacità di dividersi per lungo tempo, producono cellule che danno origine a radici, fusto, foglie e fiori della pianta adulta: la crescita delle piante avviene nei meristemi



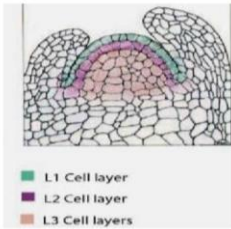
1. Cellule meristematiche
2. Columella (statociti con statoliti)
3. Cellule periferiche
4. Cellule morte
5. Zona di distensione

Lo sviluppo post-embrionale delle piante dipende dal mantenimento dell'apice vegetativo (SAM = Shoot Apical Meristem) e dell'apice radicale (RAM = Root Apical Meristem)

SAM: produce cellule per il continuo sviluppo di nuovi organi (fusto, foglie, fiore e frutto)

RAM: produce cellule per lo sviluppo della radice

Le cellule dei meristemi apicali del germoglio e della radice producono cellule nuove per la formazione degli organi e sono quindi pluripotenti



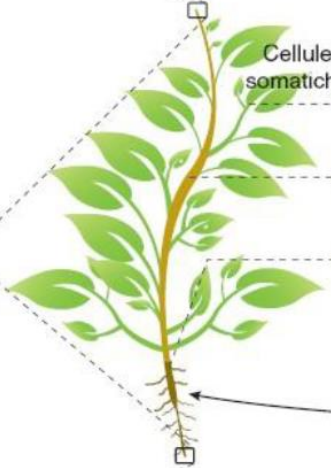
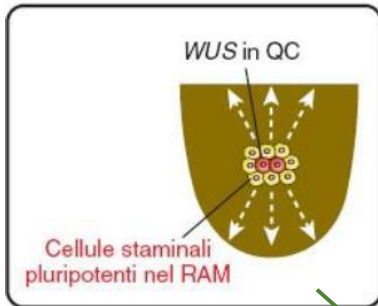
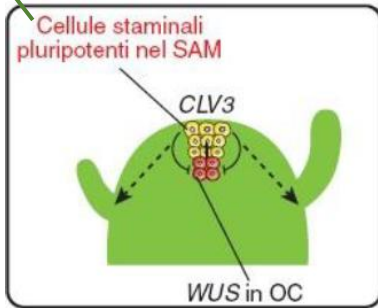
I diversi strati comunicano tra loro per coordinare il differenziamento

Tre distinti strati di cellule

L1: porta alla formazione di strato epidermico

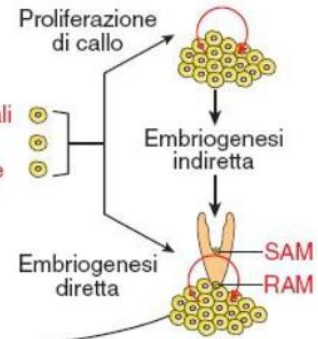
L2: Subepidermico

L3: lo strato più interno

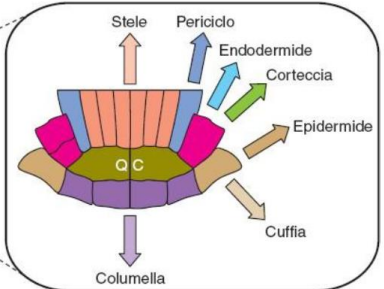
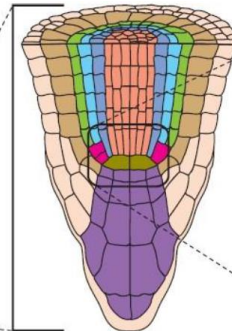


Segnale di induzione

Cellule staminali totipotenti embriogeniche

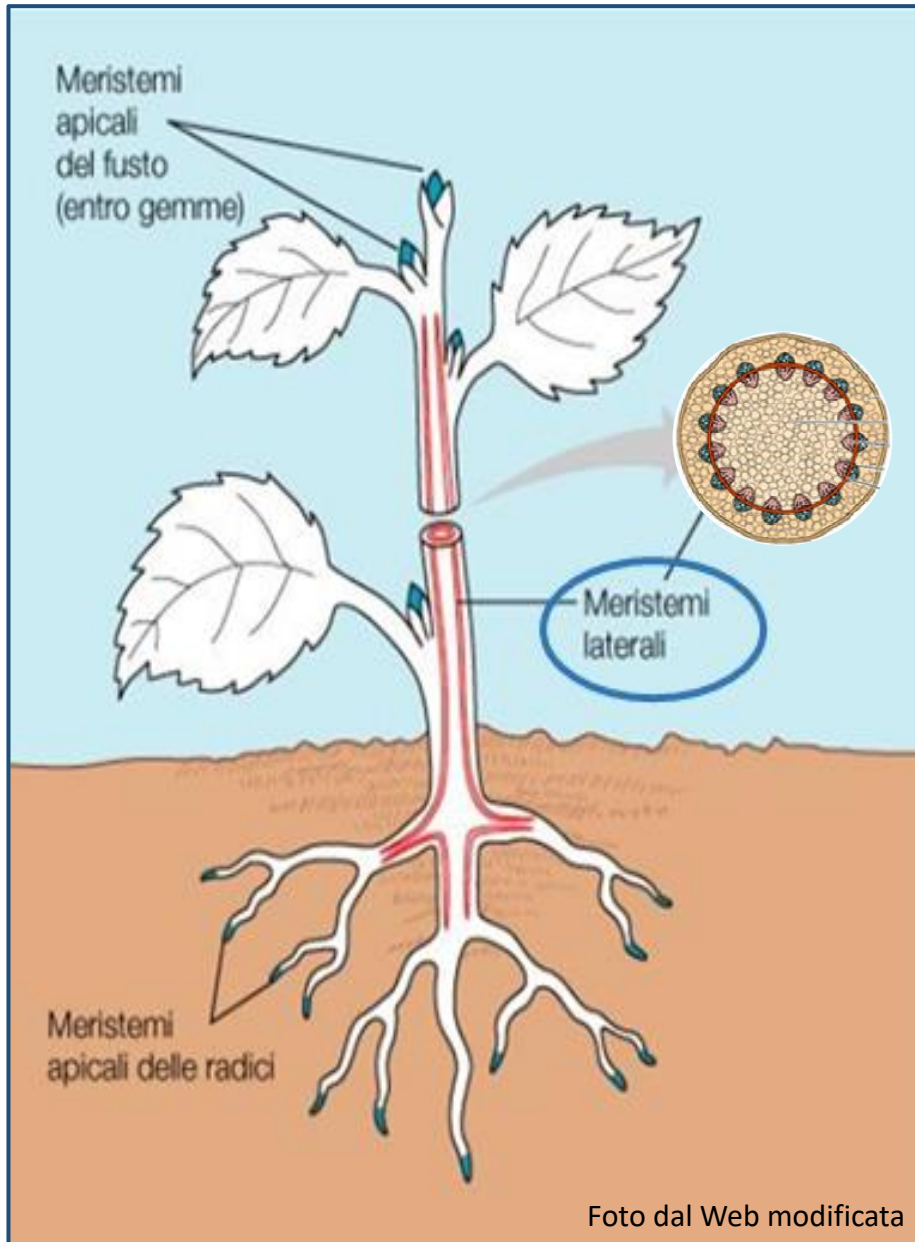


Sviluppo della pianta



TESSUTI MERISTEMATICI

cellule indifferenziate e in continua divisione



Meristemi apicali: localizzati all'estremità del **fusto**, della **radice** e a livello delle **gemme ascellari**



*accrescimento primario
(in lunghezza)*

Meristemi laterali: localizzati nel **fusto** e nella **radice** (es. cambio cribro-vascolare)



*accrescimento secondario
(in spessore)*

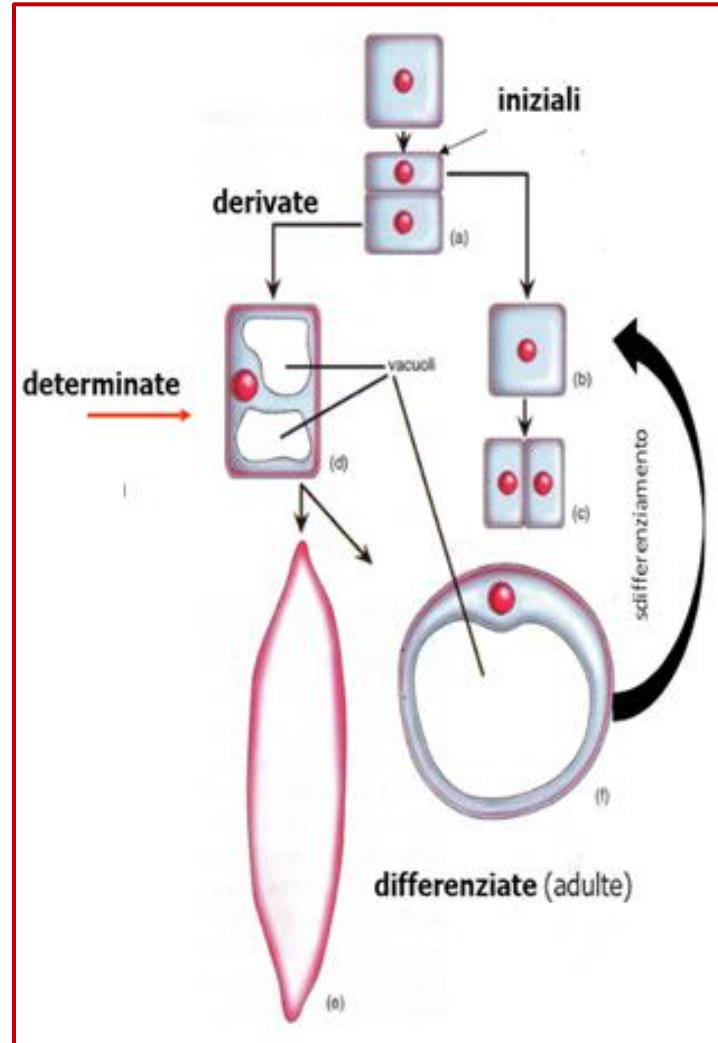
Cellule INIZIALI

mantengono il meristema sempre giovane
(fonte continua di nuove cellule)

