

6. Tessuti Vegetali

Le cellule vegetali possono organizzarsi e specializzarsi in tessuti che possono essere SEMPLICI o COMPLESSI. La distinzione si fa in base all'organizzazione delle cellule del tessuto. I tessuti possono essere definiti ADULTI quando vanno incontro a un processo di differenziamento, quindi ingrandimento della cellula e all'aggiunta e ispessimento della parete secondaria.

Tessuti vegetali adulti

Derivano dal differenziamento di cellule meristematiche e possono essere classificati in:

- PARENCHIMATICI o fondamentali
- MECCANICI o di sostegno
- CONDUTTORI o di conduzione
- TEGUMENTALI o di protezione

Comuni a tutte le piante

- SECRETORI

Il Parenchima

Caratteristiche: è un tessuto fondamentale perché rappresenta un insieme di cellule definite "di riempimento", che hanno funzioni essenziali per la vita dell'organismo. Pensiamo al parenchima del mesofillo fogliare, dove avvengono tutte le reazioni di fotosintesi necessarie per l'energia della pianta. Le cellule parenchimatiche possono riprogrammare il proprio sviluppo e trasformarsi in cellule diverse (cellule xilematiche, ad esempio, dopo una ferita). Costituisce il tessuto parenchimatico, tipico della regione corticale delle radici, midollo dei fusti, mesofillo delle foglie. Le cellule parenchimali sono VIVE, hanno ancora la possibilità di crescere, scambiare e hanno una parete sottile.

- ♥ Parenchima Clorofilliano: foglie e fusti verdi
- ♥ Parenchima di riserva (amilifero): tuberi, radici, semi, polpe
- ♥ Parenchima acquifero: piante grasse o succulente
- ♥ Parenchima aerifero: piante acquatiche (non alghe)

CELLULE PARENCHIMALI

Generalmente sono sferiche o allungate, con parete cellulare primaria sottile e parete secondaria (se c'è) spesso lignificata (ma non sempre e non così spessa). La lignina impermeabilizza l'acqua, che deve passare nelle punteggiature. Queste cellule sono in grado di trasferire i costituenti nei plasmodesmi, che permettono il passaggio di piccoli nutrienti e piccole molecole come l'acqua. Queste cellule non devono essere lignificate perché ciò impedirebbe i trasporti.

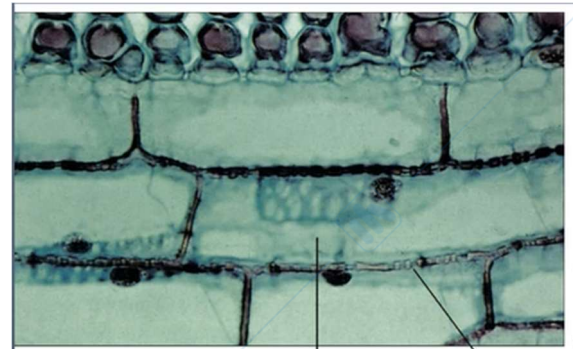
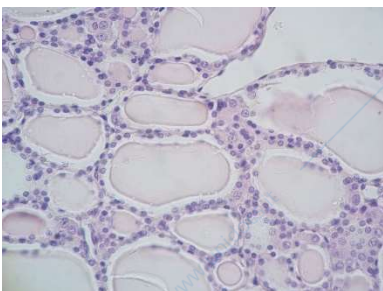
Le cellule, una volta raggiunto il differenziamento, possono sempre s-differenziarsi e semplificarsi attraverso enzimi e dividersi, trovando nuove funzionalità in altri contesti.

La differenza con le cellule animali, che hanno un destino genetico già deciso nel DNA, le cellule vegetali possono svilupparsi in qualunque tessuto. Ci sono segnali di comunicazione che le cellule emettono e questo stabilisce il destino delle varie cellule (meristemi). Ma questa regola può essere tranquillamente retroversa e annullata.

Le cellule parenchimali vivono tendenzialmente 1-2 anni e si occupano di fotosintesi, accumulo, secrezione e respirazione.

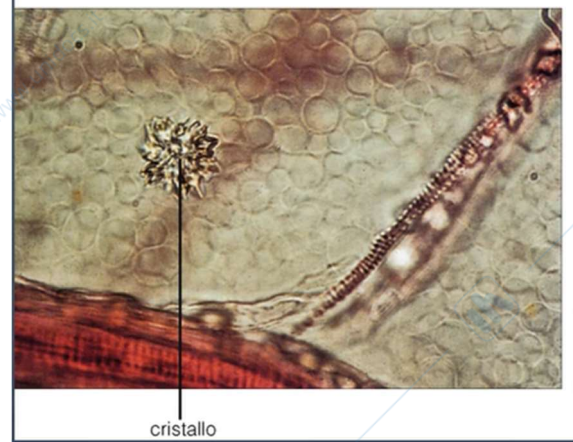
Le cellule parenchimali possono riprogrammare il proprio sviluppo e trasformarsi in cellule diverse

(come le cellule xilematiche – tessuti di trasporto – dopo una lesione o ferita).



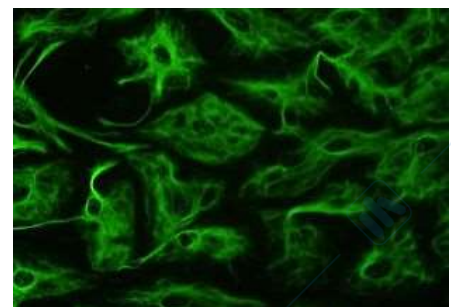
cellule parenchimali con parete lignificata punteggiatura

