

# **I TESSUTI DELLE PIANTE**

# COS'È UN TESSUTO?

Gruppo di cellule, organizzate in una  
**unità funzionale e strutturale**

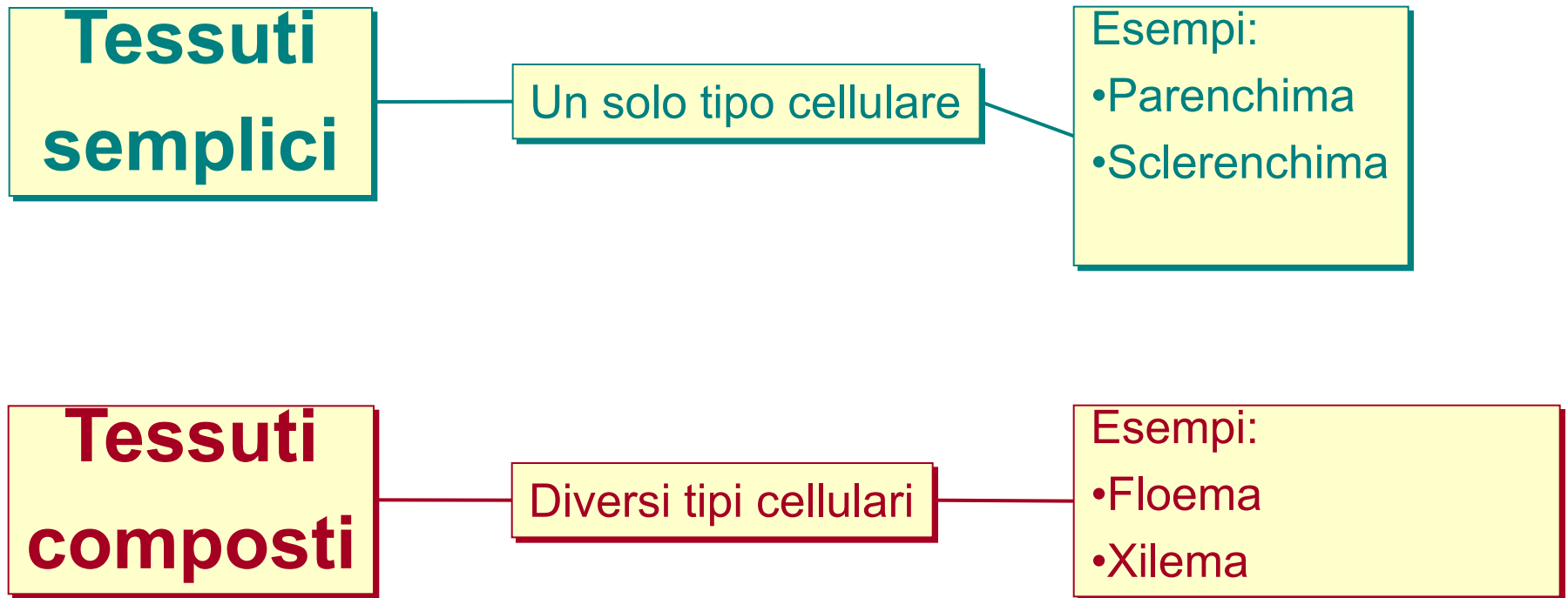
**Il Differenziamento** è il processo che determina  
modificazioni profonde nella struttura cellulare  
con l'assunzione di specifici compiti funzionali

Alcune cellule adulte vivono per molti anni, altre  
muoiono subito dopo il differenziamento e  
svolgono la loro funzione da morte.

# LE CELLULE COSTITUENTI UN TESSUTO SONO TUTTE UGUALI?



# LE CELLULE COSTITUENTI UN TESSUTO SONO TUTTE UGUALI?



# MERISTEMI PRIMARI

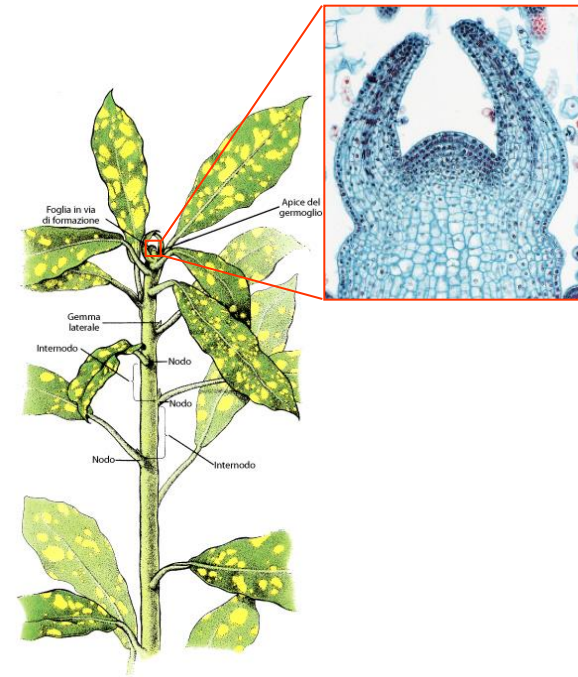
I tessuti meristematici che **derivano direttamente dall'embrione** sono definiti **meristemi primari** e sono attivi per tutta la vita della pianta. Le divisioni cellulari ed il successivo differenziamento delle cellule di questi tessuti, secondo un modello ordinato nel tempo e nello spazio, danno origine ai tessuti primari, che nel loro insieme costituiscono il corpo primario della pianta. **I meristemi primari sono localizzati ai due poli della pianta**, all'apice di ogni fusto e di ogni radice, e sono responsabili della crescita in lunghezza di questi organi. **Il meristema apicale del fusto, anche detto apice vegetativo**, produce generalmente foglie e rami, ma quando la pianta è pronta per passare allo stadio riproduttivo si trasforma in apice fiorale.

**Il meristema apicale radicale** provvede a formare la radice e la cuffia radicale

# TESSUTI MERISTEMATICI

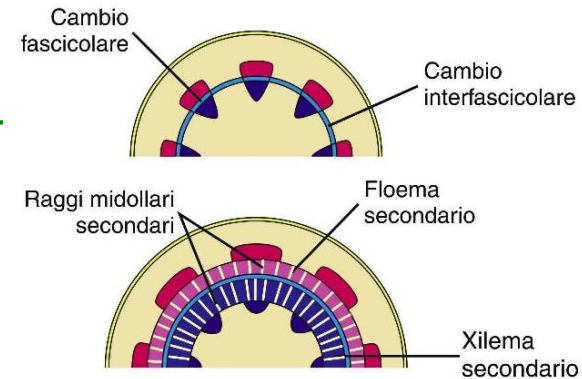
## MERISTEMI PRIMARI

Localizzazione apicale  
Accrescimento in lunghezza

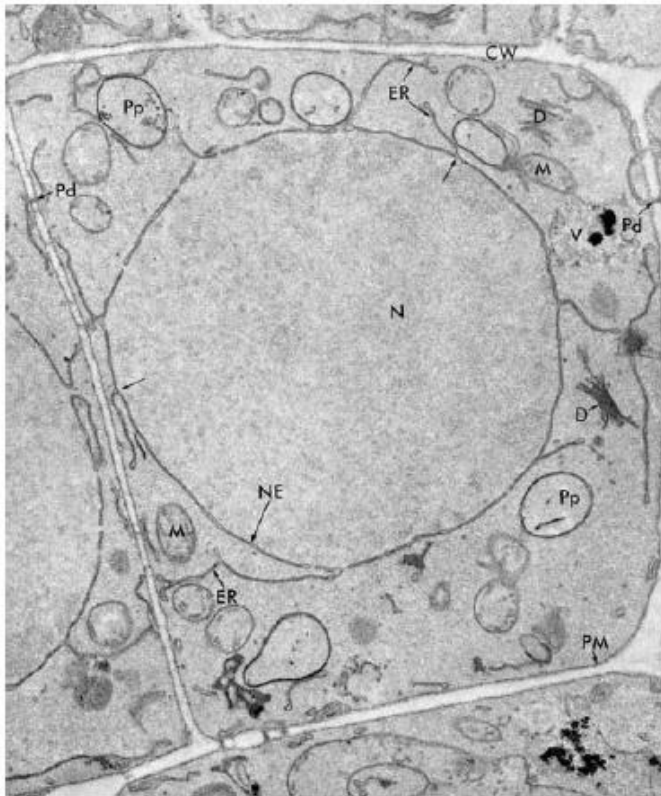


## MERISTEMI SECONDARI

Localizzazione laterale  
Accrescimento diametrico

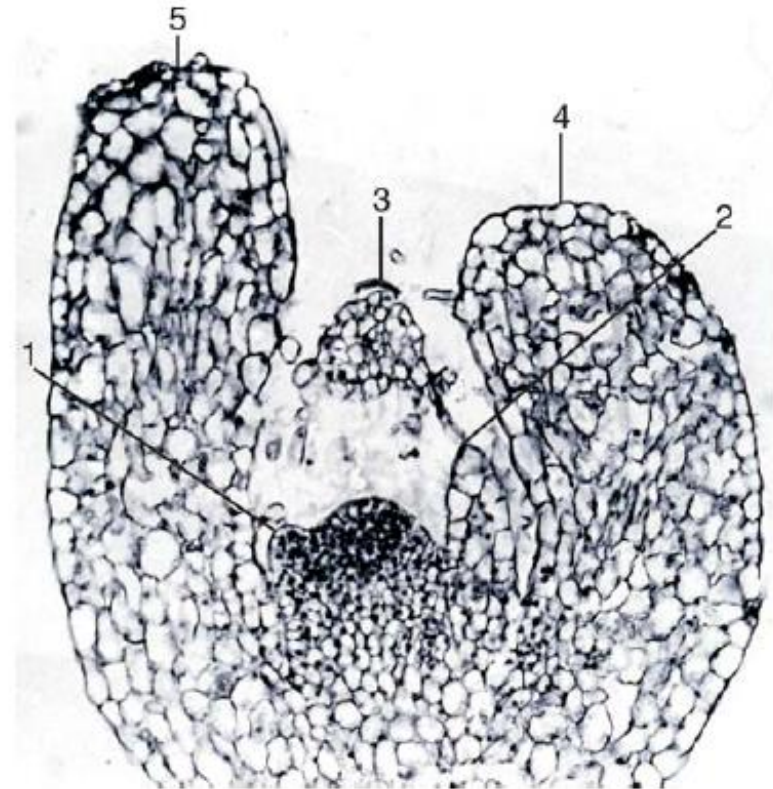


# MERISTEMA APICALE DEL GERMOGLIO



**Figura 8.1**

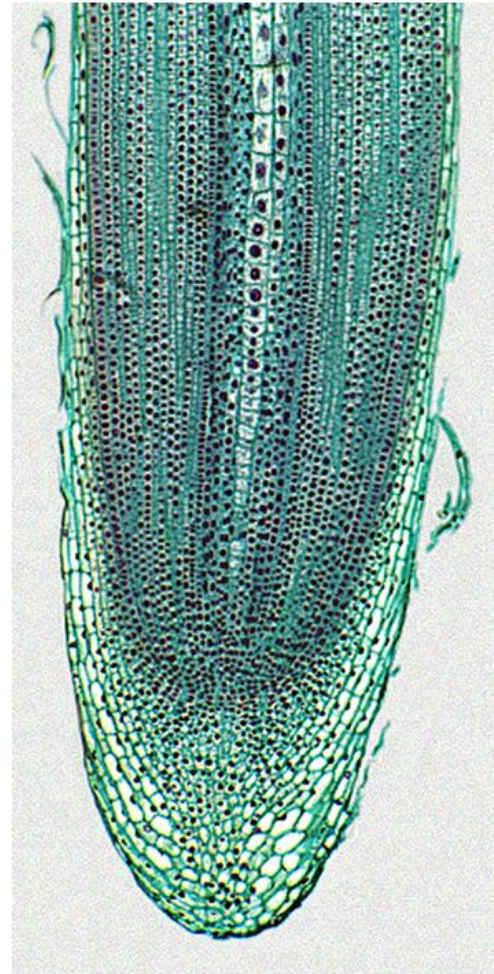
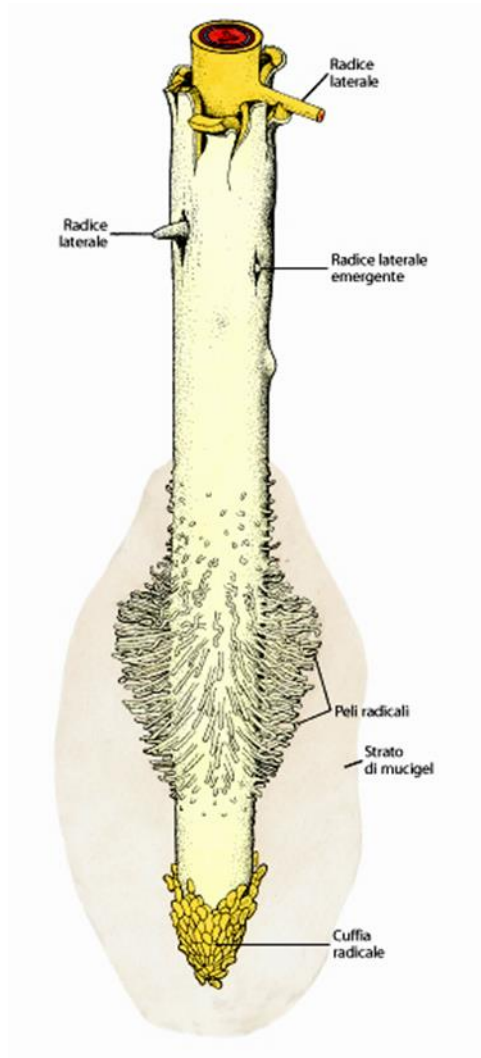
Immagine al microscopio elettronico di una cellula del meristemo apicale. N nucleo, NE involucro nucleare, ER reticolo endoplasmatico, M mitocondri, Pp proplastidi, D dittiosomi, CW parete cellulare, Pd plasmodesmi, PM membrana plasmatica, V vacuolo (da Ledbetter e Porter).



**Figura 10.24**

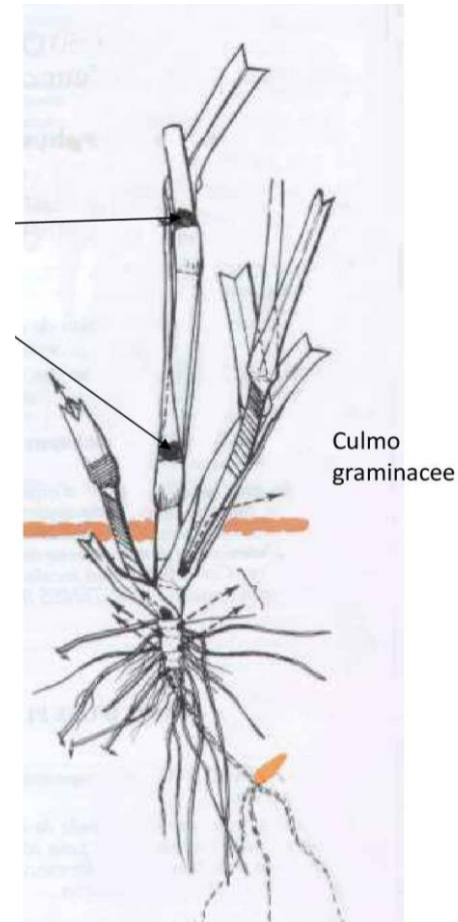
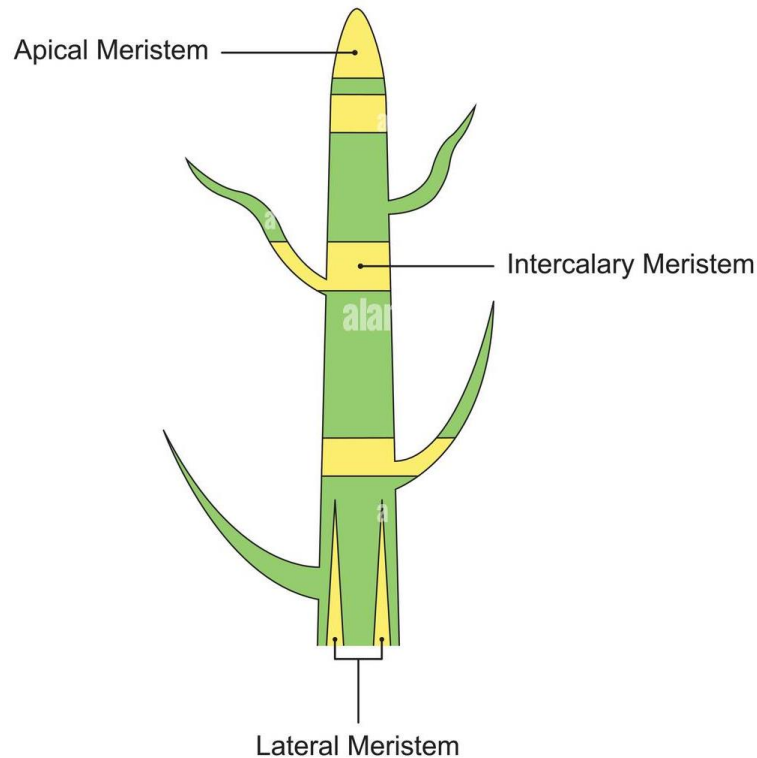
Apice caulinare di tabacco (*Nicotiana tabacum*) in cui è possibile osservare una serie di primordi fogliari a diverso stadio di sviluppo, numerati a partire dal più giovane (osservazione di G. Pasqua e M. M. Altamura).

# MERISTEMA APICALE DELLA RADICE



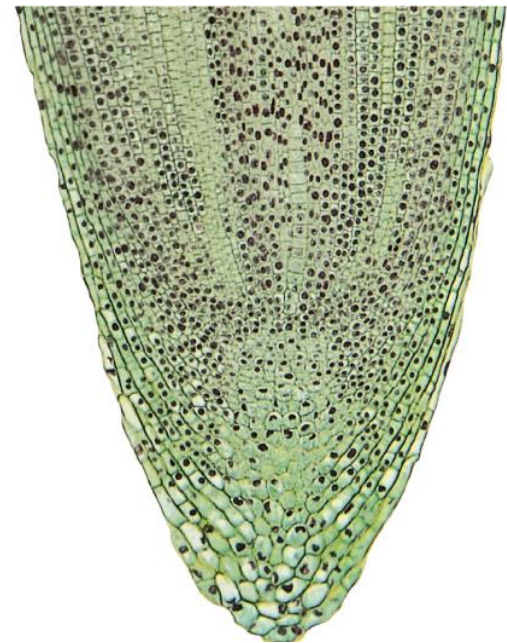
# MERISTEMI INTERCALARI

Tra i meristemi primari sono inclusi anche quelli ***intercalari*** (o ***residui***). I meristemi intercalari sono costituiti da piccoli gruppi di cellule che mantengono la capacità di dividersi e sono localizzati tra i tessuti definitivi dell'organismo adulto



## TESSUTI MERISTEMATICI

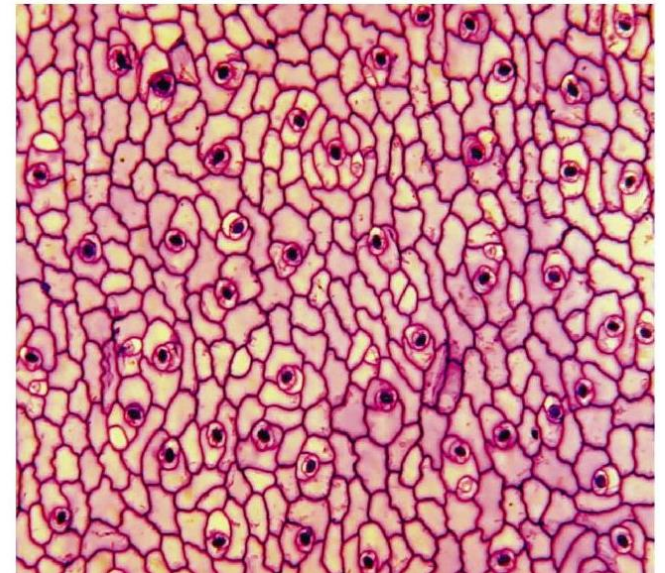
Cellule non differenziate,  
mitoticamente attive



Apice radicale

## TESSUTI ADULTI

Cellule differenziate, non  
attive mitoticamente (alcune  
come i parenchimi possono  
sdifferenziarsi e riprendere a  
dividersi: pluripotenza)



Epidermide fogliare

## TESSUTI VEGETALI

# MERISTEMI SECONDARI

## **I meristemi secondari non sono presenti nell'embrione**

Si trovano nell'individuo adulto tra i tessuti definitivi.

Sono presenti solo in alcune piante (tutte le gimnosperme e parte delle angiosperme dicotiledonie dalle divisioni delle loro cellule si formano i tessuti secondari, che nel complesso costituiscono il corpo secondario della pianta.

I meristemi secondari, definiti anche cambiali, sono responsabili della crescita in diametro del fusto e della radice.

-Cambio subero-fellodermico (o fellogeno) forma il periderma, sistema tegumentale del corpo secondario della pianta

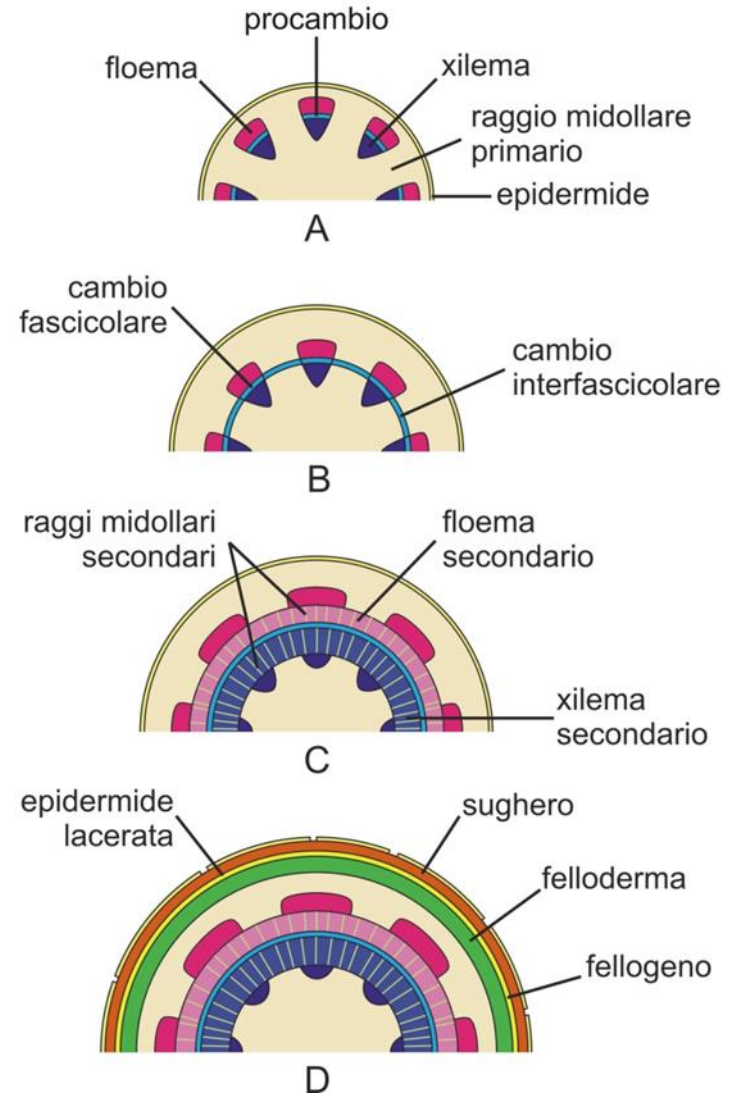
-Cambio cribro-vascolare (o cambio cribro-legnoso). Forma il sistema conduttore.

Cambio cribro-vascolare posto all'interno dei fasci conduttori, tra xilema e floema, è detto intrafasciale

Cambio localizzato tra i fasci conduttori (raggi midollari) è detto interfasciale.

**Cambio interfasciale è un meristema secondario**, in quanto deriva dallo sdifferenziamento delle cellule dei raggi midollari della struttura primaria preesistente

**Cambio intrafasciale è un meristema primario** poiché deriva direttamente dal procambio.



# DIFFERENZIAMENTO

Una volta che le cellule si sono formate vanno incontro al differenziamento.

Assumono una forma definitiva, la cellula modifica la composizione della parete e dei suoi organelli, arricchendosi, ad esempio, di cloroplasti per svolgere la fotosintesi, o andando incontro a morte cellulare programmata.

Il differenziamento della cellula inizia con uno stadio precoce di determinazione, a cui segue la crescita per distensione in cui il vacuolo si espande divenendo il compartimento cellulare più voluminoso.

Il differenziamento di norma prosegue anche dopo che la cellula ha raggiunto la sua forma definitiva sino a quando non abbia acquisito le caratteristiche specifiche per svolgere le sue funzioni peculiari.

# COME E' OPERATA LA REGOLAZIONE GENICA?

Il differenziamento cellulare è il risultato di programmi specifici di espressione genica (attivazione e/o repressione trascrizionale).

Differenti tipi cellulari sintetizzano diverse proteine perchè essi trascrivono solo alcuni dei geni presenti nel loro genoma, mentre altri vengono trascritti in altri tipi cellulari.

Il differenziamento non dipende solo dall'espressione genica, ma è un processo più complesso che coinvolge interazioni tra le cellule, trasporto intercellulare di segnali, riorganizzazione delle pareti e talvolta anche interazione con fattori ambientali.

Le regioni di regolazione dei geni sono in grado di rilevare segnali, connessi con lo sviluppo e l'ambiente, e rispondere dando inizio o bloccando l'espressione dei geni.