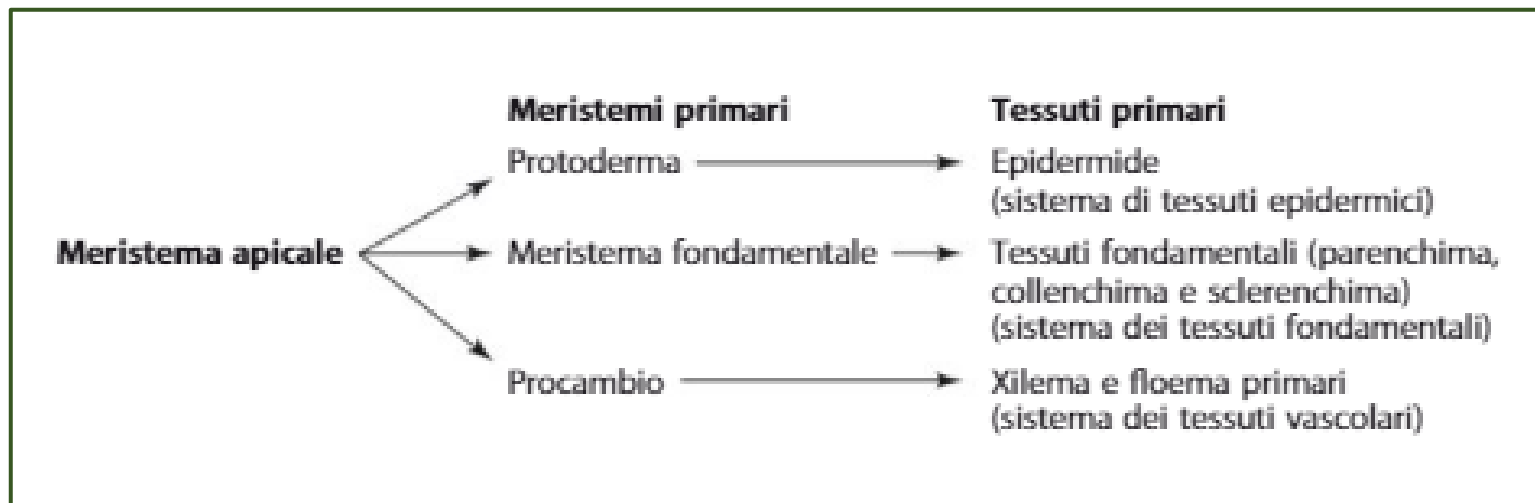


cellula derivata
continua divisione prima
di differenziarsi

cellula iniziale
resta meristemica



I meristemi PRIMARI si formano durante l'embriogenesi per attività dei meristemi apicali
Parzialmente differenziati, restano meristemati per un certo tempo prima di differenziarsi nelle cellule specifiche dei tessuti primari

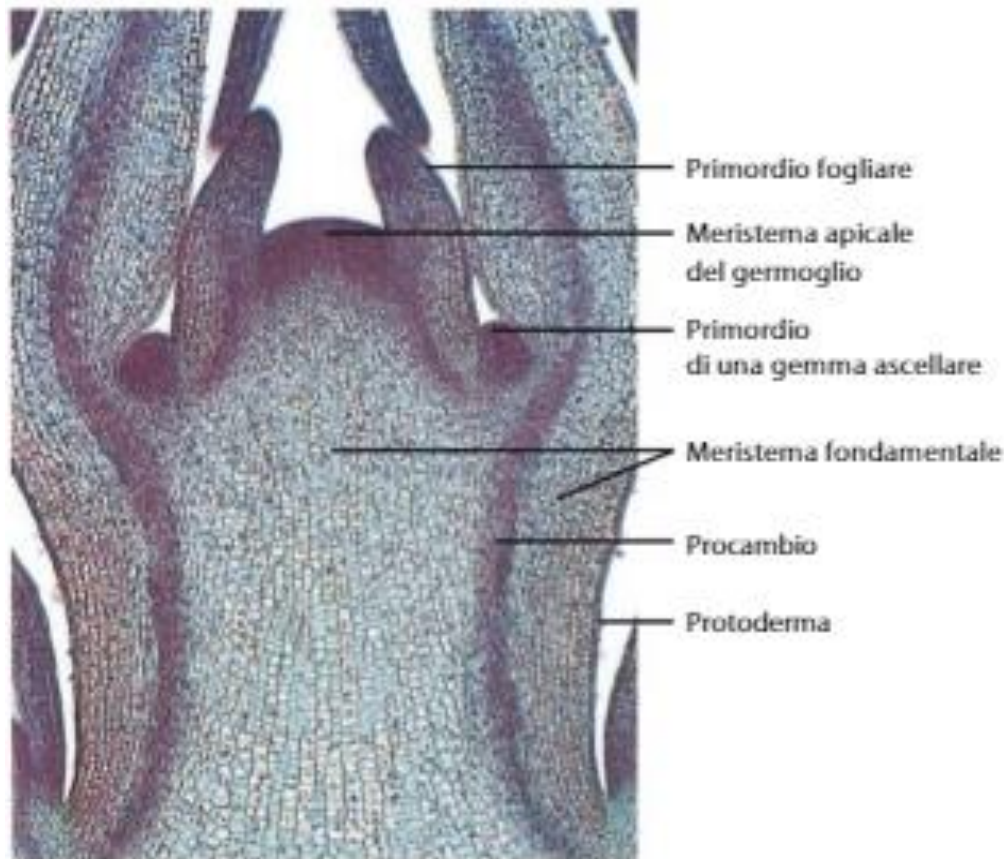


accrescimento in lunghezza della pianta

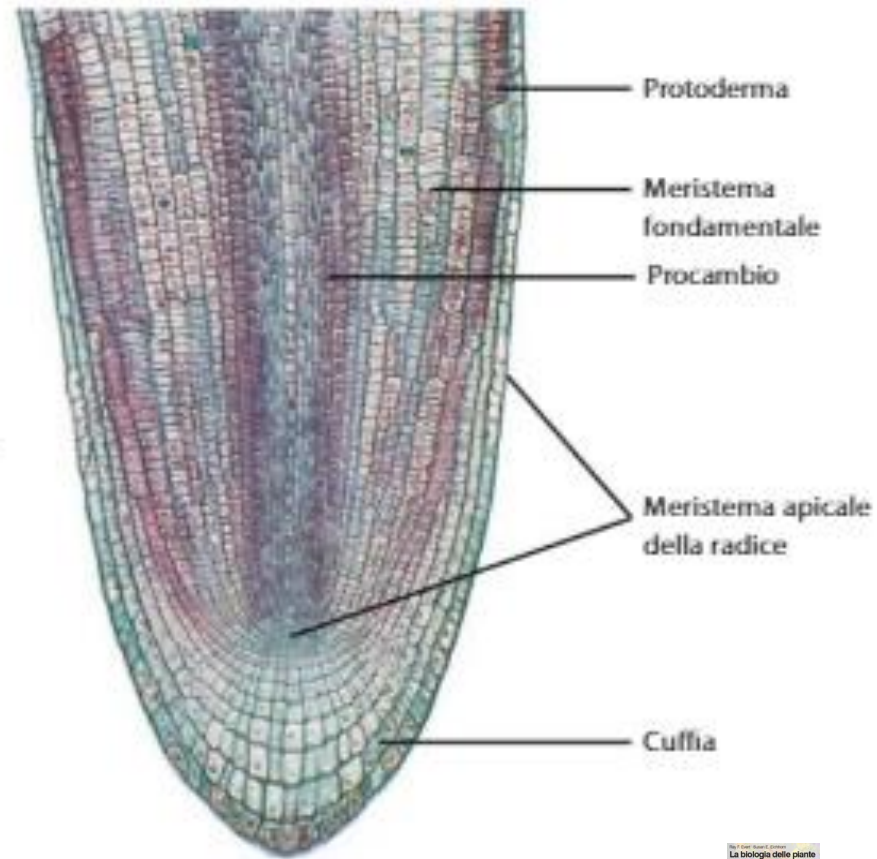
Crescita Primaria

Corpo primario della pianta

L'attività meristemica è continua per tutta la vita della pianta: *crescita INDETERMINATA*



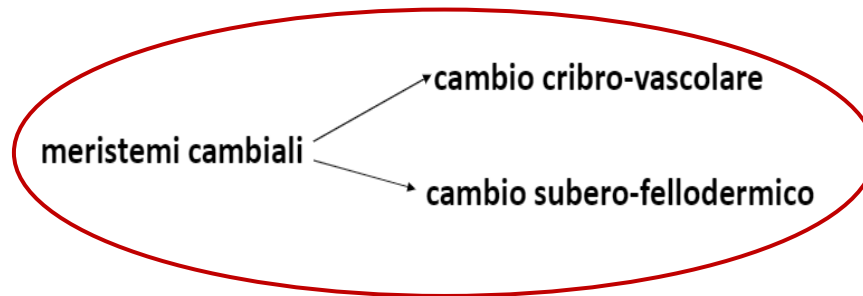
Apice del germoglio



Apice della radice

Plasticità di sviluppo: permette alla pianta di "muoversi"
(si curva in direzione della luce o produce più radici in cerca di acqua)

I meristemi laterali si formano per de-differenziamento di cellule adulte e sono responsabili della crescita in spessore della pianta

