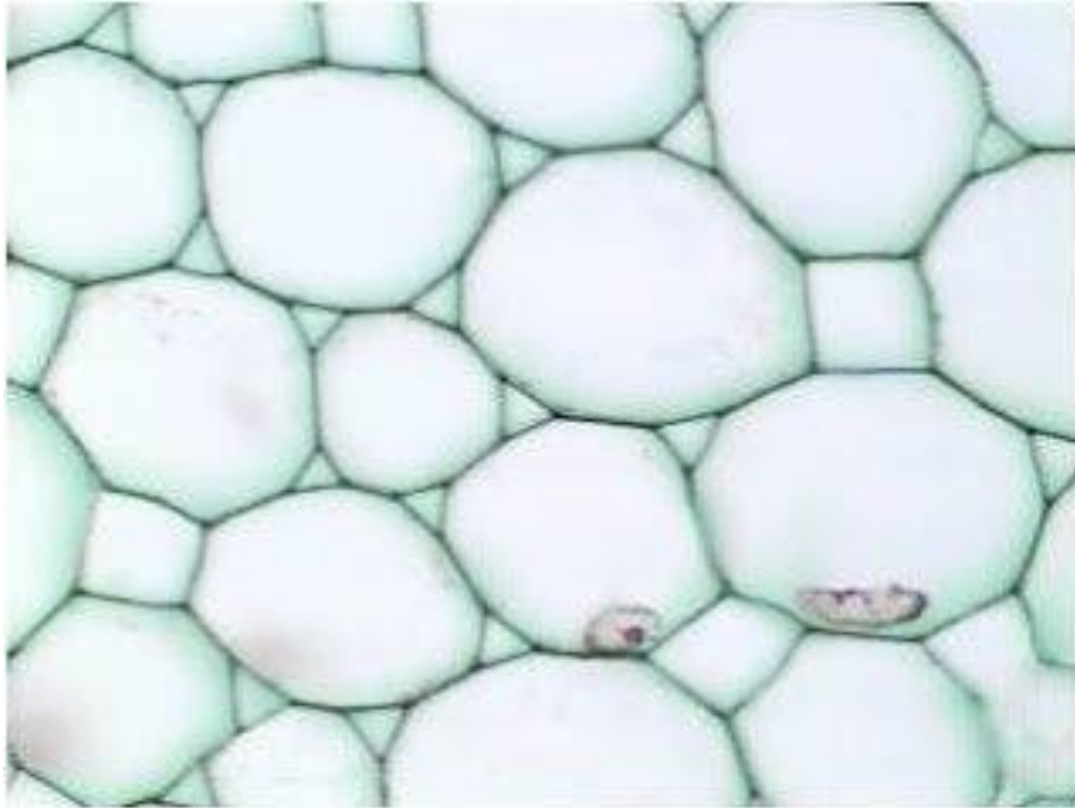


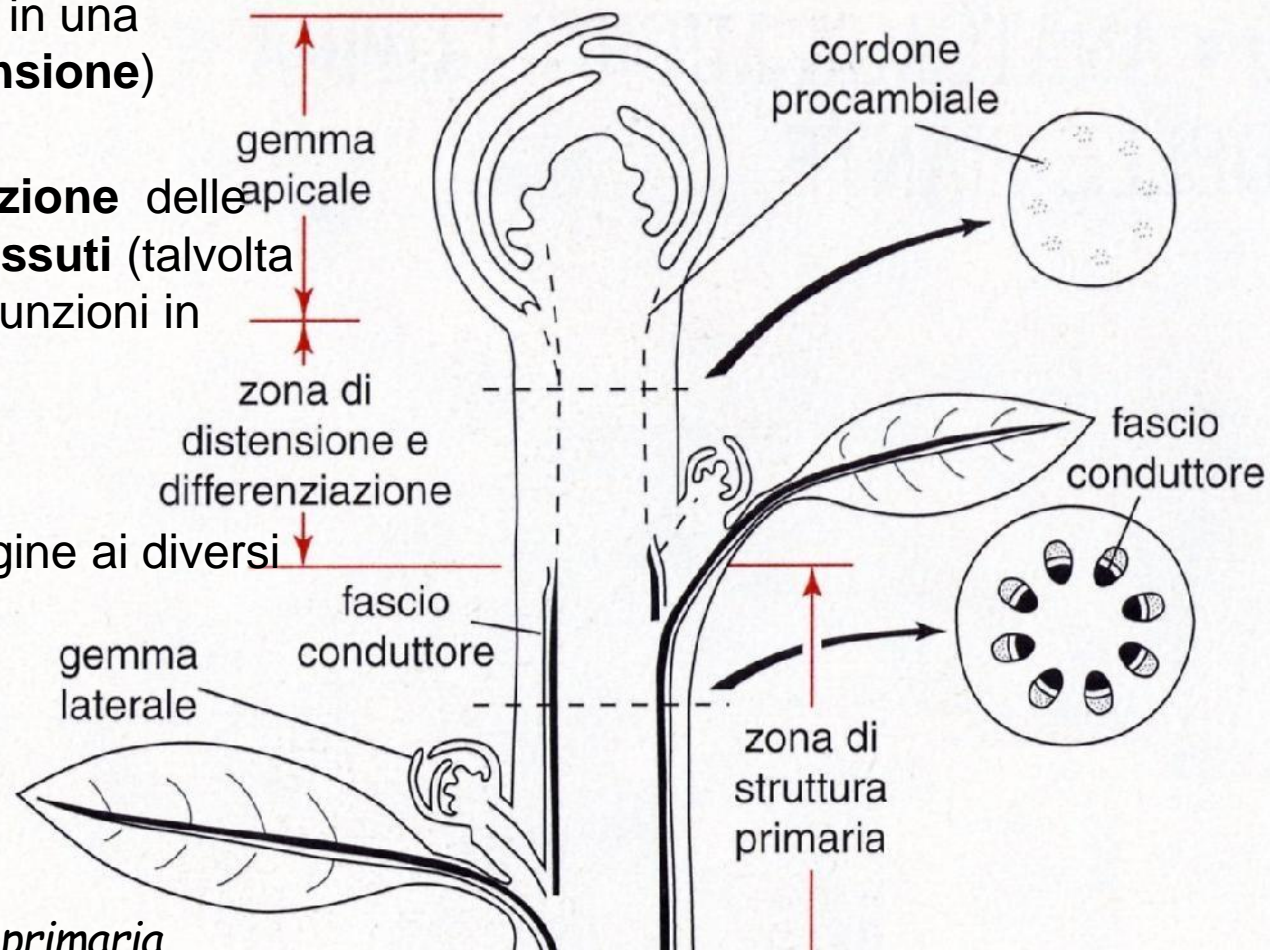
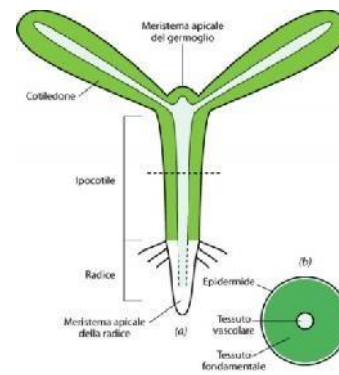
ISTOLOGIA VEGETALE



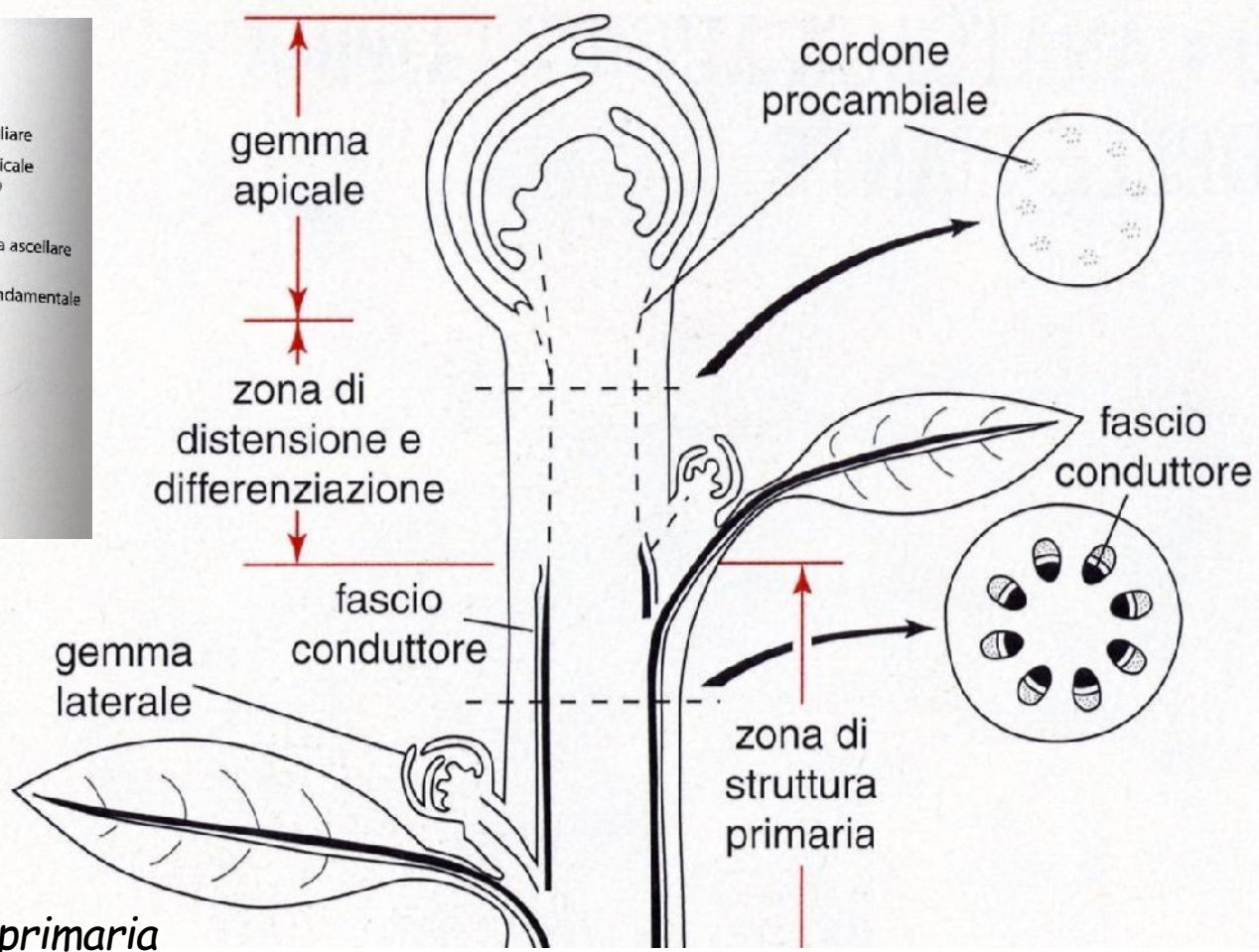
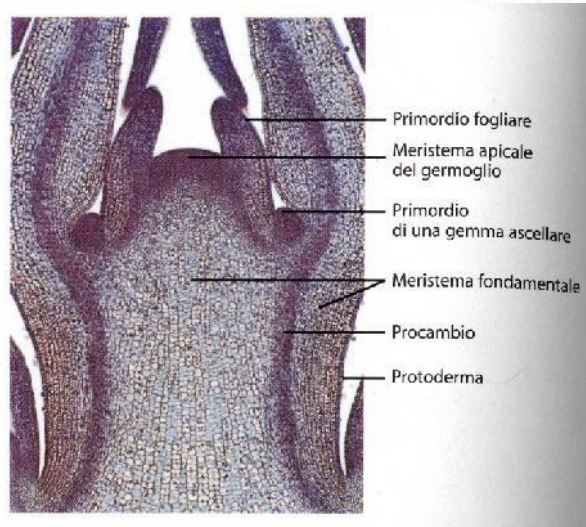
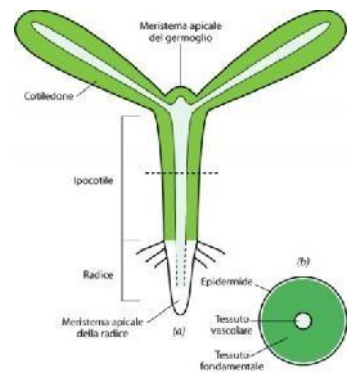
La crescita in dimensioni di una pianta avviene grazie a:

- Un aumento del numero di cellule a livello dei meristemi (**divisioni** mitotiche)
- Un successivo aumento (notevole) delle dimensioni cellulari, spesso in una direzione prevalente (**distensione**)
- La progressiva **differenziazione** delle singole cellule a formare **tessuti** (talvolta complessi) con specifiche funzioni in seguito ad un processo di **determinazione**.

I tessuti quindi daranno origine ai diversi organi.



Schema del fusto in struttura primaria



Schema del fusto in struttura primaria

I tessuti vegetali possono essere classificati in:

1.TESSUTI MERISTEMATICI

Costituiti da cellule che conservano la capacità di dividersi attivamente per mitosi.

Da esse traggono origine tutti gli altri tipi di tessuti

2.TESSUTI ADULTI (O DEFINITIVI)

Costituiti da cellule completamente differenziate, che (salvo rare eccezioni) non si dividono.

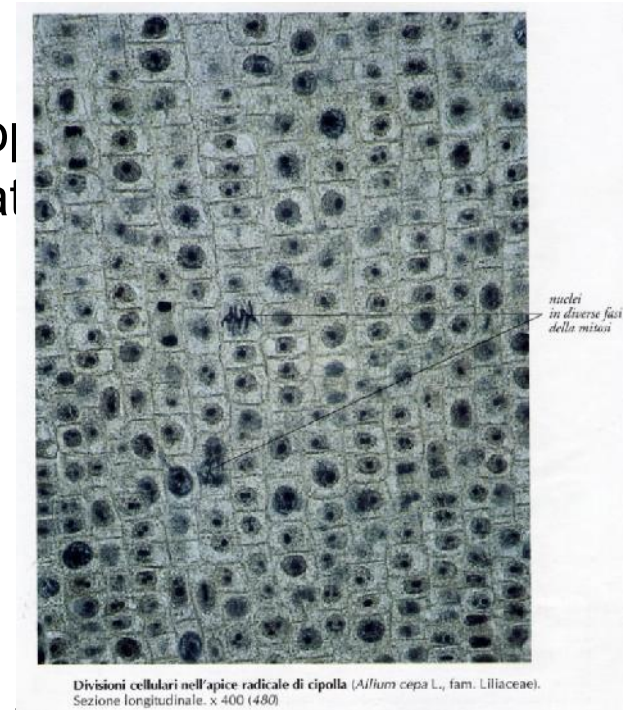
TESSUTI MERISTEMATICI – Distinti in base all'origine in:

•**PRIMARI**: derivano direttamente dal **tessuto embrionale**. Cellule in **attiva divisione**, piccole, isodiametriche

Parete primaria assente o sottile, grande nucleo; citoplasma con ribosomi e mitocondri; plastidi non ancora differenziati; numerosi piccoli vacuoli dispersi.

Es.: meristemi apicali e laterali dei germogli e radice; vascolare.

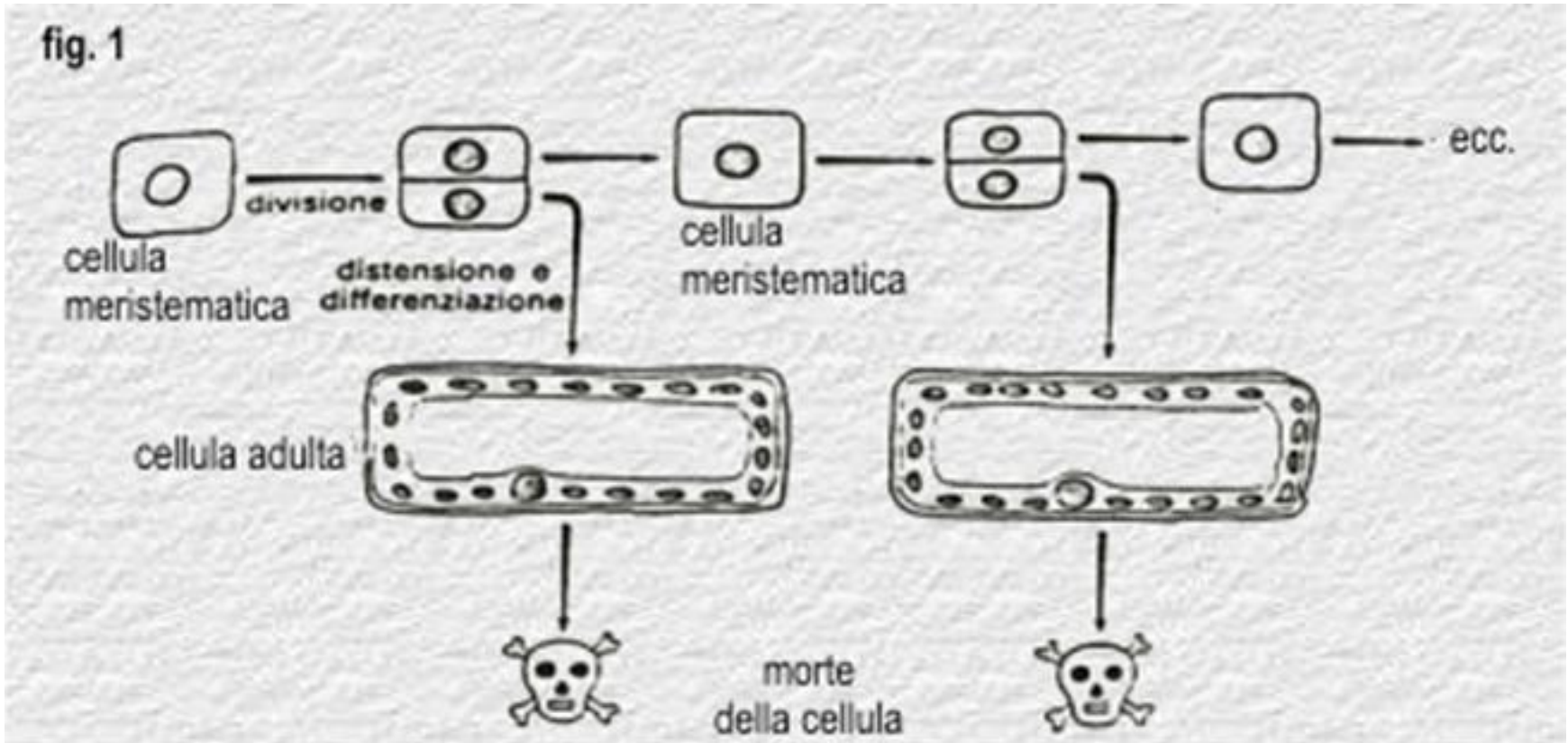
Danno origine ai tessuti della **struttura primaria** della pianta.