Thomas L. Rost

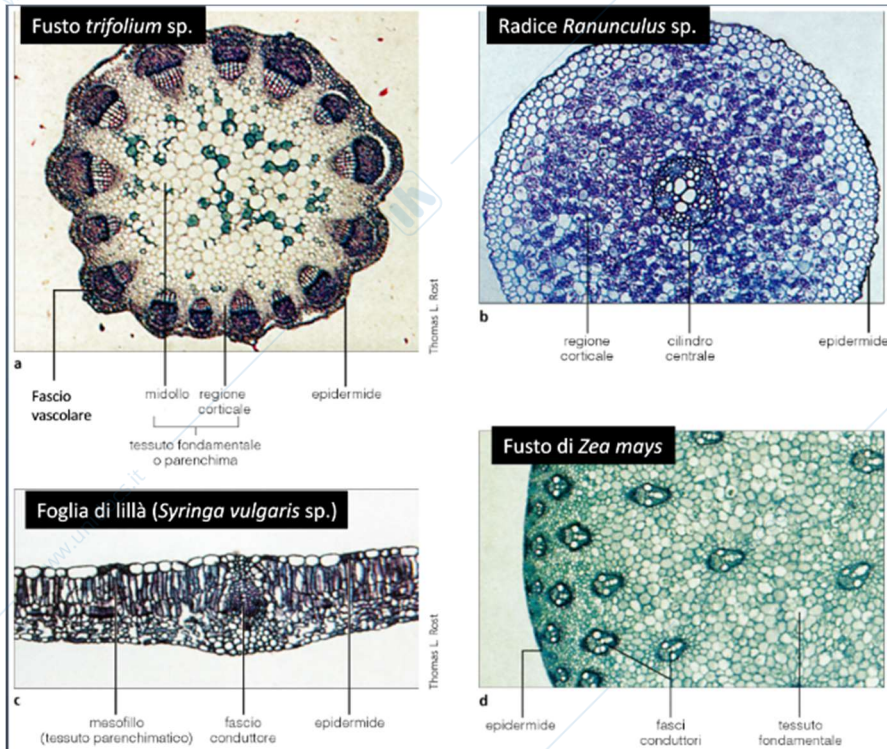


cristallo

Thomas L. Rost



Distribuzione del parenchima



Abbiamo già accennato alla disposizione del tessuto. Nella figura si possono vedere quattro esempi di parenchimi dissezionati:

FUSTO TRIFOLIUM

(trifoglio): in questa sezione del fusto di trifoglio la sezione più superficiale è costituita da elementi sferici (fasci di conduzione) ovvero tessuti di

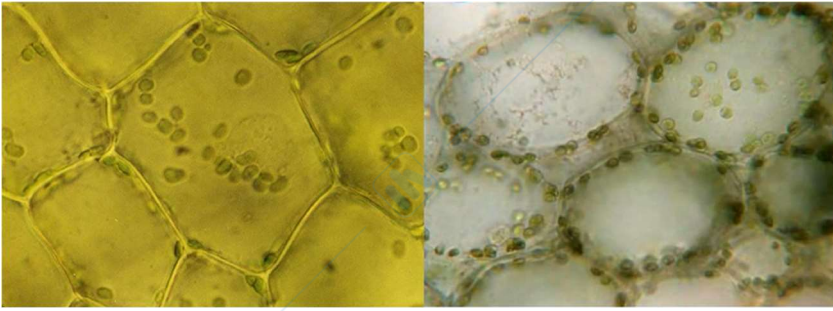
trasporto. L'interno del fusto è invece costituito dal MIDOLLO, cellule parenchimatiche.

Radice di RANUNCULUS: Le cellule centrali sono dedicate al tessuto di trasporto, il parenchima si trova tra il tessuto di trasporto e il tessuto tegumentario (EPIDERMIDE).

Foglia di LILLA: racchiusa tra due strati di epidermide, allungata, schiacciata e con forma di parallelepipedo, componente importante del mesofillo fogliare.

Fusto di ZEA MAYS (mais): Monocotiledone, i fasci vascolari sono disposti irregolarmente concentrati sul perimetro ma presenti anche all'interno.

Parenchima clorofilliano

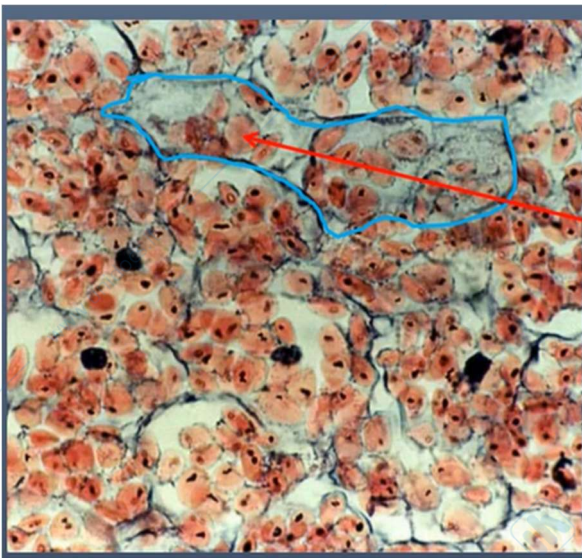


Serve principalmente per la fotosintesi. Le foglie sono verdi nei fusti giovani e, a seconda della morfologia delle cellule può essere "a palizzata" o "lacunoso"

(rispettivamente a sinistra e a destra). Qui le cellule sono altamente specializzate per la fotosintesi ed è molto diffuso nei fusti giovani. La differenza tra questi due tipi è la conformazione della parete vegetale quando le cellule si differenziano.

Nel caso di quello lacunoso, la parete assume una rigidità particolare tendendo durante la formazione a creare delle strutture che separano le cellule. Questi spazi sono fondamentali per la fotosintesi agevolando gli scambi gassosi con l'aria.