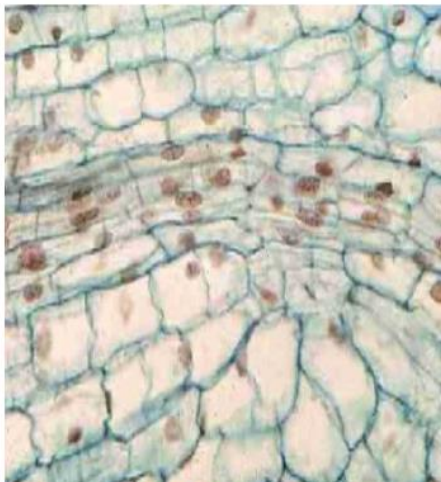


meristemoidi

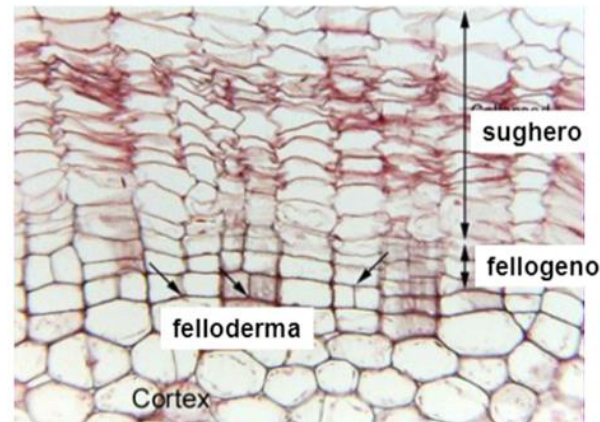
singole cellule che ritornano allo stato embrionale per originare peli pluricellulari e apparati stomatici.

meristemi avventizi

cellule che si sdifferenziano per originare radici avventizie e tessuti cicatriziali.



cambio cribro-vascolare



cambio subero-fellodermico

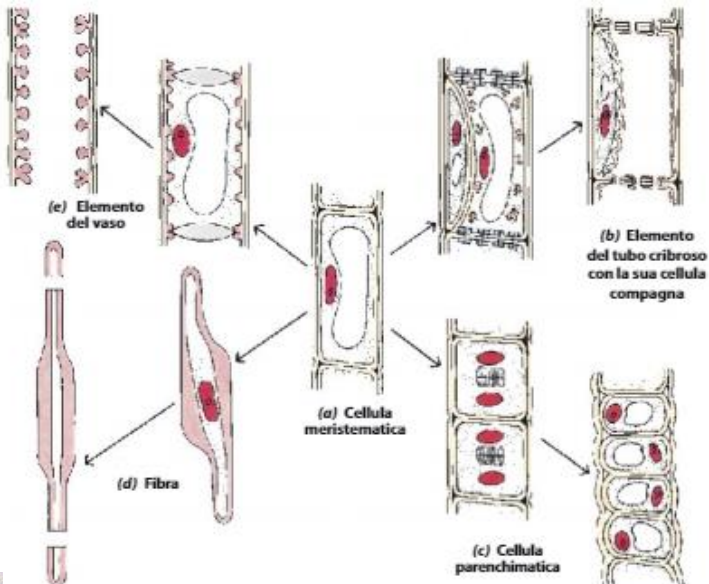
Sviluppo della pianta

determinato da fattori ambientali: lunghezza del periodo di luce, intensità e qualità della luce, forza di gravità

Crescita: aumento irreversibile delle dimensioni (divisione e accrescimento cellulare), gran parte della crescita di una pianta è determinata dall'espansione cellulare

Morfogenesi: acquisizione di una particolare forma o morfologia

Differenziamento: cellule geneticamente identiche si diversificano tra loro e dalle cellule meristematiche che le hanno originate; dipende dal controllo dell'*espressione genica* (è successivo alla morfogenesi ed inizia quando la cellula si sta espandendo)



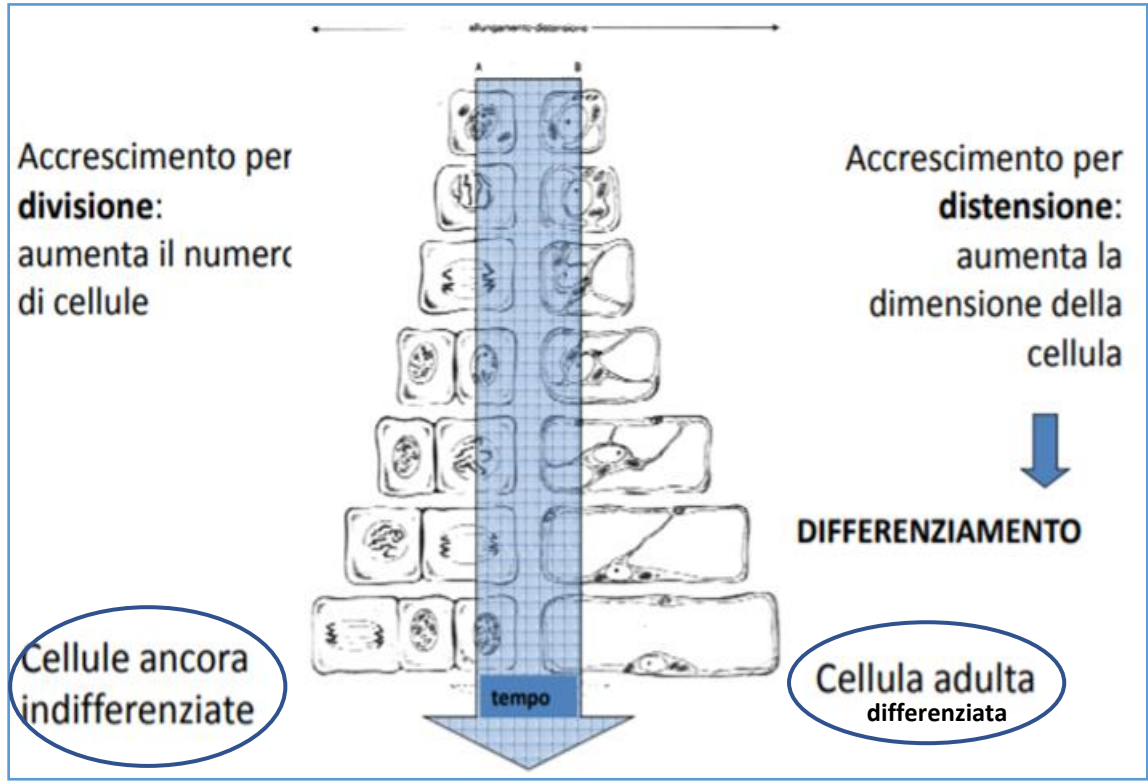
Il destino di una cellula vegetale (il tipo che diventerà) è determinato dalla sua posizione finale nell'organo in via di sviluppo

Una cellula indifferenziata "spostata" in un tessuto diverso, si differenzierà nel tipo cellulare specifico per la sua nuova posizione (tessuto/organo)

Differenziamento cellulare

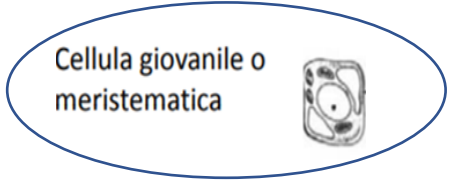
(formazione di tipi cellulari diversi)