•**SECONDARI**: non sono presenti nell'embrione, ma **derivano da cellule già adulte**, quindi completamente differenziate (generalm. parenchima), che in seguito a determinati stimoli **riprendono la capacità di dividersi** mitoticamente, formando nuovi tessuti.

Importanti nella **crescita secondaria** in spessore del fusto e della radice.

Es: cambio subero-fellodermico, parte del cambio cribro-vascolare, m.avventizi



Le cellule meristematiche non solo aggiungono nuove cellule per la crescita della pianta, ma anche si perpetuano: non tutte le cellule prodotte dalle divisione nei meristemi si sviluppano in cellule adulte, ma alcune rimangono meristematiche (cellule iniziali).

CELLULA ADULTA

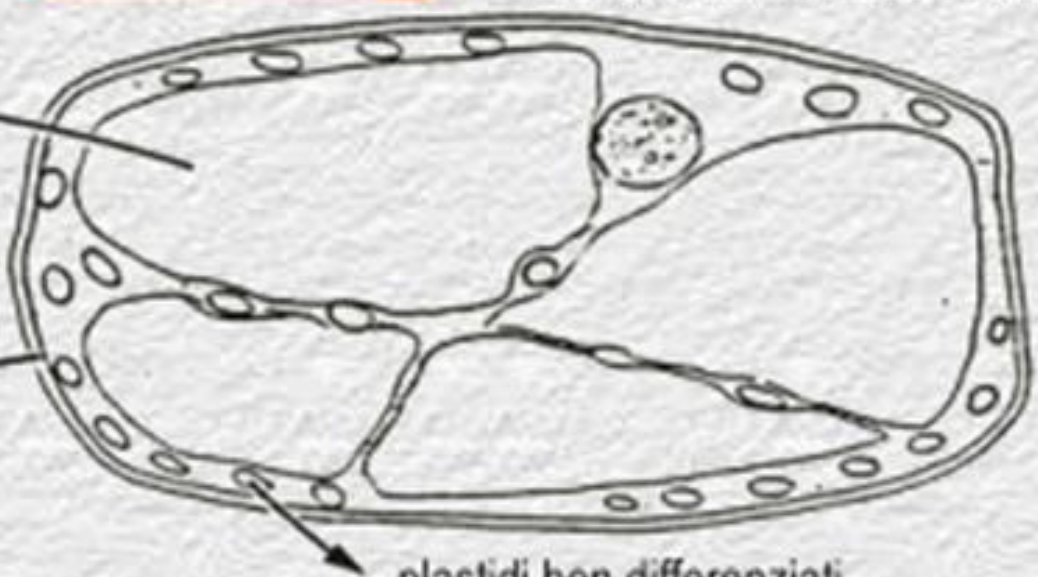
dimensioni medie: 50 - 200 μ

spazio interno della cellula occupato in gran parte dai vacuoli

parete cellulare più spessa (comparsa della parete secondaria)

parete cellulare molto sottile

spazio interno della cellula pieno di citoplasma



plastidi ben differenziati



CELLULA MERISTEMATICA

dimensioni medie: 20 μ

plastidi allo stato embrionale (proplastidi)

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

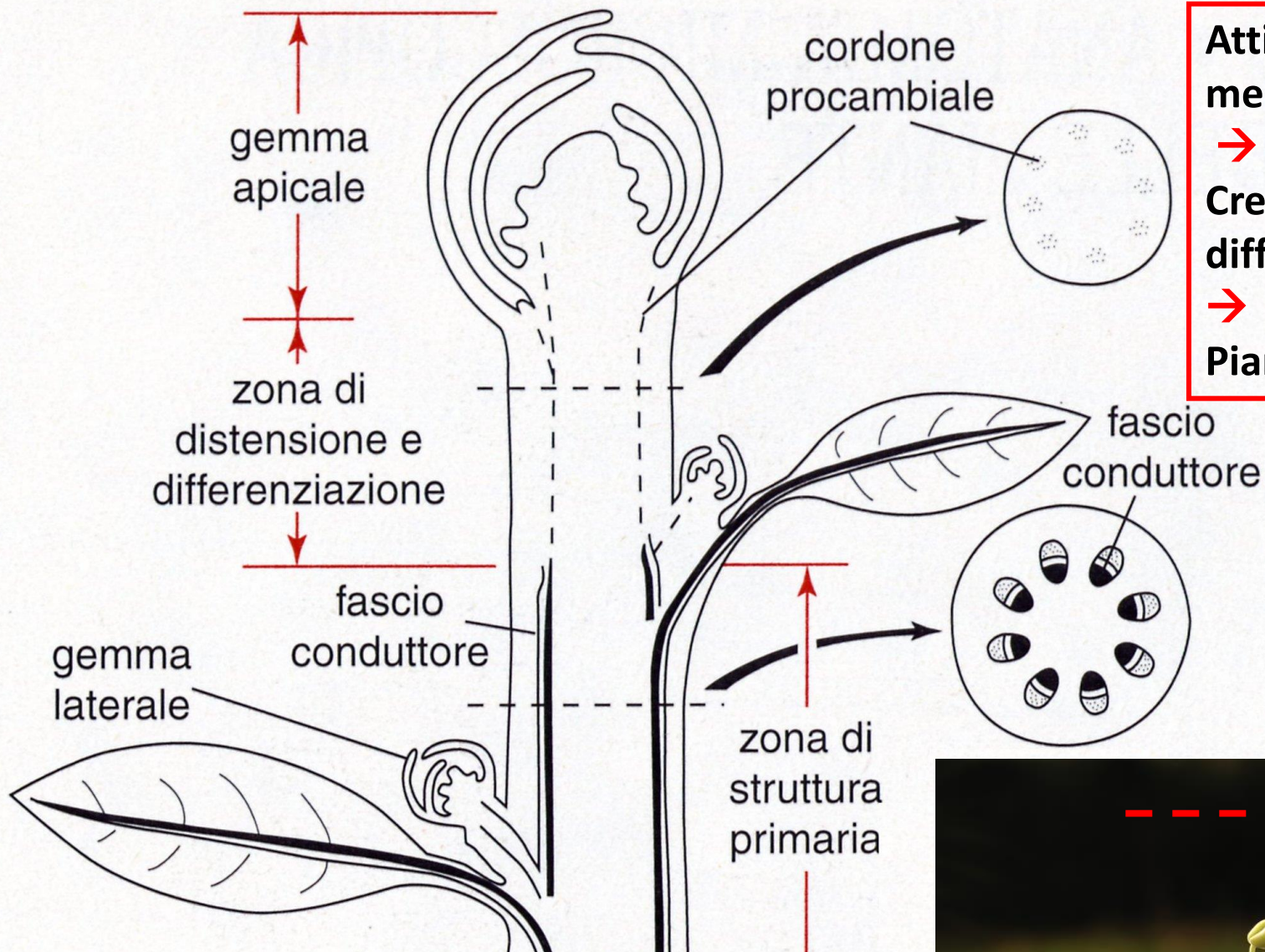
CONDUTTORI

COMPLESSITA'

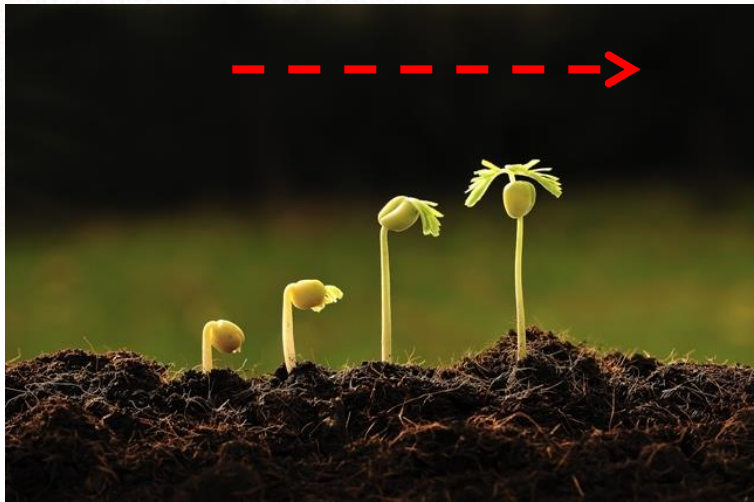
SEMPLICI

COMPOSTI

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



Attività meristemica
 →
Crescita e differenziamento
 →
Pianta adulta



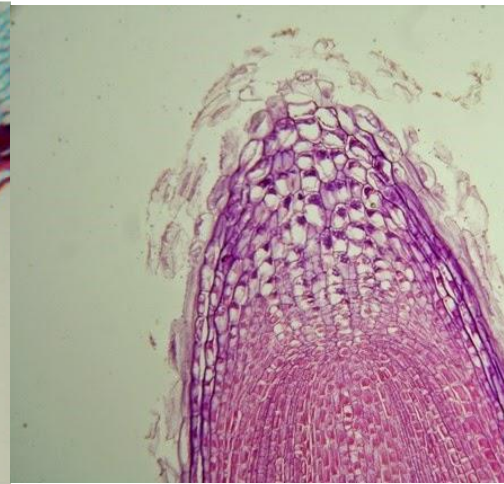
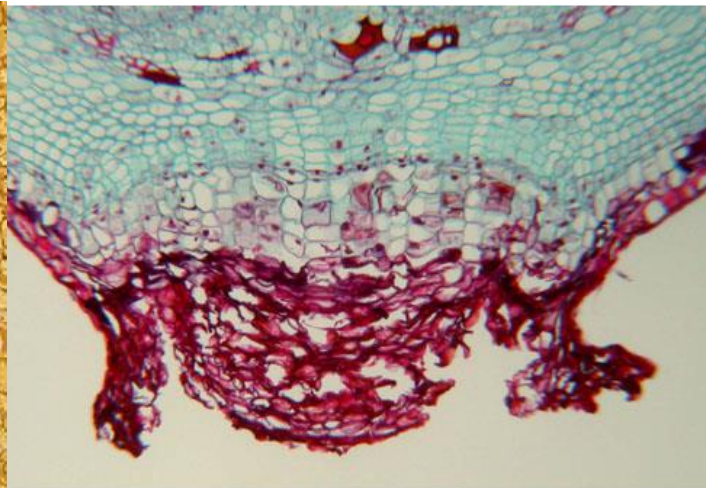
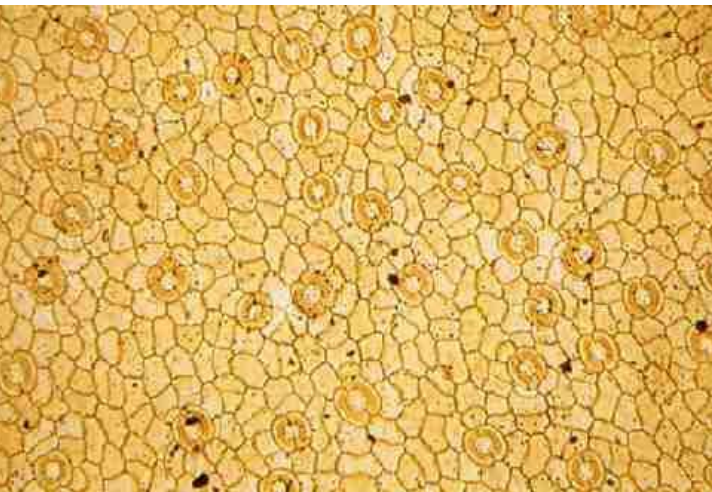
TESSUTI TEGUMENTALI (primari e secondari)

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:

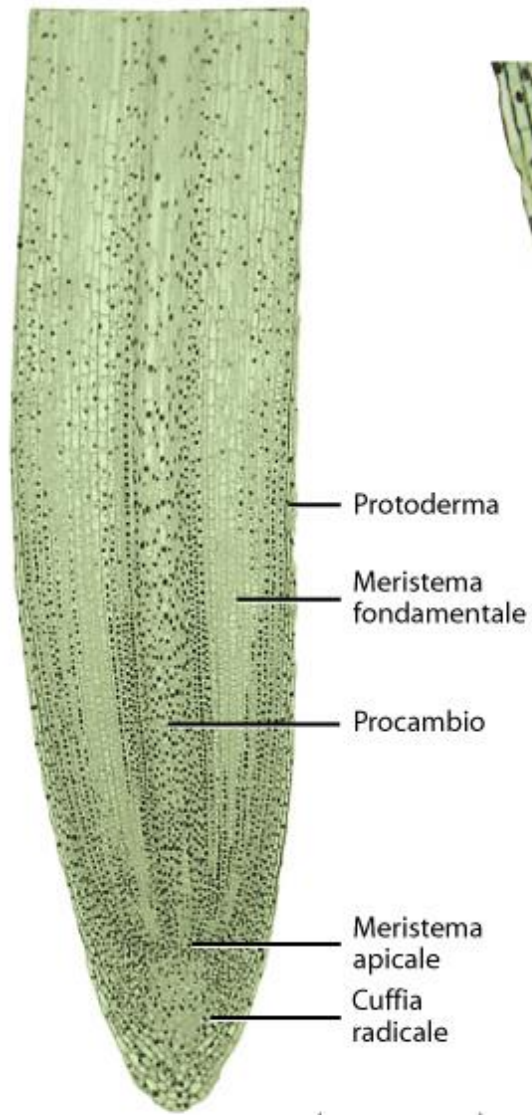
- strato più esterno di cellule addossate ed con parete fortemente igroscopica che ricopre l' apice radicale;
- tessuto effimero le cui cellule muoiono presto → formazione dell' **esoderma**.

Epidermidi multiseriate

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

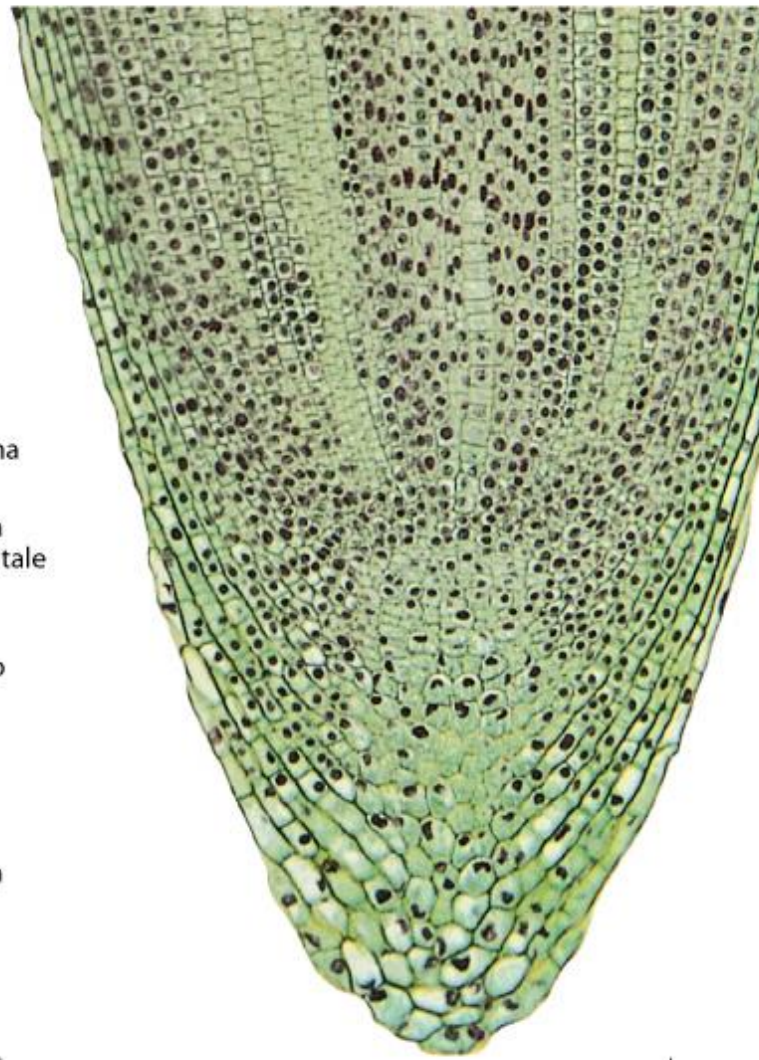


F(x): rapido assorbimento e riduzione della perdita dell' H_2O ; protezione osmotica e meccanica.



