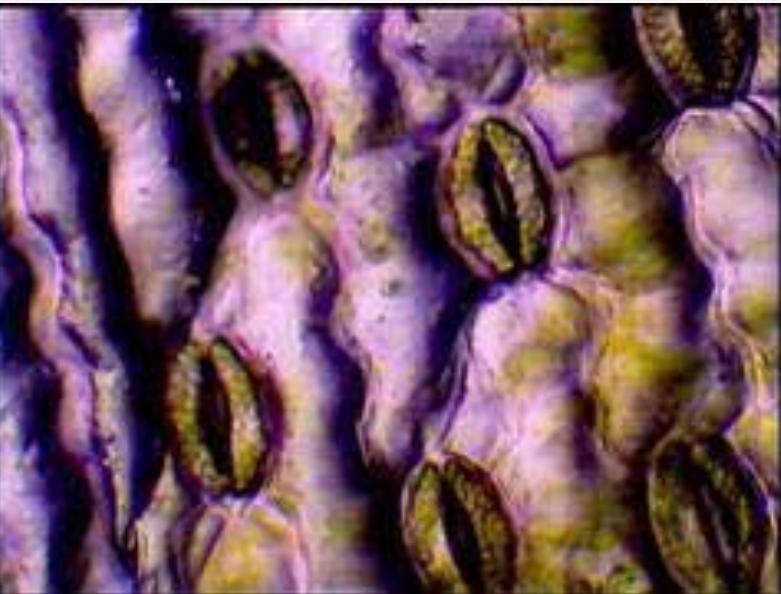


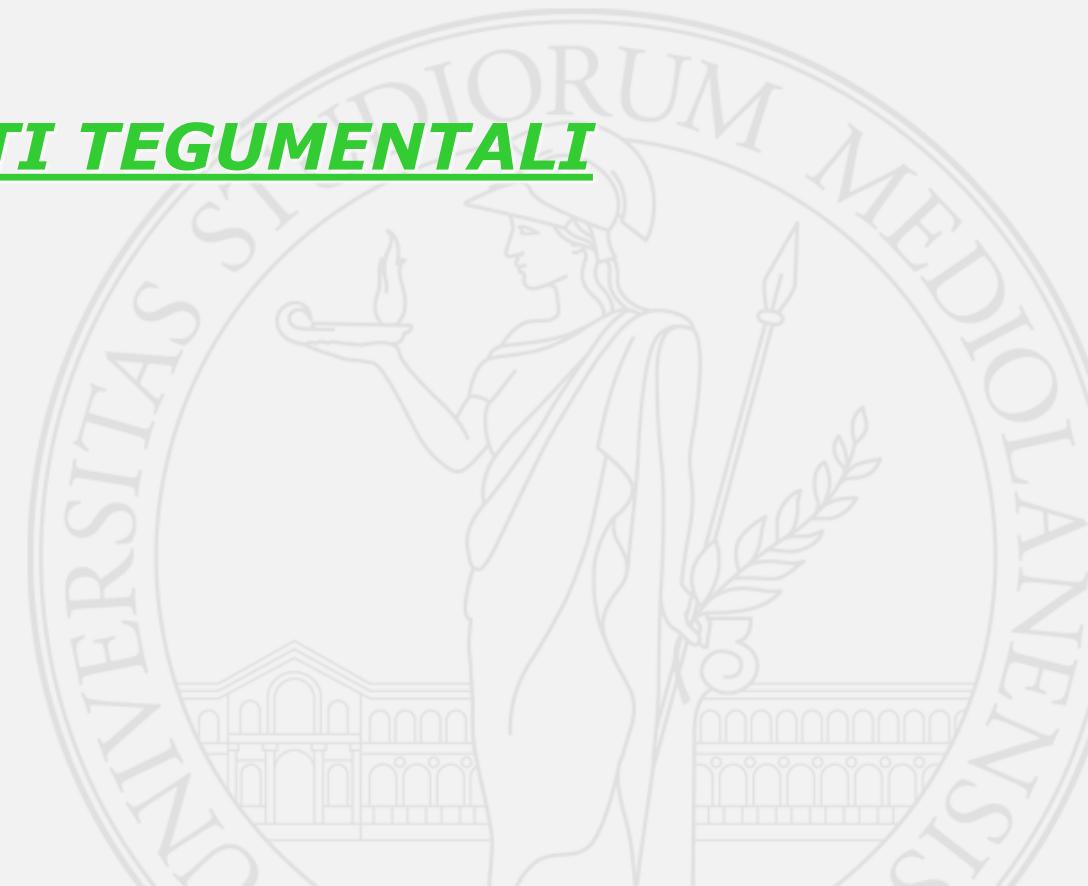


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO



TESSUTI TEGUMENTALI

Prof. **Elisabetta Onelli**



Rivestono e proteggono la superficie esterna e alcune superfici interne della pianta.

Si possono classificare in base alla loro posizione :

- esterni: - epidermide
- rizoderma
- esoderma
- sughero

- Interni: - endoderma

o in base alla loro origine:

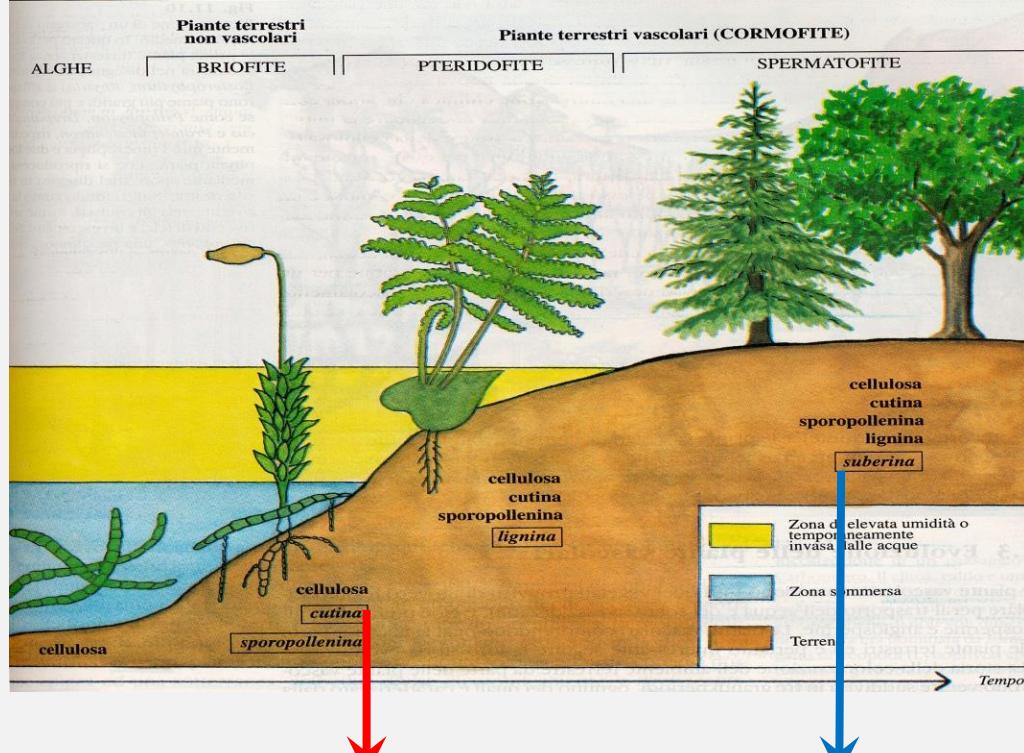
- primari: - epidermide
- rizoderma
- esoderma
- endoderma

- secondari: - sughero



L'uscita dall'acqua creò diversi problemi di economia dell'acqua per le prime piante emerse

Queste hanno dovuto evolvere strutture di protezione dal disseccamento e da danni dovuti ad agenti esterni



**Sulle superfici esterne;
protezione dal disseccamento**

**Nella parete di piante con crescita
secondaria; protezione dal
disseccamento**



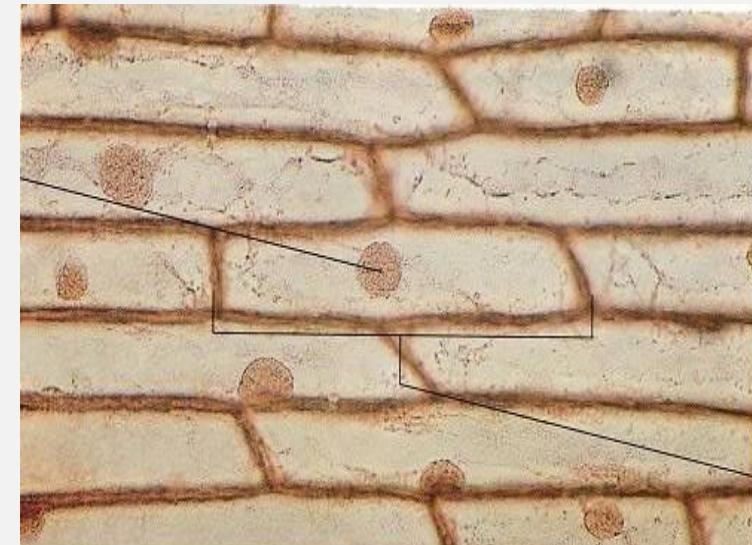
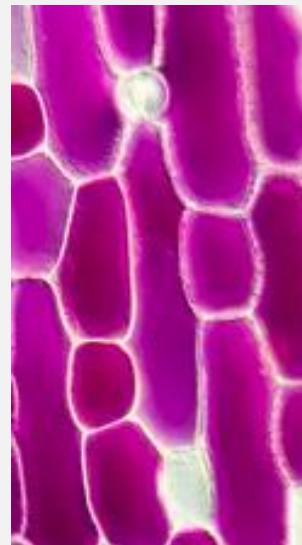
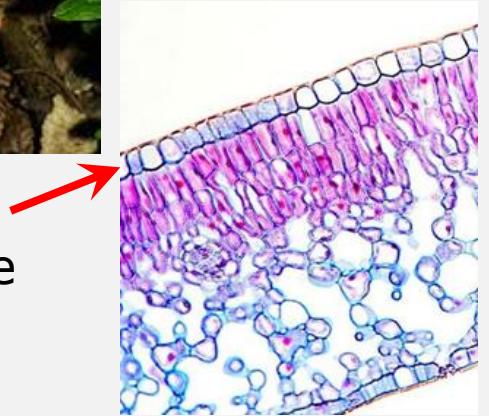
Epidermide

E' tessuto primario adulto che riveste la porzione epigea della pianta:

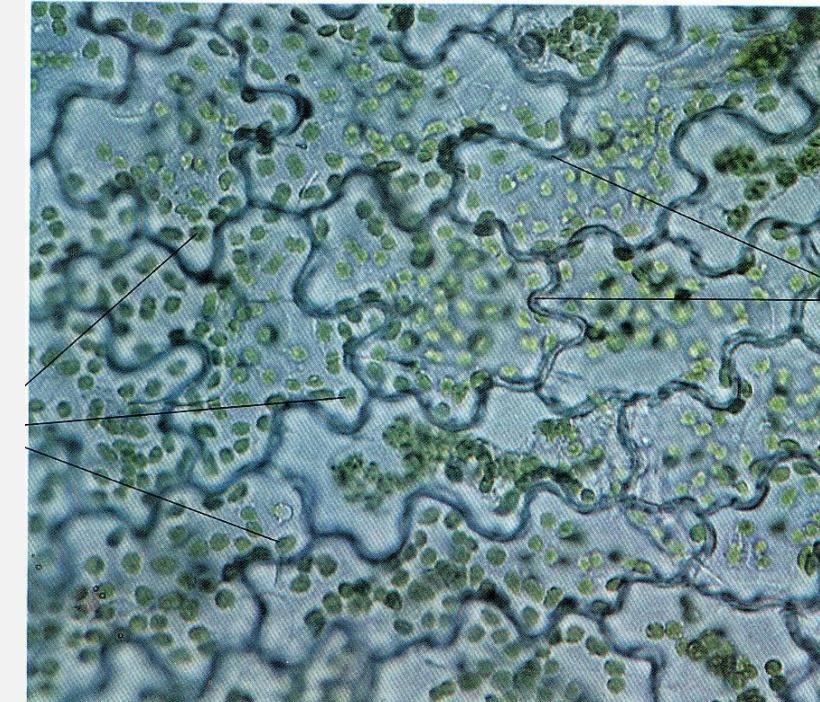
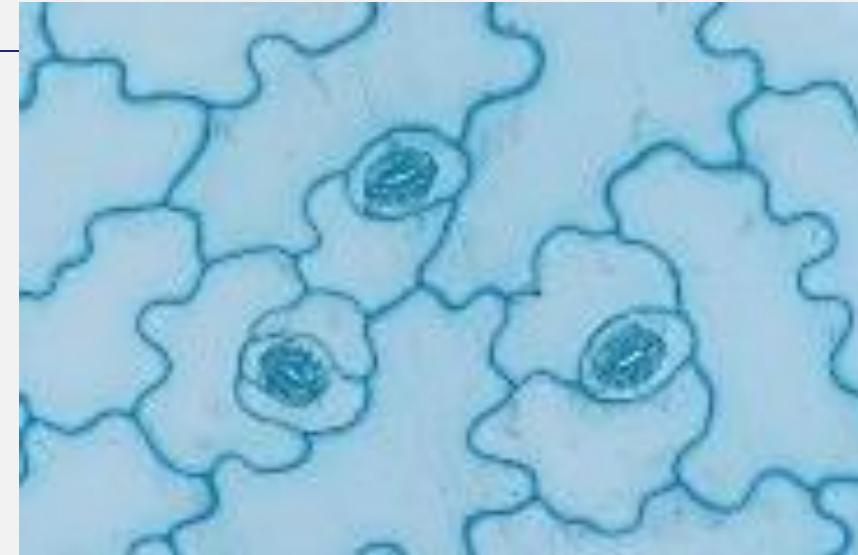
- fusti giovani
- foglie
- fiori
- frutti



- E' in genere monostratificata anche se ci sono casi di epidermidi pluristratificate come quelle dell'oleandro (xerofite, piante adattate a vivere in ambiente con clima arido con ridotta disponibilità di acqua).
- cellule sono a stretto contatto tra loro senza spazi intercellulari
- presentano grossi vacuoli
- possono presentare leucoplasti
- possono accumulare pigmenti nei vacuoli
- sono vive a maturità
- sono solitamente appiattite



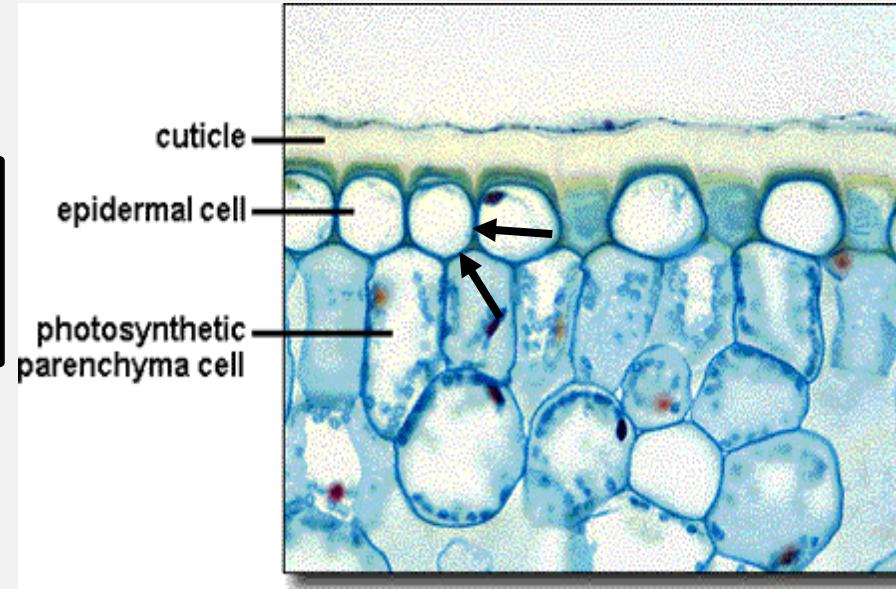
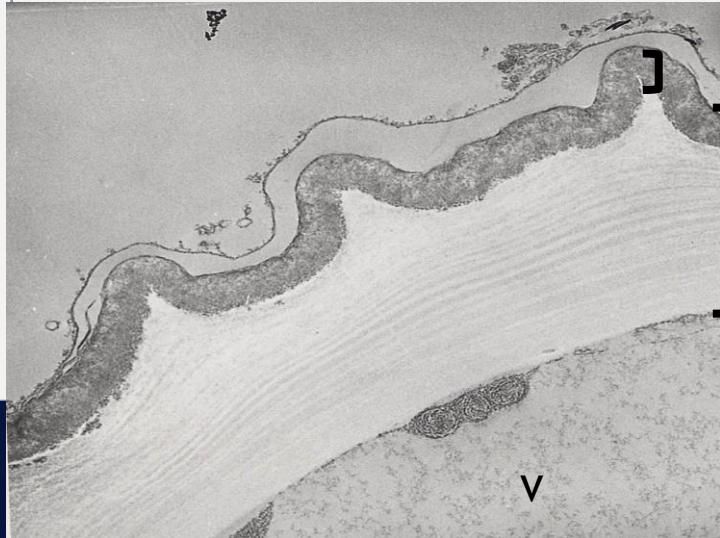
- possono avere forme diverse



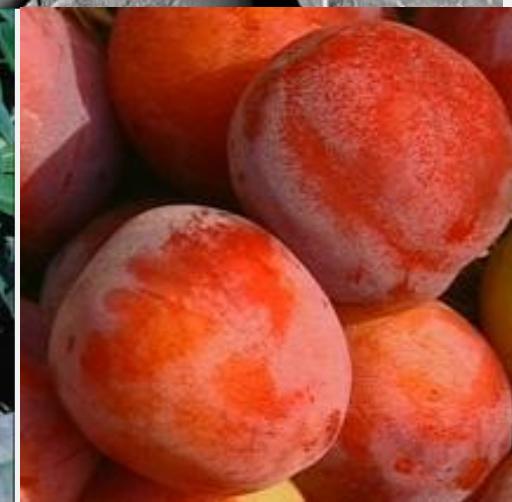
Nelle piante che vivono in ombra (sciafile), nelle idrofite e nella maggior parte delle felci sono presenti anche cloroplasti.

Avendo anche funzione di limitare la traspirazione, le pareti esterne delle cellule possono essere cutinizzate o essere provviste di cuticola e cere e la resistenza delle pareti può essere aumentata da impregnazioni di calcio o silice.

Cutina/Cuticola



Le pareti cellulari cutinizzate e cerificate limitano la perdita di acqua ma creano anche una barriera agli scambi gassosi.



Bastoncellierosi

Goodman and Samuels, Dept. of Botany, UBC, Vancouver, Canada

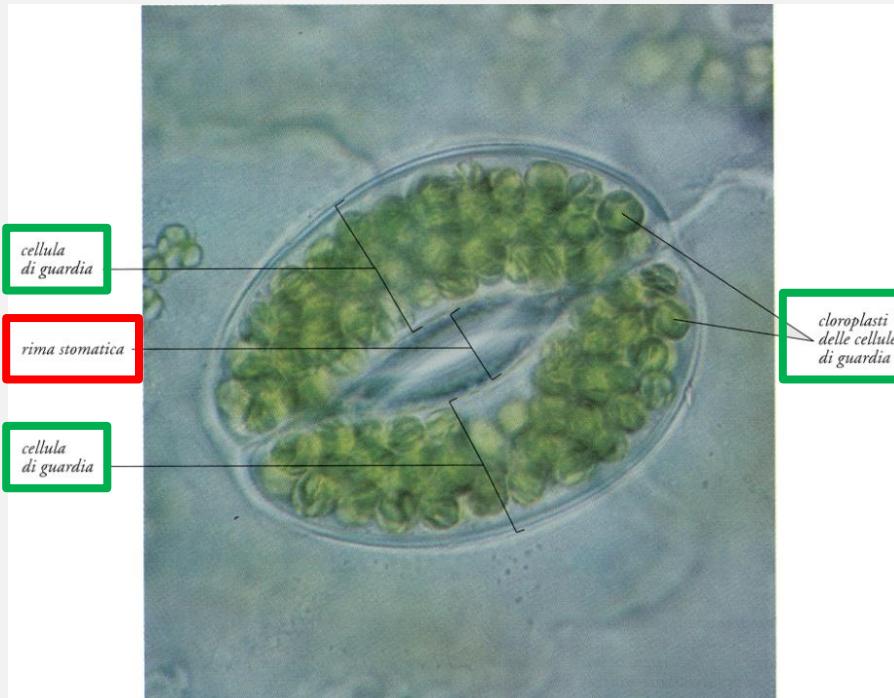
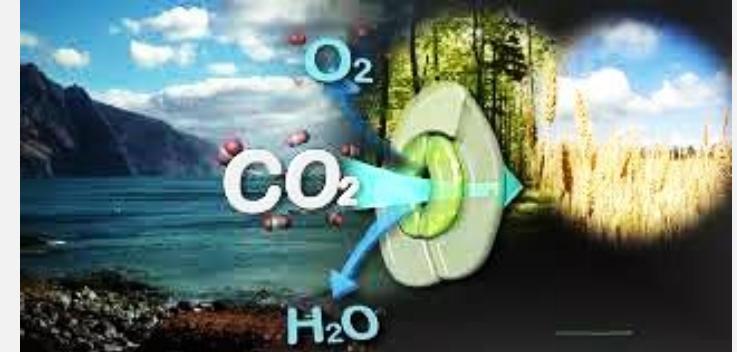


Alcune cellule epidermiche possono specializzarsi in strutture particolari:

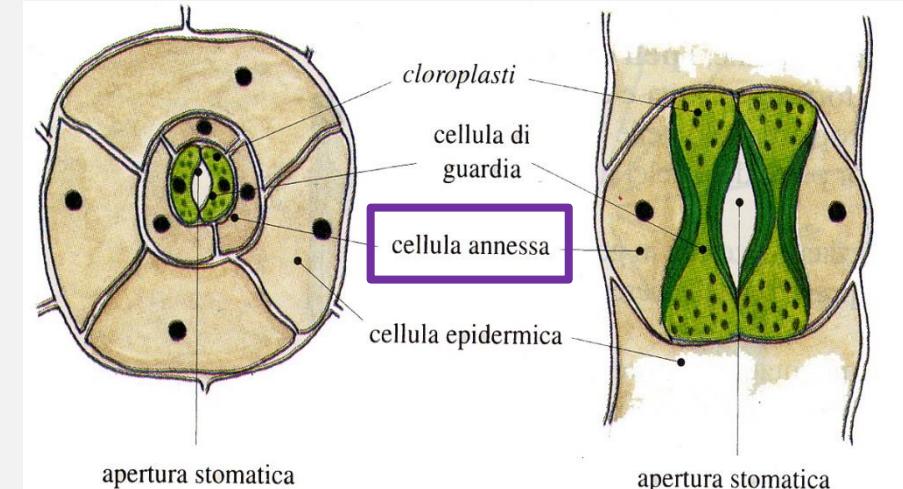
Stomi: controllano il movimento dei gas e del vapore acqueo.

