

# La germinazione



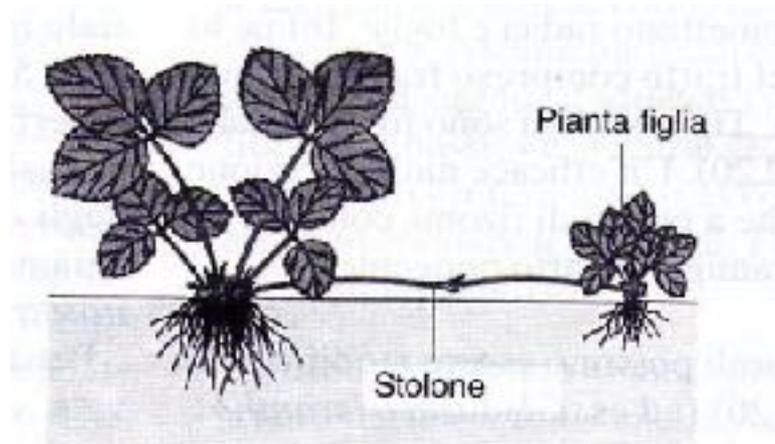
## STOLONI

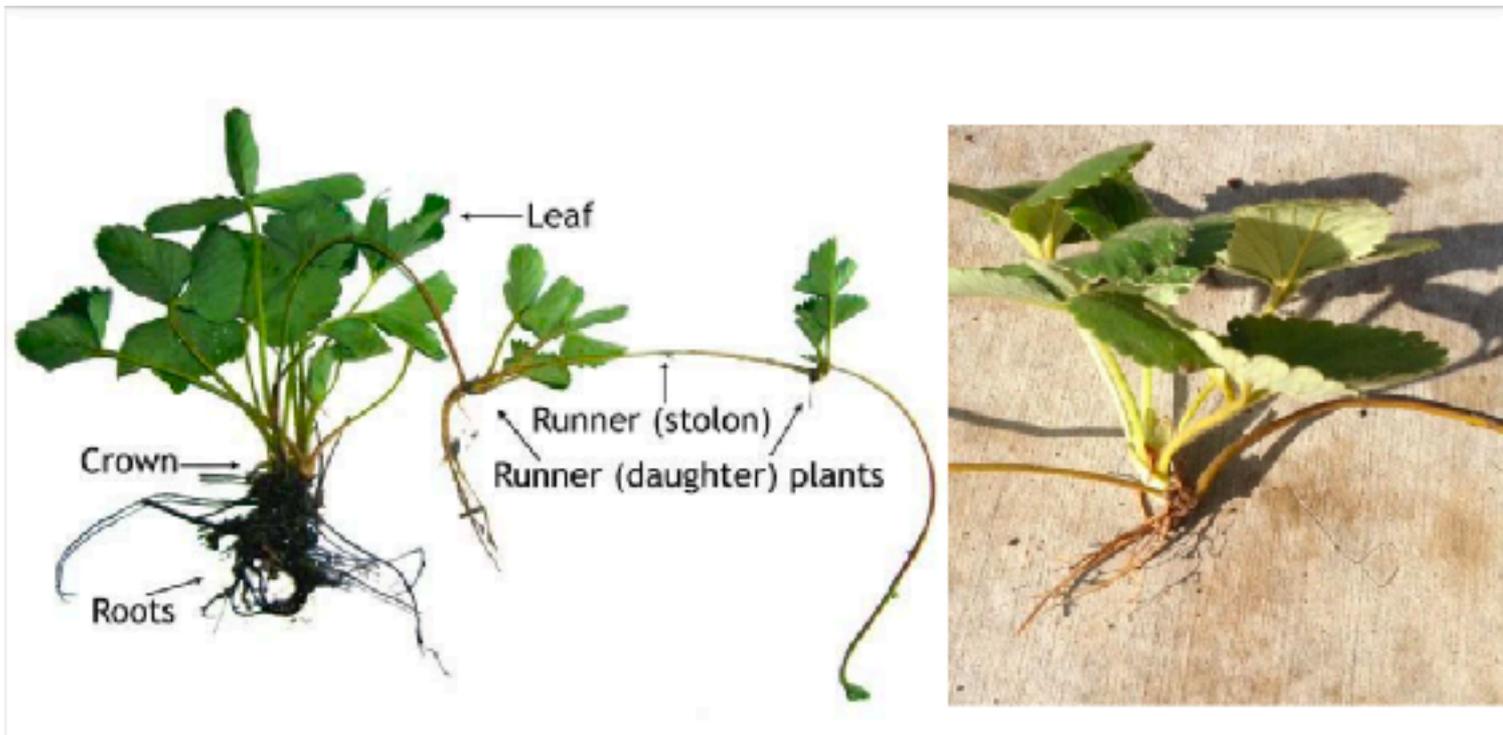
Sono diffusi in molte specie di erbe e di cespugli.

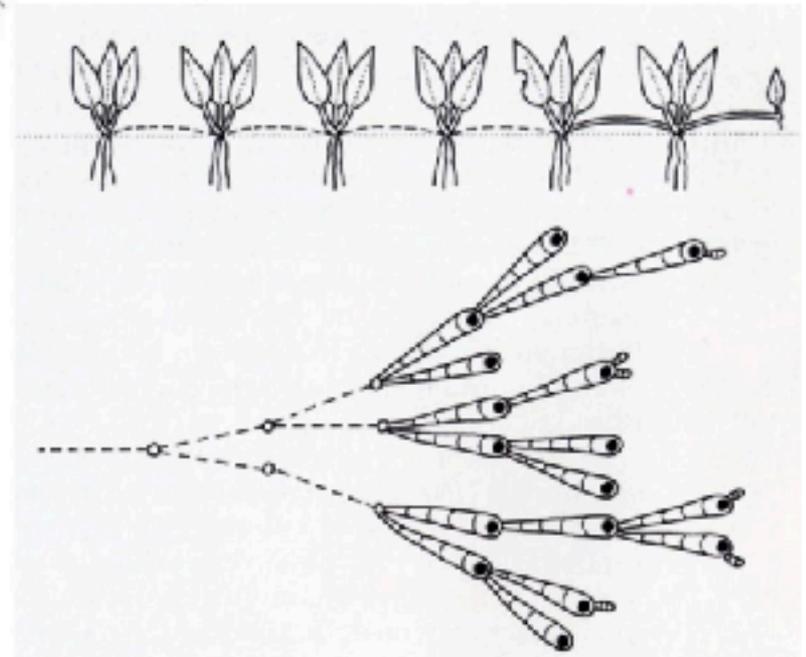
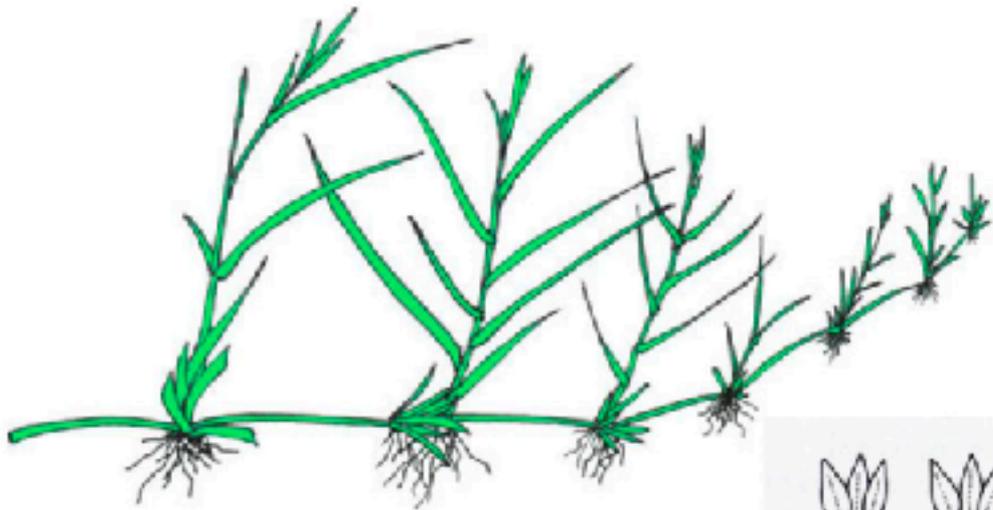
Si tratta di fusti striscianti che si sviluppano sul suolo, con internodi talvolta molto allungati e foglie modificate in squame che portano all'estremità un ciuffo di foglie normali, da cui ha origine una piantina con **radici avventizie**.

A livello dei nodi radicano, facendo nascere nuove piantine che diventano gradualmente autonome rompendo il collegamento con la pianta madre.

Un tipico esempio è offerto dalla pianta di fragole o di trifogli.

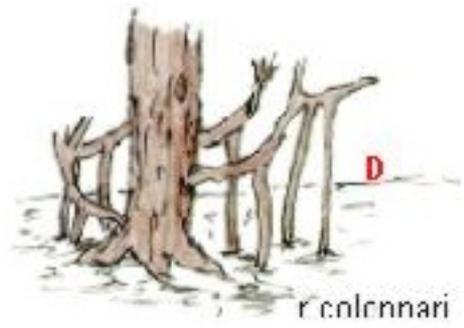




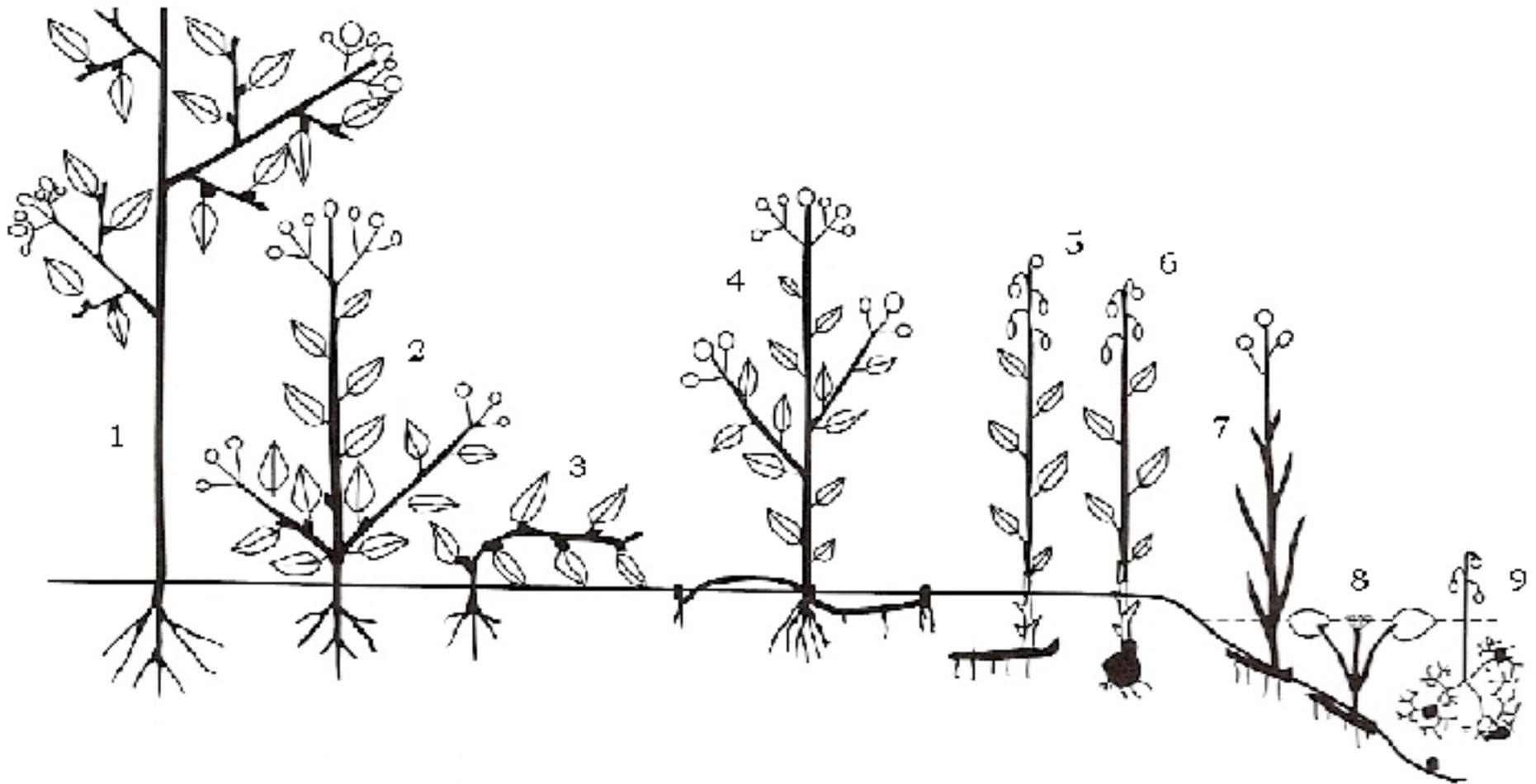


Le **radici avventizie** originano dal fusto aereo, o da un fusto sotterraneo, e non sono parte della radice vera e propria. Piante normalmente prive di radici avventizie le possono sviluppare in seguito a eventi traumatici, come la rimozione dell'apparato radicale (propagazione per talea)





