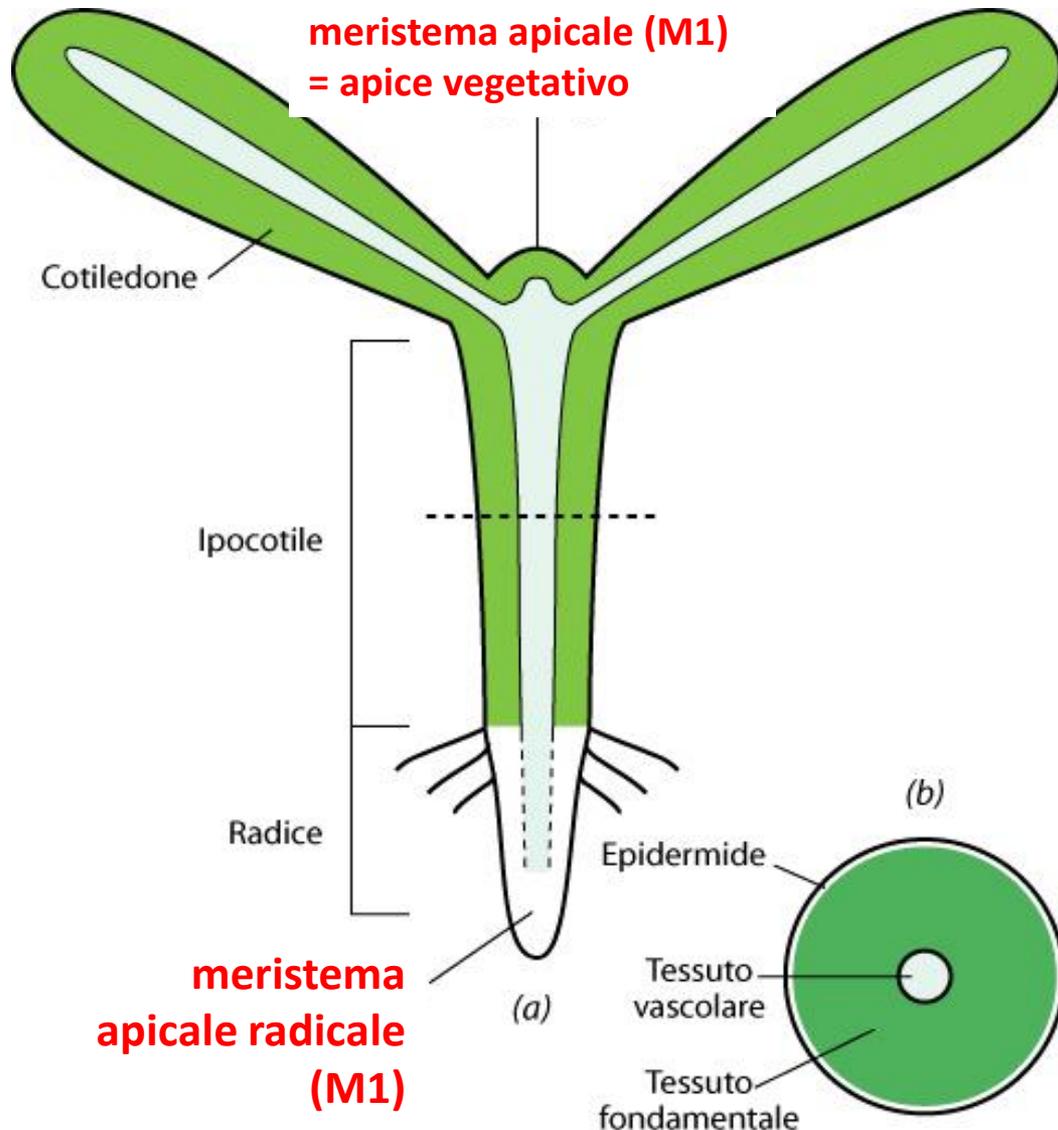


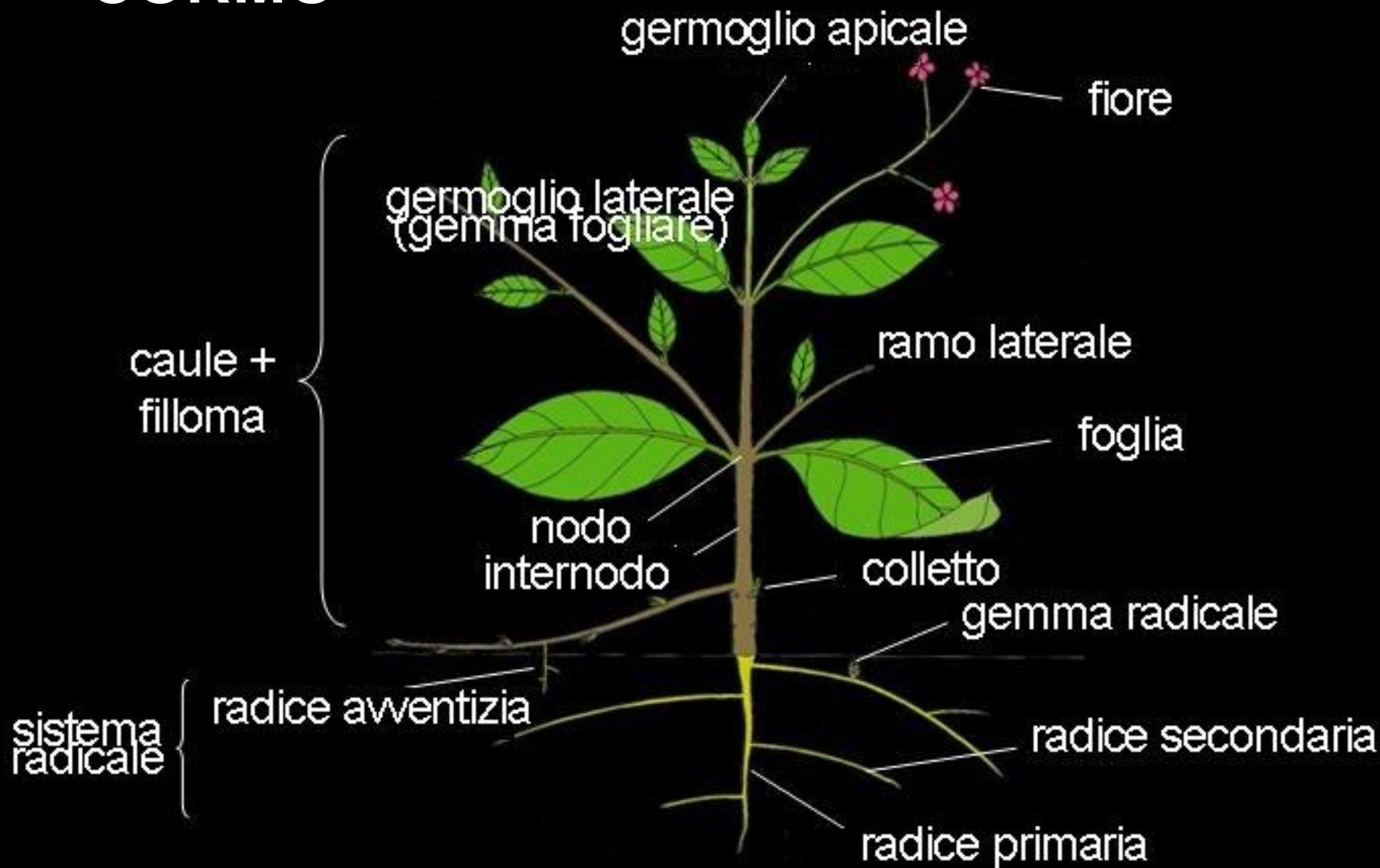
ISTOLOGIA e ANATOMIA VEGETALE



La crescita in dimensioni di una pianta prevede:

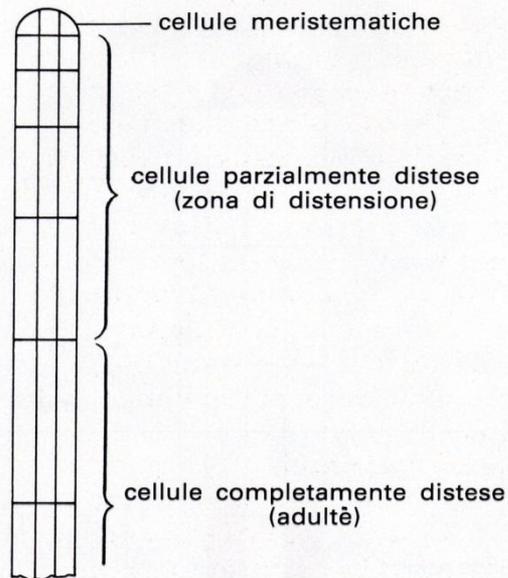
- un aumento del numero di cellule a livello dei **meristemi** (M1, meristemi primari)
- un successivo **aumento** (notevole) **delle dimensioni cellulari** (spesso in una direzione prevalente)
- la progressiva **differenziazione** delle singole cellule a formare tessuti (talvolta complessi) con specifiche funzioni.

CORMO



Cellule meristematiche (M1):

- Isodiametriche
- Piccole dimensioni
- Parete sottile
- Elevato rapporto nucleo-citoplasma
- Numerosi e piccoli vacuoli
- Proplastidi
- Mitochondri con creste poco sviluppate



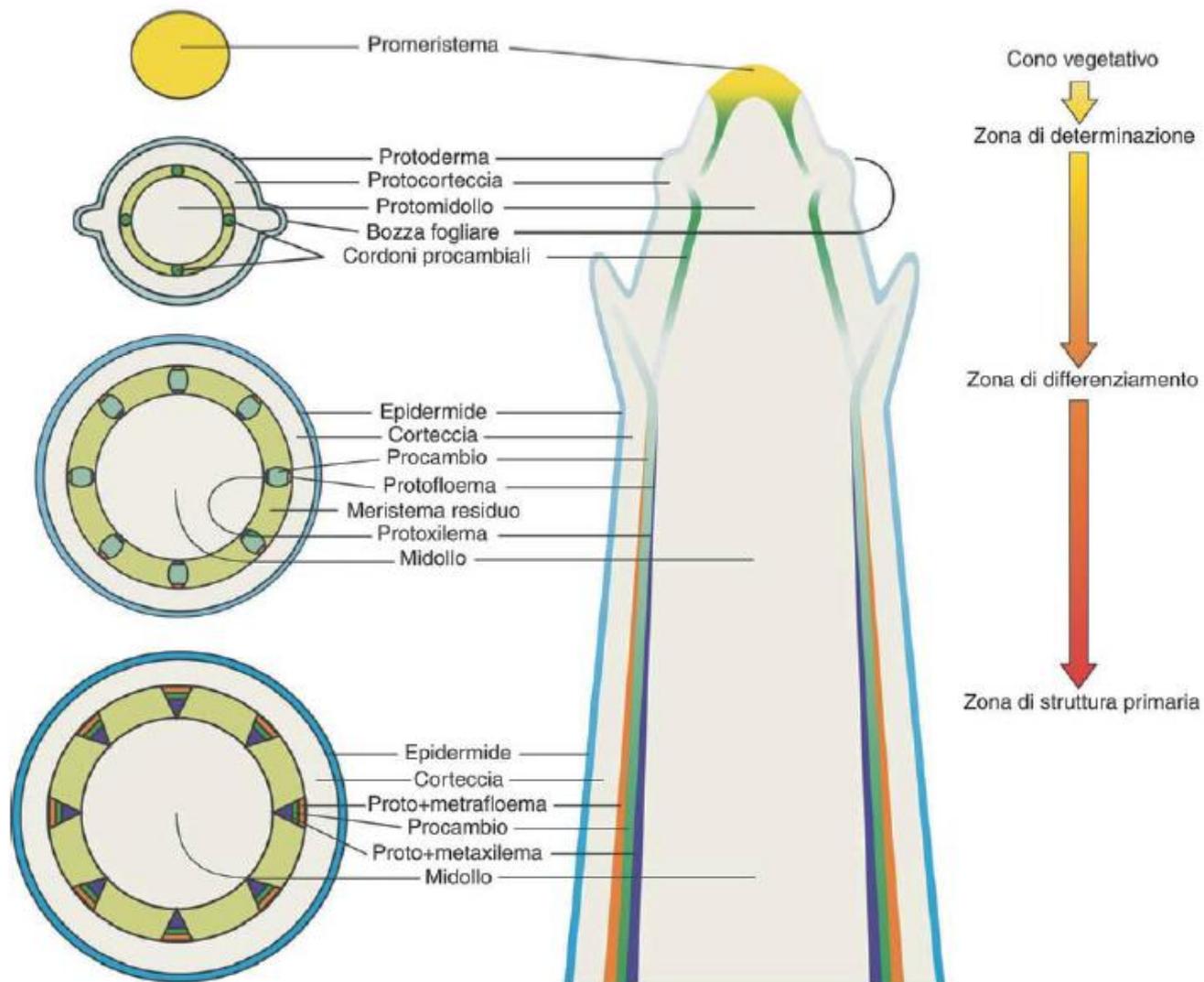
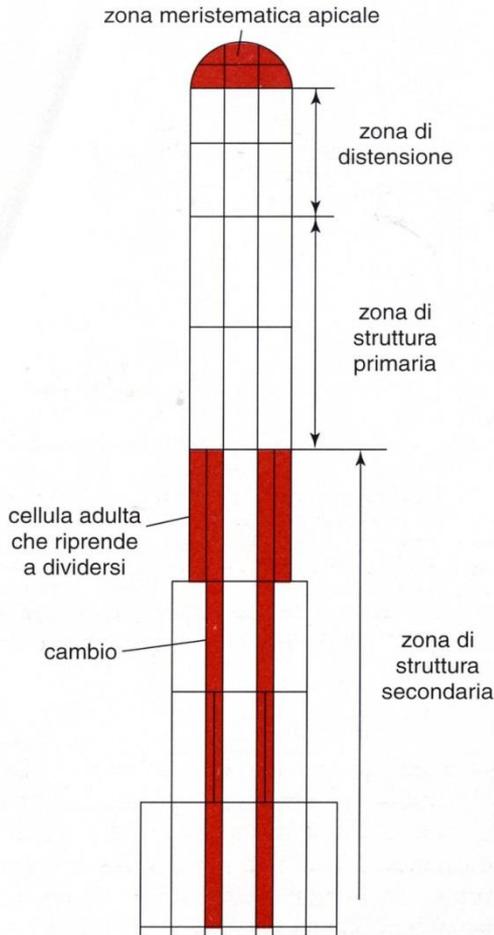
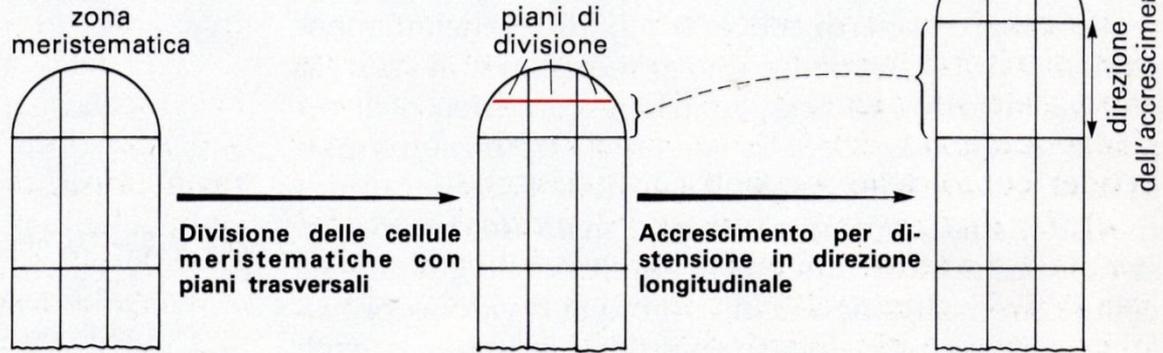


Figura 9.3

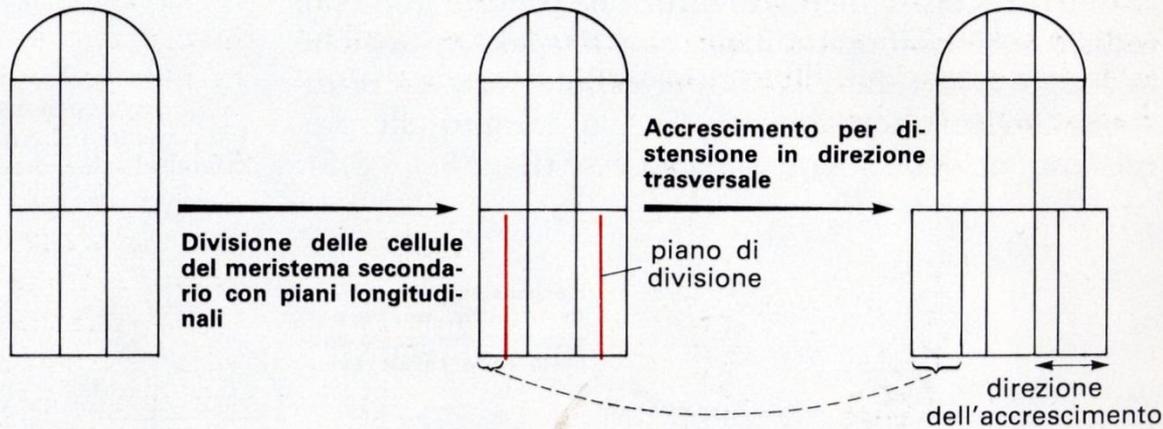
Schema del corpo primario del fusto in sezione longitudinale (a destra) e sezioni trasversali a livello del cono vegetativo, della zona di determinazione, della zona di differenziamento e della zona di struttura primaria (a sinistra) (disegno di A. Valletta).



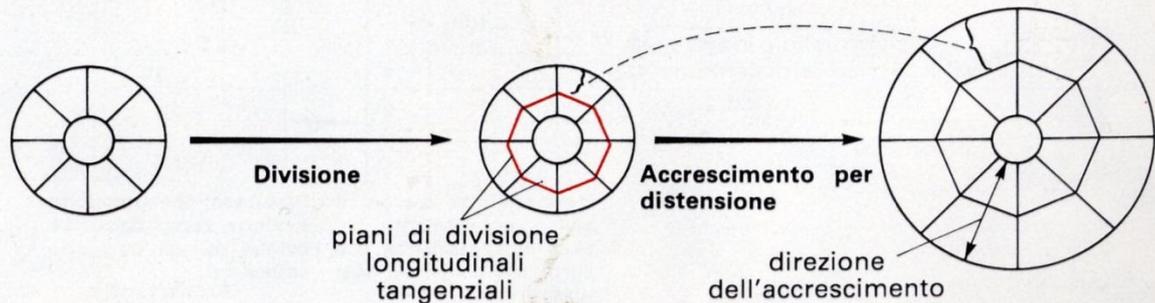
Accrescimento in lunghezza



Accrescimento in spessore



Accrescimento in spessore (organo visto in sezione trasversale)



Un modello di accrescimento del fusto identico a quello descritto a pag. 284, ma comprendente anche la zona di struttura secondaria. Le cellule capaci di dividersi sono indicate in rosso. Le semplificazioni introdotte per descrivere la crescita secondaria sono ancora maggiori di quelle che riguardano le altre zone di crescita.