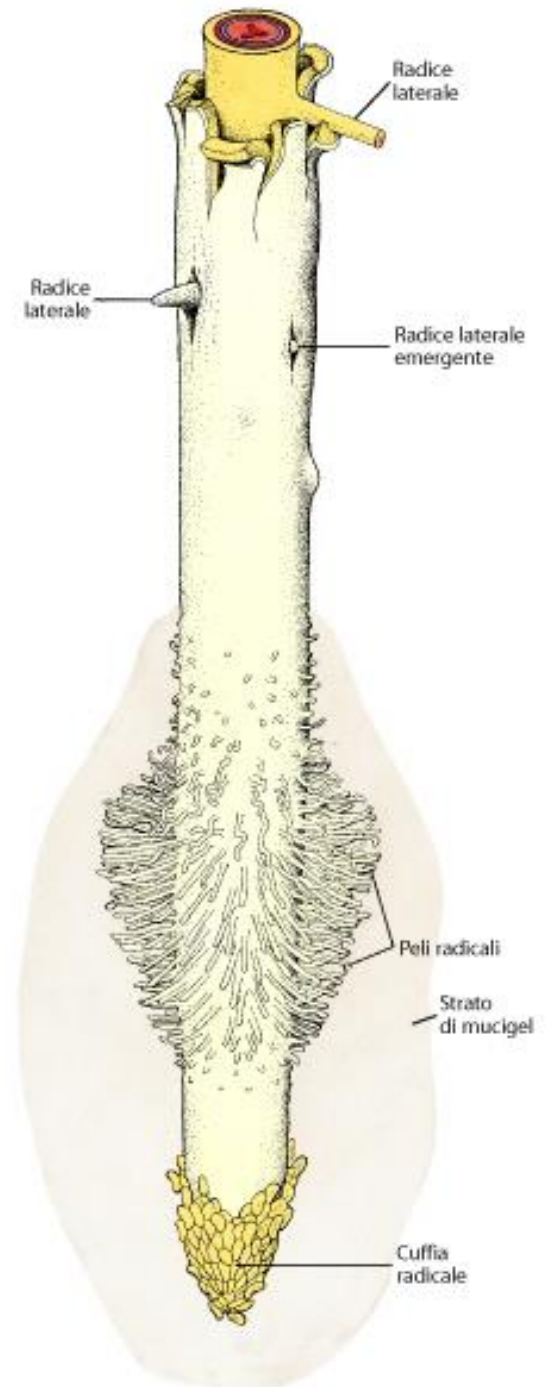
(a)

500 μ m

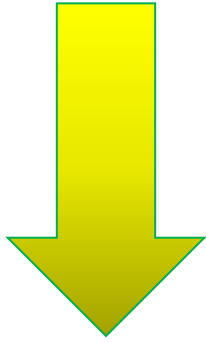


(b)

200 μ

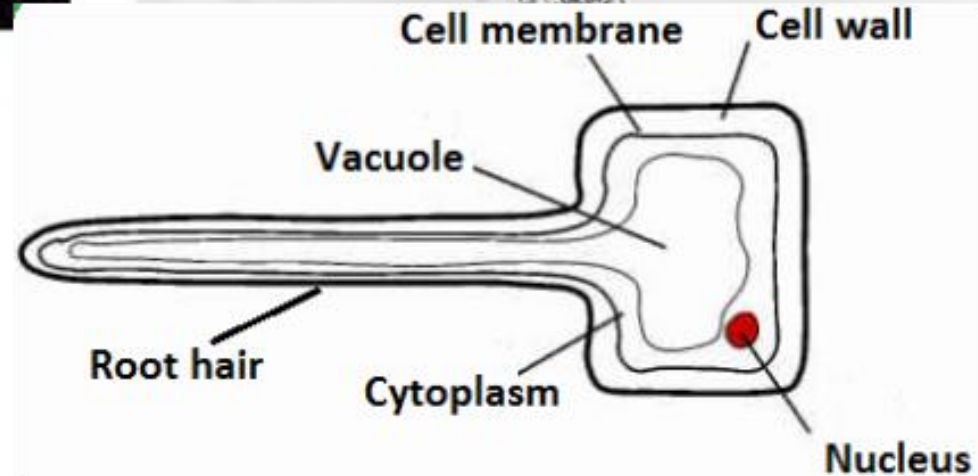
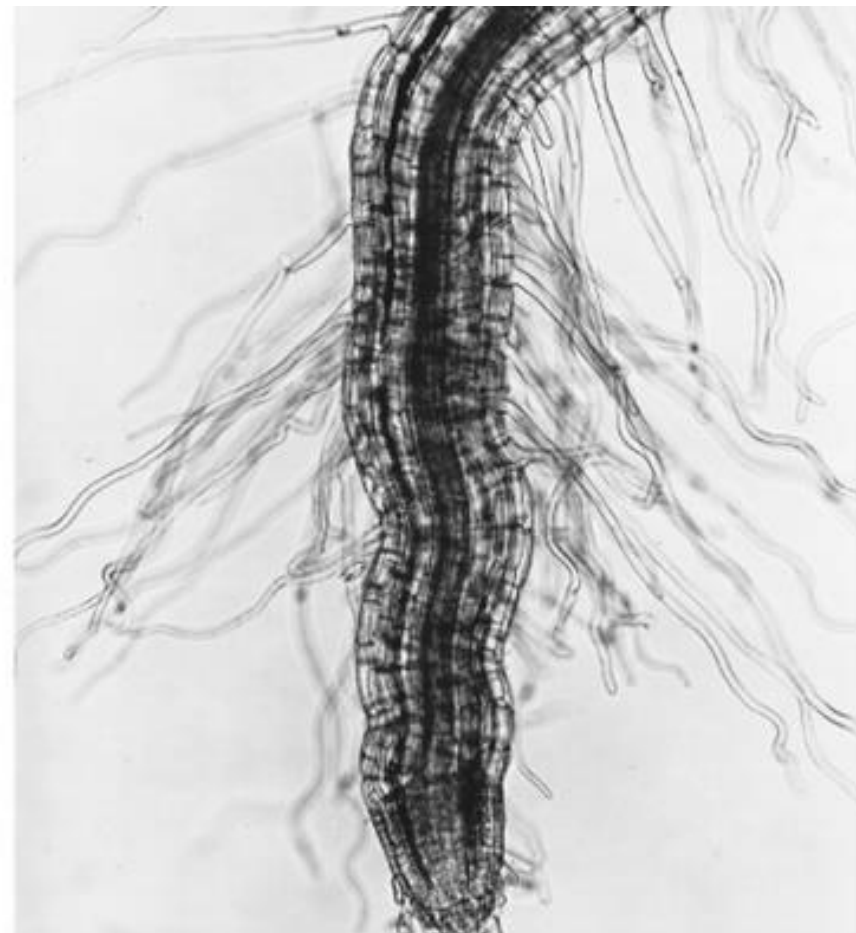


A breve distanza dall'apice radicale il rizoderme **aumenta** fortemente la propria **superficie di assorbimento**.



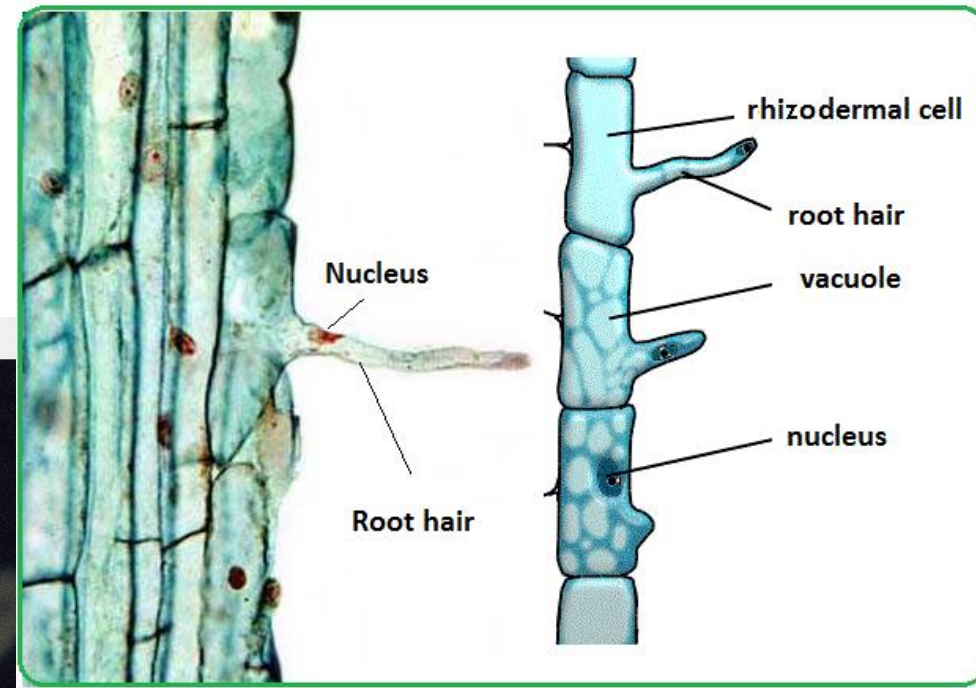
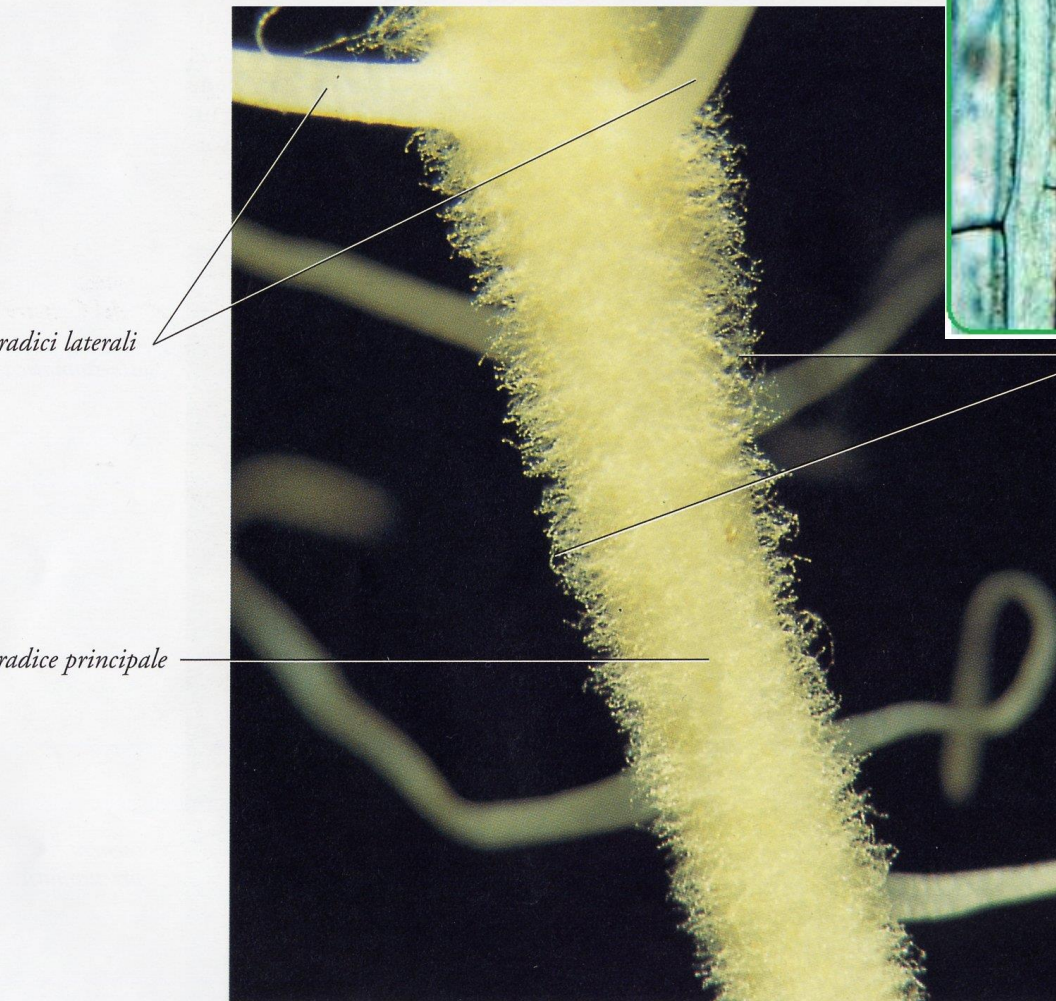
(a)

→ **peli radicali unicellulari** dalla vita molto breve, particolarmente evidenti negli apparati radicali di giovani plantule.





I peli radicali non vengono prodotti quando:



- 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).

Zona pilifera della radice di fagiolo (*Phaseolus vulgaris* L., fam. Leguminosae).

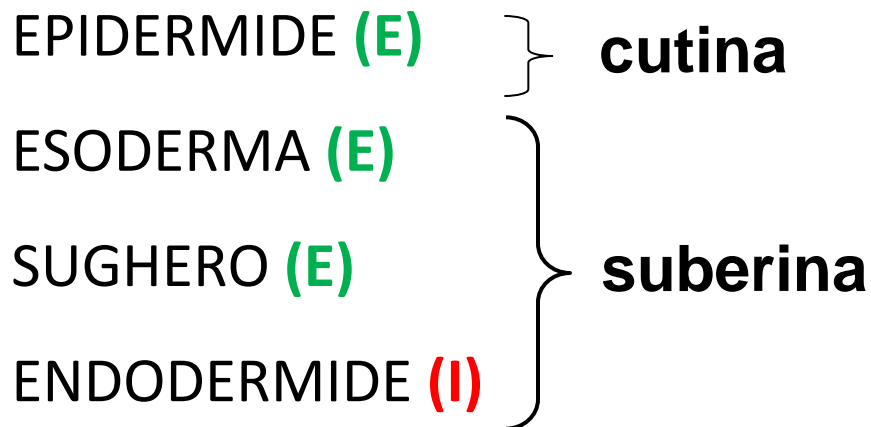
x 16 (17)

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.



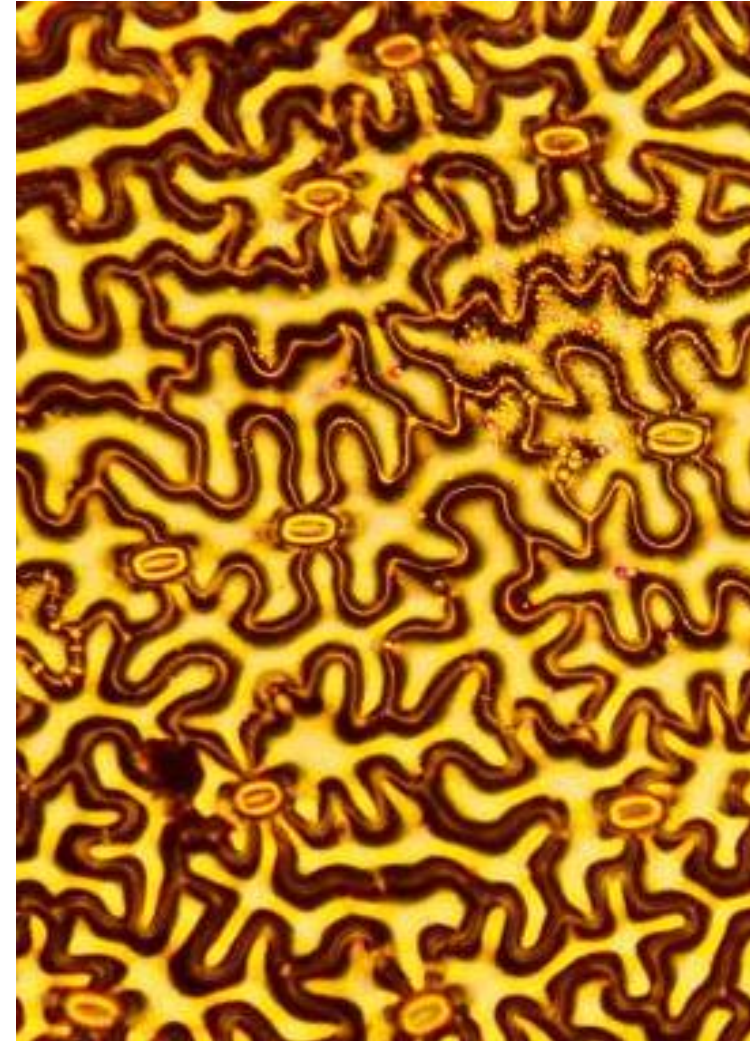
EPIDERMIDE

E' il tessuto di rivestimento del caule in struttura primaria e delle foglie, "dall'ipocotile in su".

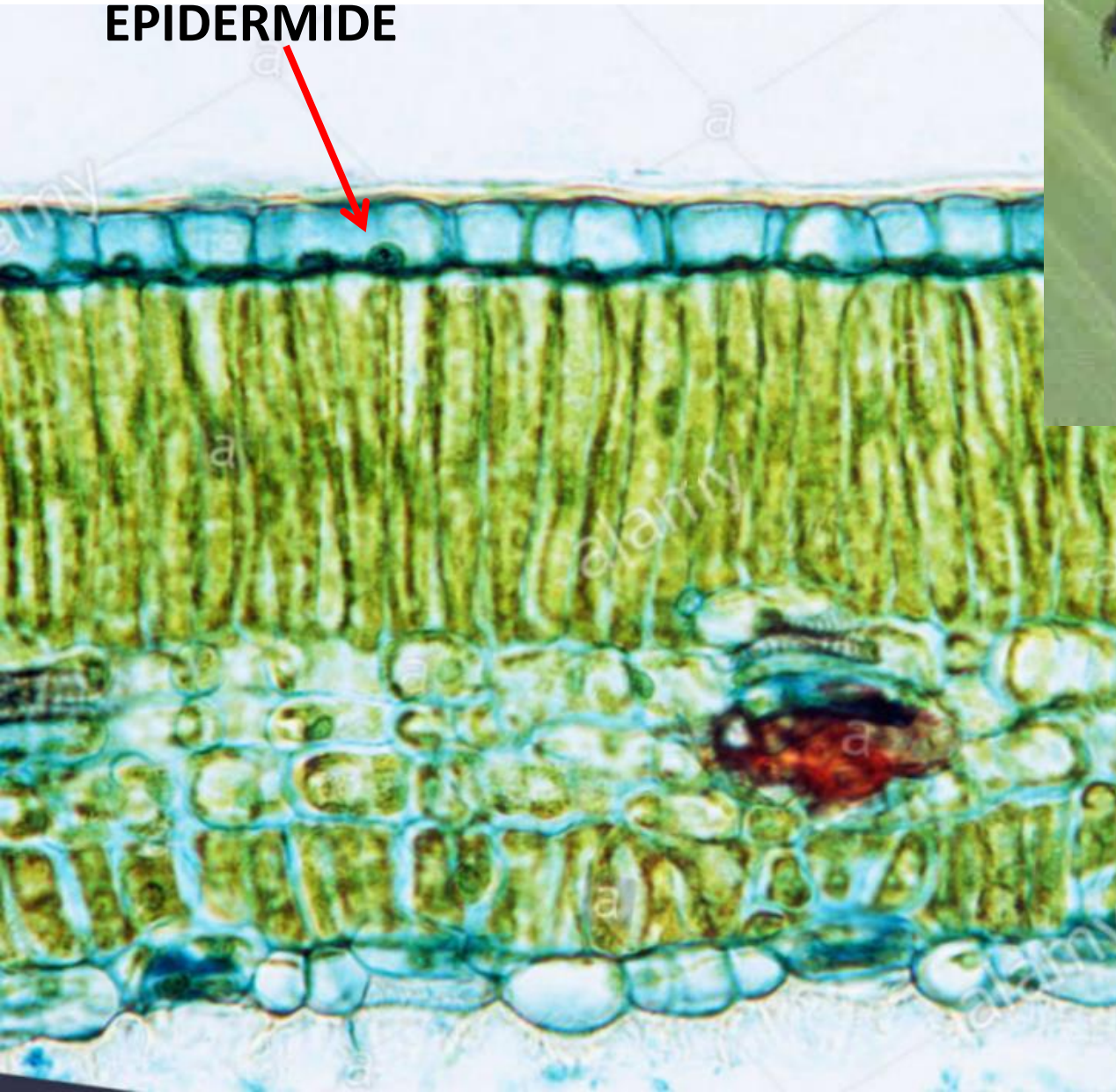
E' il tessuto che costituisce il primo rivestimento di tutti gli organi aerei della pianta prendendo origine direttamente dal **protoderma** dell'apice vegetativo del caule.