# Modelli di crescita delle piante vascolari



## Forme di crescita

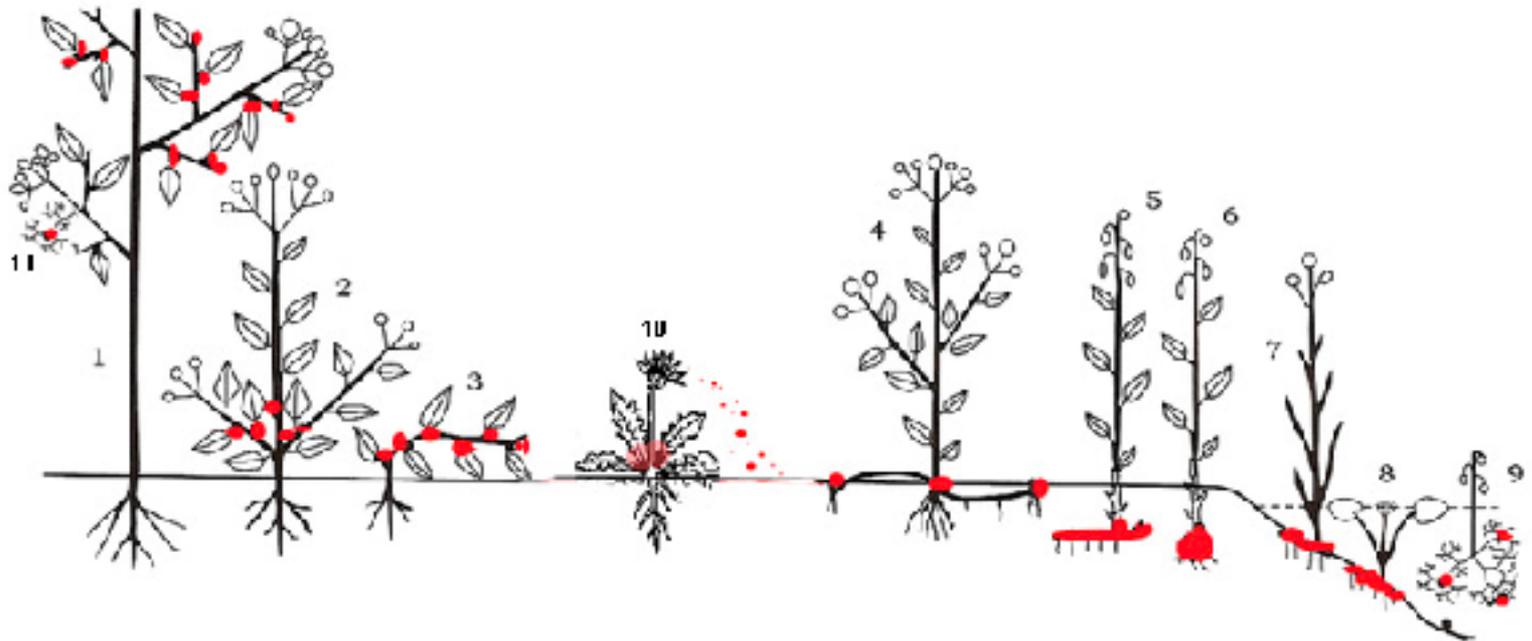
Le forme di crescita sono in parte una risposta alla selezione climatica, in parte conseguenza della selezione per competizione. Riflettono le modalità di accrescimento della pianta, che in certe specie è veloce e massivo, in altre lento e contenuto.

- **Piante erbacee:** fusto verde, tenero; sviluppo in altezza e spessore contenuto
  - A. annuali: durata della vita breve: con la stagione avversa tutta la pianta muore, lasciando solo i semi
  - B. biennali, perenni: una parte della pianta sopravvive durante la stagione avversa. Da questa si generano i nuovi germogli.
- **Piante arbustive:** piante perenni con fusti legnosi che si ramificano dal basso, con altezza < 6(-10) m
- **Piante arboree:** piante legnose con altezza > 6-10 m, con fusto legnoso principale, non ramificate in basso.



## Forme biologiche

Una classificazione alternativa, più rigorosa, è quella delle **FORME BIOLOGICHE** proposta da Raunkiaer (1934). Basata essenzialmente sulla posizione delle gemme rispetto al terreno.



1. Fanerofite; 2-3. Camefite; 4. Emicriptofite; 5-6. Geofite; 7. Elofite; 8-9 idrofite; 10. Terofite.





Il **sistema Raunkiær** è un sistema di classificazione che organizza le piante sulla base della modalità con la quale superano la stagione avversa, che sia il periodo invernale (piante che vivono in climi temperati), o la stagione secca (piante che vivono nei climi aridi e caldi). A seconda dell'ambiente in cui vivono, le piante esibiscono adattamenti anatomici e fisiologici finalizzati a proteggere i **tessuti meristematici**, presenti nelle **gemme**, necessari alla ripresa dell'attività vegetativa quando le condizioni climatiche ritorneranno a essere favorevoli.

La stessa specie può appartenere a più di una forma biologica, in relazione alle condizioni climatiche dell'ambiente di crescita.





## FORME BIOLOGICHE

piante erbacee annuali	TEROFITE	(da "theros", estate)
piante erbacee perenni o biennali	EMICRIPTOFITE	("nascoste a metà")
piante erbacee perenni con bulbi, rizomi o simili organi di riserva	GEOFITE o CRIPTOFITE	("nascoste")
bassi cespugli "suffrutici"	CAMEFITE	("chamai", crescita bassa)
alberi alti arbusti piante lianose	FANEROFITE	("phaneros", chiaramente visibile)

Non vengono qui riportate ALOFITE e IDROFITE, piante dei luoghi umidi, che vengono caratterizzate dall'ambiente di crescita più che dalla posizione delle loro gemme.

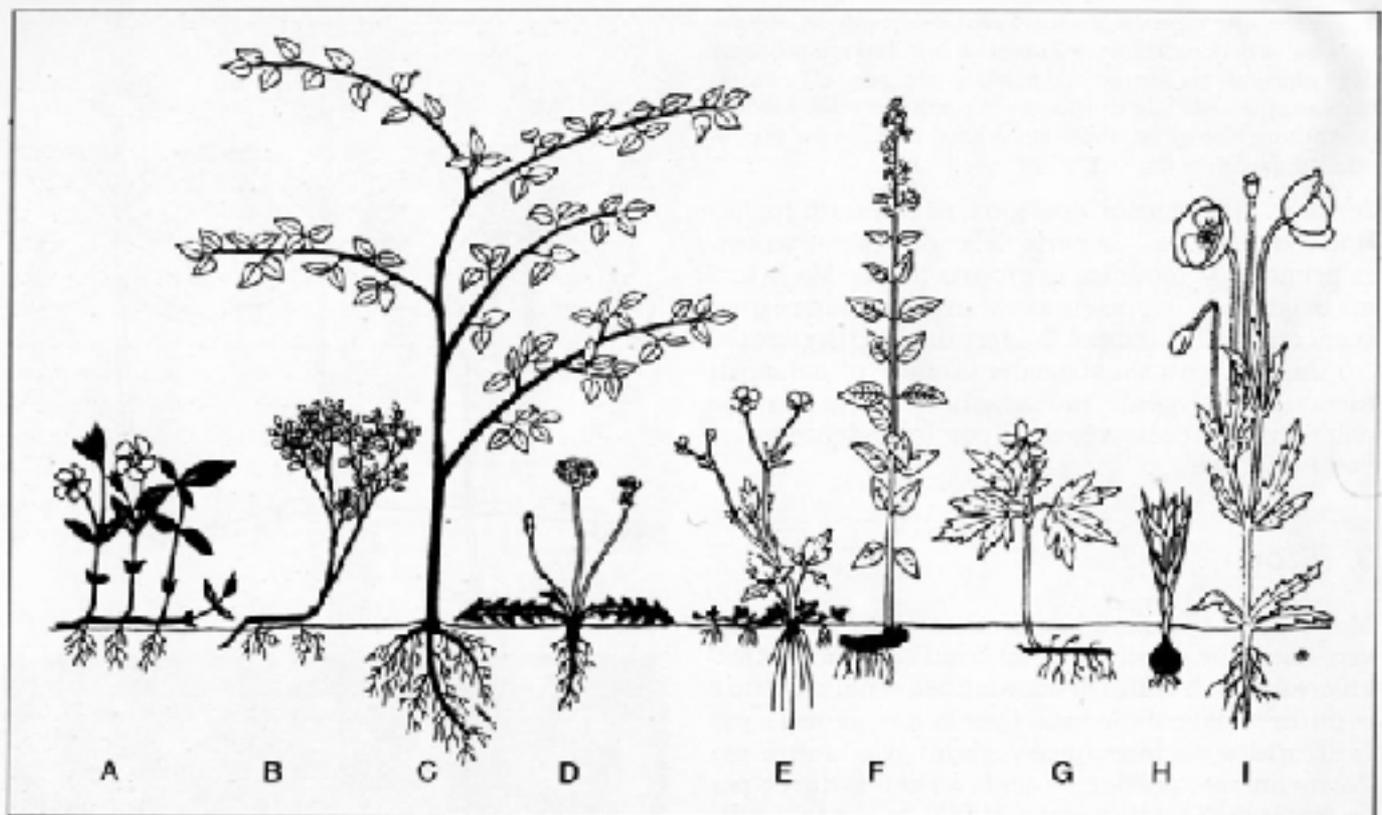




PS: **suffrutice** è una pianta perenne legnosa, i cui getti annui, erbacei, si lignificano solo nella loro parte basale, mentre, dopo la fruttificazione, si seccano nel resto per un tratto più o meno lungo. I suffrutici sono di solito più piccoli dei frutici o arbusti. Per esempio, la salvia e molte altre Lamiacee.

PPSS: **perenne** è una pianta con ciclo vitale che si protrae per più di due anni. Le piante perenni possono fiorire e fruttificare una sola volta (piante monocarpiche, come le agavi) o, come accade normalmente, per più anni di seguito.





Forme biologiche. Le parti delle piante in nero superano l'inverno, le altre muoiono in autunno. **A, B**, camefite (la *Vinca* sempreverde e *Vaccinium*). **C**, fanerofite (faggia). **D-F**, emicriptofite (**D**, soffione: *Taraxacum*, come esempio di piante a rosetta; **E**, pianta stolonifera: *Ranunculus repens*; **F**, di pianta scaposa: *Lysimachia*); **G, H**, criptofite (**G**, geofita rizomatosa: *Anemone*; **H**, bulbosa *Grocus*); **I**, terofite: *Papaver rhoeas* (Secondo H. Walter).