Parenchima di riserva

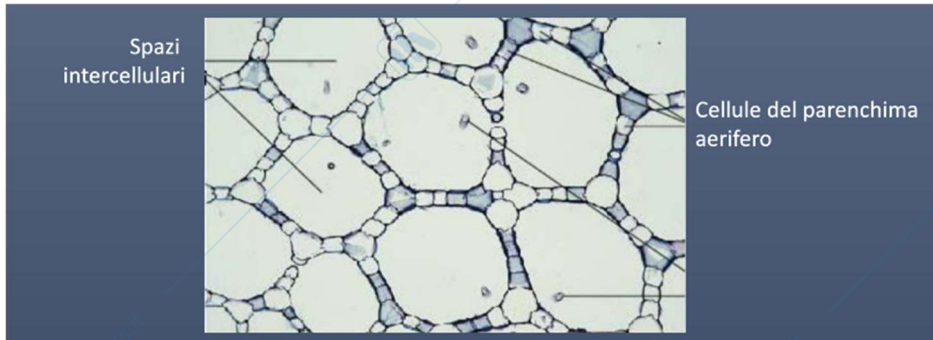


Qui vediamo cellule ricche di amiloplasti che vanno ad accumulare amido di tipo II, che però circola sottoforma di zuccheri semplici. Questo amido non può accumularsi per sempre, quindi la polimerizzazione riprende all'interno degli amiloplasti, vengono ricaptati e trasferiti nell'amiloplasto dalle cellule con funzionalità di riserva e polimerizzati. L'amido si sposta nella sua forma più semplificata di monosaccaridi, disaccaridi (principalmente saccarosio). È all'interno dell'amiloplasto che viene ripolimerizzato.

Questo tipo di parenchima si trova in alcuni tipi di radici, semi (che devono avere una grossa riserva di energia) e in alcuni fusti detti "Modificati". Tutte specializzazioni di porzioni di piante dedicate all'accumulo energetico, anche se

esistono altre tipologie di tessuti di accumulo di tipo proteico (nel caso dei tessuti di proteoplasti) o di tipo lipidico (plastidi differenziati in raioplasti).

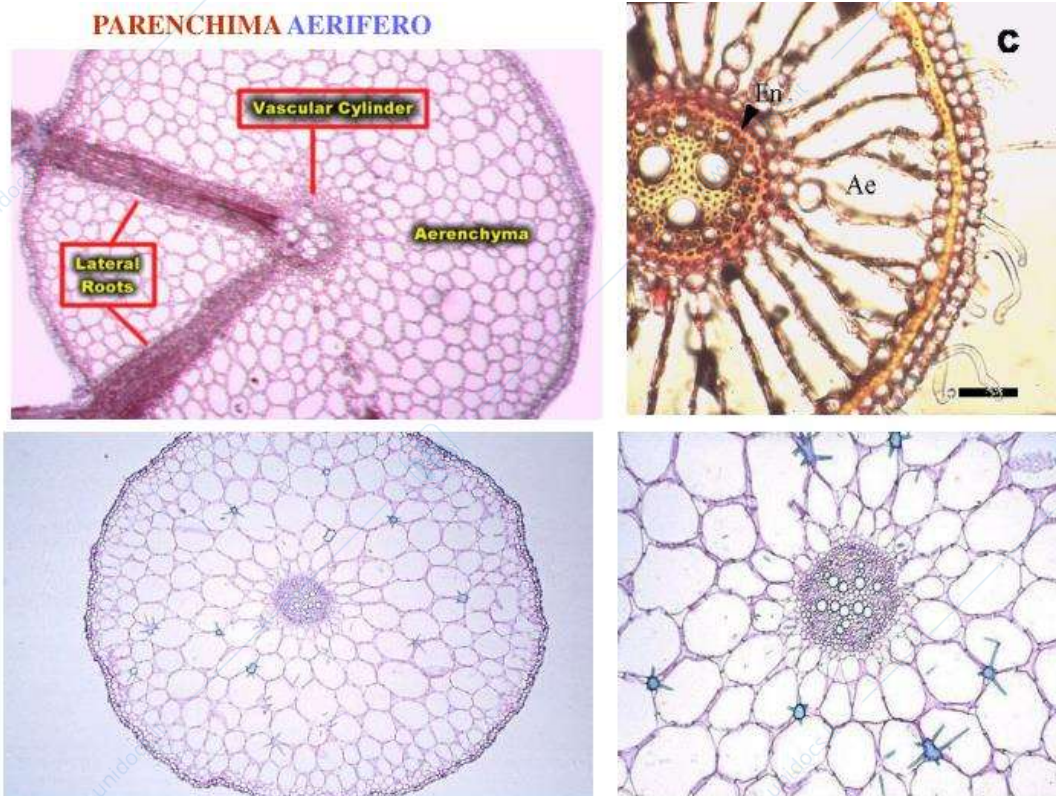
Parenchima aerifero



In questo caso abbiamo un'estremizzazione del parenchima lacunoso. Qui troviamo grandi spazi intercellulari,

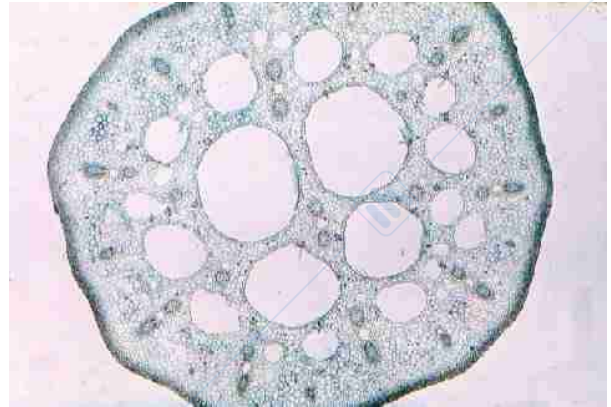
grosse aree centrali che sono spazi vuoti. Nella figura, possiamo vedere che le cellule fanno da contorno a seconda della loro direzionalità data dalla mitosi.

Queste strutture prendono forma tridimensionale a "canale", permettono al gas di passare agevolmente all'interno del parenchima. Questo parenchima è presente nelle piante paludose o che, più generalmente, si trovano in ambienti acquitrinosi. Un esempio lampante sono le ninfee che troviamo nei laghi: le loro foglie sono costituite da questo tipo di parenchima aerifero, che permette alla struttura di galleggiare sull'acqua.



Parenchima acquifero

Accumulano acqua, tipico delle piante grasse. Le cellule che lo costituiscono hanno grandi vacuoli e citoplasmii ridotti. Sono vacuoli ricchi di mucillagine, ovvero polisaccaridi che hanno un alto grado di polimerizzazione e sono in grado di richiamare acqua per osmosi, trattenendola nelle cellule. È chiaro che questo parenchima è necessario per piante in contesti dove c'è poca acqua.