aumenta il potenziale di crescita; non varia il volume di una struttura



Il vacuolo si espande e diventa l'organulo più voluminoso

controllo espressione genica

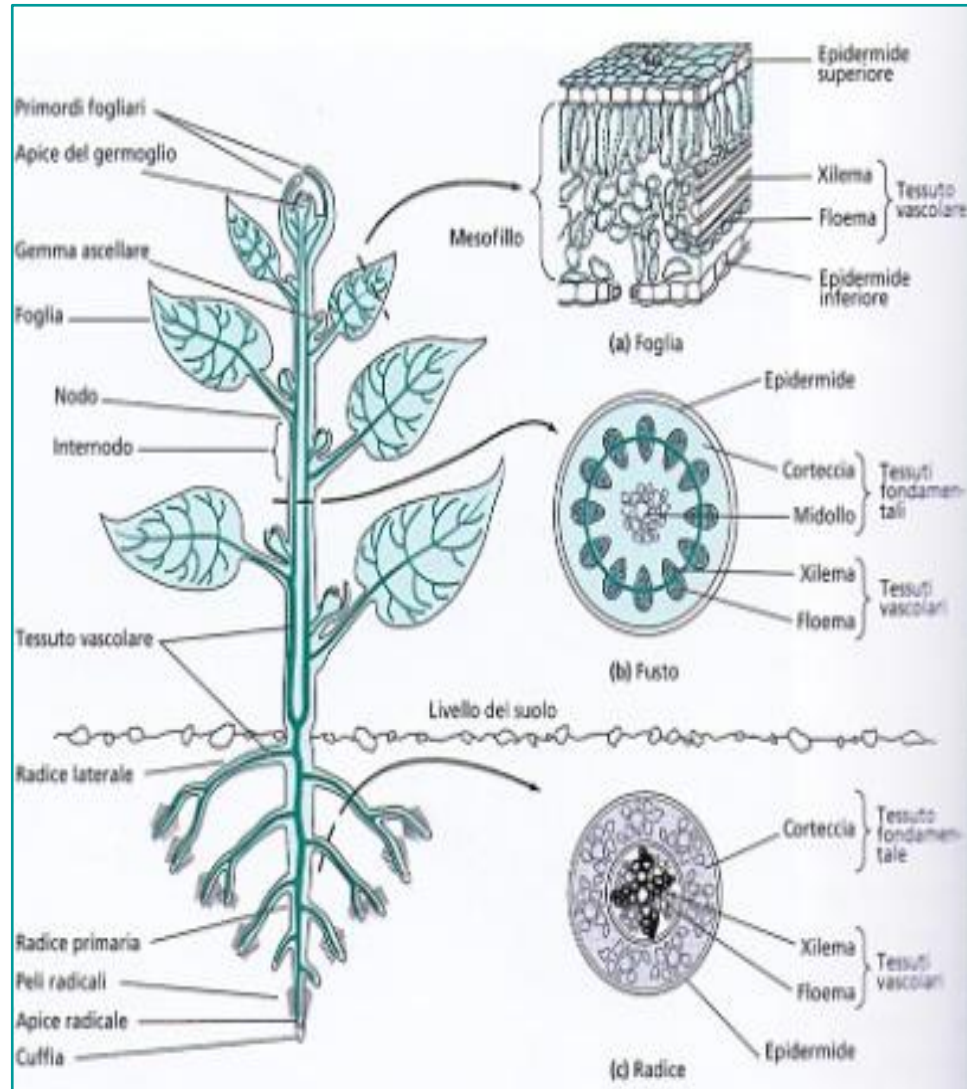


Estrema varietà di forme e tipologie in relazione all'organizzazione e funzione

TESSUTO = unità strutturale e funzionale di cellule aggregate tra loro

Tessuti SEMPLICI: formati da un solo tipo di cellule

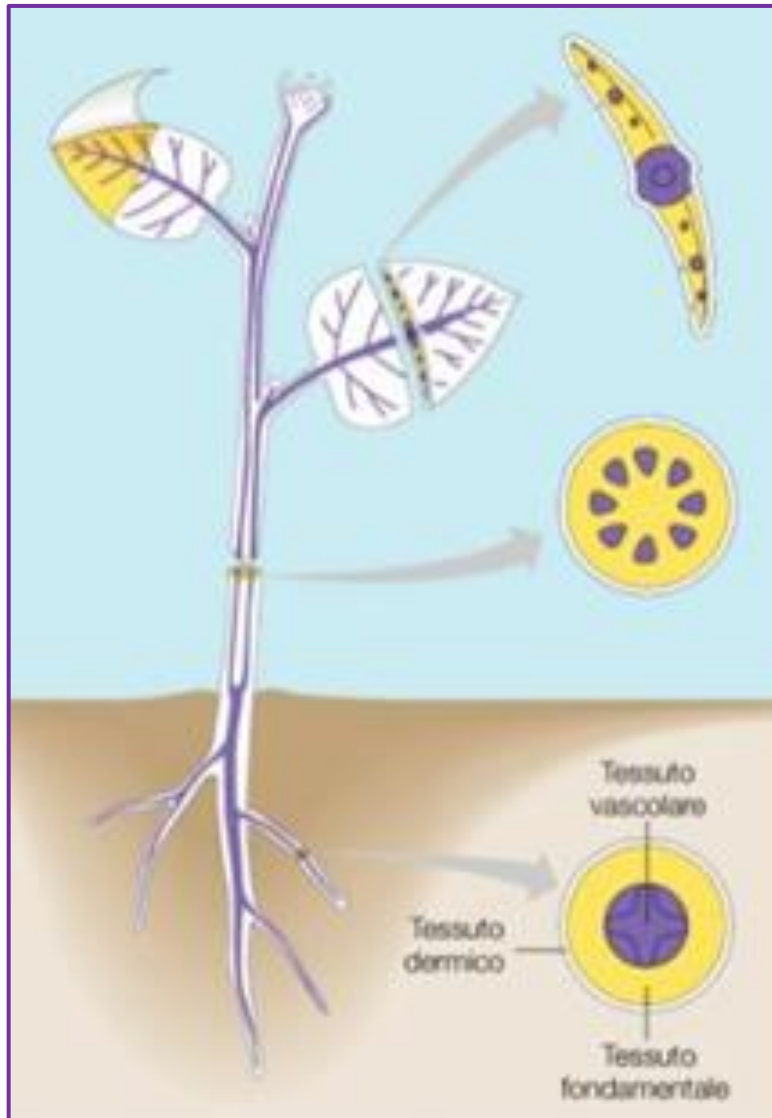
Tessuti COMPLESSI: formati da due o più tipi cellulari



Sistemi di tessuti (tessuti primari)

Continui in tutta la pianta (tessuti vascolari della foglia in continuità con quelli del fusto)

Ciascun sistema di tessuti consiste di uno o più tessuti distinti



Tessuti FONDAMENTALI

- Parenchima
- Collenchima
- Sclerenchima

Tessuti
SEMPLICI

Tessuti CONDUTTORI

- Xilema
- Floema

Tessuti
COMPLESSI

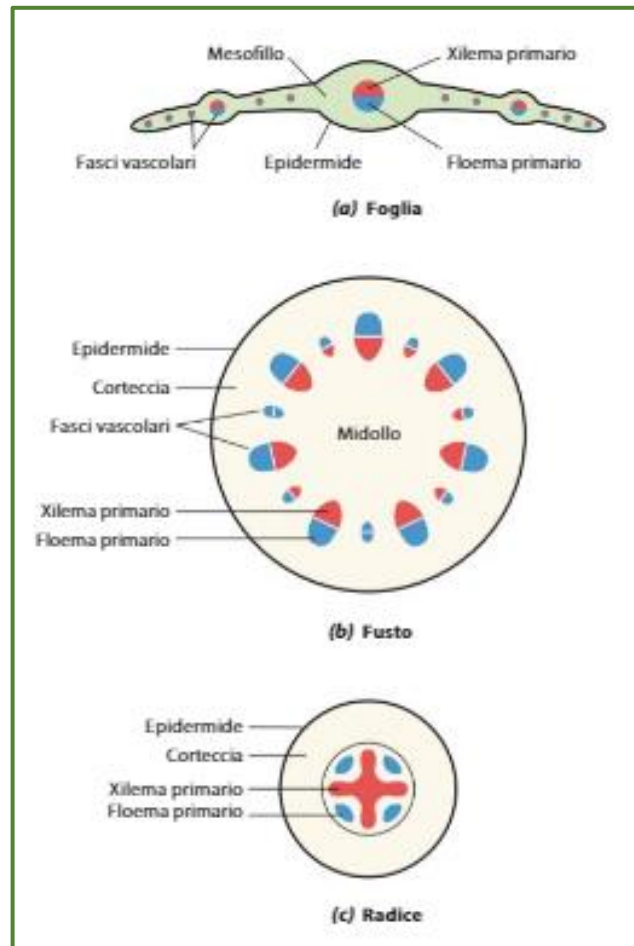
Tessuti TEGUMENTALI

- Epidermide
- Periderma

La distribuzione dei tessuti primari dipende dalla distribuzione relativa dei tessuti fondamentali e vascolari che è diversa nella foglia nel fusto e nella radice

Derivano dai meristemi primari:

- Protoderma
- Meristema fondamentale
- Procambio



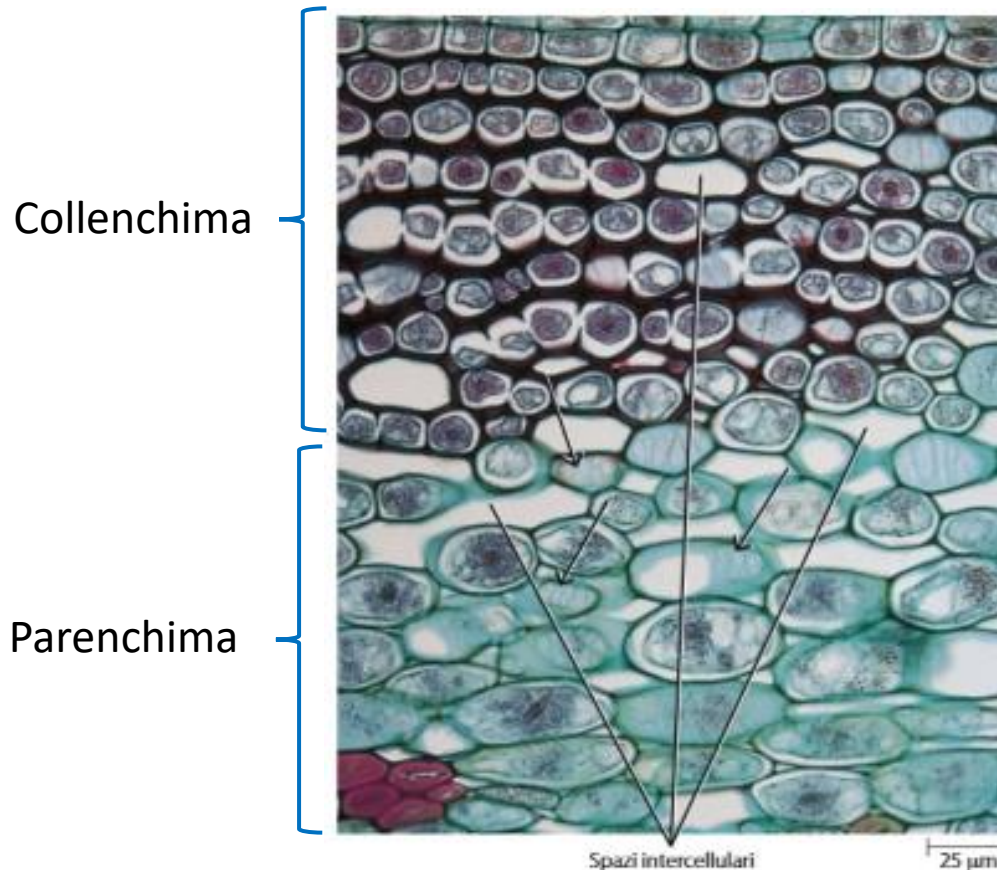
Organizzazione comune

I tessuti vascolari sono immersi nel tessuto fondamentale con il tessuto epidermico a formare il rivestimento esterno

PARENCHIMA (*tessuto fondamentale*)