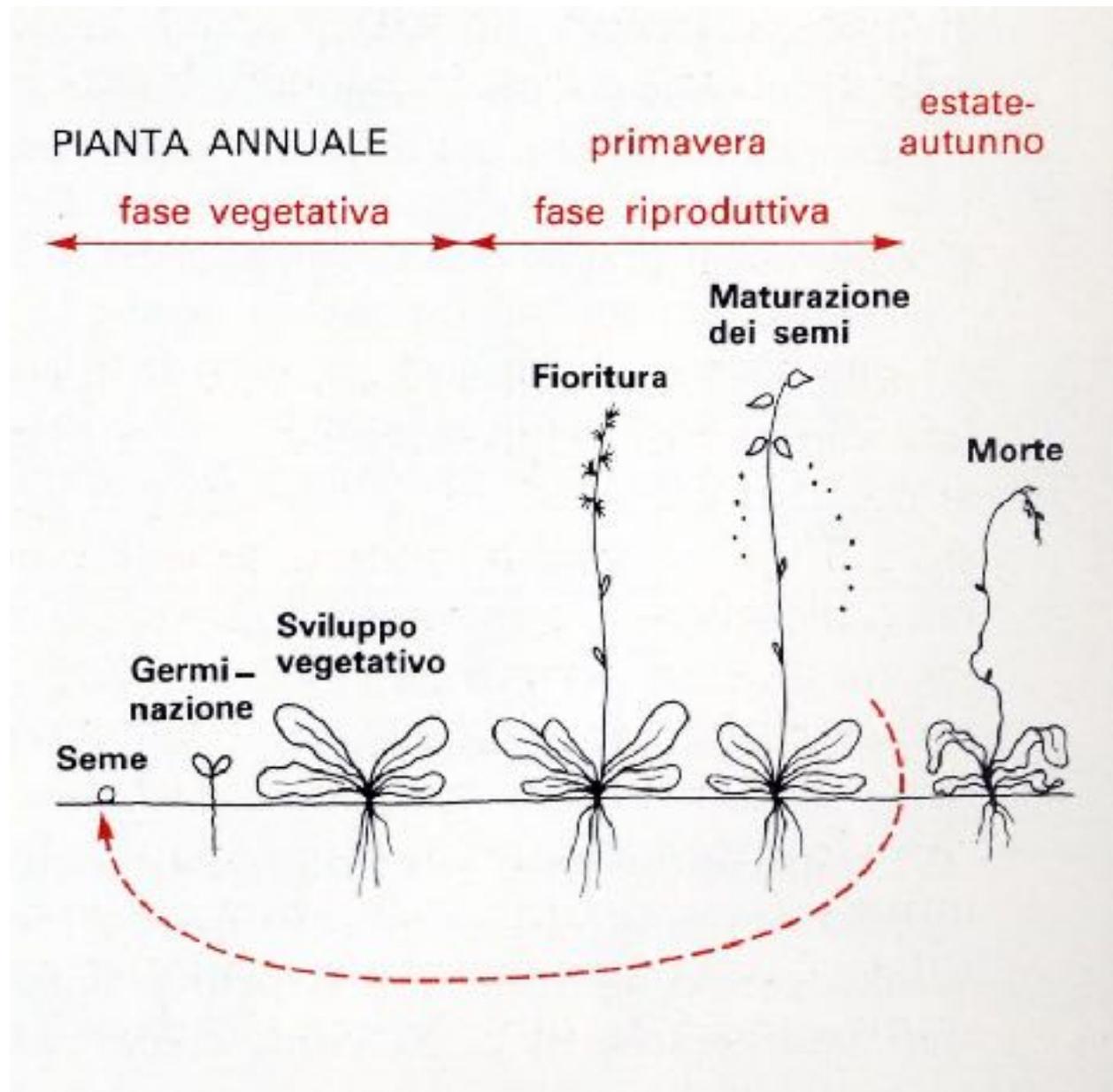




## TEROFITE (T)

- Struttura erbacea, con lignificazione (se presente) limitata alla zona del colletto
- Nessuna sostanza di riserva
- Produzione di molti semi
- Elevata velocità di crescita nella stagione favorevole
- Ciclo vitale molto rapido e breve





# Cereali

## GRANFIERO

Un grande balzo in avanti nell'evoluzione verso varietà più produttive si ebbe con l'incrocio botanicamente ibrido tra il *Triticum dicoccum* e l'*Aegilops squarrosa*, una graminacea diffusa come infestante nei campi di frumento. Il risultato fu il *Triticum spelta* (grattaro, taccoia coltivata in alcune regioni dell'Europa nordoccidentale).

Grano duro

Caricchielle di pasta



## GRANO DURO

Un altro tipo di frumento caratterizzato da grandi cariossidi e il grano duro (*Triticum durum*), strettamente imparentato con il *Triticum dicoccum*. Il grano duro viene oggi raramente coltivato per produrre farina adatta alla panificazione. Poiché le cariossidi di questa specie contengono poco glutine, la farina che se ne ottiene è invece poco adatta alla panificazione. Le odierne varietà di grano duro possiedono cariossidi più grandi grazie alla intensa selezione cui è stata sottoposta la specie.

Grano tenero



farina intera di grano tenero non ancora cotta

## GRANO TENERO

Ancora il grano tenero (*Triticum aestivum*) è probabilmente un ibrido tra il *Triticum dicoccum* e l'*Aegilops squarrosa*; è comunque sicuramente il tipo di frumento più coltivato e consumato sulla Terra. Possiede cariossidi di grandi dimensioni ed assi ricche di glutine, il quale conferisce alla pasta del pane una notevole elasticità consentendole di lievitare in maniera ottimale.

Pasticcini preparati con farina intera non raffinata



Pane bianco preparato con farina finemente macinata e raffinata



## Molte altre specie a uso alimentare



## Molte specie segetali



*Papaver roheas* L.





*Centaurea cyanus* L.  
(Fiordaliso)



## EMICRIPTOFITE (H)

Sono piante erbacee biennali o perenni, con gemme svernanti al livello del suolo, protette dalla lettiera di foglie.

- **Cespitose** (piante costituite da numerosi steli, foglie o fiori che derivano da un'unica radice, o sono strettamente uniti)
- **Scapose** (con asse florale allungato, spesso privo di foglie, ma con brattee e squame, e terminante con un fiore od una infiorescenza, circondato alla base da foglie che hanno la stessa sua origine, da un bulbo o da un rizoma)
- **Rosulate** (piante con foglie tutte basali raccolte a rosetta)
- **Reptanti** (piante con il fusto che si allunga e cresce parallelo al suolo, appoggiandosi su di esso ed emettendo radici ai nodi)
- **Scandenti** (con fusto volubile o sarmentoso, in generale mancante di organi di attacco per aggrapparsi a sostegni)





Le emicriptofite scapose sono piante con portamento eretto, con un fusto principale ben definito (scapo). Ad esempio, *Pulmonaria officinalis* L., una Boraginacea.



Le emicriptofite rosulate formano rosette di foglie a livello del terreno. Un esempio è la splendida endemica Italiana *Primula appennina* Widmer, una Primulacea presente solo sull'Appennino o tosco-emiliano.



Le emicriptofite reptanti hanno un fusti dal portamento strisciante.  
Un esempio è *Fragaria viridis* Weston, una Rosacea



Le emicriptofite scandenti hanno portamento rampicante. Un buon esempio è *Convolvulus sepium* L., una Convolvulacea.

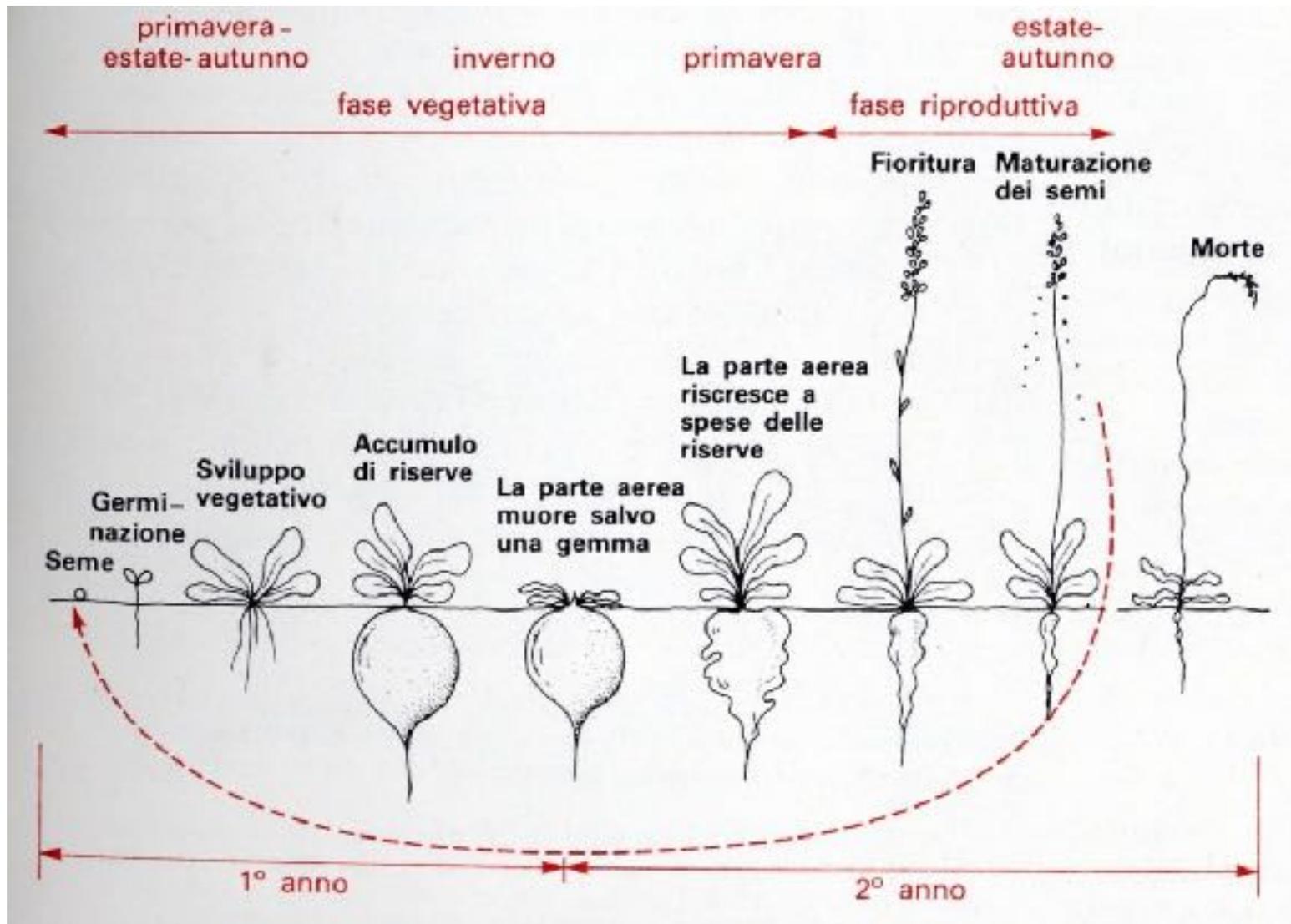




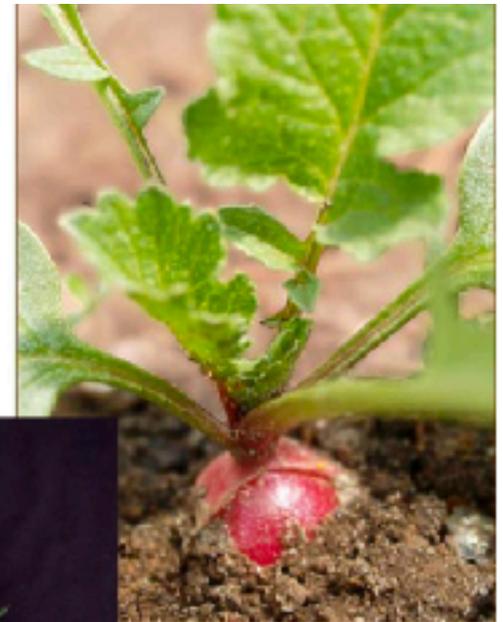
Alcune emicriptofite sono piante **biennali**, e hanno:

- Struttura erbacea, con lignificazione (se presente) limitata alla zona del colletto;
- Differenti organi di riserva (per es. radice fittonante; ipocotile tuberizzato ecc.);
- Produzione di molti semi limitatamente al secondo anno.