La crescita di un organo vegetale è determinata sia dalla posizione dei piani di divisione, sia dalla direzione in cui si distendono prevalentemente le cellule neoformate.

Nell'accrescimento in lunghezza i piani di divisione sono trasversali e la direzione delle distensione è longitudinale. Nell'accrescimento in spessore i due orientamenti sono invertiti.

MERISTEMI APICALI (= meristemi primari), con cellule iniziali = cellule generative (divisione ineguale) → produzione di cellule somatiche

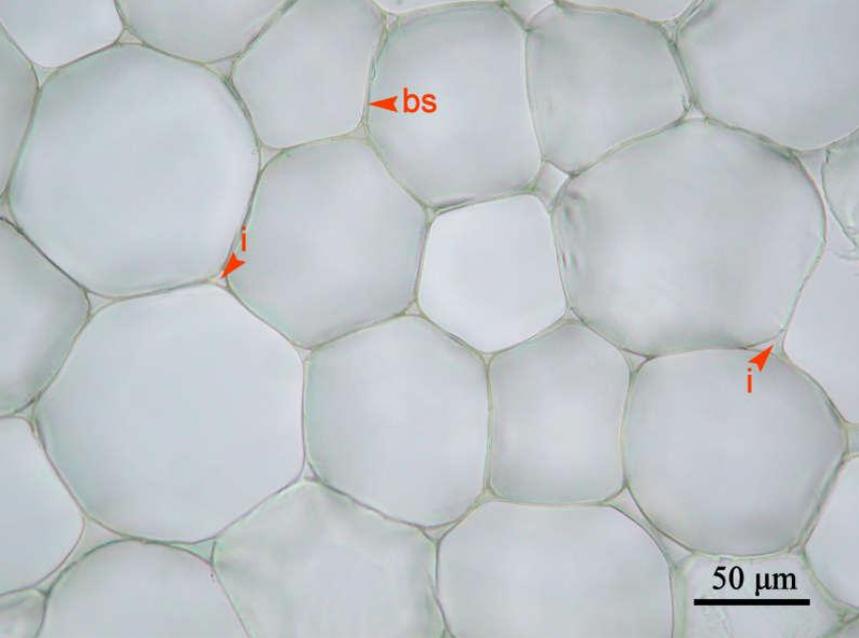
in apice di fusto e radice; meristemi laterali (= cambio libro-legno e fellogeno)

→ Crescita embrionale (aumento del peso secco)

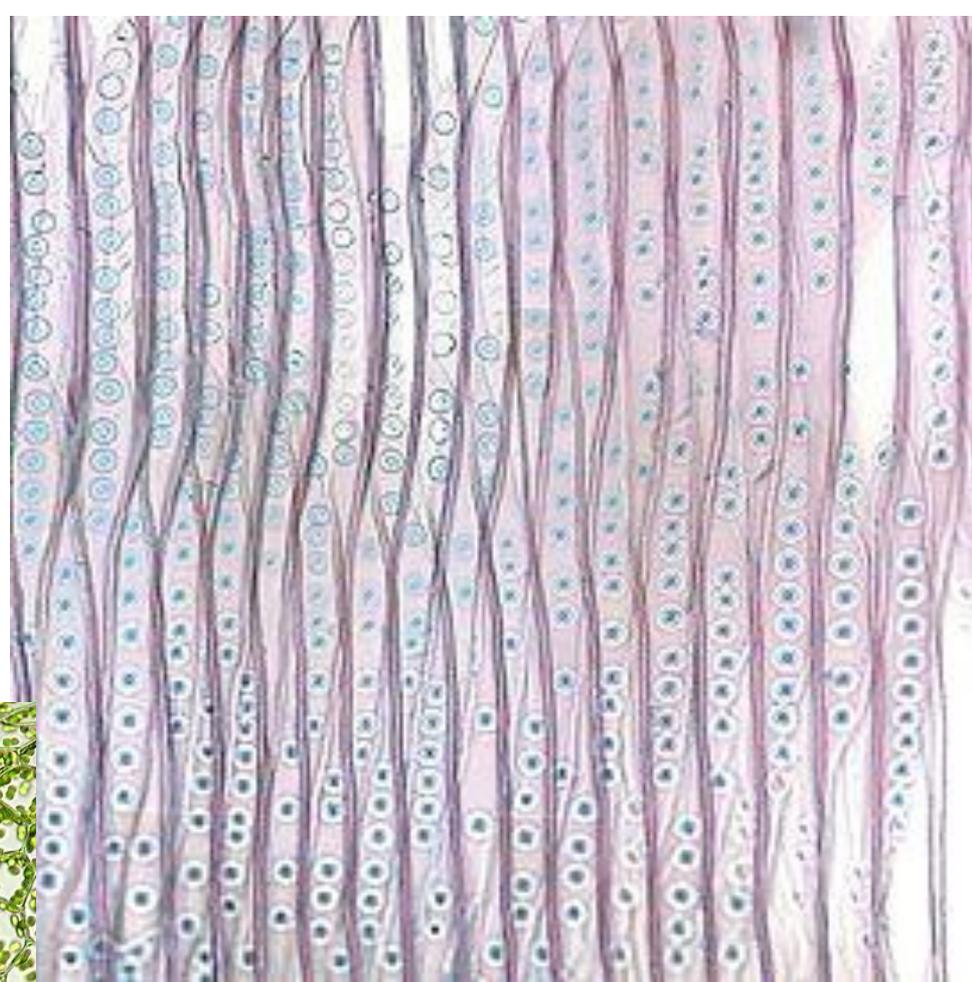
→ Crescita postembrionale per DISTENSIONE → tessuti definitivi

MERISTEMI RESIDUI: limitati gruppi di cellule con capacità di divisione embrionale

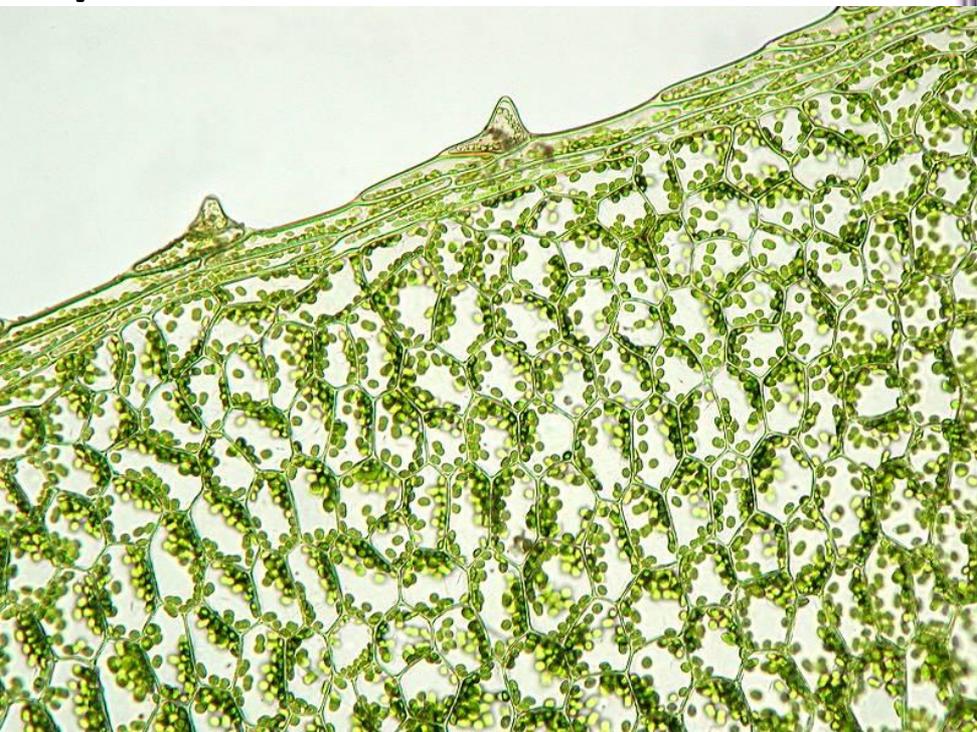
MERISTEMI SECONDARI (AVVENTIZI): derivano da cellule già adulte, quindi completamente differenziate che in seguito a determinati stimoli riprendono la capacità di dividersi mitoticamente, formando nuovi tessuti (sdifferenziamento) → crescita secondaria in spessore



parenchyma



prosenchyma



TESSUTI ADULTI

ORIGINE

- **PRIMARI**, derivati dal differenziamento di cellule prodotte dai meristemi apicali primari, presenti nell'embrione.
- **SECONDARI** o CAMBIALI, derivati dall'attività dei cambi, cioè di meristemi di origine secondaria o mista che sono responsabili dell'accrescimento secondario in spessore della pianta.

FUNZIONE

TEGUMENTALI

PARENCHIMATICI

MECCANICI o DI SOSTEGNO

SECRETORI

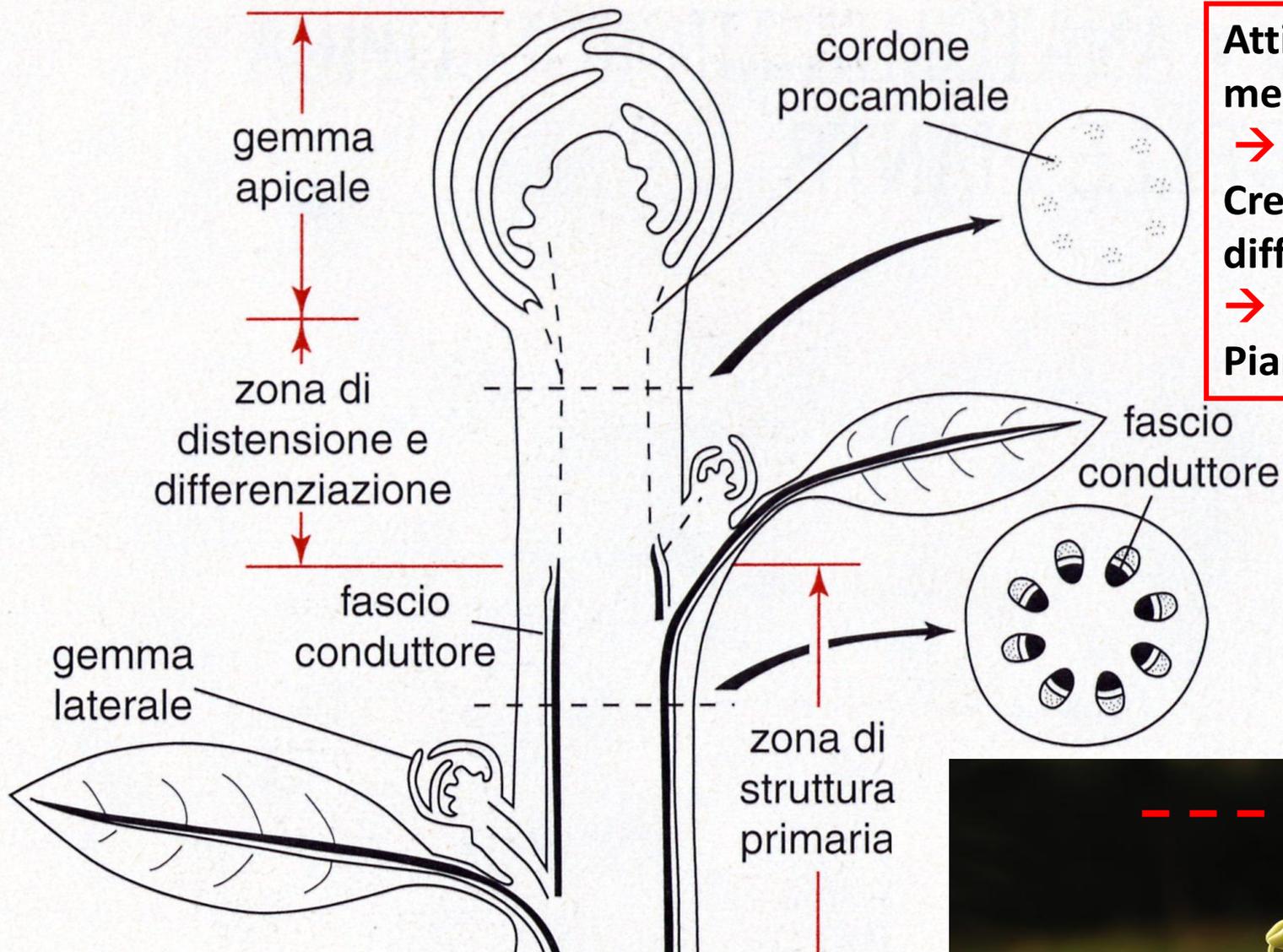
CONDUTTORI

COMPLESSITA'

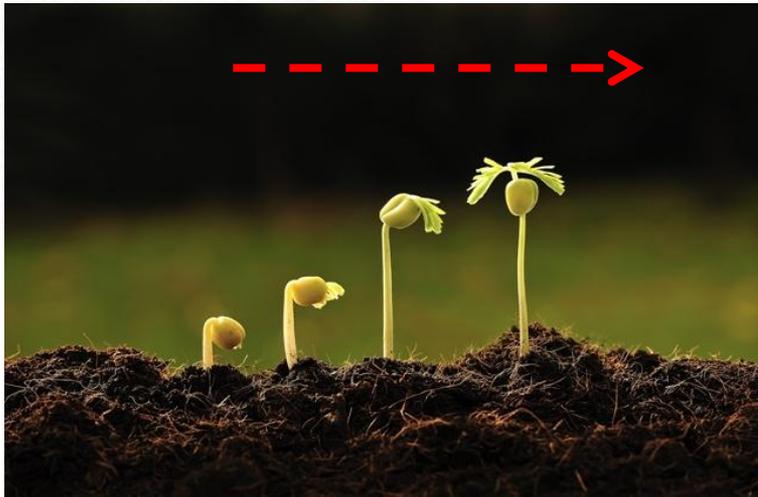
SEMPLICI

COMPOSTI

Meristemi avventizi: si originano per sdifferenziamento in seguito a ferita → tessuto di cicatrizzazione.



Attività meristemica
 →
Crescita e differenziamento
 →
Pianta adulta



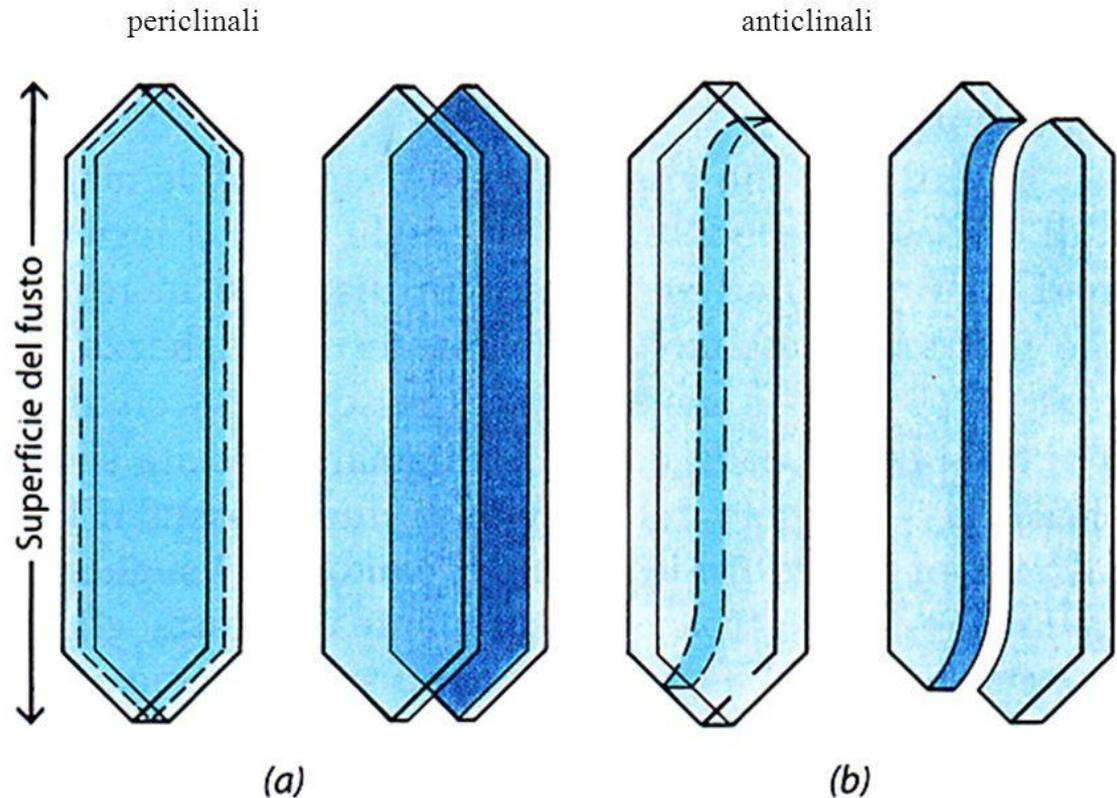
Orientamento dei piani di divisione cellulare di cellule meristematiche:

longitudinale:
parallelo all'
asse principale
dell' organo

trasversale:
perpendicolare
all' asse
principale dell'
organo.