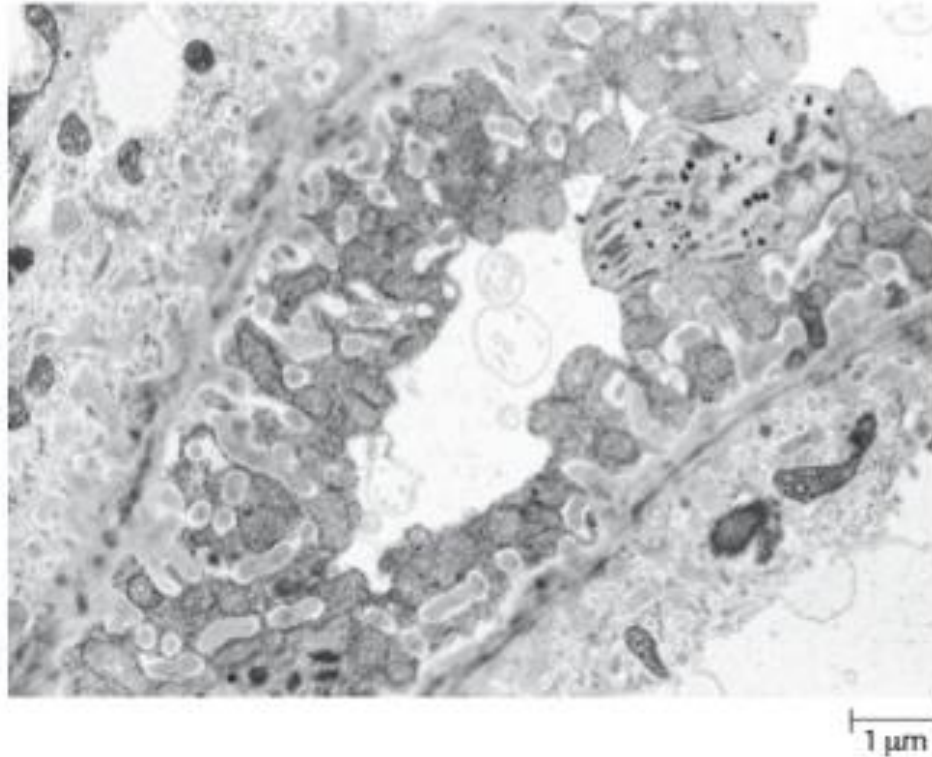
fotosintesi, accumulo di riserve, secrezione, movimento dell'acqua, trasporto di nutrienti

E' il più abbondante; le cellule parenchimatiche sono metabolicamente attive, hanno pareti sottili e sono *TOTIPOTENTI*, formano ammassi continui nel corpo primario della pianta (*tessuto parenchimatico*) o cordoni longitudinali o orizzontali immersi nel tessuto vascolare primario o secondario (*raggi parenchimatici*)



corteccia, midollo del fusto e della radice, mesofillo fogliare, polpa dei frutti, tra i fasci vascolari

Cellule di trasferimento (transfer cells): cellule parenchimatiche con invaginazioni della parete cellulare che aumentano la superficie della membrana plasmatica



Correlate ad un intenso flusso di soluti in entrata (accumulo) e in uscita (secrezione) attraverso la membrana plasmatica

Le invaginazioni della parete facilitano il movimento dei soluti

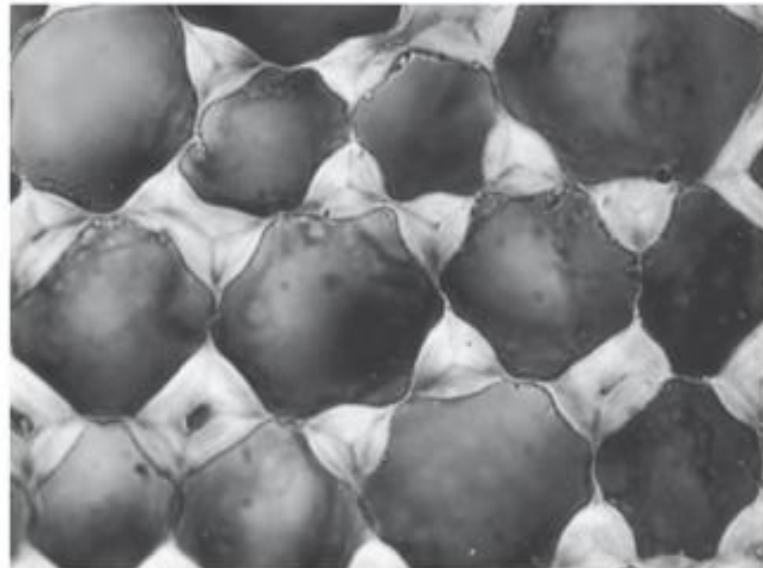
COLLENCHIMA (*tessuto fondamentale*)

funzione meccanica di sostegno e rinforzo agli organi in accrescimento

Cordoni discreti o cilindrici continui sotto l'epidermide nei fusti e nei piccioli, intorno alle nervature, raramente presente nelle radici (es. fili gambo del sedano)

Il collenchima è assente nei fusti e nelle foglie di molte monocotiledoni, che rispetto alle dicotiledoni, formano sclerenchima in fasi più precoci dello sviluppo

Cellule VIVE a maturità, isodiametriche, allungate con parete irregolarmente ispessita (flessibilità), NON contengono lignina



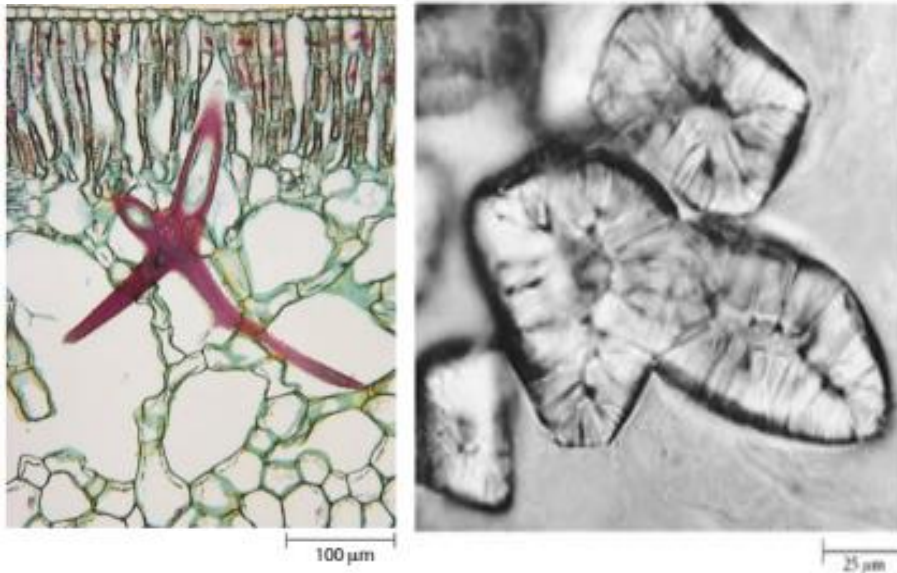
25 µm

SCLERENCHIMA (tessuto fondamentale)

supporto meccanico rigido alle parti di pianta che hanno terminato l'accrescimento

Cellule MORTE a maturità, con parete secondaria ispessita e spesso LIGNIFICATA, possono aggregarsi in tessuto, formare piccoli agglomerati o restare cellule singole, possono svilupparsi in alcuni o in tutti gli organi della pianta con struttura primaria o secondaria

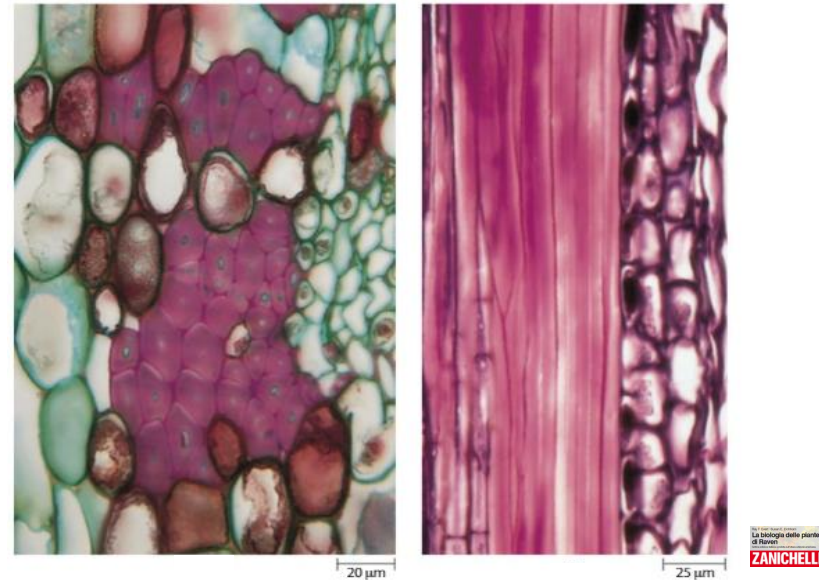
SCLEREIDI



- Forma variabile, spesso ramificate o stellate
- Corte e possono aggregarsi o restare singole

Es. tegumento dei semi, guscio delle noci, nocciolo di alcuni frutti (oliva), polpa granulosa delle pere

FIBRE



- Lunghe e sottili
- Formano cordoni o fasci

Es. canapa, iuta, lino

TESSUTI CONDUTTORI (*tessuto complesso*)

funzione di trasporto; sistema continuo lungo tutta la pianta

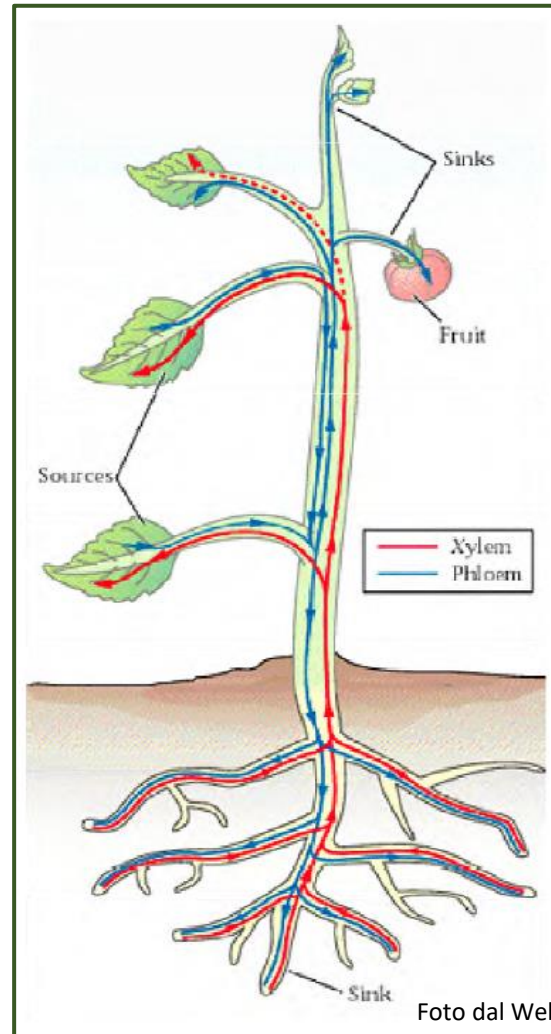
XILEMA (legno) e FLOEMA (libro)