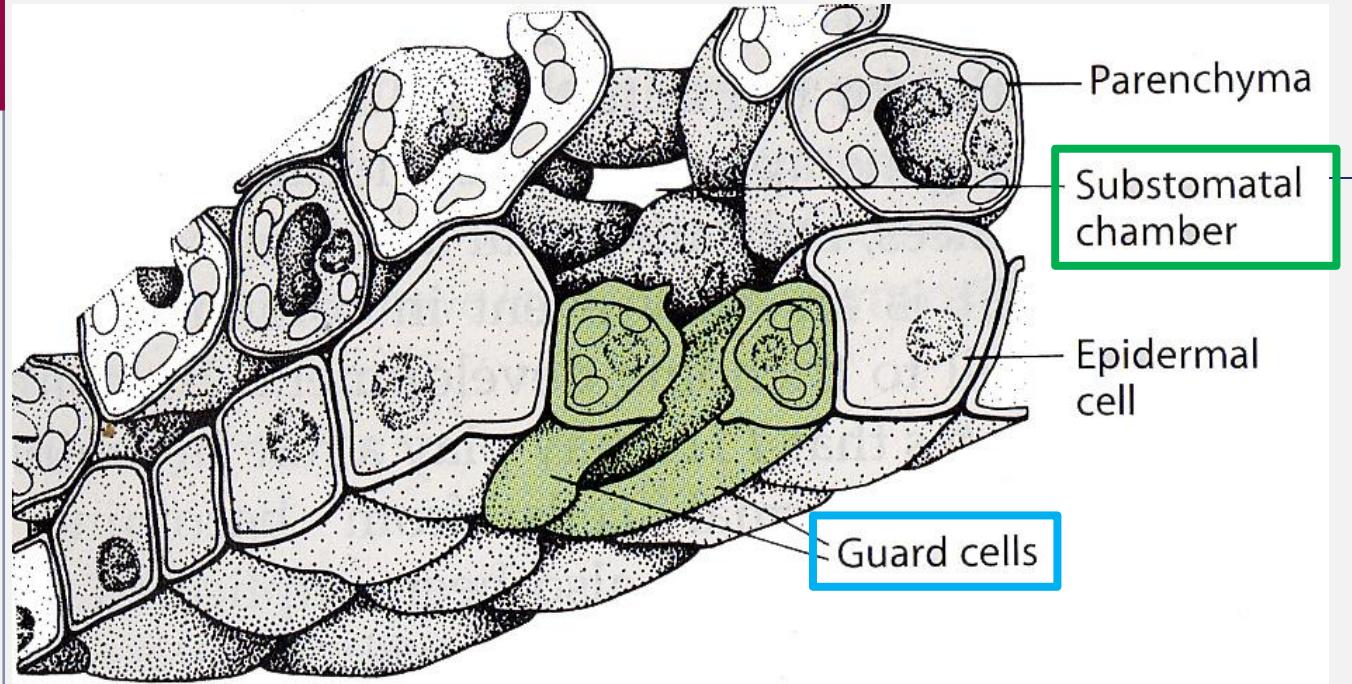
Da un'unica cellula meristematica (meristemoide) si originano due cellule figlie dette **cellule di guardia**, tra le quali, per lisi della lamella mediana, si origina la **rima stomatica**.

Le cellule di guardia sono le uniche cellule epidermiche con cloroplasti e regolano l'apertura e la chiusura dello stoma.



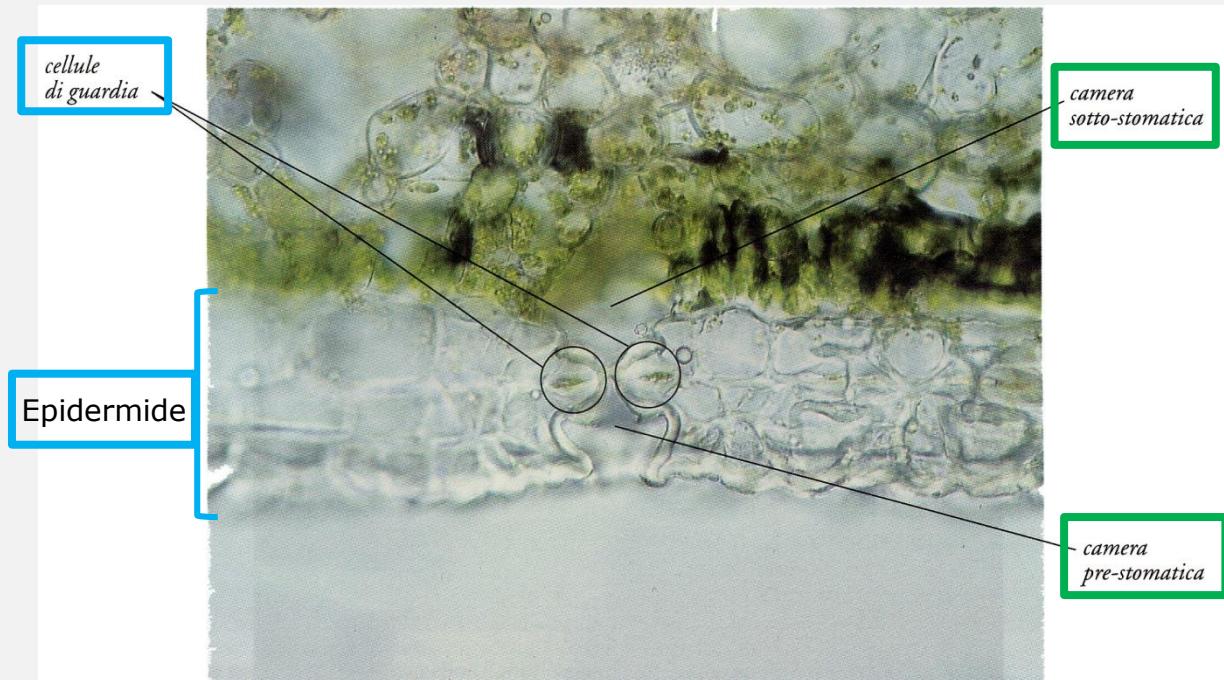
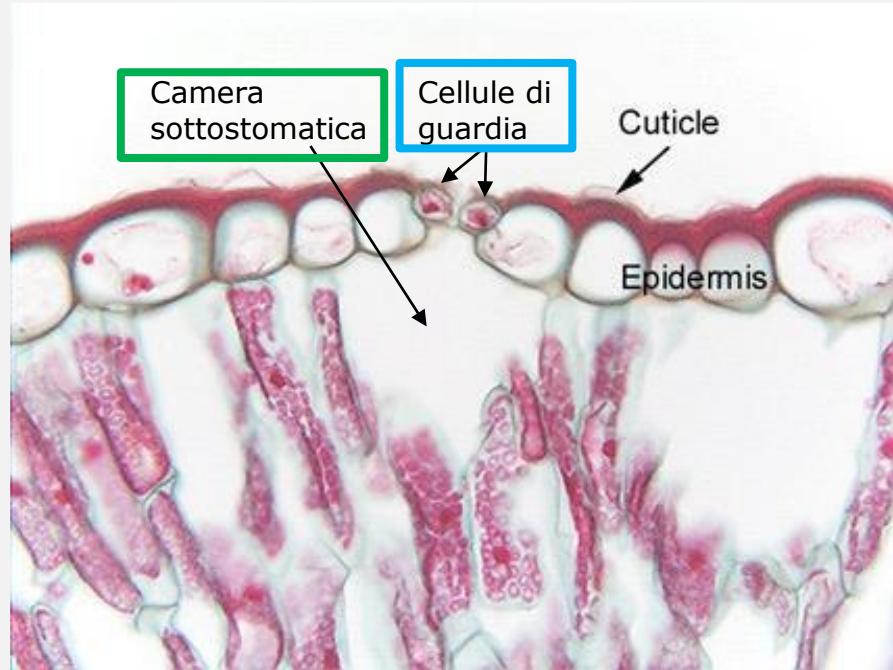
Talvolta sono strettamente associate a speciali cellule epidermiche dette Cellule annesse.





Al di sotto e al di sopra dello stoma possono formarsi larghi spazi intercellulari:

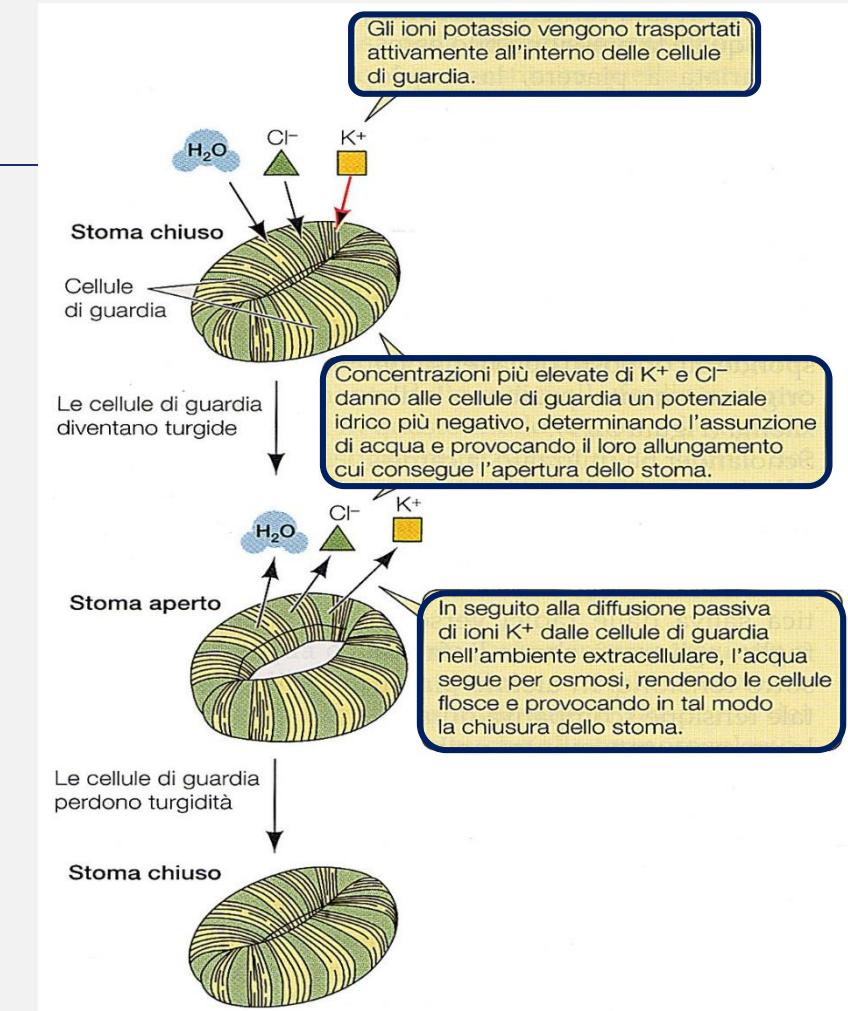
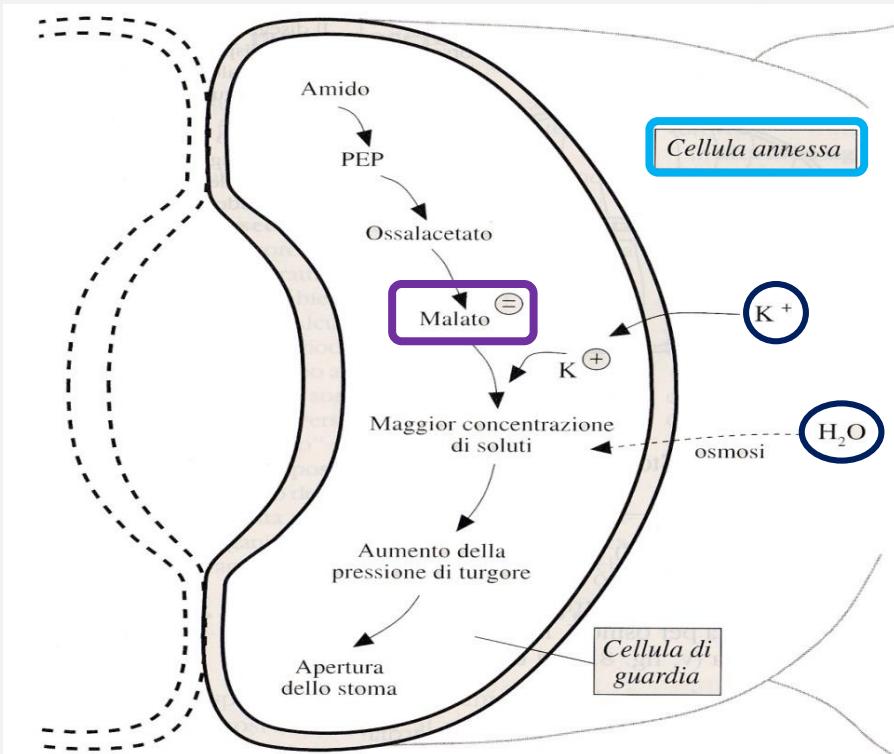
- Camera sotto-stomatica (al di sotto dello stoma)
- Camera pre-stomatica (verso la superficie, prima dello stoma).



Apertura degli stomi

Il meccanismo fondamentale grazie al quale si aprono gli stomi è dato da un **aumento di turgore** delle cellule di guardia in seguito all'**entrata di acqua** per osmosi, dovuta ad un **aumento della concentrazione di ioni K⁺**.

Le cellule annesse funzionano come riserva di ioni K⁺.



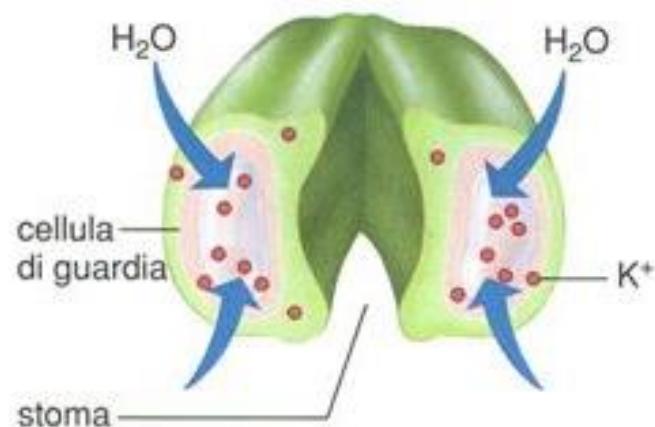
Per bilanciare gli ioni + introdotti, la cellula, attraverso la degradazione dell'amido accumulato nelle cellule di guardia, produce ossalacetato e poi malato che ha due cariche negative.



stoma aperto

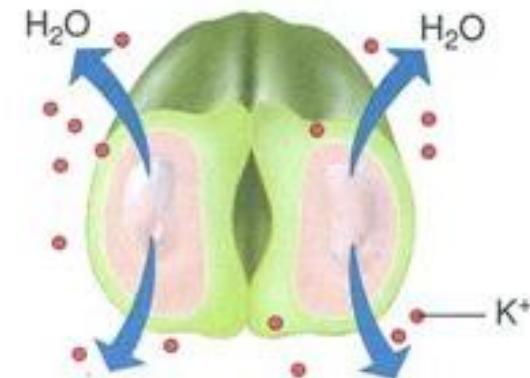
50 μm

stoma chiuso

50 μm 

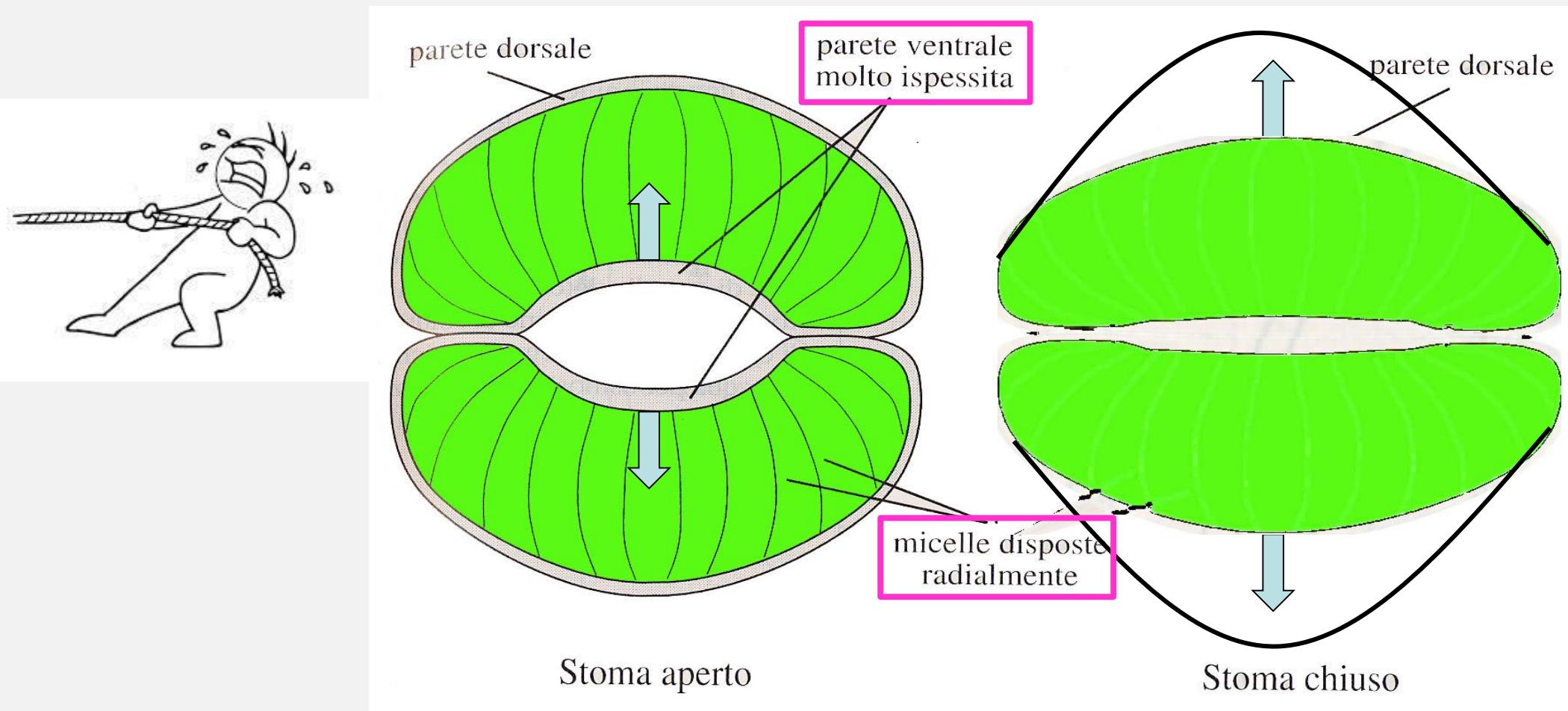
B.

K^+ entra nelle cellule di guardia e l'acqua segue

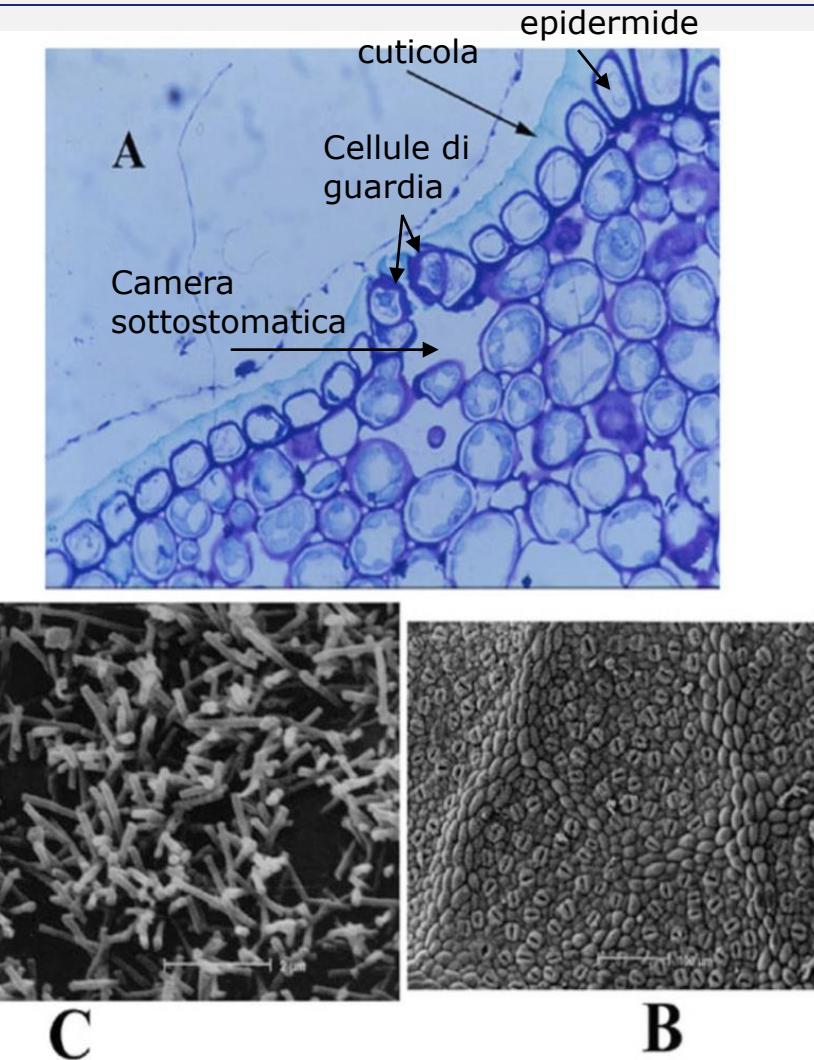


K^+ esce dalle cellule di guardia e l'acqua segue

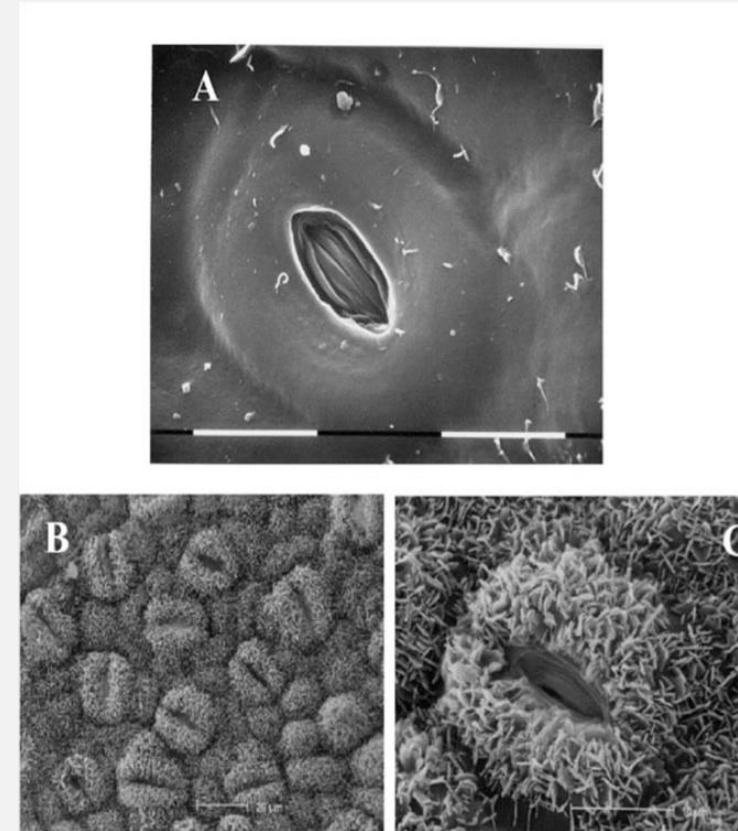
In genere la parete dello stoma in prossimità della rima stomatica è più spessa di quella adiacente alle cellule epidermiche.