Sono biennali molti ortaggi: carote, finocchi, lattuga, sedano, prezzemolo, spinaci, cavoli, cime di rapa, ...



## CRIPTOFITE o GEOFITE (G)

(tipicamente perenni)

Sono piante erbacee perenni, con gemme svernanti sotto il livello del suolo, su organi sotterranei come bulbi, tuberi ecc.

**Bulbose** (piante che formano bulbi sotterranei dai quali ogni anno nascono foglie e fiori)

**Rizomatose** (piante con rizomi, fusti sotterranei o striscianti, orizzontali)

**Radicigemmate** (piante con organi sotterranei che portano le gemme da cui, ogni anno, si riforma la parte aerea)

**Parassite** (piante con gemme sotterranee che riescono con organi speciali a prelevare da altre piante le sostanze necessaria alla sopravvivenza)



## Geofite bulbose



*Galanthus nivalis* L.  
Amarillidaceae  
Bucaneve



## Geofite rizomatose



*Polypodium vulgare* L.  
Polypodiaceae



## Geofite radicigemmate



*Paeonia officinalis* L.  
Paeoniaceae  
Peonia



## Geofite parassite



*Monotropa hypopitys* L.  
Ericaceae  
Ipopitide





## CAMEFITE (Ch)

Sono piante perenni e legnose, con gemme svernanti poste ad una altezza dal suolo tra i 2 e i 30 cm.

**Fruticose** (aspetto arbustivo, di piccole dimensioni)

**Suffruticose** (fusti legnosi, ma di modeste dimensioni (suffrutici), con le parti erbacee che seccano e non sopravvivono alla stagione avversa)

**Succulente** (piante di ambienti aridi, con foglie o fusti, o tutti e due, adattati a funzionare da riserve d'acqua)

**Pulvinate** (piante con aspetto rigonfio e globoso simile a un cuscino)

**Reptanti** (piante con portamento strisciante)



## Camefite fruticose



*Euphorbia paralias* L.  
Euphorbiaceae



# Camefite suffruticose



*Artemisia absinthium* L.  
Asteraceae  
Assenzio



## Camefite succulente



*Sedum dasyphyllum* L.  
Crassulaceae



# Camefite pulvinate



*Silene acaulis* L.  
subsp. *cenisia*  
Caryophyllaceae  
Silene del Moncenisio



# Camefite reptanti



*Dryas octopetala* L.  
Rosaceae  
Camedrio alpino



# FANEROFITE (P)

Sono piante perenni, legnose (= con tessuti lignificati), con gemme svernanti poste ad una altezza dal suolo maggiore di 30 cm

**Arboree** (gemme a più di 2 metri dal suolo)

**Cespugliose** (gemme tra i 30 cm e i 2 metri dal suolo)

**Succulente** (piante con organi (fusti e foglie) atti a conservare l'acqua)

**Lianose** (piante con portamento rampicante incapaci di autosorreggersi)

**Reptanti** (piante con portamento strisciante, aderente al suolo)





- LIGNIFICAZIONE DA LIMITATA AD ESTESA;
- PRODUZIONE DI SEMI LIMITATA SE COMPARATA ALLA BIOMASSA DELL'INDIVIDUO;
- NEI PRIMI ANNI (DECENNI) FORTE INVESTIMENTO DEGLI ASSIMILATI NELLA COSTRUZIONE DEL CORPO DELLA PIANTA O IN ORGANI DI SVERNAMENTO.



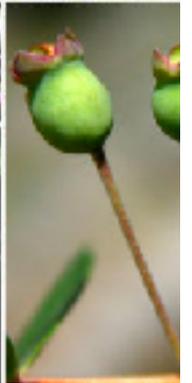
## Fanerofite arboree



*Pinus pinea* L.  
Pinaceae  
Pino domestico



# Fanerofite cespugliose



*Myrtus communis* L.

Myrtaceae

Mirto



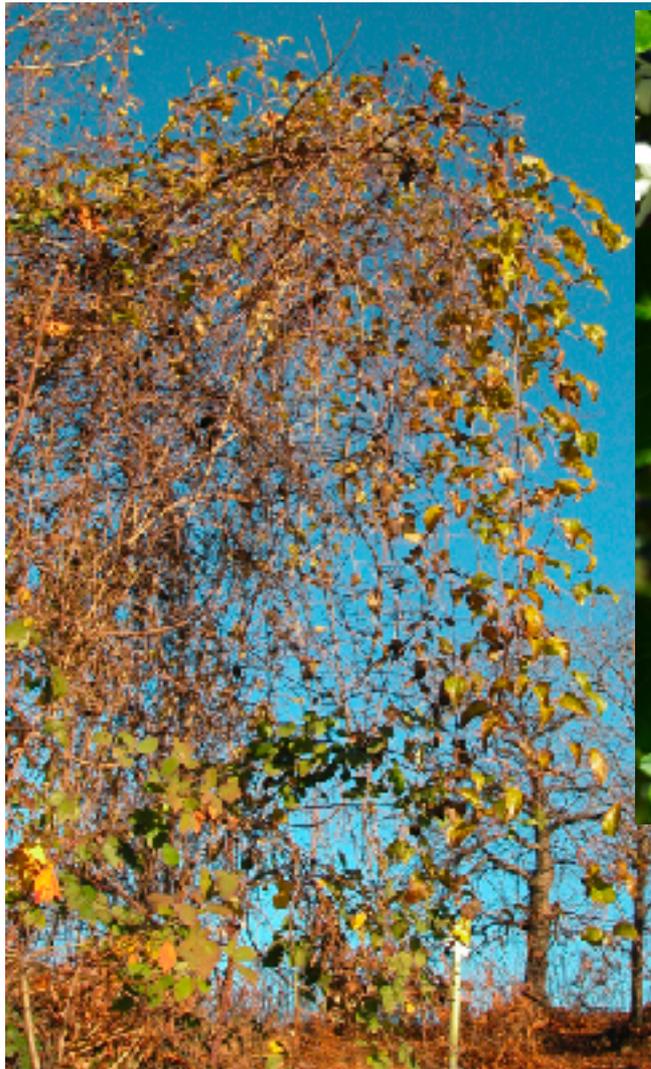
## Fanerofite succulente



*Carnegiea gigantea*  
(Engelm.) Britton & Rose  
Cactaceae



## Fanerofite lianose



*Clematis vitalba* L.  
Ranunculaceae  
Clematide



## Fanerofite reptanti



*Pinus mugo* Turra  
Pinaceae  
Pino mugo





## PIANTE PERENNI

- **Monocarpiche**: fioriscono un'unica volta nella loro vita, quindi muoiono una volta prodotti i semi
- **Pluricarpiche (policarpiche)**: fioriscono e fruttificano ripetutamente, spesso dopo un certo numero di anni di crescita esclusivamente vegetativa.



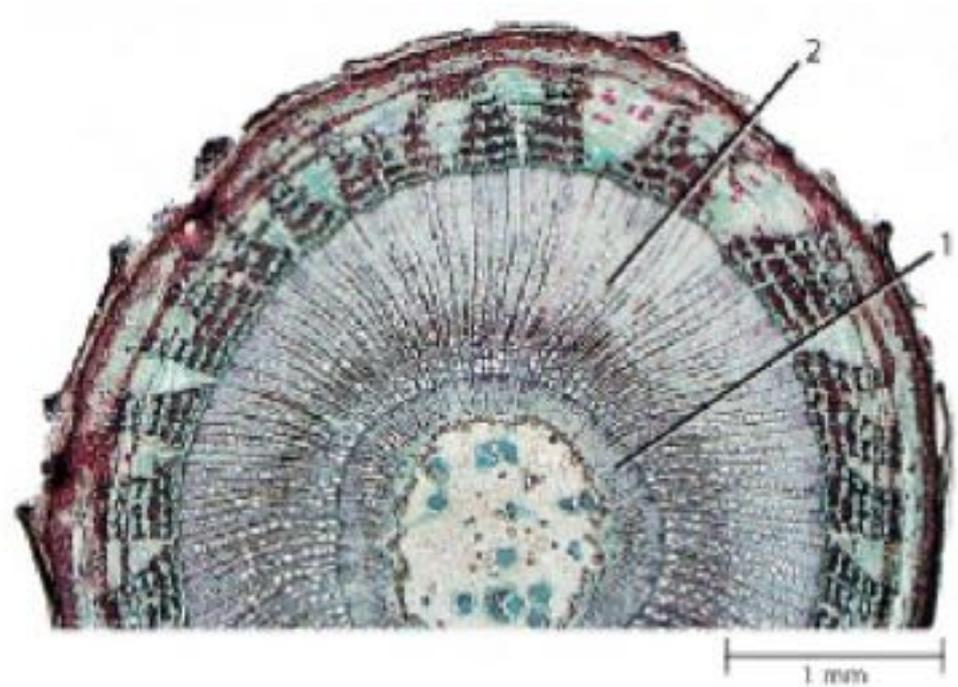
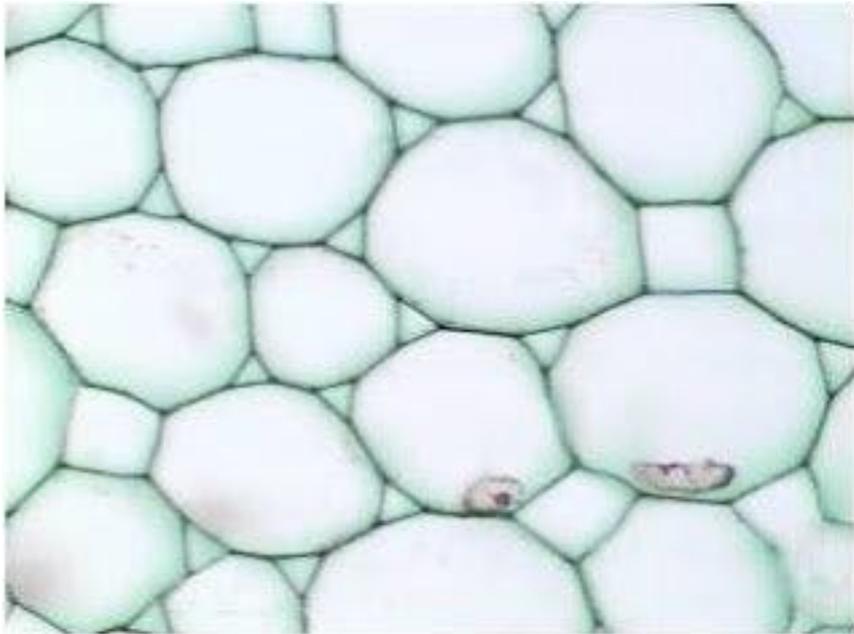
Pianta perenne monocarpica: *Agave victoriae-reginae* T. Moore







# Istologia e anatomia vegetale

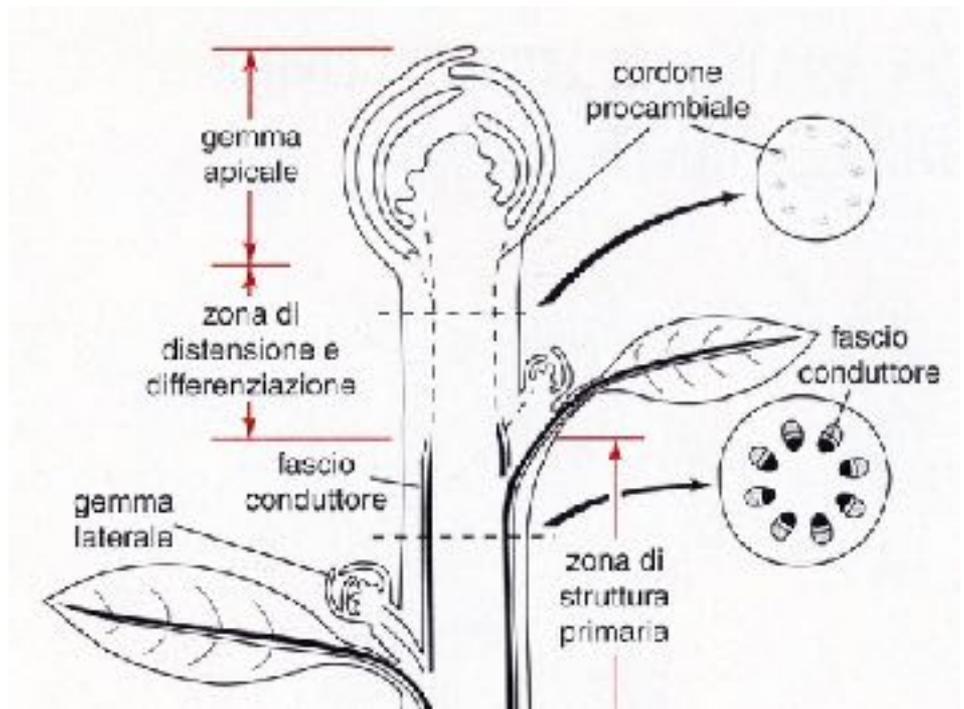




La crescita in dimensioni di una pianta avviene grazie a:

- 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.