# TESSUTI ADULTI

## TEGUMENTALI

- Epidermide
- Sughero
- Endoderma

## PARENCHIMATICI

- P clorofilliano
- P. di riserva
- P. aerifero
- P acquifero

## MECCANICI

- Collenchima
- Sclerenchima

## CONDUTTORI

- Floema
- Xilema

## SECRETORI

- Esterni
- Interni

## TEGUMENTALI

- Epidermide e rizoderma nella radice, tessuto primario esterno
- Endoderma, tessuto primario interno
- Sughero, tessuto secondario esterno formato per attività del cambio subero-fellodermico

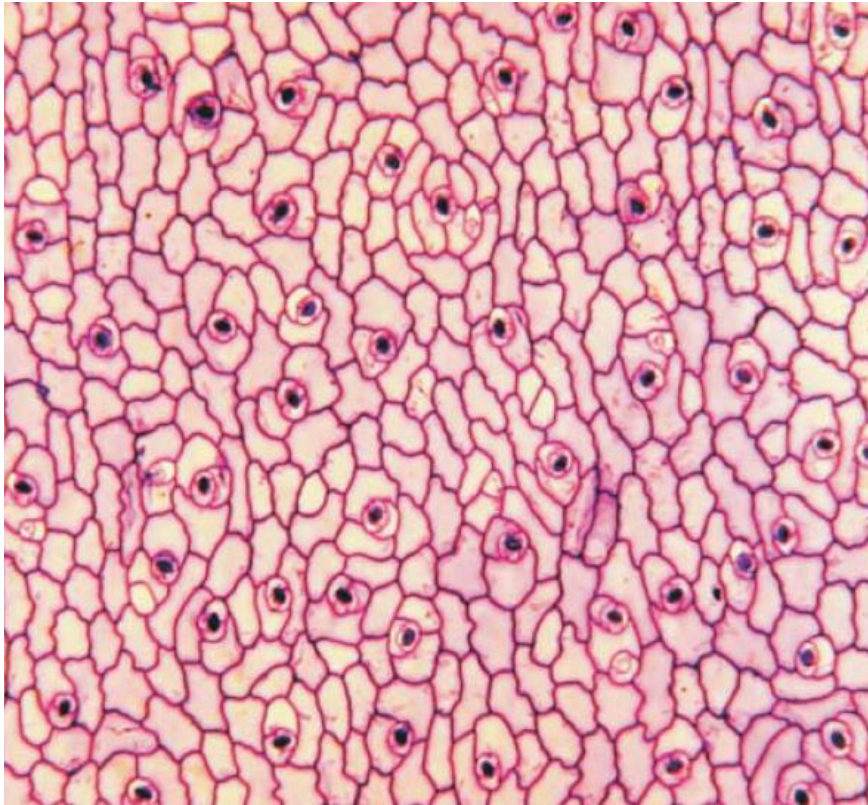
I tessuti tegumentali vengono distinti in base alla loro posizione esterna o interna ad un organo

Gli esterni hanno funzione di protezione, gli interni formano barriere di separazione tra i tessuti.

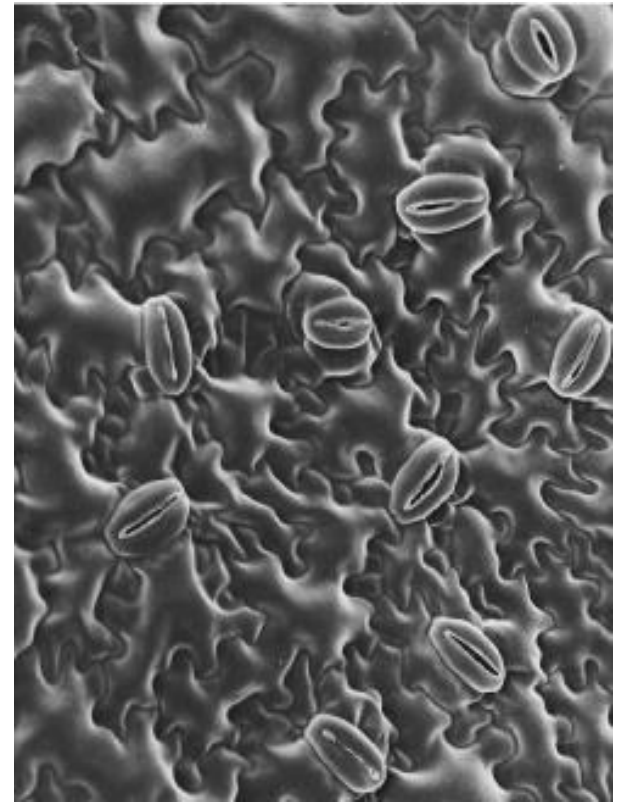
L'epidermide normalmente è unistratificata, soprattutto nelle piante dei nostri climi ma può essere pluristratificata soprattutto nelle specie adattate a climi aridi (xerofite) come l'oleandro

# Epidermide

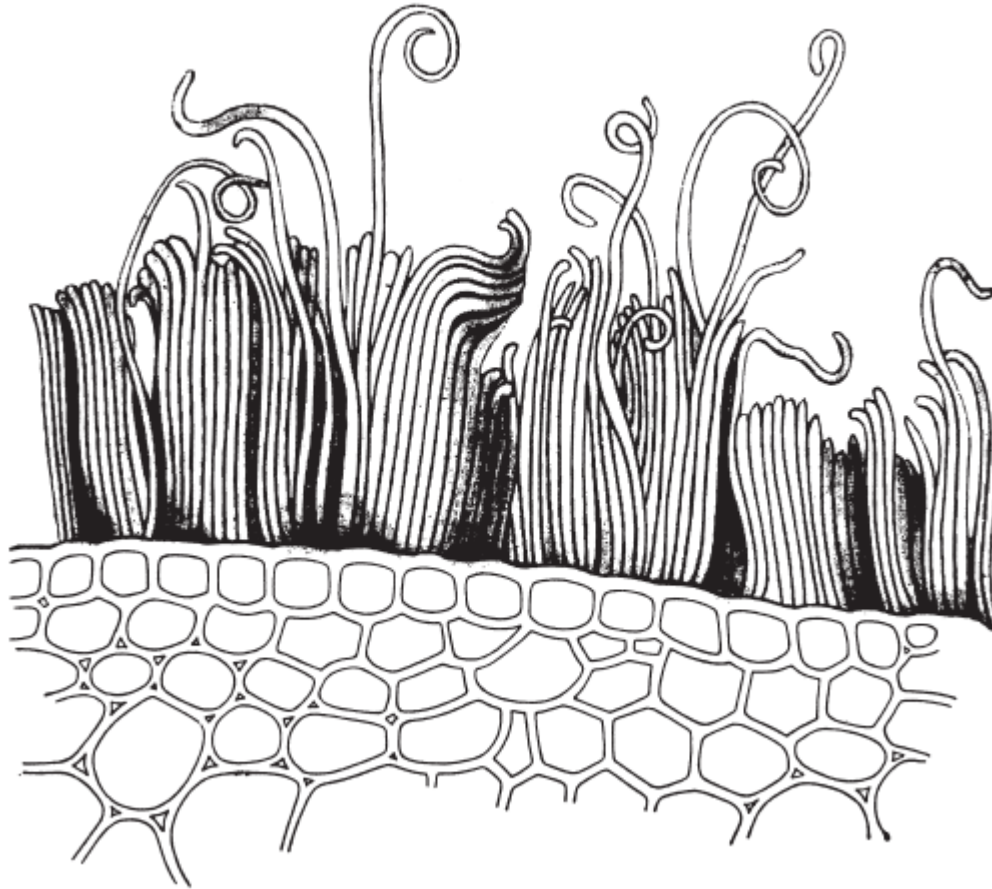
È il tessuto che riveste la foglia, il giovane fusto e l'intero corpo delle piante erbacee



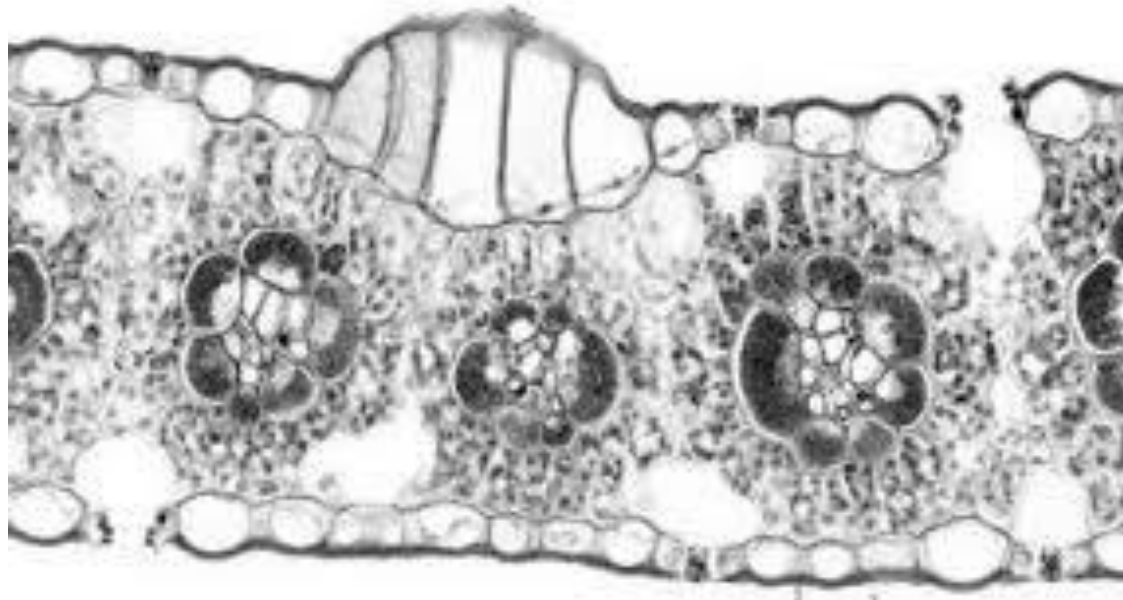
Micrografia al microscopio ottico dell'epidermide di foglia



Micrografia al microscopio elettronico dell'epidermide di foglia



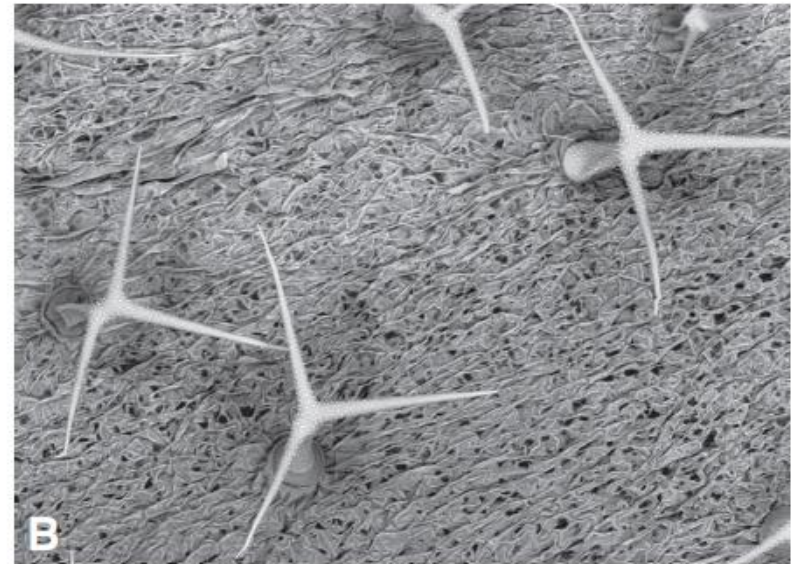
Oltre alla cuticola possono essere presenti rivestimenti cerosi soprattutto nelle piante che devono avere un grande controllo delle risorse idriche o nelle piante che vivono in ambienti molto umidi come vicino alle cascate che devono controllare l'entrata di acqua dall'esterno.



Cellule bulliformi: Osservazione di alcune strutture particolari della foglia, presenti in alcune angiosperme monocotiledoni. In particolare osserviamo una foglia di Mais, per osservare le cellule della guaina del fascio e le cellule bulliformi. Le cellule bulliformi hanno parete sottile e grandi vacuoli pieni di acqua: in condizioni di stress idrico la perdita di turgore di queste cellule porta all'arrotolamento della lamina fogliare.

## FIGURA 8.8

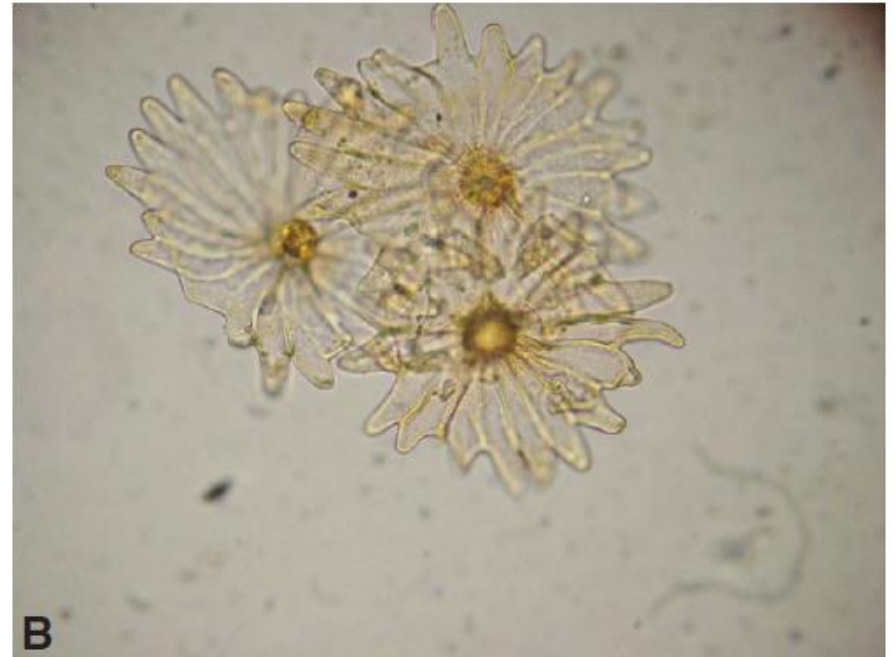
Peli unicellulari semplici al microscopio ottico (A) e ramificati al microscopio elettronico a scansione (B) (osservazioni di G. Pasqua e A. Valletta).



I peli possono essere formati da cellule vive o morte. Possono essere formati dalle cellule epidermiche (si chiamano peli) o con la partecipazione delle cellule del sottoepidermico (si chiamano emergenze)

## FIGURA 8.9

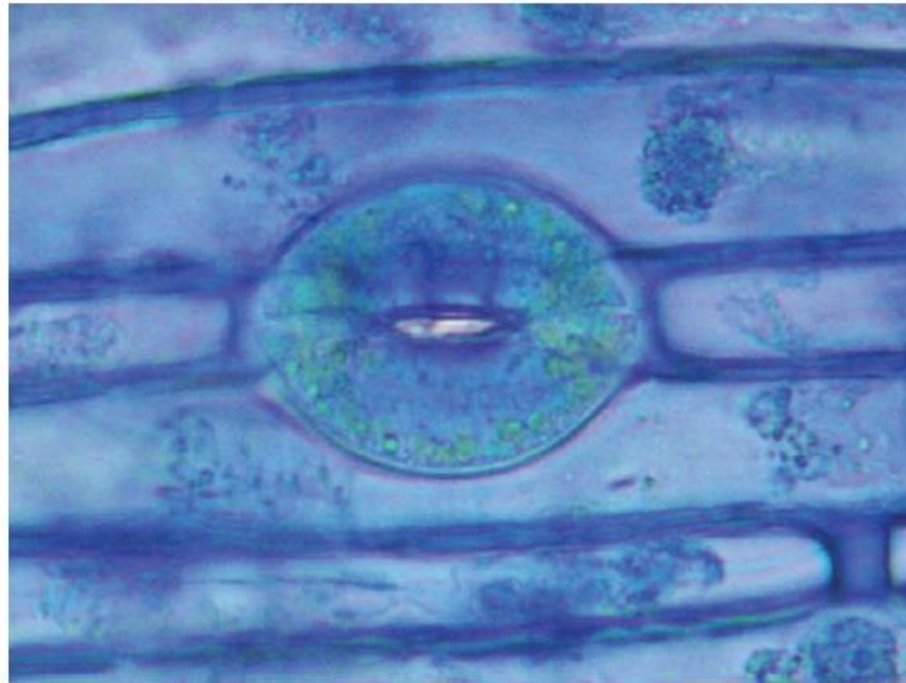
Peli pluricellulari stellati (A) e peltati non ghiandolari (B) (osservazioni di G. Pasqua e A. Valletta).



I peli pluricellulari derivano da allungamento della cellula iniziale e dalle sue divisioni. Nel pelo maturo si distingue un piede che rimane affossato nell'epidermide ed un corpo sovrastante

## FIGURA 8.10

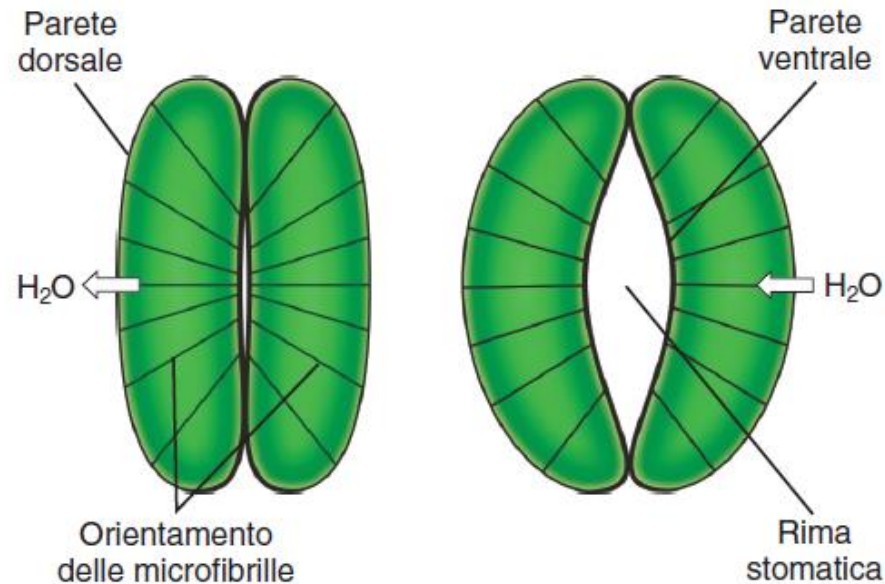
Cellule di guardia dello stoma. Colorazione con Blu di Toluidina (osservazione di G. Pasqua e A. Valletta).



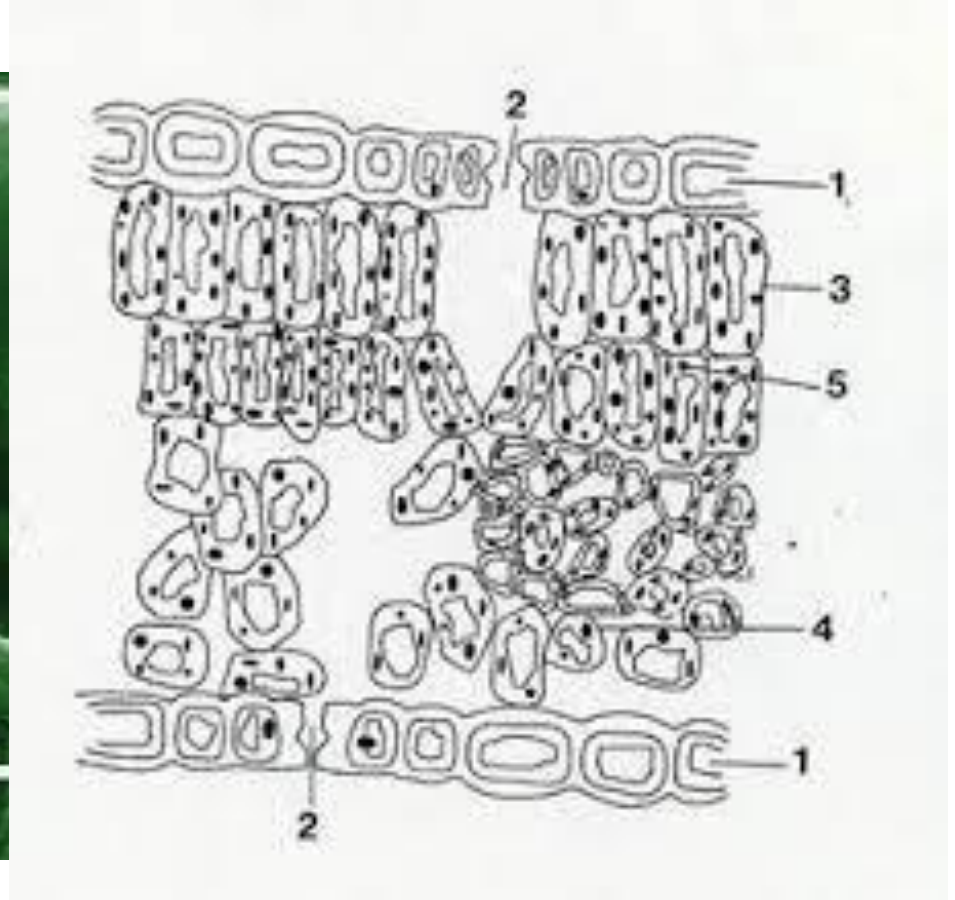
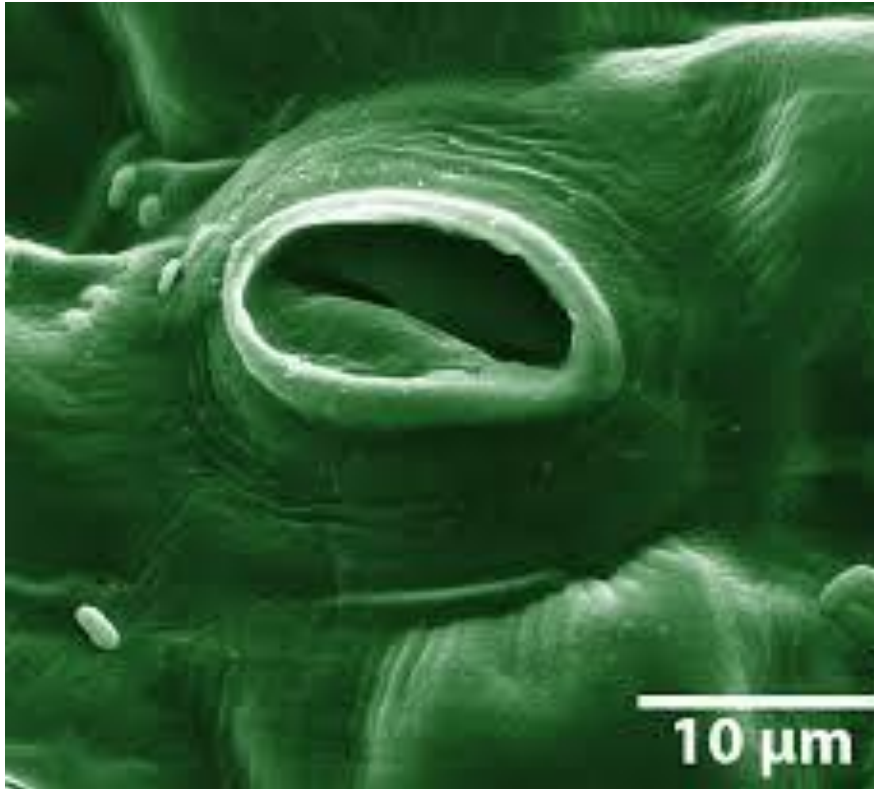
Gli stomi aeriferi rappresentano delle aperture di comunicazione con l'esterno dell'epidermide. Lo stoma dal greco bocca è formato da 2 cellule di guardia. Il loro numero varia da 10 a 1000 per mm<sup>2</sup> a seconda dell'habitat della pianta. Le piante parassite che non fanno fotosintesi non presentano stomi.

## FIGURA 8.11

Rappresentazione schematica di uno stoma chiuso (a sinistra) e aperto (a destra) in cui è possibile osservare il differente spessore delle pareti ventrali e dorsali e il particolare orientamento delle fibrille di cellulosa (disegno di A. Valletta).



Diversa disposizione delle fibrille di cellulosa nella parete dorsale esterna rispetto alla ventrale interna. Le pareti ventrali sono più ispessite e rigide e quindi si distendono meno delle esterne. Le pareti interne sono ispessite di cuticola. Se c'è diminuzione di turgore cellulare le cellule restringono l'apertura, cioè perdono la curvatura, e gli stomi si chiudono.