L'epidermide è costituita **in genere** da un **unico strato di cellule vive**, vacuolate, a volte colorate per la presenza di pigmenti (antociani) accumulati a livello del vacuolo, per cui il tessuto risulta colorato di rosso, rosa o violetto.

Tranne che nelle felci e in alcune piante di ambienti ombrosi e umidi, l'epidermide è priva di cloroplasti, gli organuli deputati allo svolgimento della fotosintesi. Solo gli stomi (v. sotto) ne sono provvisti.



EPIDERMIDE



Varie funzioni. Funzioni fondamentali dell'epidermide:

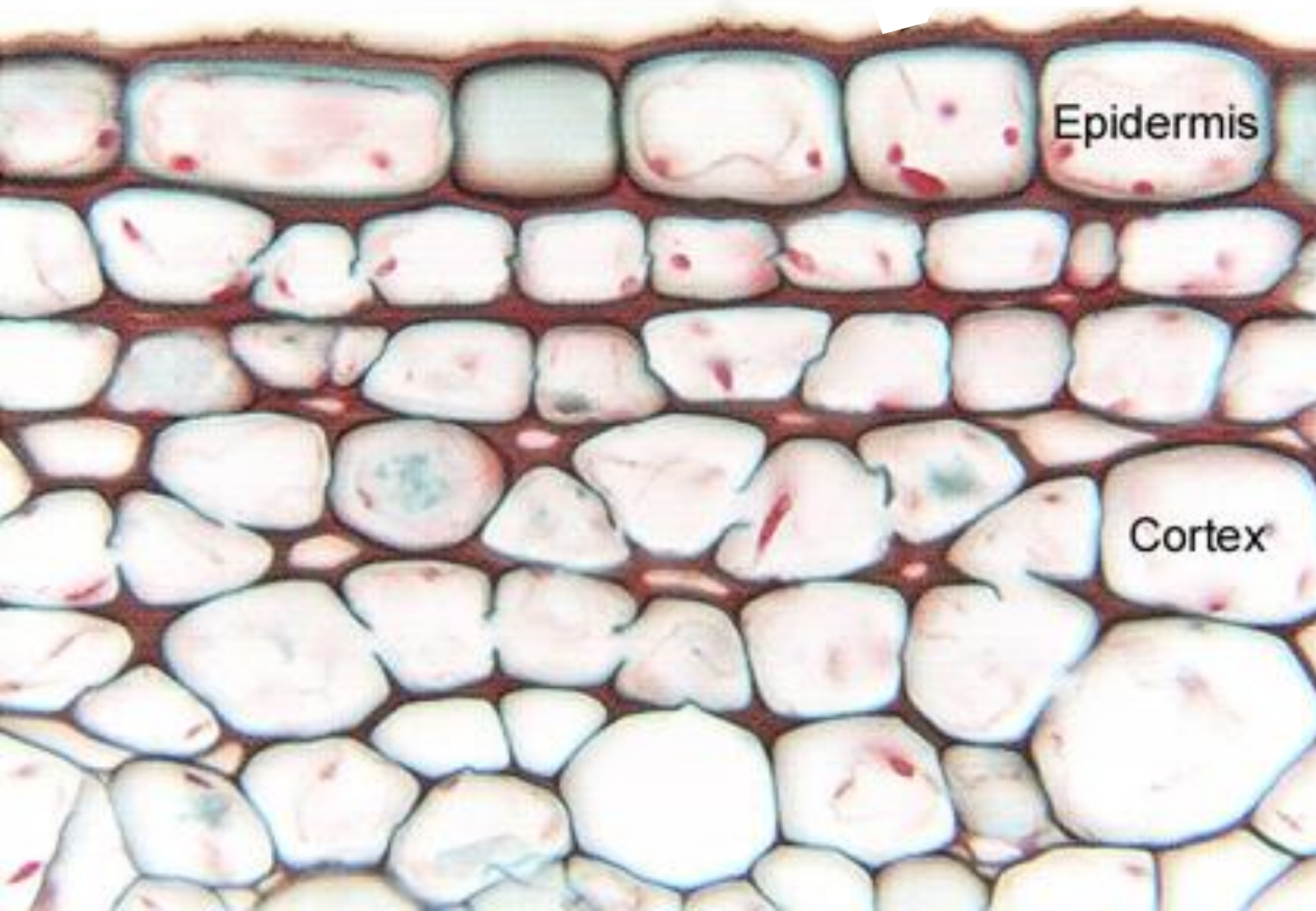
- protezione
 - limitazione della perdita di acqua
 - regolazione scambi gassosi
 - protezione meccanica (moderata)
 - difesa da patogeni

Per svolgere queste molteplici funzioni, l'epidermide è molto variabile: può differire da specie a specie, da organo ad organo di una stessa pianta.

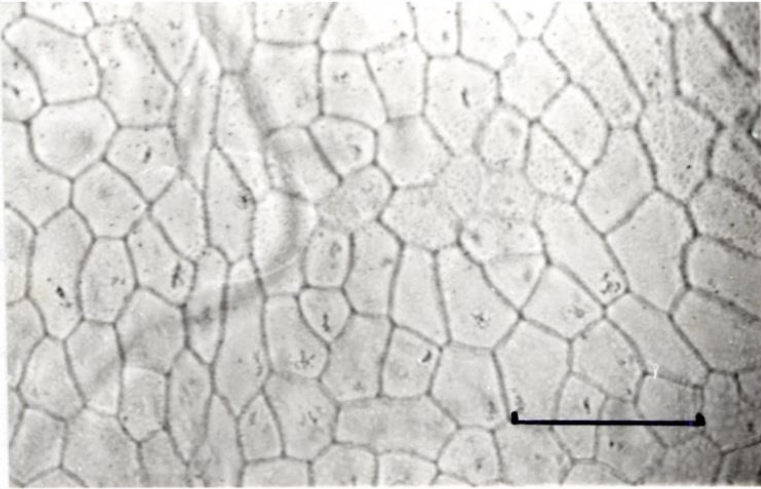
Formata da diversi tipi di cellule:

- cellule epidermiche
- cellule di guardia degli **stomi** e cellule annesse
- **tricomi** (peli), che secernono sostanze, proteggono, schermano ...

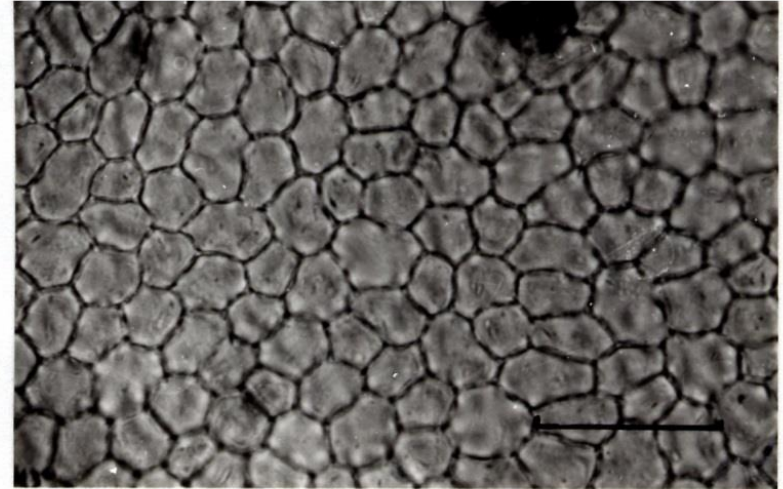
Sezione trasversale: le cellule epidermiche hanno forma regolare, in genere rettangolare, sono appressate l'una all'altra senza lasciare spazi intercellulari.



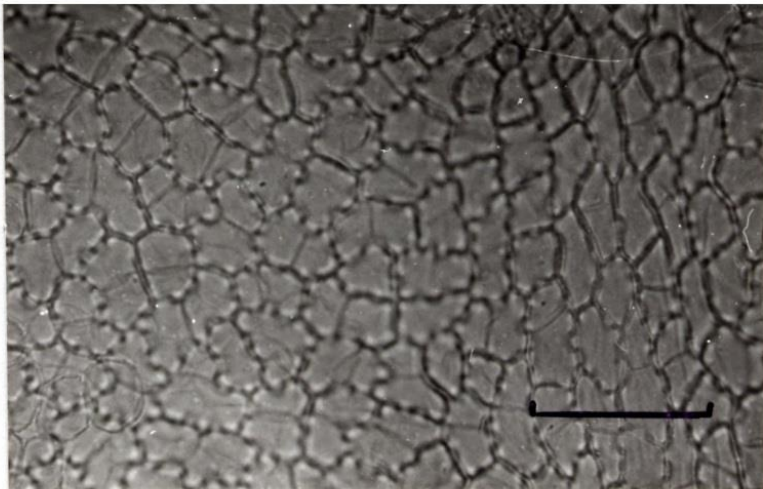
Visione adassiale: forme molto diverse delle cellule dell' epidermide
($\leftarrow\rightarrow$ igrotropismo, intensità luminosa= condizioni ambientali di crescita della pianta)



1) Erica arborea, specie xero- ed eliofitica.



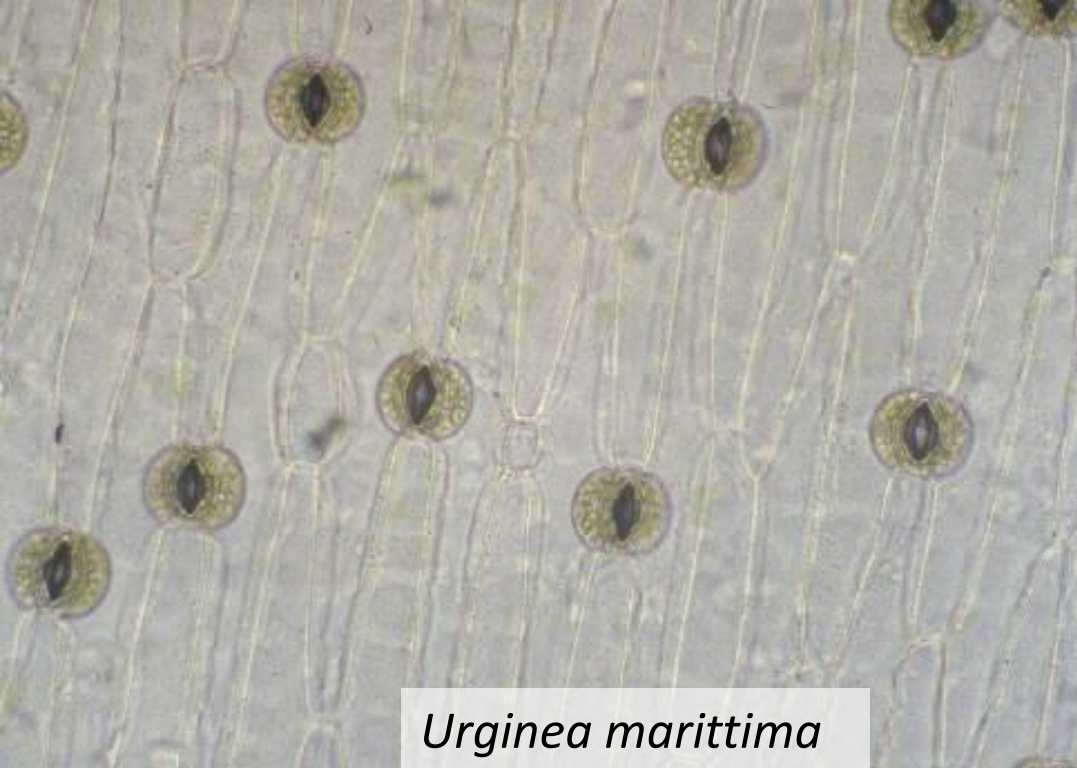
2) Hypericum reflexum, specie xero- ed eliofitica.



4) Hedera canariensis, specie igrofitica.



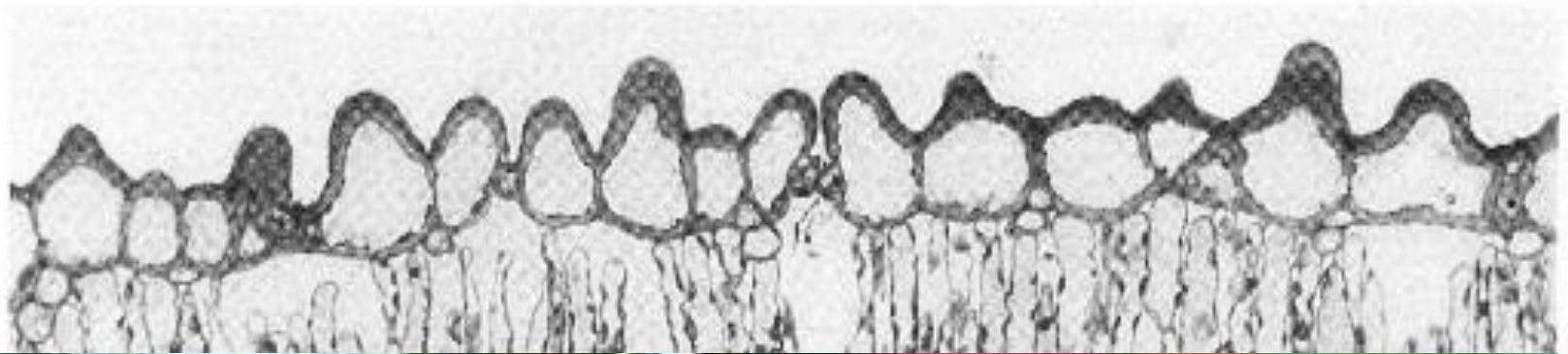
6) Pteridium aquilinum, specie scio- ed igrofitica.