periclinale
parallelo alla
superficie dell' organo

anticlinale
perpendicolare alla
superficie dell' organo



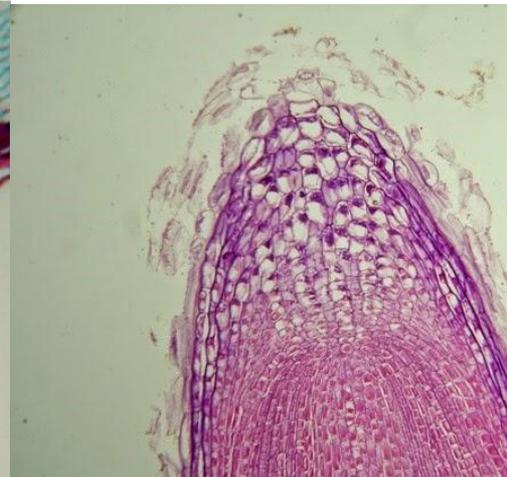
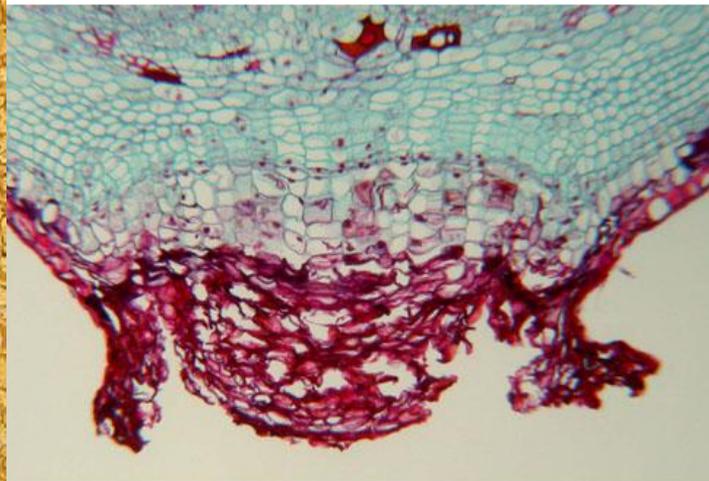
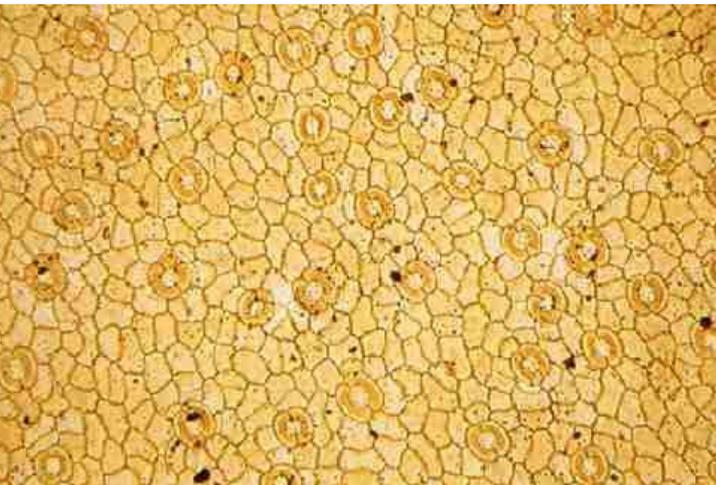
TESSUTI TEGUMENTALI (primari e secondari)

Formati da strati (uno o più) di cellule periferiche che ricoprono tutti gli organi di una pianta

F(x) antitetiche:

1) assunzione di acqua e soluti: **TESSUTI di ASSORBIMENTO;**

2) protezione e limitazione della perdita di acqua: **TESSUTI di RIVESTIMENTO.**

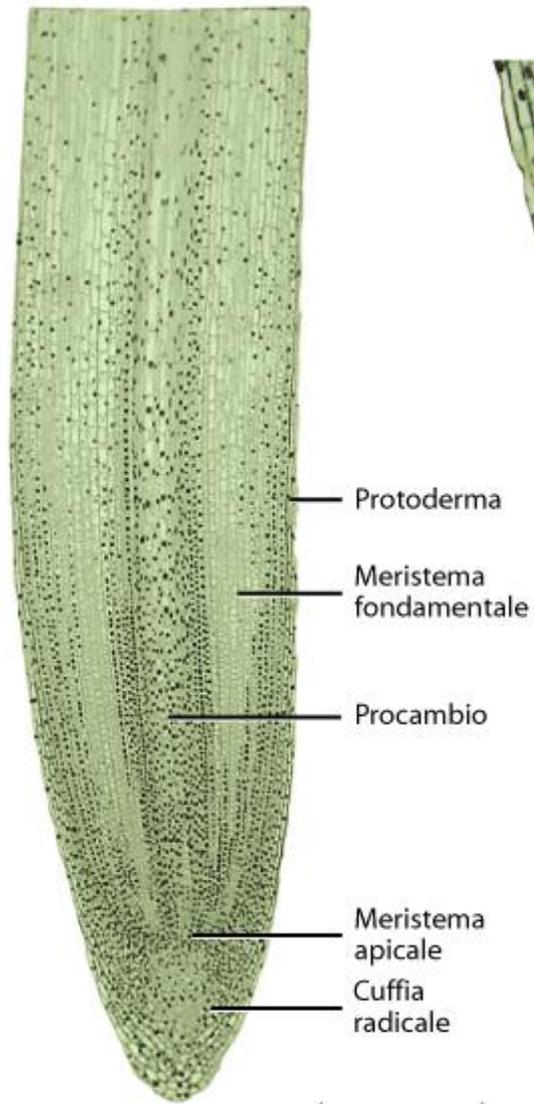


TESSUTO di ASSORBIMENTO (RIZODERMIDE)

La parte terminale (più prossima all'apice radicale) di ogni radice è l'unica parte della pianta specificatamente deputata **all'assorbimento dell'acqua e dei soluti** (eccezioni!).

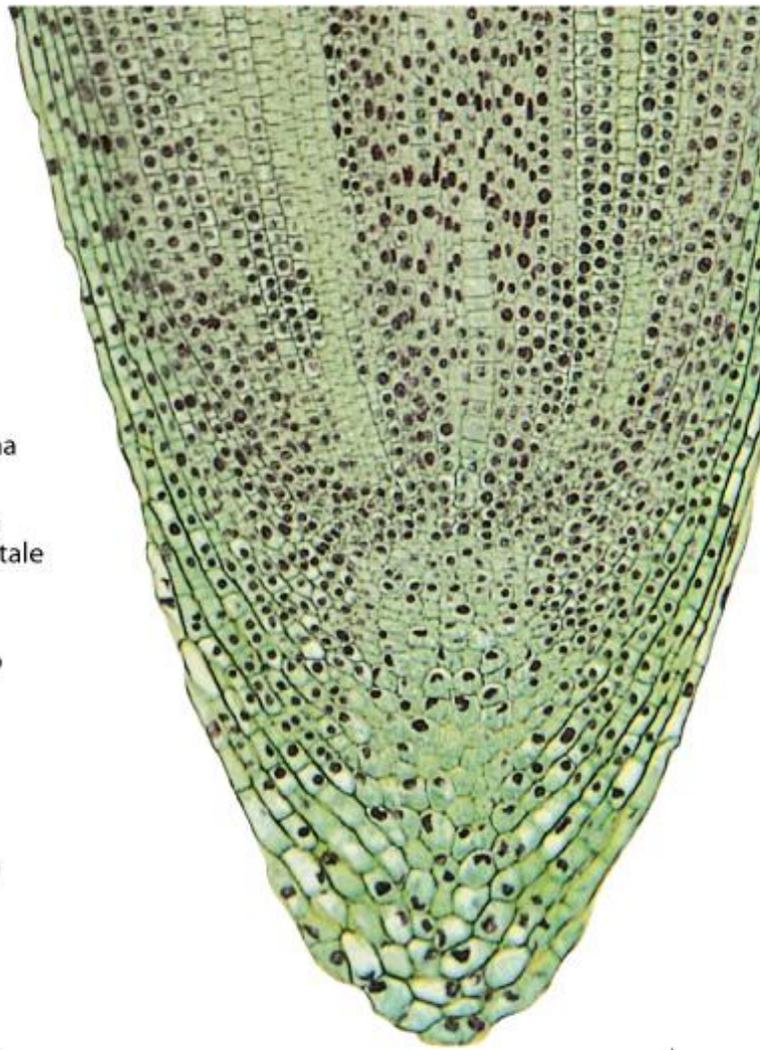
EPIDERMIDE RADICALE o RIZODERMIDE:

- strato più esterno di cellule addossate ed con parete fortemente igroscopica che ricopre l' apice radicale;
- tessuto effimero le cui cellule muoiono presto → formazione dell' **esoderma**.



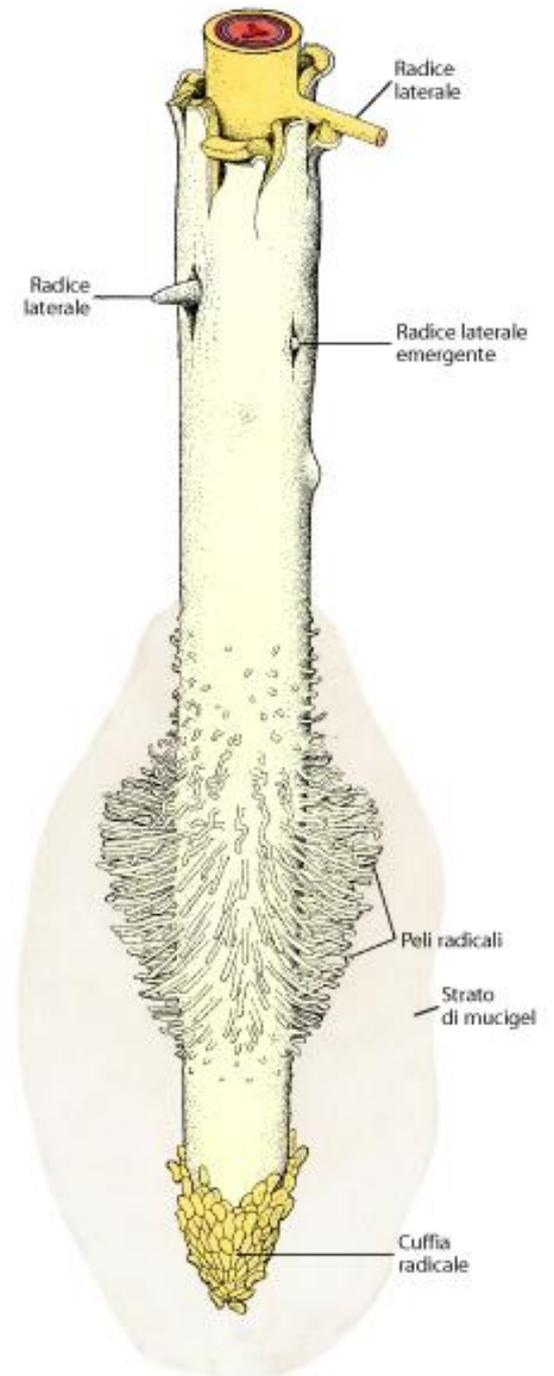
(a)

500 μ m

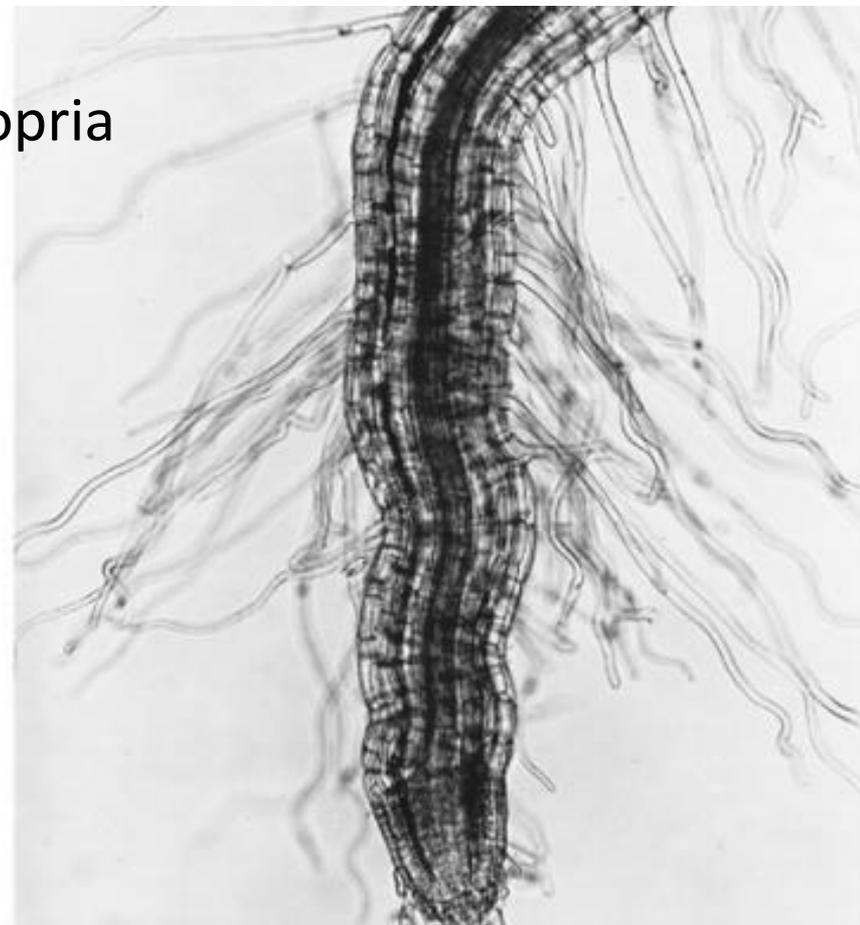
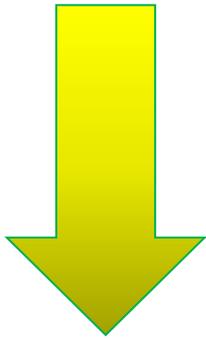


(b)

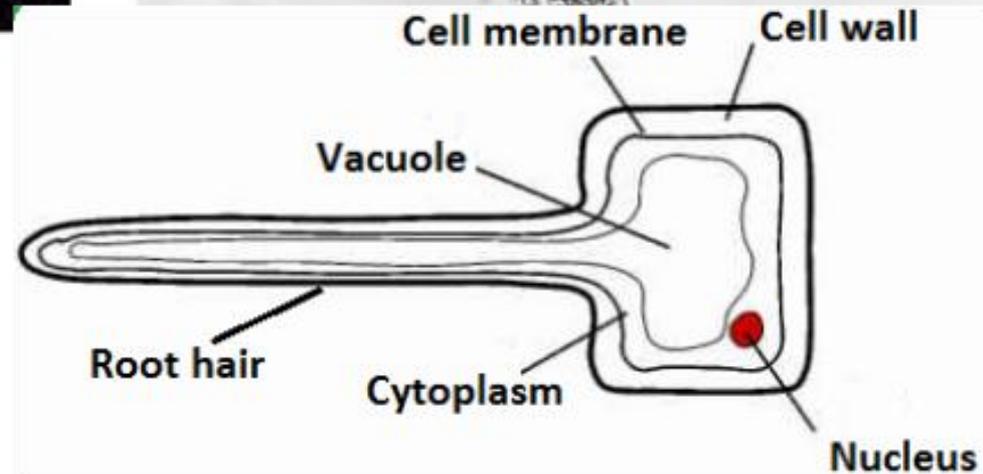
200 μ



A breve distanza dall'apice radicale il rizoderme **aumenta** fortemente la propria **superficie di assorbimento**

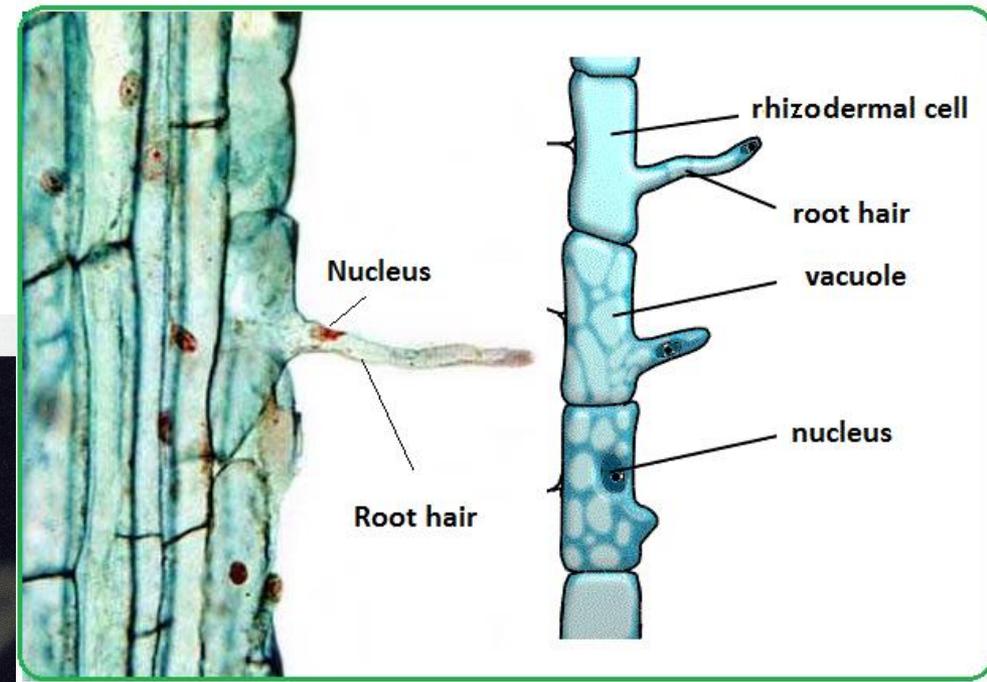
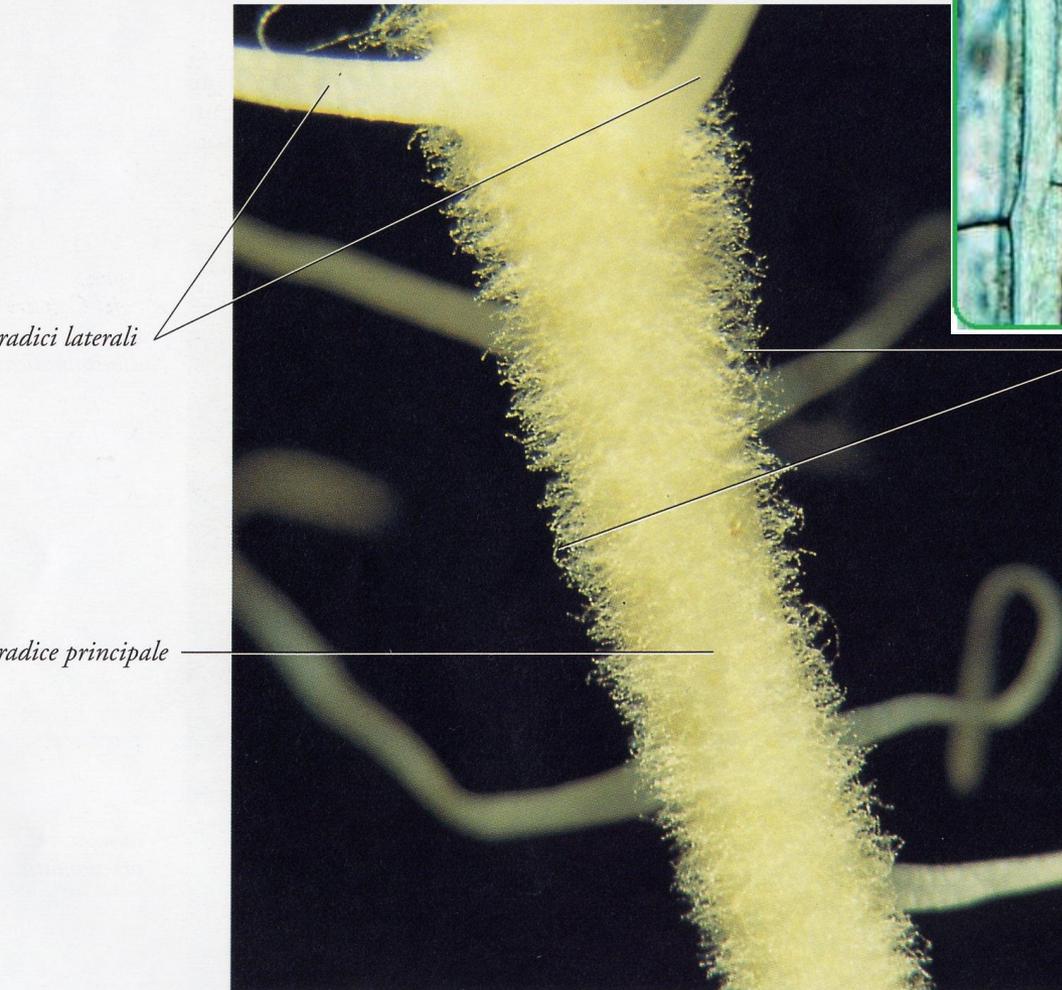


formazione di **pelì radicali** ^(a)
unicellulari dalla vita molto breve,
particolarmente evidenti negli
apparati radicali di giovani
plantule.