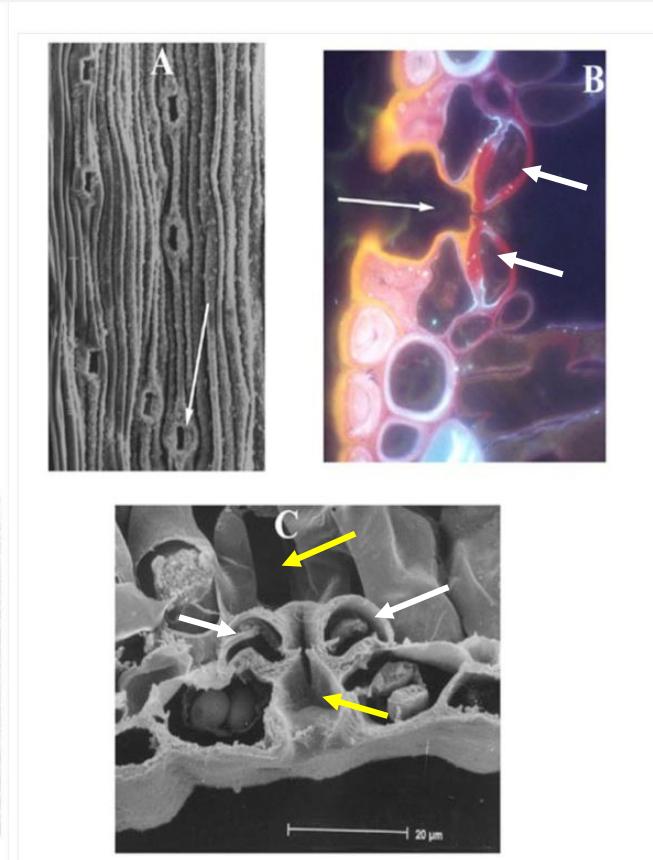
La struttura della parete e l'organizzazione delle fibrille di cellulosa è fondamentale per il funzionamento degli stomi.



Tav.17 - Epidermide - A: sezione trasversale di fusto di *Ruscus*. L'epidermide è provvista di una spessa cuticola (freccia). Nell'epidermide è visibile un apparato stomatico; B: epidermide di *Quercus* sp. al microscopio elettronico a scansione(SEM). Riconoscibili le cellule epidermiche e le cellule di guardia dello stoma; C: cere, in forma di bastoncelli, che ricoprono l'epidermide



Tav.18 - Immagini al SEM di apparati stomatici. A: stoma di Faggio; B e C (ingrandimento); stomi di Roverella; le scaglie di cera ricoprono sia l'epidermide che le cellule di guardia.



Tav.19 - Stomi di Gimnosperma. In A (SEM): foglia aghiforme di Pino, con gli stomi allineati in file longitudinali. Le aperture che si osservano (frecce) sono le "camere prestomatiche"; B. (M.O): sezione trasversale di ago di pino. Le cellule di guardia sono collocate sul fondo della camera prestomatica (freccia), spesso parzialmente ostruita da cera; C: stoma di Pino visto al SEM

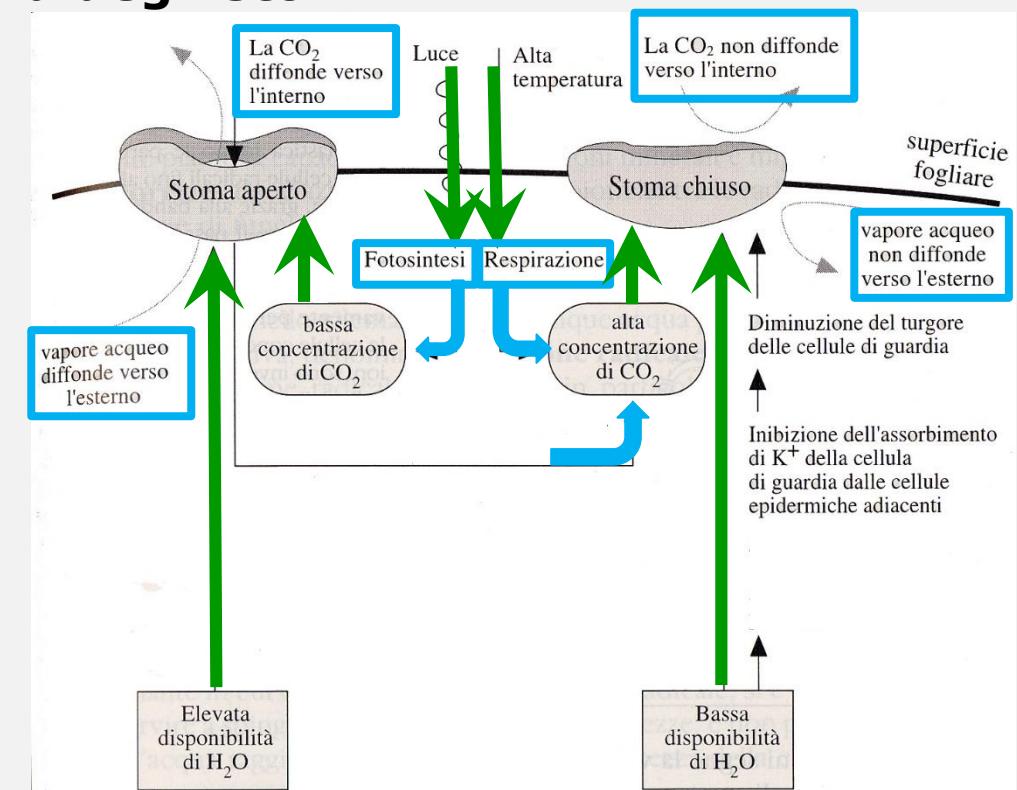
Fattori che regolano l'apertura degli stomi:

- luce
- bassa concentrazione di CO₂ nei tessuti
- elevata disponibilità di acqua

apertura degli stomi

- alte temperature
- elevata concentrazione di CO₂ nei tessuti
- bassa disponibilità di acqua

chiusura degli stomi

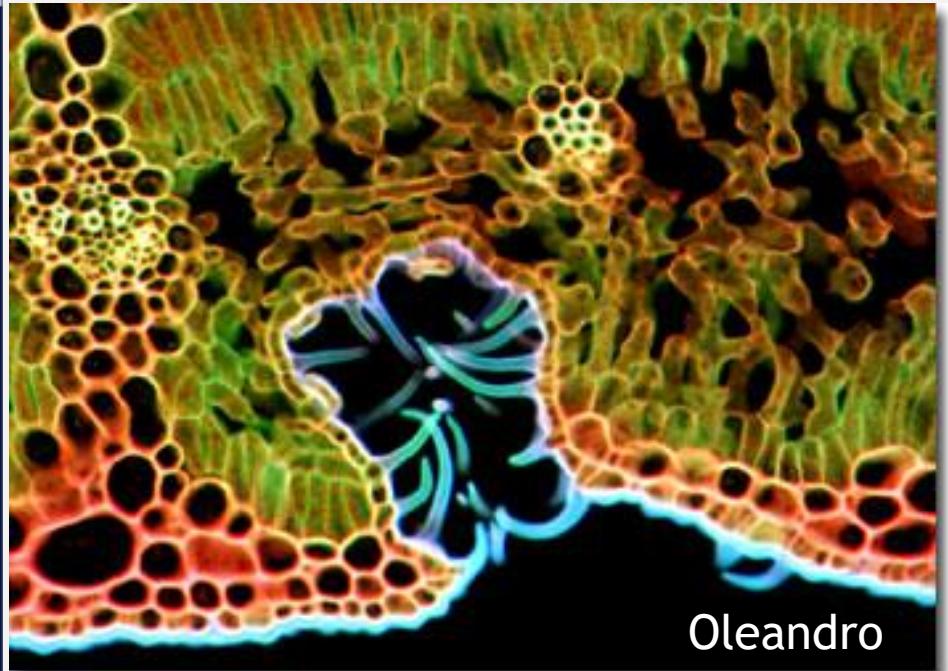
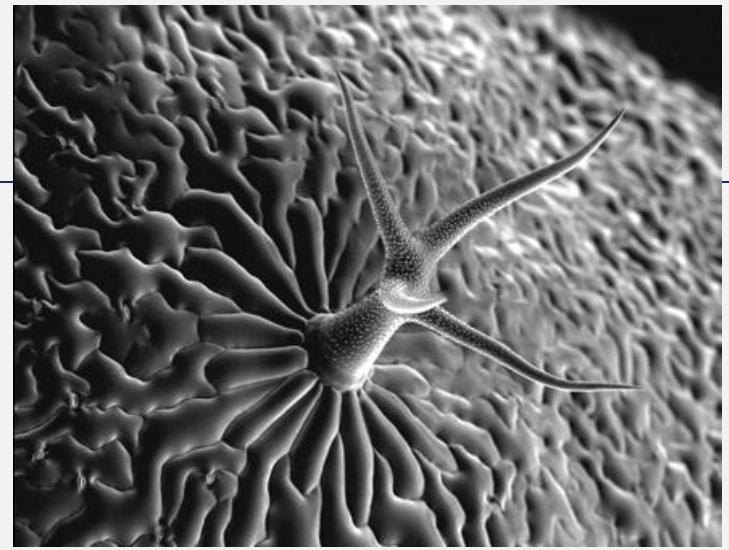




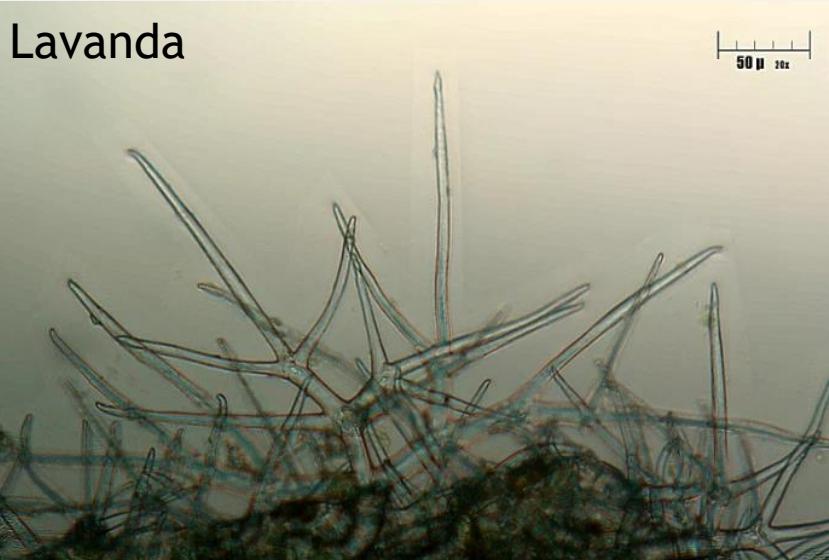
Tricomi: sono comuni sulla superficie dell'epidermide e possono essere uni- o pluricellulari e vivi o morti.

Funzioni:

- limitare la perdita di acqua: in piante che vivono in ambienti aridi. Sulla superficie inferiore della foglia, dove ci sono gli stomi, creano uno strato di aria immobile che può saturarsi di vapore acqueo. Sono peli morti.



Oleandro



Lavanda



Rosmarino



- rifrangere la radiazione luminosa: quando sono presenti sulla pagina superiore delle foglie i peli servono per rifrangere la luce e ridurre la radiazione luminosa che se troppo intensa può danneggiare la clorofilla. Sono peli morti.



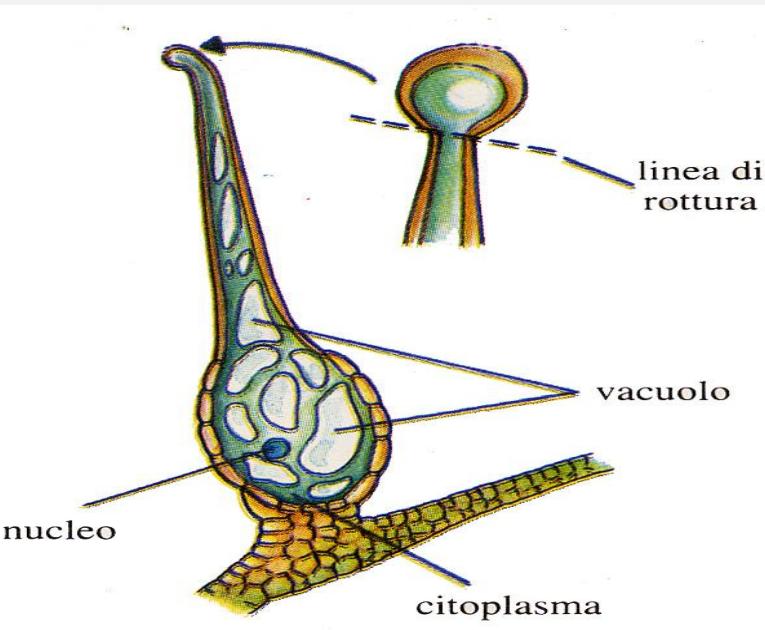
Tricomi nell'olivo: ombreggiano l'epidermide sottostante, limitando la traspirazione e la perdita di vapore acqueo dagli stomi, riflettono la radiazione solare in eccesso, le pareti cellulari sono intrise di polifenoli in grado di assorbire i raggi UV-B,



- favorire la disseminazione (es: semi di pioppo o cotone). Sono peli morti, unicellulari e notevolmente lunghi. Funzionano da organi di volo. Sono peli morti.



- favorire l'evaporazione dell'acqua: importanti nel favorire l'evaporazione dell'acqua in quanto aumentano la superficie fogliare di igrofite (di clima caldo umido) e idrofite (cormofite adattate all'ambiente acquatico). Sono peli vivi.

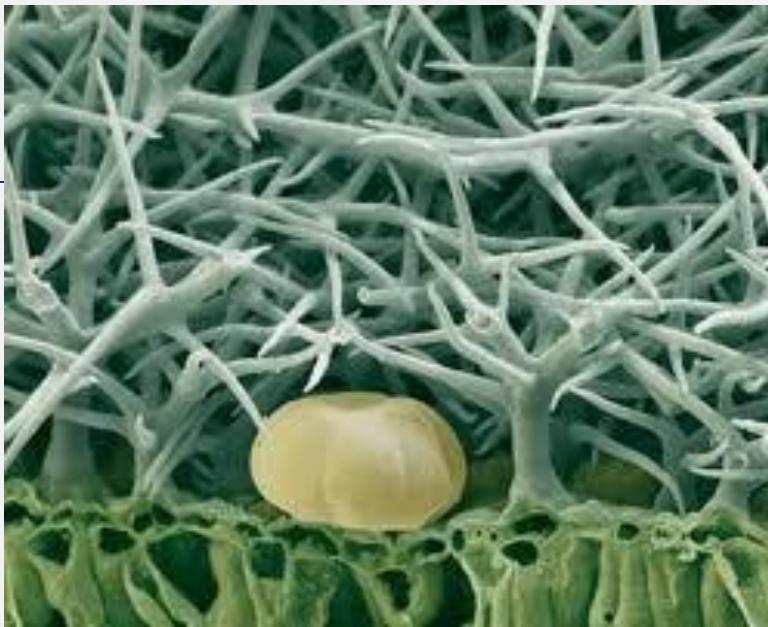


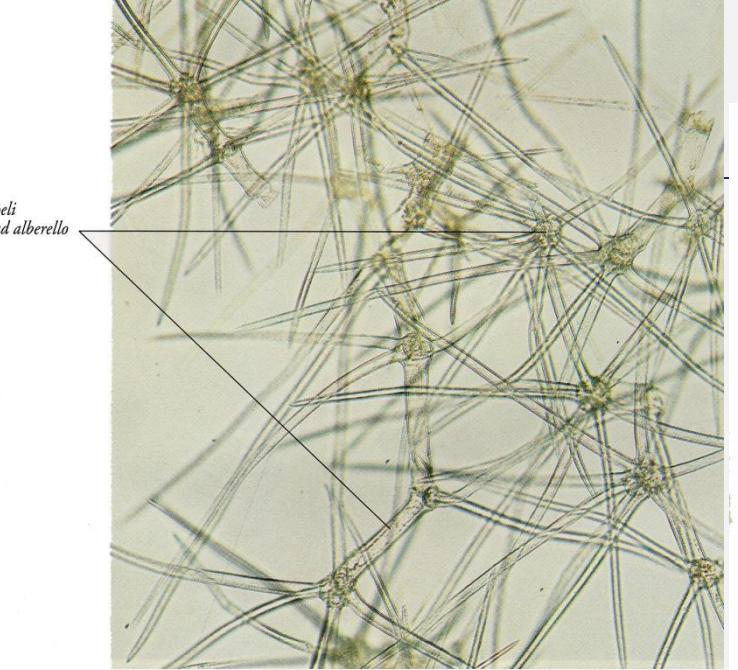
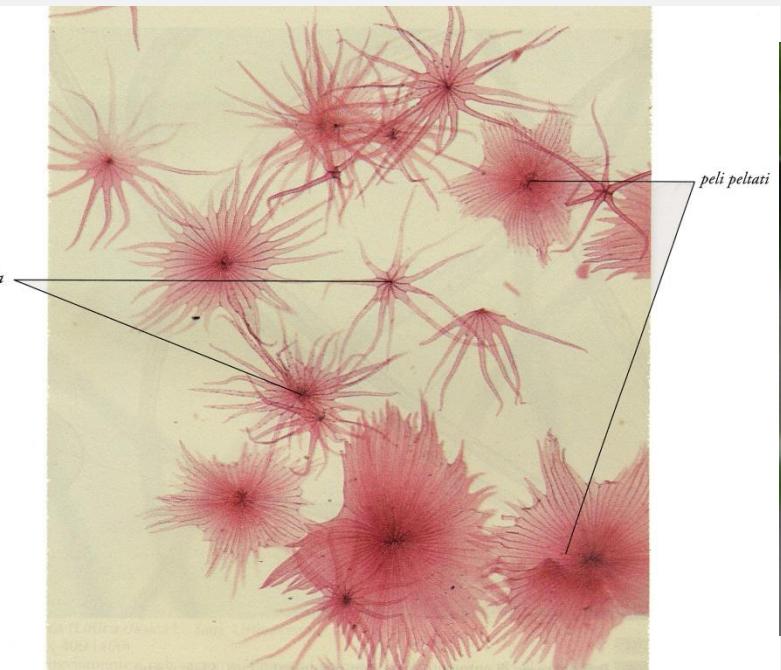
Sono peli vivi



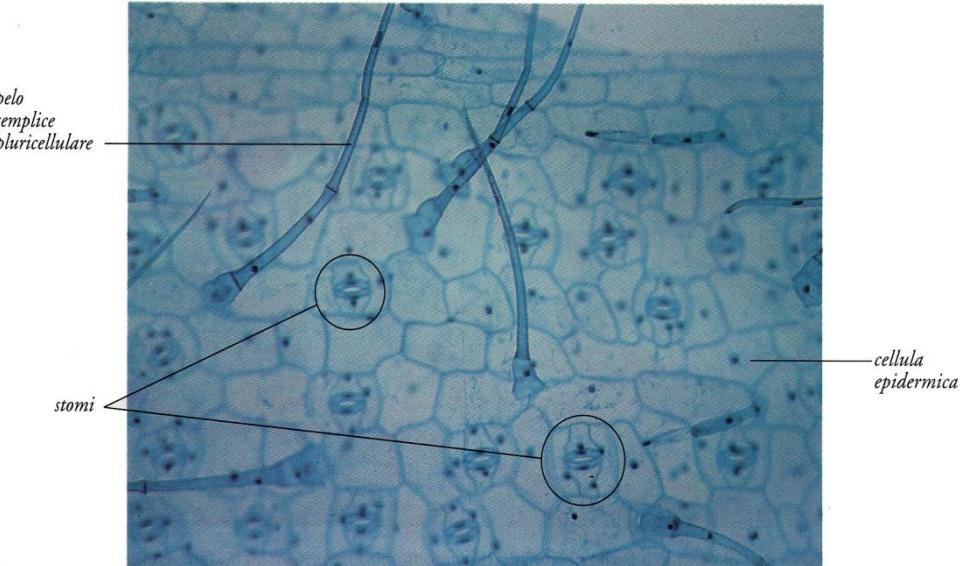
Ci sono poi casi particolari costituiti da:

- peli uncinati di piante rampicanti
- peli ghiandolari
- peli secernenti
- peli sensitivi





I peli possono avere diverse forme



E possono coesistere peli con diverse funzioni sullo stesso organo



Rizoderma

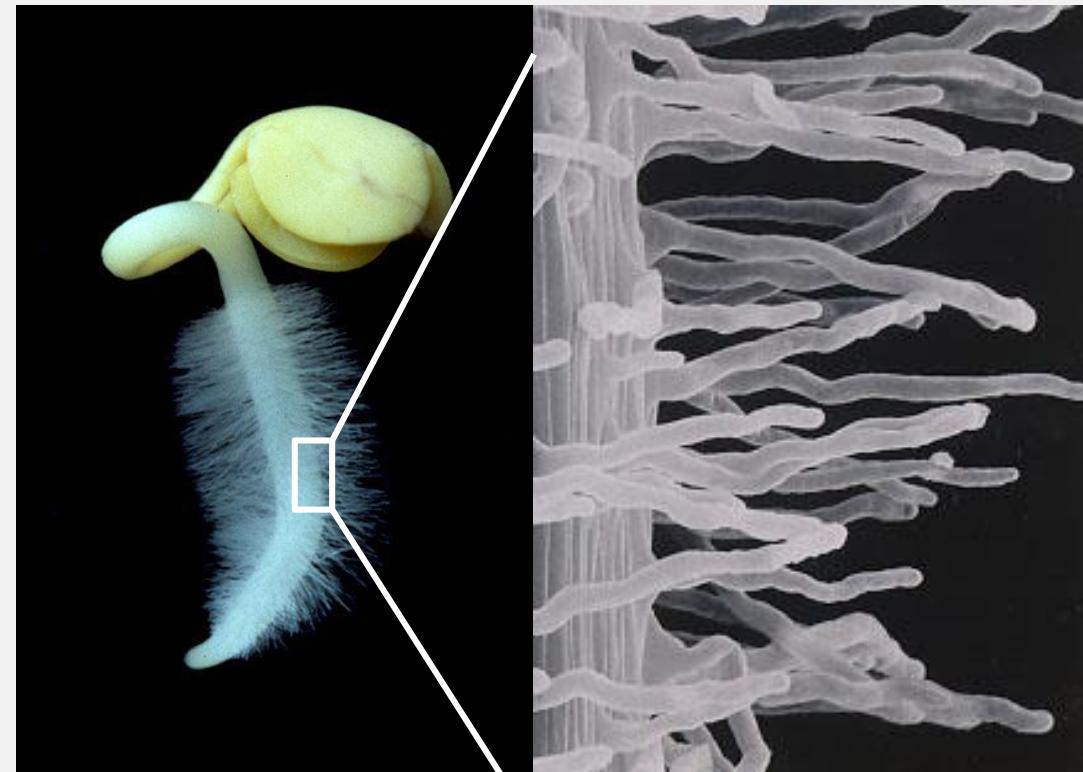
E' il tessuto primario che riveste le giovani radici nella zona di assorbimento della radice.