Suolo

LINFA GREZZA



Pianta (verso le foglie)



Tessuti fotosintetizzanti

LINFA ELABORATA



tutta la Pianta

Entrambi possono avere un origine PRIMARIA e SECONDARIA

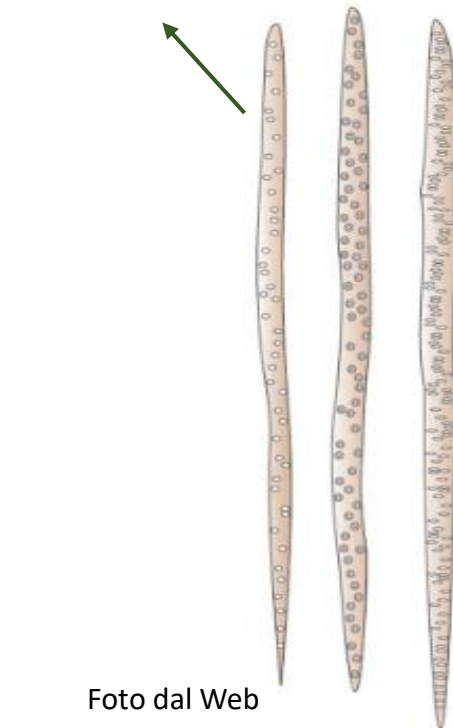
XILEMA

trasporto di acqua e sali minerali, sostegno e riserva

Principali cellule dello XILEMA

- Tracheidi
- Elementi della trachea (elementi dei vasi)
(più efficienti nel trasporto dell'acqua)

non hanno perforazioni, sono meno specializzate



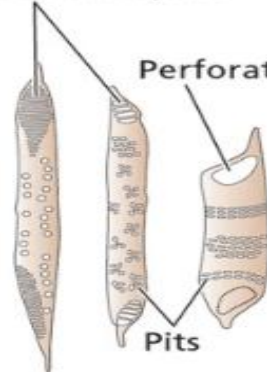
Tracheids

sono aree prive di parete (buchi), formano tubi o vasi

Perforation plate

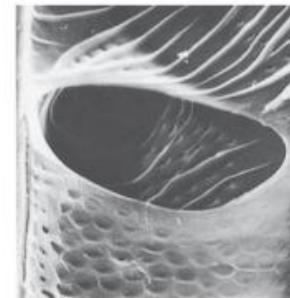
Perforation plate

Pits

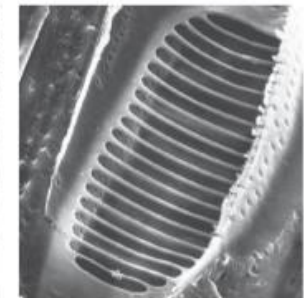


Vessel elements

Cellule allungate con punteggiature (prive di parete secondaria)



(a) 20 µm

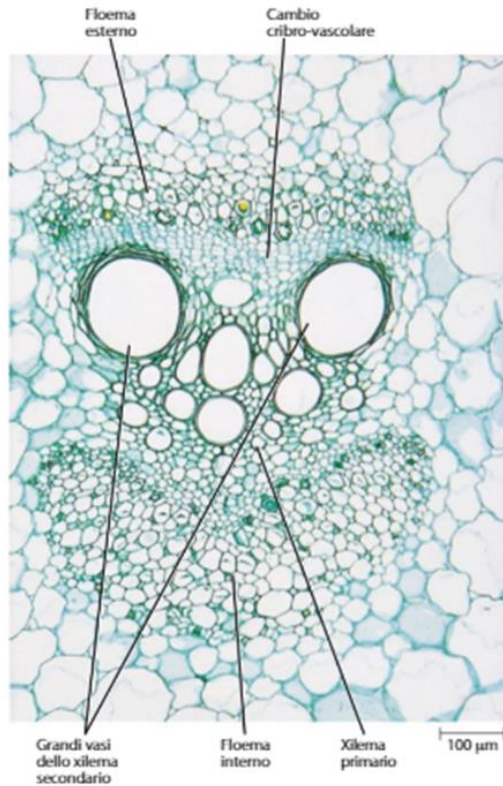


(b) 20 µm

Foto dal Web

Principale tessuto di trasporto di acqua nelle piante vascolari

Lo xilema nel corpo primario della pianta deriva dal PROCAMBIO
Nella crescita secondaria deriva dal CAMBIO CRIBRO-VASCOLARE



Le tracheidi sono più sicure degli elementi dei vasi: bolle d'aria che si possono formare (congelamento/scongelo acqua in primavera) non impediscono il flusso dell'acqua

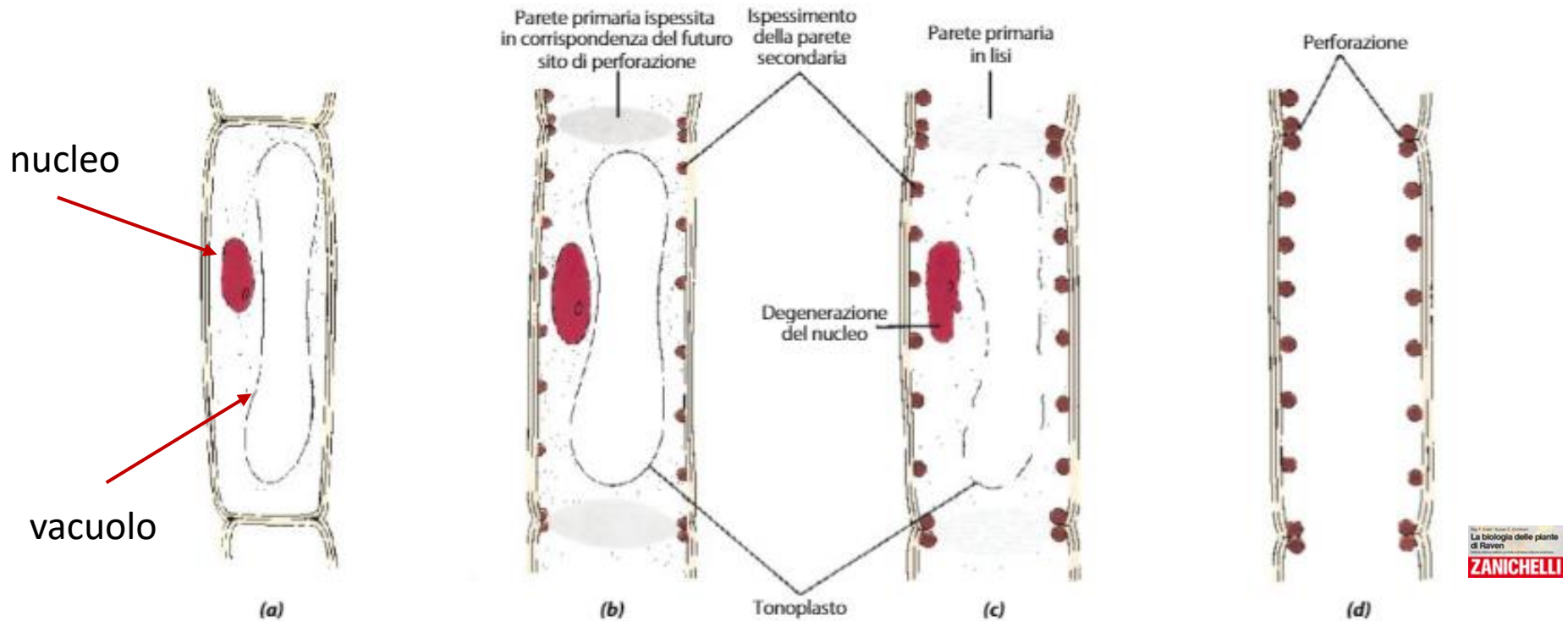
I vasi lunghi sono molto più efficienti di quelli stretti ma più esposti a danni di funzionamento

Le cellule dello xilema primario hanno molti ispessimenti della parete (anelli o spirali) che permettono il differenziamento dei vasi

Il differenziamento degli elementi delle trachee è un esempio di apoptosi
(morte cellulare programmata)



processo geneticamente programmato che si conclude con la morte della cellula



cellula matura, priva della parete, perforata alle due estremità

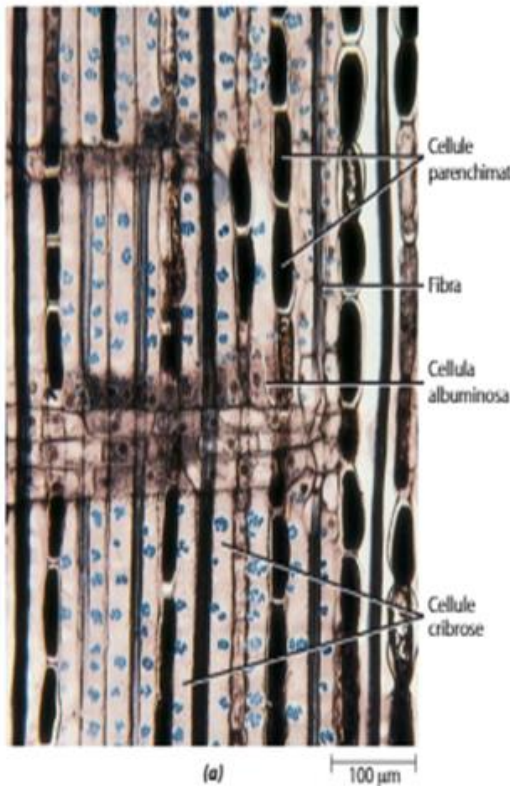
FLOEMA

trasporto di fotosintati, aminoacidi, lipidi, ormoni, molecole segnale (proteine e RNA) a lunga distanza, induttori florali, micronutrienti e.....patogeni (virus, funghi)