Camera sottostomatica: è a contatto con l'ambiente interno della foglia



**Stoma acquifero o idatode.** Permette la guttazione cioè fuoriuscita di acqua in eccesso.

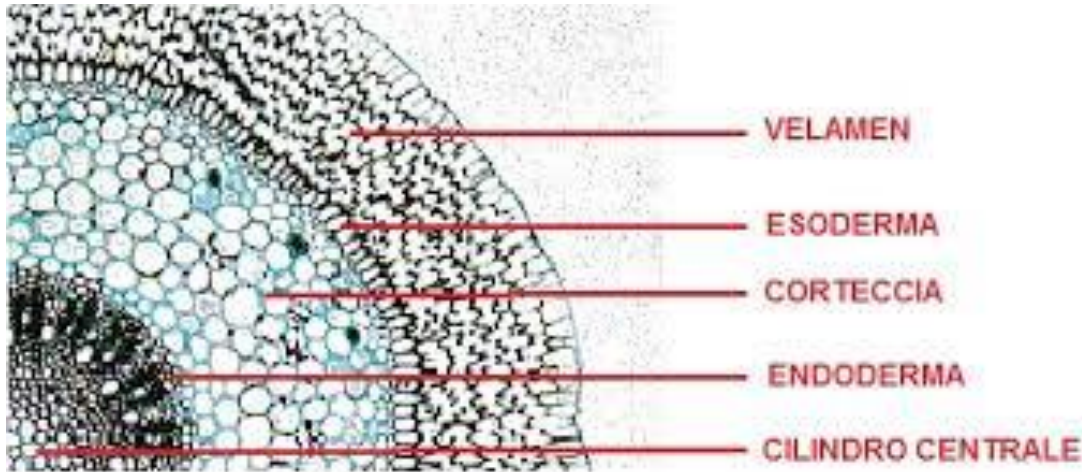
Gli stomi acquiferi si trovano isolati o riuniti in gruppetti alla punta delle foglie, non sono dotati di movimento e sono sempre aperti



Epidermidi multiple  
Trattengono acqua e  
funzionano come un  
parenchima  
acquifero, presenti in  
specie che devono  
economizzare l'acqua  
come il Ficus, le  
palme

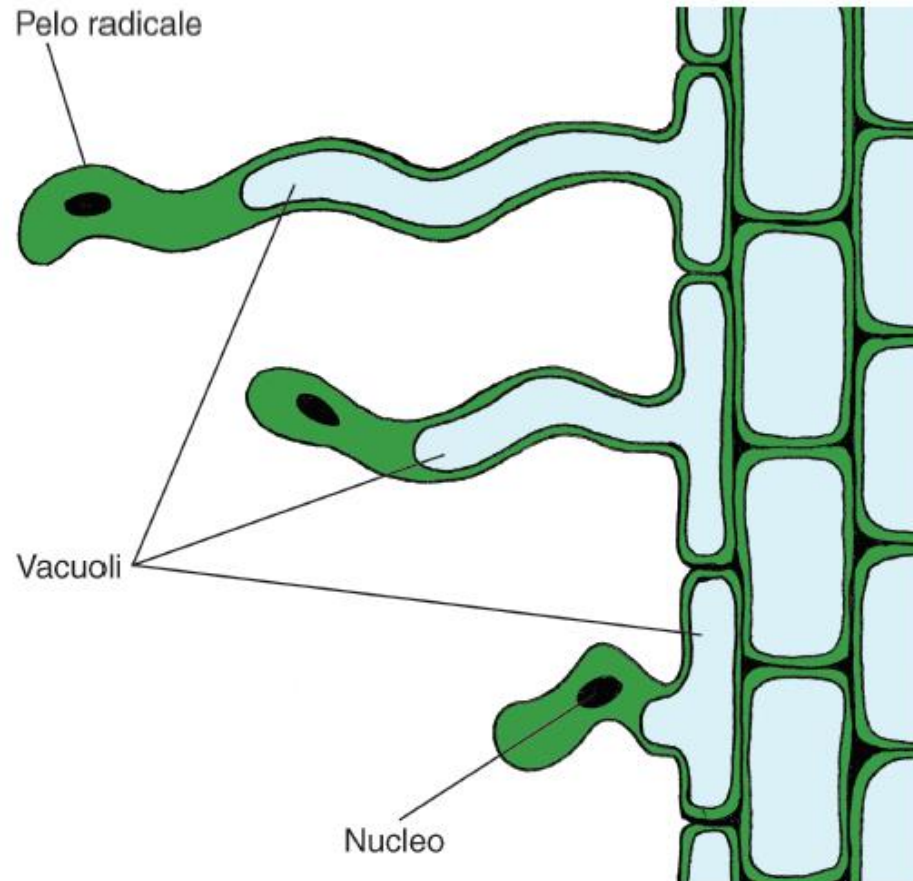


Velamen radicale: epidermide multiseriata  
È presente nelle radici aeree di molte orchidee epifite (vivono appoggiate su alberi)  
Il velamen assorbe acqua dall'atmosfera



## FIGURA 8.12

Peli radicali (disegno di R. Braglia).

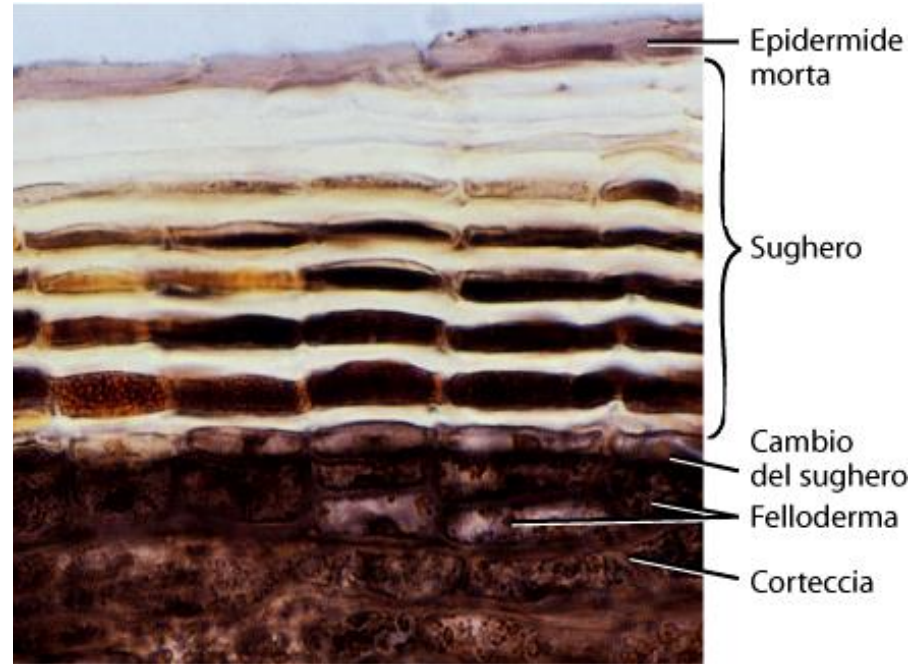
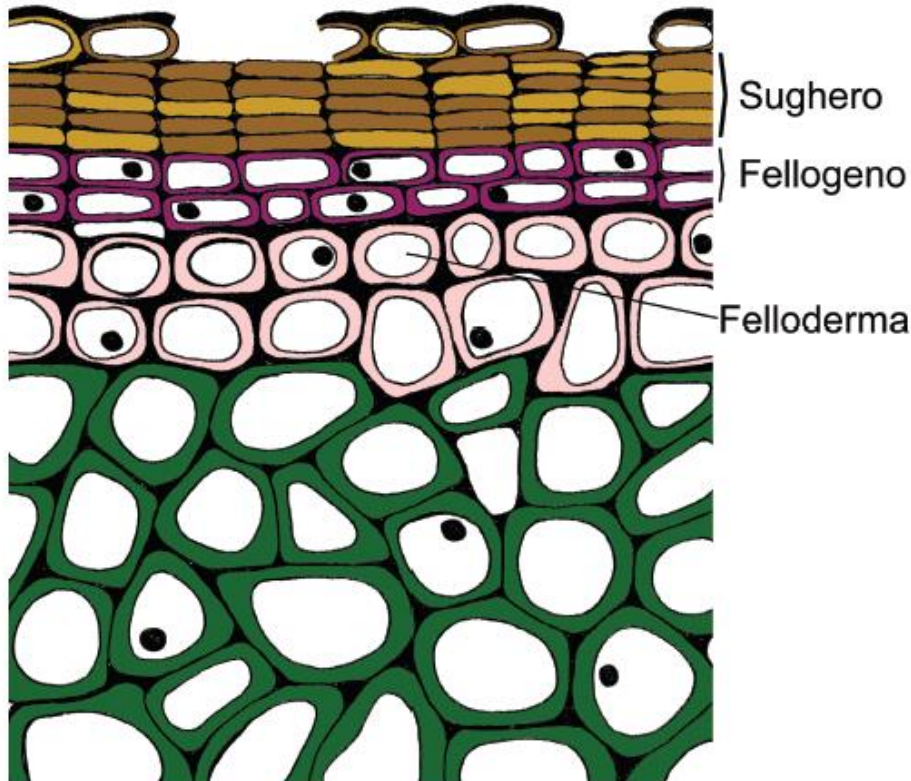


Rizoderma: epidermide della radice. Svolge la funzione di assorbimento quindi pareti cellulari sottili. Presenza di peli assorbenti. Le cellule del rizoderma sono tricoblasti o atricoblasti.. I tricoblasti si formano in prossimità dell'apice della radice. La parete esterna dei peli è ricca di pectine che gelificano.

**Esoderma:** tessuto tegumentale primario per suberificazione delle cellule.

Si trova nella radice. La vita del rizoderma è breve e viene presto sostituita dall'esoderma. Deriva dai tessuti parenchimatici subito sotto il rizoderma, le cui pareti suberificano ed assumono funzione tegumentale.

# Sughero

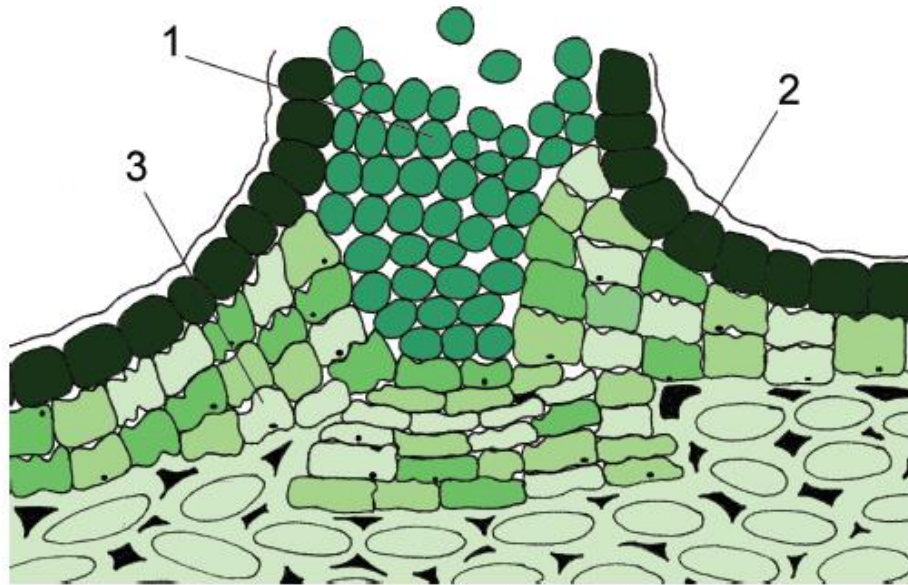


Particolare della sezione trasversale del fusto di melo (*Malus sylvestris*)

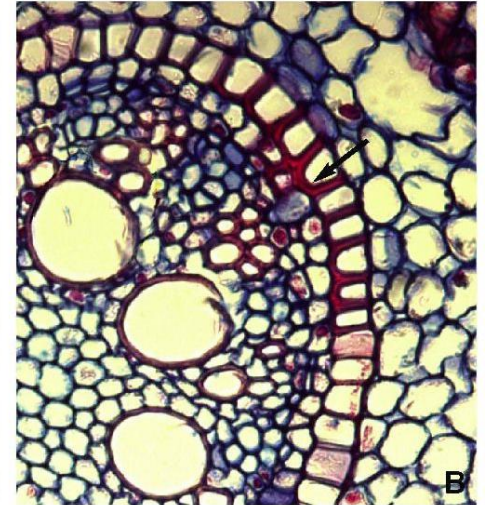
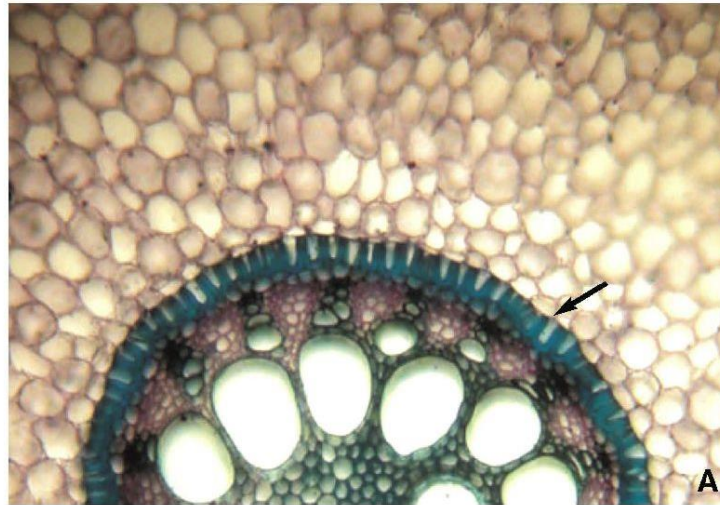
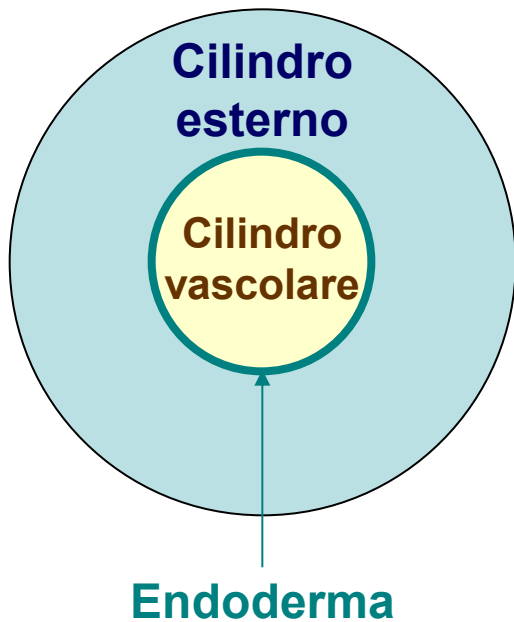
È un tessuto secondario derivato dall'attività del cambio subero-fellodermico (periderma). Si forma dagli strati più esterni del floema cambio subero-fellodermico. Produce verso l'esterno abbondanti strati di cellule che poi suberificano e muoiono per PCD. Lo troviamo sia nei fusti che nelle radici. Può essere formato anche per riparare le ferite come tessuto cicatriziale

### FIGURA 8.15

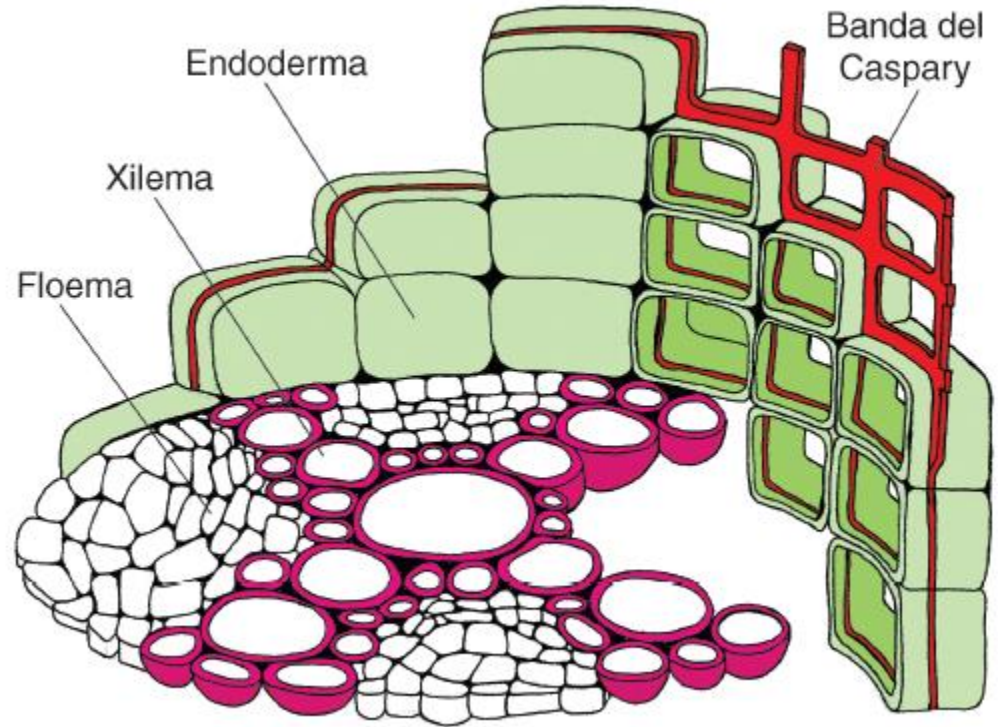
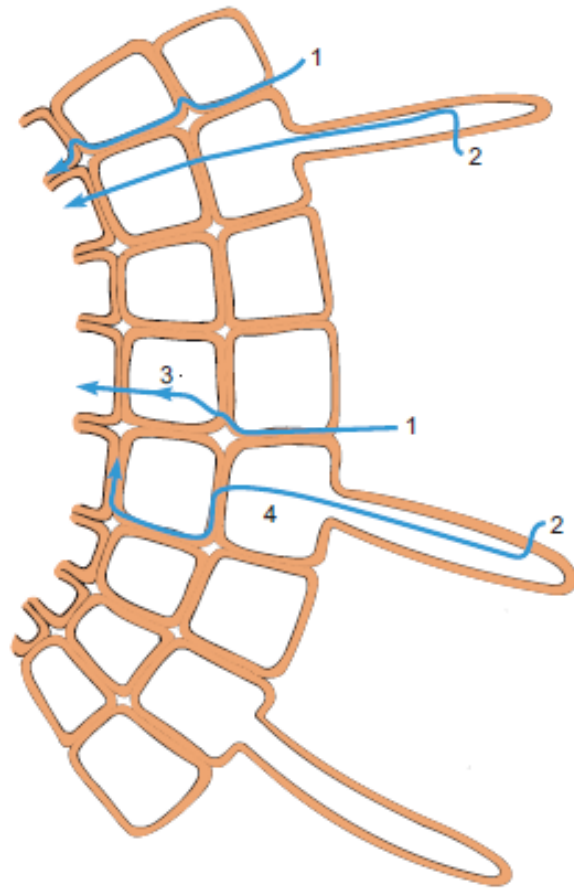
Sezione trasversale di una lenticella; 1, cellule di riempimento; 2, epidermide con cuticola; 3, fellogeno (disegno di R. Braglia).



# Endoderma



È un tessuto tegumentale interno, presente principalmente nella radice, che separa il cilindro esterno dal cilindro vascolare

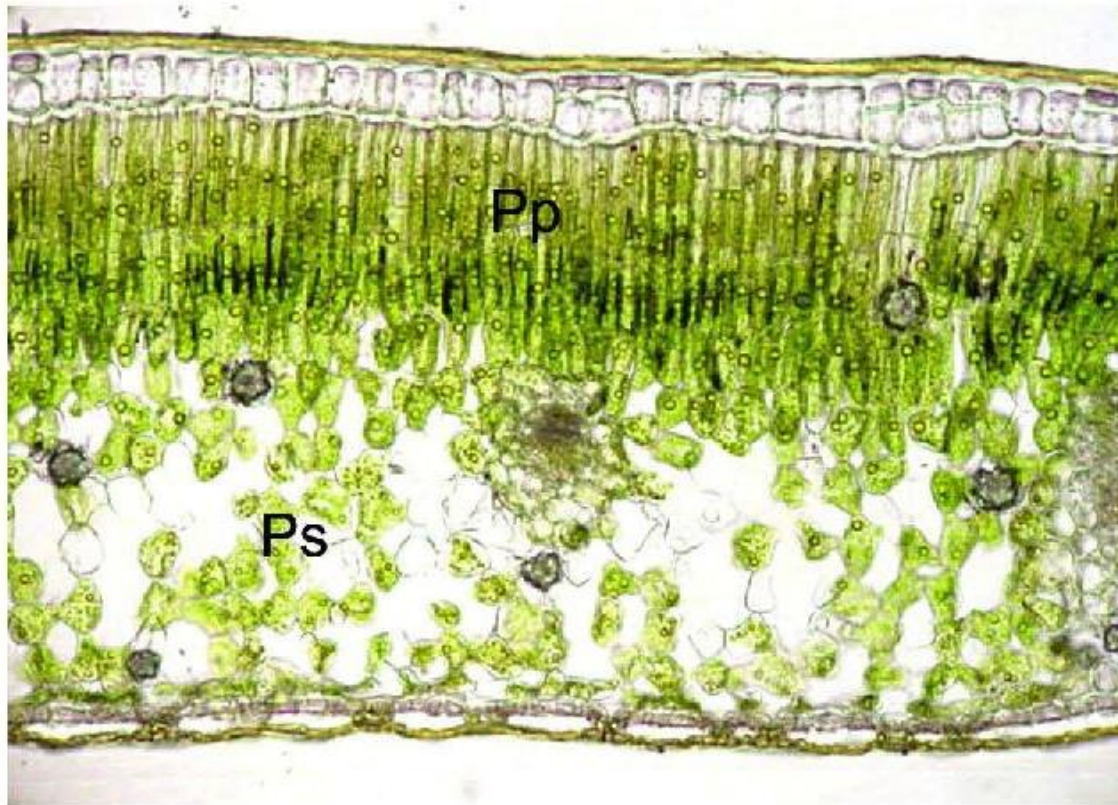


a

Le pareti tangenziali a contatto con la corteccia ed il tessuto vascolare sono sottili mentre tutte le pareti radiali sono incrostate di lignina o suberina e formano una fascia impermeabile: banda del Caspary. Gli ioni esclusi i nocivi vengono assorbiti dall'apoplasto.

# Parenchima clorofilliano

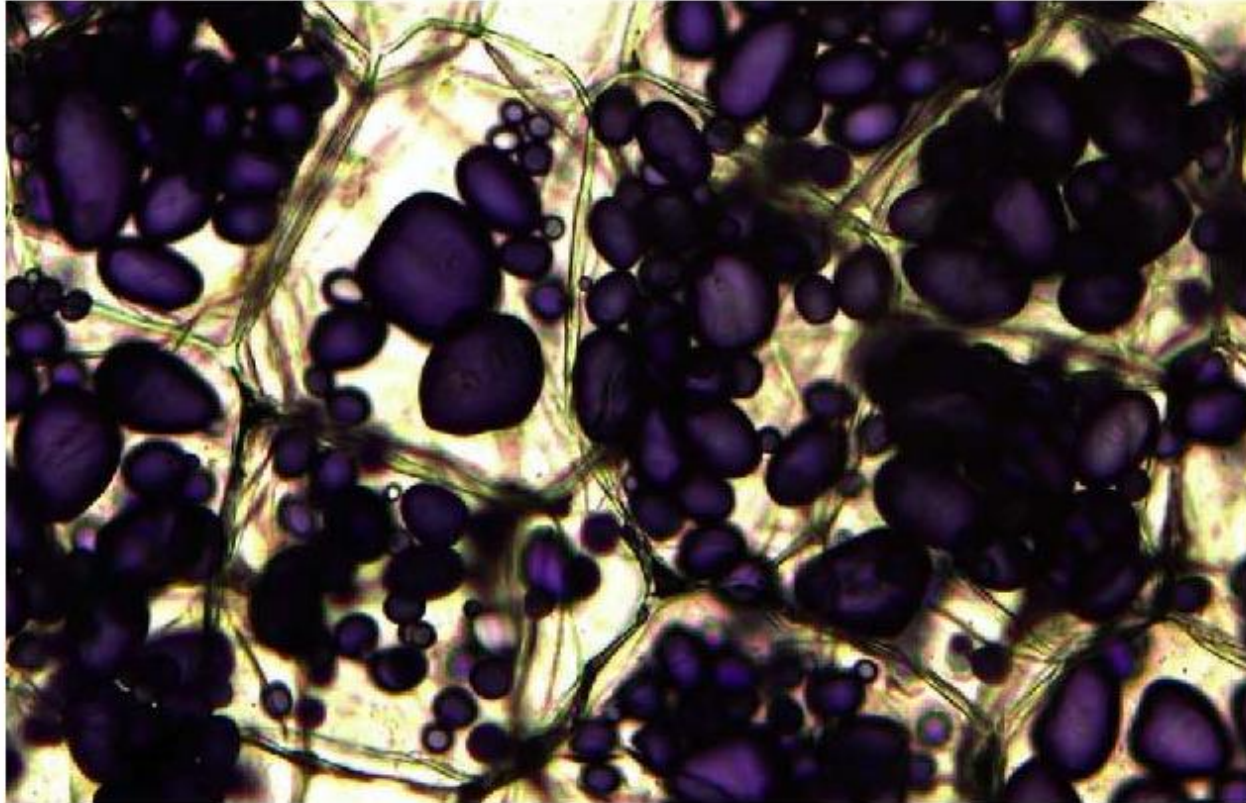
## Fotosintesi



Micrografia al microscopio ottico di una sezione trasversale di foglia

# Parenchima di riserva

Riserva nutrienti



Micrografia al microscopio ottico del parenchima amilifero di patata (*Solanum tuberosum*) colorato con iodo-ioduro

# Parenchima aerifero

Diffusione dell'aria



Micrografia al microscopio ottico di una sezione trasversale di foglia di ninfea (*Nymphaea* sp.)

# TESSUTI MECCANICI

La loro principale funzione è quella di sostenere il corpo della pianta e di fornire resistenza al piegamento.

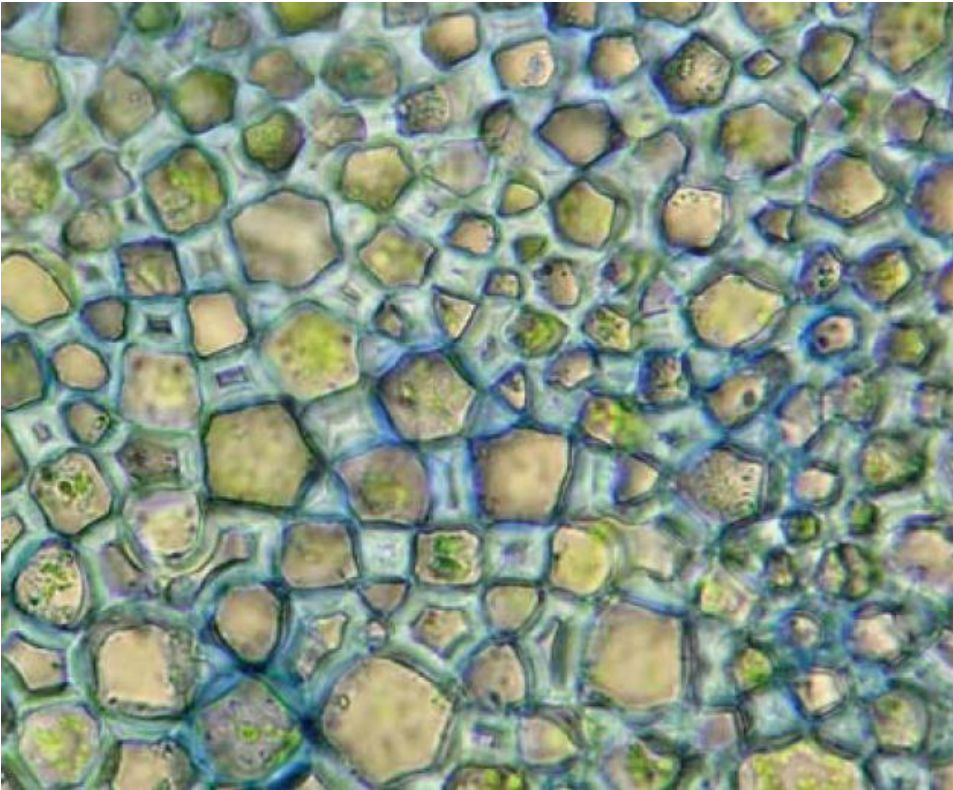
Queste proprietà sono da attribuire alla composizione chimica ed alla struttura delle pareti delle loro cellule.