L'ambiente (il suolo) in cui vive la radice presenta minor rischi di disidratazione rispetto all'atmosfera e non consente, ovviamente, lo svolgimento della fotosintesi

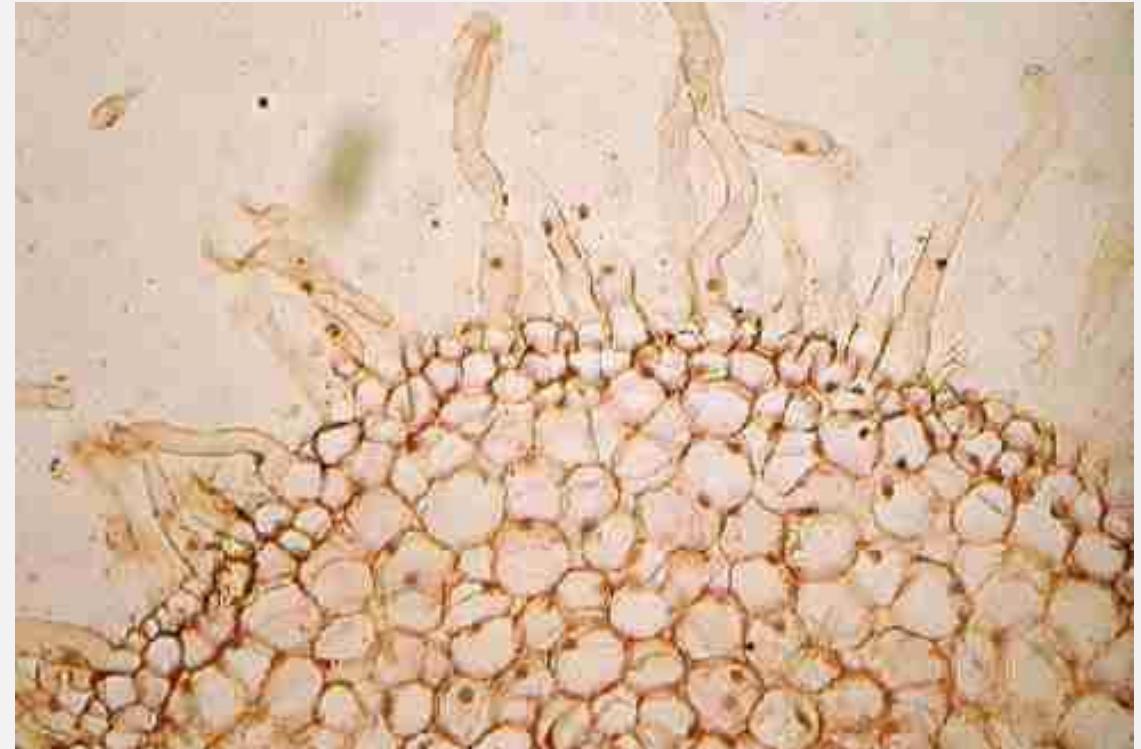
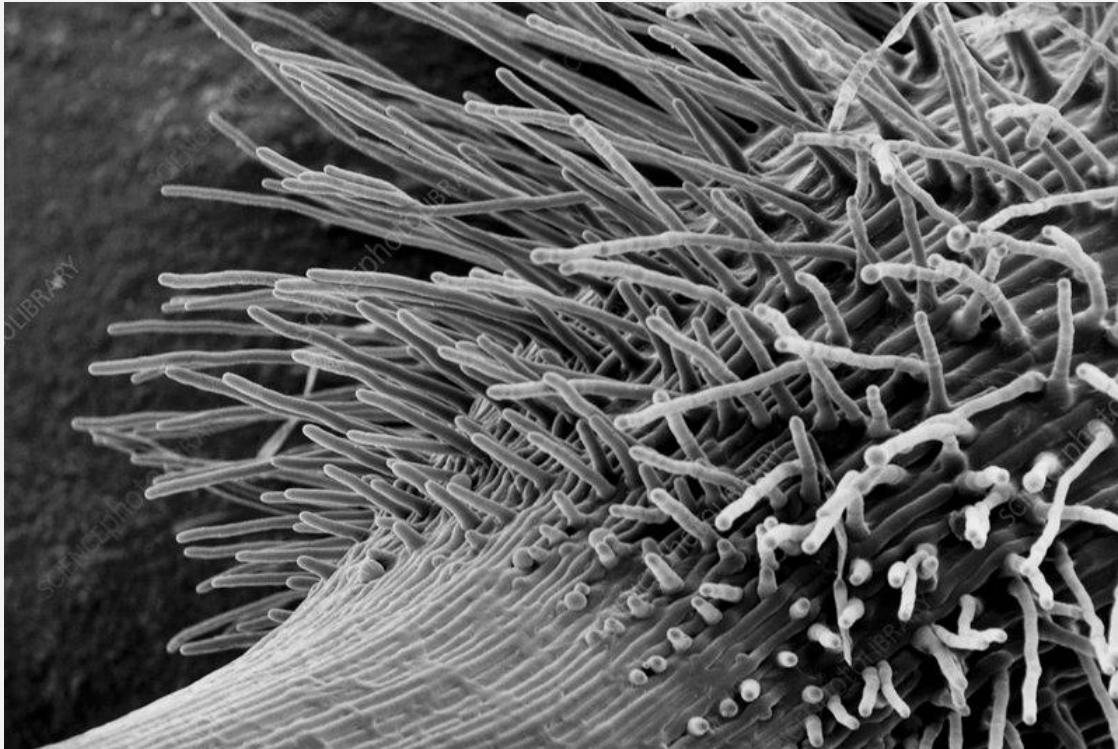
Non è quindi necessaria la presenza di stomi, destinati al controllo degli scambi gassosi imposti dalla fotosintesi, e neppure la cutinizzazione delle pareti

Il rizoderma è quindi costituito da cellule vive:

- **disposte in un unico strato,**
- **prive di spazi intercellulari,**
- **con pareti primarie pecto-cellulosiche e quindi permeabili per facilitare l'assorbimento di acqua e sali minerali**



- Il rizoderma è **totalmente permeabile all'acqua**: le pareti non sono cutinizzate né presentano cere.
- E' permeabile ai gas: non necessita la presenza di stomi
- le cellule sono prive di cloroplasti: siamo in ambiente ipogeo
- per aumentare l'attività assorbente le cellule aumentano la loro superficie formando i **peli radicali**

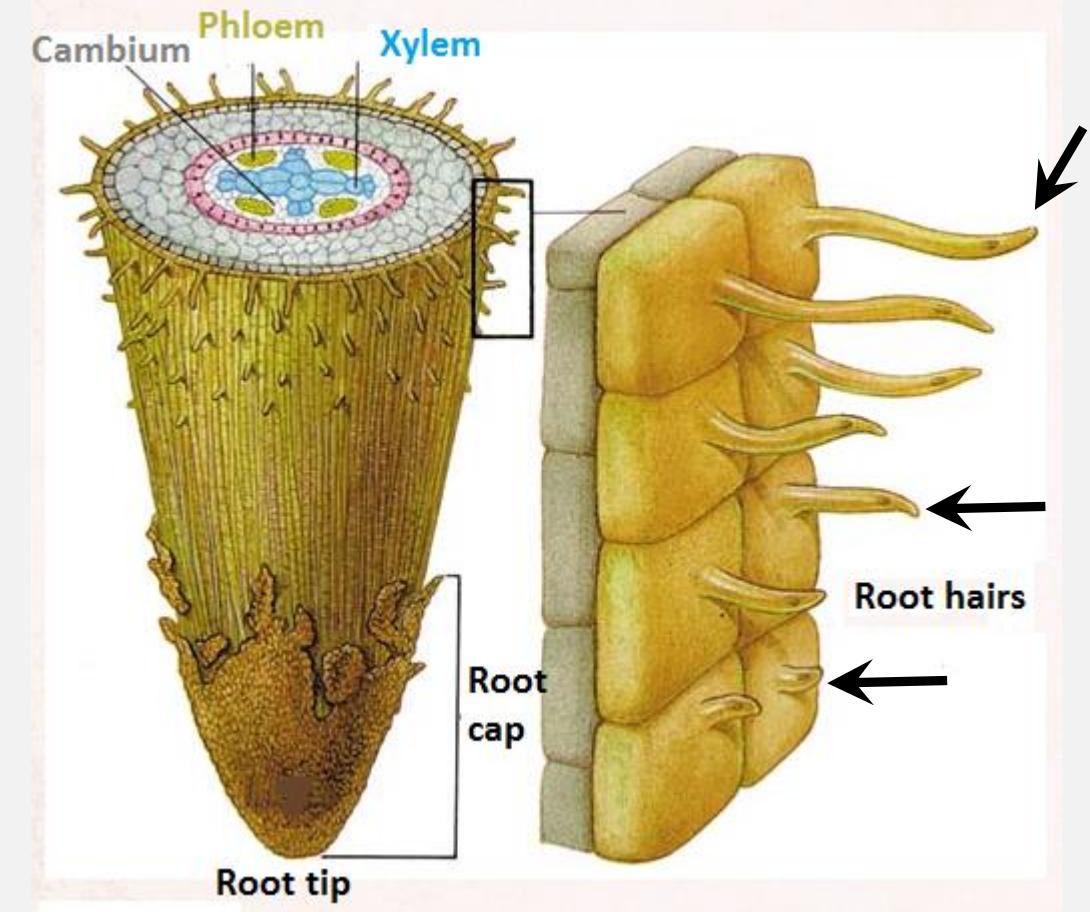
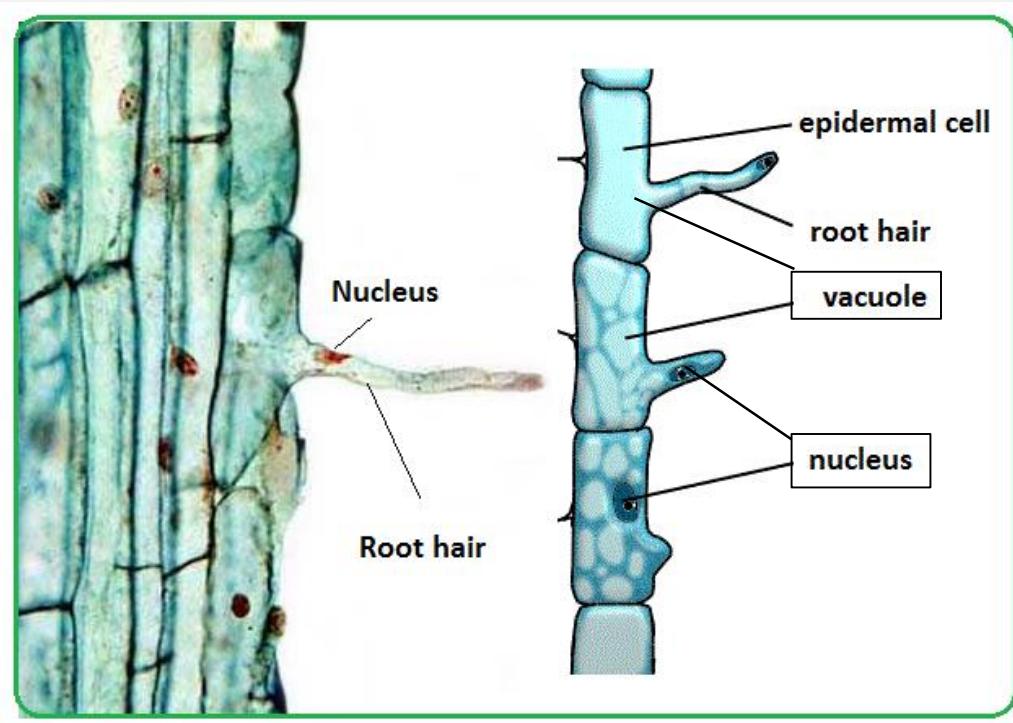


Peli radicali: si originano da particolari cellule del rizoderma.

Si formano inizialmente come una protuberanza delle cellule, che si allunga sempre più.

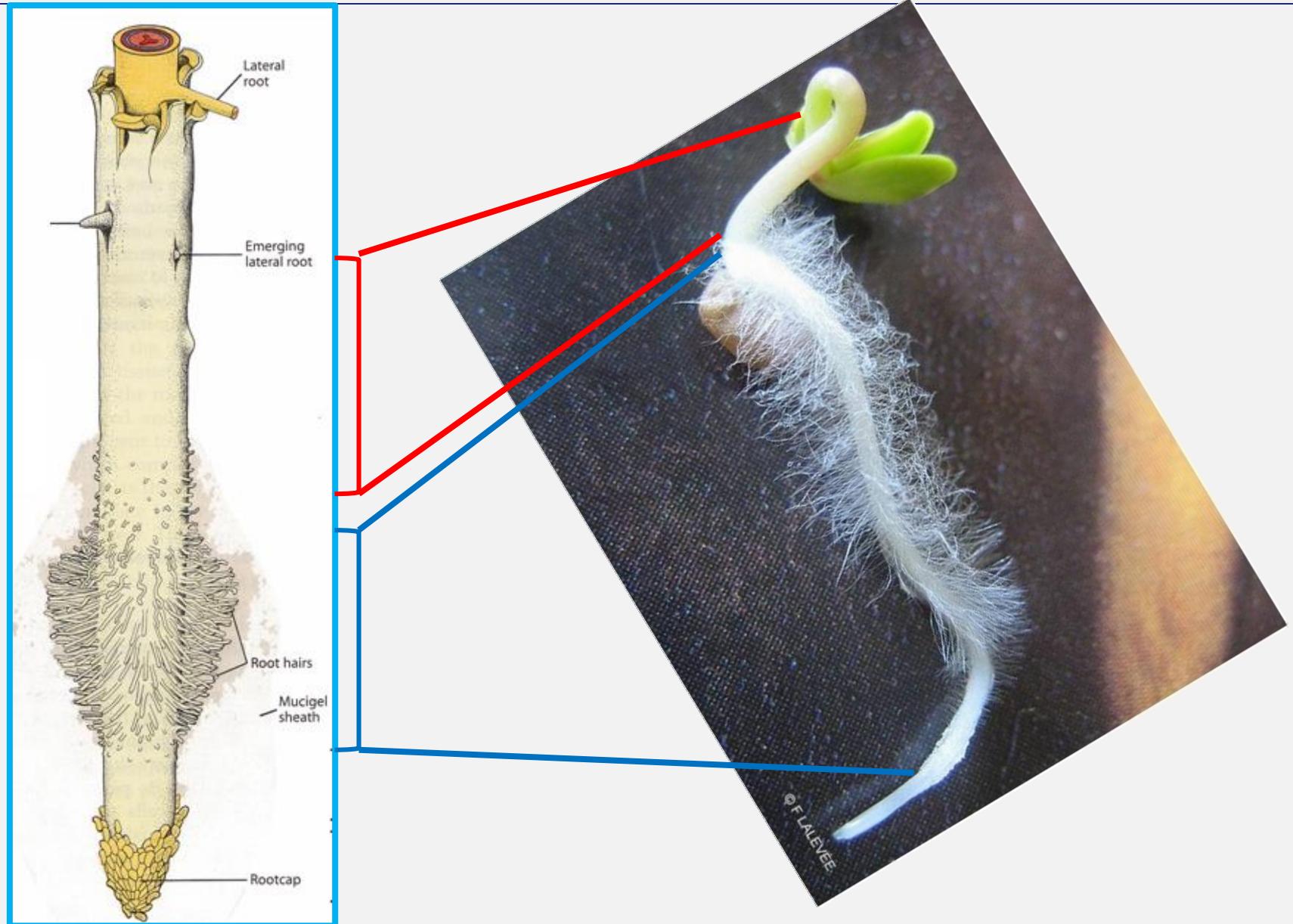
In essa si insinua il citoplasma che resta sempre apicale (crescita apicale).

Le porzioni più distanti dall'apice del pelo sono vacuolizzate.



Le pareti cellulari sono ricche di mucillagini idrofile

I peli radicali possono essere numerosi e si localizzano in una specifica zona della radice primaria detta **zona pilifera**.

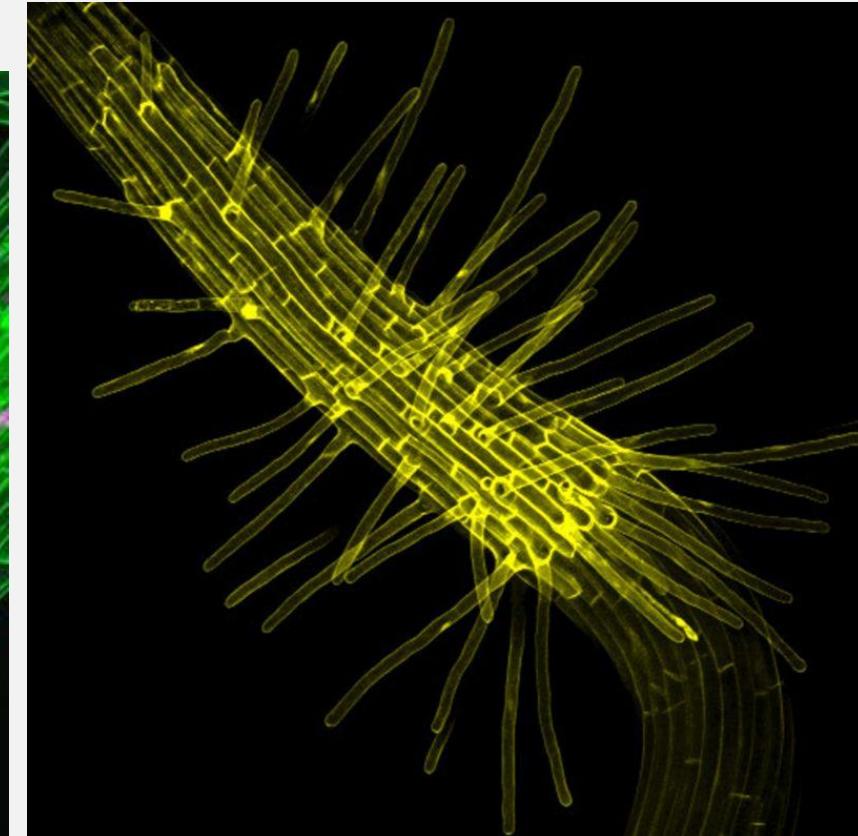
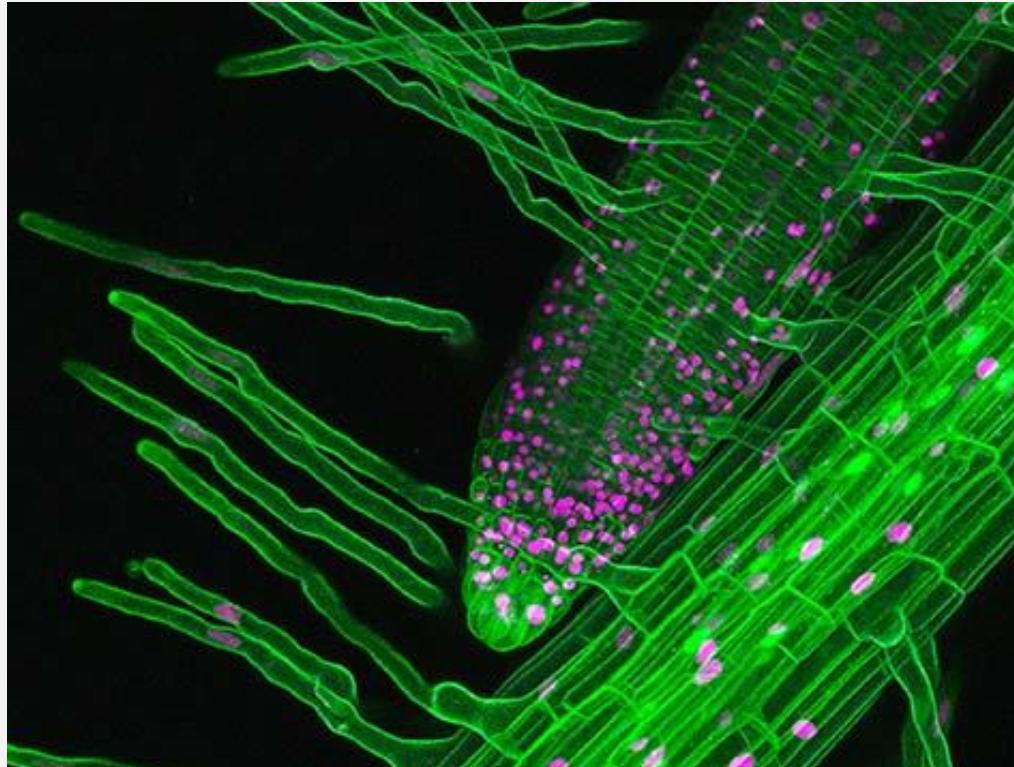




In molte piante il rizoderma è formato da due tipi di cellule:

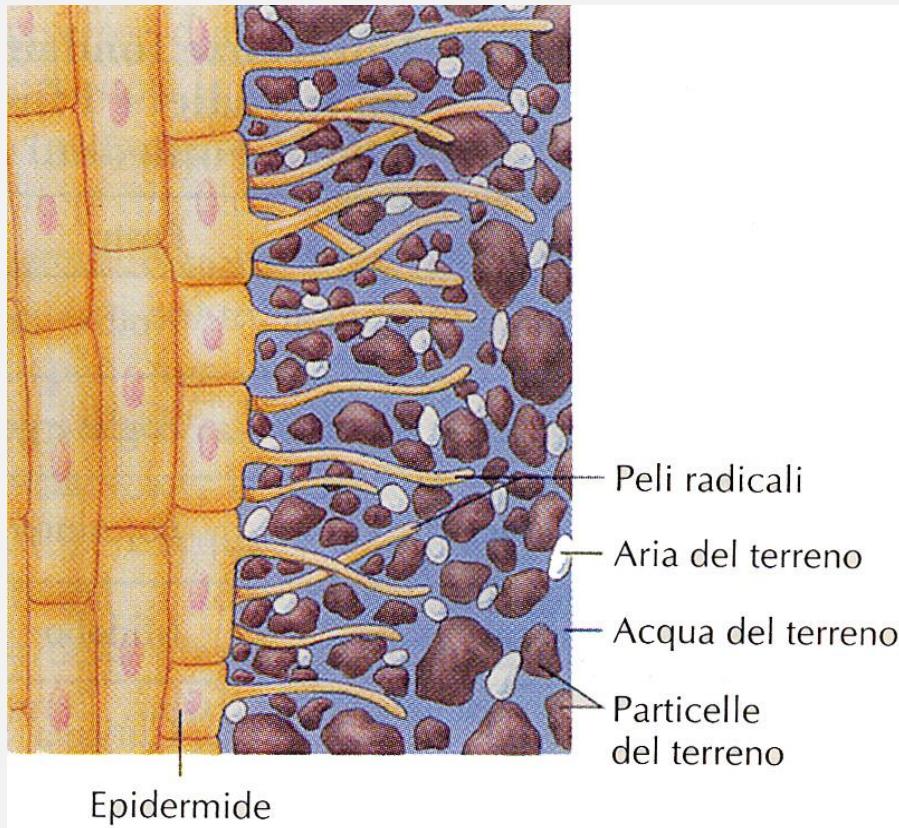
- **atricoblasti** (cellule che non formano peli);
- **tricoblasti** (cellule che formano peli), facilmente distinguibili fra loro anche prima della formazione dei peli per le maggiori dimensioni degli atricoblasti.

In altre piante tutte le cellule del rizoderma hanno dimensioni simili e tutte sono potenzialmente capaci di formare peli.