I peli radicali non vengono prodotti quando:



peli del rizoderma

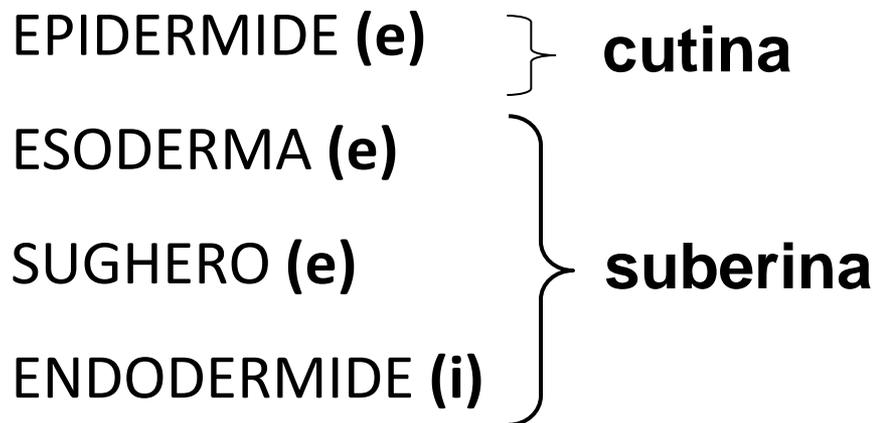
- non è necessario aumentare una superficie di assorbimento (es. *piante acquatiche*; *piante micorrizate*),
- non è opportuno (es. alcune *piante epifite* aventi altri meccanismi di assorbimento dell'acqua).

TESSUTI di RIVESTIMENTO

Si distinguono in **ESTERNI (e)** ed **INTERNI (i)** in base alla loro posizione nel corpo della pianta.

ESTERNI: costituiscono una barriera di protezione per l'intero organo rispetto all'ambiente esterno (es.: epidermide).

INTERNI: (es.: endodermide) fungono da barriera selettiva più o meno completa tra i tessuti in cui essi sono situati.



EPIDERMIDE

- origine primaria (M1)
- deriva dal **protoderma**= strato superficiale dei meristemi apicali
- **rizoderma**= epidermide della radice
- unistratificata, cellule vive, vacuolate (antociani; pluristrato solo in xerofite)
- viene persa nelle piante ad accrescimento secondario → sughero (M2)



- cloroplasti sono nelle cellule stomatiche (eccezione: felci, piante di ambienti ombrosi)

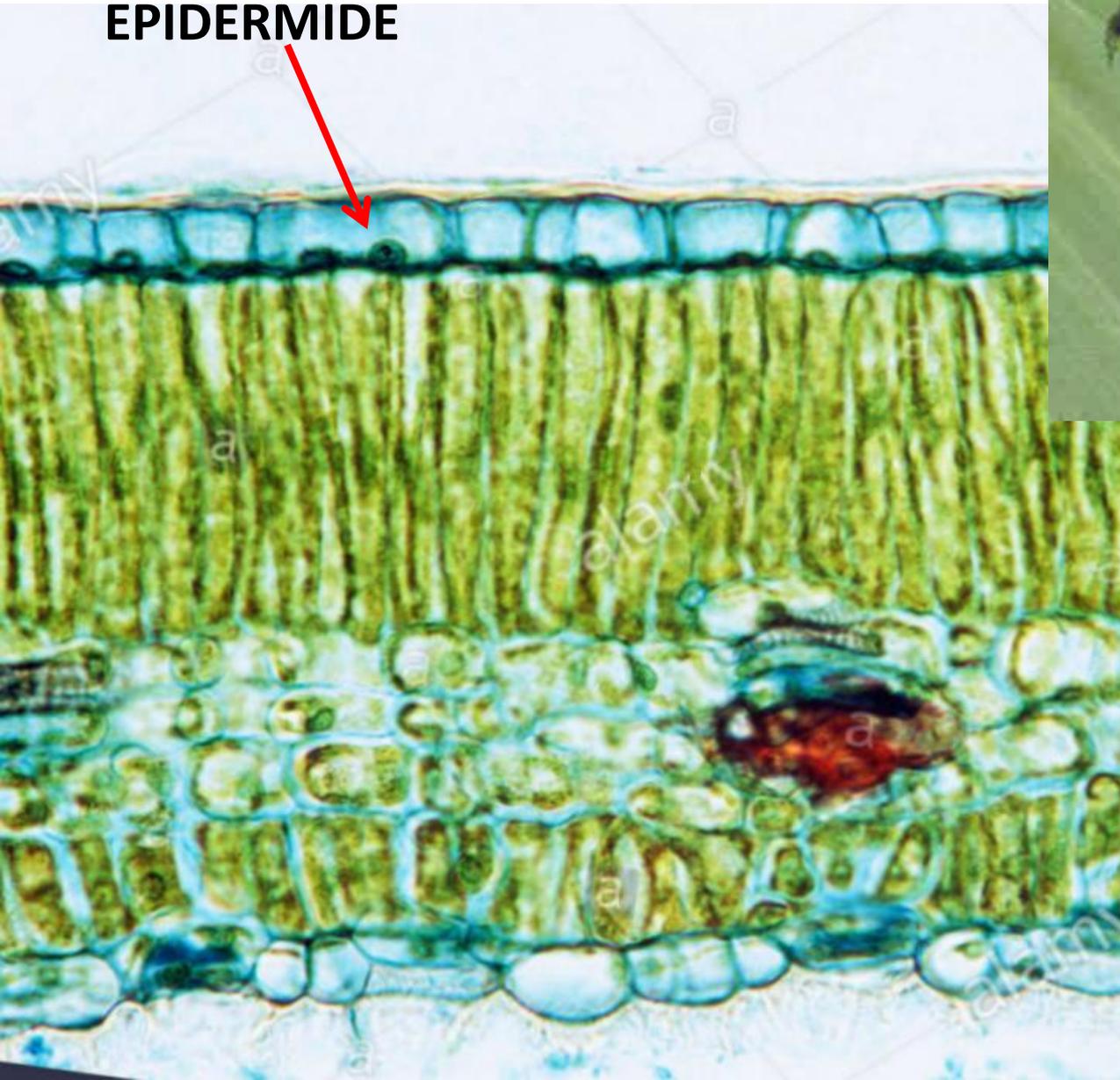
Epidermidi multiseriate

Velamen radicale: in radici aeree di orchidee ed altre piante epifite (e.g. Orchidaceae, Araceae), privo di spazi cellulari, multistratificato



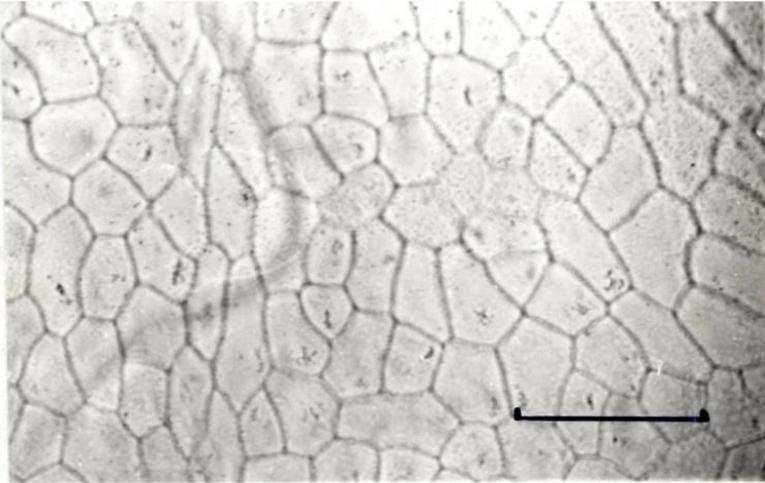
F(x): rapido assorbimento e riduzione della perdita dell' H_2O ; protezione osmotica e meccanica

EPIDERMIDE

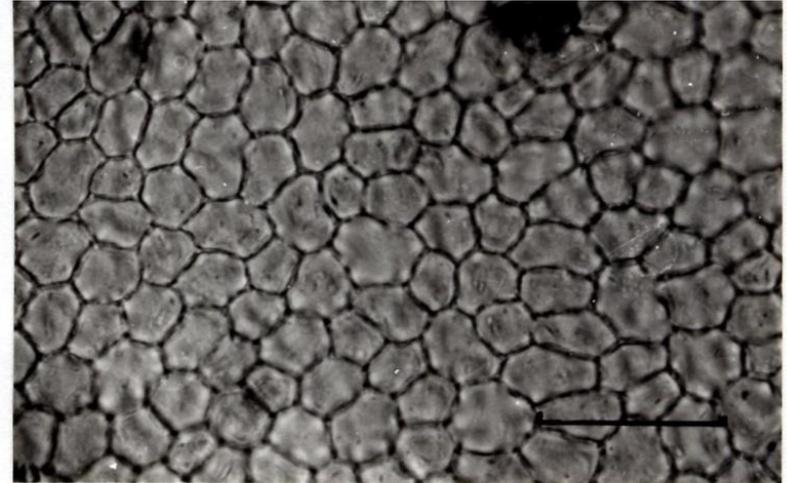


Visione adassiale: forme diverse delle cellule dell' epidermide

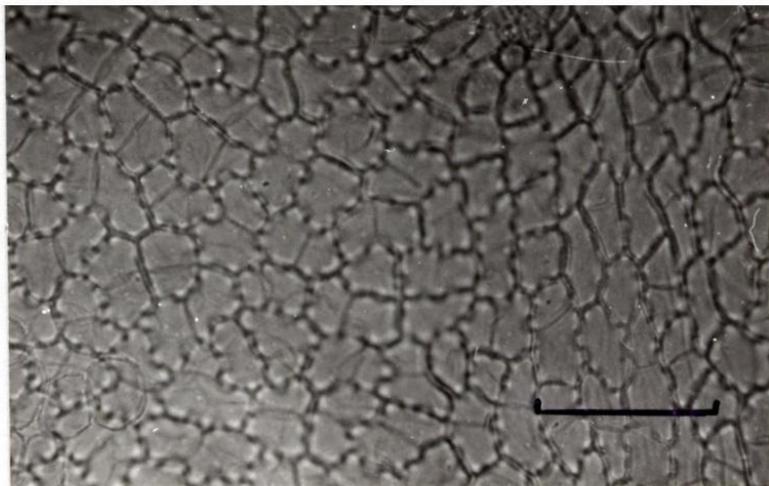
($\leftarrow \rightarrow$ igrotropismo, intensità luminosa= condizioni ambientali di crescita della pianta)



1) Erica arborea, specie xero- ed eliofitica.



2) Hypericum reflexum, specie xero- ed eliofitica.

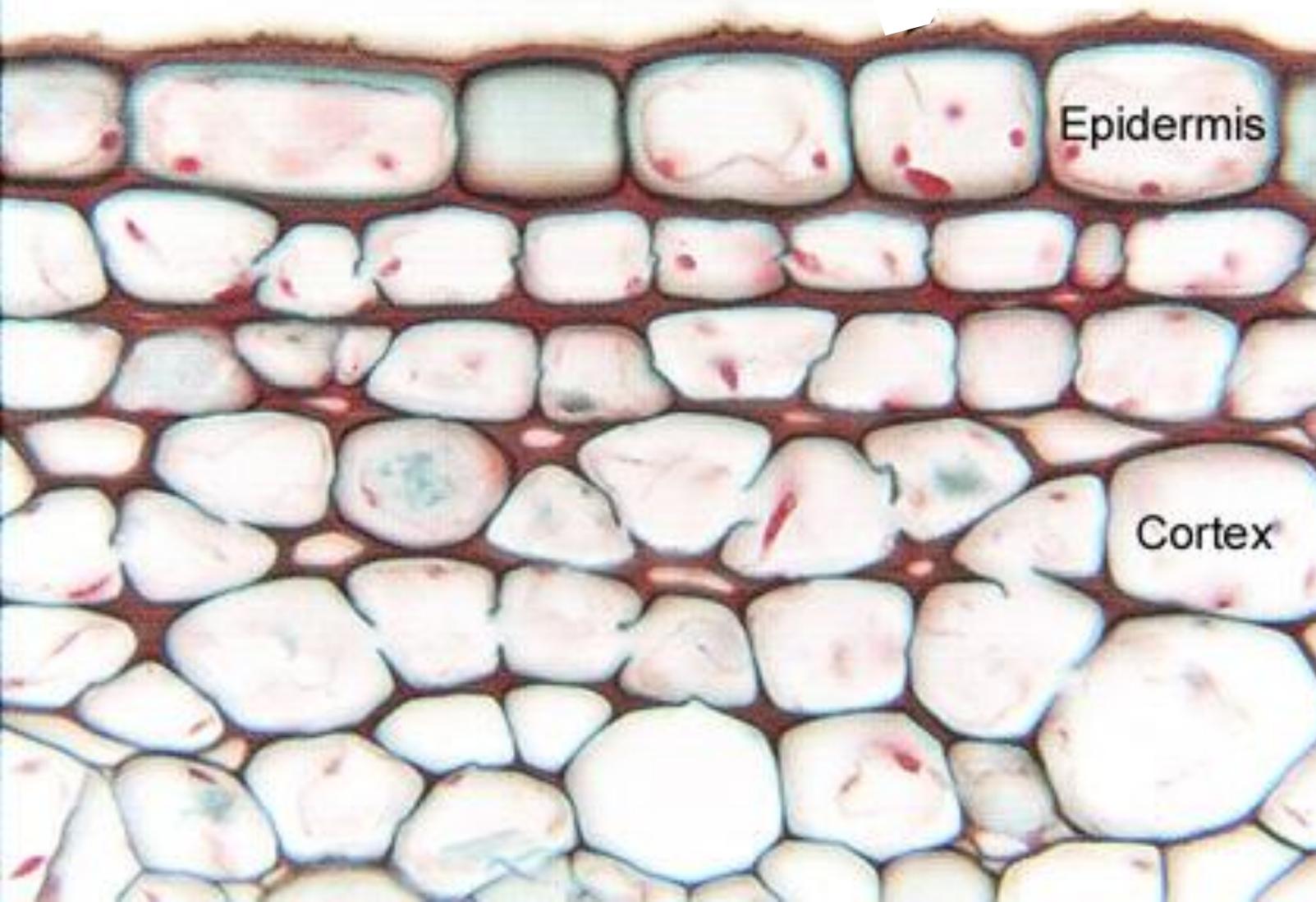


4) Hedera canariensis, specie igrofitica.

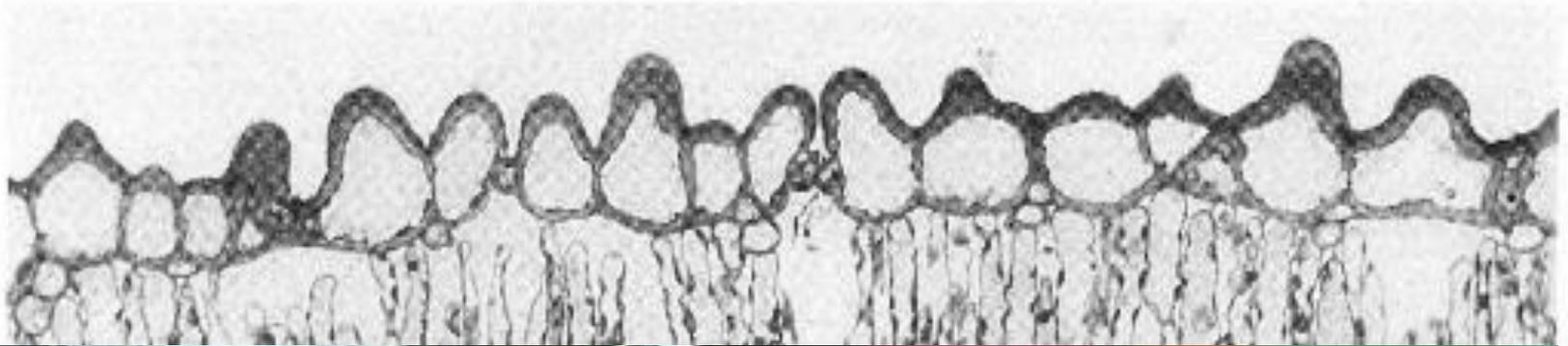


6) Pteridium aquilinum, specie scio- ed igrofitica.