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

In base all'origine si distinguono in primari e secondari.

**TESSUTI MERISTEMATICI PRIMARI:** derivano direttamente dal tessuto embrionale.

Sono costituiti di cellule in attiva divisione, piccole, isodiametriche

La parete primaria è assente, o sottile. Il nucleo è grande, e il citoplasma contiene abbondanti ribosomi e mitocondri.

I plastidi non sono ancora differenziati (“pro-plastidi”) e vi sono numerosi piccoli vacuoli dispersi.

Esempi sono i meristemi apicali e laterali dei germogli e della radice.

Danno origine ai tessuti della struttura primaria della pianta.





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

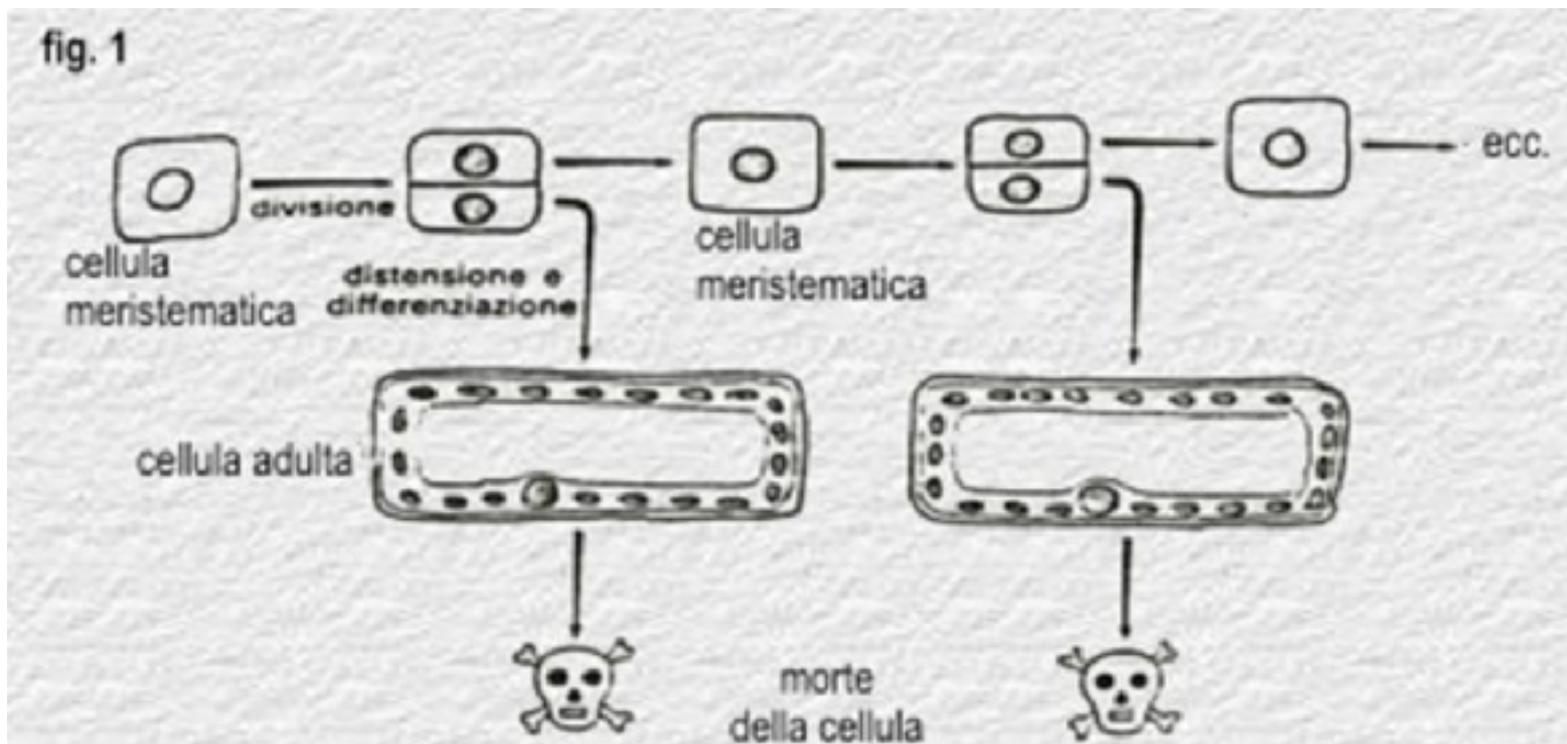
Questi meristemi sono importanti nella crescita secondaria in spessore del fusto e della radice.

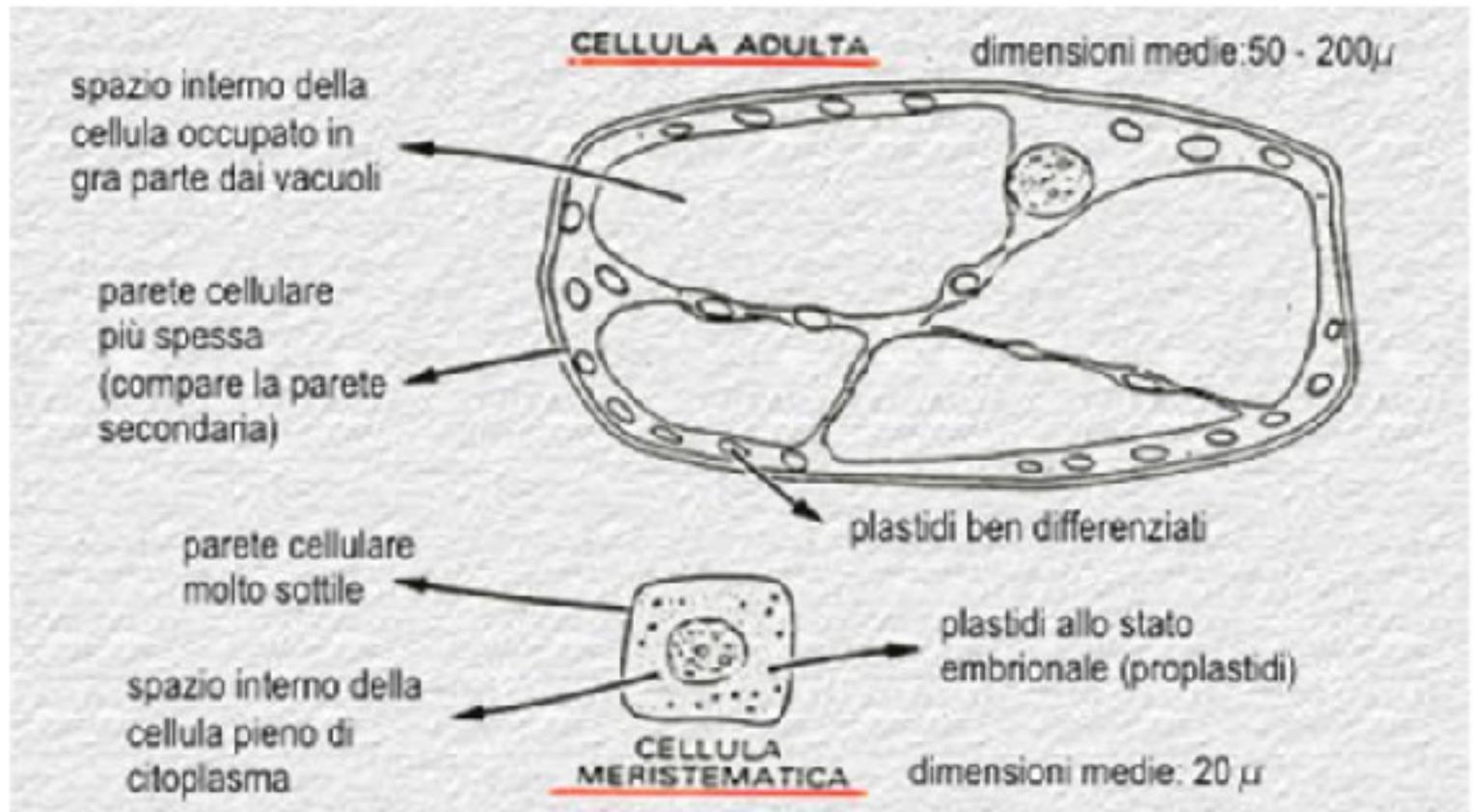
I meristemi secondari sono il **cambio subero-fellodermico**, parte del **cambio cribro-vascolare**, e i **meristemi avventizi**.





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).

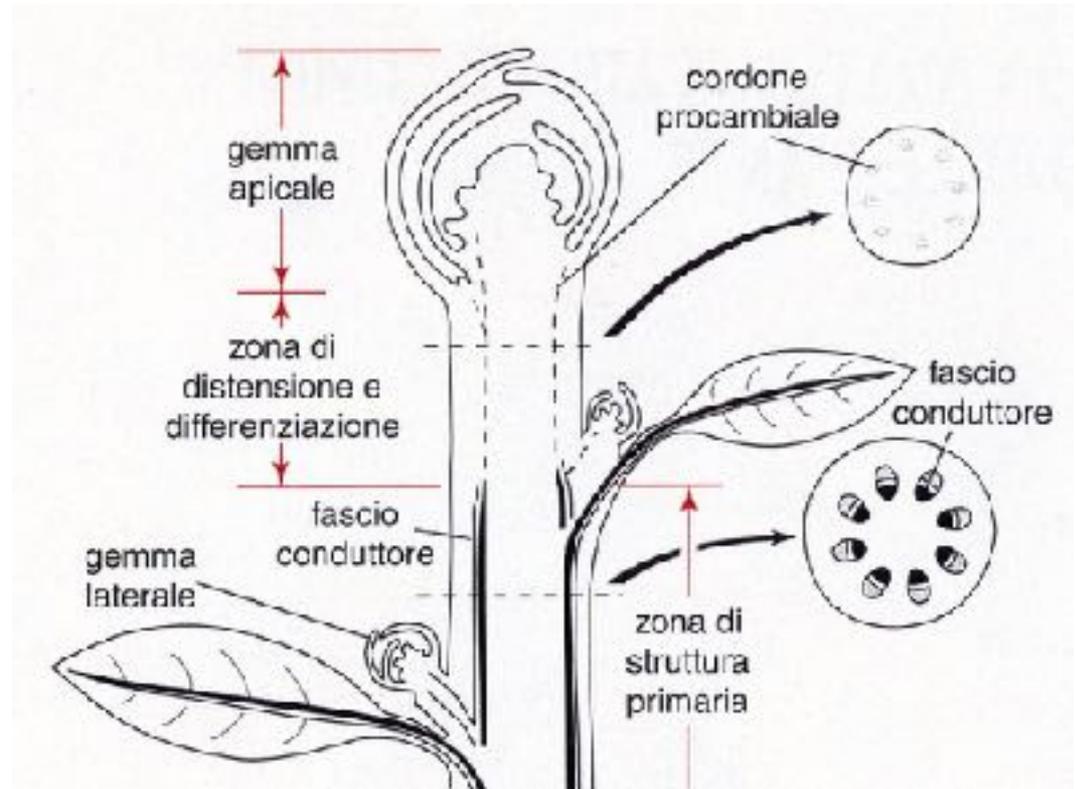






Le cellule derivate che si formano dalla divisione delle cellule meristematiche iniziano un processo di aumento delle dimensioni (**crescita per distensione**) e di **differenziazione** che dipende dalla posizione finale nell'organo in via di sviluppo e porta alla formazione di tipi diversi di cellule e di tessuti con specifiche funzioni.