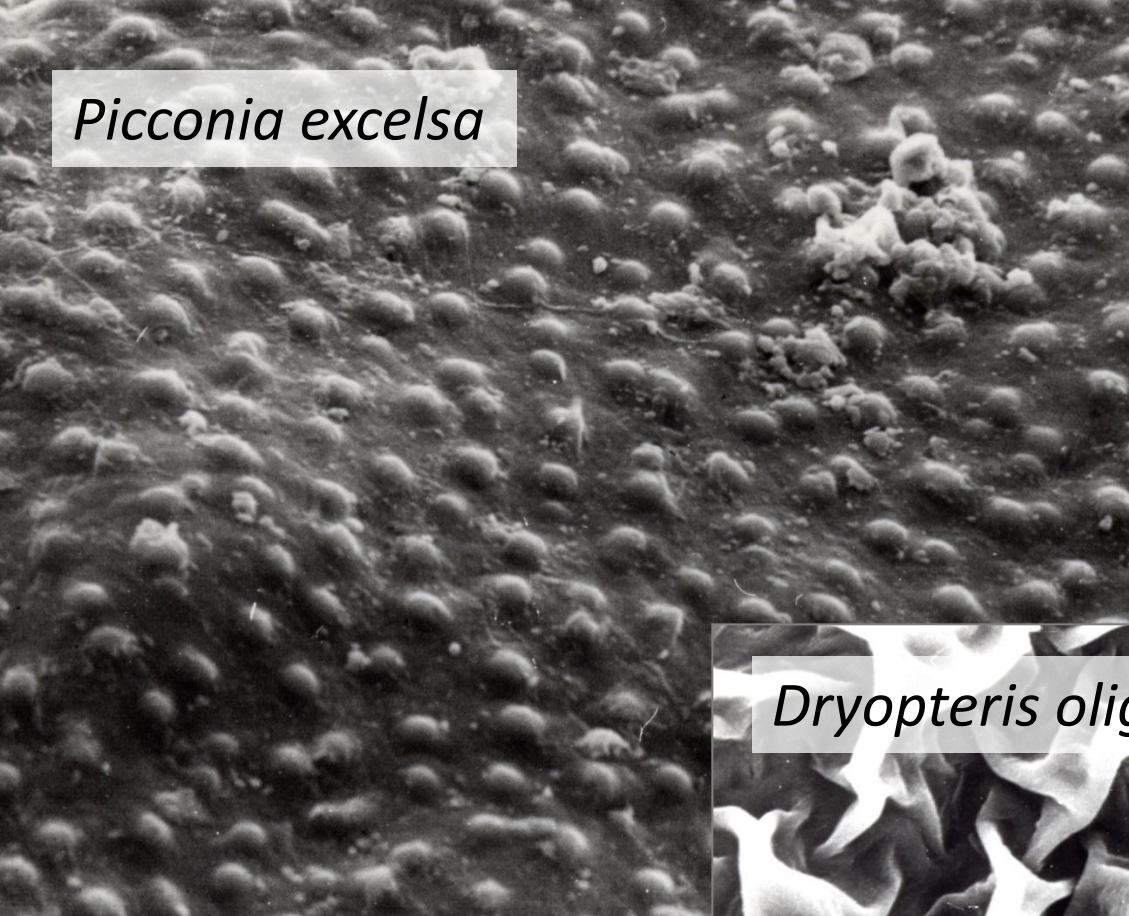
Urginea maritima



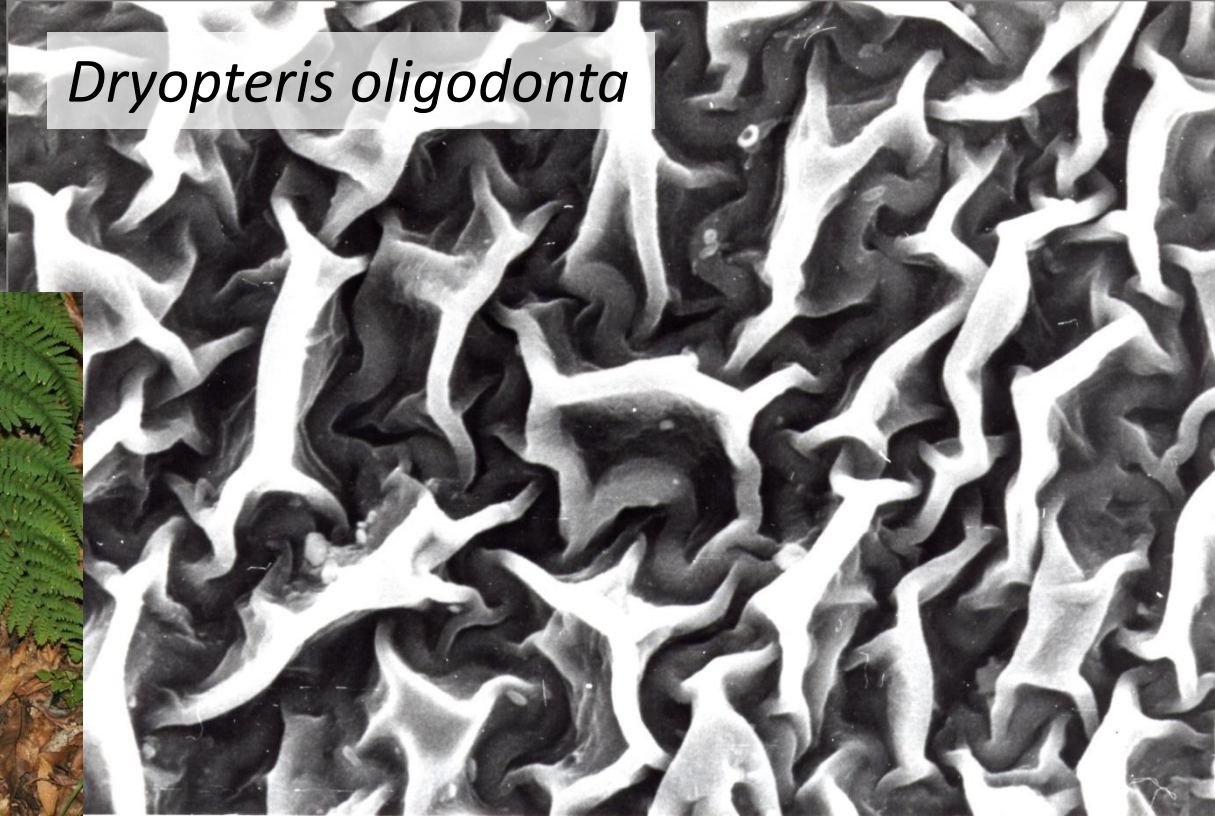
Sezione trasversale, talvolta le cellule epidermiche presentano una caratteristica estroflessione, la **papilla epidermica**. La luce incidente si rifrange sulla superficie scabra che ne deriva, facendo assumere alla struttura un aspetto particolare, “vellutato”.



Picconia excelsa



Dryopteris oligodonta



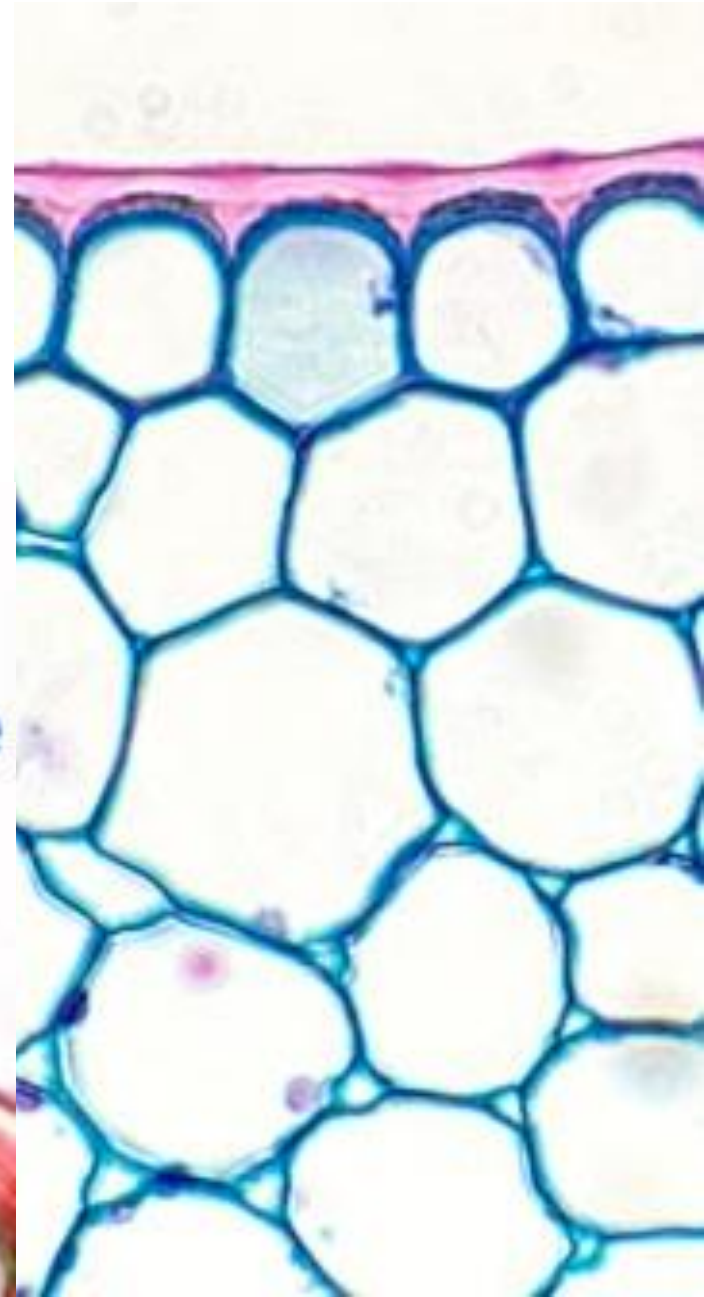
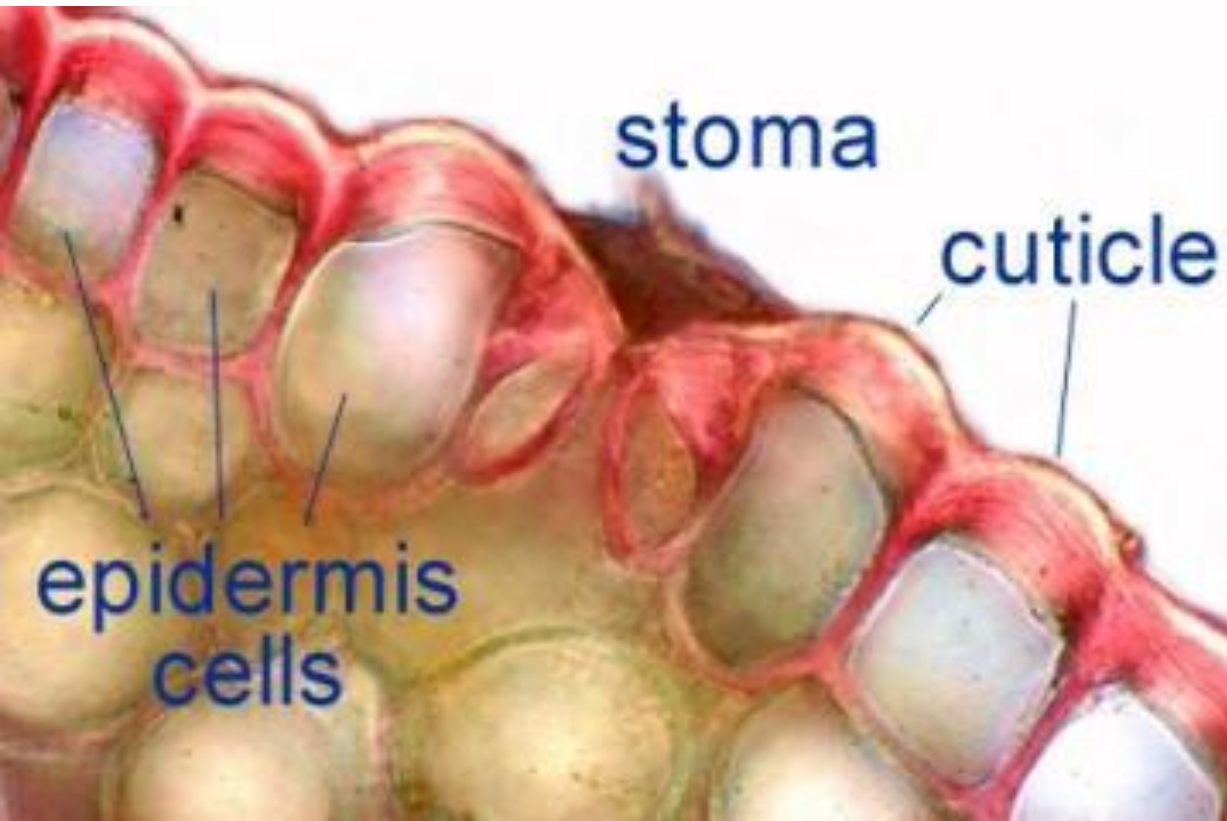
L'epidermide svolge due compiti antitetici apparentemente inconciliabili: da un lato deve **limitare la perdita dell'acqua** degli organi aerei della pianta, dall'altra deve **permettere** comunque **lo scambio dei gas**, soprattutto della CO_2 , che è fondamentale per lo svolgimento della fotosintesi.

Il primo obiettivo viene svolto grazie alla formazione di uno strato impermeabilizzante prodotto dalle cellule epidermiche sulla loro faccia tangenziale esterna (solo in parte anche in quelle radiali), costituito da strati sovrapposti di cutina e cristalli di cera, la **CUTICOLA**.

Il secondo sarà ottenuto grazie alla formazione di aperture regolabili formate da due cellule, gli **STOMI**.

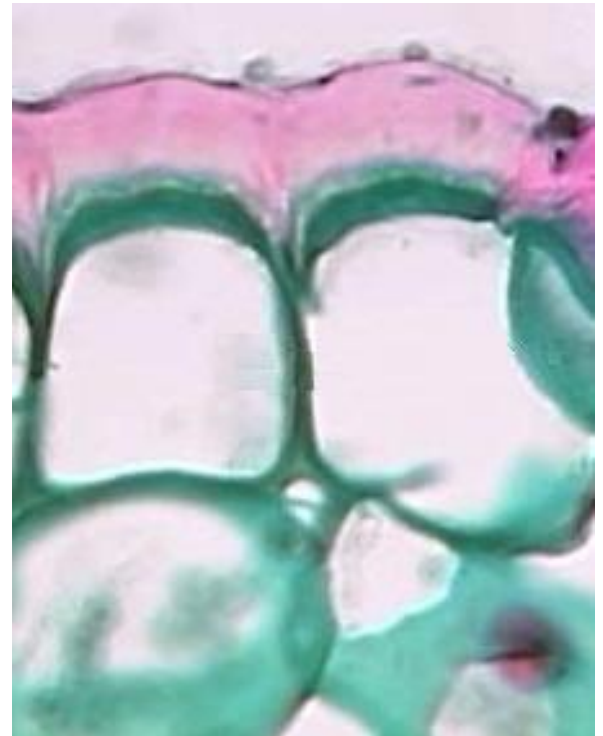
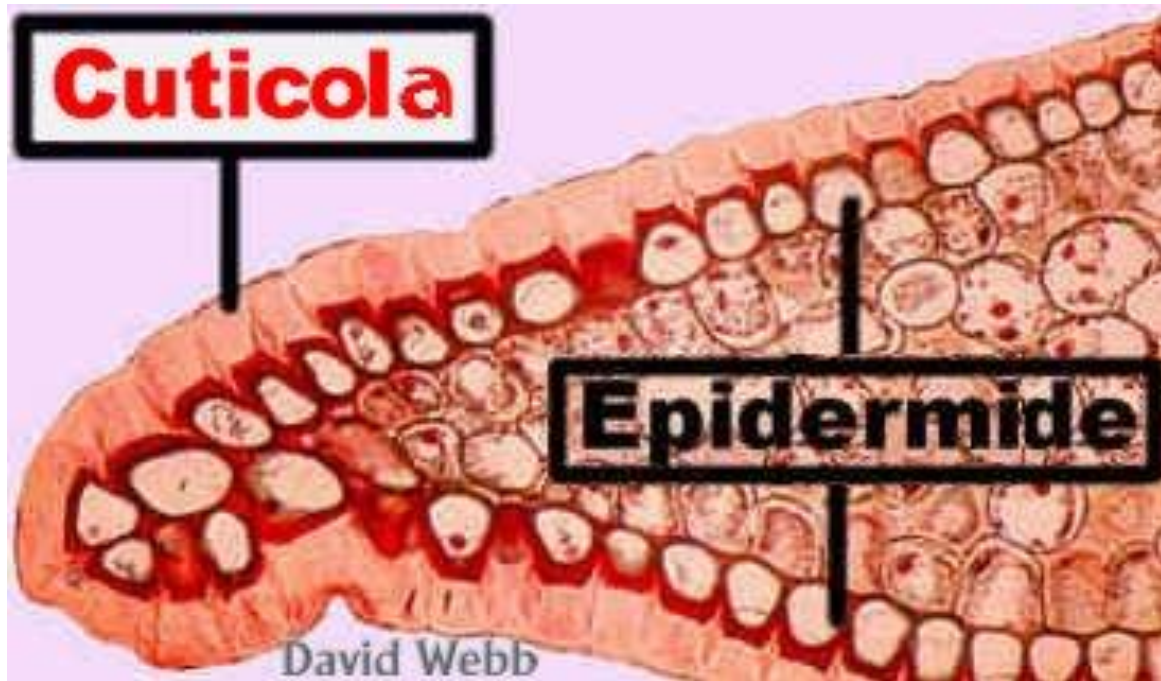


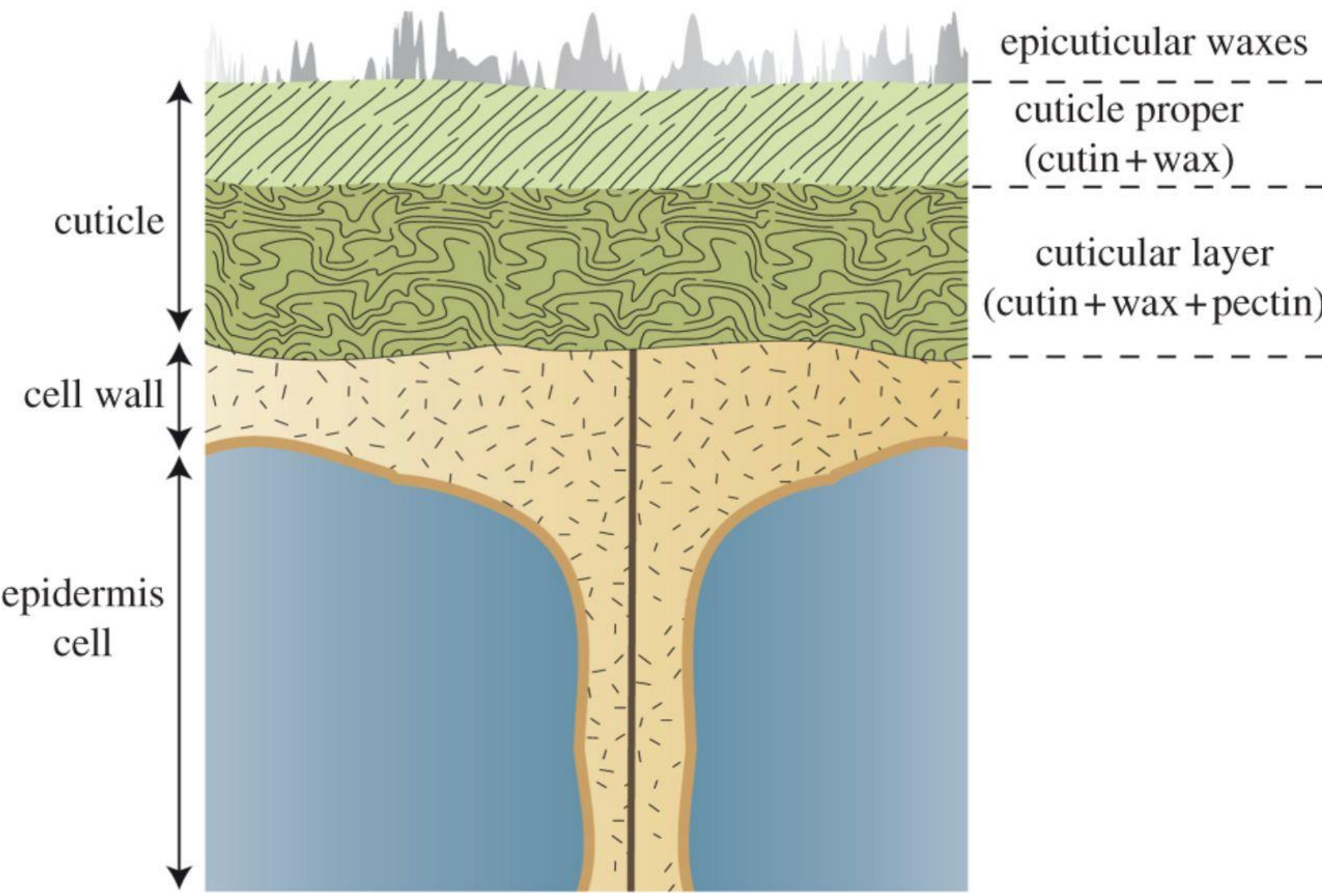
CUTICOLA: particolarmente evidente in sezione trasversale = l'insieme della parte più esterna delle pareti secondarie specializzate rivolte verso lo spazio esterno.