In base a ciò abbiamo 2 tipologie di tessuti Collenchima e sclerenchima

**COLLENCHIMA:** tessuto adulto primario in genere collocato in posizione periferica di eudicotiledoni. Felci e monocotiledoni differenziano presto lo sclerenchima  
Si trova in zone ancora soggette ad accrescimento come il germoglio.

Come si presentano le cellule? Isodiametriche o allungate con parete celluloso-pectica ispessita in determinate aree

# Collenchima



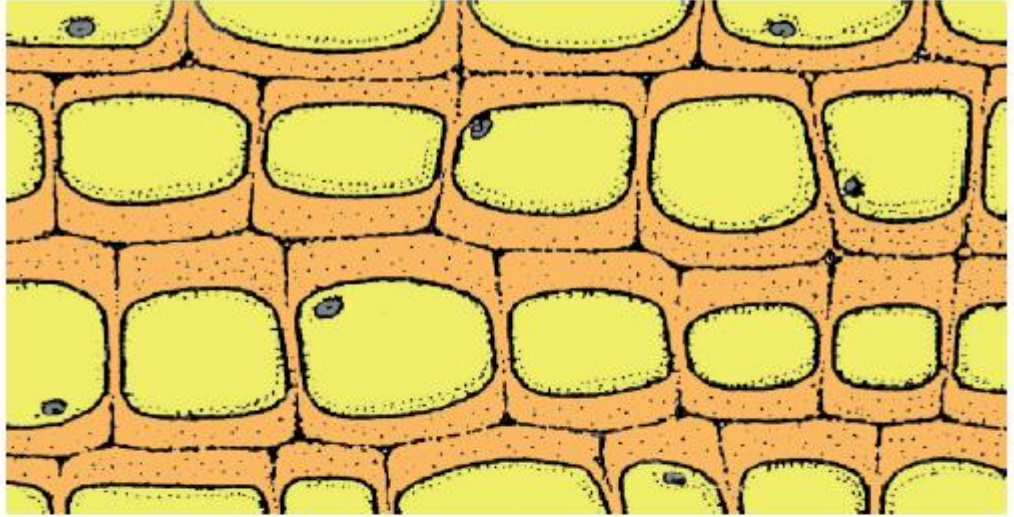
- Cellule vive a maturità
- Parete spessa
- Presente solo parete primaria celluloso-pectica
- Conferisce elasticità e resistenza al piegamento e trazione

Micrografia al microscopio ottico della sezione trasversale di un picciolo di vite (*Vitis vinifera*)

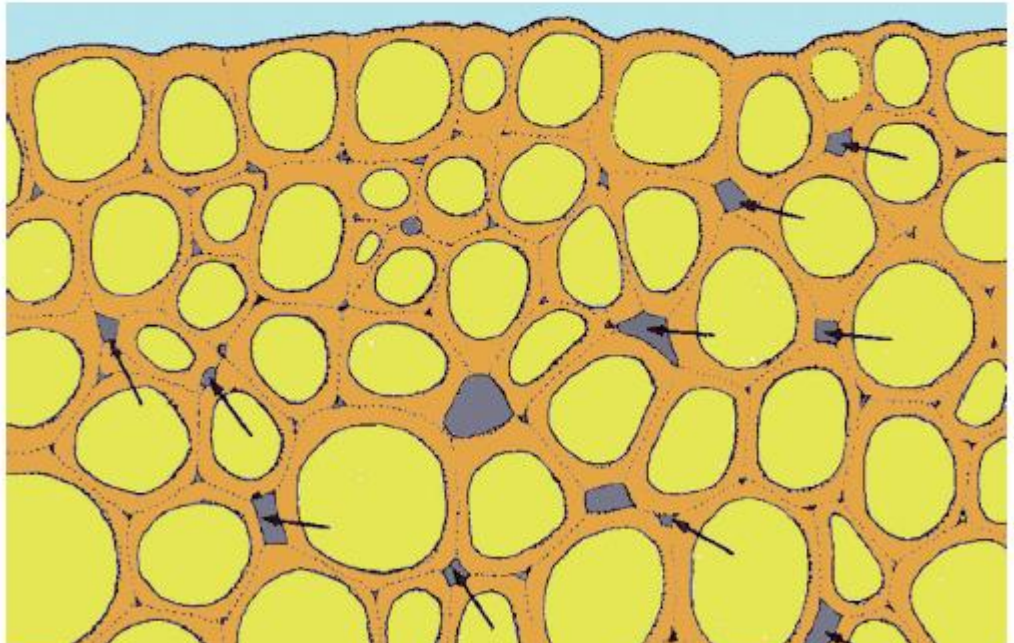
## FIGURA 8.17

Collenchima lamellare (in alto) ed anulare-lacunare (in basso) (disegno di A. Valletta).

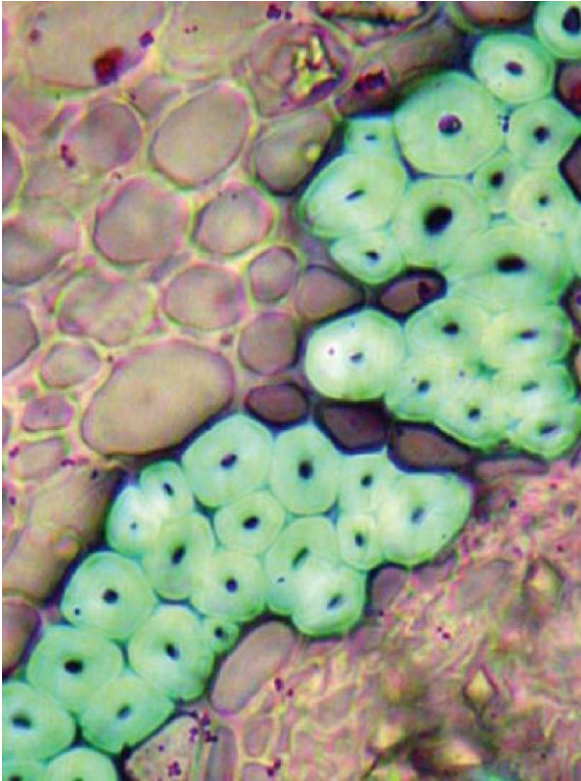
Collenchima lamellare: gli ispessimenti interessano le pareti tangenziali



Collenchima anulare-lacunare: le pareti sono più o meno uniformemente ispessite ed il lume diventa quasi circolare. Ci sono pochissimi spazi intercellulari



# Sclerenchima



Micrografia al microscopio ottico della sezione trasversale di un fusto con **fibre** colorate in verde (sinistra) e fibre in sezione longitudinale (destra)

- E' tipico di zone della pianta che hanno terminato la crescita
- Cellule morte a maturità per PCD
- Parete molto spessa
- Presente parete primaria e secondaria (lignificata)
- Formato da cellule allungate (fibre) o isodiametriche (sclereidi)

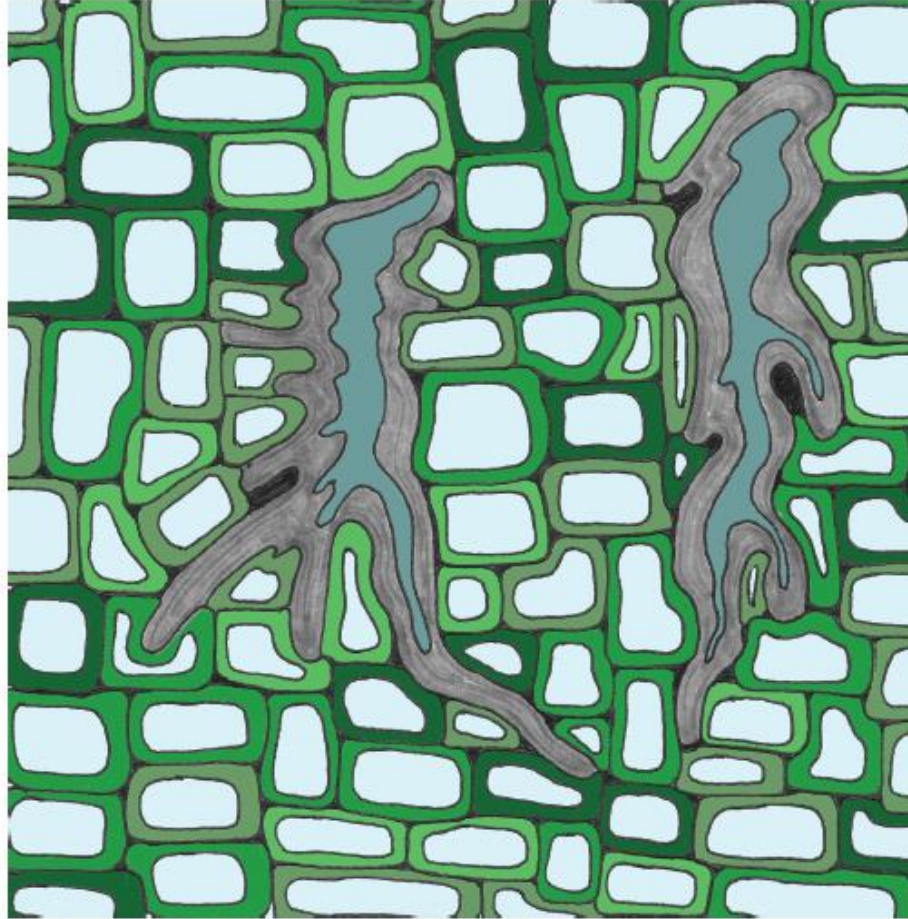
# Sclerenchima



Micrografia al microscopio ottico di una sclereide di polpa di pera (sinistra) e di un'astrosclereide nel parenchima aerifero di una foglia di ninfea (destra)

**FIGURA 8.19**

Astrosclereidi della pianta del the (*Camellia sinensis*) (disegno di R. Braglia).



## **Fibre xilematiche**

si trovano nel legno soprattutto secondario  
Possono contenere oli, resine, cristalli di calcio.

## **Fibre extraxilari**

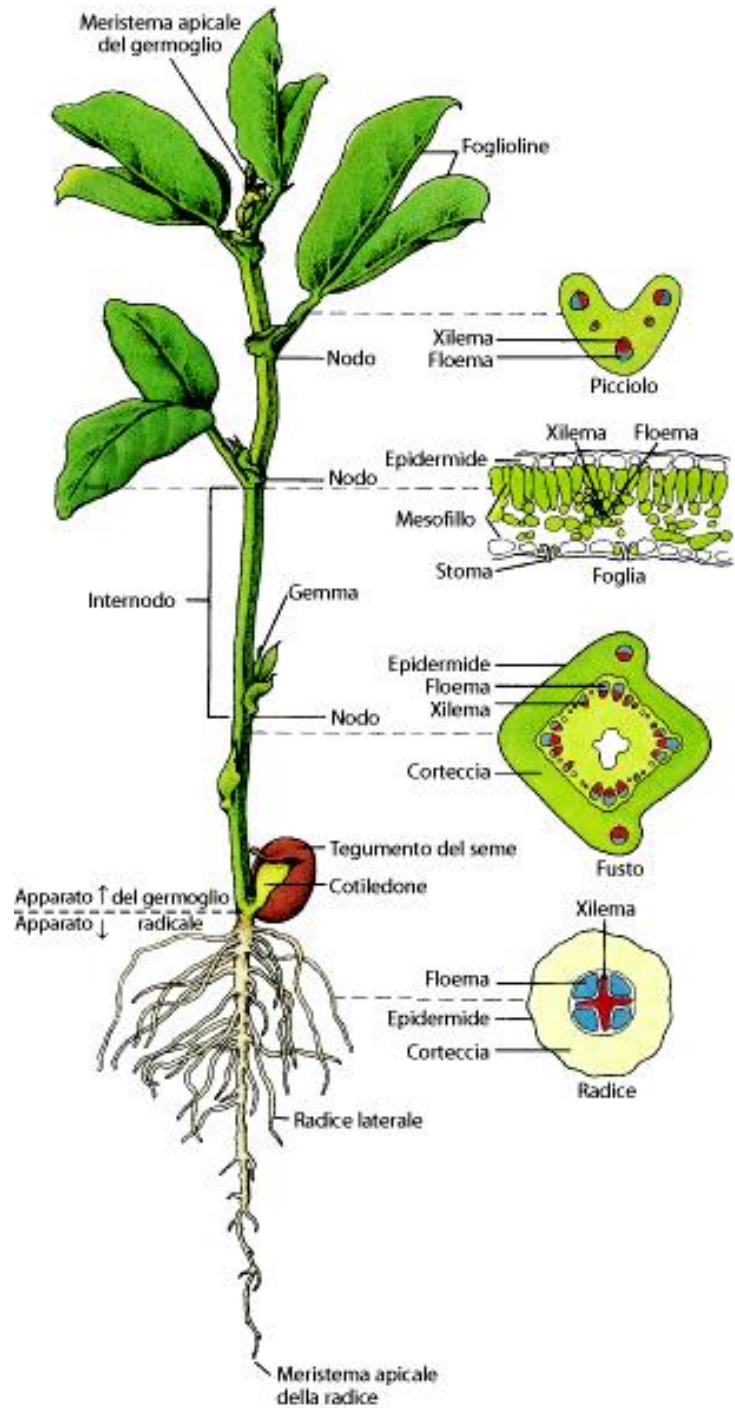
si trovano nella corteccia, nel floema, sia nel corpo primario che secondario della pianta spesso riunite n fascetti.

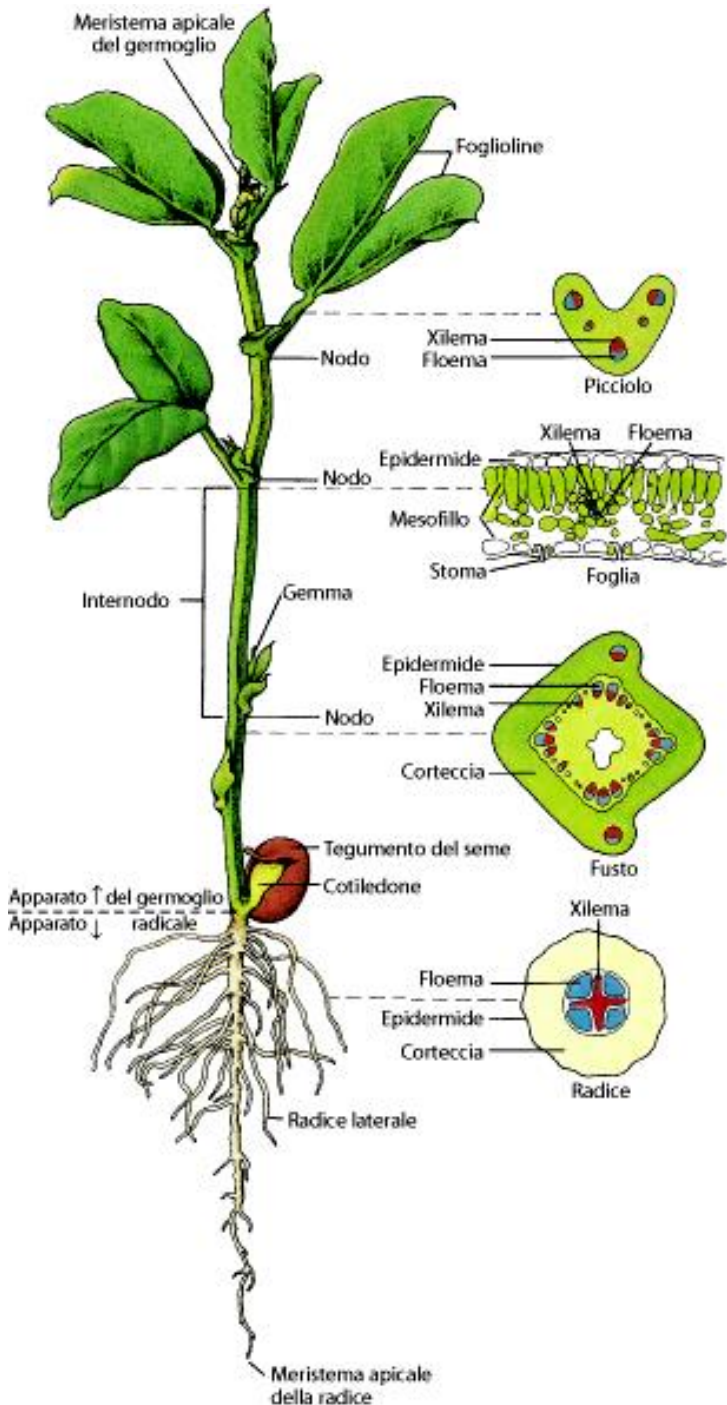
Le fibre del floema sono la fonte di fibre tessili come il lino, la canapa e la juta.



# I TESSUTI CONDUTTORI

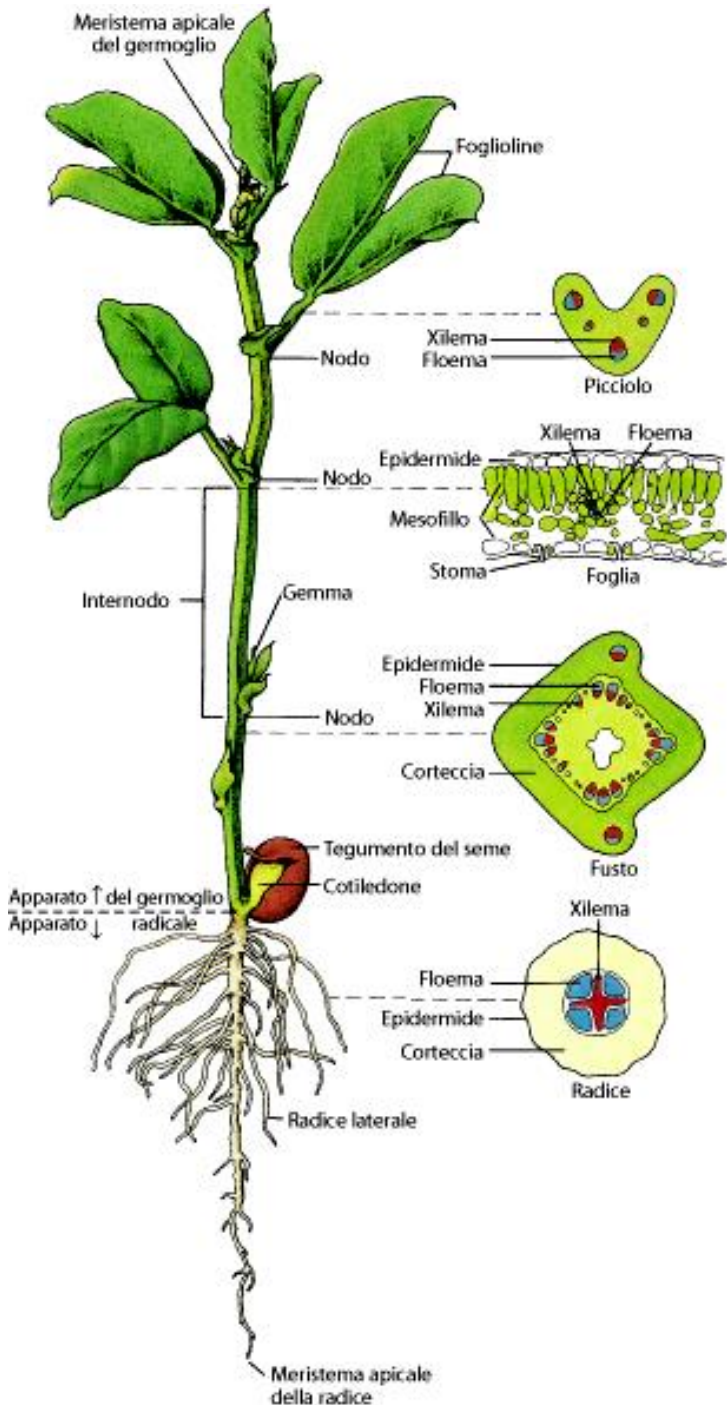






XILEMA || **trasporta** → LINFA GREZZA

Il sistema vascolare (xilema) distribuisce a tutte le parti della pianta l'acqua e i sali minerali (linfa grezza) assorbiti dalle radici



FLOEMA || **trasporta** LINFA ELABORATA

Lo xilema è sempre affiancato da un altro tessuto, il **floema**, che distribuisce a tutte le parti della pianta i prodotti della fotosintesi (**linfa elaborata**)

In base alla presenza/assenza di tessuto vascolare (xilema) le piante sono suddivise in due grandi gruppi: **VASCOLARI** e **NON VASCOLARI**

## Piante

### PIANTE NON VASCOLARI



**Briofite**

### PIANTE VASCOLARI (= TRACHEOFITE)

#### CRITTOGAME VASCOLARI



**Pteridofite**

#### PIANTE A SEME (=SPERMATOFITE)



**Gimnosperme**



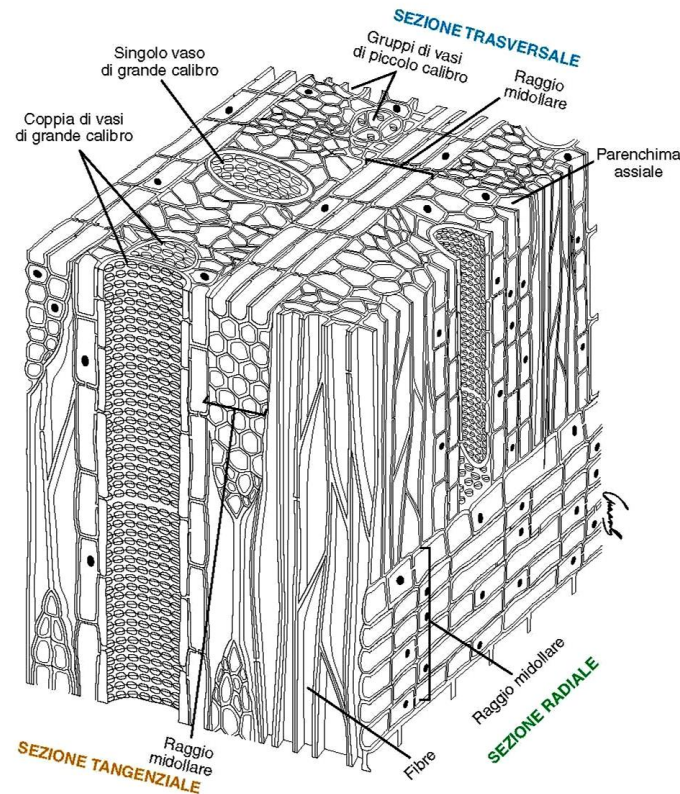
**Angiosperme**



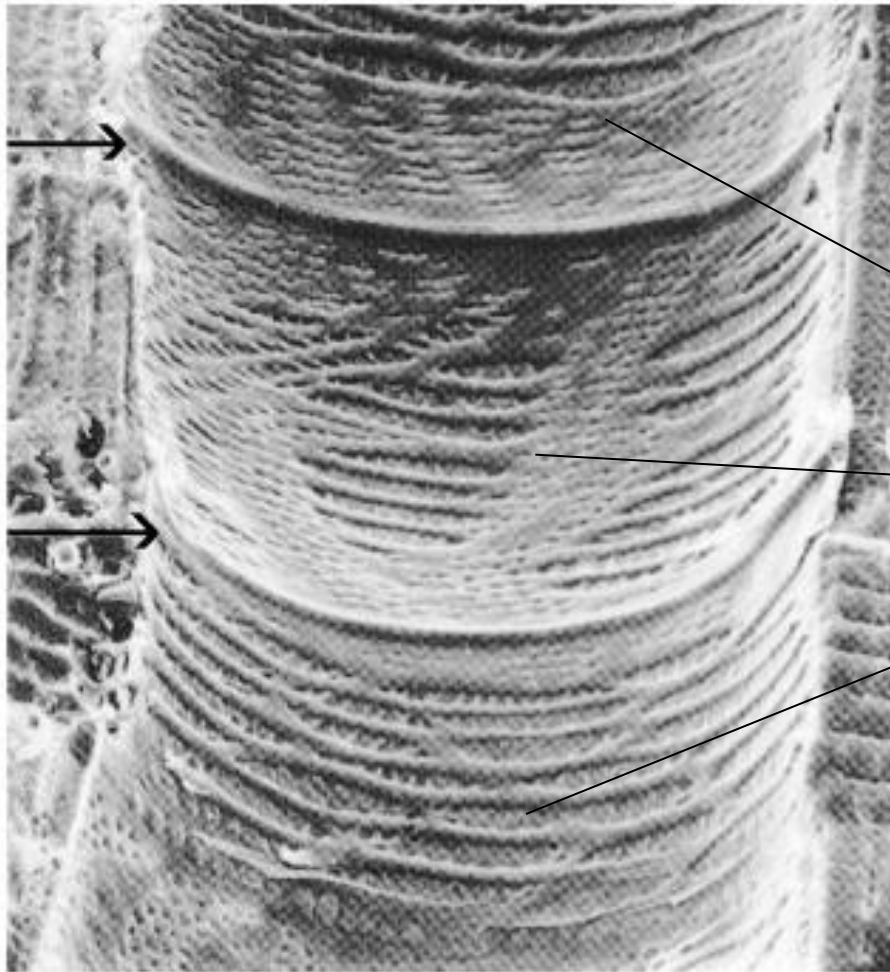
**XILEMA = LEGNO =  
TESSUTO VASCOLARE**

# XILEMA = LEGNO = TESSUTO VASCOLARE

- La sua principale funzione è il **TRASPORTO** della linfa grezza dalle radici alle parti aeree della pianta
- È un **TESSUTO COMPOSTO**
- Le cellule conduttrici dello xilema hanno una **PARETE SECONDARIA LIGNIFICATA** e a maturità sono **MORTE**



Gli elementi conduttori dello xilema, detti **VASI**, sono costituiti da cellule morte impilate l'una sull'altra, ciascuna denominata **ARTICOLO DEL VASO**