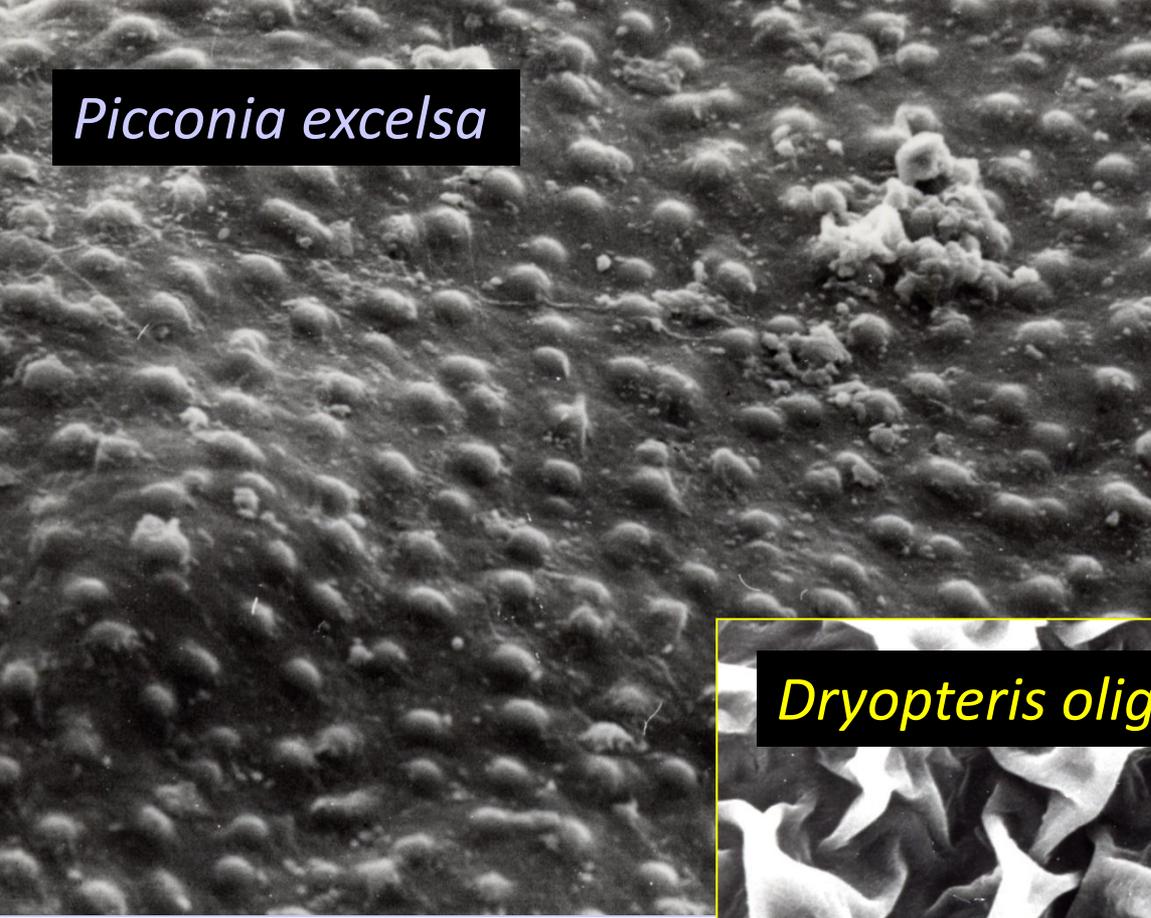
Sezione trasversale: le cellule epidermiche hanno forma regolare, in genere rettangolare, sono appressate l'una all'altra senza lasciare spazi intercellulari.



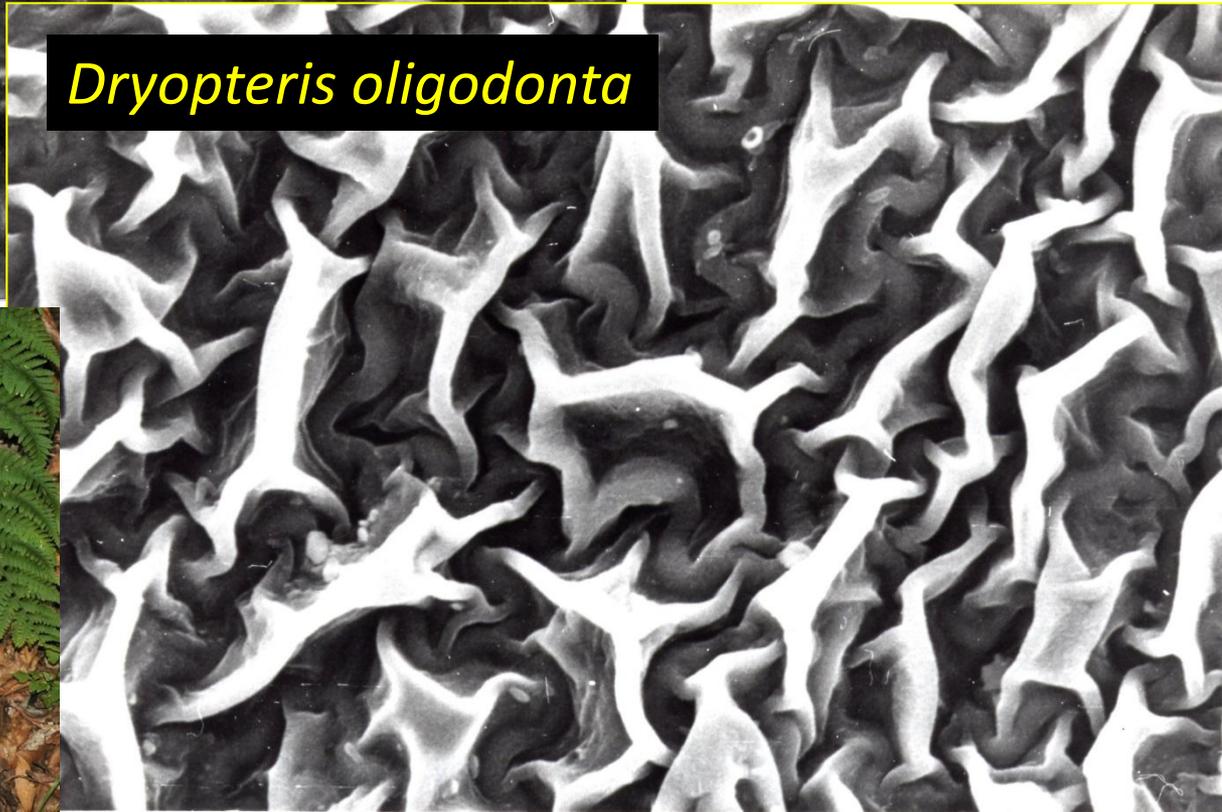
Sezione trasversale, talvolta le cellule epidermiche presentano una caratteristica estroflessione, la **papilla epidermica**. La luce incidente si rifrange sulla superficie scabra che ne deriva, facendo assumere alla struttura un aspetto particolare, “vellutato”.



Picconia excelsa

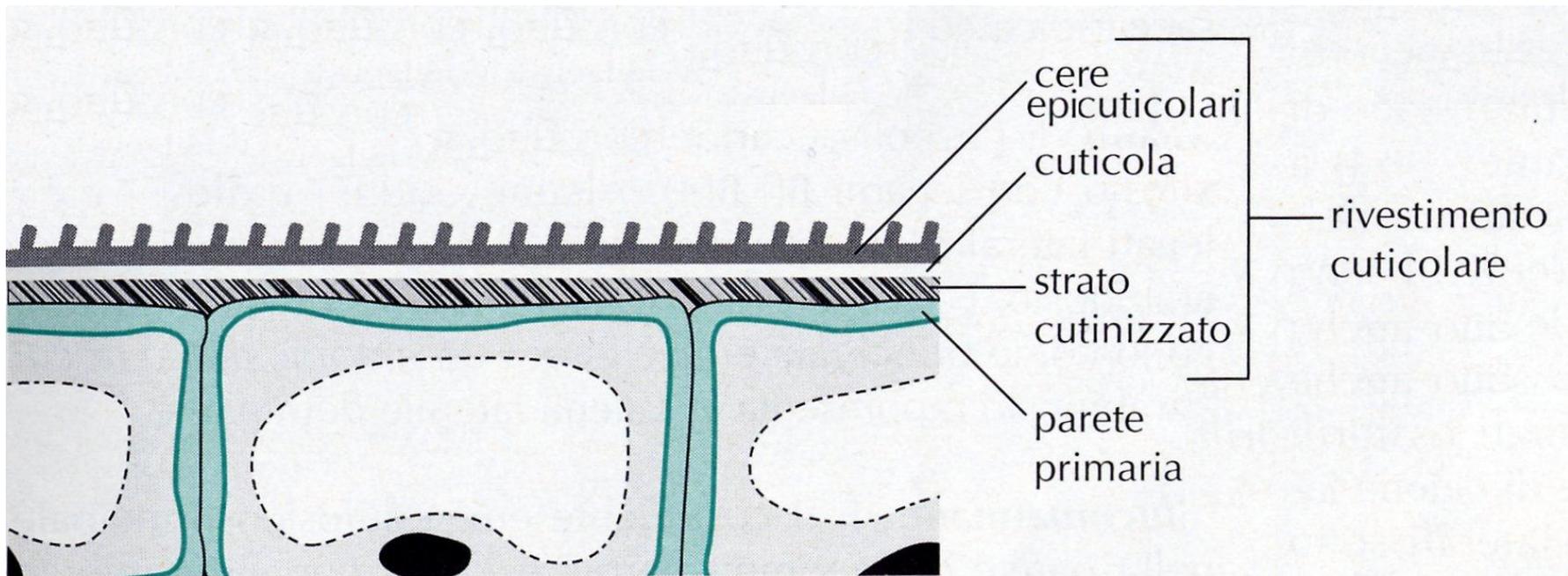


Dryopteris oligodonta

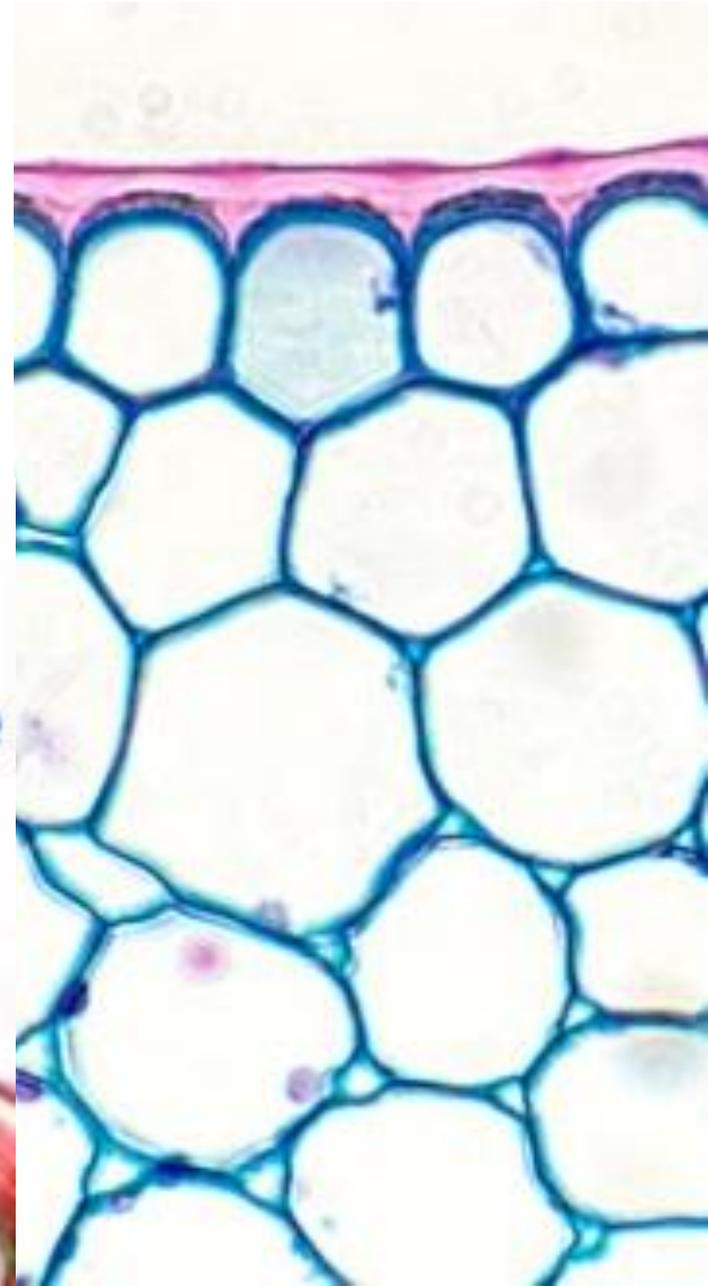
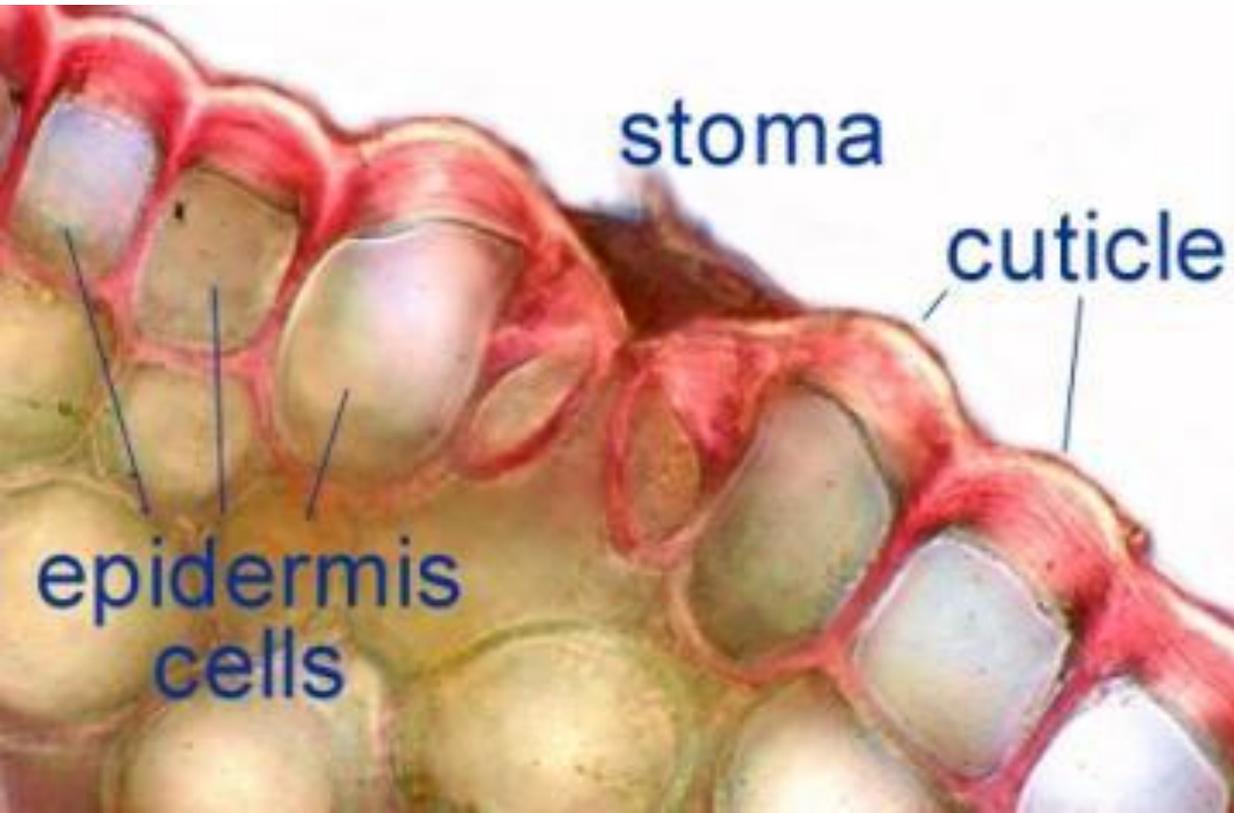


F(x) dell'epidermide:

1. limita la perdita dell'acqua degli organi aerei della pianta → formazione della **CUTICOLA** = strato impermeabilizzante di cutina e cere cuticolari che riveste la faccia tangenziale esterna delle cellule epidermiche
2. permette lo scambio dei gas, soprattutto della CO_2 , fondamentale per lo svolgimento della fotosintesi
3. funge da tessuto assorbente nelle piante epifite.