La crescita per distensione avviene grazie all'espansione del vacuolo. Avviene spesso in una direzione prevalente.





**TESSUTI ADULTI** - Vengono classificati in base a:

## ORIGINE

**PRIMARI**, derivati dal differenziamento di cellule prodotte dai meristemi apicali o laterali.

**SECONDARI**, derivati dall'attività di meristemi di origine secondaria o mista ("cambi") che sono responsabili dell'accrescimento secondario in spessore della pianta.

## FUNZIONE

**TEGUMENTALI, PARENCHIMATICI, MECCANICI o DI SOSTEGNO, CONDUTTORI, SECRETORI**

## COMPLESSITA'

**SEMPLICI o COMPOSTI**





## TESSUTI TEGUMENTALI

Tutti gli organi della pianta sono rivestiti da uno o più strati di cellule periferiche che formano i tessuti tegumentali.

Le funzioni sono due, antitetiche:

- a) assunzione di acqua e soluti: TESSUTO di ASSORBIMENTO;
- b) protezione e limitazione e controllo dei flussi di acqua: TESSUTI di RIVESTIMENTO.

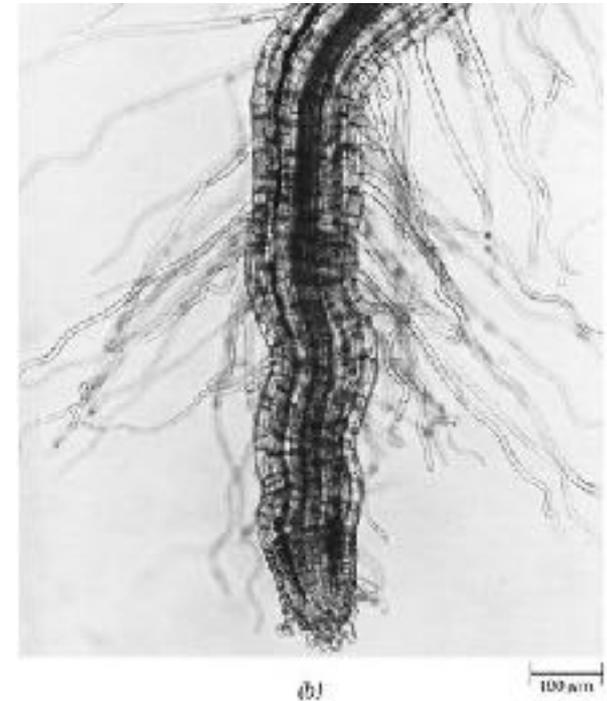




## TESSUTO di assorbimento: RIZODERMIDE

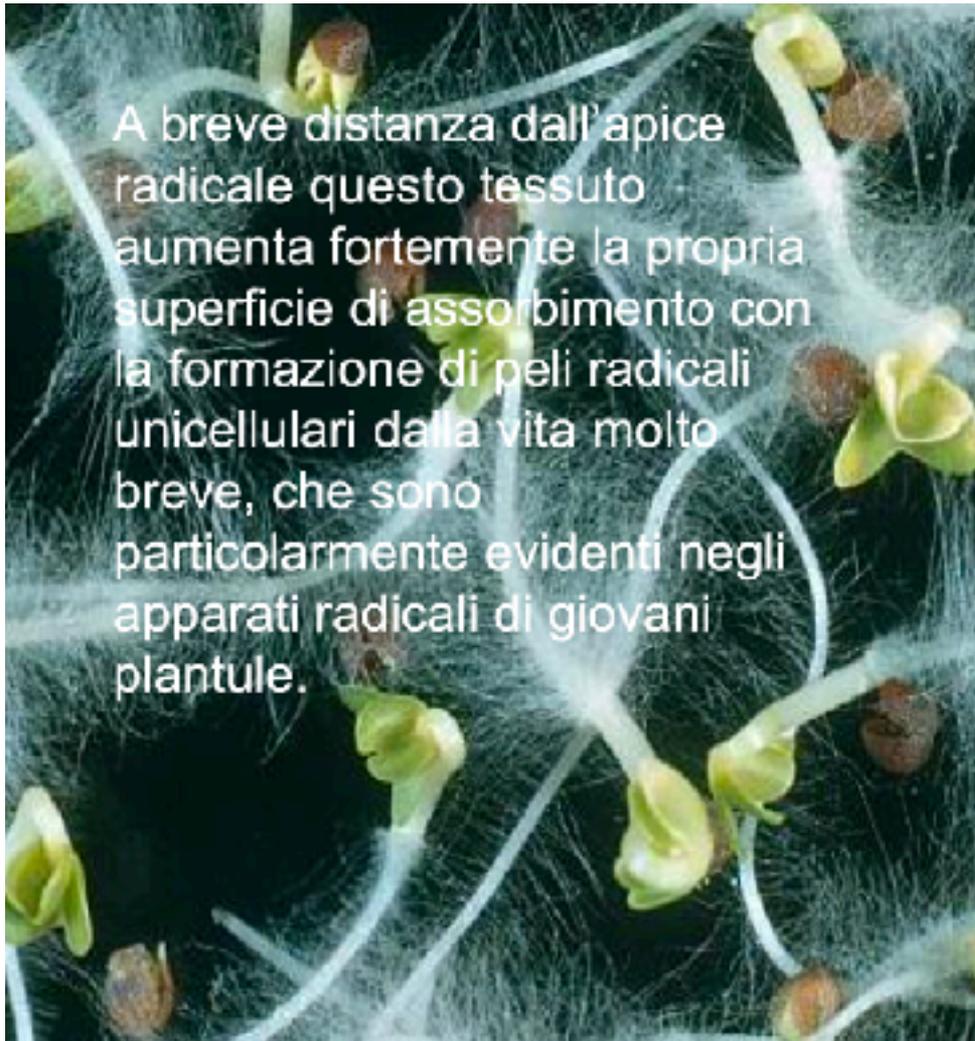
La parte terminale (cioè più prossima all'apice radicale) di ogni radice è l'unica parte della pianta specificatamente deputata all'assorbimento dell'acqua e dei soluti, anche se in alcuni organismi dalla biologia particolare questa funzione è svolta da gruppi di cellule od organi particolari.

Lo strato più esterno di questa porzione della radice è coperto da uno strato di cellule addossate le une alle altre e dalla parete fortemente igroscopica, formanti l'EPIDERMIDE RADICALE o RIZODERMIDE (o rizoderma).



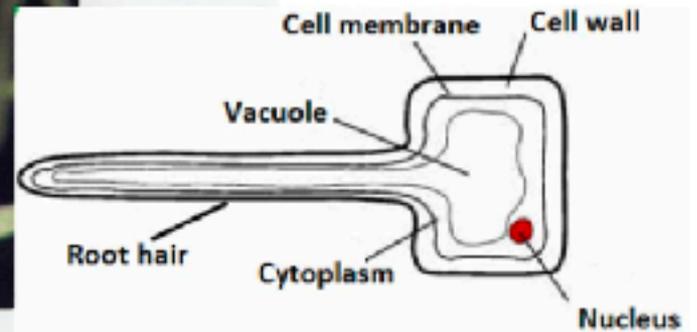
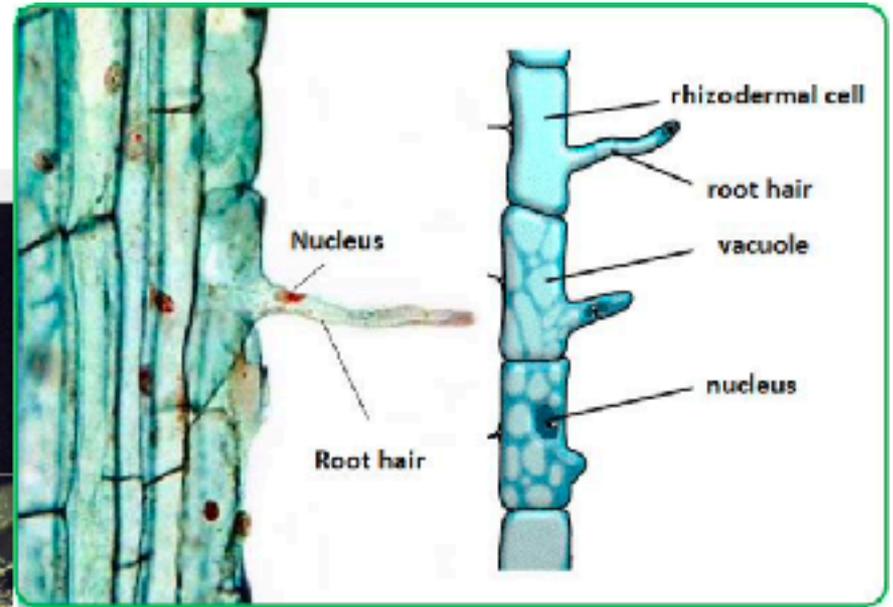


A breve distanza dall'apice radicale questo tessuto aumenta fortemente la propria superficie di assorbimento con la formazione di peli radicali unicellulari dalla vita molto breve, che sono particolarmente evidenti negli apparati radicali di giovani plantule.





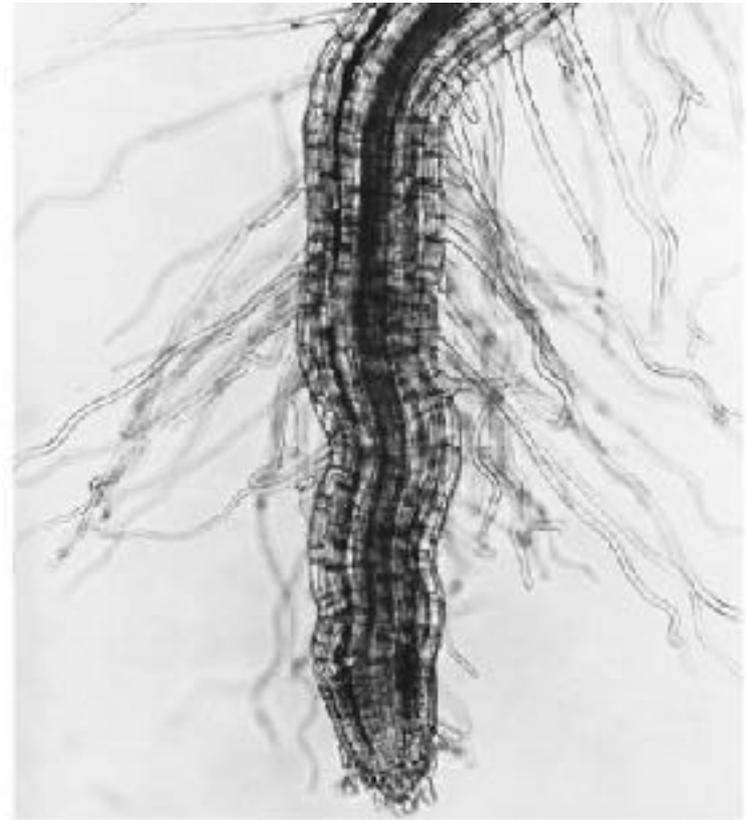
Zona pilifera della radice di fagiolo (*Phaseolus vulgaris* L., fam. Leguminosae).



La rizodermide è un tessuto effimero, in quanto le sue cellule presto muoiono: a questo punto l'organo verrà protetto dall'ambiente esterno da un altro tessuto, l'esoderma.