Articoli di un vaso

100  $\mu\text{m}$

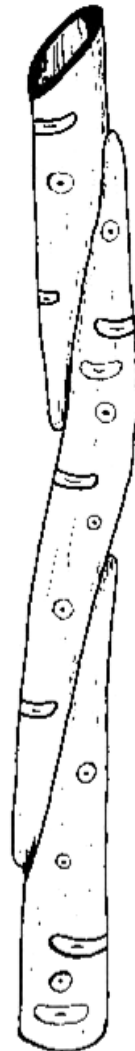
Le cellule conduttrici dello xilema (ARTICOLI DEI VASI) possono essere di due tipi:

### TRACHEIDI

Lunghe e strette

Estremità affusolate

Numerose piccole perforazioni su tutta la superficie



### TRACHEE

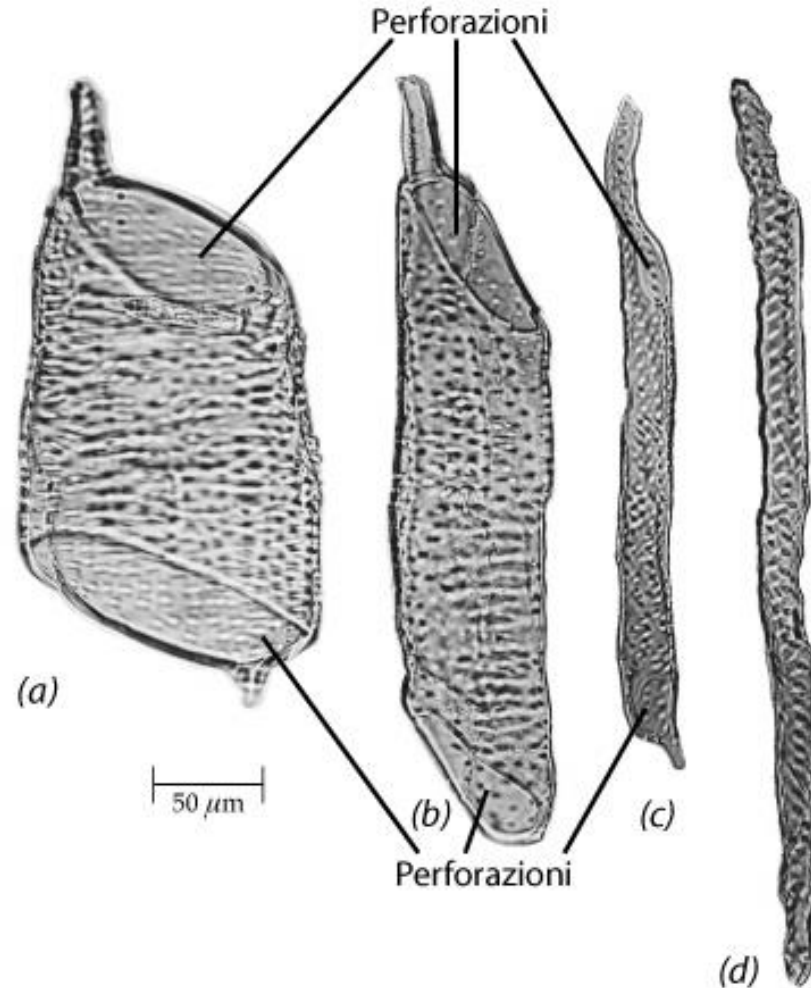
Corte e larghe

Estremità piatte

Due grandi perforazioni alle estremità






**Trachee** di grande calibro (a, b) e di piccolo calibro (c) con **PERFORAZIONI** alle due estremità e **PUNTEGGIATURE** sulle pareti laterali



**Tracheide** (d) con **PUNTEGGIATURE** su tutta la superficie

- Tra le piante vascolari, solo le **ANGIOSPERME** (piante a fiore) possiedono **tracheidi+trachee**
- Le **CRITTOGAME** e le **GIMNOSPERME** possiedono solo **tracheidi**

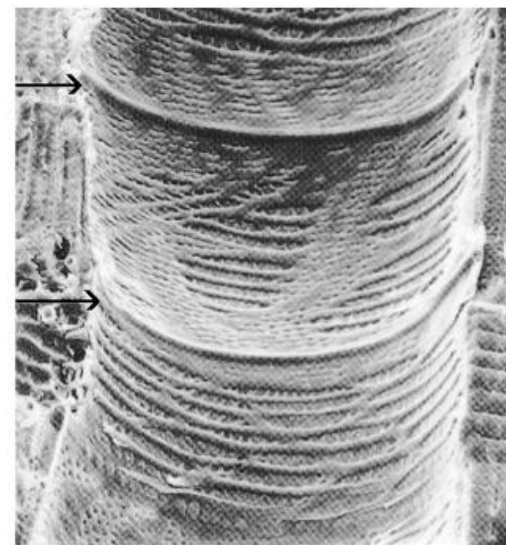
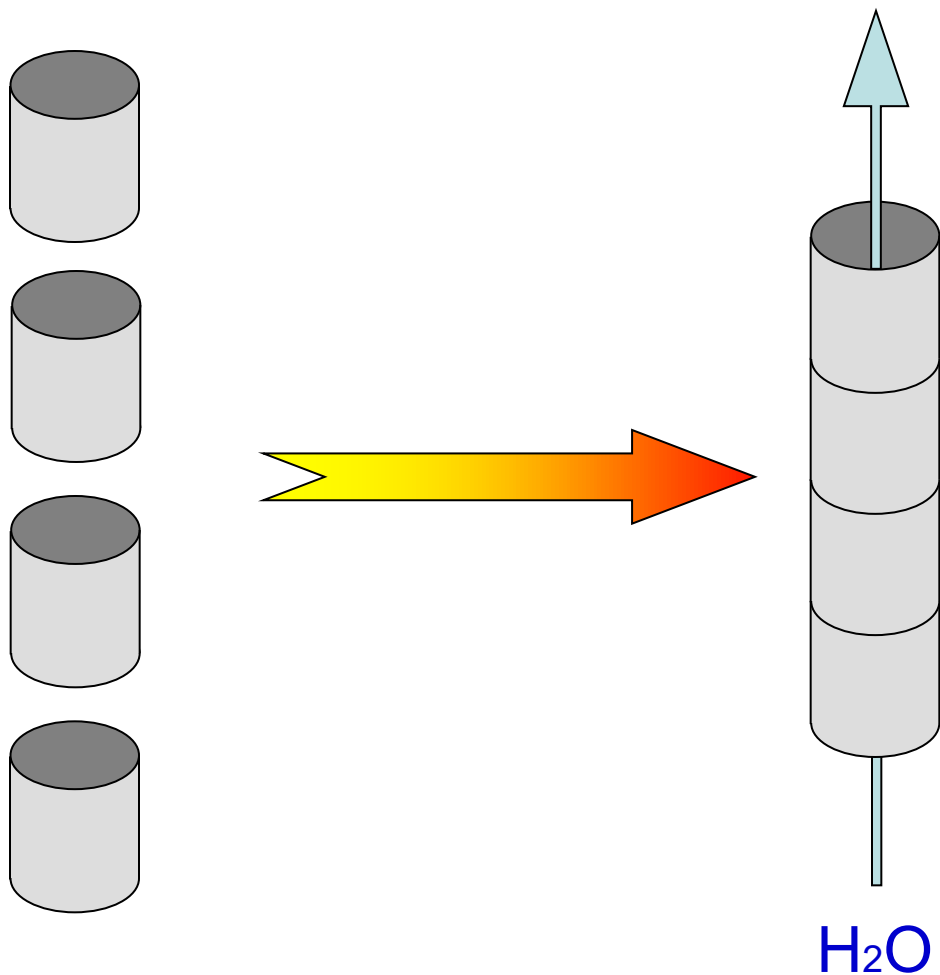
<b>CRITTOGAME VASCOLARI</b>	<b>PIANTE A SEME (=SPERMATOFITE)</b>	
		
<b>Pteridofite</b>	<b>Gimnosperme</b>	<b>Angiosperme</b>

Le trachee si sono evolute dalle tracheidi, indipendentemente in diversi gruppi di Angiosperme: **EVOLUZIONE CONVERGENTE**

# ELEMENTI CONDUTTORI DELLO XILEMA

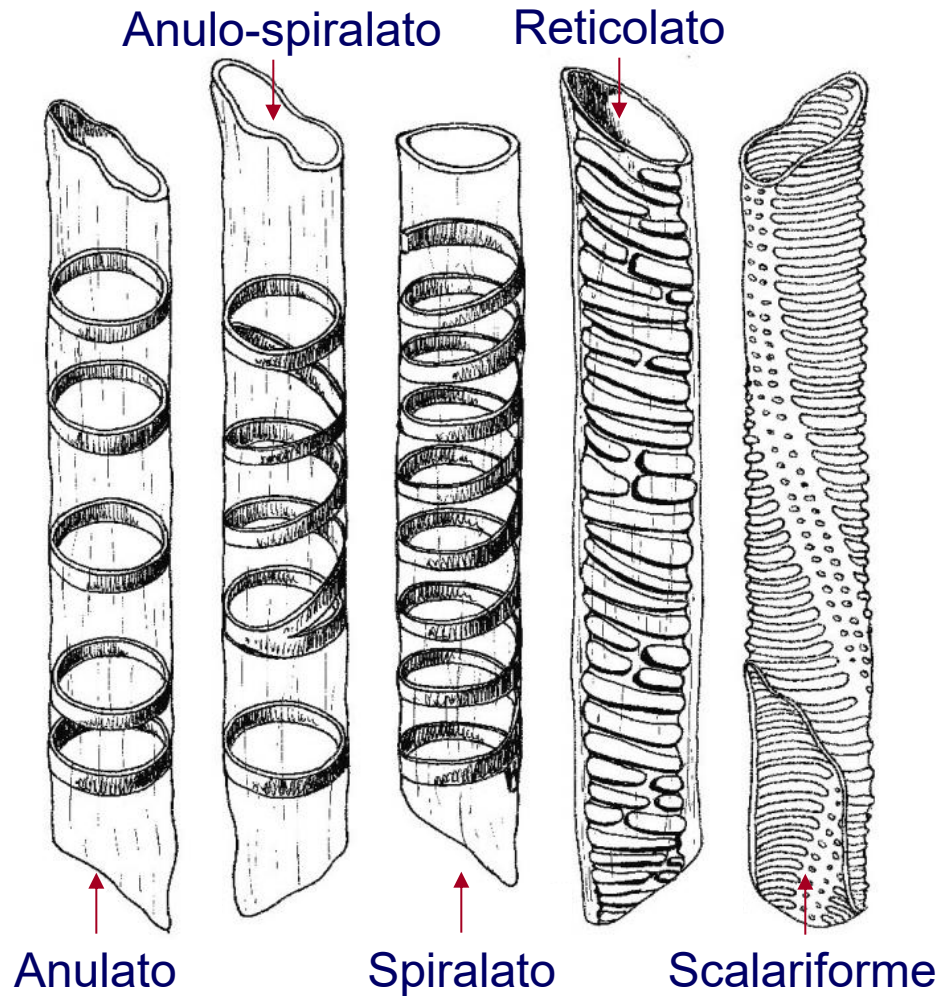
	TRACHEIDI	TRACHEE
FORMA	Lunghe/strette Estremità affusolate	Corte/ampie Estremità piatte
PARETE SECONDARIA	<ul style="list-style-type: none"><li>•Anulata</li><li>•Spiralata</li><li>•Scalariforme</li><li>•Reticolata</li><li>•Punteggiata</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>•Anulata</li><li>•Spiralata</li><li>•Scalariforme</li><li>•Reticolata</li><li>•Punteggiata</li></ul>
PERFORAZIONI	Numerose, piccole, su tutta la superficie	Grandi, localizzate alle estremità
GRUPPI VEGETALI	Crittogame vascolari, Gimnosperme, Angiosperme	Angiosperme

Una serie di elementi tracheali disposti in pila danno luogo ad un unico **VASO XILEMATICO** che presenta **ridottissima resistenza al flusso di acqua** (grande diametro, ampie perforazioni)



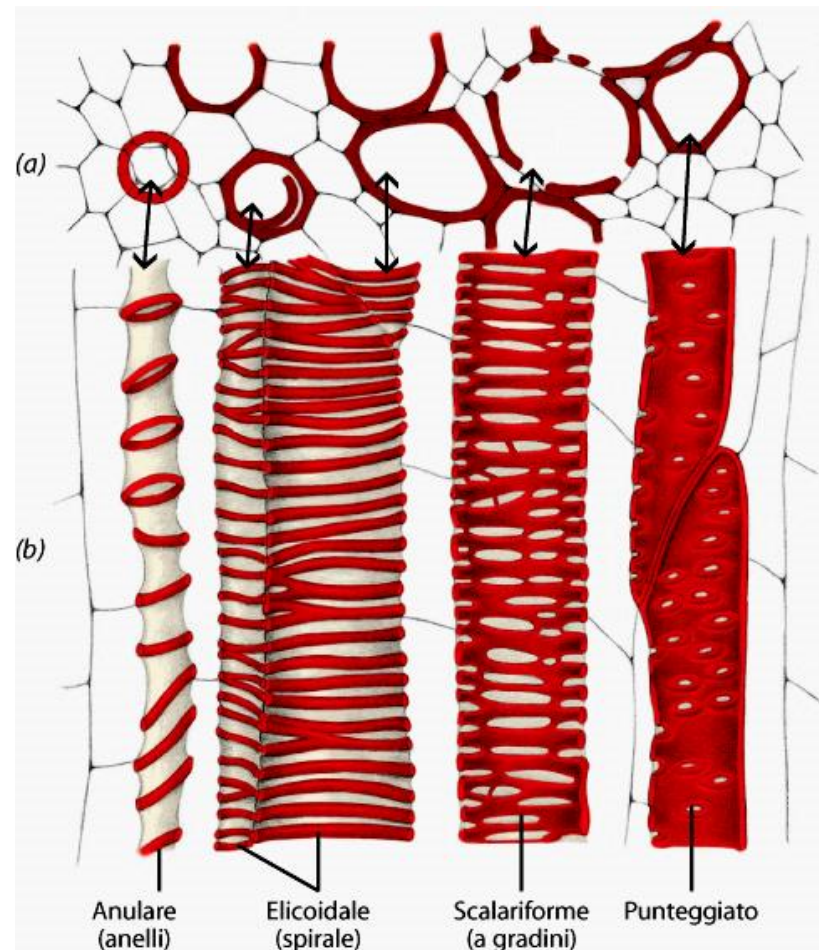
Vaso xilematico

Sia nelle trachee che nelle tracheidi la **PARETE SECONDARIA** viene deposta in modo non uniforme:

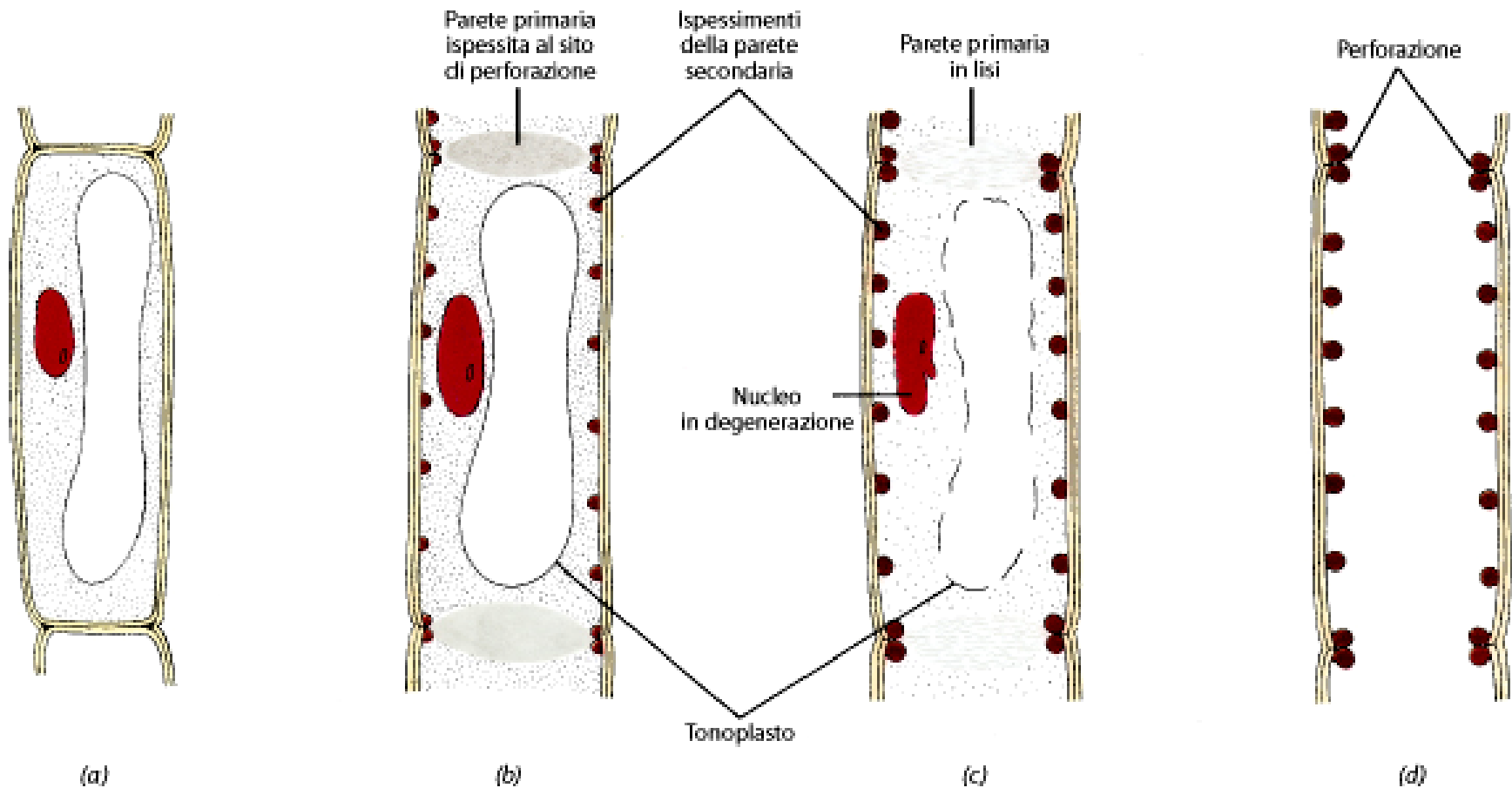


Nelle prime fasi dello sviluppo di un organo prevalgono gli ispessimenti **ANULATI** e **SPIRALATI**

Nelle fasi successive, quando l'organo ha raggiunto le dimensioni definitive, si affermano gli ispessimenti **SCALARIFORMI** e **PUNTEGGIATI**

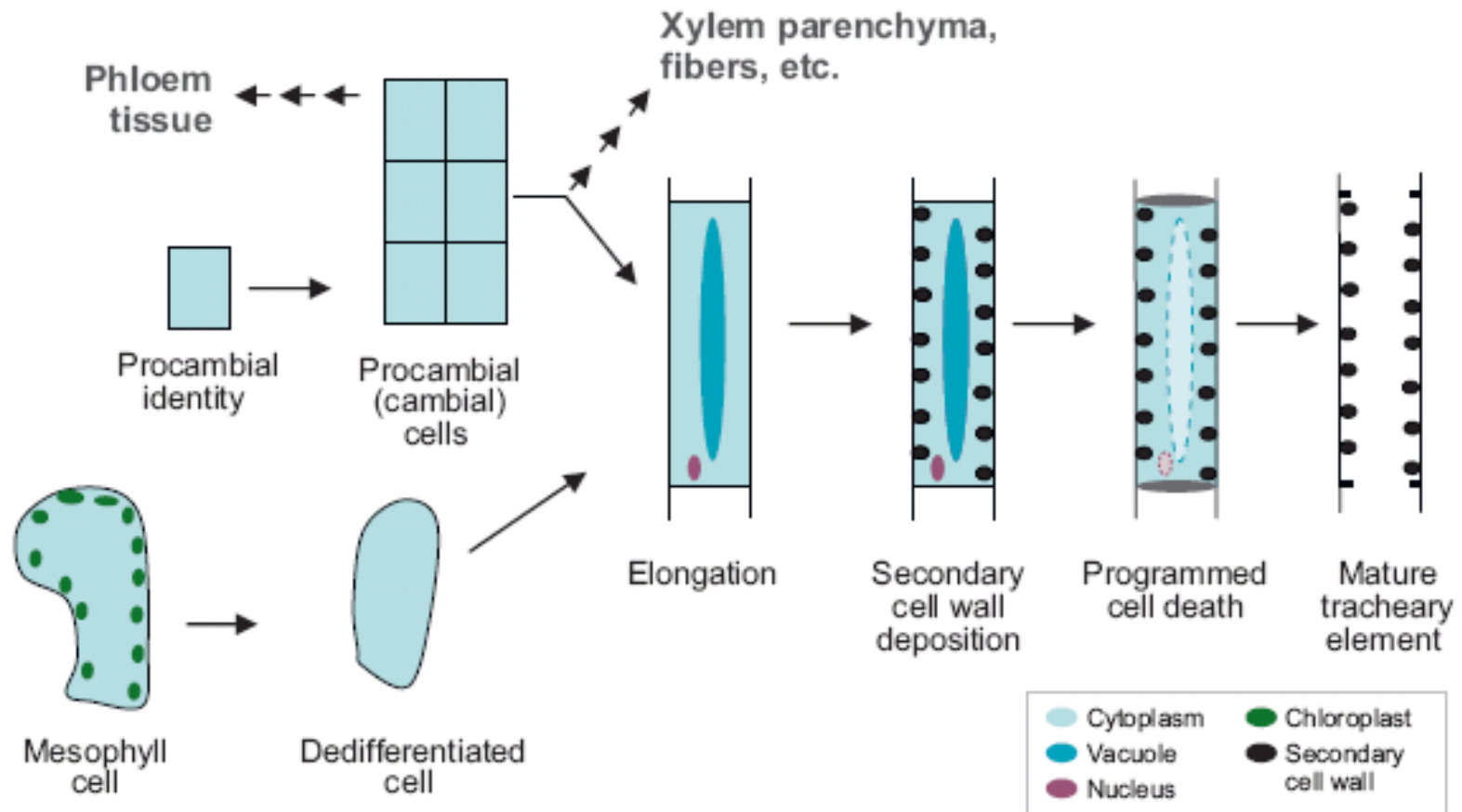


# LA DIFFERENZIAZIONE DI TRACHEE E TRACHEIDI È UN ESEMPIO DI MORTE CELLULARE PROGRAMMATA (PCD)



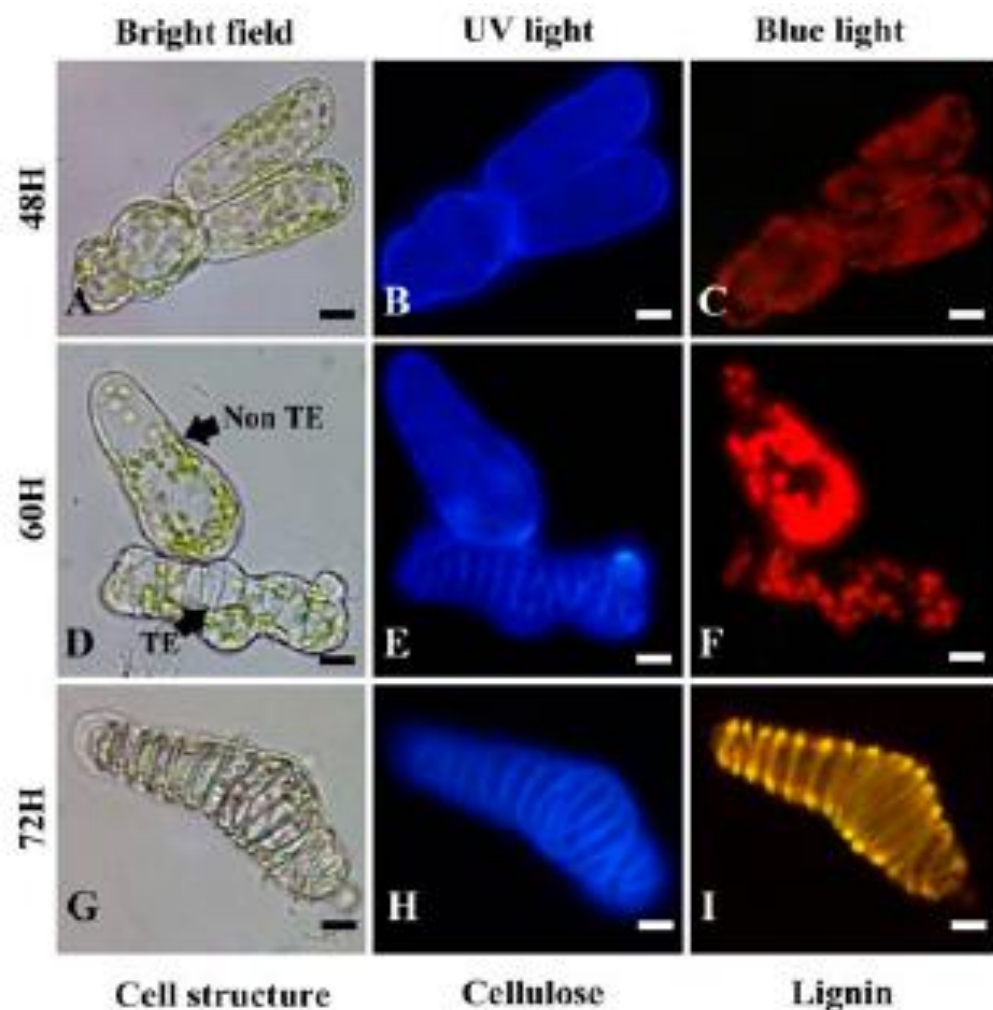
- **PCD nello sviluppo è regolata da ormoni o da altre molecole endogene bioattive**
- **PCD, differenziamento e sviluppo sono processi spesso regolati dalle stesse molecole segnale che portano a risultati diversi a seconda della trasduzione nel bersaglio (ad esempio l'auxina promuove la formazione di radici laterali, induce morte nella formazione dei vasi legnosi, previene l'abscissione fogliare)**
- **PCD è accompagnata dall'attivazione di enzimi idrolitici che portano al caratteristico aspetto citologico delle cellule che vanno incontro a morte programmata**