Tessuti Vegetali Meccanici Semplici

La sua principale funzionalità è quella di conferire resistenza ad una pianta. Resistono a piegamenti, torsioni, trazioni e mantengono il portamento dell'organismo. L'esigenza è quella di mantenere la direzione di crescita della pianta verso l'alto per l'accaparramento della fonte luminosa. Durante l'evoluzione, le piante si sono specializzate per competizione per la luce.

Il progresso dal filo d'erba alla pianta adulta viene controbilanciato da fattori di resistenza e trasporto (per far avvenire la fotosintesi serve l'unione tra acqua e luce, per questo c'è bisogno di trasportare acqua verso l'alto dalle radici)

1) Filo d'erba



2) Piantine, piccioli



3) Pianta adulta



Collenchima

Tessuto che si ritrova nelle piante giovani (come i piccioli e strutture di collegamento foglie-ramo). Sono cellule vive con parete NON lignificata (chiamate COLLOCITI). Pareti ricche di pectina e cellulosa, flessibili e plastiche grazie alle cellule. In questo caso, abbondano cellulosa e



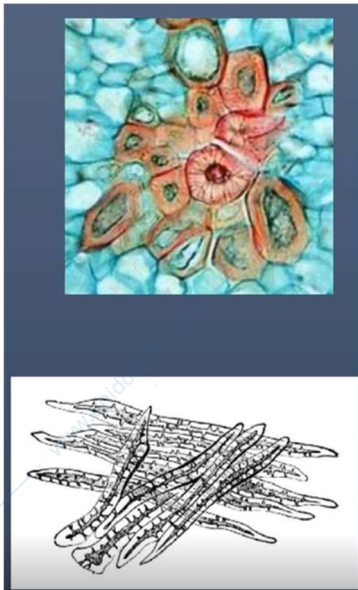
pectine che cementificano la cellulosa, ma non c'è lignina e le cellule sono ancora in grado di flettersi.

Tessuto ideale per la crescita dei tessuti, localizzato a ridosso dell'epidermide. I collociti formano cordoni verticali: queste cellule collenchimatiche si dispongono verticalmente in maniera ordinata, particolarmente identificabili in sedano, finocchio (sotto forma di FILI).

SCLERENCHIMA

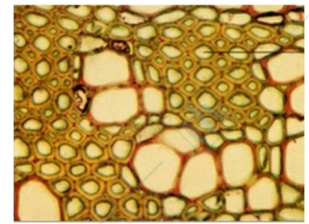
Cellule con pareti rigide con funzione generale di sostenere il peso della pianta. A maturità le cellule sono morte. La morte delle cellule è programmata mediante la produzione di pareti ricche di lignina che conferiscono grande resistenza portando la cellula al collasso impermeabilizzandola, impedendo l'entrata di acqua. Abbiamo 2 tipi di sclerenchima:

- ♥ **FIBRE**: cellule allungate con pareti spesse e punteggiate ed estremità affusolate. Molto elastiche. Formano



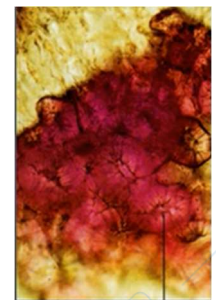
avvicinandosi dei cordoni che percorrono i tessuti vegetali che conferiscono resistenza alla

struttura. La parete è molto ispessita (lignificata), ma sono allungate e hanno disposizioni in modo da mantenere flessibilità.



- ♥ **SCLEREID**: lamine presenti in gruppetti o cellule solitarie (possono costituire lo strato duro dei semi). Assumono forme come cellule pietrose e hanno spesse pareti cellulari molto lignificate. Formano agglomerati con forme

di tipo stellata. Una delle particolarità è che queste cellule si trovano nella polpa della pera. Sono cellule morte che svolgono la funzione dopo la morte. La parete è lignificata e formano il guscio della frutta secca. Hanno la funzione di sostegno e protezione.



Localizzazione dei tessuti meccanici semplici

Localizzazione del tessuto meccanico nel fusto e nella radice	
RADICE	FUSTO
Forze di trazione verso il basso No torsioni	Torsioni, piegamenti
↓	↓
Tessuto meccanico si trova al centro della radice	Tessuto meccanico si trova alla periferia del fusto
DIFFERENZE	
Collenchima	Sclerenchima
Cellule vive	Cellule morte
Parete non lignificata	Parete lignificata
Collociti	Fibre sclereidi
Elasticità (plasticità)	Resistenza rigidità

Questo comporta una differente distribuzione dei tessuti di sostegno. La radice ha il tessuto meccanico al centro, vicino alla localizzazione dei tessuti di conduzione. Nel fusto, questo si ritrova lungo la periferia della parete. La

distribuzione è molto importante per le forze che agiscono sulle piante, le quali si sono evolute per la distribuzione di questo tessuto. Nel fusto il tessuto meccanico è periferico perché altrimenti potremmo avere fessurazioni in caso di sollecitazioni meccaniche.