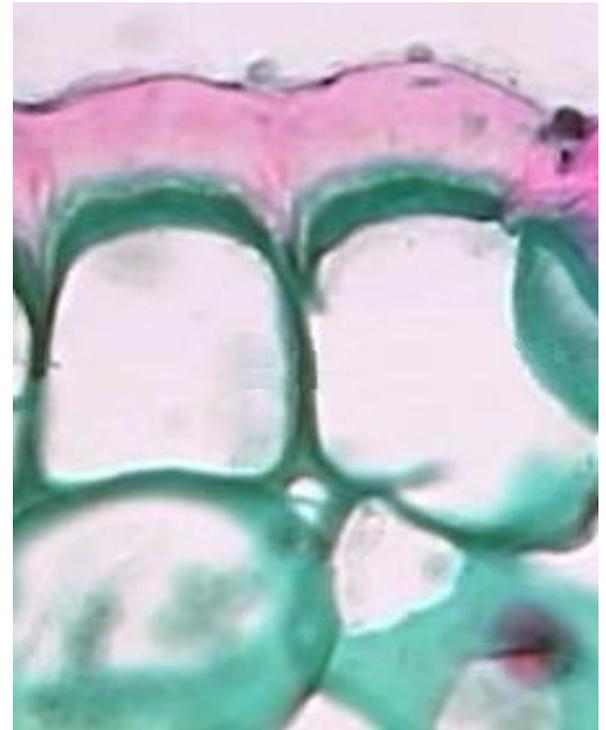
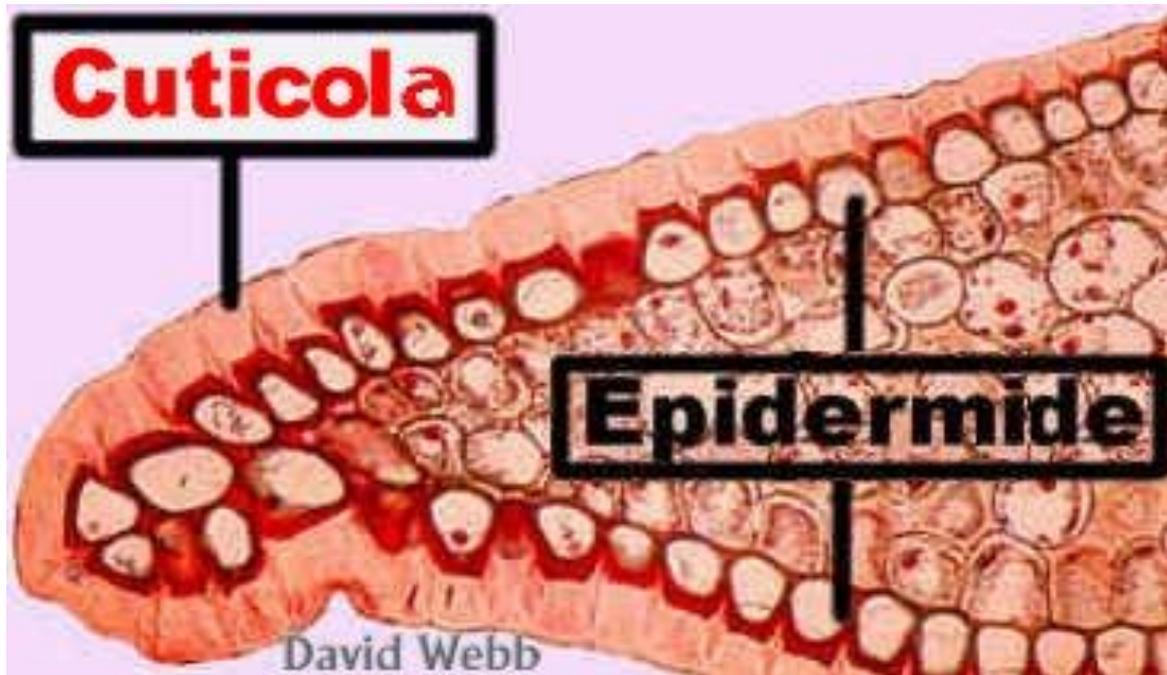


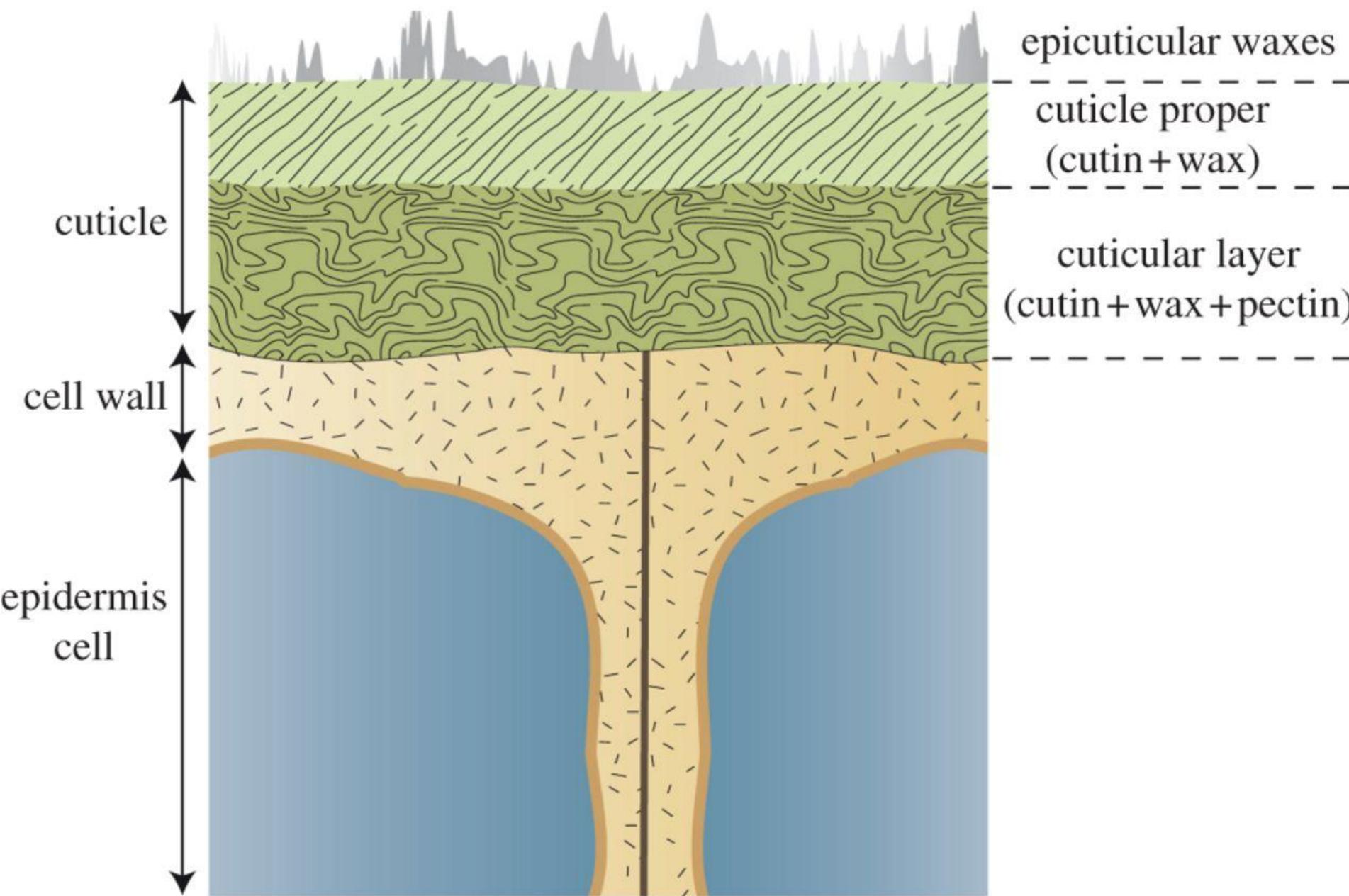
CUTICOLA: particolarmente evidente in sezione trasversale = l'insieme della parte più esterna delle pareti secondarie specializzate rivolte verso lo spazio esterno.

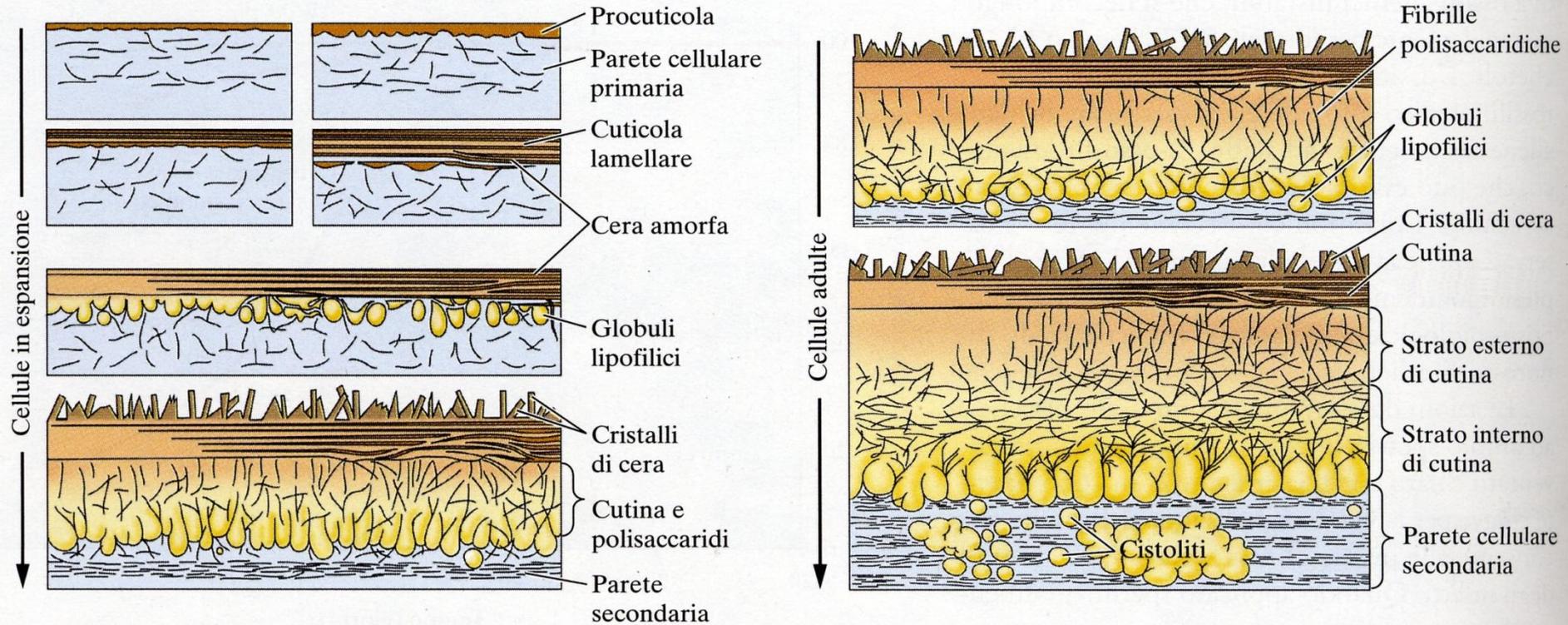


CUTICOLA:

- viene evidenziata applicando di coloranti **lipofili**,
- lo spessore varia da specie e specie,
- dipende, entro certi limiti dal grado di aridità ambientale al quale la pianta è esposta,
- strato più esterno con forma irregolare per la presenza di **cere epicuticolari** → **idrorepellenza!**

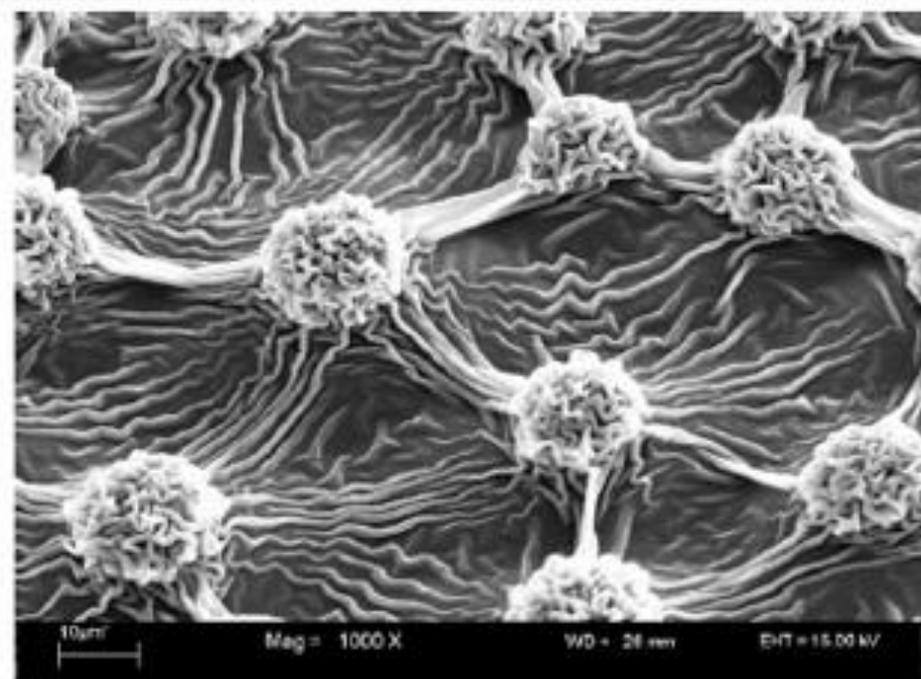
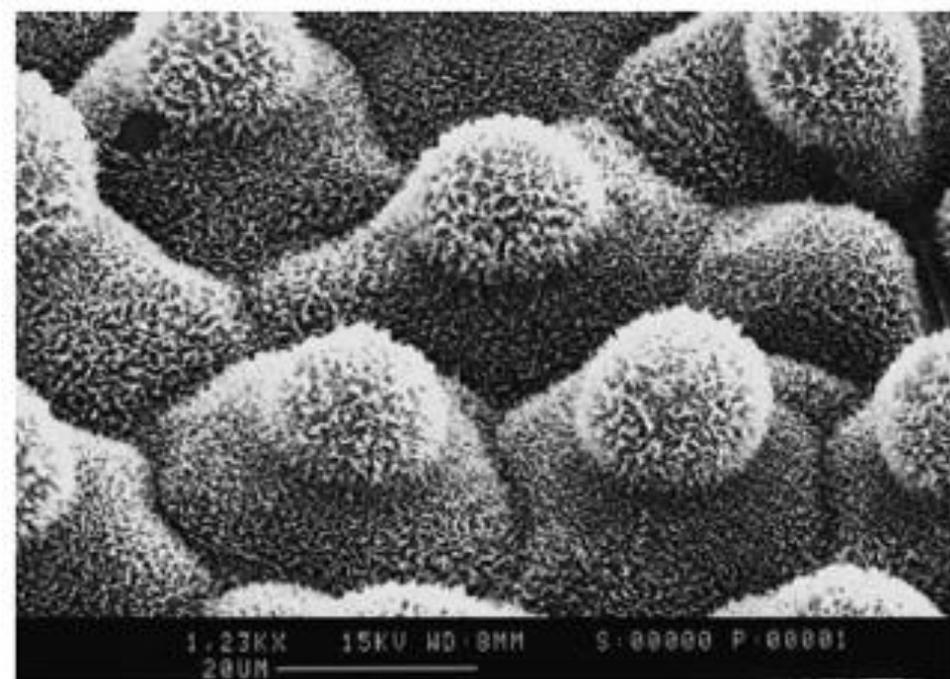




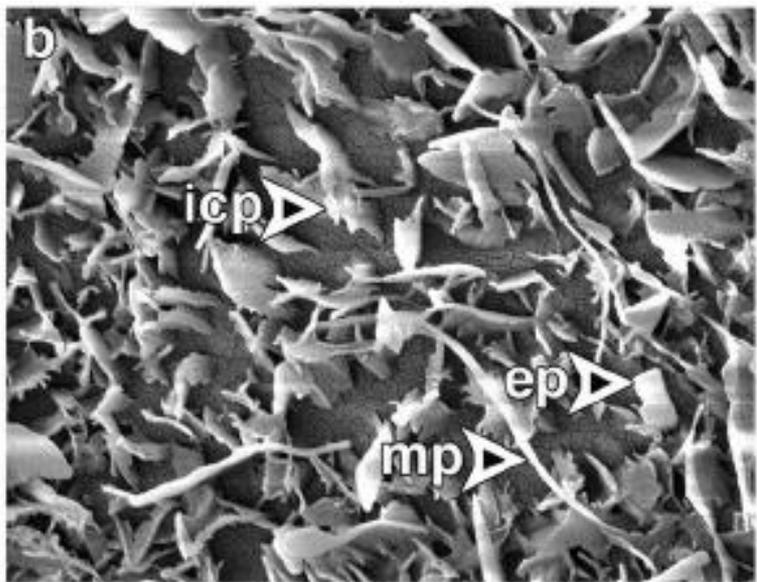


Stadi di sviluppo di una cuticola vegetale. Negli stadi precoci la parete cellulare primaria è coperta con uno strato sottile di cera amorfa. Quando la foglia si espande, il quantitativo di cera aumenta per agglomerazione di globuli secreti. In prossimità della fine dell'espansione fogliare cominciano ad apparire cristalli di cera sulla superficie e comincia la deposizione della cutina. Lo strato di cutina può prendere un aspetto fibrillare, che si pensa rifletta la codeposizione di cutina e di materiali secondari della parete cellulare come l'emicellulosa. Nella foglia matura completamente espansa possono essere visibili zone distinte: lo strato esterno della cutina e lo strato interno della cutina. Alcuni studi indicano che questi strati si differenziano per la composizione chimica. In alcune specie i globuli lipofilici chiamati cistoliti sono osservati negli ultimi stadi dello sviluppo della cuticola e si pensa contengano precursori che sono stati secreti dalla cellula epidermica.

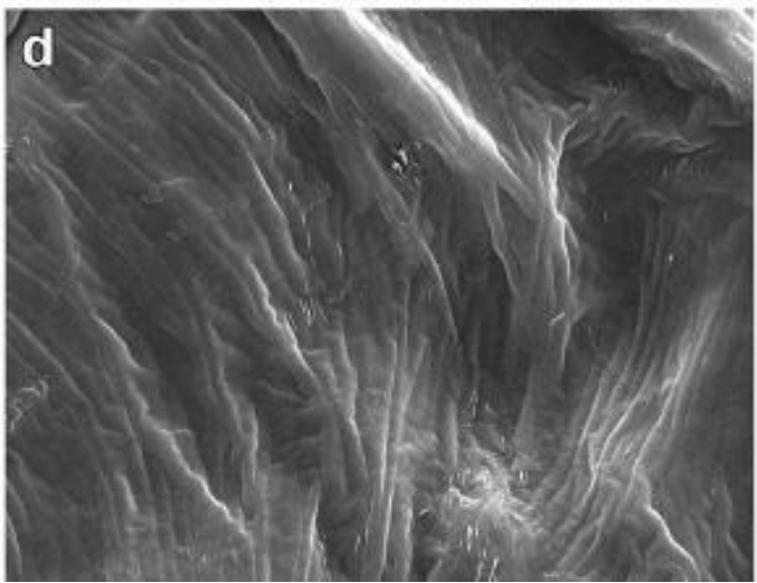
Le **CERE EPICUTICOLARI**, che rendono le superfici particolarmente idrorepellenti, conferiscono un caratteristico colore azzurrognolo alle superfici.