(a)



(b)

100 μm





In alcuni casi i peli radicali non vengono prodotti:

- perché non è necessario aumentare una superficie di assorbimento (es. piante acquatiche; piante micorrizate),
- non è opportuno (es. alcune piante epifite, che hanno 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.

Tessuti esterni: costituiscono una barriera di protezione per l'intero organo rispetto all'ambiente esterno.

Sono primari (p) o secondari (s).

Tessuti interni: fungono da barriera selettiva più o meno completa tra i tessuti in cui essi sono situati.

Sono solo primari (p)

EPIDERMIDE (e) (p)

ESODERMA (e) (p)

SUGHERO (e) (s)

ENDODERMIDE (i) (p)

} cutina

} suberina



# Epidermide





## EPIDERMIDE

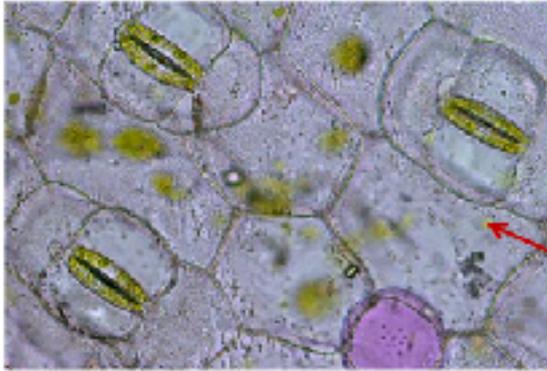
E' il tessuto di rivestimento del caule in struttura primaria e delle foglie, "dall'ipocotile in su".

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 ne sono provvisti.







L'epidermide ha varie funzioni:

- 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 e specie, così come da organo ad organo di una stessa pianta.

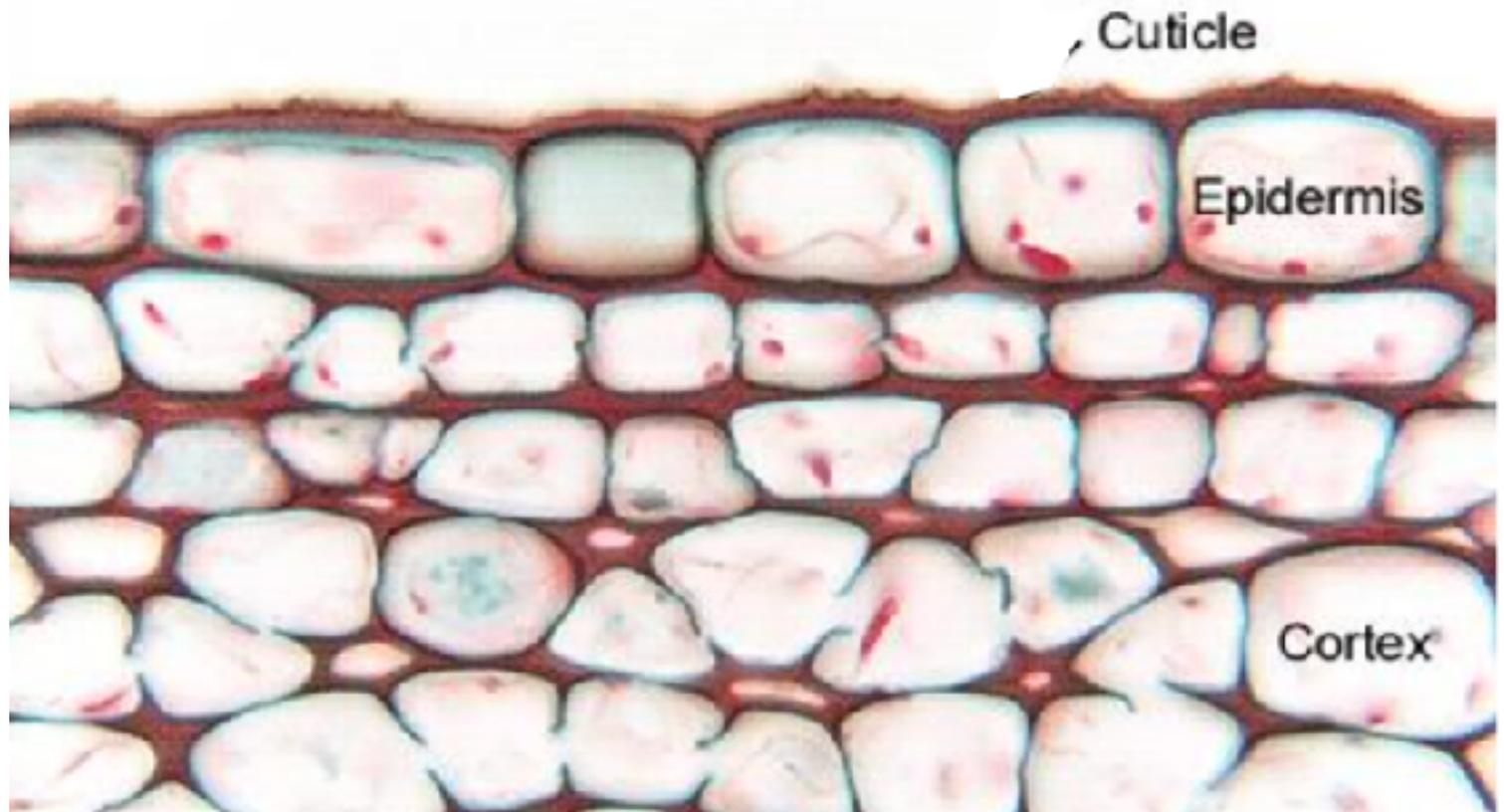
L'epidermide è formata da diversi tipi di cellule:

- cellule epidermiche
- cellule di guardia degli stomi
- tricomi (peli), cellule che secernono sostanze, emergenze, ...



## CELLULE EPIDERMICHE

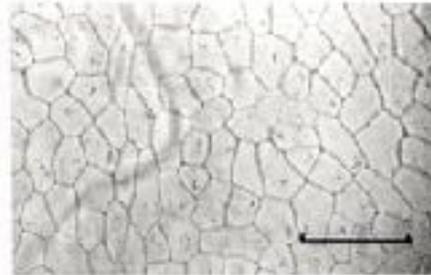
In sezione trasversale le cellule epidermiche hanno forma regolare, in genere rettangolare, e sono appressate l'una all'altra, senza spazi intercellulari



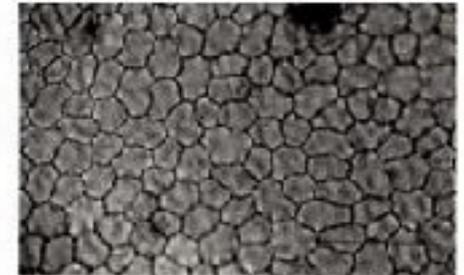


Viste dal lato della faccia tangenziale esterna, le cellule epidermiche presentano forma molto variabile, da poliedrica ad allungata, con contorno liscio, minutamente dentellato o ampiamente sinuoso.

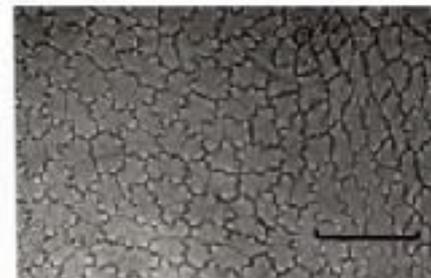
Anche le dimensioni sono molto variabili, anche nella stessa pianta, e ciò dipende almeno in parte all'intensità luminosa e alla disponibilità idrica al momento della loro formazione, e quindi alle condizioni ambientali tipiche dell'ambiente di crescita della pianta.



1) *Erica arborea*, specie xerofita ed eliofila.



2) *Hebecladus reflexa*, specie xerofita ed eliofila.



4) *Hedera tataricensis*, specie igrofila.

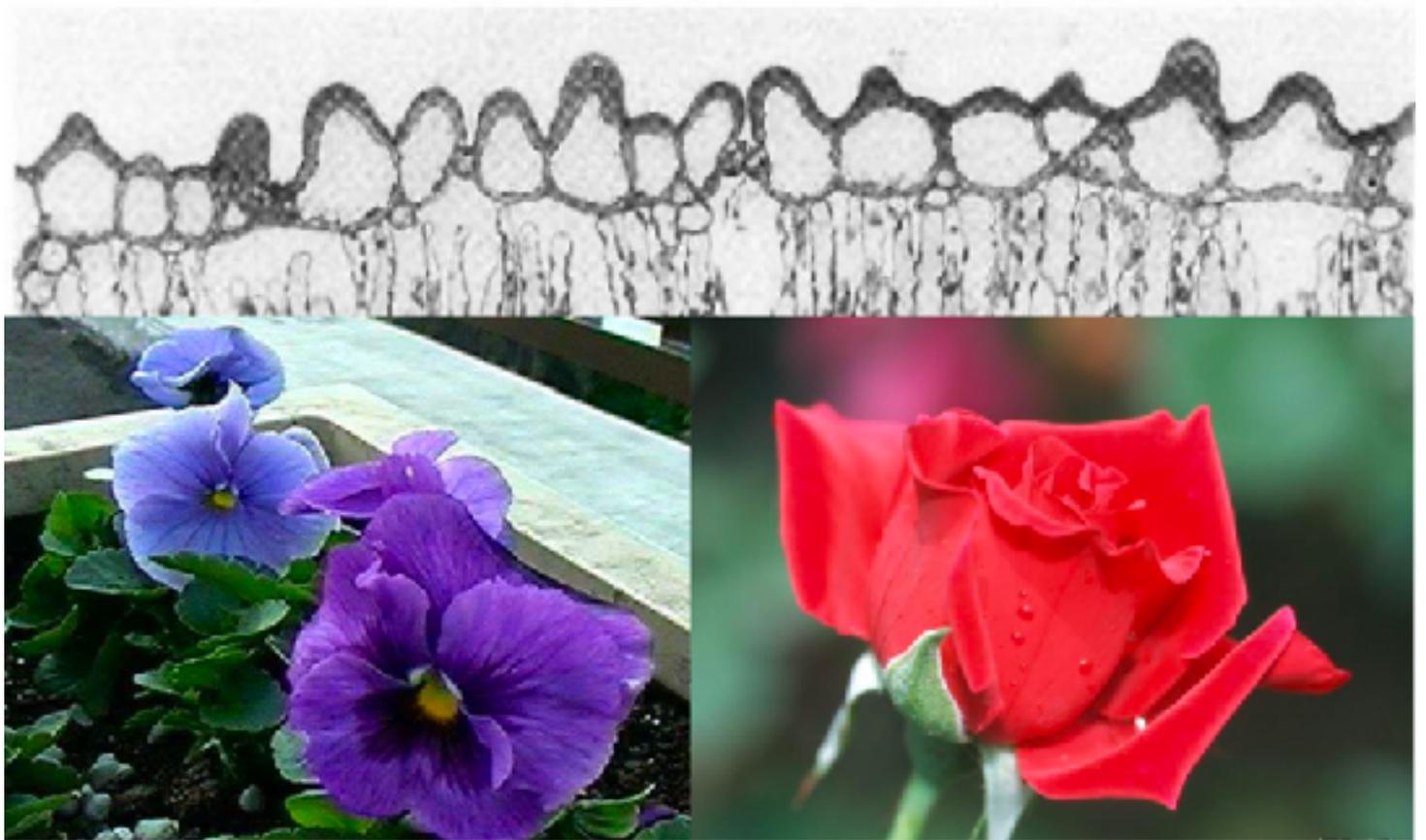


6) *Fritidius aquilinus*, specie igrofila.

Tav. I. Variazioni morfologiche delle cellule epidermiche - da isodiametriche ad aneboidi - sulla pagina abassiale di foglie di alcune specie tipiche del Fayal-Brezal. La serie riflette un gradiente crescente di igrofitismo delle specie in esame. Un tratto = 100 µm.