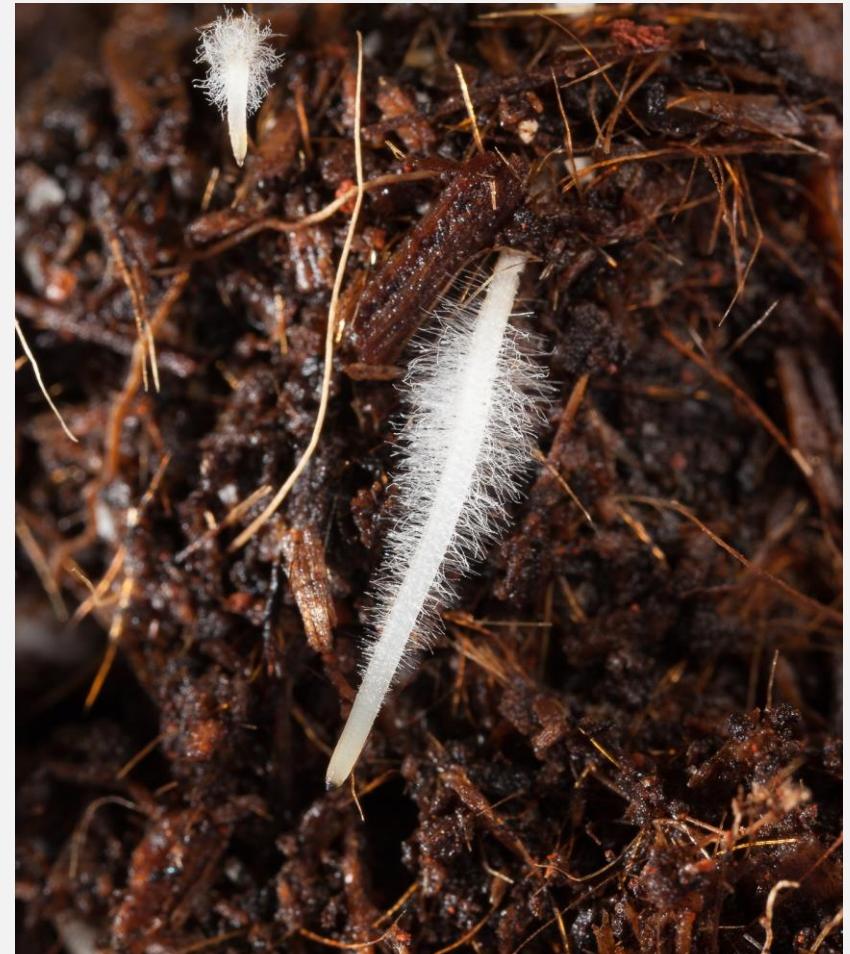
Assorbimento di acqua e sali minerali dal terreno

Avviene attraverso il rizoderma: i peli radicali forniscono una enorme superficie di assorbimento sebbene siano localizzati solo su una esigua porzione della radice (di solito 1 o pochi cm di lunghezza anche in radici lunghe molti metri).

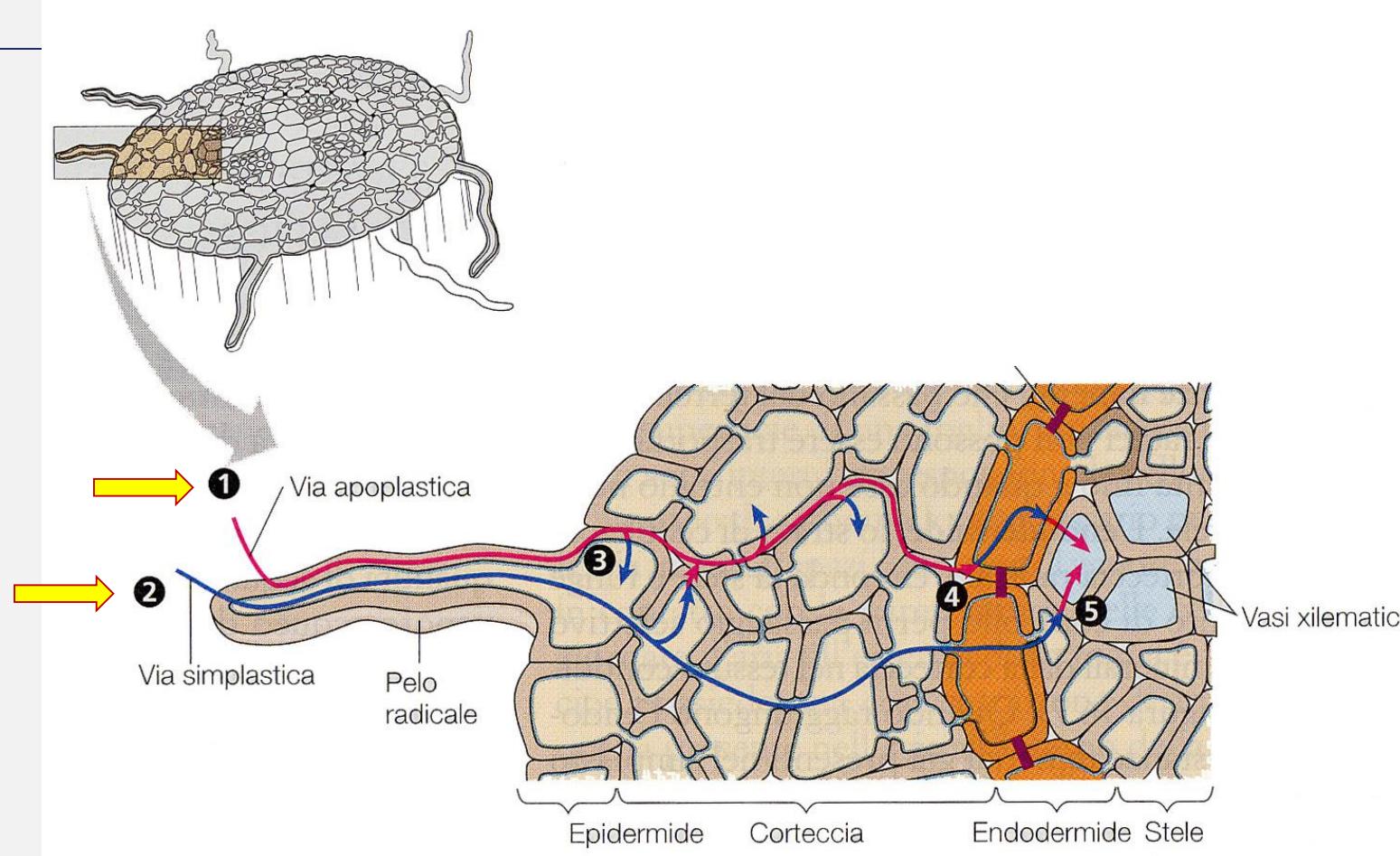


Sono in grado di insinuarsi tra le particelle di terreno e assorbire l'acqua capillare tra le particelle stesse.

Hanno vita breve

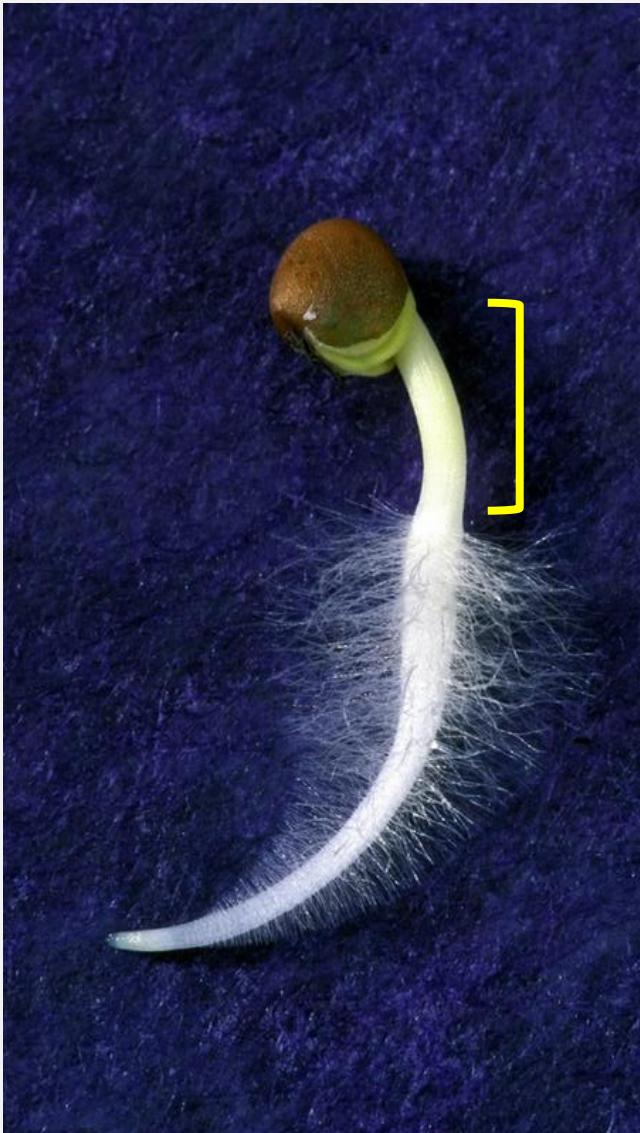


L'assorbimento di acqua è un fenomeno passivo che avviene attraverso il rizoderma:



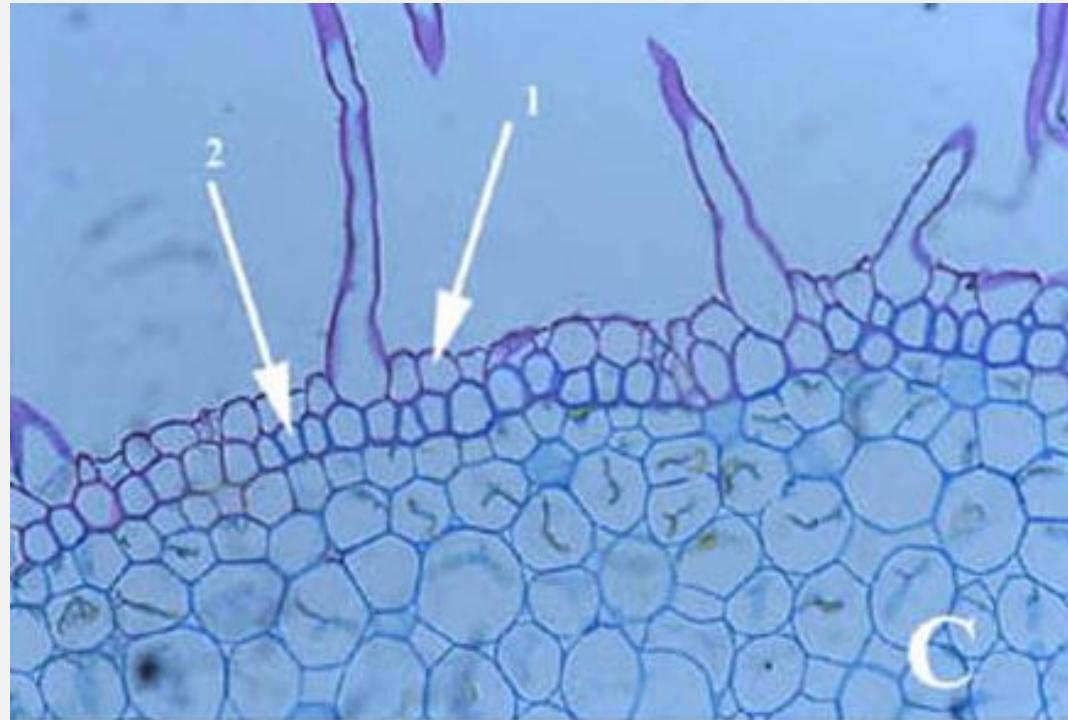
- piccole quantità di acqua entrano per osmosi attraverso la membrana plasmatica dei peli radicali e raggiungono l'interno della radice per via **simplastica**
- la maggior parte dell'acqua entra per diffusione e si muove lungo le pareti idrofile delle cellule del parenchima corticale per via **apoplastica**

Esoderma



Dopo la caduta dei peli radicali si forma questo tessuto primario di rivestimento.

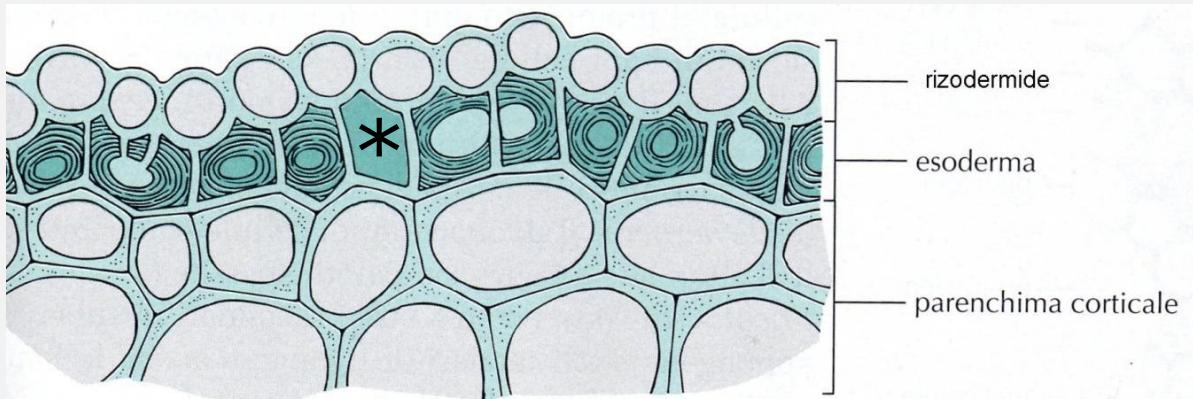
La vita dei peli radicali è breve (pochi giorni) e dopo la loro caduta le pareti delle cellule della "corteccia" sottostanti suberificano ed ispessiscono la loro parete formando un tessuto di protezione monostratificato di cellule vive.



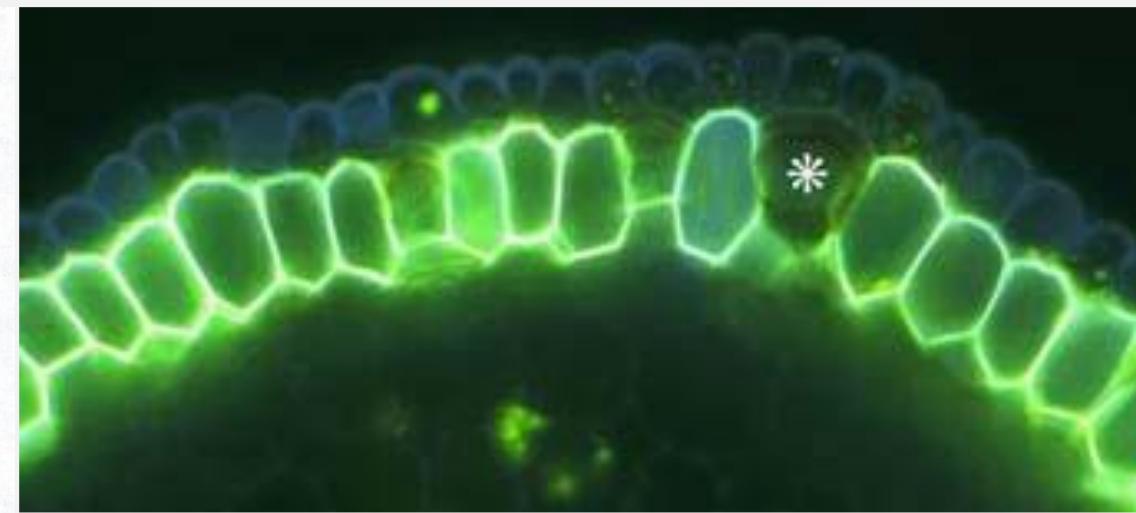
Le cellule con parete suberificata possono ispesire ulteriormente la loro parete e morire.

La suberificazione dell'esoderma non è mai completa.

Alcune cellule dette **cellule di passaggio** non suberificano (come le lenticelle del sughero) facilitando gli scambi gassosi.



Barriera di permeazione subepidermica: parte esterna della radice di *Smilax* con esoderma a pareti ispesite (sez. trasversale schematica). Una cellula ha conservato pareti sottili, funzionando da punto di permeazione.

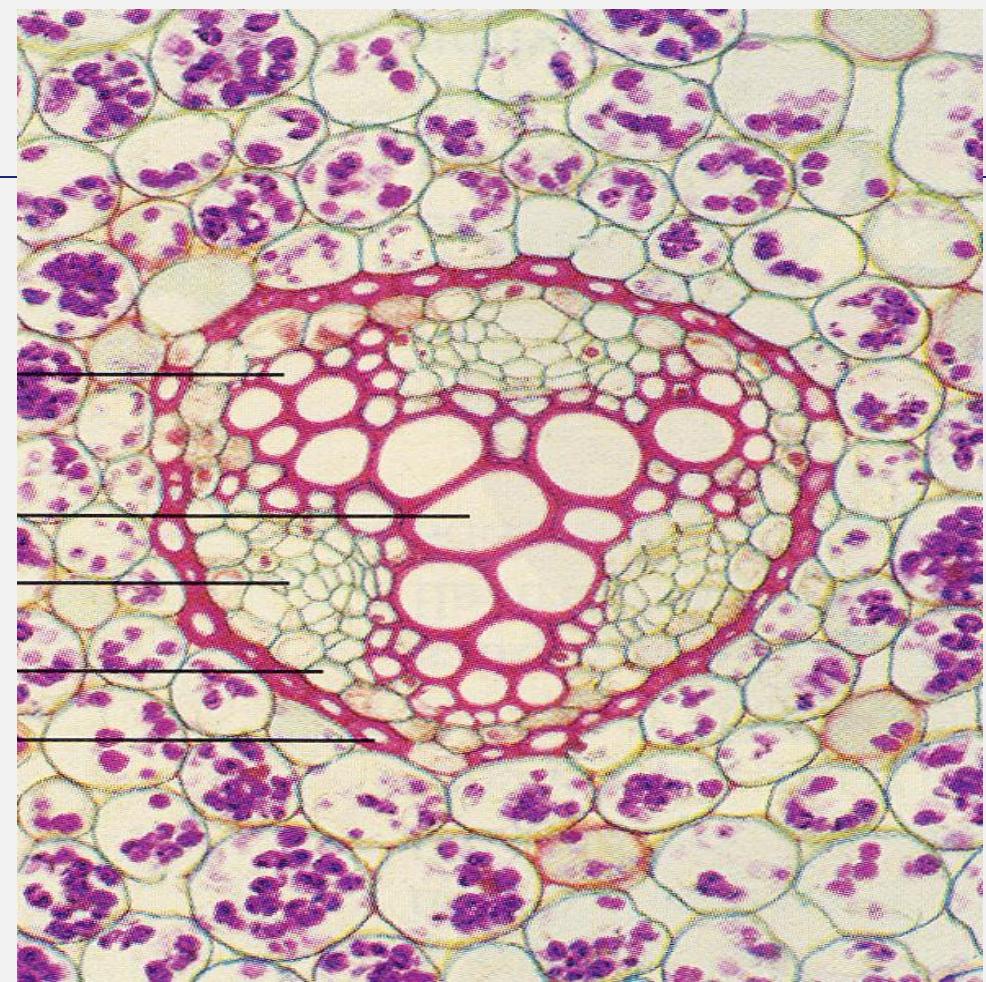
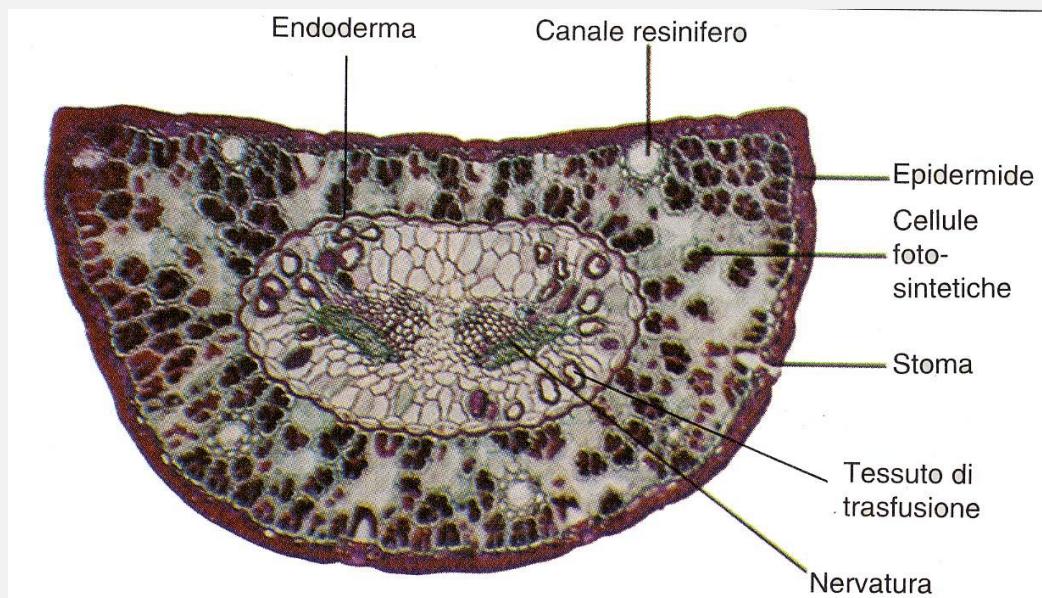


Endoderma

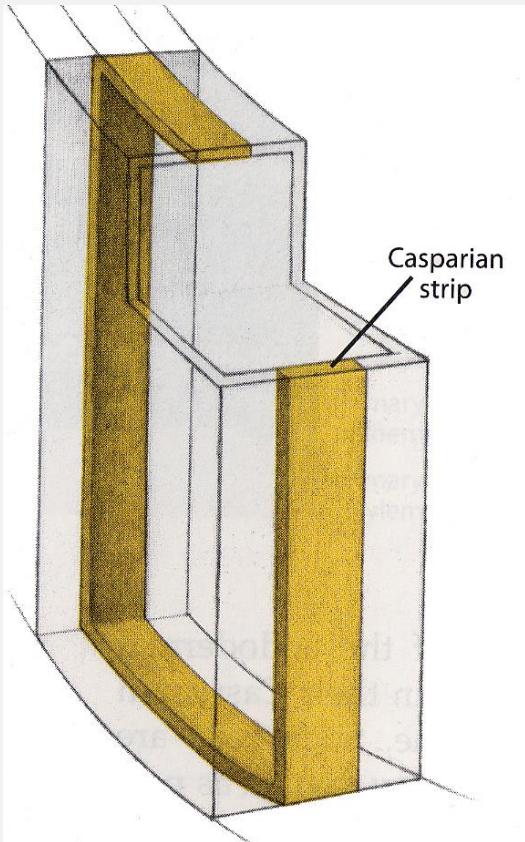
Si trova all'interno della radice a ridosso del cilindro centrale.