Tessuti vegetali complessi

Hanno un sistema vascolare che comprende due tipi di tessuto di conduzione in



grado di distribuire acqua con soluti (xilema) o zuccheri (floema) a tutta la pianta. Quando la pianta cresce e non può più contare sull'osmosi fornita dal parenchima e dai plasmodesmi, l'evoluzione impone nuovi tipi di tessuti di trasporto:

- ♥ **Linfa grezza**: acqua prelevata dalle radici e mescolata con Sali minerali, elementi essenziali.
- ♥ **Linfa elaborata**: molecole ad alto contenuto energetico (saccarosio e zuccheri sintetizzati nel mesofillo fogliare o nel

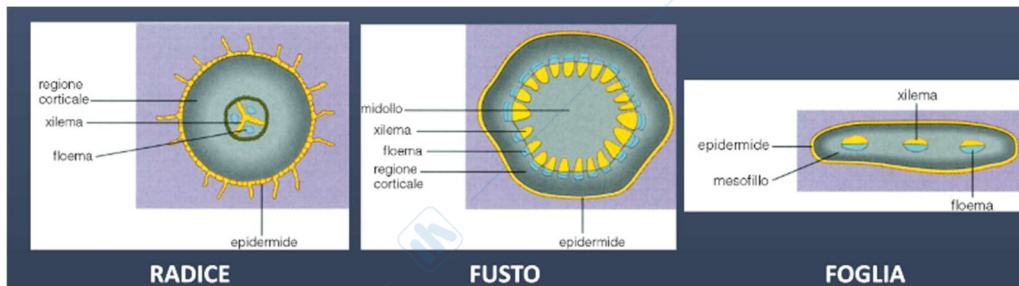
parenchima)

Tra i tessuti complessi c'è anche il **SISTEMA TEGUMENTALE** che riveste la superficie della pianta (epidermide e periderma). Conferisce resistenza ad organismi estranei ma anche all'evaporazione dell'acqua interna.

sistema vascolare

Attraversa l'intero corpo della pianta. Il sistema che porta l'acqua dalle radici alle foglie si chiama XILEMA, mentre quello che porta gli zuccheri alle foglie si chiama FLOEMA.

Questa distribuzione non è sempre univoca, ma in particolare la distribuzione di xilema (giallo) e floema (azzurro) nella stessa pianta hanno disposizioni caratteristiche e diverse.



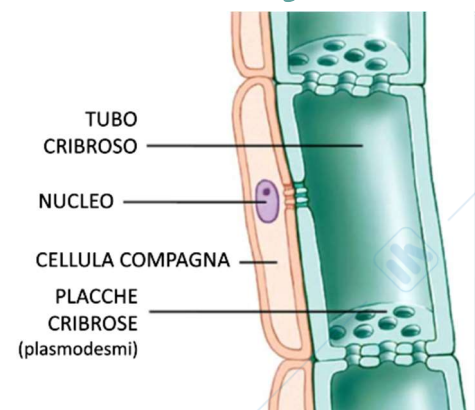
Il floema si dispone verso l'esterno, lo xilema verso l'interno,

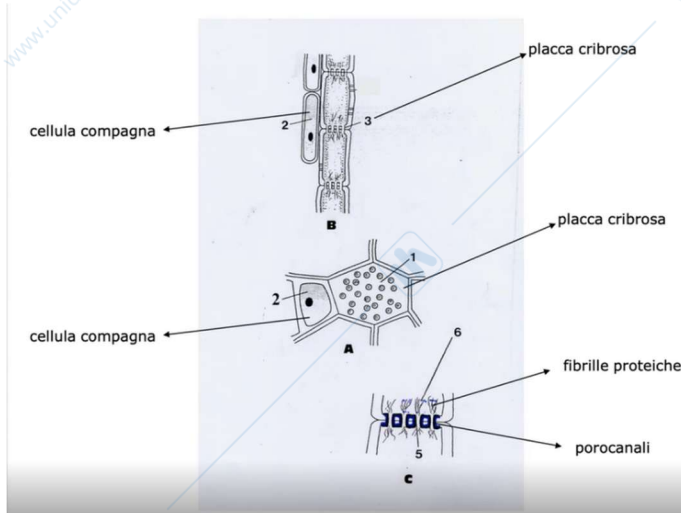
entrambi si dispongono in maniera concentrica. Nelle foglie si dispongono in modo più parallelo. Anche tra piante diverse abbiamo diverse tipologie di posizionamento dei sistemi di trasporto.

FLOEMA (detto anche LIBRO O CRIBRO)

Può disporsi in vari modi. Può essere primario nei fusti giovani, in foglie e radici, o secondario in radici e fusti invecchiati. Trasporta la linfa elaborata.

Il floema è costituito da cellule vive con parete cellulare sottile. Sono cellule specializzate con funzionalità uniche all'interno del tessuto. La principale differenza tra le cellule verdi e le cellule gialle. Le cellule del floema sono verdi, sono allungate e ispessite che hanno diversi fori di collegamento (PLASMODESMI detti anche PLACCHE CRIBBROSE) più grandi rispetto a quelli laterali. Queste strutture sono definite cellule compagne, quindi c'è un'importante differenza tra cellule



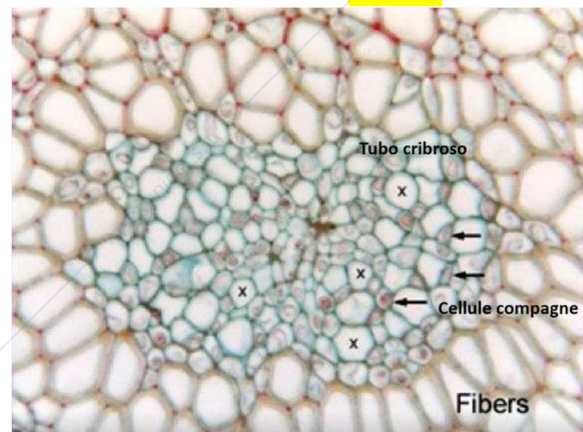


floematiche che sembrerebbero vuote ma contengono citoplasma e sono di derivazione da una cellula vegetale classica, ma si differenziano disgregando nucleo e organelli della sintesi proteica mantenendo i plastidi. Non c'è più il vacuolo che occupa tutto ma citoplasma con dispersi plastidi e diverse proteine di trasporto.

Le cellule sono vive nonostante l'assenza del nucleo. Il suo funzionamento è fornito dalle **cellule compagne** (cellule gialle) che, avendo nucleo e organelli classici, le proteine che vengono sintetizzate nelle cellule gialle vengono costantemente rigenerate.

Le cellule sono separate ma hanno sezioni di parete dette **PLACCHE CRIBROSE** con capacità di trasportare e veicolare zuccheri in una maniera un po' più agevole rispetto alle cellule parenchimatiche. Nelle cellule del Floema le placche sono ricche di punteggiature (dette anche **porocanali**) che sono attraversate da **fibrille proteiche** che svolgono funzione di trasporto, regolano cosa può e non può passare nelle placche.