# Differenziamento degli elementi tracheali

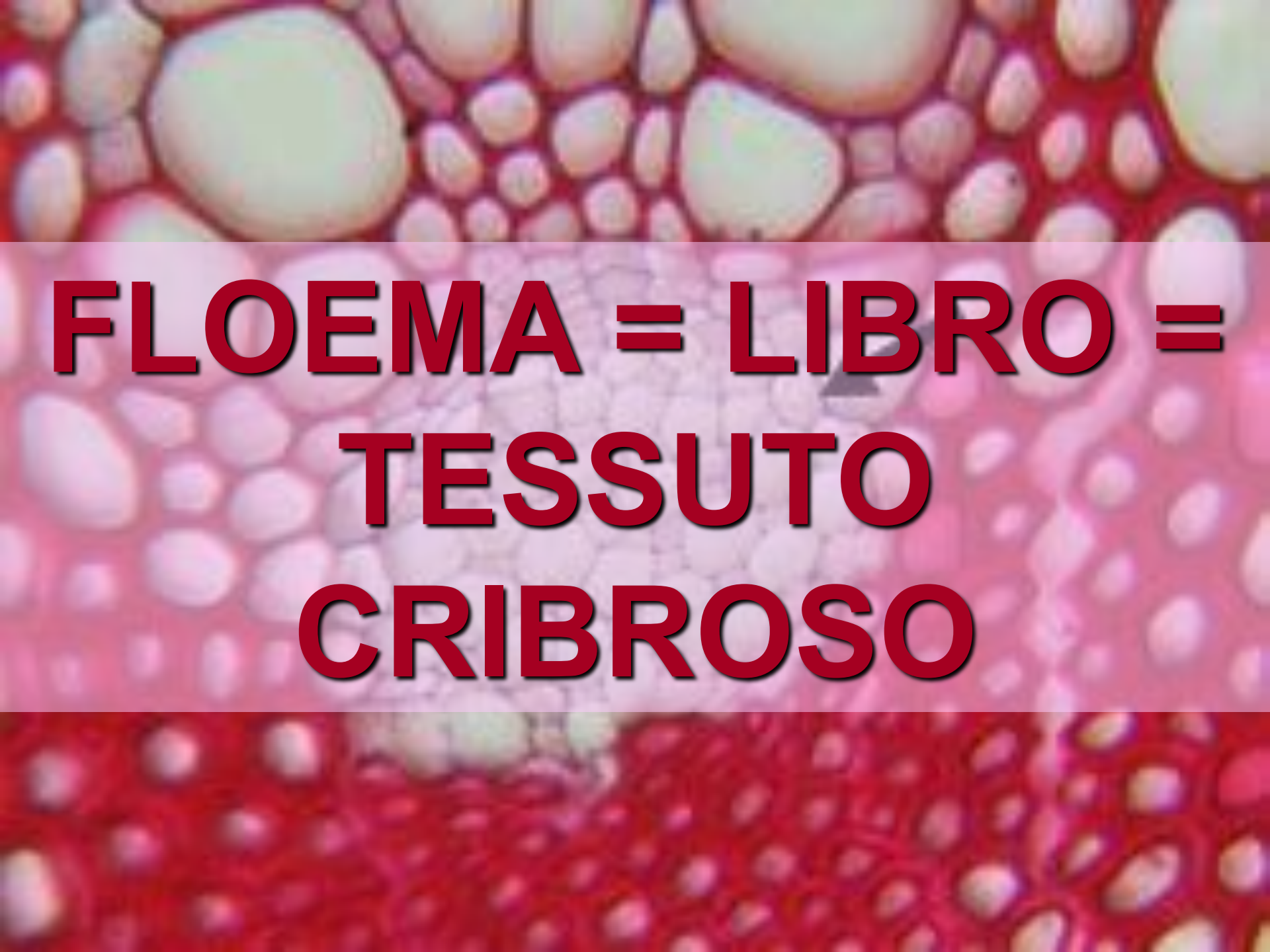


**Figure 1**

Tracheary element (TE) differentiation. The first sign of primary vascular development is the identification of procambial cells. These cells then divide and differentiate to become both the xylem and phloem. In secondary growth the equivalent cambial cells continue to divide and differentiate over many years. During xylem development procambial/cambial cells form various cell types in addition to TEs. In *Zinnia* mesophyll cell culture or following wounding, differentiated cells can transdifferentiate to form TEs.

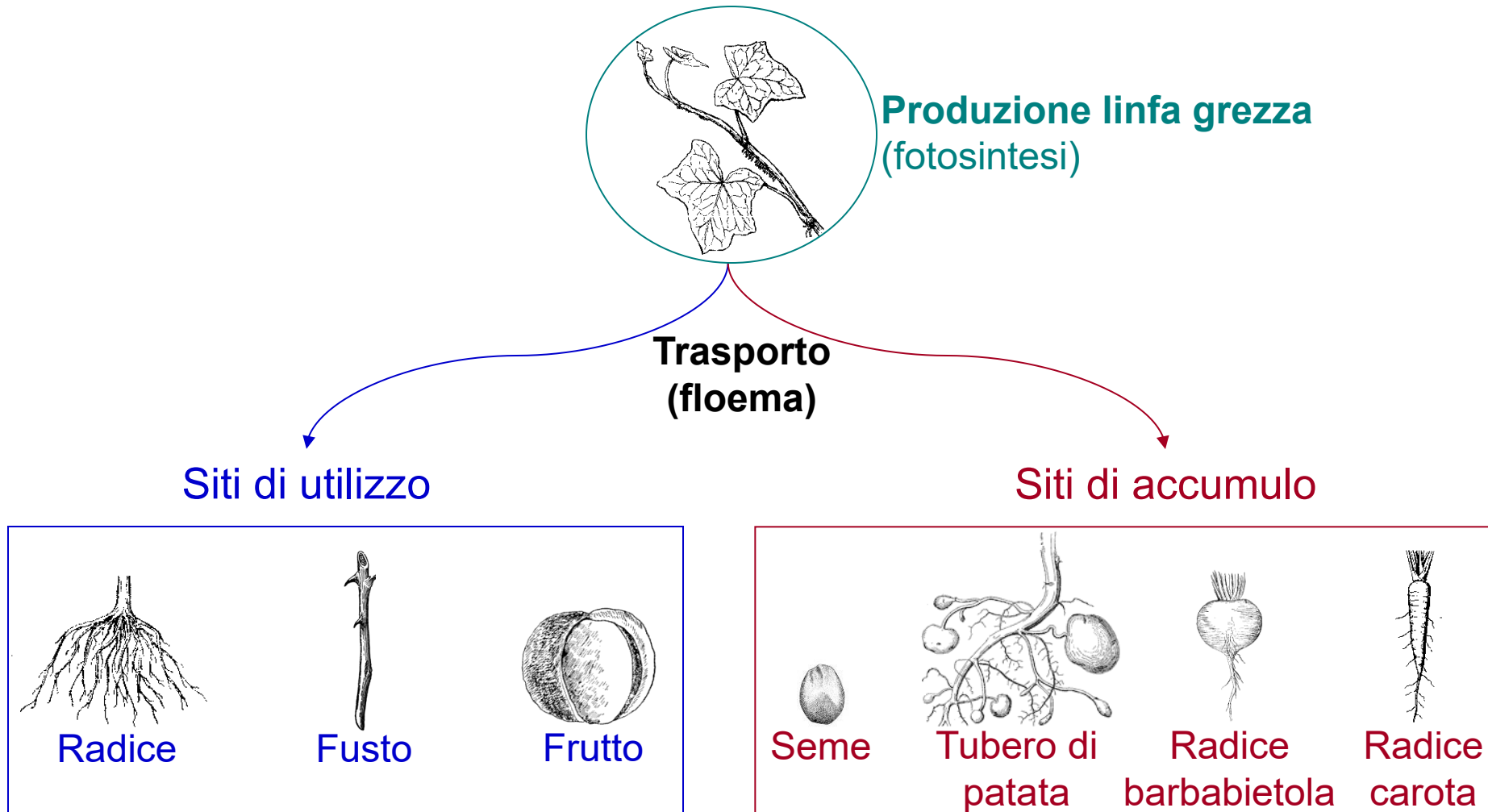


**Figure 1.** SCWs of differentiating zinnia TE cell cultures stained with calcofluor and auramine-O to simultaneously detect cellulose and lignin, respectively. Cells were visualized at 48 (A–C), 60 (D–F), and 72 h (G–I) under bright-field conditions (A, D, and G), UV light (B, E, and H), and blue light (C, F, and I). Under UV light, cellulosic primary walls are dark blue (B, E, and H), whereas secondary wall thickenings of TEs appear as light blue (E and H). Under blue light, lignified wall thickenings are yellow (I). These three time points subsequently defined the three stages used to construct the LXL library. Magnification bars = 8  $\mu$ m.

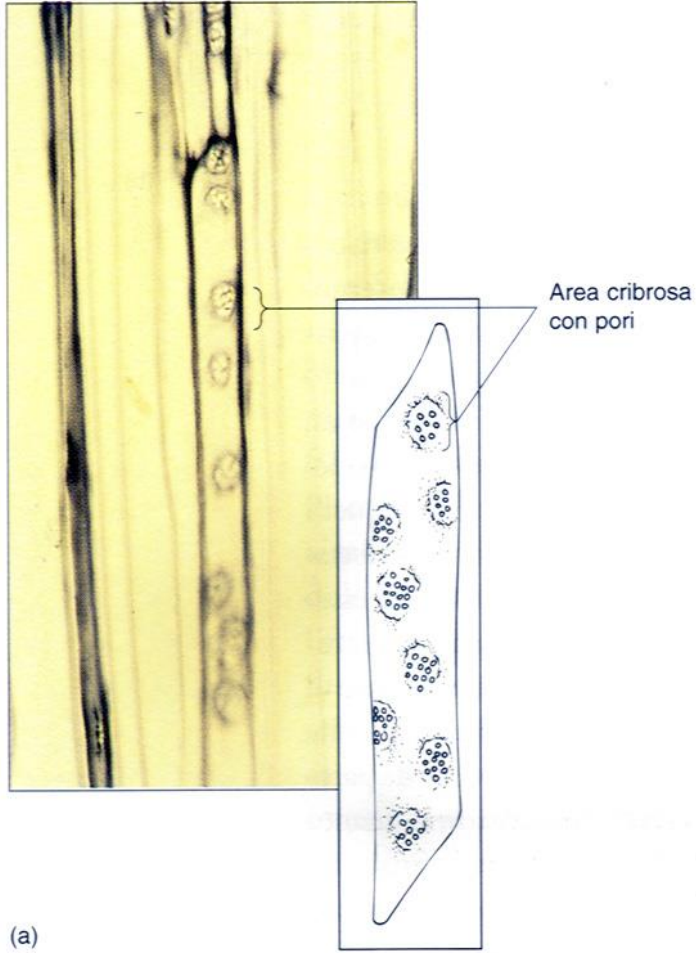


**FLOEMA = LIBRO =  
TESSUTO  
CRIBROSO**

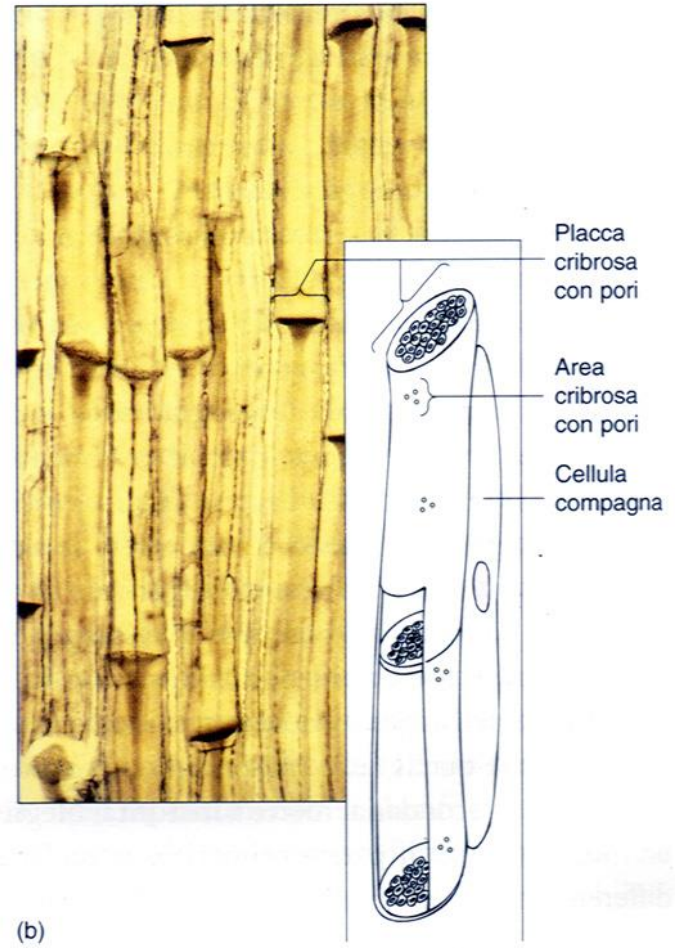
Il **FLOEMA** è il tessuto di **CONDUZIONE DELLA LINFA ELABORATA**, che viene traslocata da un'**AREA DI PRODUZIONE** (ad es. la foglia) ad un **SITO DI UTILIZZO** (radici, rami, frutti) o a un **SITO DI ACCUMULO** (ad es. semi, tuberi, o la radice della barbabietola o il fusto della canna da zucchero)



# CELLULE CONDUTTRICI DEL FLOEMA



Cellule cribrose



Elementi dei tubi cribrosi

**Le cellule conduttrici del floema, pur essendo vive a maturità, sono:**

**PRIVE DI NUCLEO**

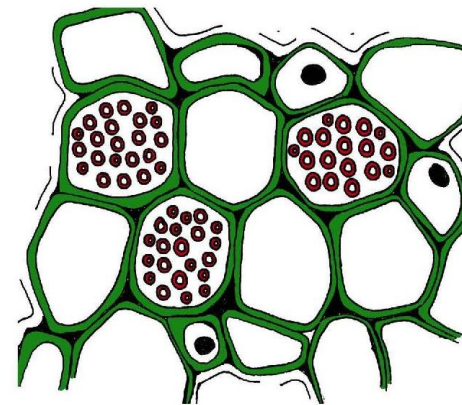
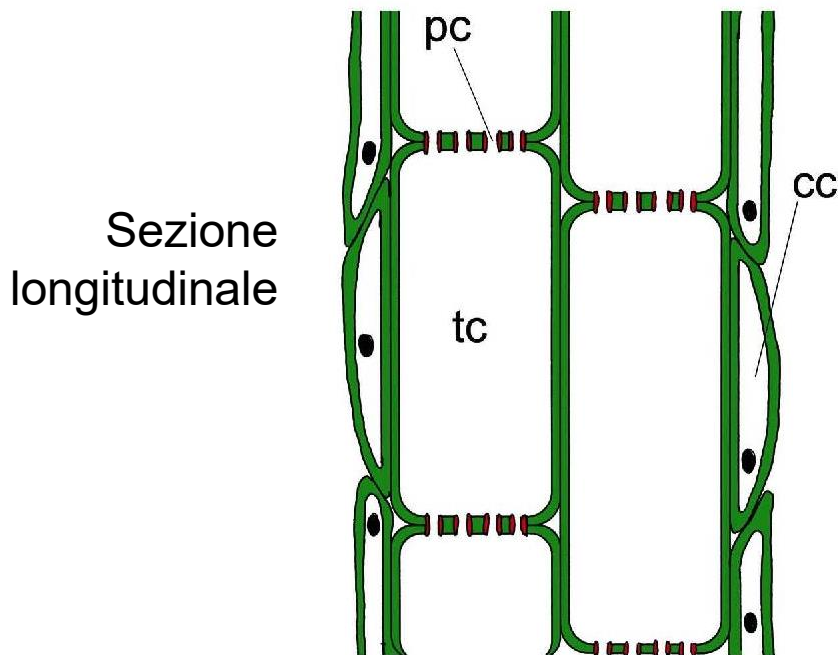
**Come fanno a sopravvivere in assenza di informazione genetica?**

Le cellule conduttrici del floema, pur essendo vive a maturità, sono:

**PRIVE DI NUCLEO**

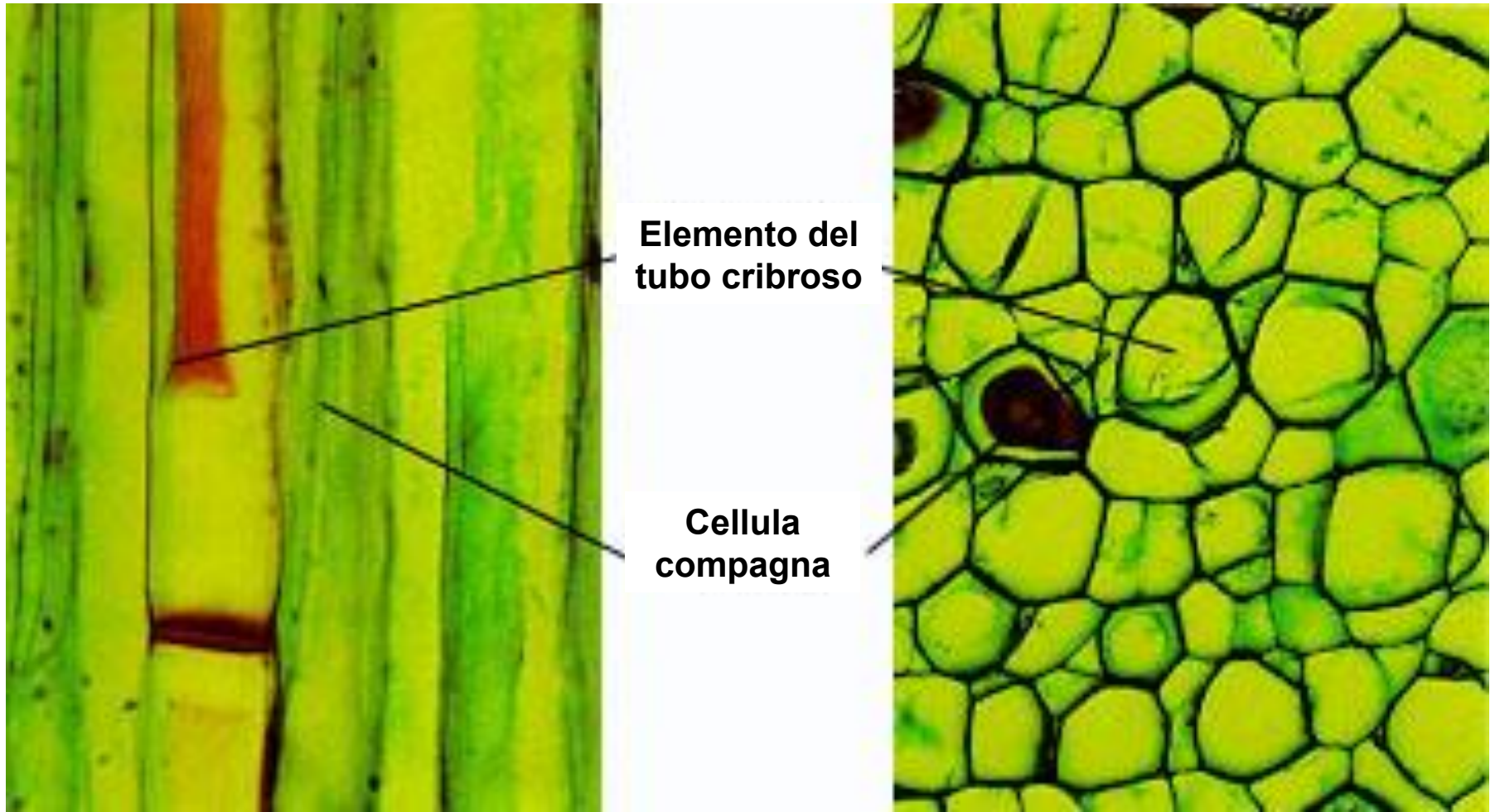
Come fanno a sopravvivere in assenza di informazione genetica?

Grazie alle cellule compagne derivate dalla stessa cellula madre del tubo cribroso, con le quali c'è scambio di macromolecole es proteine.



Sezione trasversale

# TUBI CRIBROSI AL MICROSCOPIO OTTICO



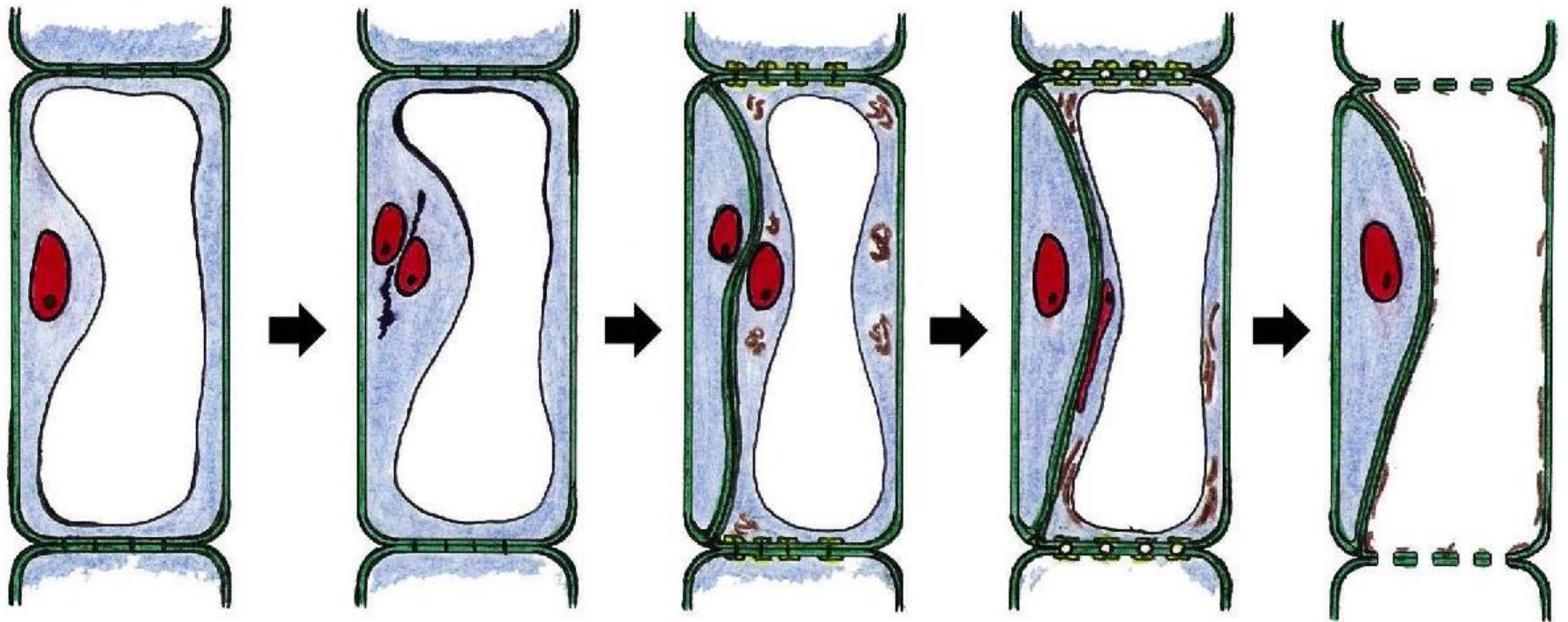
Elemento del  
tubo cribroso

Cellula  
compagna

Sezione longitudinale

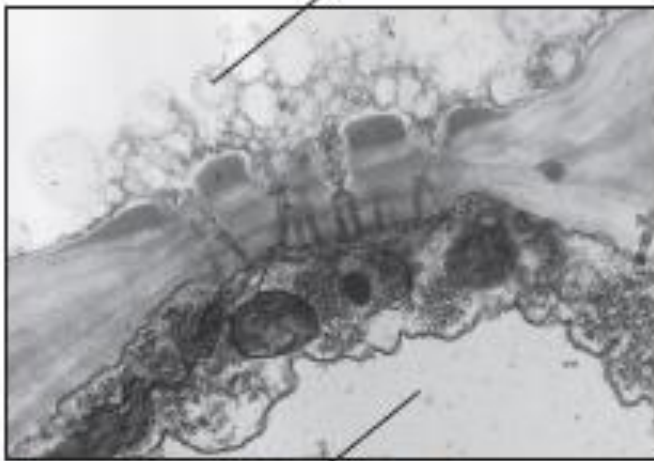
Sezione trasversale

# DIFFERENZIAZIONE DI UN ELEMENTO DI UN TUBO CRIBROSO

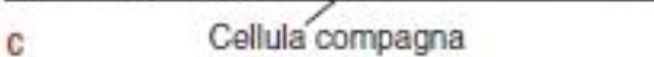


**a**Elementi dei  
tubi cribrosi**b**

Elemento del tubo cribroso

**c**

Cellula compagna



Cellule intimamente associate alle cellule conduttrici: **cellule albuminose** se associate alle cellule cribrose, **cellule compagne** se associate ai tubi cribrosi. Le pareti tra le cellule conduttrici e le compagne hanno connessioni complesse con ampi pori dal lato delle cellule conduttrici e grandi punteggiature spesso ramificate dal lato delle cellule compagne.