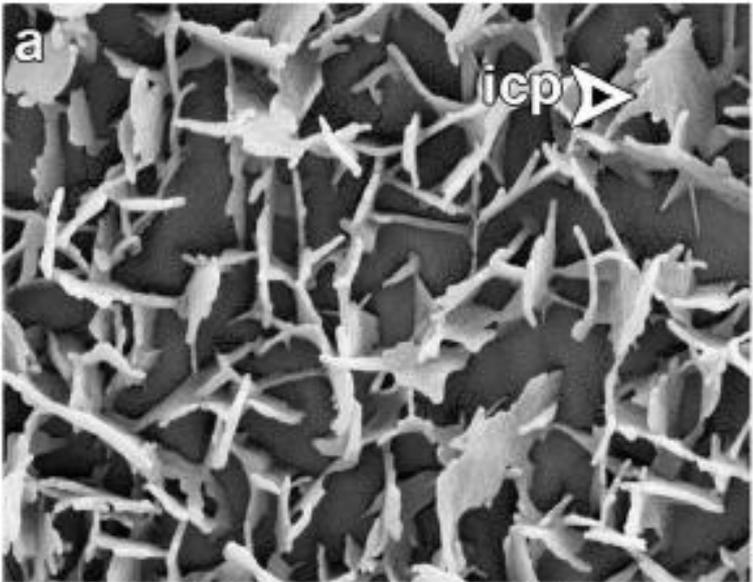
Z. mays



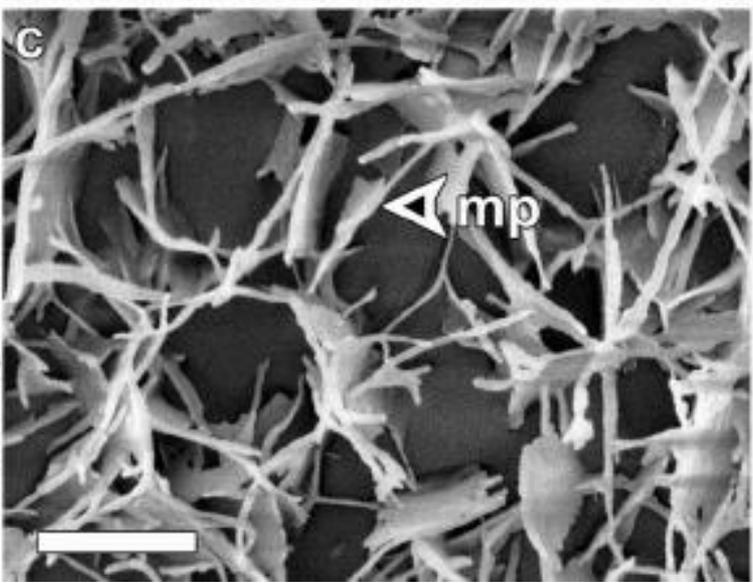
A. thaliana



T. aestivum



L. angustifolius





Vantaggi (evolutivi) conferiti dalla presenza di cuticola:

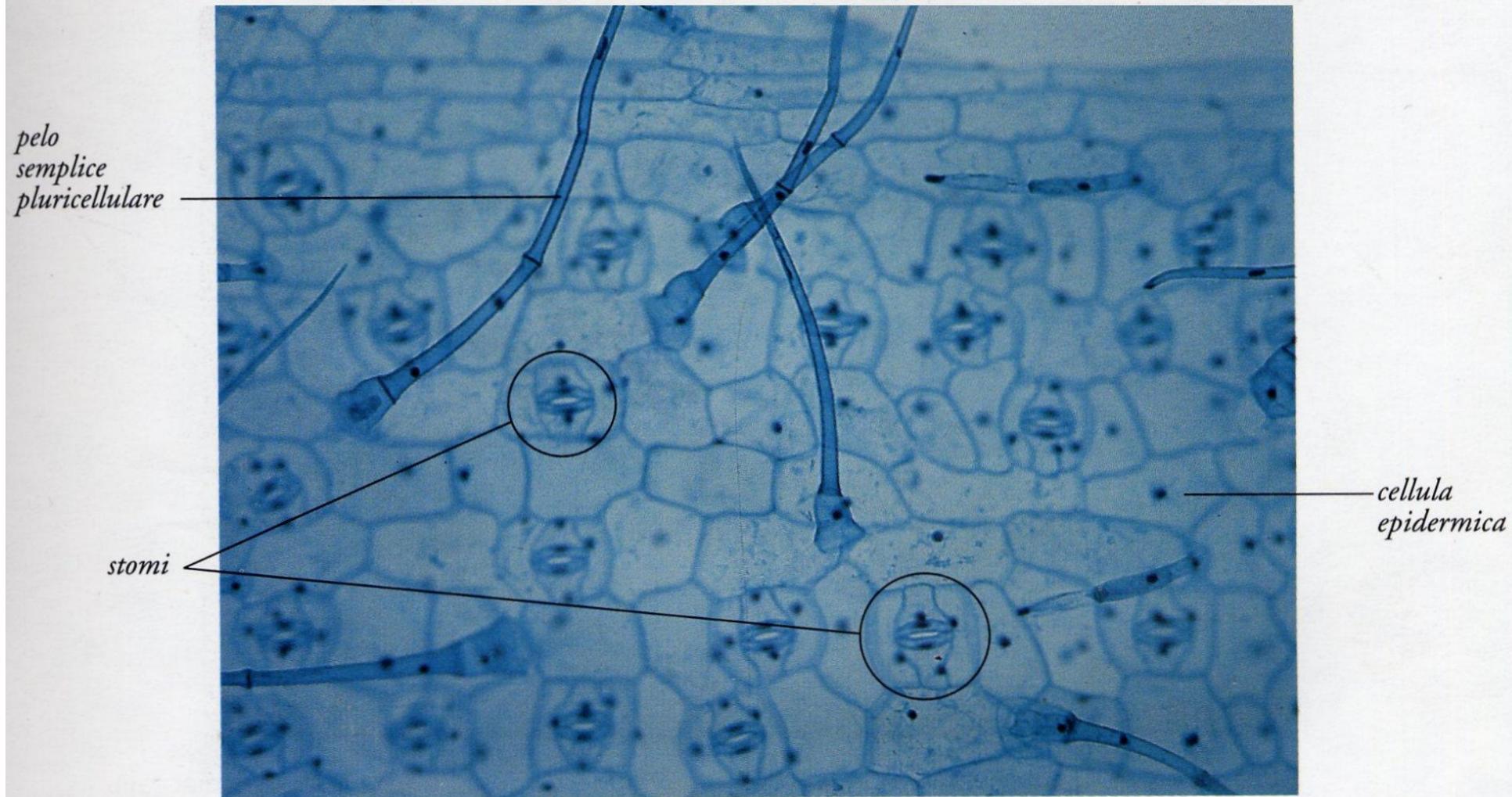
- riduce drasticamente la perdita di acqua dall'organo
- la traspirazione cuticolare delle sottili foglie delle specie di ambienti umidi (con cuticola sottile) non raggiunge neppure il **10%** della velocità di evaporazione di una uguale superficie libera d'acqua.
- Nelle foglie di conifere e sclerofille mediterranee (es. leccio, *Quercus ilex*) la traspirazione ammonta solo allo **0,5%**.
- Nelle piante grasse (es. in alcune *Cactaceae*), la cuticola ha spessori ragguardevoli, la traspirazione ammonta appena allo **0,05%**.
- “must” per le piante omoioide terrestri
- cuticola \leftrightarrow conquista evolutiva fondamentale per assicurare la sopravvivenza della pianta negli ambienti delle terre emerse.

Strutture cellulari presenti sulle epidermidi, con forme e F(x) diverse:

- **pelì** (detti anche TRICOMI)
- **ghiandole**
- **stomi**

Derivano da singole cellule epidermiche che si differenziano per funzione= **idioblasti**.

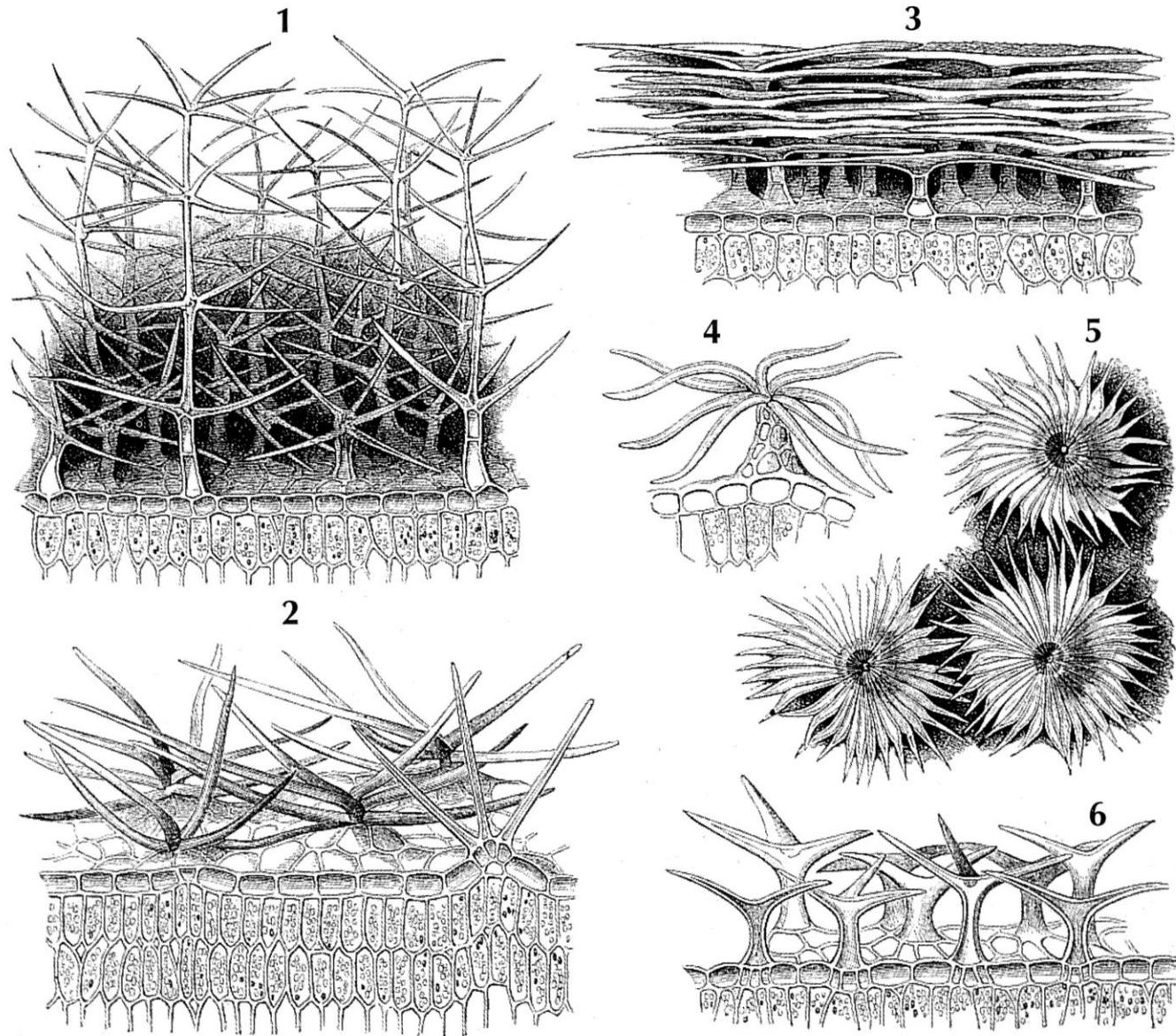




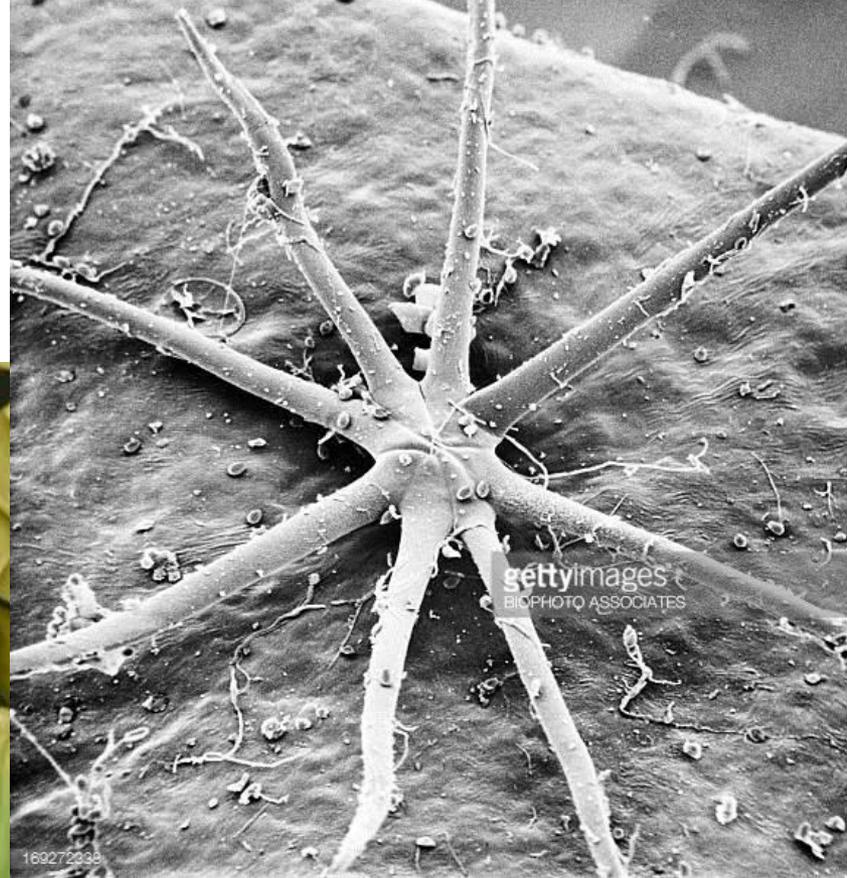
Peli e stomi nell'epidermide di tradescanzia (*Tradescantia* L., fam. Commelinaceae).

Osservazione di fronte. x 100 (90)

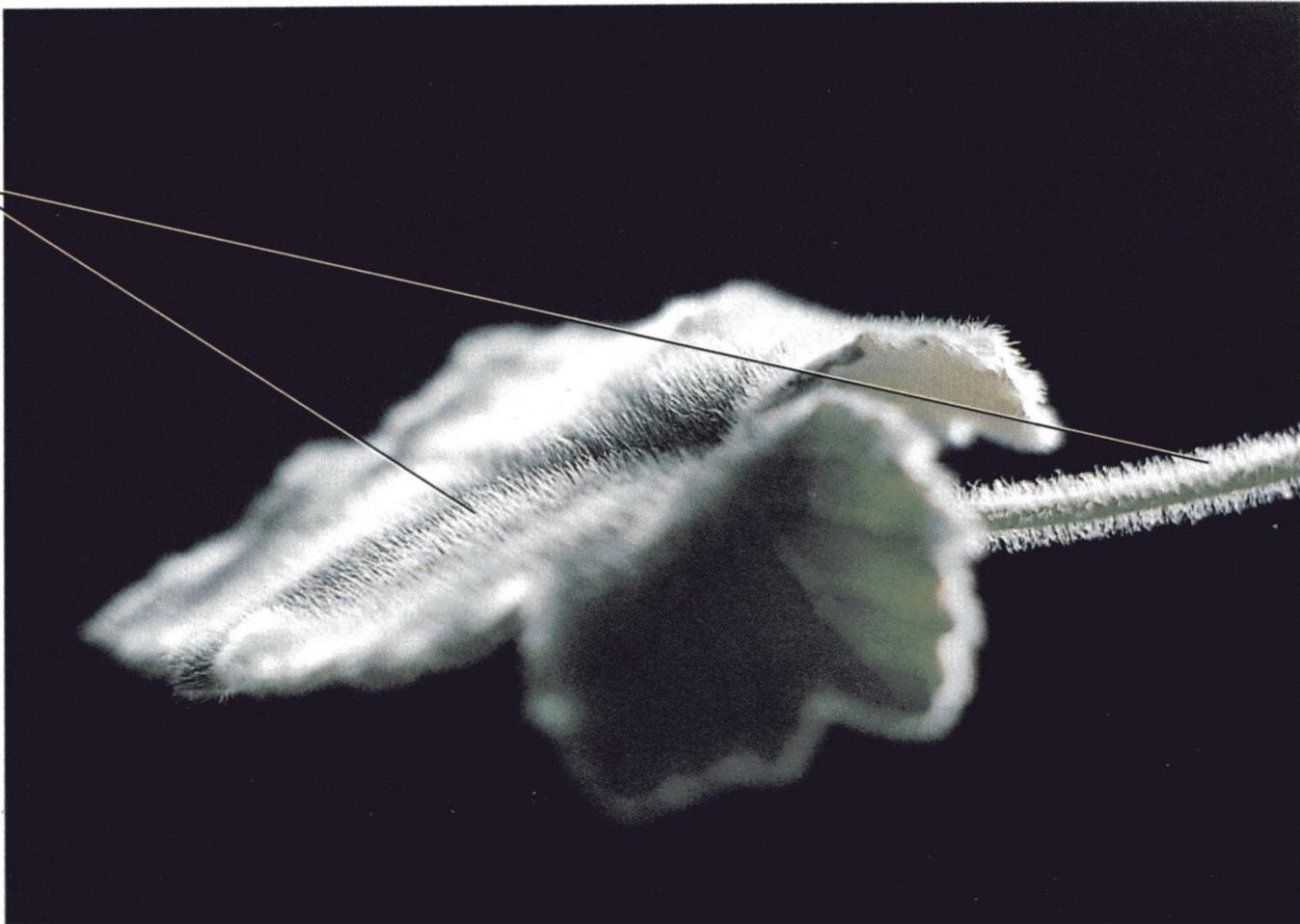
I peli semplici, se pluricellulari, sono composti da cellule allineate in un'unica fila.