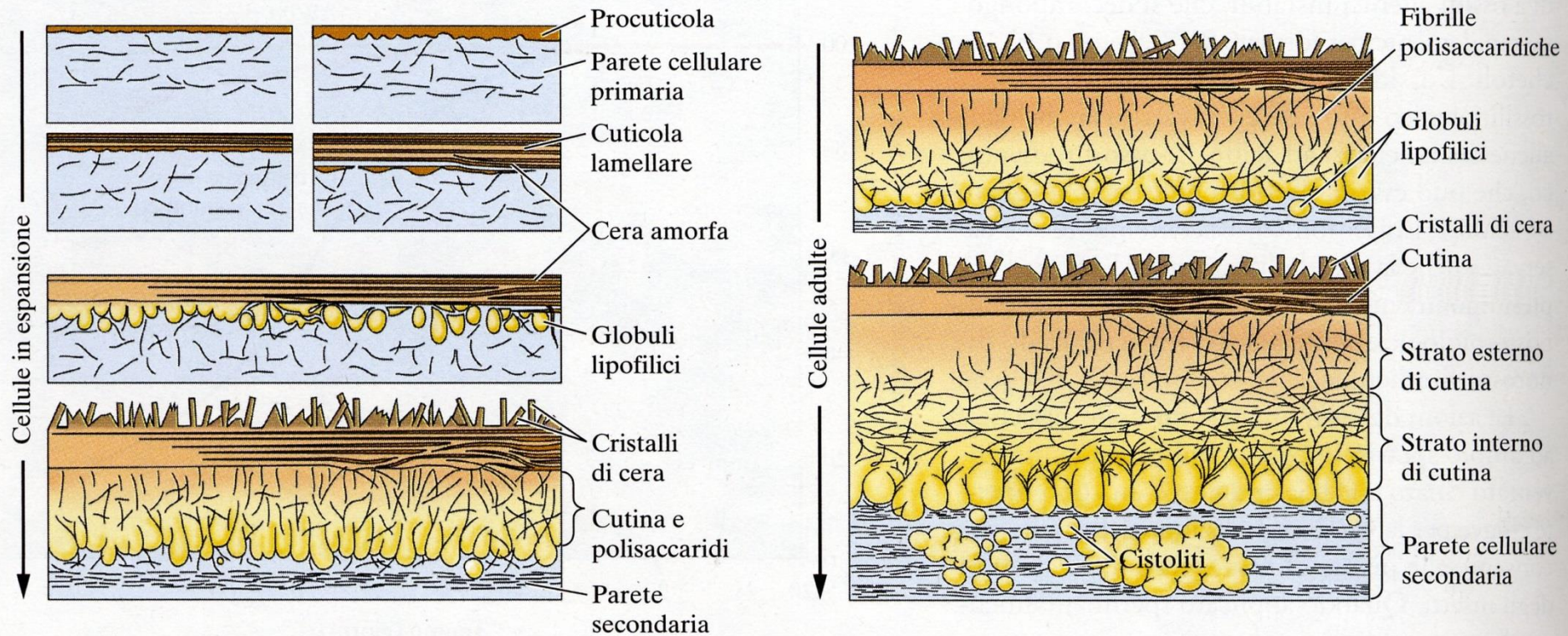


CUTICOLA:

- viene evidenziata applicando di coloranti **lipofili**,
- lo spessore varia da specie a 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!**

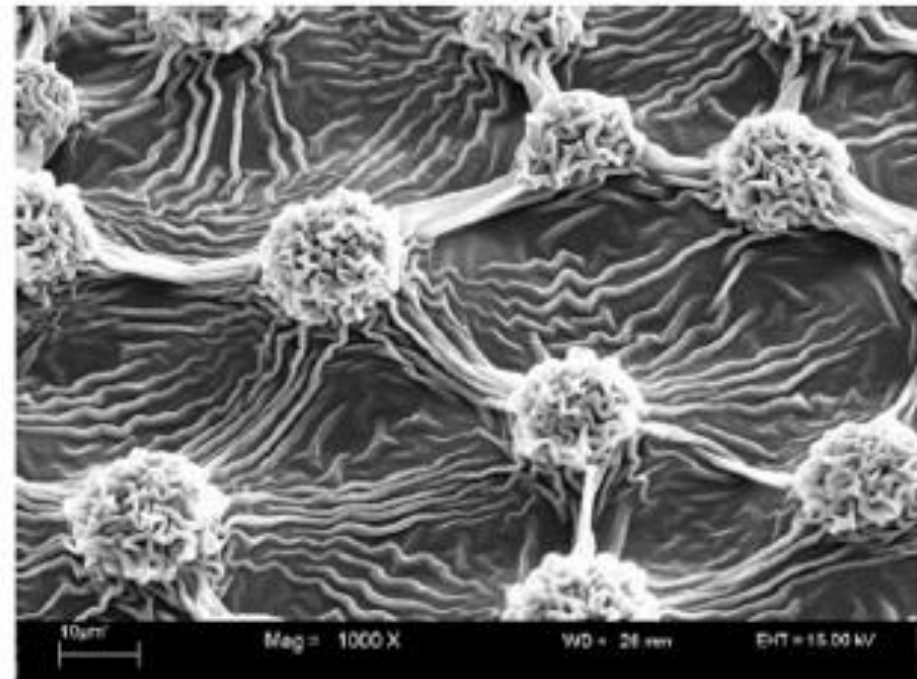
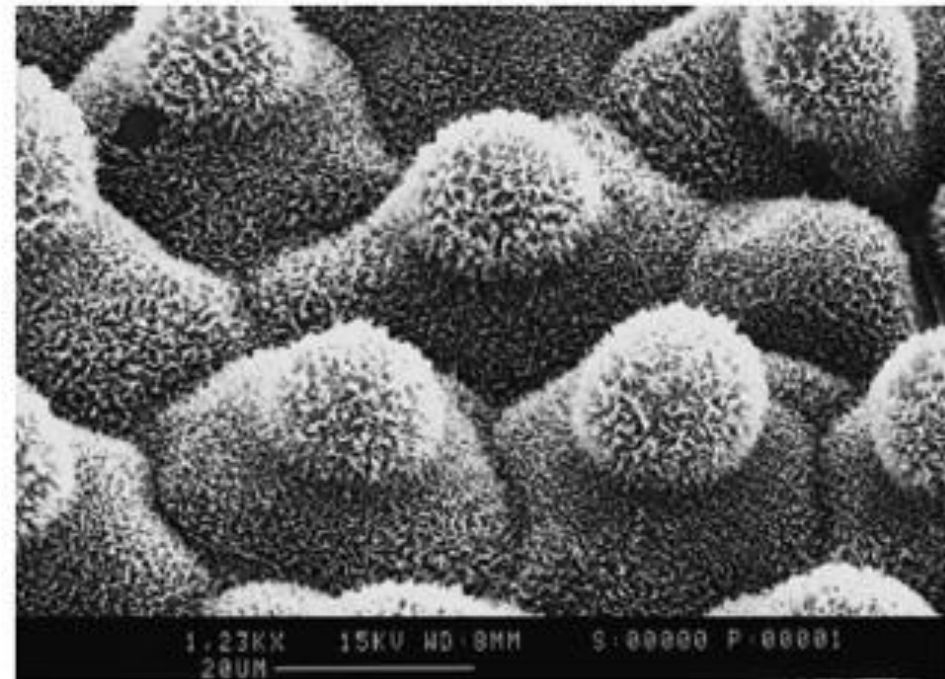




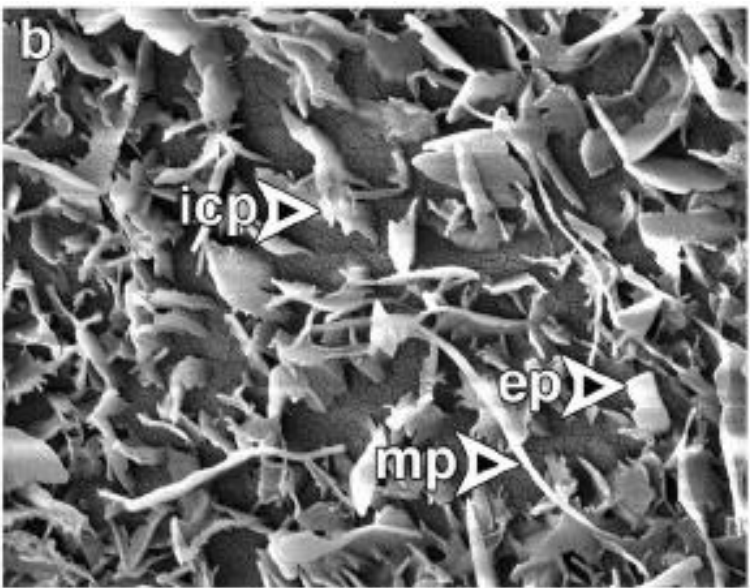


Stadi di sviluppo di una cuticola vegetale. Negli stadi precoci la parete cellulare primaria è coperta con uno strato sottile di cera amorfa. Quando la foglia si espande, il quantitativo di cera aumenta per agglomerazione di globuli secreti. In prossimità della fine dell'espansione fogliare cominciano 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.

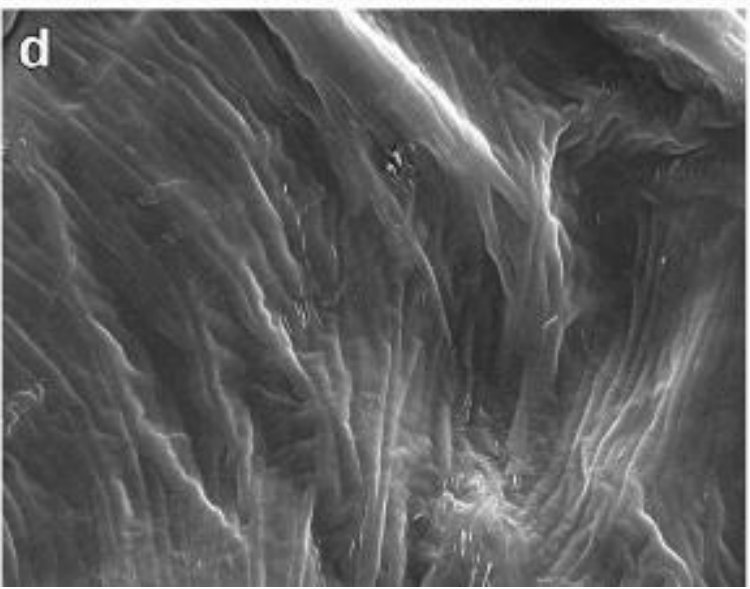
Le **CERE EPICUTICOLARI**, che rendono le superfici particolarmente idrorepellenti, conferiscono un caratteristico colore azzurrognolo alle superfici.



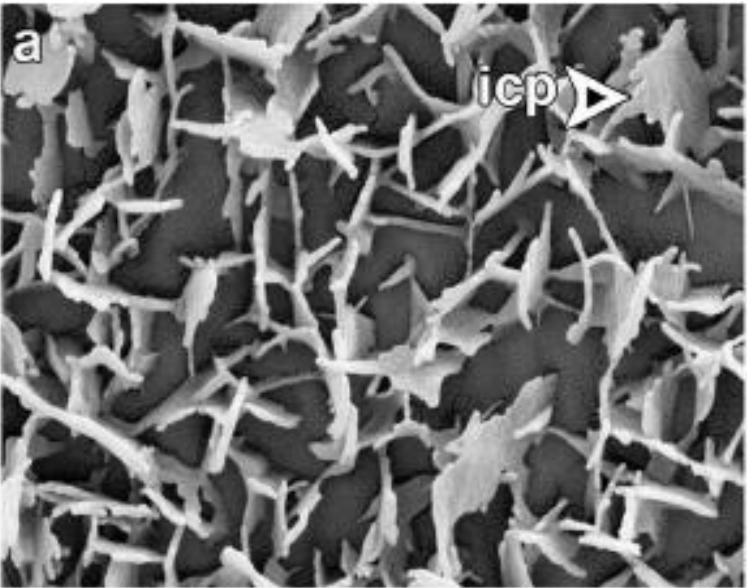
Z. mays



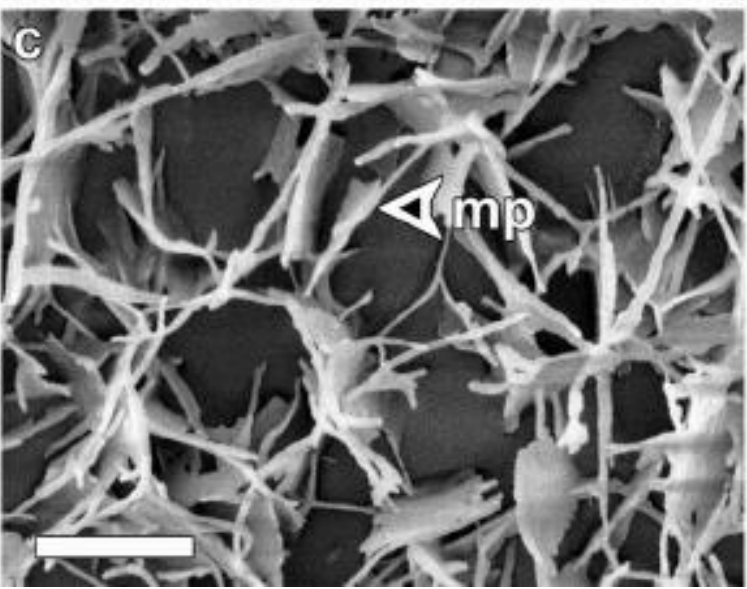
A. thaliana



T. aestivum



L. angustifolius





Vantaggi (evolutivi) conferiti dalla presenza di cuticola:

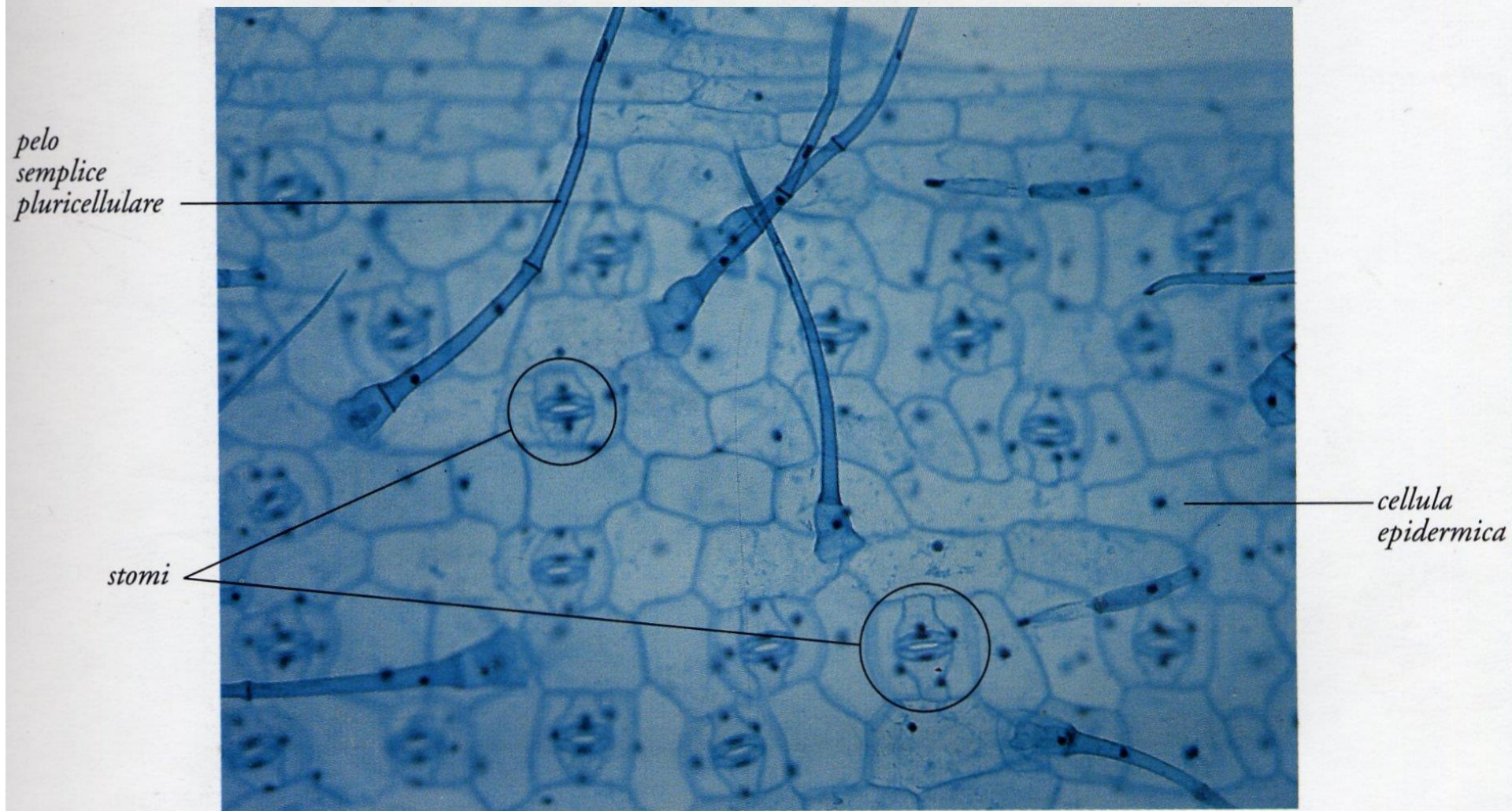
- riduce drasticamente la perdita di acqua dall'organo
- la traspirazione cuticolare delle sottili foglie delle specie di ambienti umidi (con cuticola sottile) non raggiunge neppure il **10%** della velocità di evaporazione di una uguale superficie libera d'acqua.
- Nelle foglie di conifere e sclerofille 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 (**MERISTEMOIDI**) epidermiche che si differenziano per funzione=**idioblasti**.