Nella foto si vede la sezione microscopica un TUBO CRIBROSO dove sono segnalate con delle crocette le fibrille proteiche, indicate con frecce sono le CELLULE COMPAGNE.



Tubo cribroso (angiosperme)

Durante la crescita le cellule contengono nucleo e organelli che vengono persi man mano che il differenziamento della cellula prosegue. Perché? Va garantita la minor interferenza alle strutture come i vacuoli che potrebbero ostruire il passaggio della linfa.

Queste cellule sono specializzate per il trasporto e si avvalgono delle PROTEINE P: la proteina P è un insieme di proteine di trasporto.

Nei tubi è presente il **CALLOSIO**, un carboidrato particolare costituito da Glucosio con legame β -1-3 che presenta alcune ramificazioni, viene prodotta spesso durante

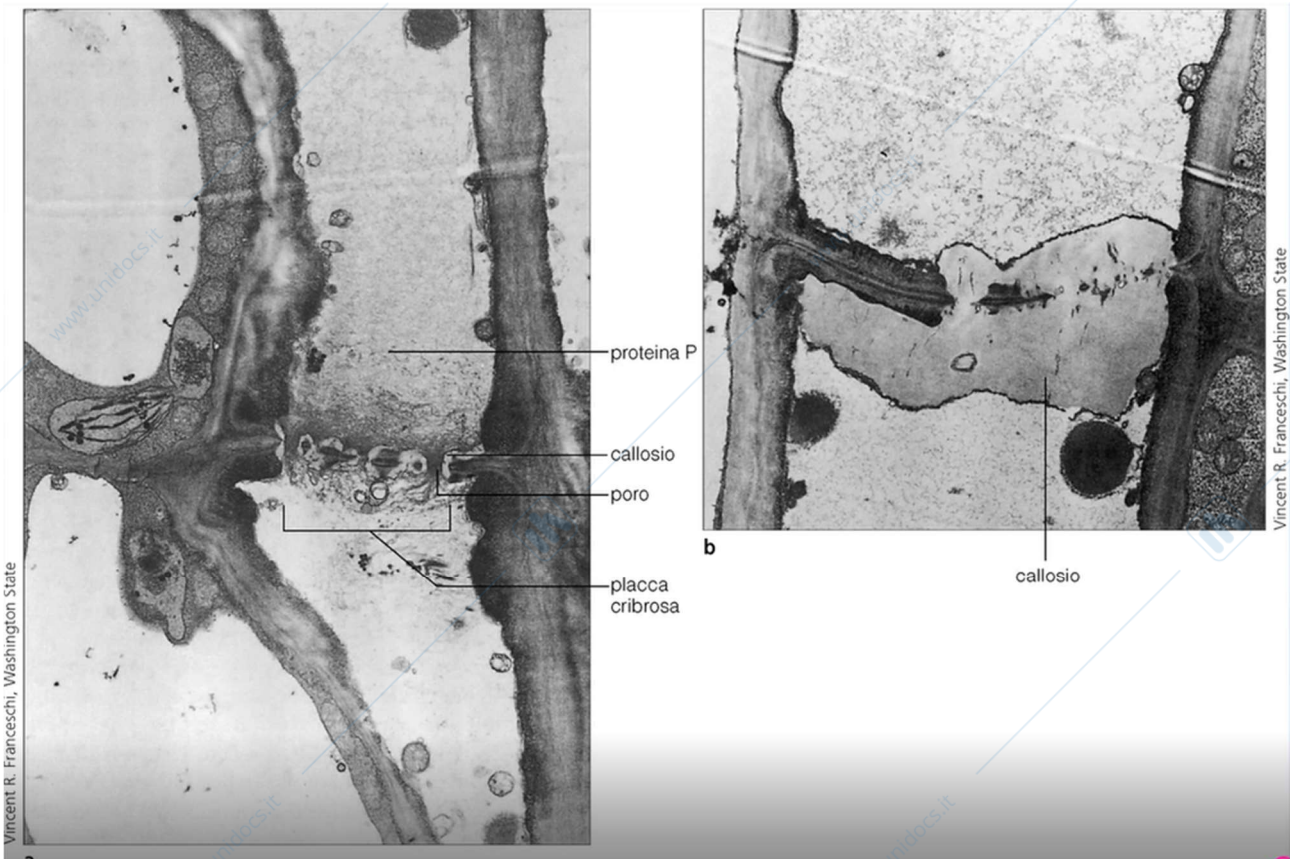


le ferite, con funzione di impermeabilizzare le due facce della placca cribrosa.

Perché una pianta dovrebbe utilizzare il

callosio per impermeabilizzare le cellule di trasporto? La pianta, crescendo, disattiva i sistemi di trasporto precedenti per sintetizzarne di nuovi. Quindi, le strutture vecchie vengono sigillate. Il callosio è fondamentale anche in caso di lesione, se non ci fosse questa struttura avremmo una perdita di linfa elaborata costante.

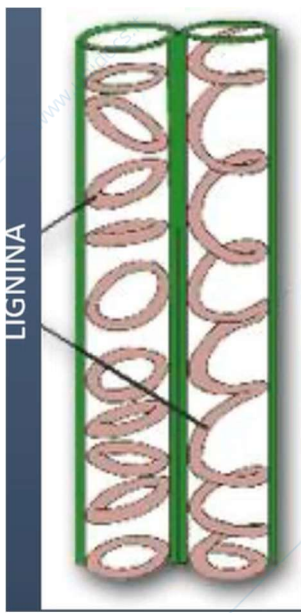
Nelle Gimnosperme, le cellule cribrose non hanno placche (no plasmodesmi). Portano degli equivalenti delle cellule compagne chiamate **CELLULE ALBUMINOSE**.