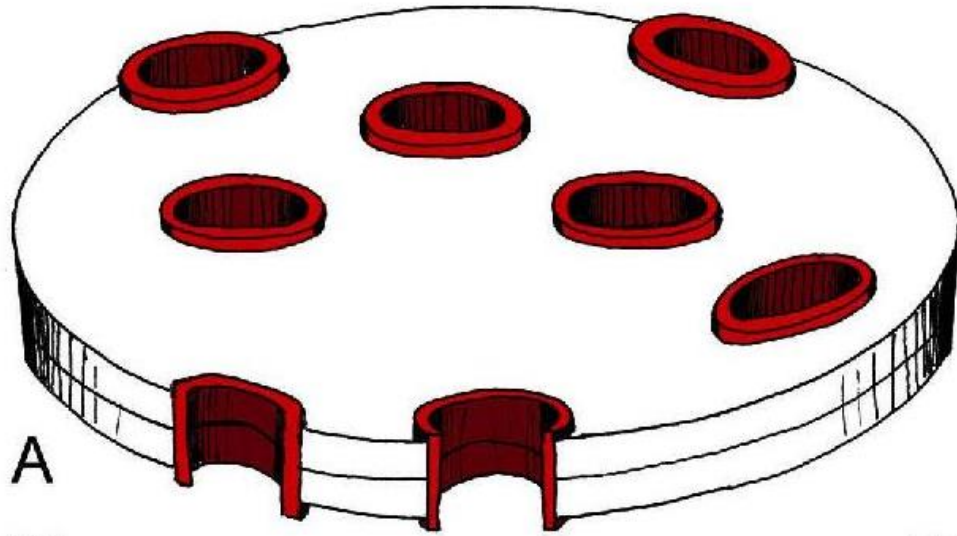
**La funzionalità dei tubi cribrosi è limitata ad una stagione perché il rivestimento di callosio quando il tubo invecchia aumenta e la placca cribrosa viene ricoperta da una massa di callosio. Le cellule muoiono i protoplasti si disorganizzano.**

**In tiglio e vite durano 2 anni perché alla ripresa vegetativa del secondo anno il callosio viene degradato da enzimi**

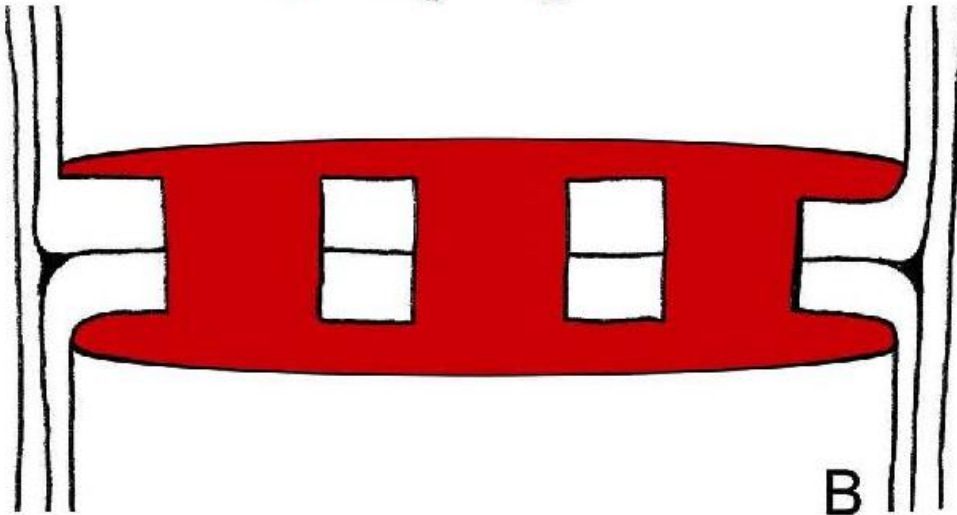
**Il callosio ha anche un ruolo nella riparazione dei danni che possono avvenire nella parete del tubo cribroso. Il callosio sigilla la ferita. Sono coinvolte anche **proteine P (phloem protein)** che sigillano i pori danneggiati.**

**Queste proteine non vengono prodotte nelle Gimnosperme**

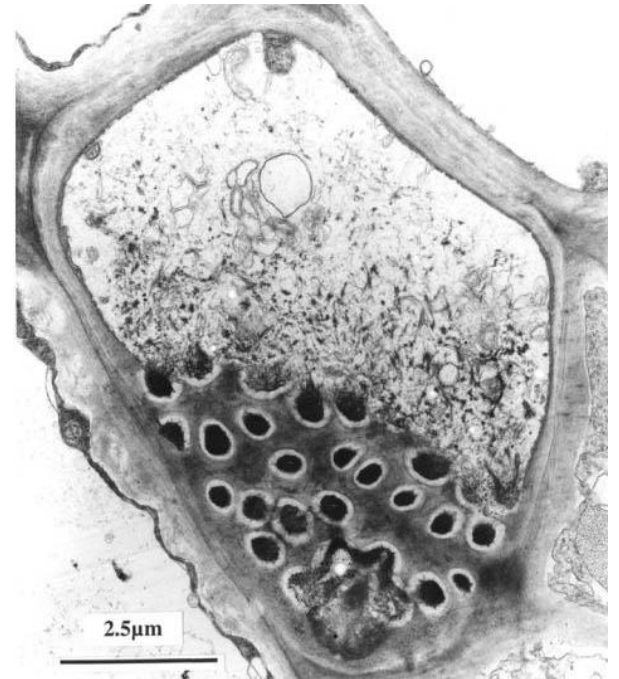
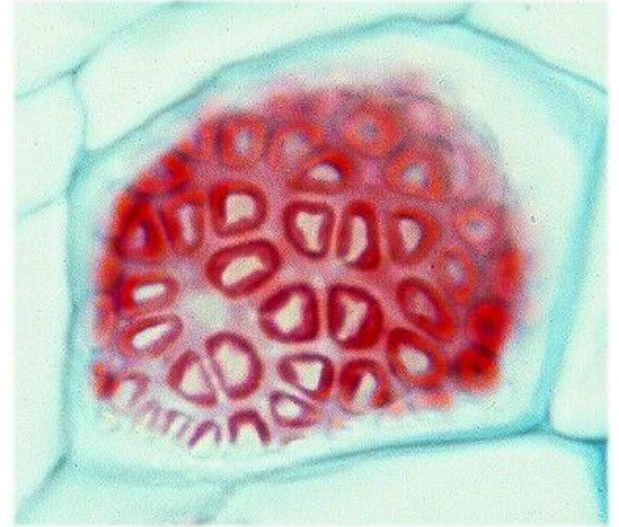
# IL CALLOSO



A

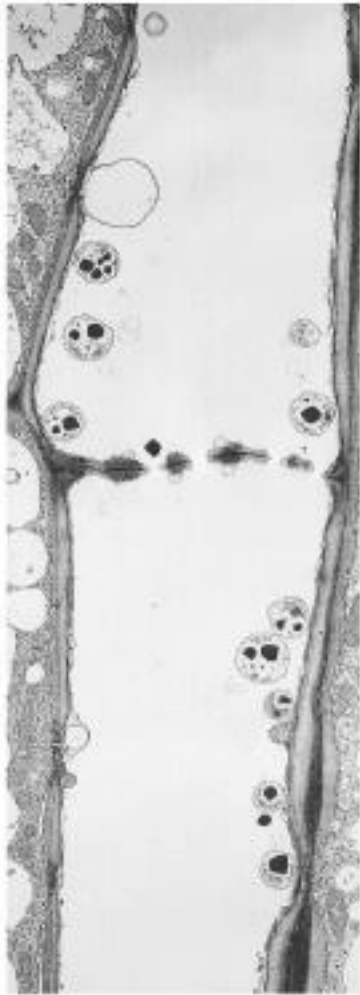


B



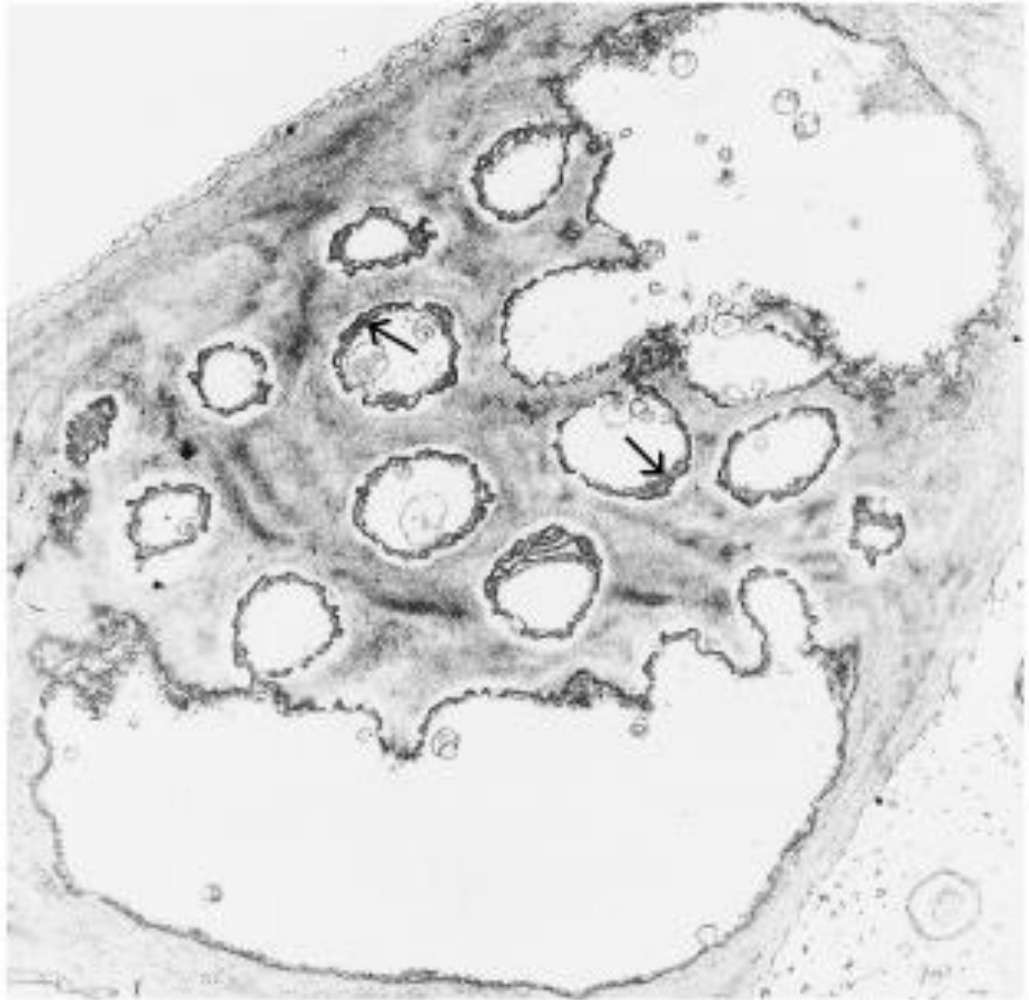
2.5µm

# TUBI CRIBROSI AL MICROSCOPIO ELTTRONICO A TRASMISSIONE



(a) 3 μm

Sezione longitudinale



(c) 1 μm

Sezione trasversale

- Tra le piante vascolari, solo le **ANGIOSPERME** (piante a fiore) possiedono elementi dei tubi cribrosi
- Le **CRITTOGAME** e le **GIMNOSPERME** possiedono solo cellule cribrose

**CRITTOGAME  
VASCOLARI**



**Pteridofite**

**PIANTE A SEME  
(=SPERMATOFITE)**



**Gimnosperme**



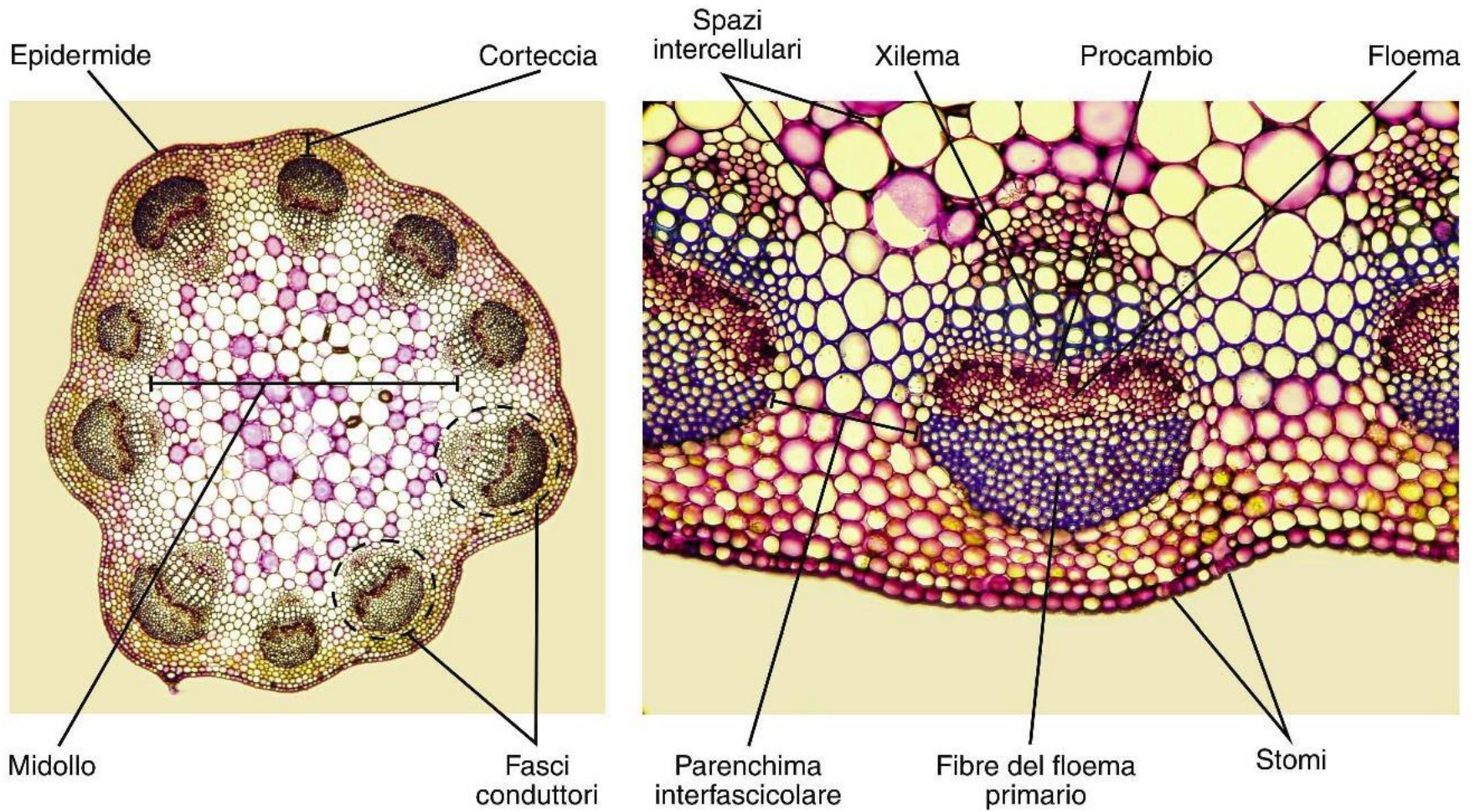
**Angiosperme**

# ELEMENTI CONDUTTORI DEL FLOEMA

	CELLULE CRIBROSE	ELEMENTI DEI TUBI CRIBROSI
FORMA	Lunghe/strette Estremità affusolate	Corte/ampie Estremità piatte
AREE CRIBROSE	Piccole, localizzate su tutta la superficie cellulare	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sulle pareti laterali piccole</li><li>• Sulle pareti trasversali molto ampie (placche cribrose)</li></ul>
CELLULE ASSOCIATE	Cellule albuminose	Cellule compagne
GRUPPI VEGETALI	Crittogame vascolari, Gimnosperme, Angiosperme primitive	Angiosperme

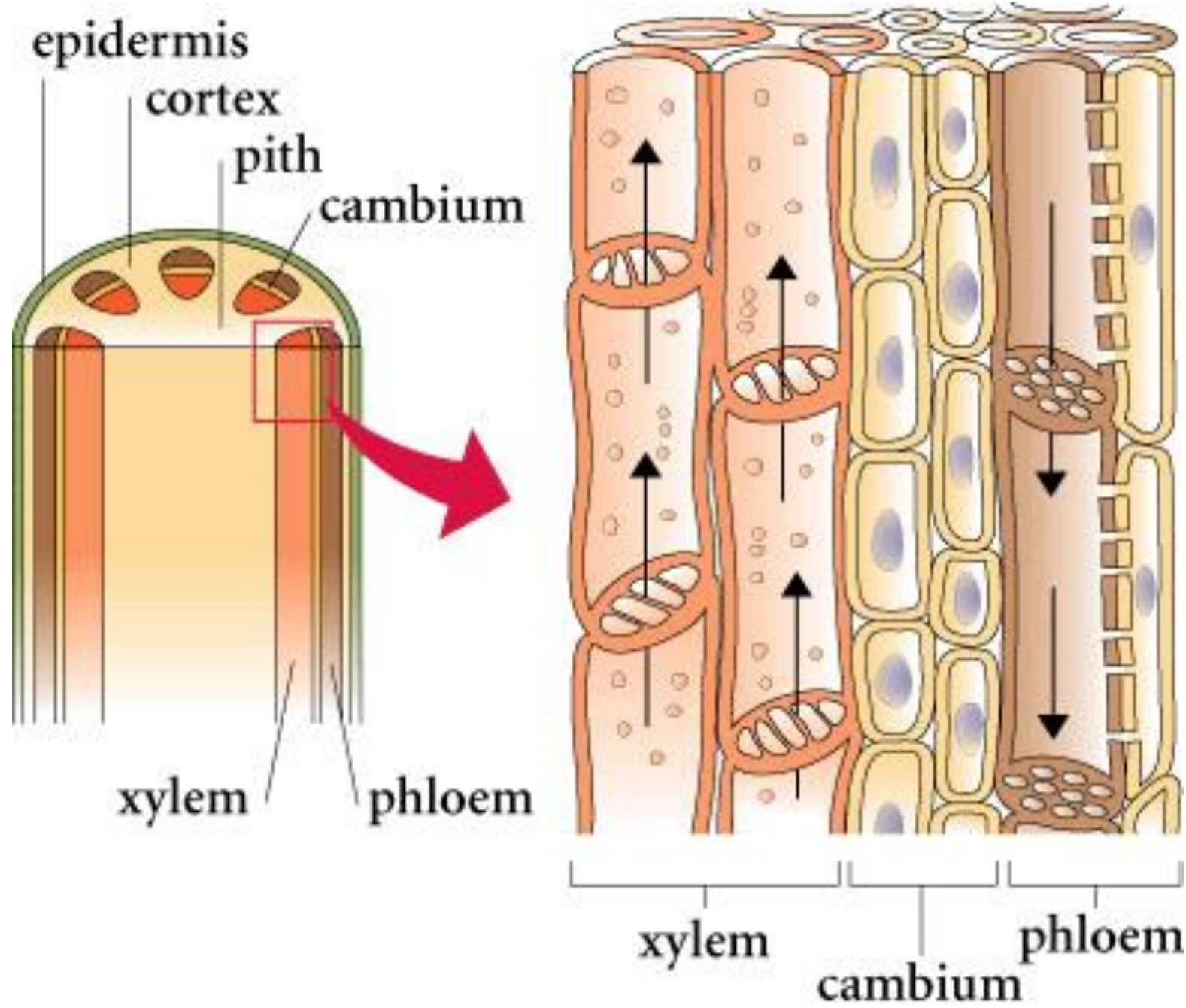
A microscopic cross-section of a plant stem, likely a dicot, showing vascular bundles arranged in a ring. Each vascular bundle contains a large vessel (xylem) and a smaller vessel (phloem). The surrounding tissue consists of various cell types, including parenchyma and sclerenchyma. The image is stained to highlight different cellular structures.

# FASCI CONDUTTORI



**Figura 9.12**

Fusto di trifoglio (*Trifolium* sp.), un'angiosperma dicotiledone, in sezione trasversale (a sinistra) e particolare (a destra) (osservazione di A. Valletta e G. Pasqua).



epidermis

cortex

pith

cambium

xylem

phloem

xylem

cambium

phloem



**Floema**

**Xilema**

# TESSUTI SECRETORI

A microscopic image of plant tissue, likely showing secretory structures. The image is divided into two horizontal panels. The top panel shows a single, elongated, branched structure with small, rounded tips. The bottom panel shows a dense field of similar structures, with a scale bar in the lower-left corner indicating 0.5 mm. The structures are stained, appearing in shades of green and yellow against a dark background.

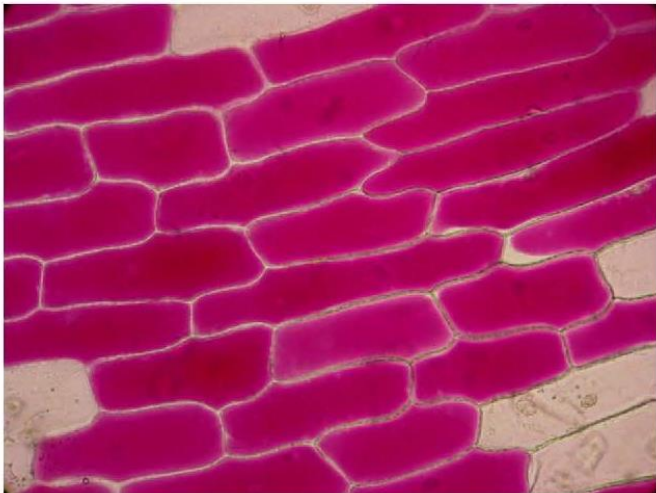
0.5mm

# TESSUTI SECRETORI

Tessuti deputati alla **produzione** e/o **accumulo** e/o **rilascio** di sostanze implicate nelle relazioni tra la pianta e l'ambiente esterno. In base al sito di deposizione del secreto, è possibile fare una distinzione tra *secrezione intracellulare* (in compartimenti entro la membrana plasmatica, prevalentemente nel vacuolo) e *secrezione extracellulare* (fuori della cellula) in spazi intercellulari,

## SECREZIONE

Intracellulare



Epidermide di *Allium cepa*

Extracellulare



Secrezione invischiante da peli secretori di *Drosera*

# TESSUTI SECRETORI ESTERNI

Le sostanze possono venir secrete all'esterno per un meccanismo di trasporto attivo attraverso il plasmalemma, o essere accumulate entro vescicole che si fondono con il plasmalemma riversando all'esterno il loro contenuto, oppure per disintegrazione delle cellule stesse.

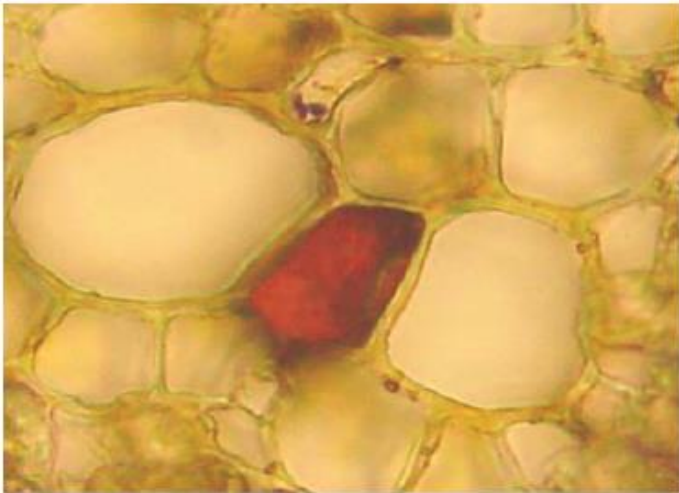
Le cellule secernenti possono produrre una miscela di sostanze attribuibili al metabolismo primario (mucopolisaccaridi tipici delle piante carnivore, zuccheri tipici dei nettari) o possono produrre sostanze attribuibili al metabolismo secondario (terpenoidi, grassi, flavonoidi).

Il vacuolo è il principale sito cellulare di accumulo di molti composti del metabolismo secondario

. Sul tonoplasto sono localizzati numerosi trasportatori che utilizzano un gradiente elettrochimico di protoni per trasportare soluti tra il citoplasma ed il succo vacuolare. Alcuni metaboliti neutri lipofili (ad es. alcuni alcaloidi e leucoantocianidine), possono attraversare il tonoplasto per diffusione ed essere poi intrappolati nell'ambiente acido del vacuolo o inseriti in vie metaboliche intravacuolari.

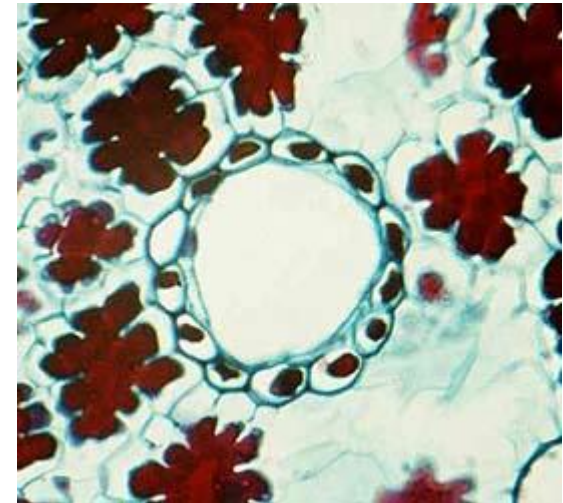
# STRUTTURE SECRETORIE

Unicellulari



Idioblasto di *Vinca rosea*  
(*Catharanthus roseus*)

Pluricellulari



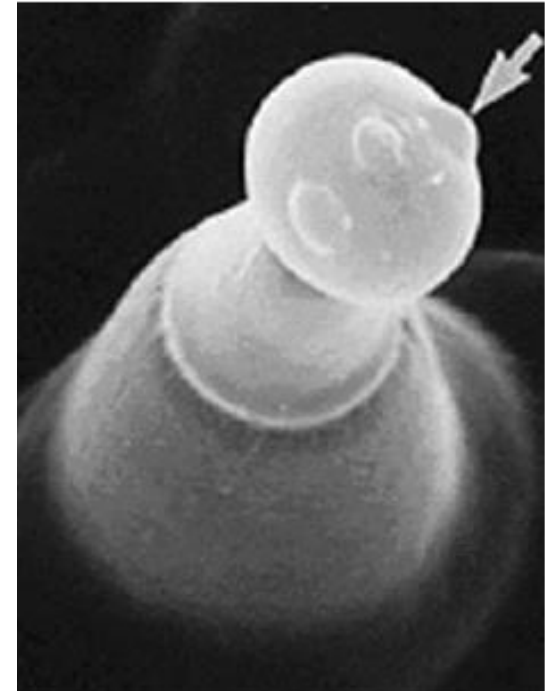
Canale resinifero di pino  
domestico (*Pinus pinea*)

# TESSUTI SECRETORI ESTERNI:TRICOMI GHIANDOLARI

## PELI CAPITATI

Le cellule secretrici formano una testa multicellulare e diffondono il secreto nell'ambiente. La secrezione dei tricomi ghiandolari capitati è costituita da sostanze lipofile e polisaccaridiche (principalmente queste ultime), mentre i tricomi ghiandolari peltati secernono solo sostanze lipofile.