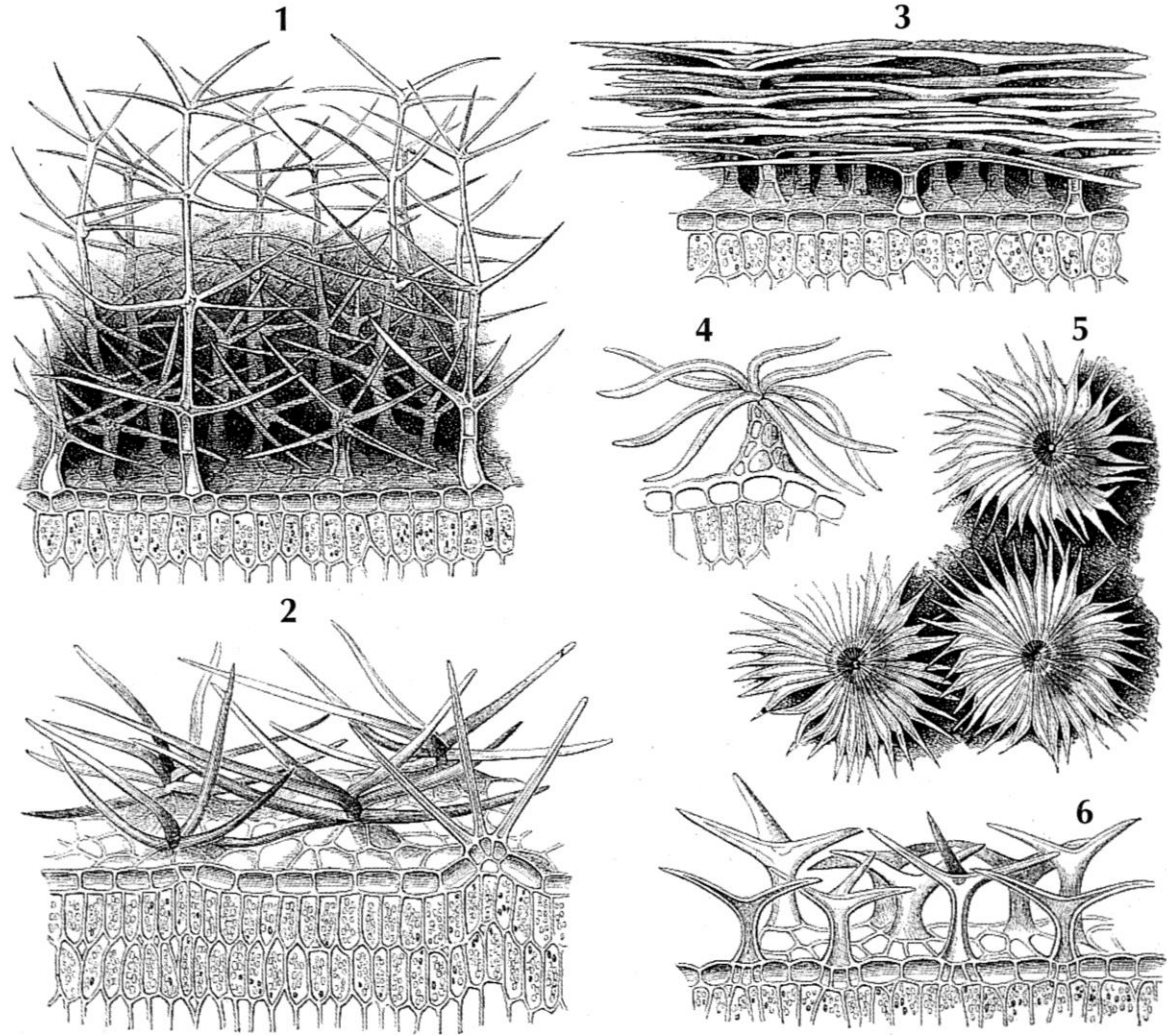
Peli e stomi nell'epidermide di tradescanzia (*Tradescantia* L., fam. Commelinaceae).

Osservazione di fronte. x 100 (90)

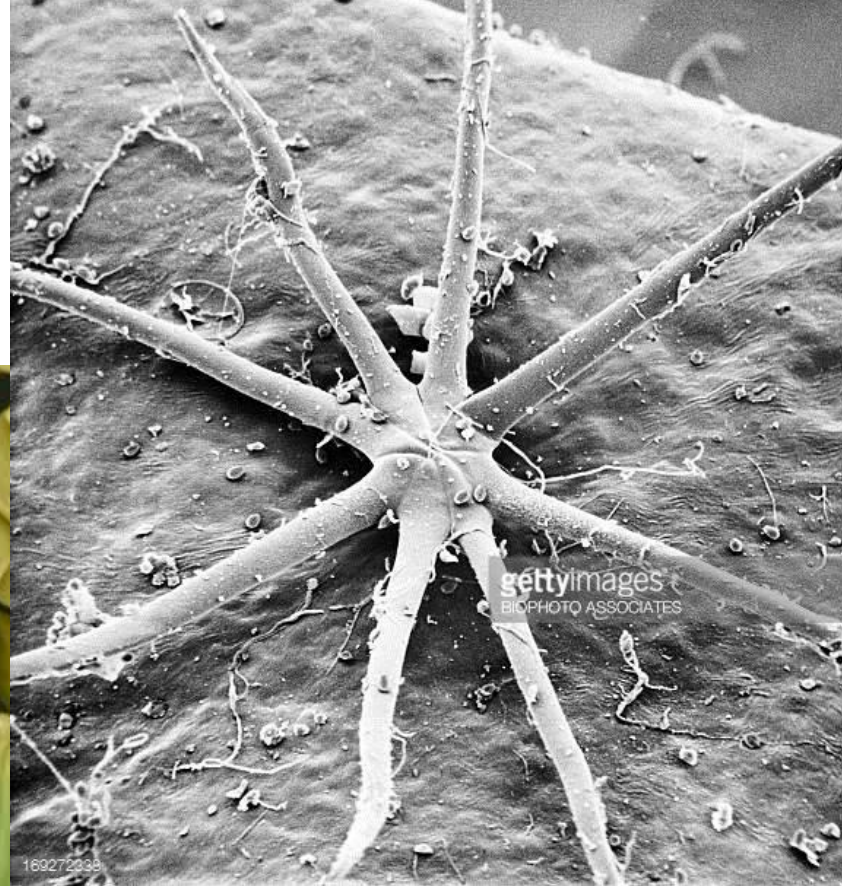
I peli semplici, se pluricellulari, sono composti da cellule allineate in un'unica fila.

TRICOMI (o peli)

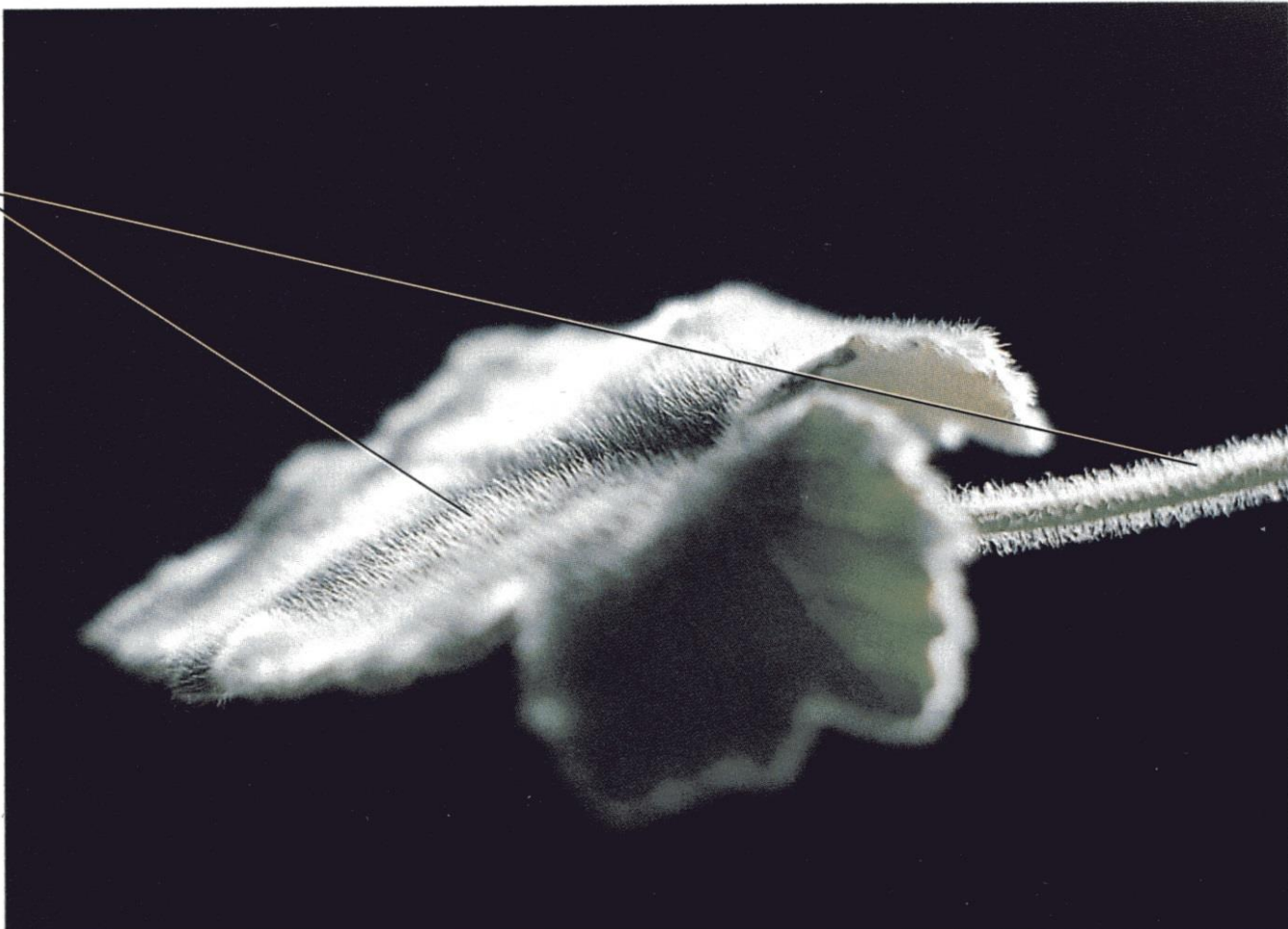
- unicellulari vs. pluricellulari
- semplici vs. ramificati
- morti vs. vivi



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



peli protettivi



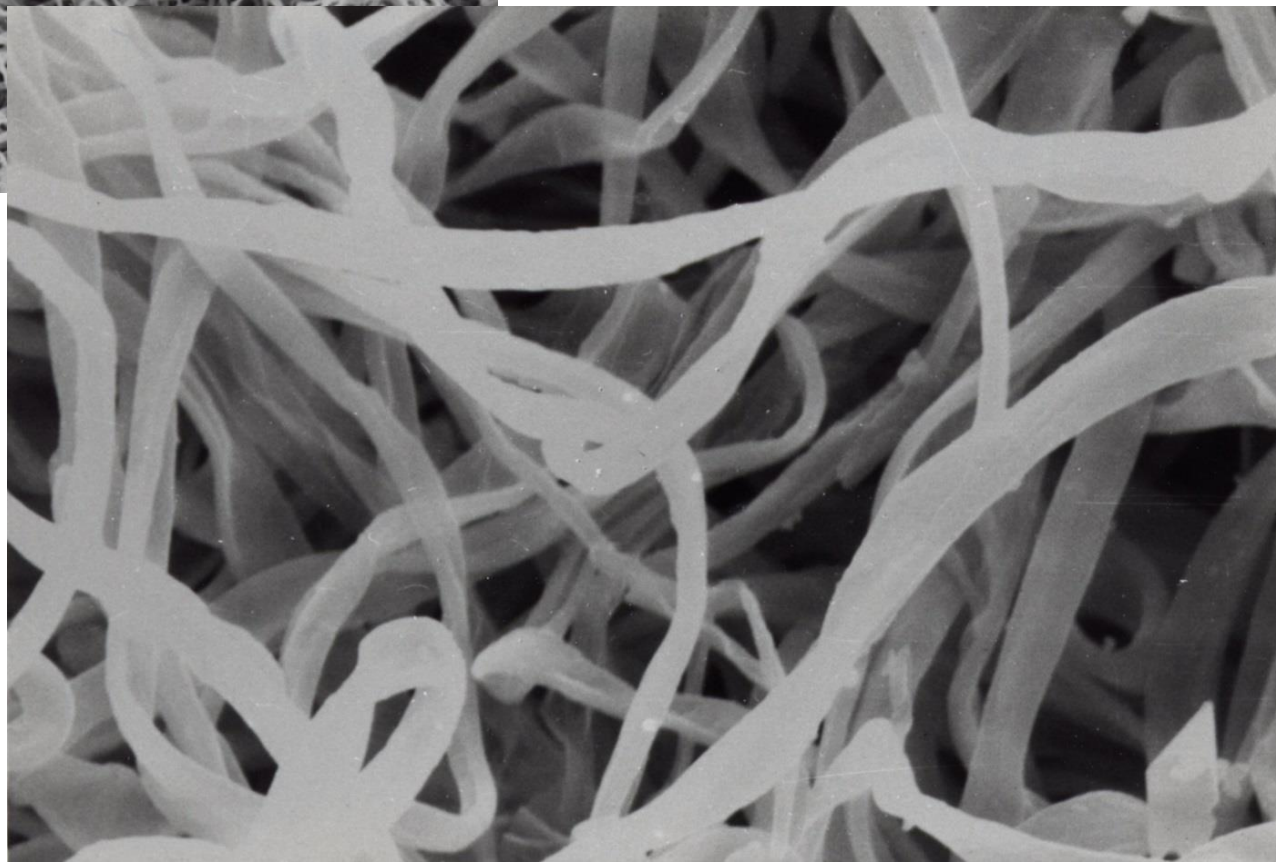
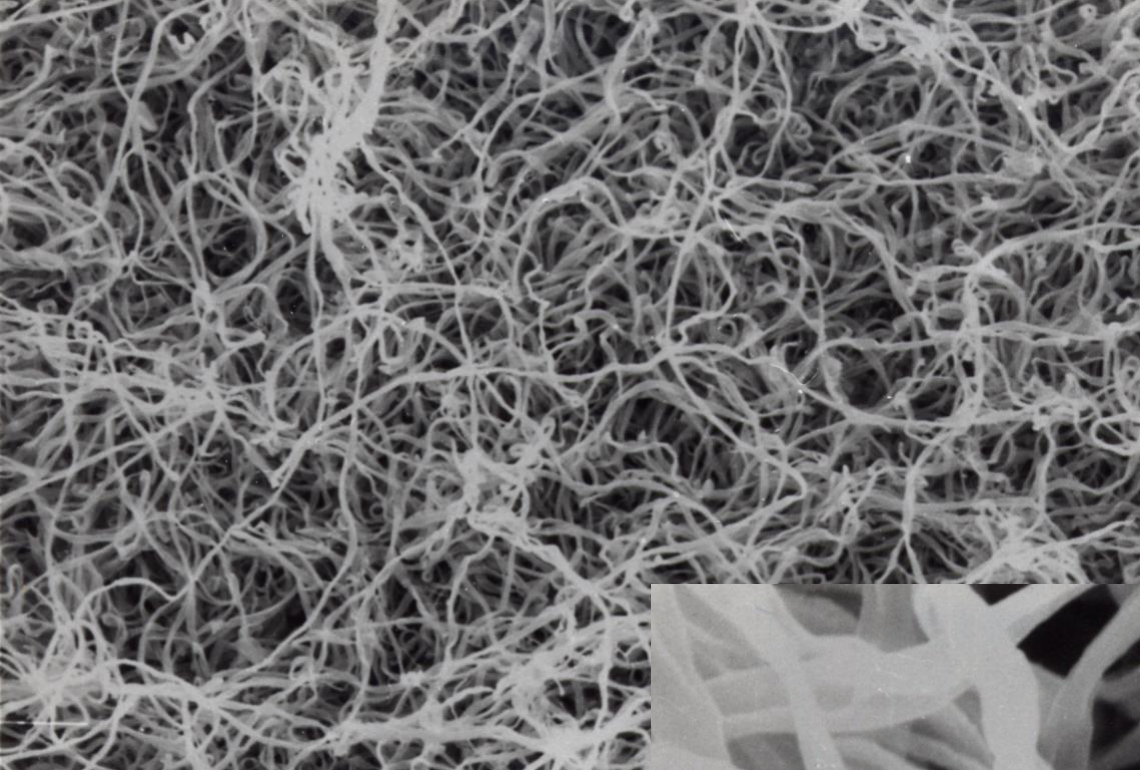
Peli formati da cellule morte, piene d'aria → riflessione della radiazioni solari, trattenuta di uno stato d'aria saturo di umidità

unico
intri-
nte di



*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 florale o per indirizzarli in una certa direzione invece che verso un’altra.