Peli di 1) verbasco (*Verbascum densiflorum* Bertol.), **2) potentilla** (*Potentilla cinerea* Chaix), **3) artemisia** (*Artemisia umbelliformis* Lam), **4) correa** (*Correa speciosa* Ait.), **5) oliagno** (*Elaeagnus angustifolia* L.), **6) aubrezia** (*Aubrietia deltoidea* DC).



peli protettivi

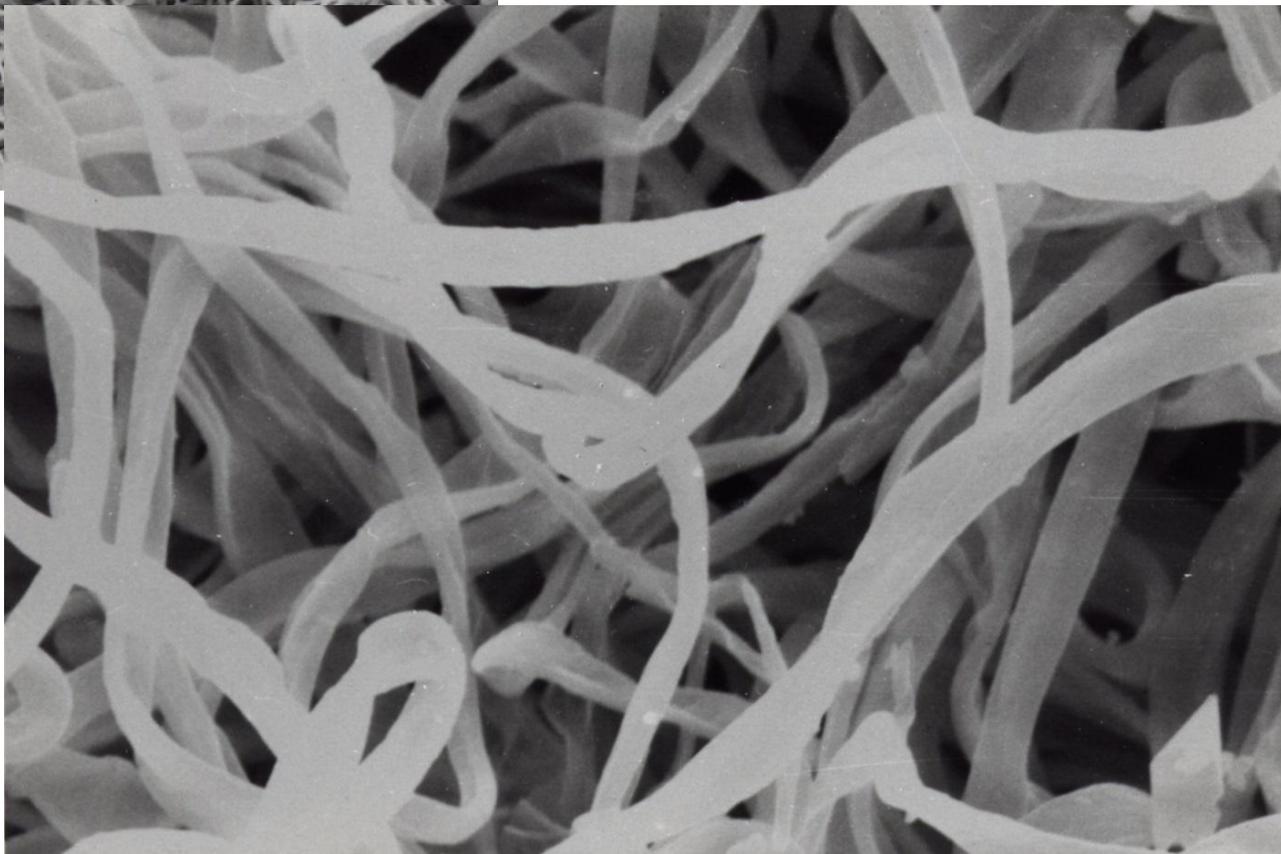
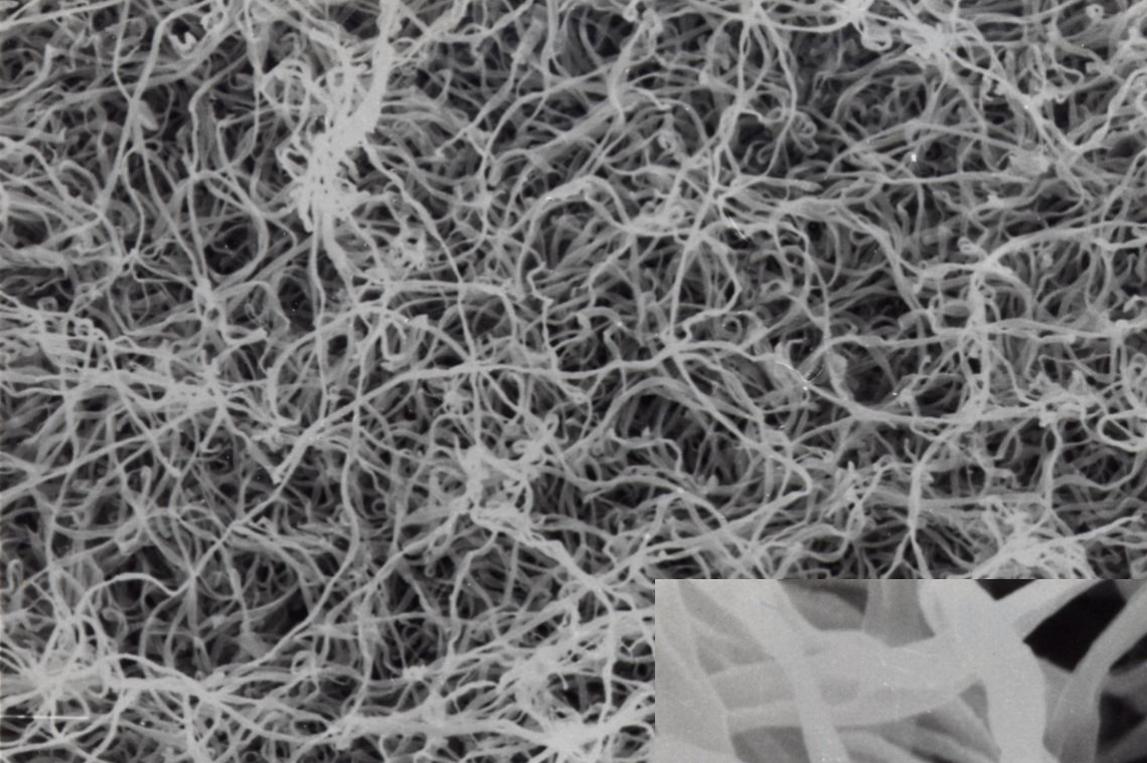


Peli formati da cellule morte, piene d' aria → riflessione della radiazioni solari, trattenuta di uno stato d' aria saturo di umidità



*peli
ad alberello*

Peli della foglia di tasso barbasso (*Verbascum thapsus* L., fam. Scrophulariaceae).
× 25 (25); × 100 (120)



Peli specializzati: strutture fiorali per essere esplorate da visitatori “utili” (per es. insetti pronubi), facilitare l’atterraggio, impedire l’accesso a certe parti della struttura fiorale o per indirizzarli in una certa direzione invece che verso un’altra.

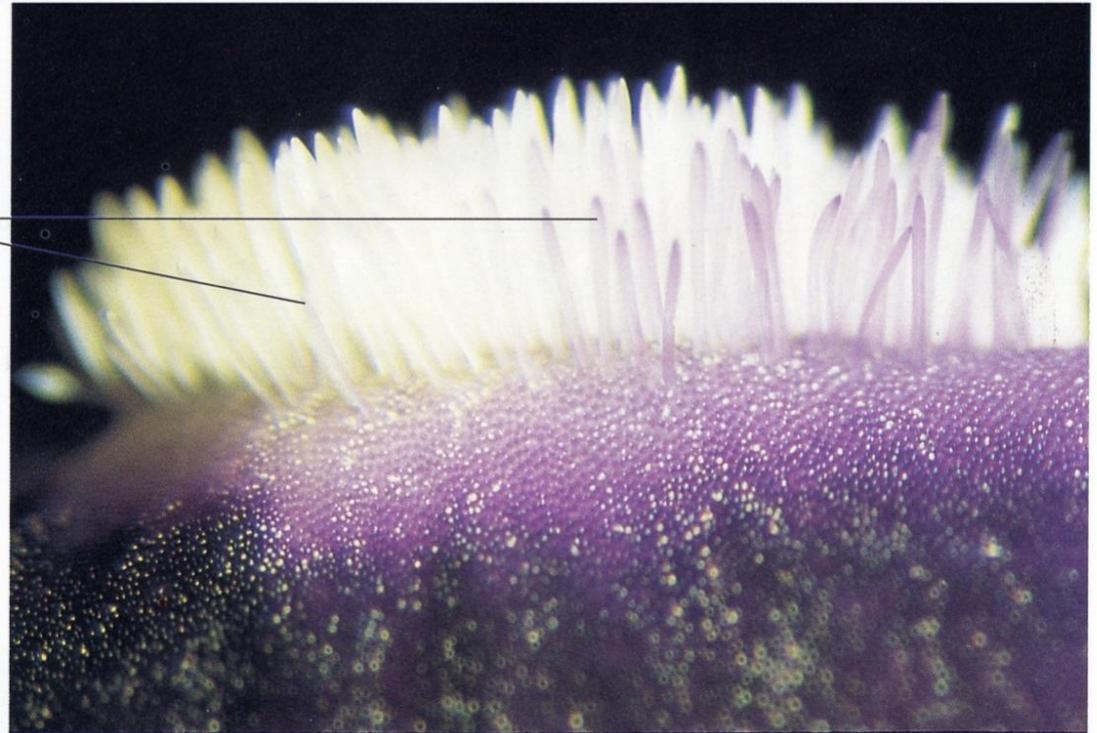
Peli nel petalo di viola del pensiero (*Viola x hortensis* Wittroch, fam. Violaceae).

x 32 (30); x 50 (57)

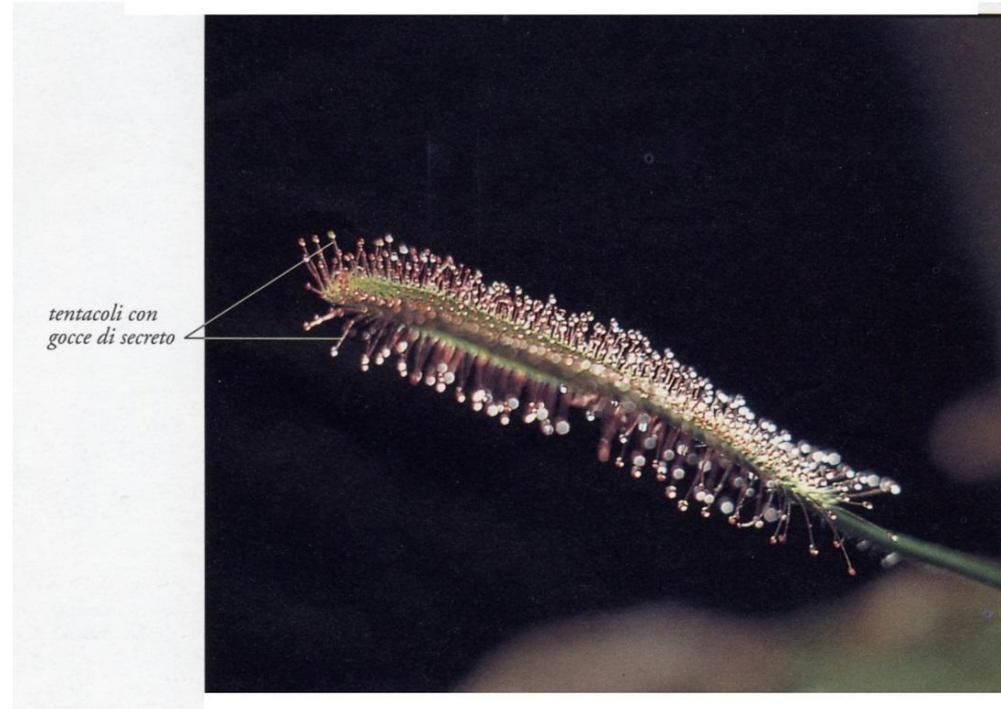
Un fitto cuscino di peli, alla base del petalo, funge da organo di ancoraggio per le api nel caso delle viole nettarifere.

peli

Altri peli specializzati, particolarmente carnosì e ricchi in sostanze lipidiche possono essere offerti come premio al visitatore, che se nutre, dopo essersi sporcato di polline.



Peli ghiandolari specializzati: e.g. in piante carnivore (*Drosera* spp.)

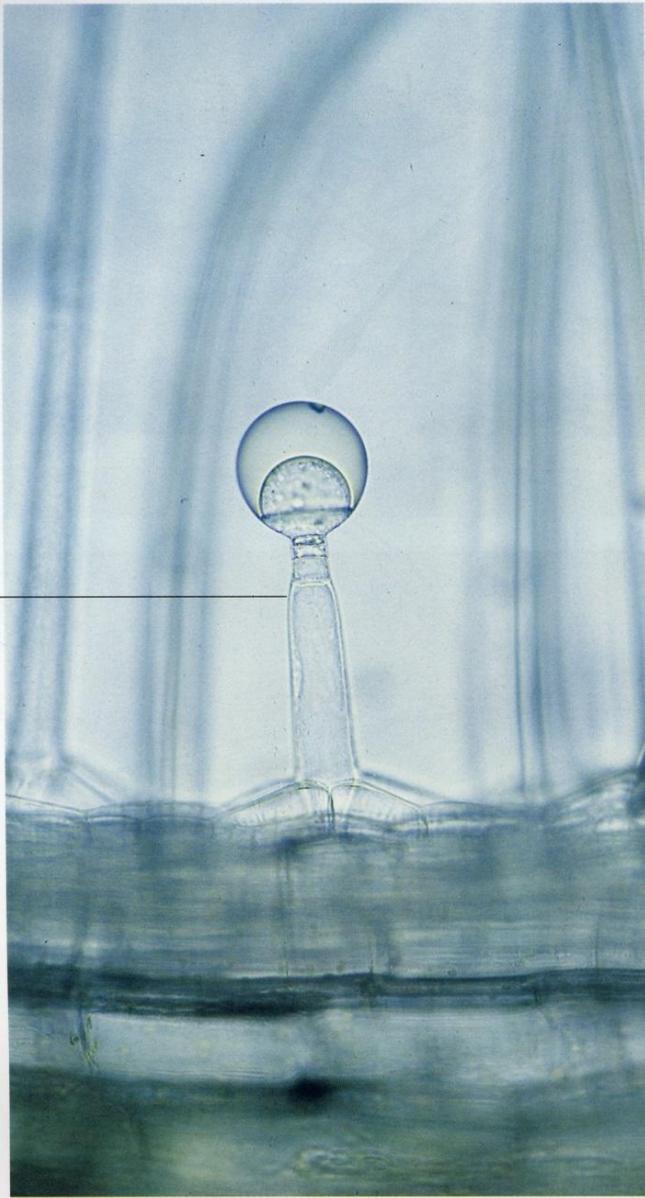


tentacoli con
gocce di secreto

Tentacoli delle foglie di drosera (*Drosera capensis* L., fam. Droseraceae).

I tentacoli delle foglie di questa pianta carnivora rappresentano, come gli aculei delle rose, un esempio di *emergenze*, cioè di prodotti dell'attività meristemica dell'epidermide in collaborazione con l'attività di altri tessuti. Nell'immagine è evidente il secreto vischioso, ricco di enzimi proteolitici, prodotto dalle cellule ghiandolari poste alla sommità dei tentacoli.

pelo capitato



Pelo ghiandolare della foglia di geranio (*Pelargonium* L'Hér., fam. Geraniaceae).

x 200 (300)

Peli di questo tipo, costituiti da una o più cellule secretrici sorrette, come la capocchia di un fiammifero, da una porzione assile (un peduncolo pluricellulare), sono definiti *capitati*. Ai lati, sfocati, vi sono peli di protezione.





Pelo urticante di *Urtica dioica*



Queste strutture derivano da singole cellule dell'epidermide che mantengono più a lungo la capacità di dividersi, ma che daranno tutte origine poi a delle cellule adulte (sono definiti perciò **MERISTEMOIDI**).

Poiché le strutture generate si differenziano nettamente per forma e funzione dalle cellule del tessuto circostante, esse vengono definite **IDIOBLASTI**.



Galium aparine

www.sitkanature.org





Humulus lupulus



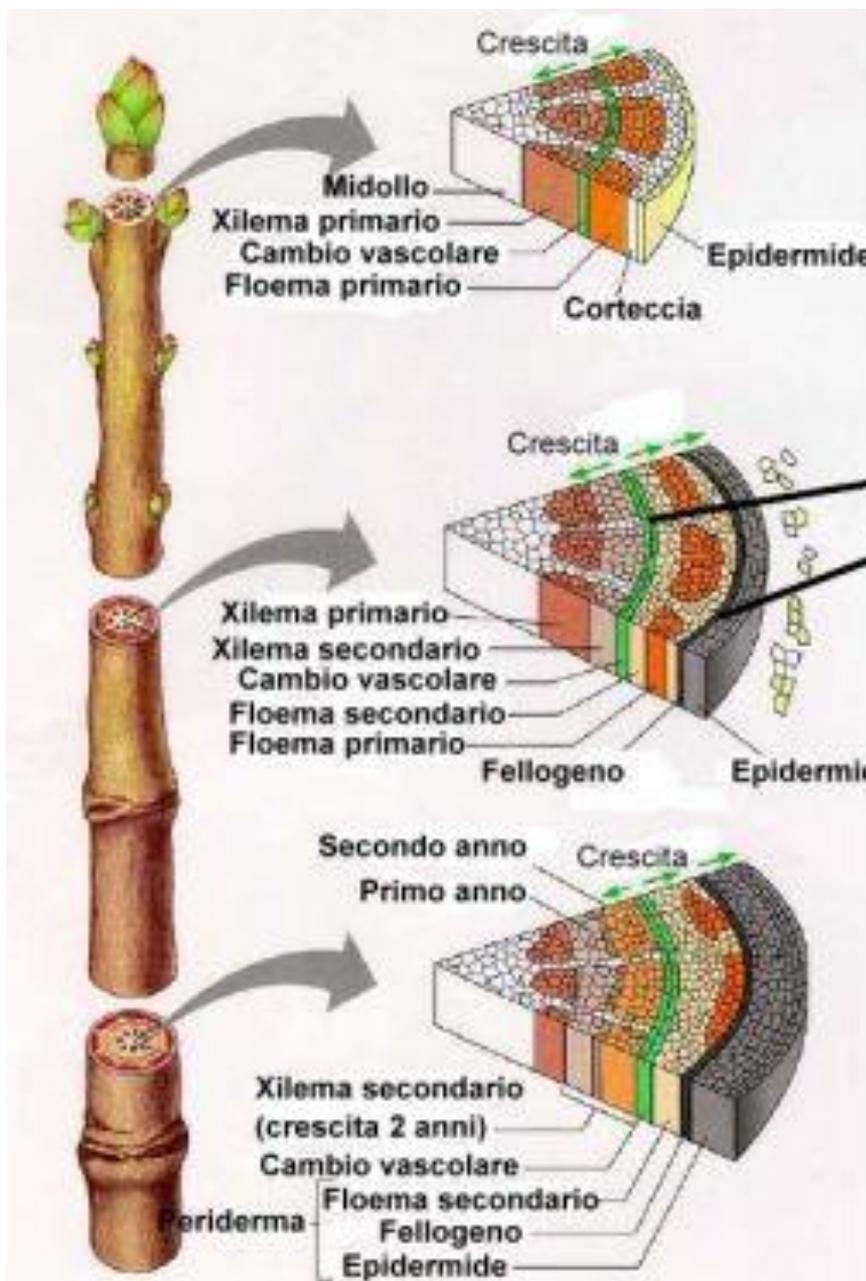
Emergenze

Spine (nei cactus)
= **organi fogliari
modificati!!!**



Aculei (non spine!!!) =
emergenze epidermiche!!!





La zona di **DETERMINAZIONE** è costituita da tre sistemi meristemati:

- 1) il **protoderma** → tessuto protettivo esterno (epidermide);
- 2) il **procambio** → cellule allungate, densamente citoplasmatiche ed organizzate in **cordoni procambiali**, differenziamento dei fasci vascolari di conduzione formati dai tessuti di trasporto dell'acqua e degli assimilati;
- 3) il **meristema fondamentale**, avvolge il procambio → tessuti parenchimatici e di sostegno; suddiviso in uno strato esterno (**protocorteccia** o **meristema periferico**) ed una parte interna (**protomidollo** o **meristema midollare**).

Sotto a questa zona (e quindi più vecchia della precedente) c'è la zona di **DIFFERENZIAZIONE** vera e propria.