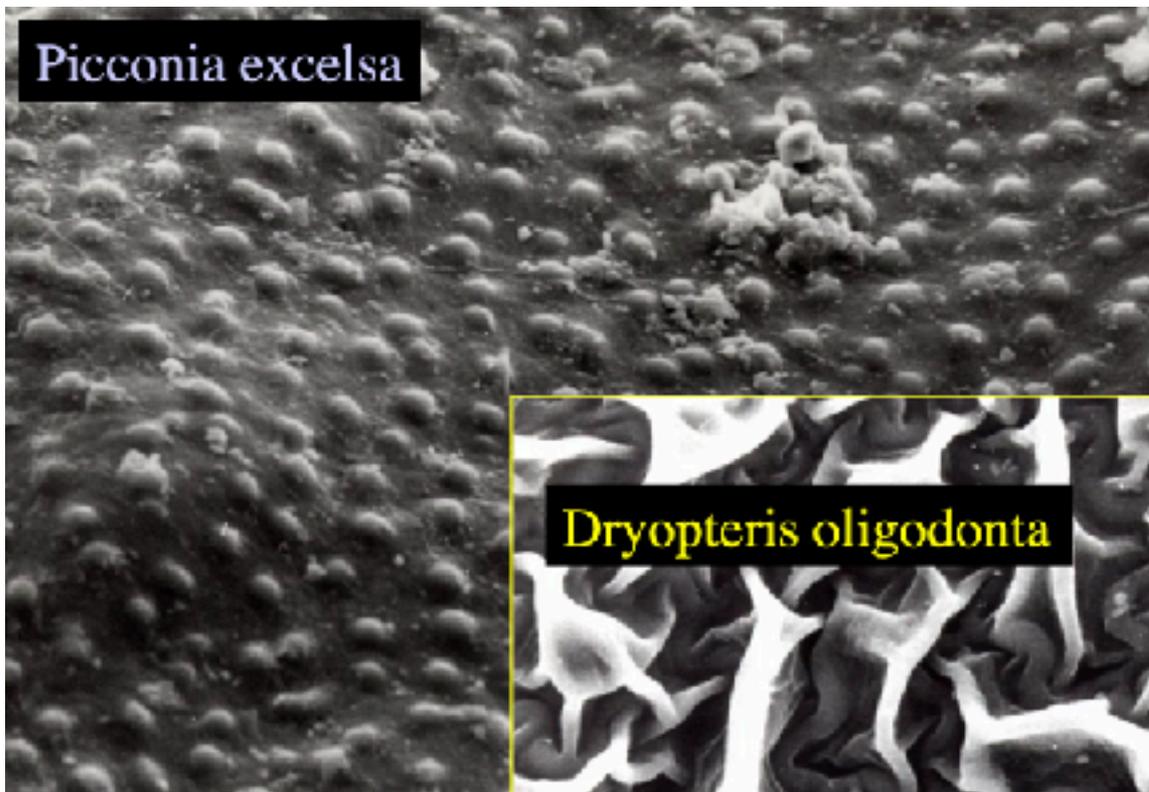


Sempre in sezione trasversale, talvolta le cellule epidermiche presentano una caratteristica estroflessione, la papilla epidermica. La luce incidente si rifrange sulla superficie scabra che ne deriva, facendo assumere alla struttura un aspetto particolare, “vellutato”.

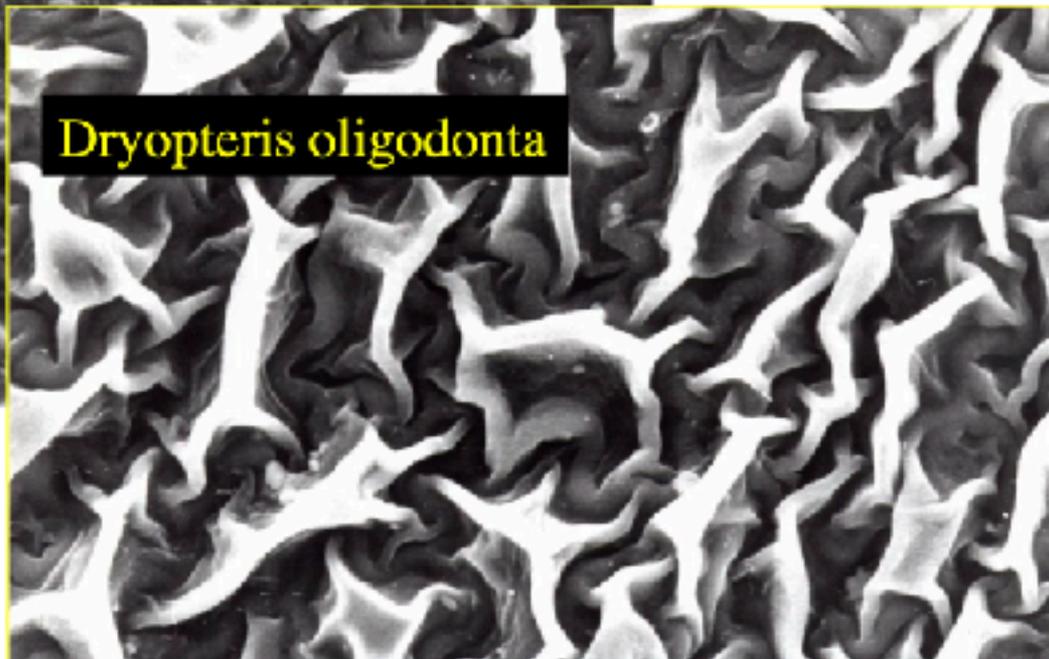




*Picconia excelsa*



*Dryopteris oligodonta*





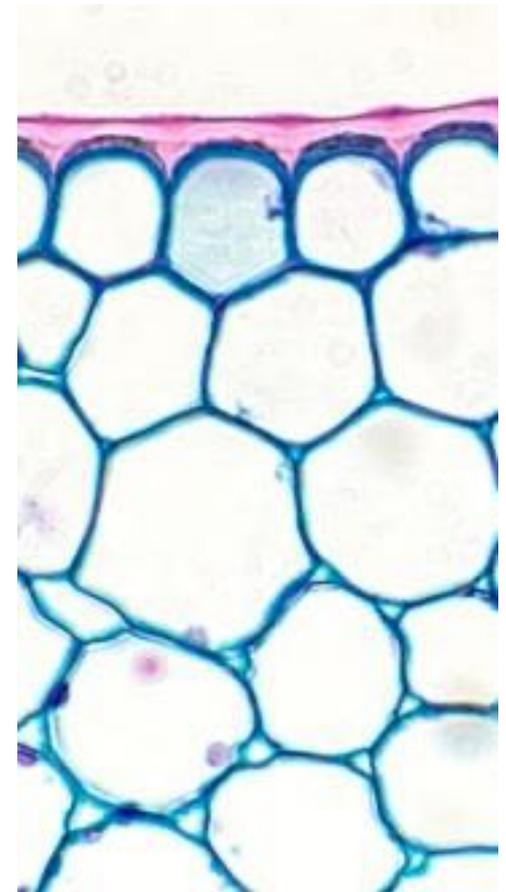
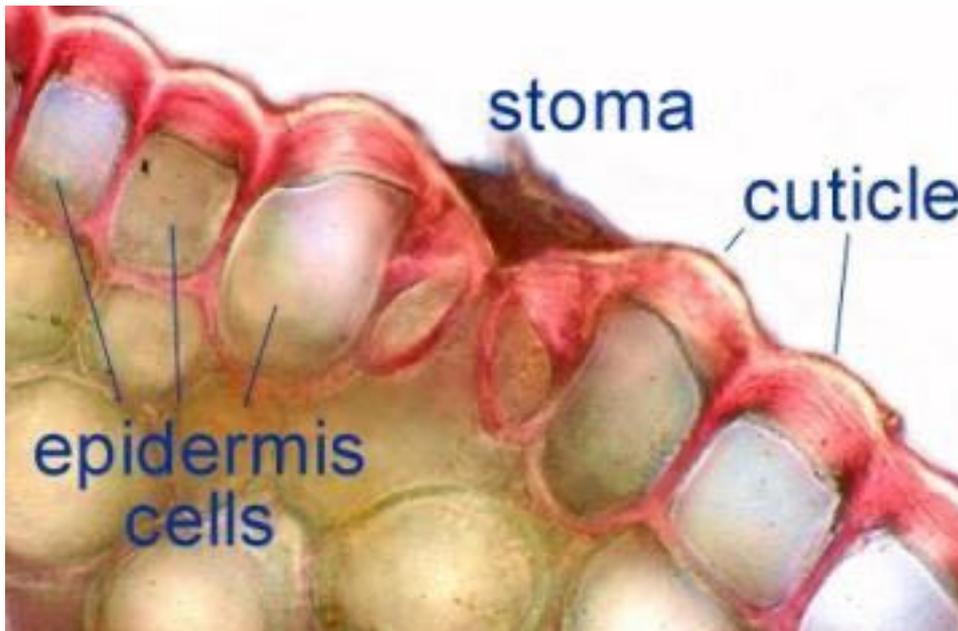
L'epidermide svolge due compiti antitetici apparentemente inconciliabili: da un lato deve limitare la perdita dell'acqua degli organi aerei della pianta, dall'altra deve permettere comunque lo scambio dei gas, soprattutto della  $CO_2$ , che è fondamentale per lo svolgimento della fotosintesi.

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.



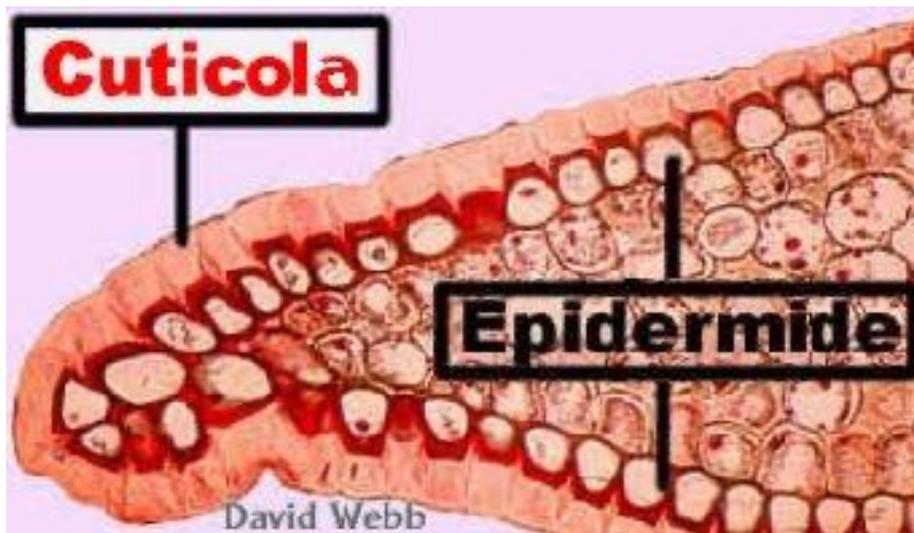
La CUTICOLA è particolarmente evidente in sezione trasversale, come l'insieme della parte più esterna delle pareti secondarie dell'epidermide che "guardano" verso lo spazio esterno.





Evidenziata dall'applicazione di coloranti lipofili, lo spessore della cuticola è diverso da specie e specie, e dipende entro certi limiti dal grado di aridità ambientale al quale la pianta è esposta.

Molto spesso lo strato più esterno ha forma irregolare, per la presenza di CERIE EPICUTICOLARI, che rendono la lamina fogliare particolarmente idrorepellente.





La presenza della 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 superficie libera d'acqua di uguale superficie.

Nelle foglie di conifere (es. pini, abeti) e sclerofille mediterranee (es. leccio, *Quercus ilex*) la traspirazione ammonta solo allo **0,5%**.

Nelle piante grasse (es. in alcune Cactaceae), in cui la cuticola raggiunge spessori veramente ragguardevoli, appena allo **0,05%**.





Da un punto di vista evolutivo la cuticola rappresenta una conquista fondamentale per assicurare la sopravvivenza della pianta negli ambienti delle terre emerse.

Essa è un “must” di tutte le piante **omoioide**, e la sua assenza è incompatibile con la vita di questi organismi, tranne in quelli che vivono sempre immersi (es. *Zostera*)