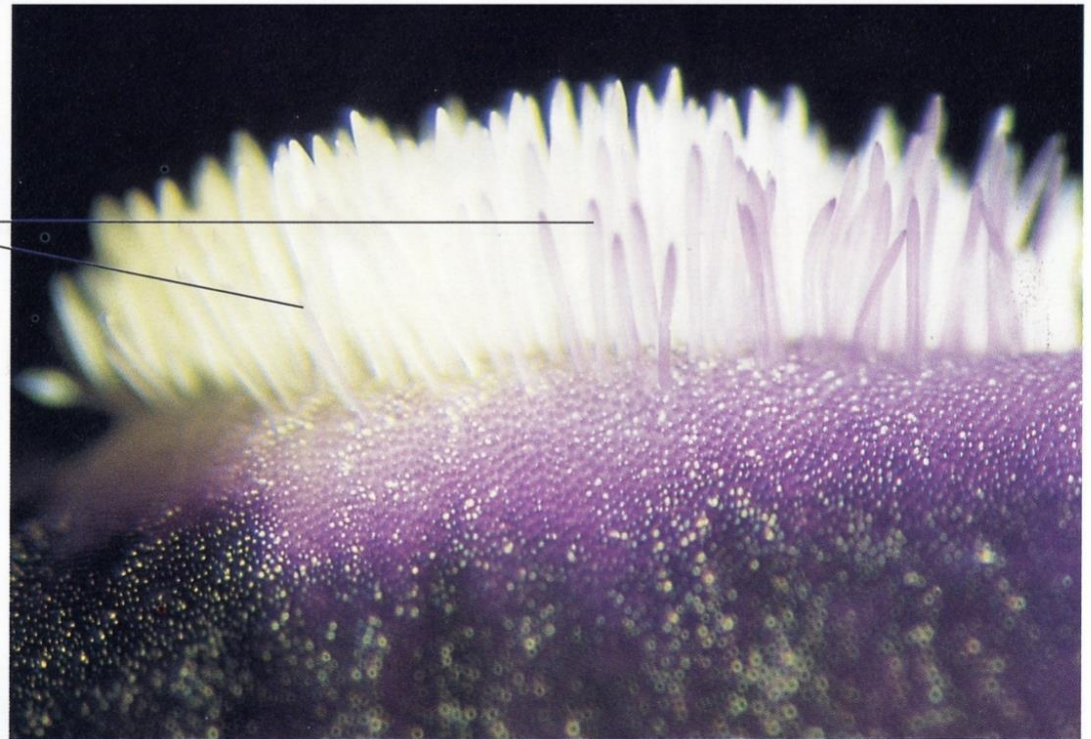
Peli nel petalo di viola del pensiero (*Viola x hortensis* Wittroch, fam. Violaceae).

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.

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

peli



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 (*Geranium* spp.)

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.



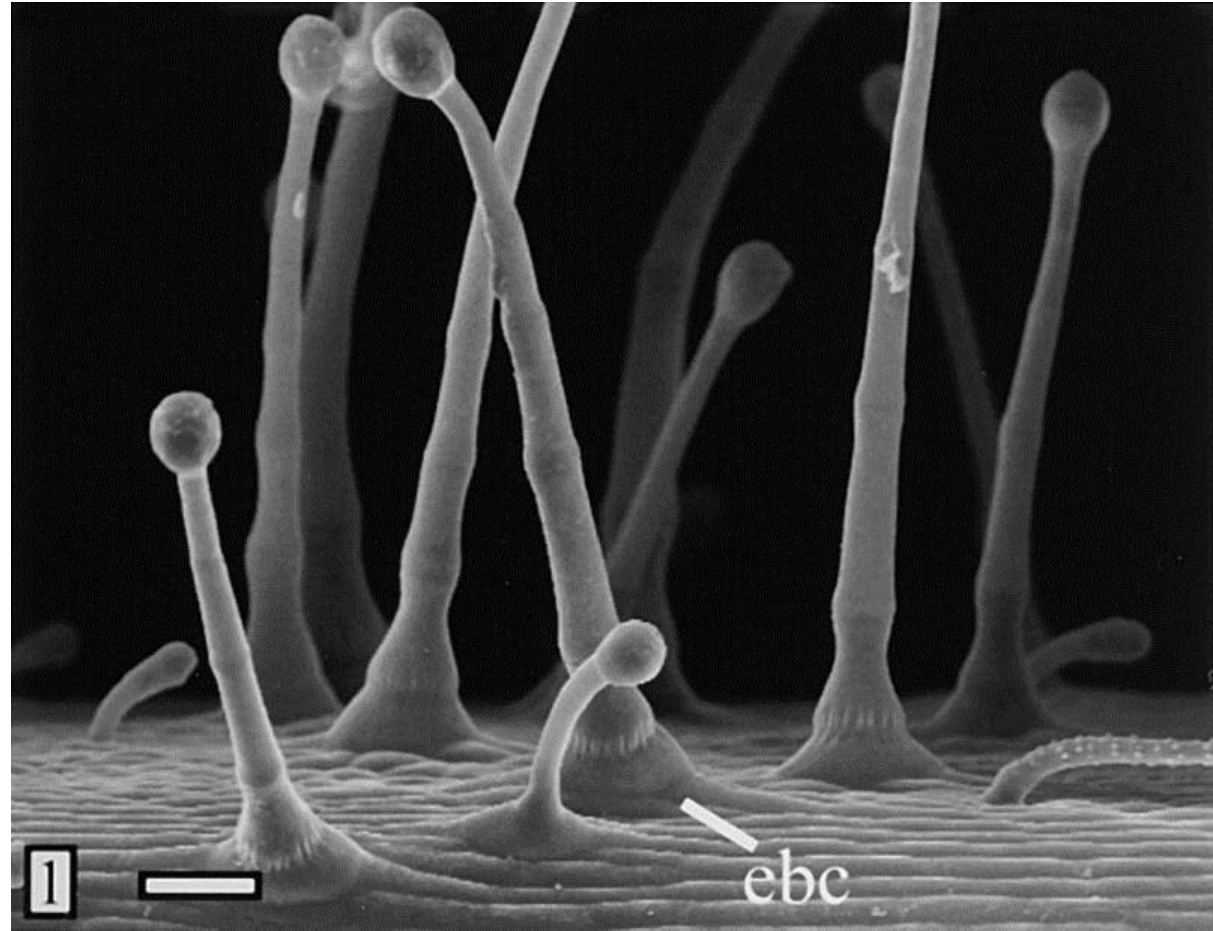


Peli (tricomi) ghiandolari

Sono presenti sulla superficie di foglie, fusti e fiori, coperti da epidermide.

Producono sostanze importanti per l'interazione con gli animali erbivori e pronubi.

Nei **peli capitati** le cellule secernenti formano una testa, anche multicellulare, e diffondono il secreto nell'ambiente.



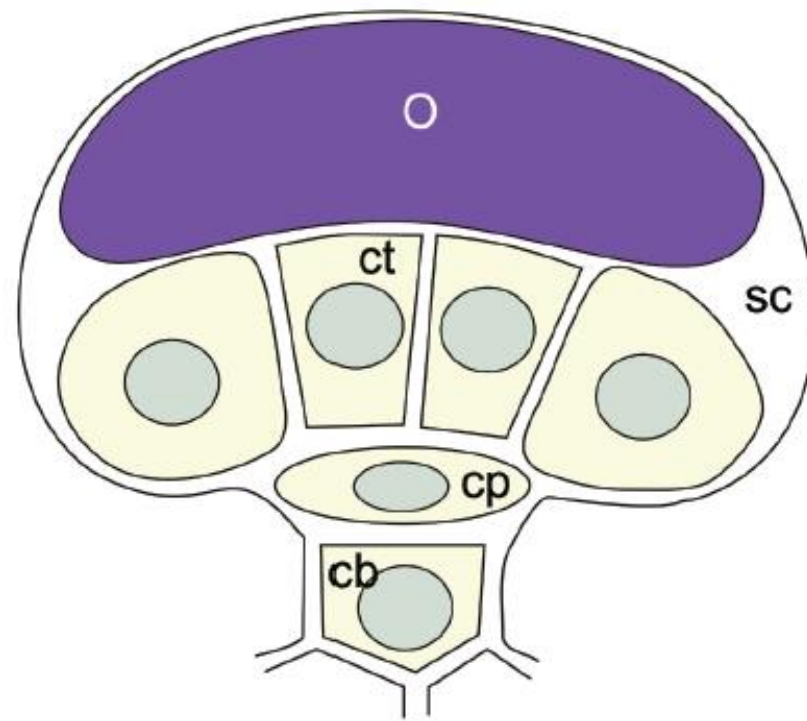
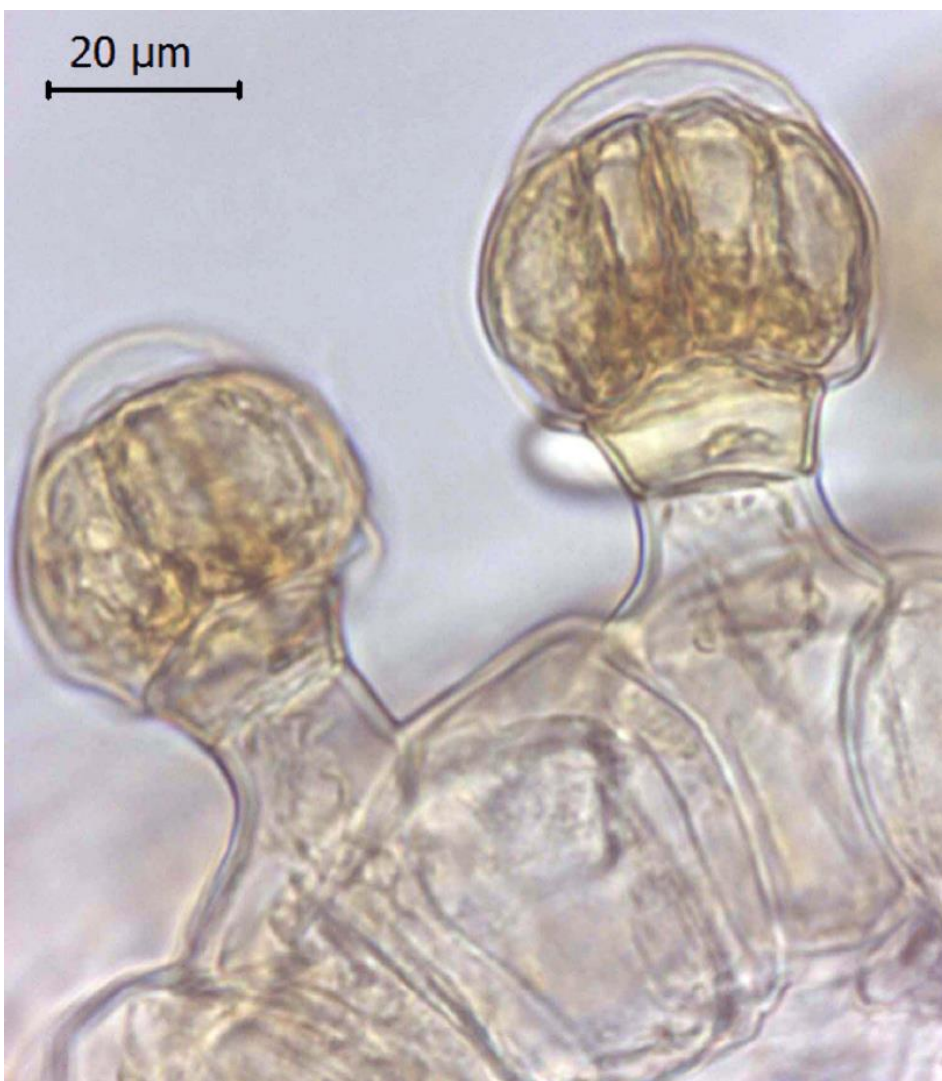


Figure 8.31
Tricomi ghiandolari nelle Lamiaceae. O: goccia d'olio, sc: cavità subcuticolare, ct: cellule della testa (sito di biosintesi dei terpeni), cp: cellula peduncolare, cb: cellula basale (disegno di A. Valletta).



- Tricomi bulbosi
- Tricomi capitati sessili
- Tricomi capitati pedunculati (CBD, terapeutico)

Cannabis sativa

- Tricomi = piccole fabbriche per la produzione di cannabinoidi e terpeni, CBD (cannabidiol) vs. THC (tetrahydrocannabinol).

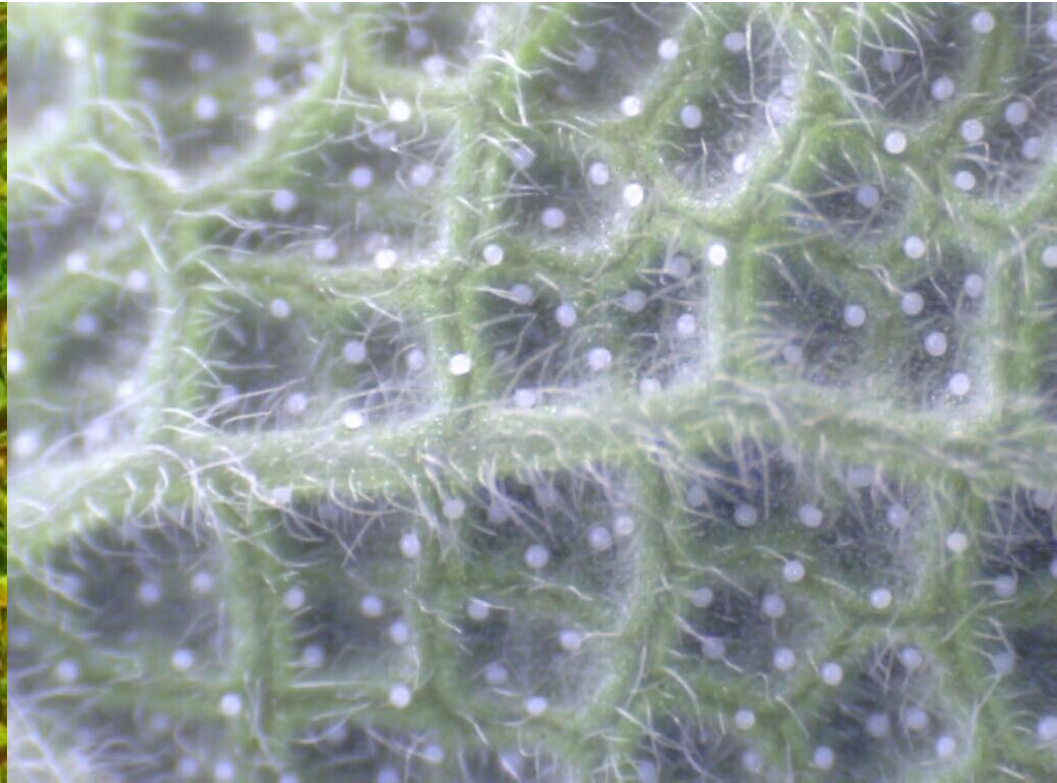
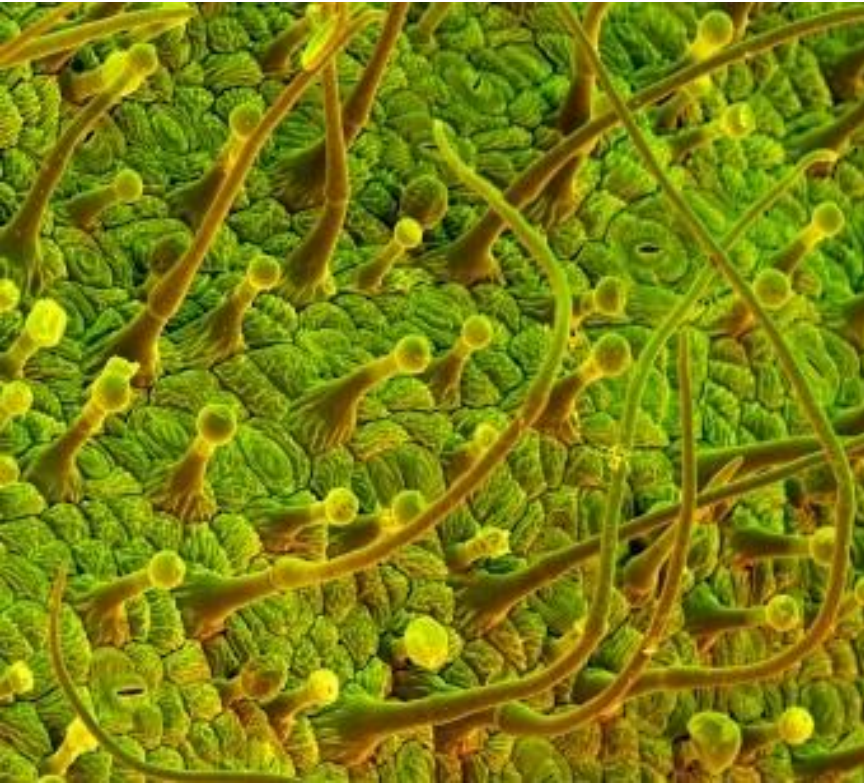
- Luce, UV (→ trasparenti... color latte... ambrati)

- hashish



Peli peltati: una testa globulare è formata da una o più cellule secernitrici, le cui pareti si differenziano in uno strato cuticolare, uno strato pectico e uno cellulosico (il più interno).

Il materiale secreto viene riversato in uno spazio che si crea per allontanamento dello strato pectico da quello, più esterno, cuticolare; es. *Salvia*, *Thymus*, *Origanum*.



Pelo urticante di *Urtica dioica*

Serotonina, istamina,
acetilcolina, acido acetico,
acido butirrico, acido
forminco, leucotreni,



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**.