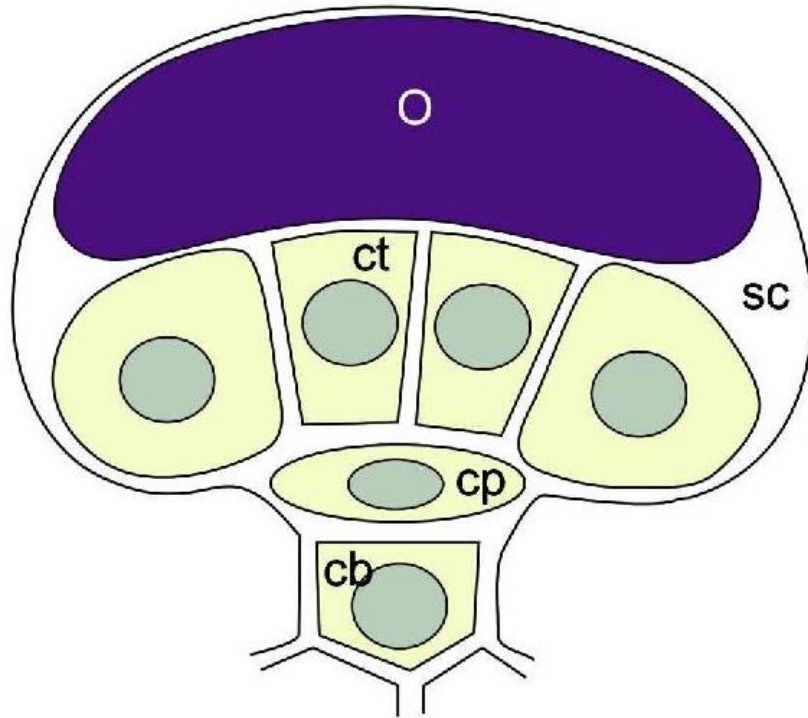
Alcuni esempi di piante con peli capitati sono la menta (genere *Mentha*), il leccio (*Quercus ilex*) e la lavanda (*Lavandula officinalis*).



La secrezione dei tricomi ghiandolari capitati è costituita da sostanze lipofile e polisaccaridiche (principalmente queste ultime), mentre i tricomi ghiandolari peltati secernono solo sostanze lipofile. I nostri risultati ultrastrutturali sono coerenti con la scoperta che i plastidi sono l'organello principale che sintetizza le sostanze lipofile, soprattutto i terpeni, mentre i ditiosomi sintetizzano i polisaccaridi. L'olio essenziale è probabilmente trasportato direttamente dal RER, mentre i polisaccaridi raggiungono la membrana plasmatica attraverso vescicole derivate dal Golgi. L'esocitosi è il modo principale in cui i prodotti secretori si spostano dalla cellula allo spazio sottocutaneo. Non ci sono differenze nello sviluppo o nella secrezione delle ghiandole tra le piante cresciute alla luce e quelle cresciute al buio.

*Tradotto con [DeepL.com](https://www.DeepL.com) (versione gratuita)*

## TRICOMI PELTATI



**Figure 8.31**

Tricomi ghiandolari nelle Lamiaceae. O: goccia d'olio, sc: cavità subcuticolare, ct: cellule della testa (sito di biosintesi dei terpeni), cp: cellula peduncolare, cb: cellula basale (disegno di A. Valletta).

I *peli peltati* sono caratterizzati da una testa globulare formata da una o più cellule secernenti, le cui pareti si differenziano in uno strato cuticolare, uno strato pectico ed uno celluloso. Il materiale secreto viene riversato nello spazio che si forma per allontanamento dello strato pectico da quello cuticolare. I peli peltati si trovano, ad esempio, nella salvia (*Salvia officinalis*), nell'origano (*Origanum vulgare*) e nel timo (*Thymus vulgaris*).

# GHIANDOLE DEL SALE



Mangrovia

Le Ghiandole del sale si formano per una forma di adattamento in piante che devono tollerare elevate concentrazioni saline

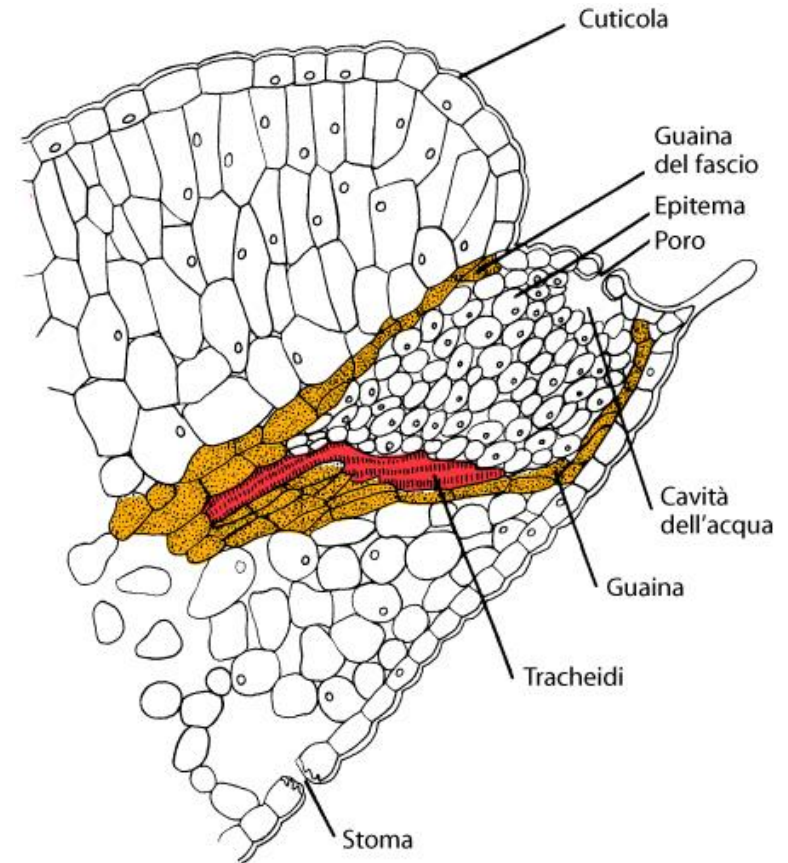
- Adattamenti morfologici in piante terrestri La vegetazione tipica delle zone tropicali a ridosso delle foci dei fiumi, soggette a maree, e dei terreni alluvionali costieri, si è adattata ad un ambiente anossico ad elevata salinità ed estremamente sensibile alle sollecitazioni meccaniche causate dalle maree.

Le mangrovie, ad esempio, hanno sviluppato:

- Radici avventizie: aumentata capacità di ancoraggio al terreno
- Radici aeree: adattamento alla mancanza di ossigeno
- Altissimi valori osmotici: adattamento all'elevato tenore salino nel terreno

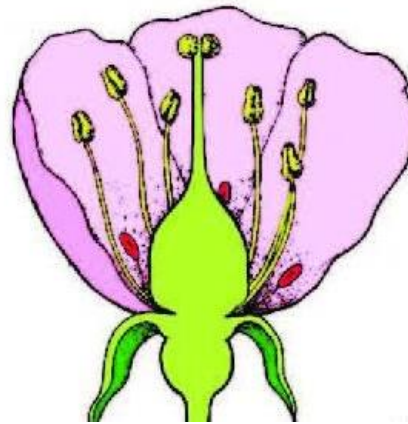
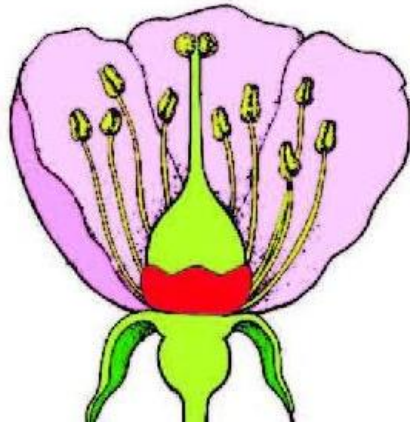
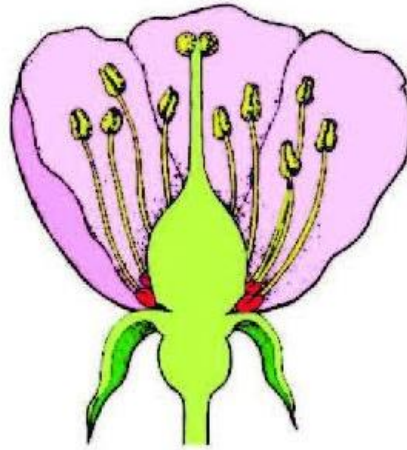
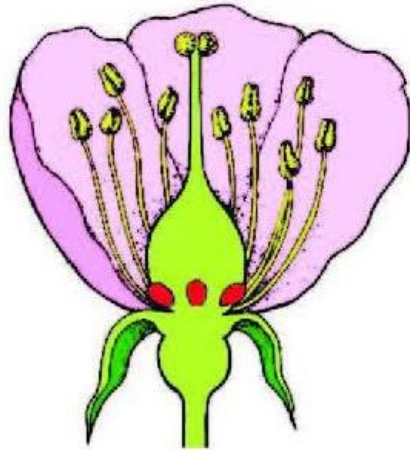
## IDATODI

Gli *idatòdi* sono gruppi di cellule localizzate sulla punta delle foglie o in corrispondenza delle nervature principali, e deputate alla fuoriuscita di gocce d'acqua (*guttazione*) quando l'eccessiva umidità atmosferica non consente una buona traspirazione. La quantità d'acqua eliminata per guttazione varia secondo le specie e raggiunge valori elevati in alcune piante di ambienti tropicali.



*Alchemilla vulgaris*

## NETTARI FIORALI ED EXTRAFLORALI

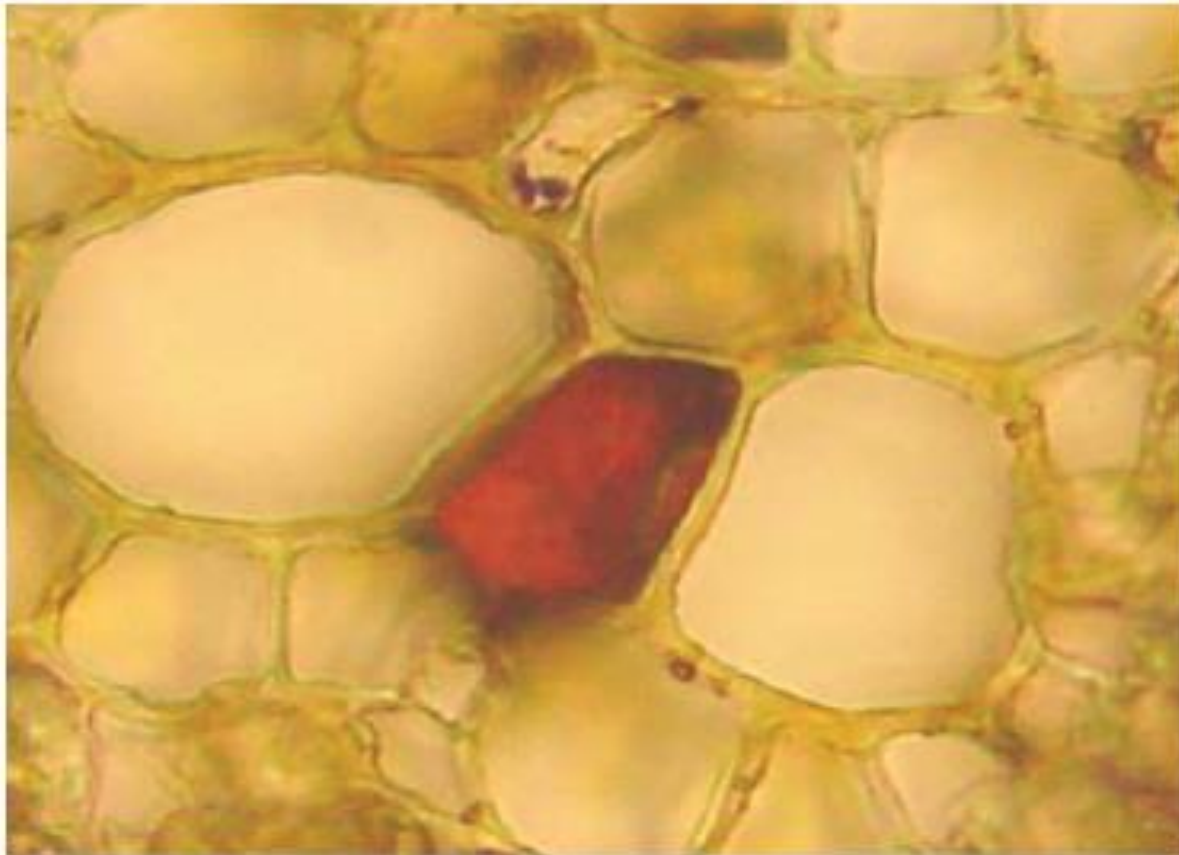


I *nettàri* sono strutture ghiandolari pluricellulari che secernono un liquido contenente principalmente zuccheri ed altre sostanze come lipidi, proteine e talvolta alcaloidi. Possono essere presenti nel fiore con funzione di richiamo per gli impollinatori, o negli organi vegetativi con funzione protettiva dagli organismi fitofagi.

Il nettàrio presenta un parenchima specializzato le cui cellule sono piccole, con pareti ricche di plasmodesmi, citoplasma denso, ricco di ribosomi, e grande nucleo.

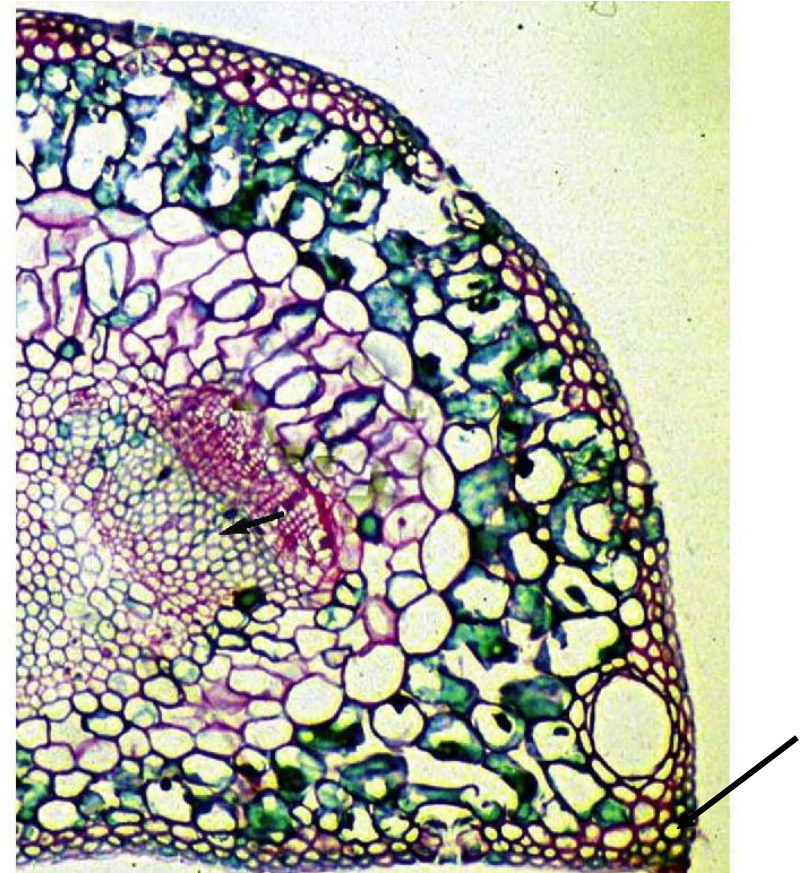
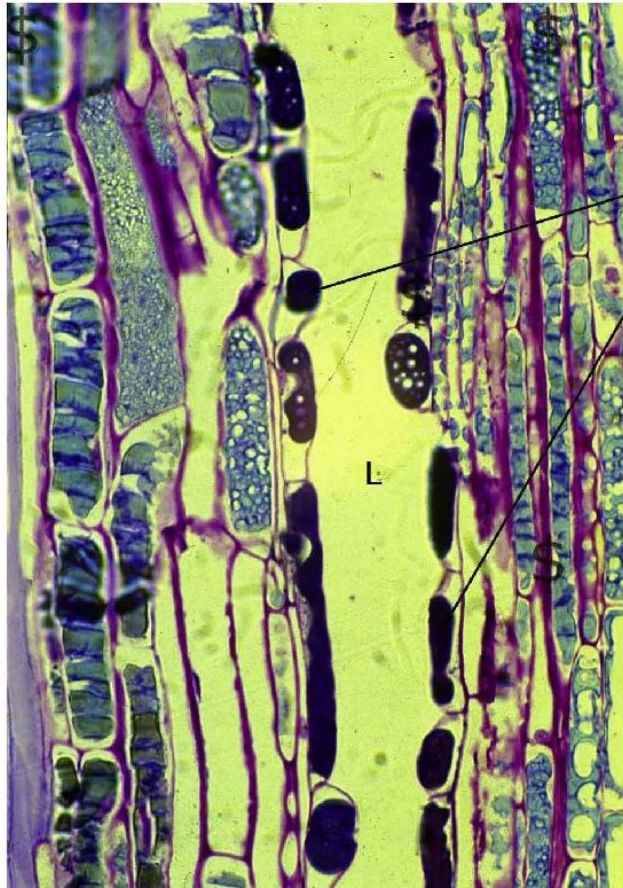
I nettàri sono collegati con i fasci conduttori. Il prenettare, proveniente dagli elementi cribrosi, viene trasformato in nettare nelle cellule nettarifere grazie ad enzimi specifici.

## IDIOLASTI



Gli *idioblasti secretori* sono singole cellule specializzate nella secrezione; producono diversi composti organici che vengono accumulati nel vacuolo. Sono localizzate tra le cellule parenchimatiche di diversi organi. Idioblasti contenenti alcaloidi sono, ad esempio, caratteristici della vinca rosea (*Catharanthus roseus*).

## CANALI SECRETORI

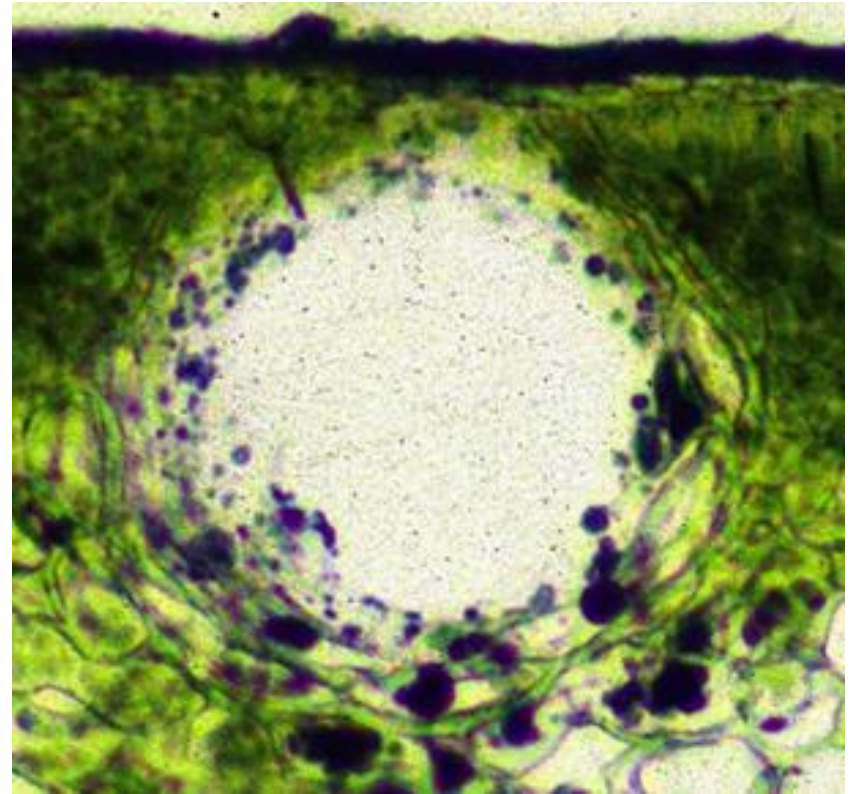


I *canali secretori* sono strutture allungate con un epitelio secernente che circonda uno spazio detto *lume*. Si originano da poche cellule meristematiche che formano una rosetta in sezione trasversale. Le cellule sono soggette a poche divisioni, soprattutto periclinali. Inizia a formarsi uno spazio intercellulare centrale che va a formare il lume del canale. Talvolta al di fuori dell'epitelio si forma un altro strato di cellule definito *quaina* che, nell'allargamento del lume del canale, può essere incorporata nell'epitelio.

## TASCHE SECRETORIE



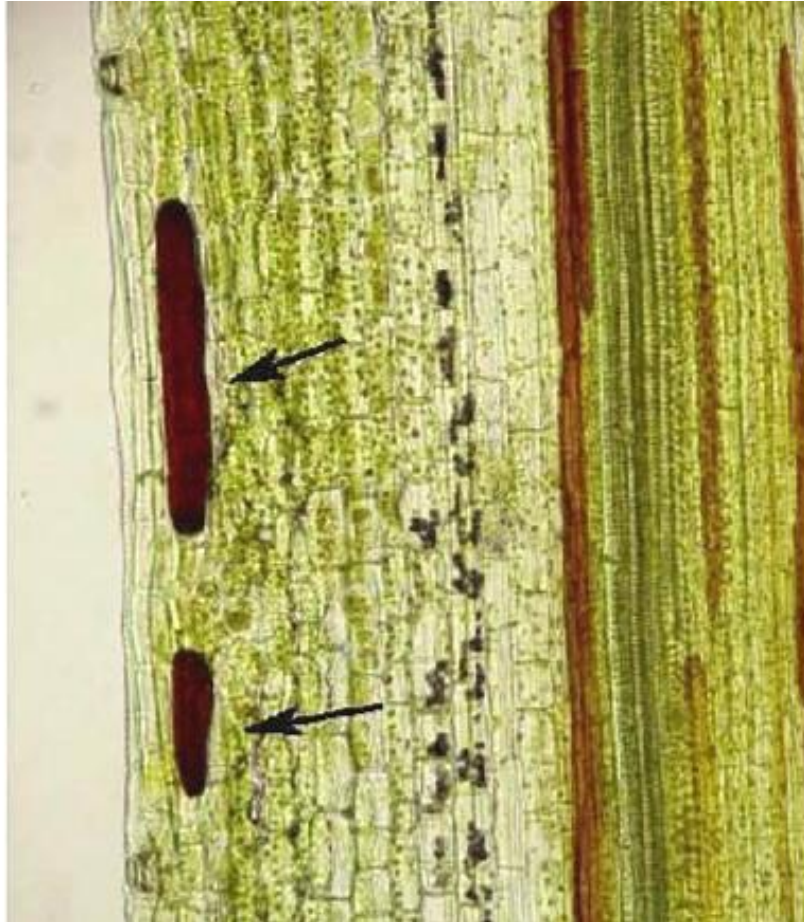
SCHIZOGENA



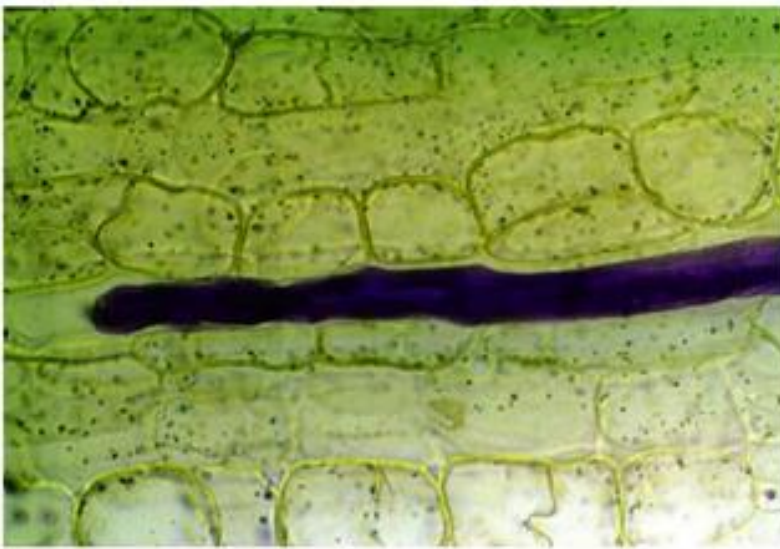
LISIGENA

Le *tasche* o *cavità secretorie* sono strutture pluricellulari isodiametriche circondate da un epitelio secernente. Sono tipiche di foglie e frutti. Riversano il secreto in uno spazio intercellulare centrale definito lume. Sono particolarmente abbondanti nei frutti delle Rutaceae (arancio, mandarino, limone, pompelmo). La cavità delle tasche secretorie si può formare per distanziamento delle cellule (*schizogena*) o per lisi delle cellule (*lisigena*)

## LATICIFERI



I *laticiferi* sono singole cellule allungate o file di cellule specializzate nel produrre *latice*. Le cellule laticifere posseggono solo la parete primaria, che può essere ispessita di cellulosa, pectine ed emicellulose. I laticiferi maturi contengono grandi vacuoli. Il latice accumulato nei vacuoli è una sospensione o un'emulsione eterogenea in fase acquosa che può contenere gomme, resine, amido, alcaloidi, sostanze proteiche, enzimi. Il latice è in genere color latte, ma a contatto con l'aria può cambiare colore per la presenza di composti facilmente ossidabili. Il latice è sotto pressione per cui fuoriesce facilmente in seguito a ferita.



**Figura 8.37**

Laticifero in sezione longitudinale di fusto di *Euphorbia caracasiana*. Il contenuto vacuolare è stato evidenziato con il reagente Nadi che colora in viola i terpeni (osservazione di G. Pasqua).

Si conoscono due tipi di laticiferi: *non articolati* ed *articolati*. I non articolati si sviluppano da un'unica cellula che si allunga con la crescita della pianta e talvolta si ramifica. I laticiferi articolati consistono di una serie di cellule semplici o ramificate che si allungano. Le pareti terminali di tali cellule rimangono intere o presentano dei pori o scompaiono completamente.

La presenza di laticiferi è tipica di alcune famiglie, come le Papaveraceae (ad es. *Papaver somniferum*), le Euphorbiaceae (ad es. *Euphorbia pulcherrima* conosciuta come stella di Natale) e le Moraceae (ad es. il *Ficus carica* ossia la pianta del fico).