Proteina P

È prodotta solo nelle angiosperme. A maturità il nucleo si sfalda e plastidi e mitocondri rimpiccioliscono, la cellula si riempie di materiale denso (proteina P). Ha un ruolo nella direzionalità del trasporto e riparazione di lesioni. La proteina P è un complesso coinvolto nel movimento delle sostanze nei tubi cribrosi. Si riscontrano diverse forme strutturali (granulare, cristallina, tubulare) a seconda del grado di maturità della cellula.

Xilema (legno)



Trasporto contrario, acqua dalle radici alle foglie (linfa grezza). Composto da cellule morte che tuttavia hanno delle conformazioni diverse in base alla pianta considerata. In una pianta giovane questi vasi sono costituiti da cellule, le pareti trasversali si disgregano e si formano delle strutture di lignina ad anello o a spirale: in quei punti, sulla parete secondaria, si appone la lignina in conformazioni specifiche. Qui c'è una grande produzione di parete secondaria. Le cellule sono vuote e le pareti laterali forate, non ci sono placche. L'apposizione di lignina non è uniforme per non impermeabilizzare totalmente, lasciando porzioni di parete permeabili: l'acqua va verso l'alto ma può uscire lateralmente e irrorare le cellule

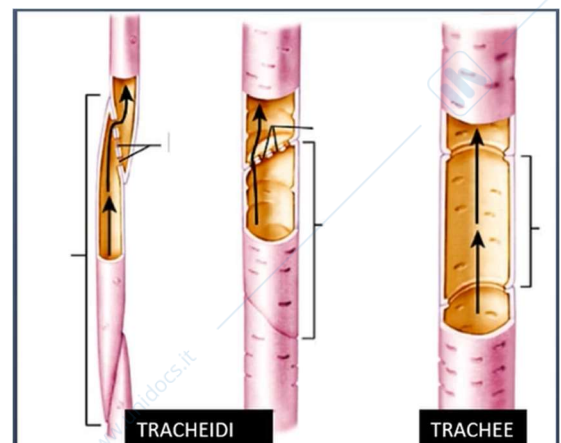
parenchimatiche disperse per il fusto. La lignificazione non totale permette anche la plasmabilità del tessuto, la possibilità di allungarsi e avere fenomeni plastici.

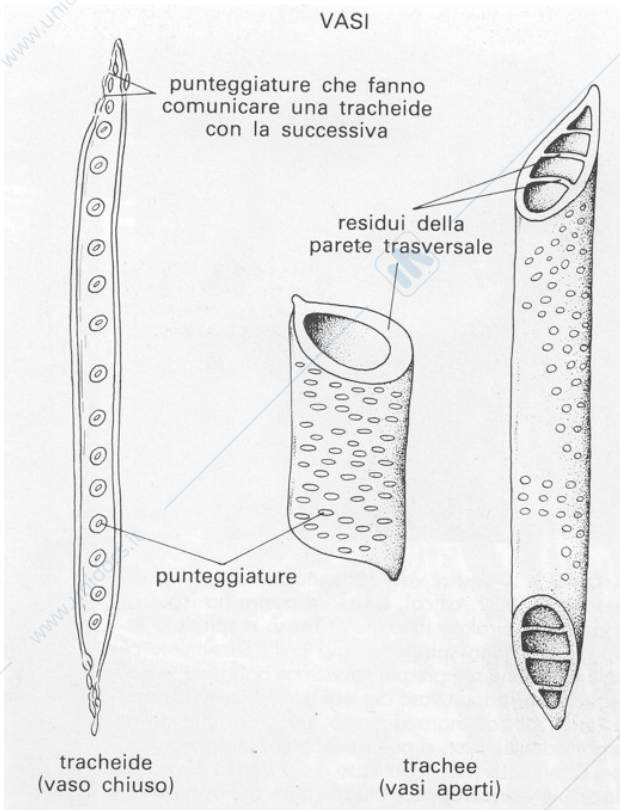
Lo scambio di acqua tra le cellule avviene mediante punteggiature che possono essere semplici o areolate.

Tracheidi e Trachee

Verso le piante adulte, troviamo diverse strutture complesse che costituiscono sistemi di trasporto. Ne esistono 2 tipologie prevalenti:

TRACHEIDI: Cellule allungate che comunicano con punteggiature areolate. Le cellule si sovrappongono senza disgregare



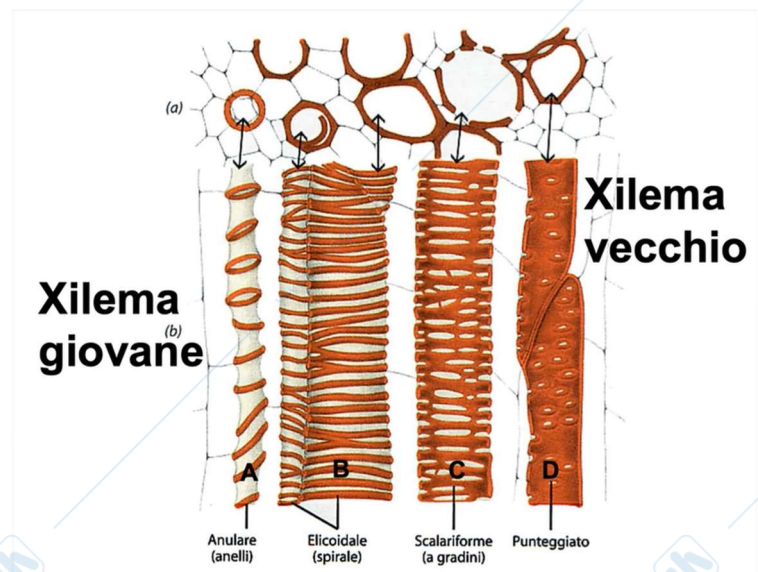


completamente la parete trasversale, mantenendo una sezione che ha delle punteggiature in grado di far passare la linfa grezza.