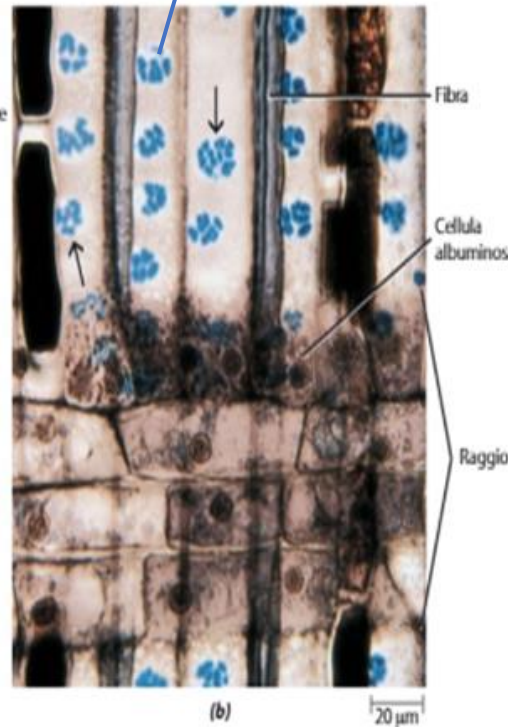
Cellule conduttrici = **elementi cribrosi** collegati tra loro da aree cribrose (pori)

- Cellule cribrose (gimnosperme)
- Elementi dei tubi cribrosi (angiosperme), sovrapposti in file longitudinale (tubo cribroso)

Cellule cribrose hanno pori piccoli

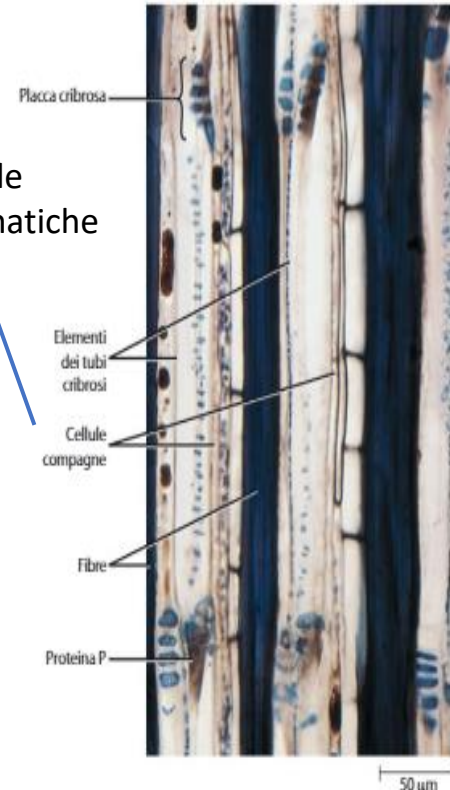


Callosio in blu



Elementi dei tubi cribrosi hanno pori ampi (placca cribrosa)

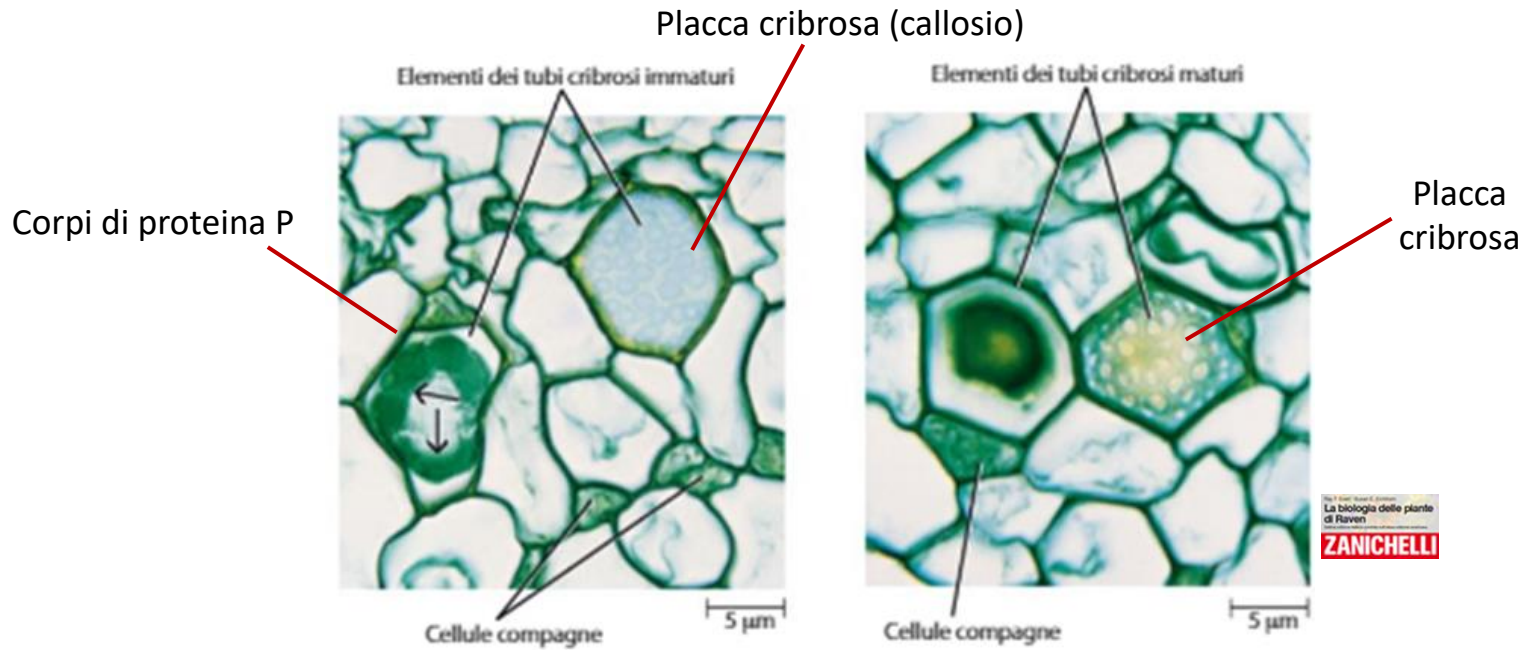
Cellule parenchimatice



CALLOSIO (glucosio) = ostruisce/riveste i pori delle aree e delle placche cribrose; si deposita in risposta allo stress "callosio da ferita"; negli elementi senescenti è "definitivo"

CORPI DI PROTEINA P = sostanza di natura proteica dispersa nelle placche cribrose, forma un tappo mucillaginoso in seguito alla fuoriuscita del contenuto del tubo danneggiato. Assente nelle cellule intatte (dicotiledoni e alcune monocotiledoni)

Forisomi = i corpi di proteina P di alcuni legumi cambiano reversibilmente forma da condensata "di riposo" a dispersa per occludere i pori della placca cribrosa in seguito a ferita

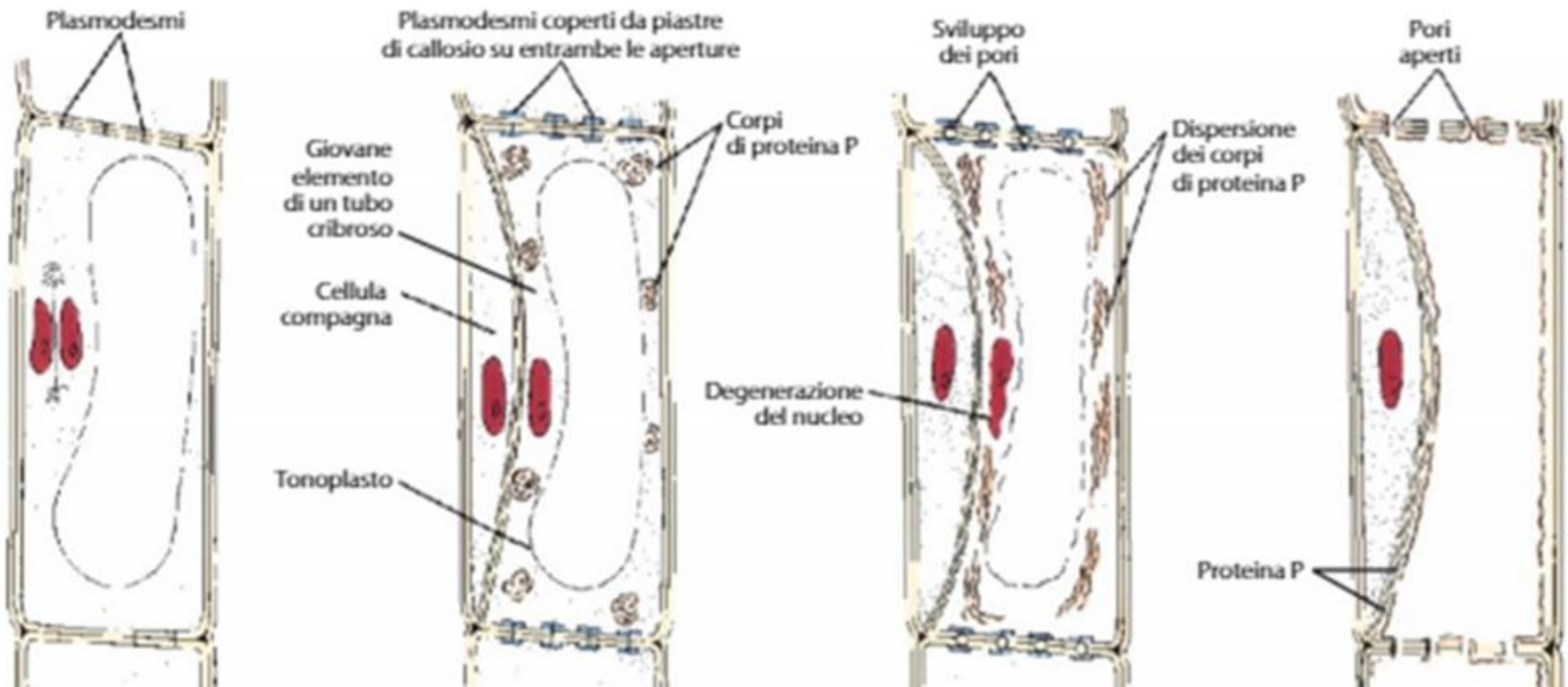


Cellule compagne: cellule parenchimatiche specializzate, producono sostanze complesse (proteine, ATP) per il supporto vitale del tubo. Nelle gimnosperme sono presenti cellule albuminose con uguale funzione