Si trova anche in :

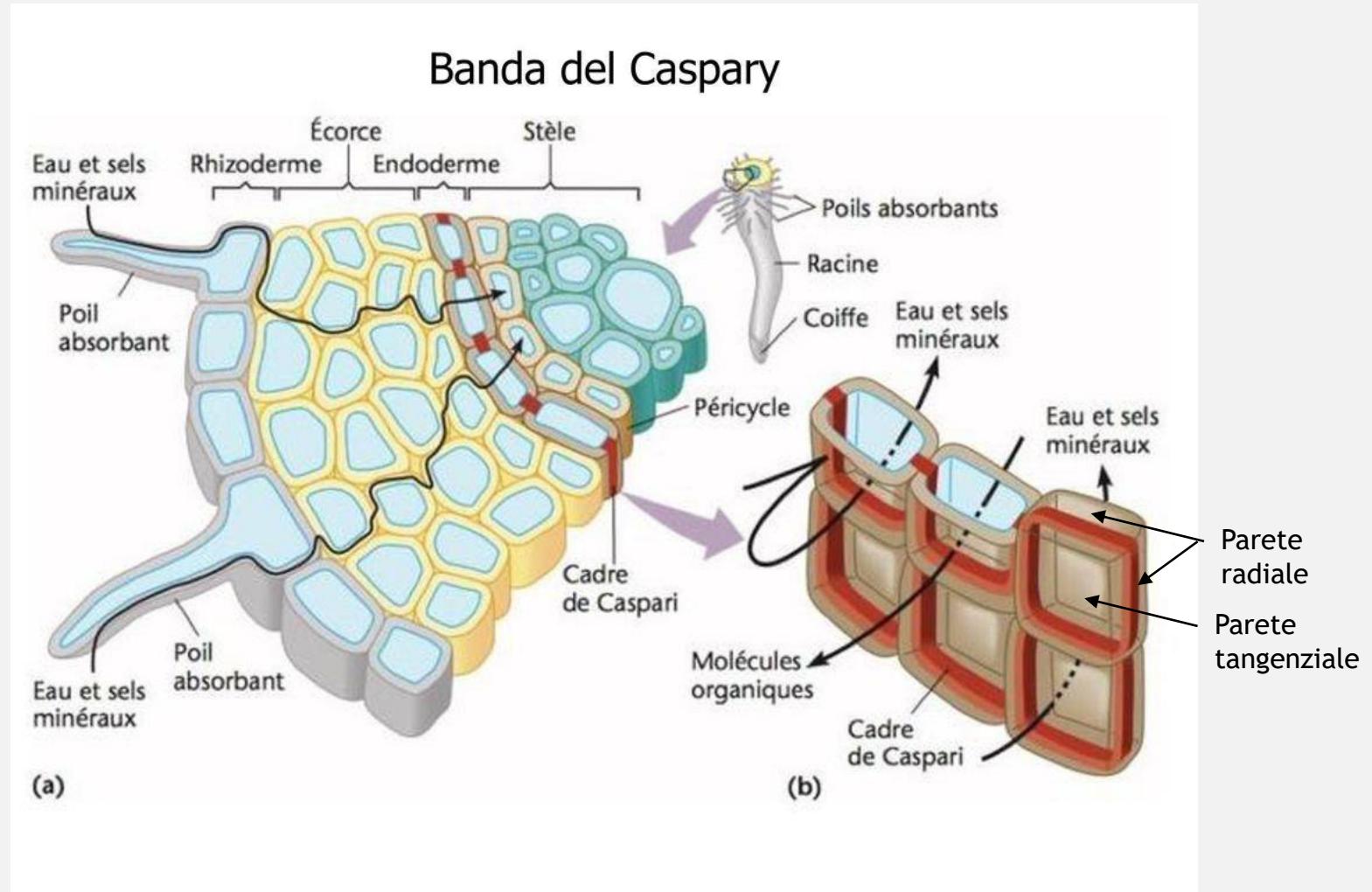
- fusti sotterranei
- fusti immersi
- foglie aghiformi
- alcuni germogli

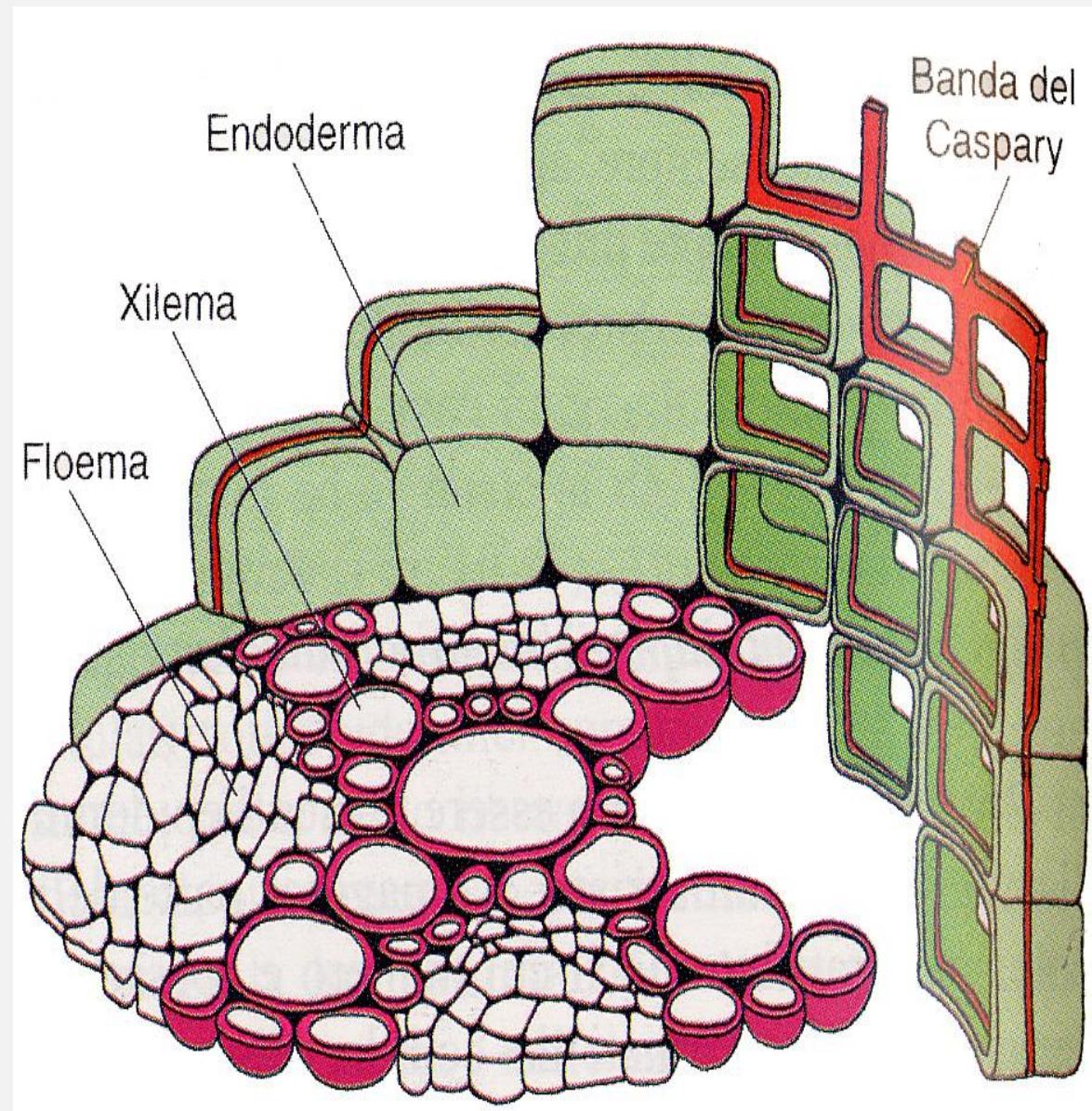
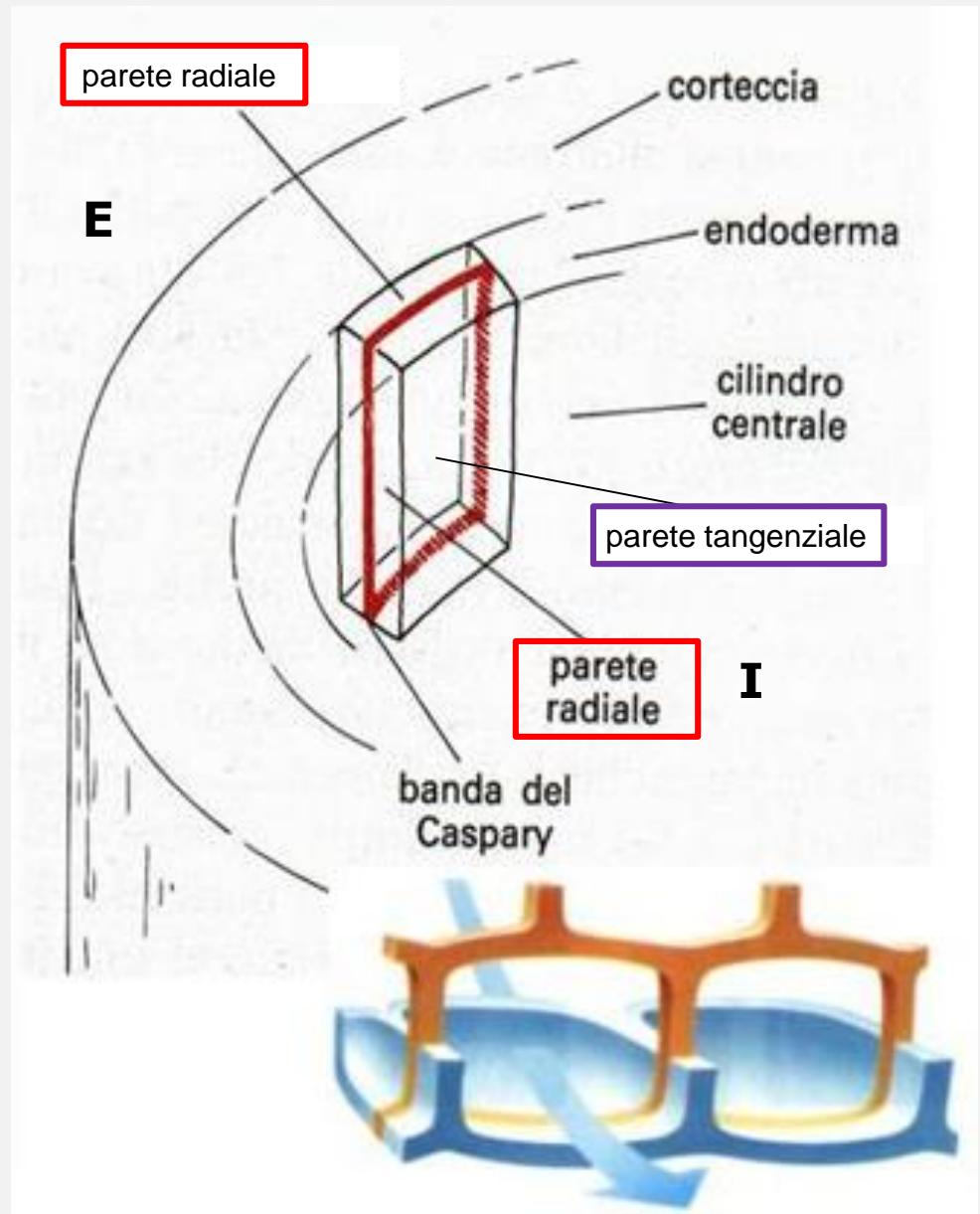


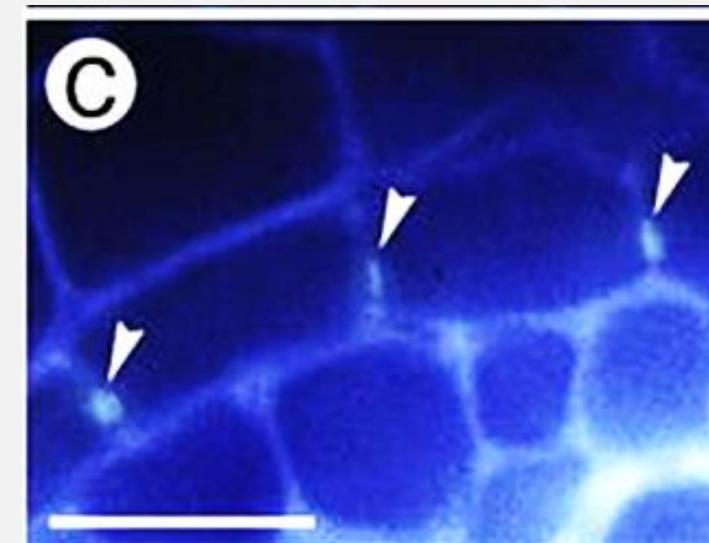
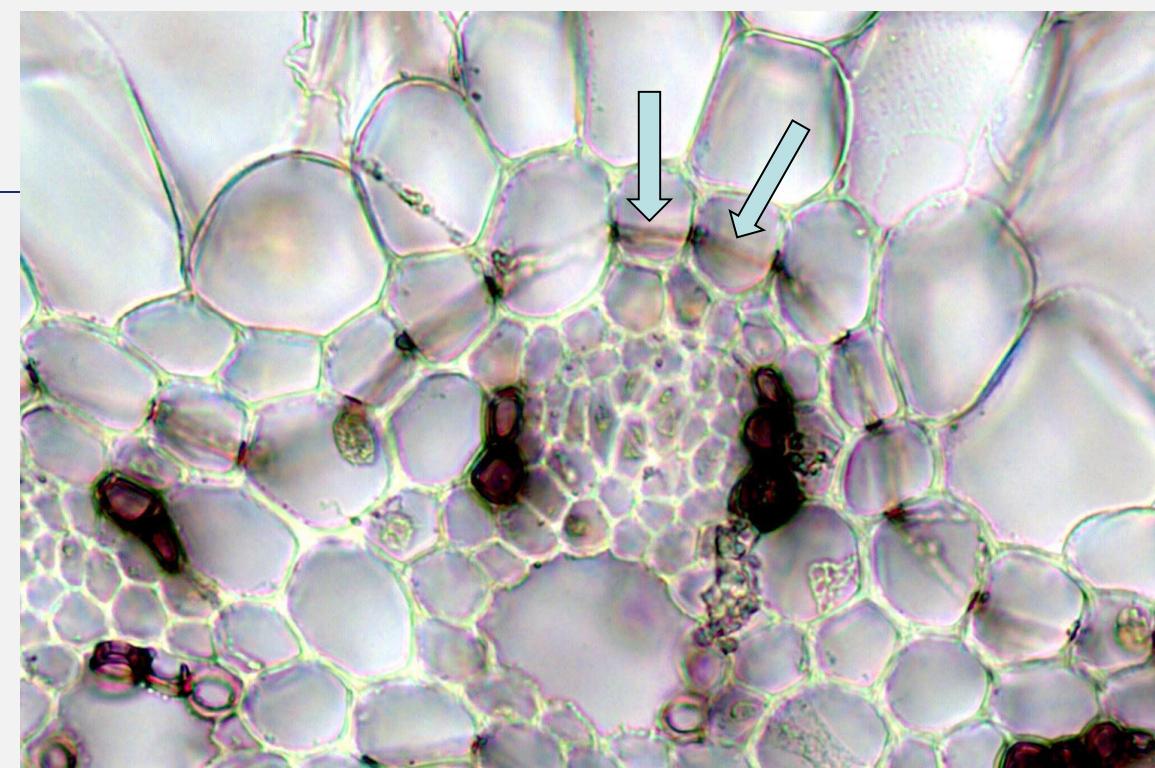
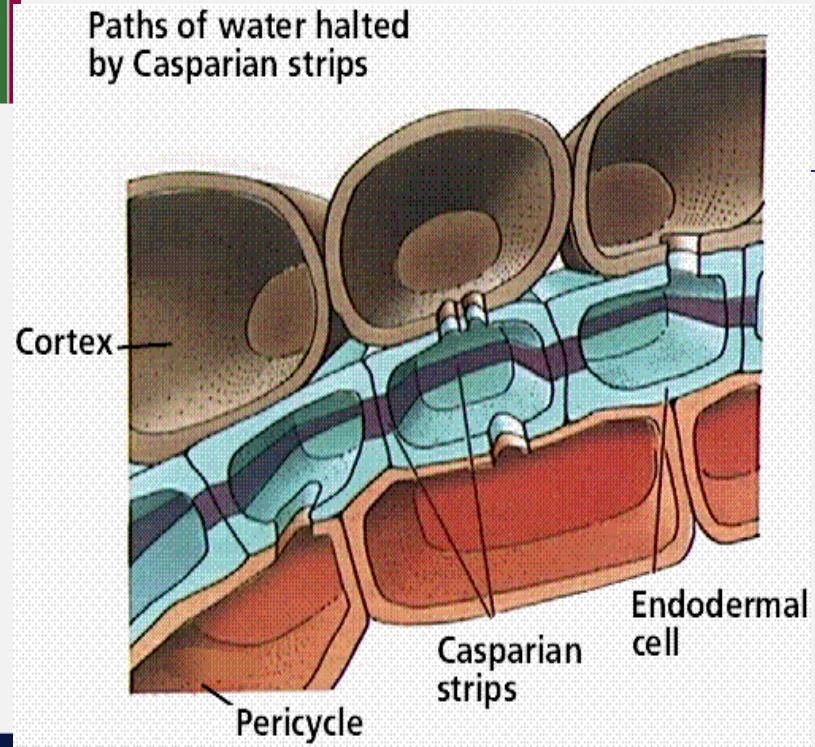
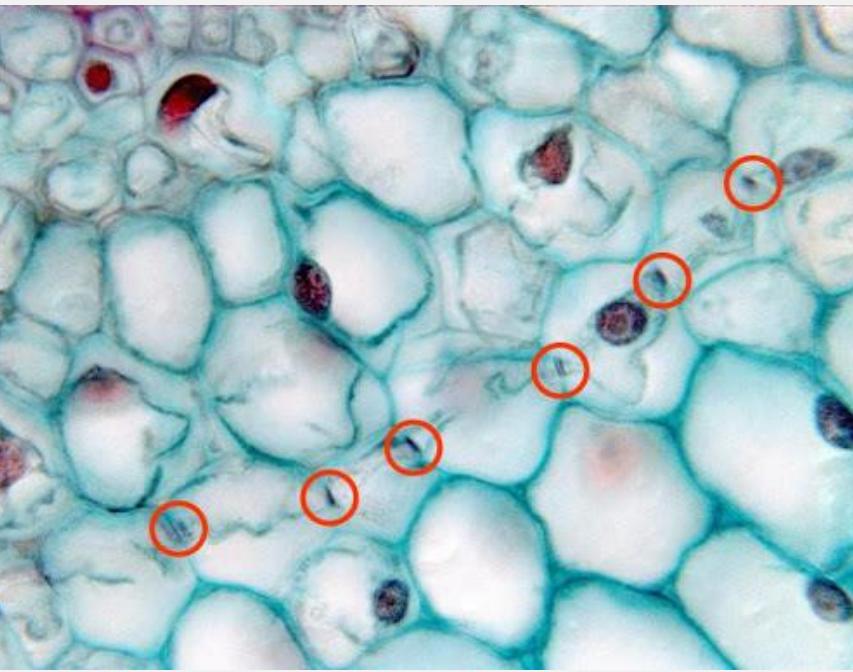
E' caratterizzata dalla presenza di una struttura nella parete: **Banda del Caspary**



Le pareti radiali di tali cellule presentano una banda suberificata che avvolge la cellula.







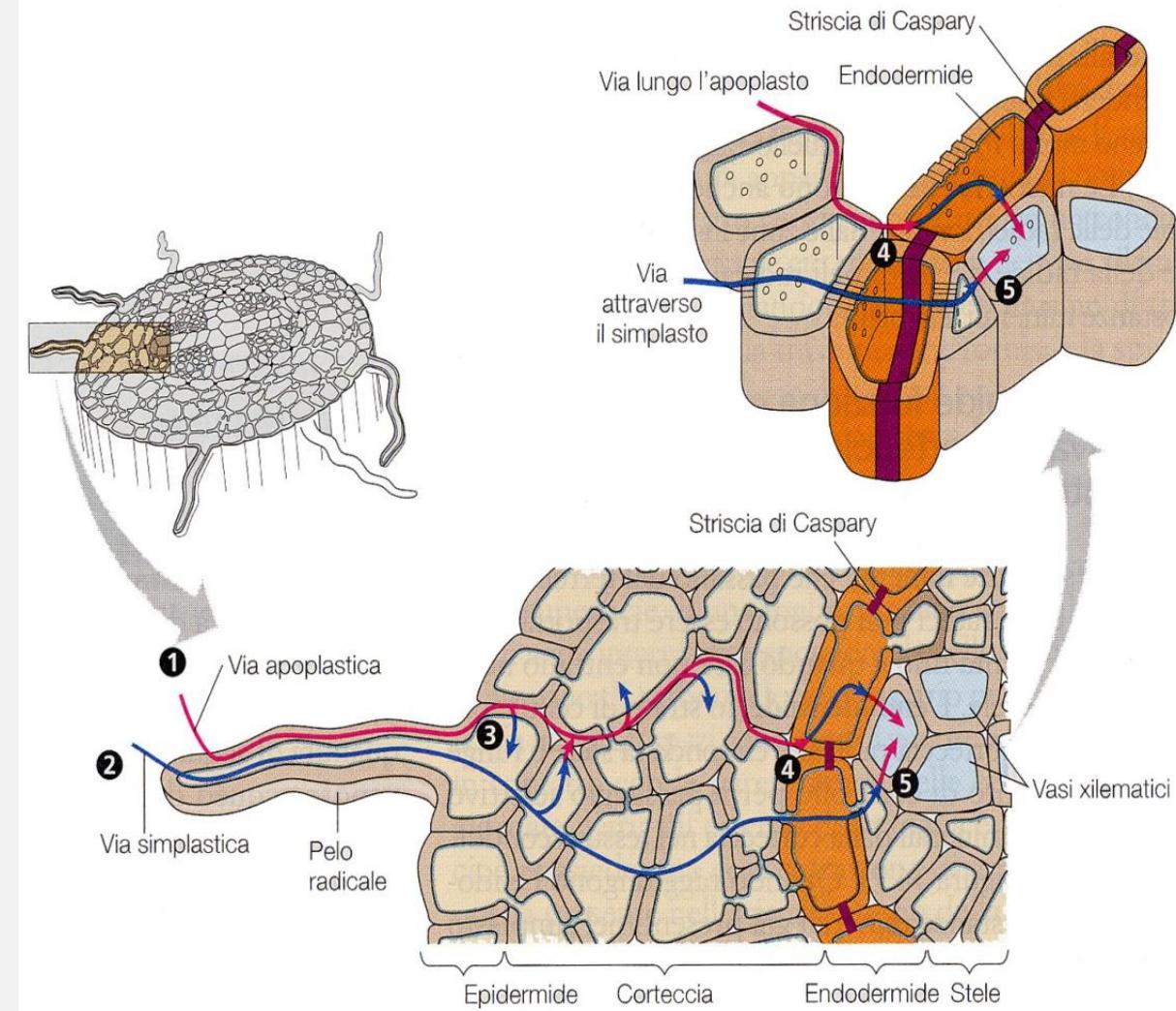


E' coinvolto nei meccanismi di controllo del passaggio dei liquidi assorbiti ai tessuti conduttori del cilindro centrale