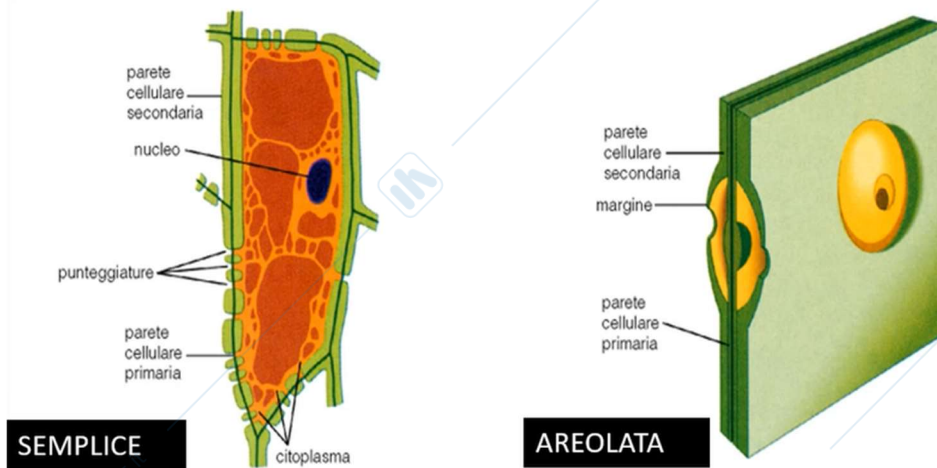
TRACHEE: Sparisce la parete trasversale tramite digestione enzimatica e il diametro aumenta, così come la lignificazione. Le cellule che le compongono, a completa maturazione, sono totalmente digerite o parzialmente, lasciando piastre di perforazione.

Lignificazione

Un tubo di conduzione xilematico giovane si lignifica ad anello, passa nella fase adulta ad una lignificazione spiralata/elicoidale, per poi invecchiare aumentando la lignificazione con linee trasversali (struttura scalariforme – a gradini) per poi arrivare a una struttura punteggiata, dove solo pochi punti manterranno la possibilità di permeare l'acqua. Se questi punti in qualche modo si allineano uno sopra l'altro assumendo una direzionalità a spirale, si parla di punteggiatura scalariforme. Man mano che si appone lignina, meno acqua passa lateralmente. Le punteggiature possono assumere strutture SEMPLICI o AREOLATE.



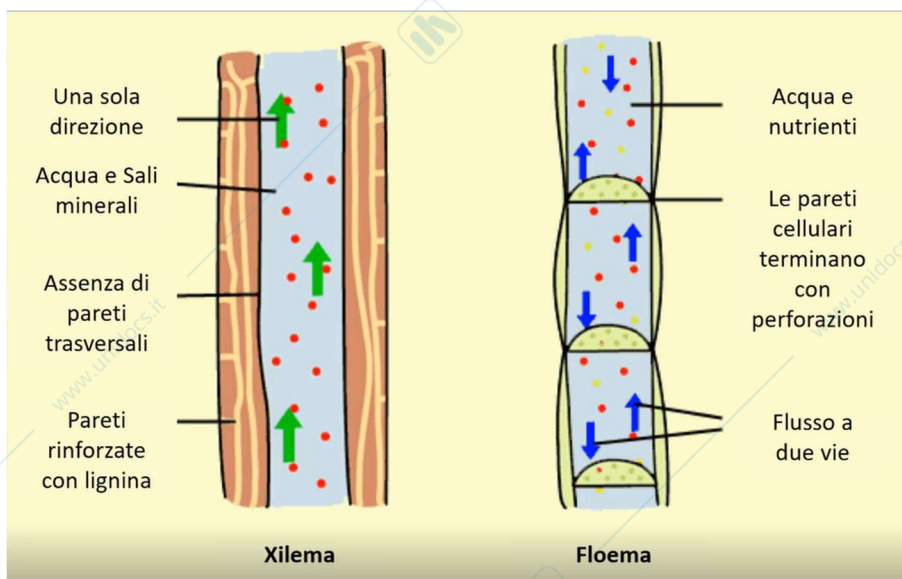
Le punteggiature areolate si basano sull'apertura di una parete secondaria di uno xilema. Nel verde c'è la parete secondaria con un'apertura lignificata, ma con all'interno una sezione verde: una parete primaria non lignificata che permette il



passaggio di acqua nella struttura. In questa struttura c'è un'ingrossamento che funziona da tamburo, in qualche modo può seguire la direzionalità e con il suo ispessimento centrale occlude il foro. Questa struttura permette la chiusura laterale, permettendo di isolare la pianta.

passaggio di acqua nella struttura. In questa struttura c'è un'ingrossamento che funziona da tamburo, in qualche modo può seguire la direzionalità e con il suo ispessimento centrale occlude il foro. Questa struttura permette la chiusura laterale, permettendo di isolare la pianta.

DIFFERENZE XILEMA E FLOEMA



Lo xilema va in una sola direzione, trasporta acqua e Sali minerali dal basso verso l'alto. Il floema trasporta soprattutto nutrienti immersi in ambiente acquoso, però la direzionalità non è univoca, può essere trasportata da una parte all'altra. Agisce attivamente andando a direzionare il flusso a due vie.

Ultima differenza è che lo xilema per trasportare l'acqua necessita di particolare forze di tipo pressorio. La pianta non prende l'acqua dalle radici attraverso pompe, ma attraverso forze pressorie di capillarità.

A spostare l'acqua nello xilema è il fenomeno dell'evaporazione fogliare: la pianta risucchia acqua come noi beviamo qualcosa con una cannuccia: questo crea una

depressione nel trasporto che richiama l'acqua dal terreno facendo evaporare quella arrivata in alto. Dal terreno non prende solo l'acqua, ma anche altre molecole vitali come i Sali minerali, perciò il flusso deve continuare.

	FLOEMA	XILEMA
Fatto di	Cellule vive	Cellule morte
Spessore parete	Sottile	Spessa
Costituente parete	Cellulosa	Lignina
Permeabilità	Permeabile	Impermeabile
Citoplasma	Residui	No
Trasporto di	Linfa elaborata	Linfa grezza
Trasporta a	Parti in accrescimento e radici	Foglie
Direzione del flusso	Verso l'alto e il basso	Verso l'alto