Differenziamento del floema

Dissolvimento selettivo del protoplasto: dissolvimento del nucleo e del tonoplasto e formazione delle aree cribrose

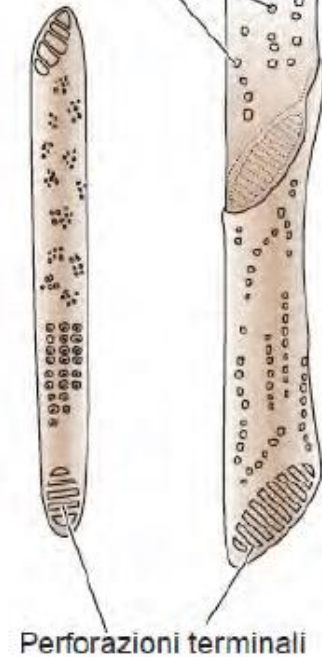
Le cellule del floema sono VIVE per svolgere la funzione di trasporto delle sostanze nutritive complesse e allo stesso tempo garantire un flusso senza ostacoli



Protofloema: viene stirato e distrutto durante l'allungamento dell'organo
Metafloema: rappresenta il floema attivo nelle parti adulte della pianta

Xilema

Punteggiature
semplici



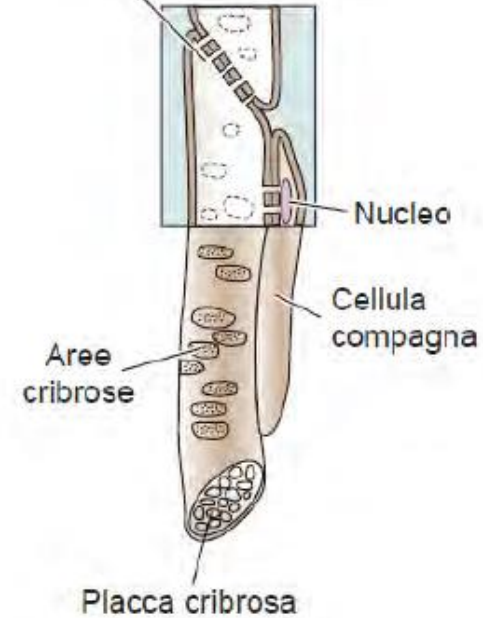
Elementi vasali



Cellule disposte una sull'altra a formare i **vasi**, hanno lignina e perdono il protoplasto a maturità (cellule morte)

Floema

Placca cribrosa



Elementi dei tubi cribrosi

Cellule disposte una sull'altra a formare i **tubi cribrosi**, sono vive quando i tubi sono attivi

Tessuti tegumentali (*tessuti complessi*)

Protezione meccanica e regolazione degli scambi con l'ambiente

Epidermide

cellule con struttura
e funzione variabile

- Controllo dell'allungamento
- Percezione della luce
- Movimenti circadiani
- Fotoperiodo

foglie, parti fiorali, frutti,
semi, fusto e radice
*(corpo primario, prima che abbia
inizio la crescita secondaria)*

Periderma

(corpo secondario)

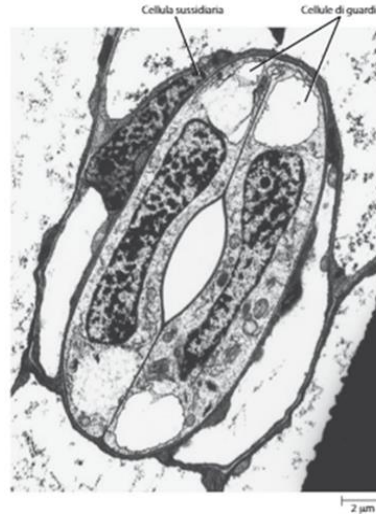
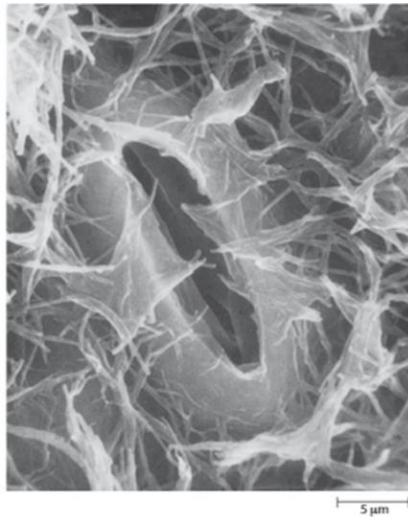
- Sughero (fellema)
- Cambio sughero-fellodermico (fellogeno)
- Felloderma

fusto e radice

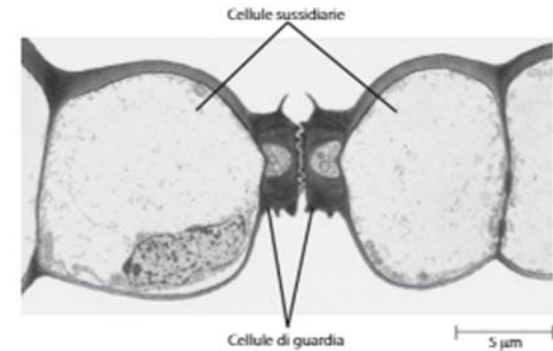
EPIDERMIDE

cellule poco specializzate, cellule di guardia degli stomi e tricomi

Cellule organizzate in modo compatto per fornire una protezione meccanica alla pianta
Presenza di cuticola (cutina e cere) nelle pareti delle cellule in contatto con l'aria (parti aeree) per ridurre le perdite di acqua. Controlla l'allungamento dell'intero organo



STOMA APERTO



STOMA CHIUSO

STOMI: piccole aperture che controllano gli scambi gassosi (compreso vapor d'acqua) da e verso organi subaerei della pianta (tutte le parti aeree ma più abbondanti nelle foglie)

5

CELLULE DI GUARDIA: contengono cloroplasti; regolano l'apertura degli stomi e sono associate a cellule epidermiche dette SUSSIDIARIE

STOMA = complesso del poro e delle due cellule di guardia

I tricomi hanno varie funzioni

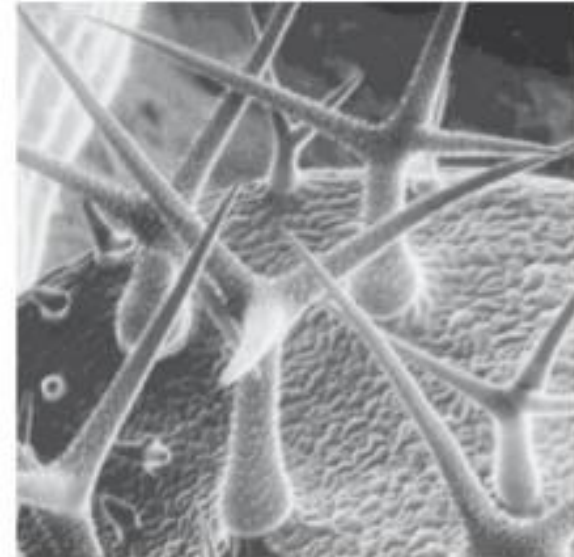
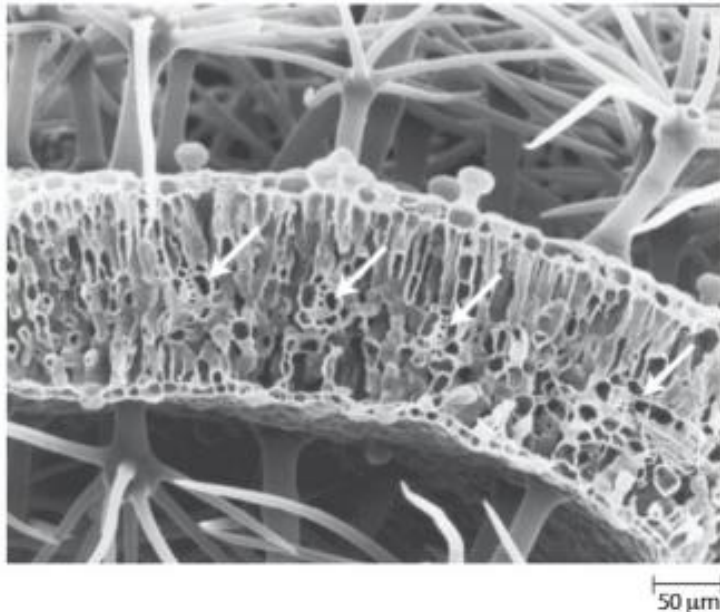
Peli radicali: facilitano l'assorbimento di acqua e minerali dal suolo (in ambienti aridi aumentano la riflessione della radiazione solare, riducono la temperatura fogliare e l'evaporazione)

Peli fogliari: assorbimento di acqua e sali minerali ma in alcuni casi "secernono" il sale in eccesso che è tossico (pianta del sale)

Possono rappresentare una difesa contro insetti e patogeni

Peli uncinati: difesa contro insetti

Peli ghiandolari (secretori): secernono sostanze per una difesa chimica



PERIDERMA

sostituisce l'epidermide nei fusti e nelle radici che hanno un accrescimento secondario

Cellule strettamente associate tra loro ad eccezione delle *lenticelle* che sono disposte in modo piuttosto lassa e provvedono all'aereazione dei tessuti interni del fusto e della radice

SUGHERO (o *fellema*): strato protettivo di cellule morte con pareti suberificate a maturità

CAMBIO SUGHERO-FELLODERMICO (o *fellogeno*): sughero all'esterno e felloderma all'interno

FELLODERMA: tessuto parenchimatico di cellule vive; origine variabile a seconda della specie e dell'organo della pianta