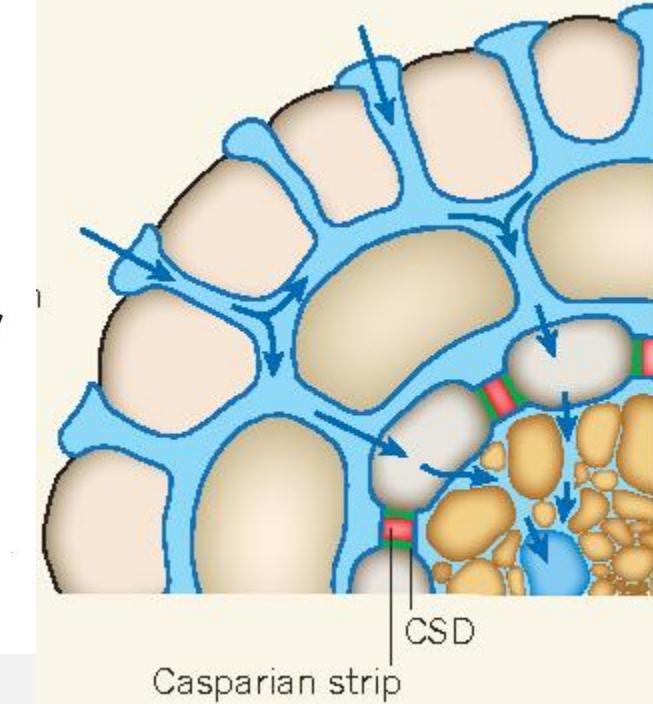
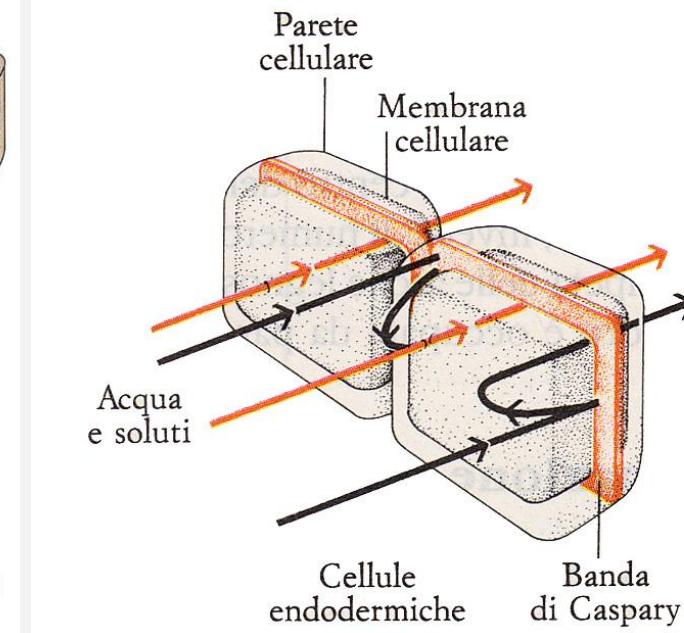
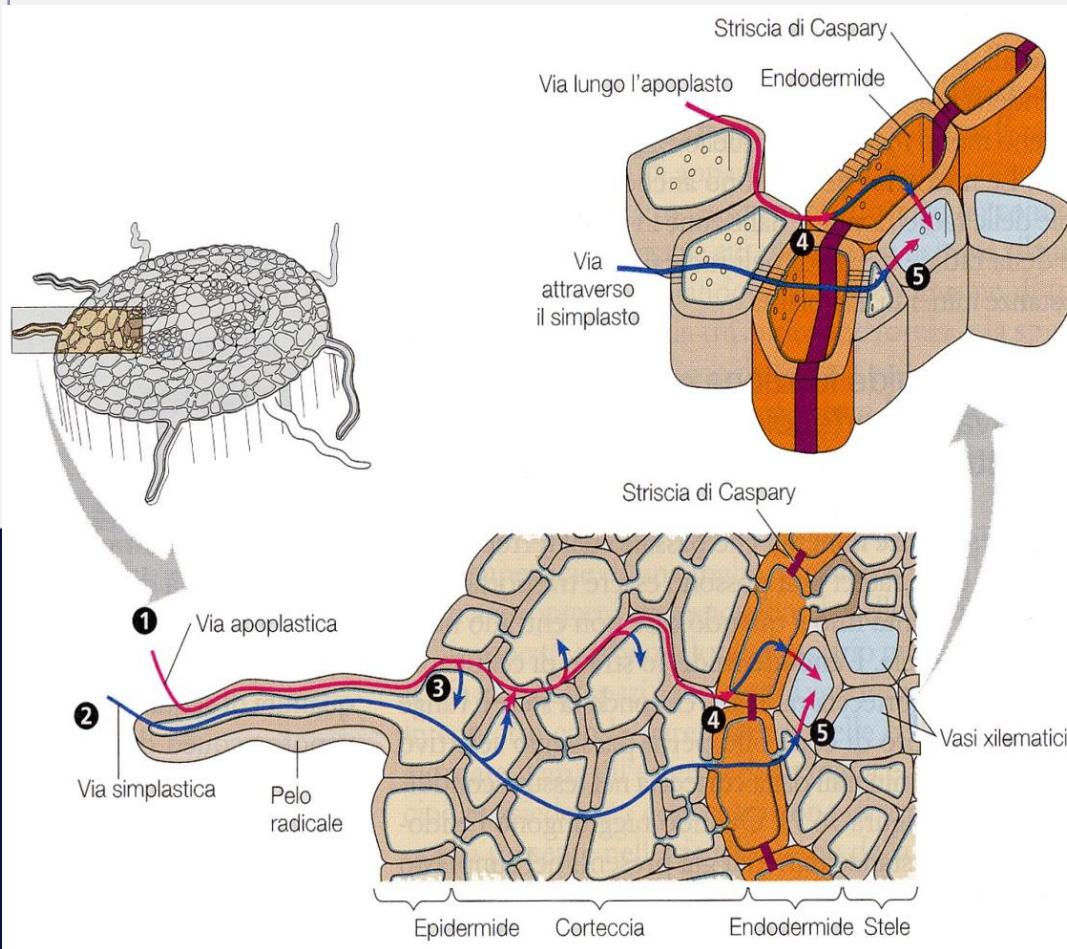
Assorbimento passivo di H₂O:

1) La > parte (90%) penetra per via apoplastica lungo le pareti idrofile delle cellule radicali fino all'endoderma. Le pareti esterne delle cellule del rizoderma sono prive di cuticola consentendo all'acqua di aderire alle pareti idrofile di tali cellule.

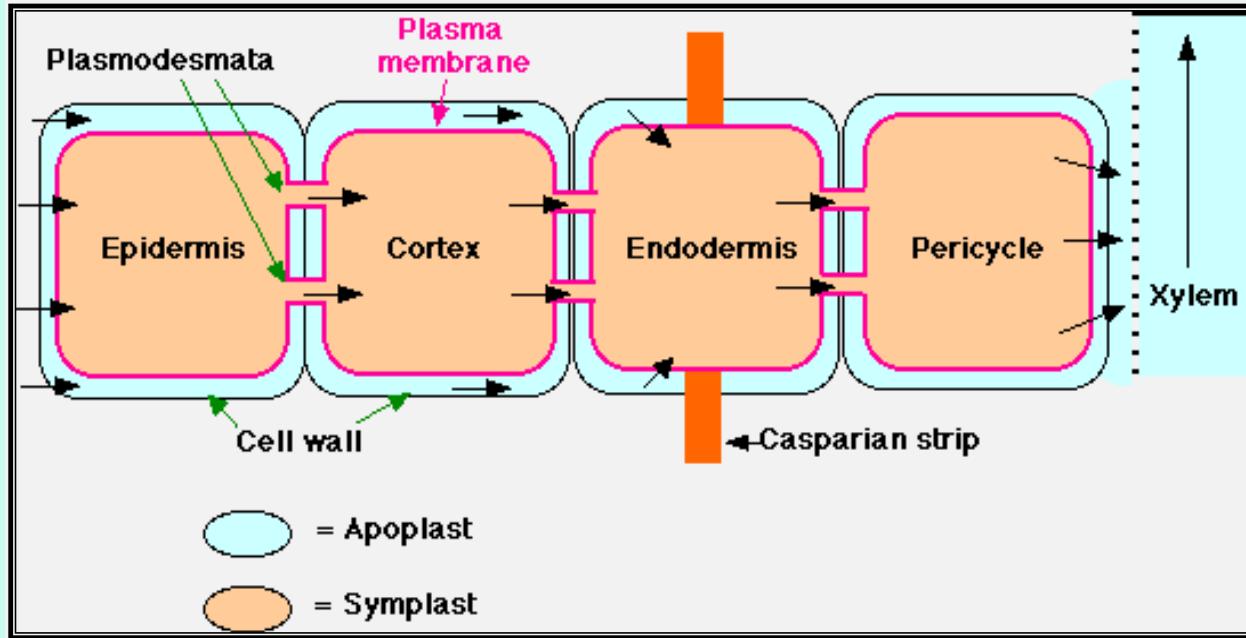
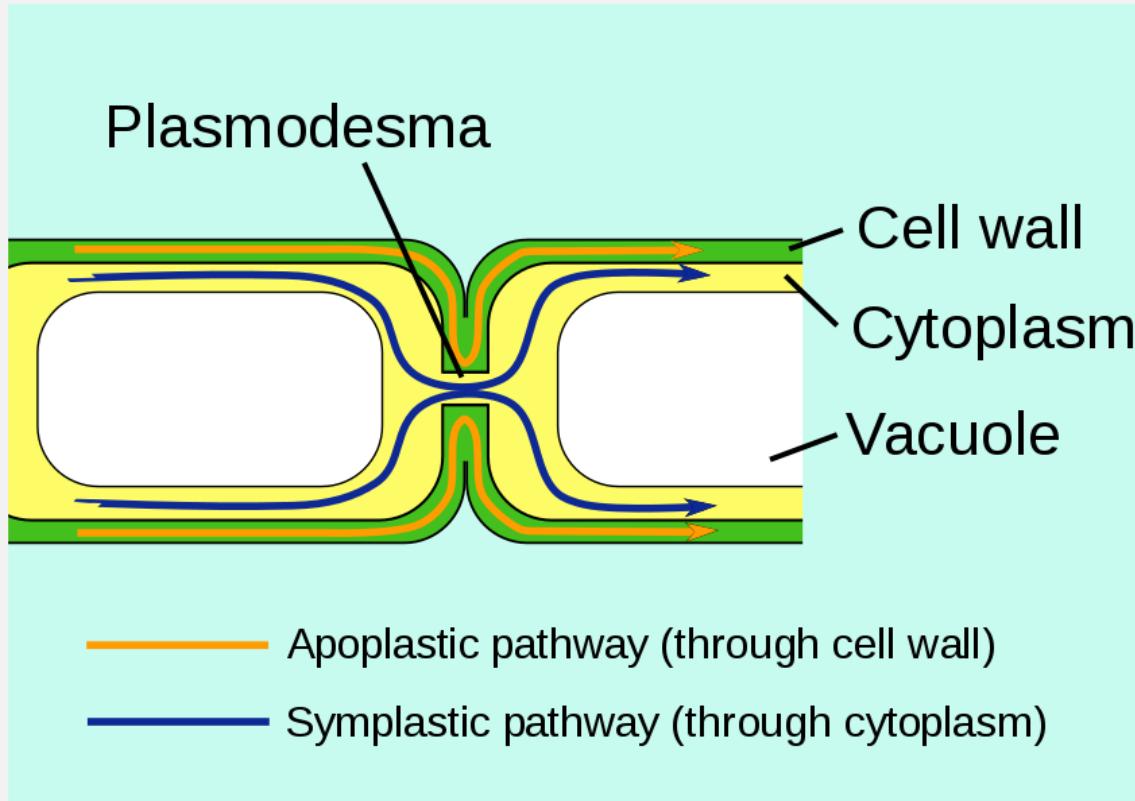
2/3) Piccola quantità entra per osmosi attraverso la membrana cellulare dei peli radicali e raggiunge l'interno della radice per via simplastica, attraversando le cellule.



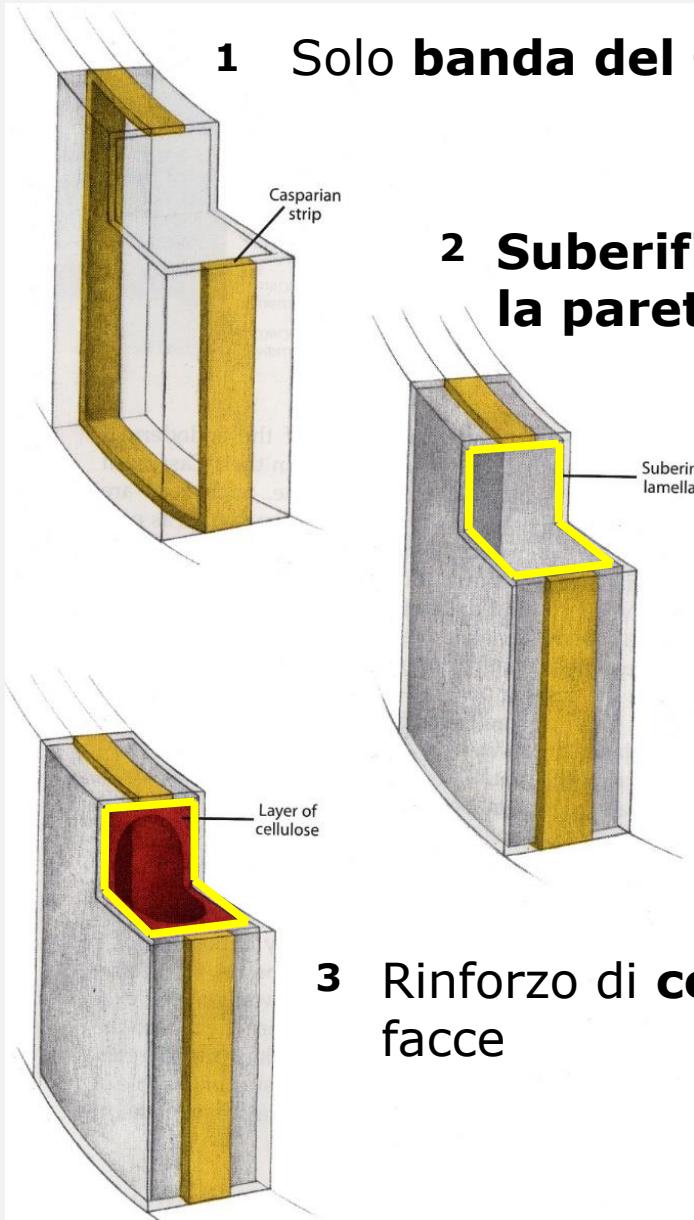
4) A livello dell'endoderma la Banda del Caspary costringe il passaggio dell'acqua solo per via simplastica (c'è selezione degli ioni in essa disciolti in entrata)



5) Superato l'endoderma l'acqua prosegue per via simplastica/apoplastica sino alle cellule conduttrici dello xilema nelle quali entra per essere trasportata a lunga distanza



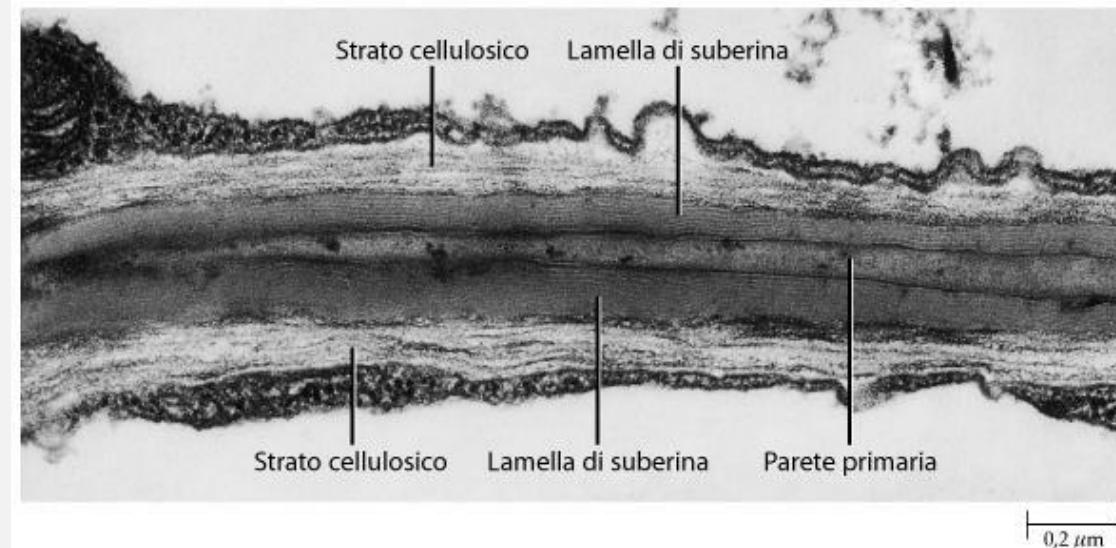
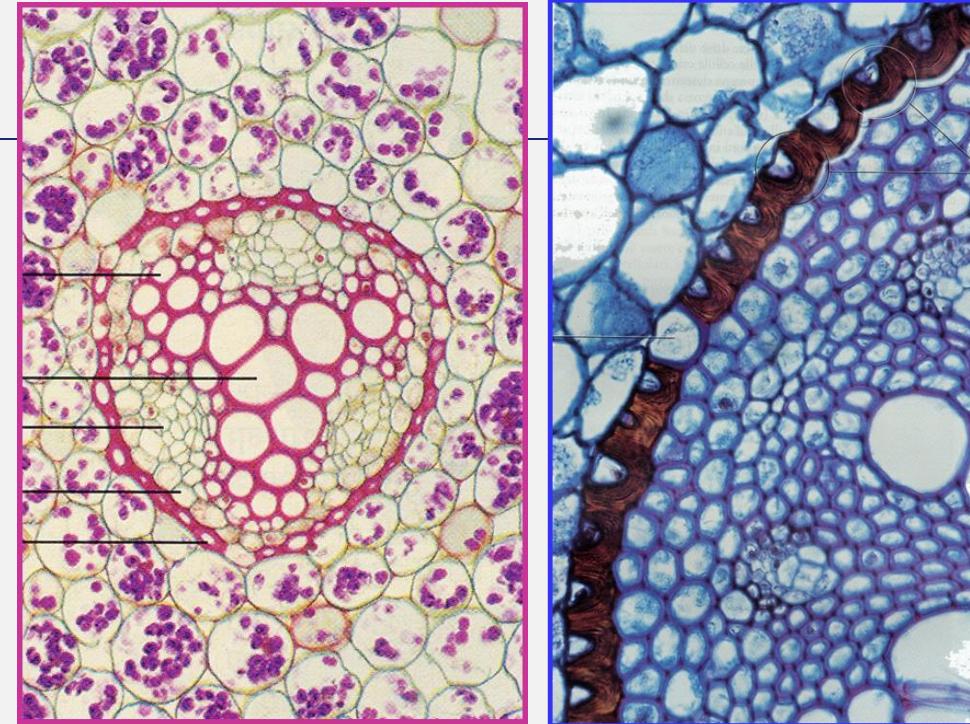
Nella zona non assorbente

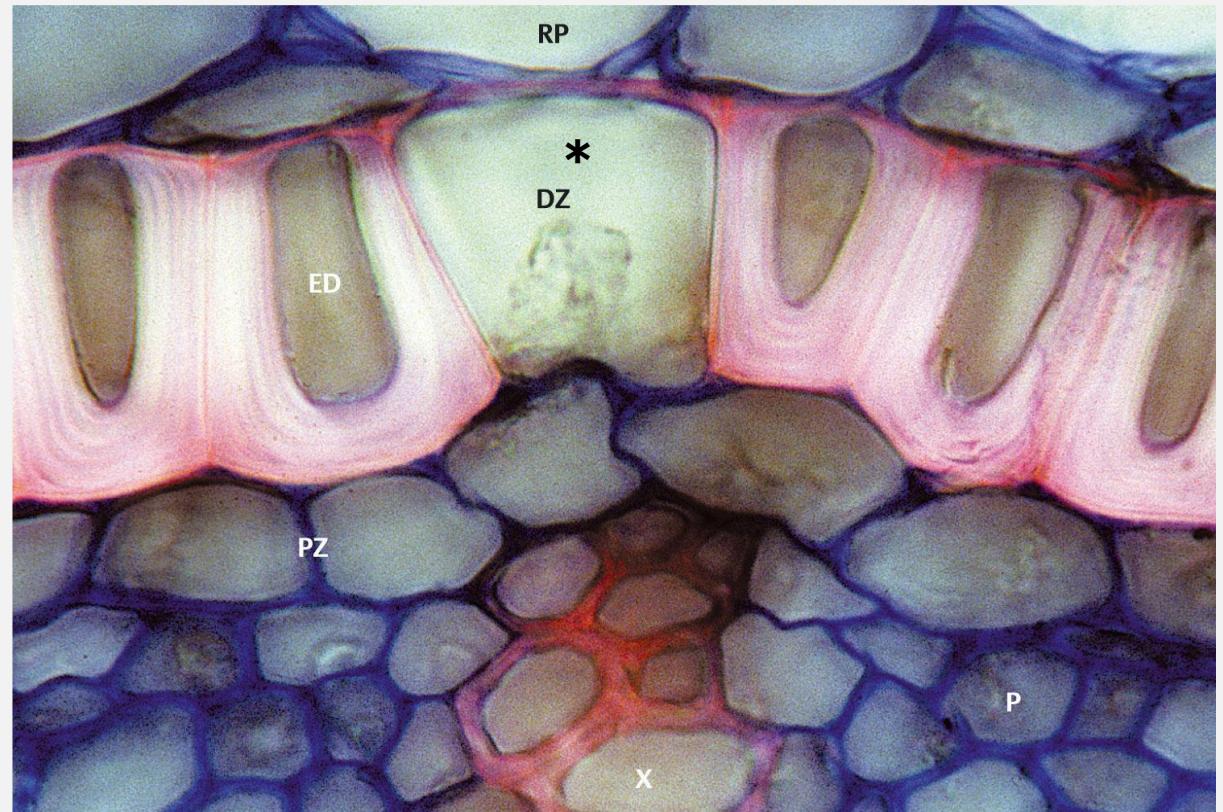
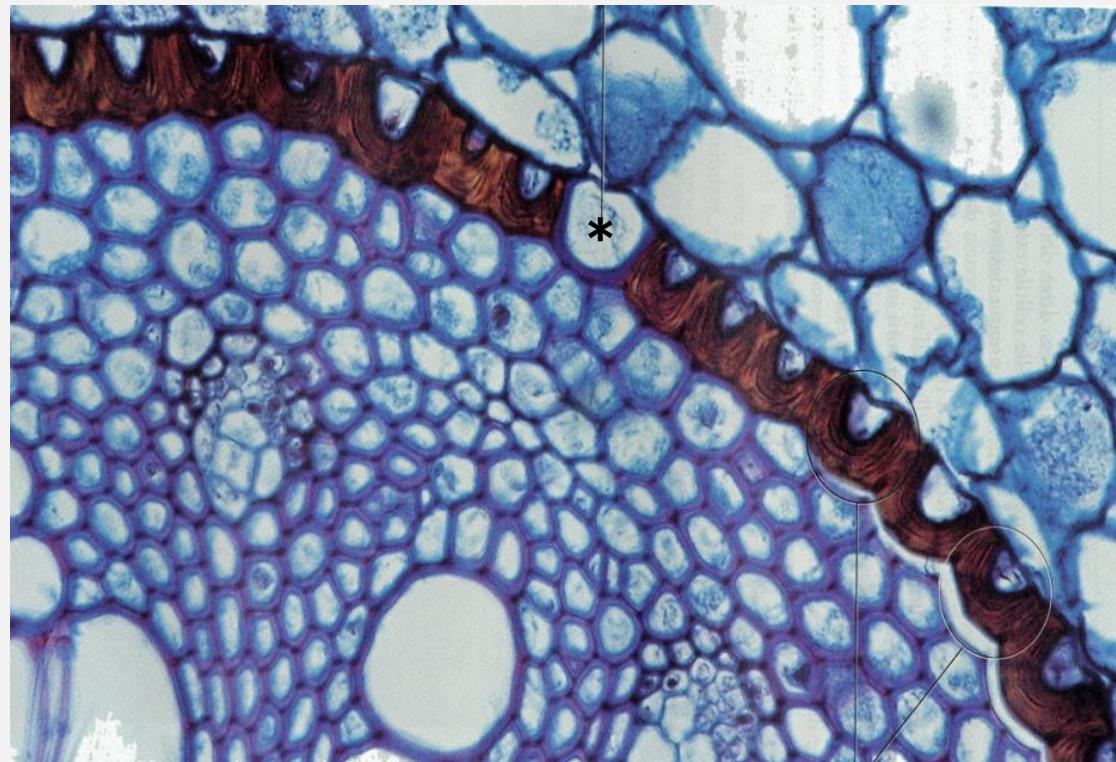


2 Suberificazione diffusa di tutta la parete

1 Solo banda del Caspary

3 Rinforzo di cellulosa su alcune facce



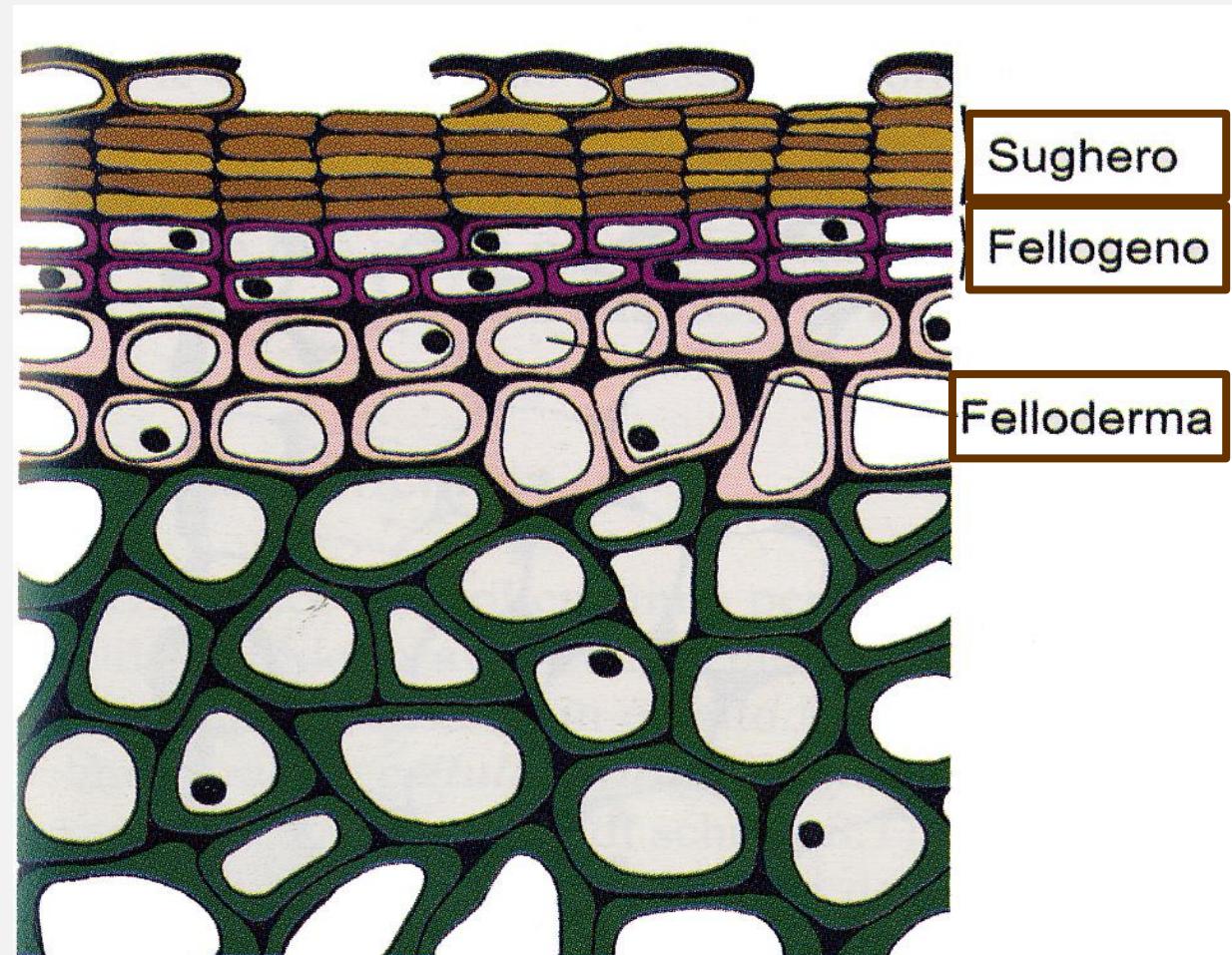


Alcune cellule non suberificano la parete e costituiscono dei punti di permeazione che permettono lo scambio tra i tessuti esterni ed interni alla stele.

PERIDERMA

E' tessuto adulto secondario che deriva dall'attività del cambio subero-fellodermico che si trova nei fusto e nelle radici secondarie. Sostituisce l'epidermide che ricopre i tessuti primari della pianta.

E' costituito da tre strati di cellule diverse:

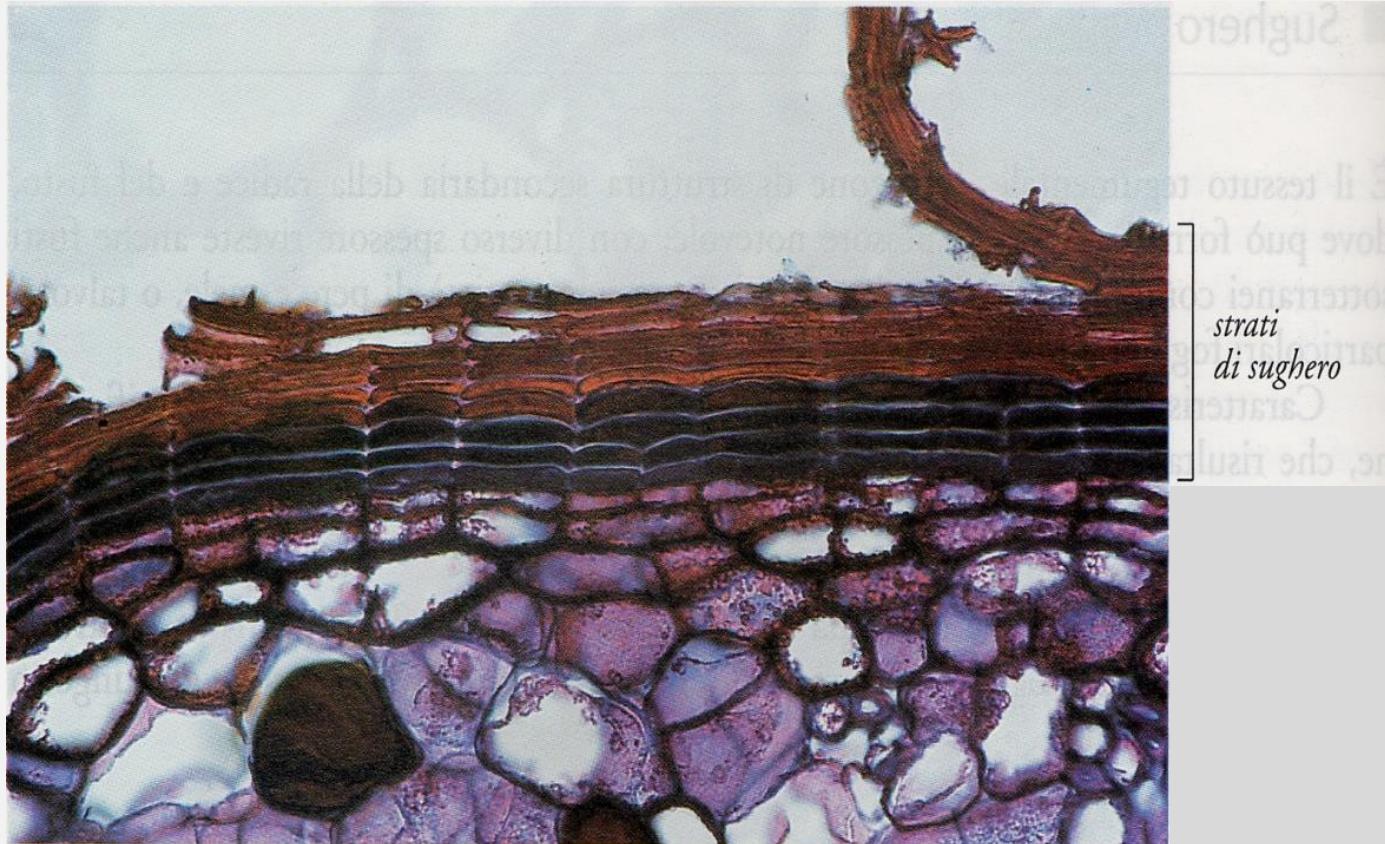




Sughero

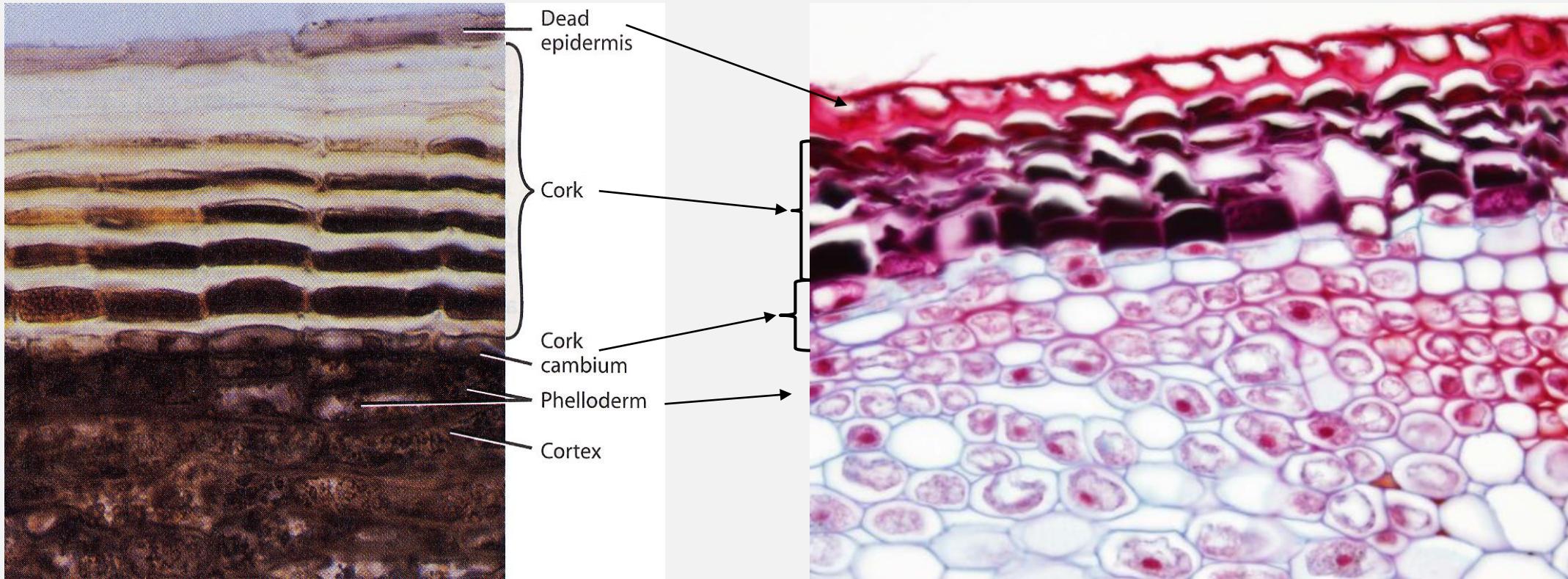
E' costituito da strati regolari di cellule strettamente appressate la cui parete è stata completamente impregnata di suberina.

Sono cellule morte.



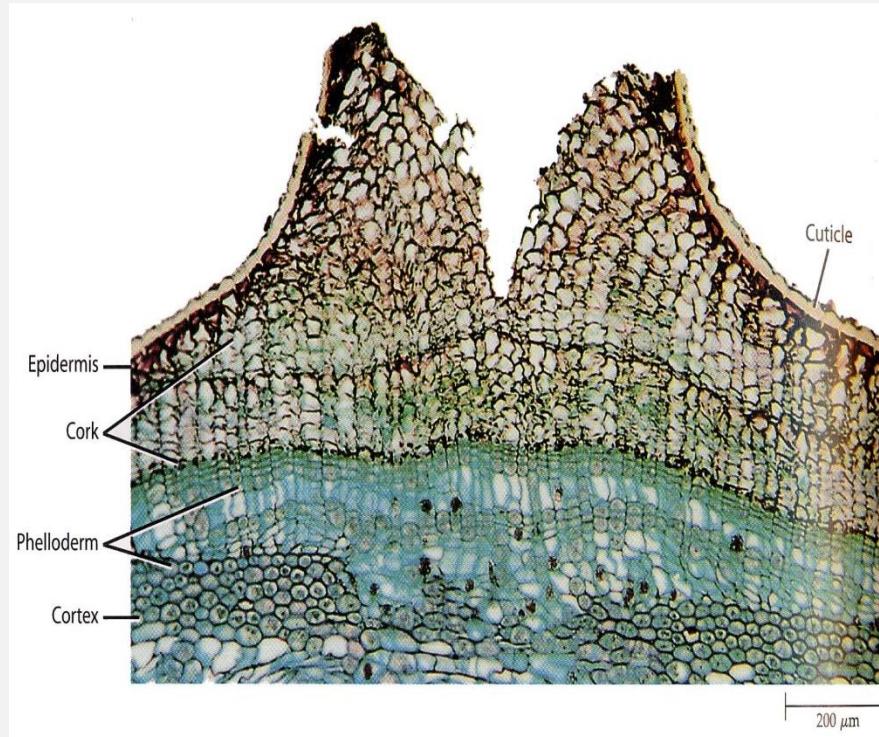
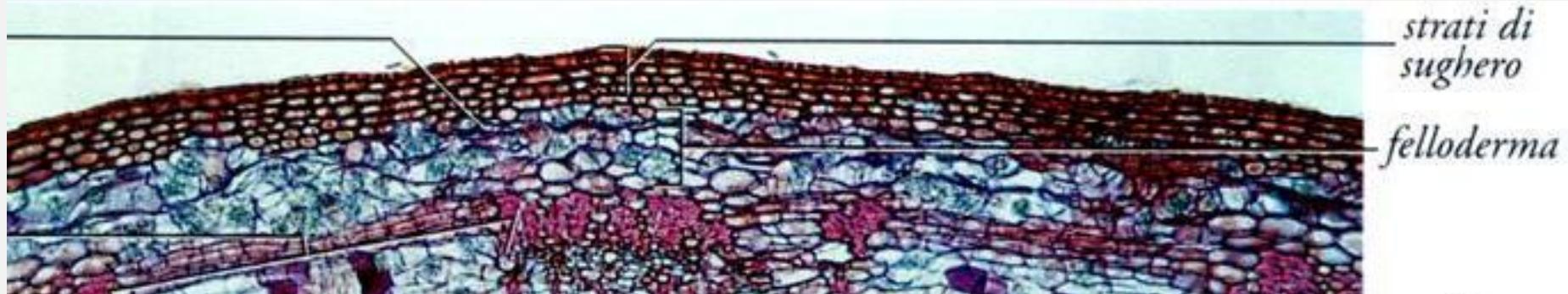
Cambio subero-fellodermico

E' il meristema secondario che dà origine al periderma. Ha attività dipleurica formando da un lato sughero e dall'altro felloderma.



Felloderma

E' tessuto parenchimatico formato dal cambio subero fellodermico



Nel sambuco il felloderma è dato solitamente da un singolo strato di cellule

In Aristolochia il felloderma è pluristratificato

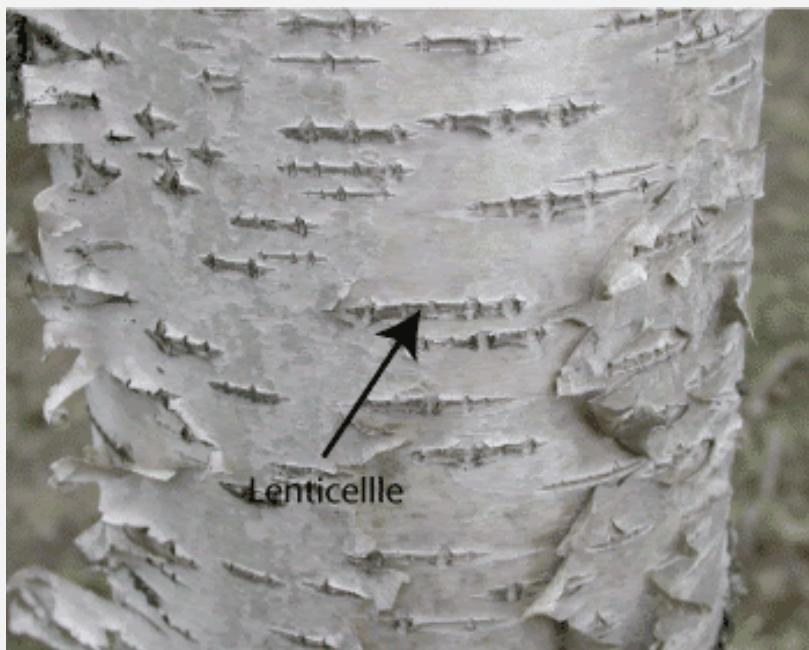
Di frequente nel vacuolo delle cellule del felloderma sono accumulati metaboliti secondari con funzione di difesa.

Funzioni:

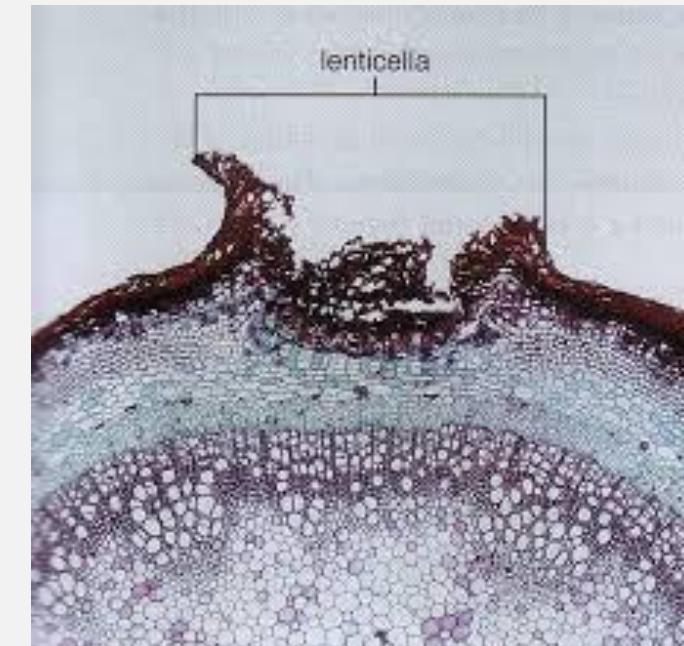
- protezione dalla disidratazione
- impermeabile ai gas
- isolante termico: protegge dal gelo o dall'eccessivo calore

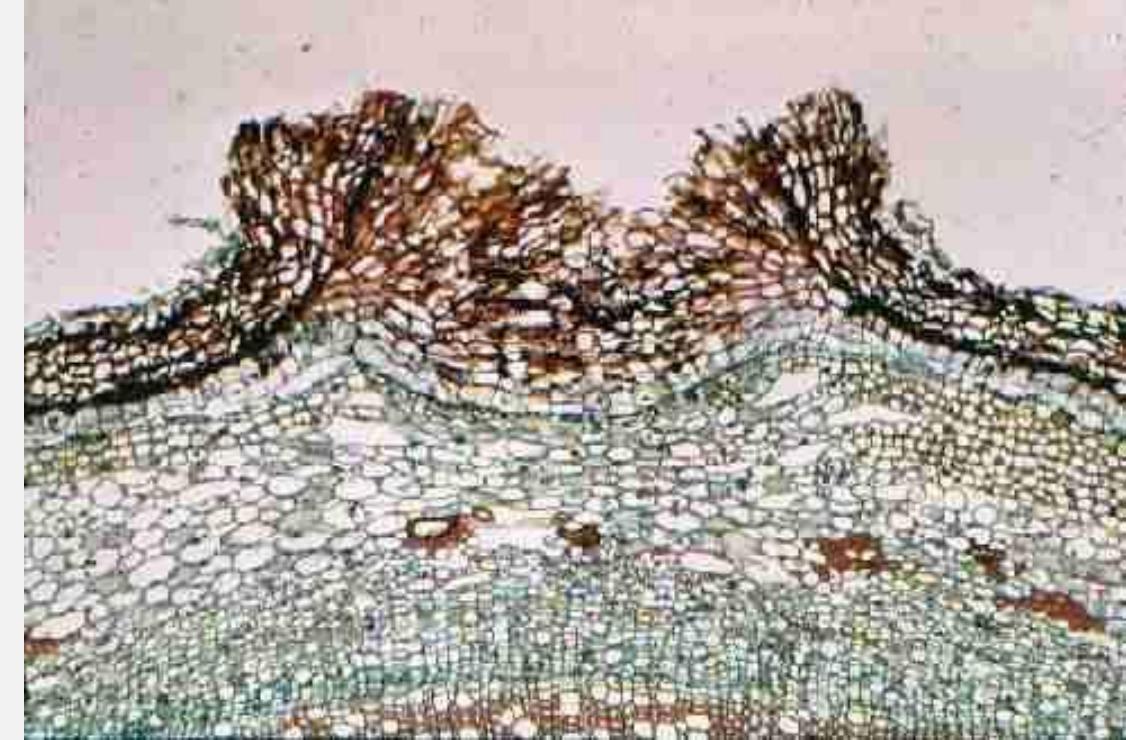
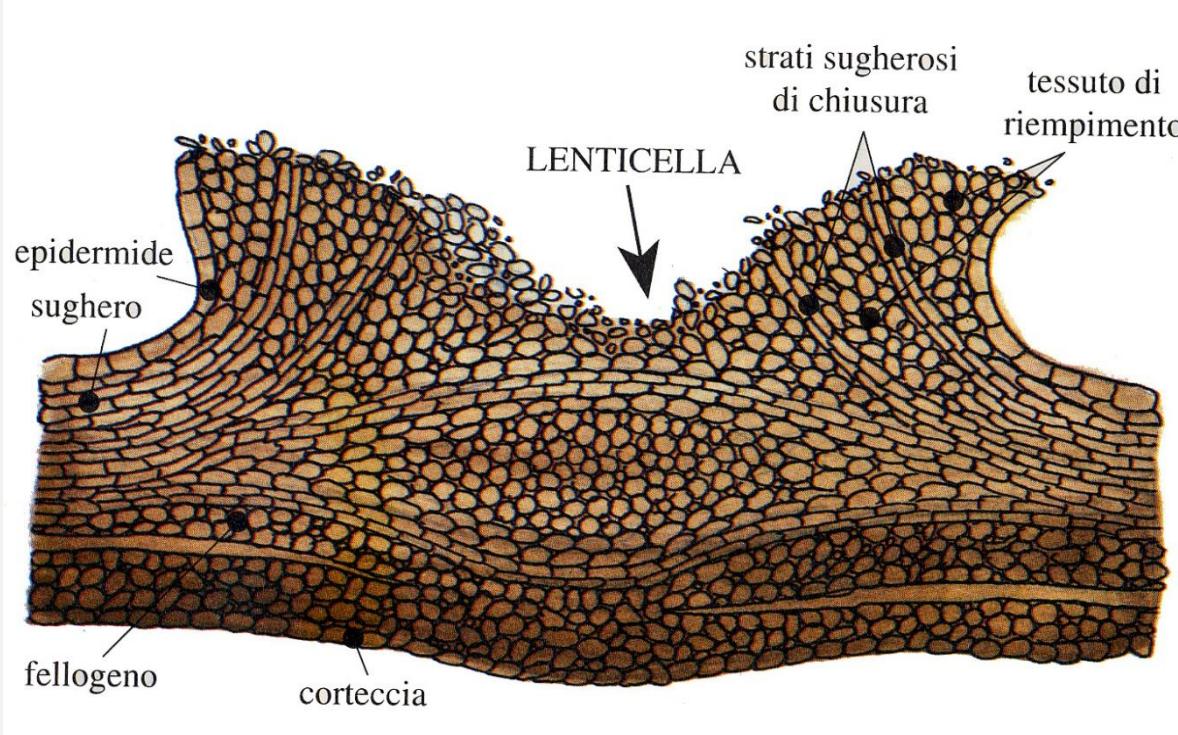
Per garantire gli scambi gassosi necessari per il metabolismo cellulare degli strati vivi sottostanti, la continuità del sughero è interrotta dalle **lenticelle**

Sono costituite da cellule con pochissimo sughero nelle pareti o pareti non suberificate. Sono presenti anche molti spazi intercellulari.



Nel loro insieme costituiscono
sughero lasso o tessuto di
riempimento







Epidermide e sughero ricoprono le stesse superfici esterne della pianta in momenti diversi della sua vita.

Epidermide	Sughero
monostratificata	pluristratificato
Parete a contatto con l'ambiente esterno presenta cutina e cere	Tutta la parete è suberificata
È provvista di aperture regolabili: gli stomi	E' provvisto di lenticelle che non sono regolabili
Sono cellule vive	Sono cellule morte

