

A microscopic image showing several plant cells. The cells are roughly rectangular and have a thick, dark green outer boundary representing the cell wall. Inside each cell, there is a large, clear, light-colored area that occupies most of the space, which is the central vacuole. The remaining space is filled with a dense network of green, fibrous structures, likely chloroplasts and other organelles. The word "VACUOLO" is written in a large, black, handwritten-style font across the center of the image, with a white outline. The background is a light, slightly textured grey.

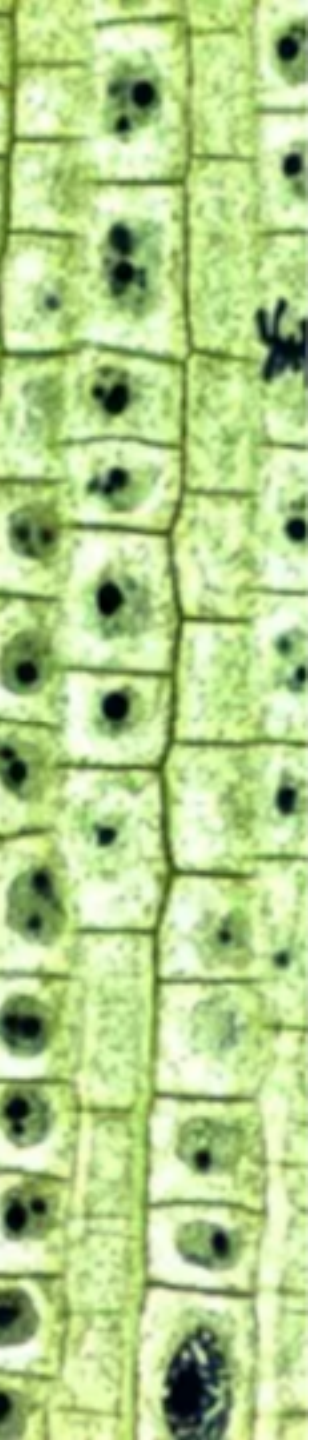
VACUOLO

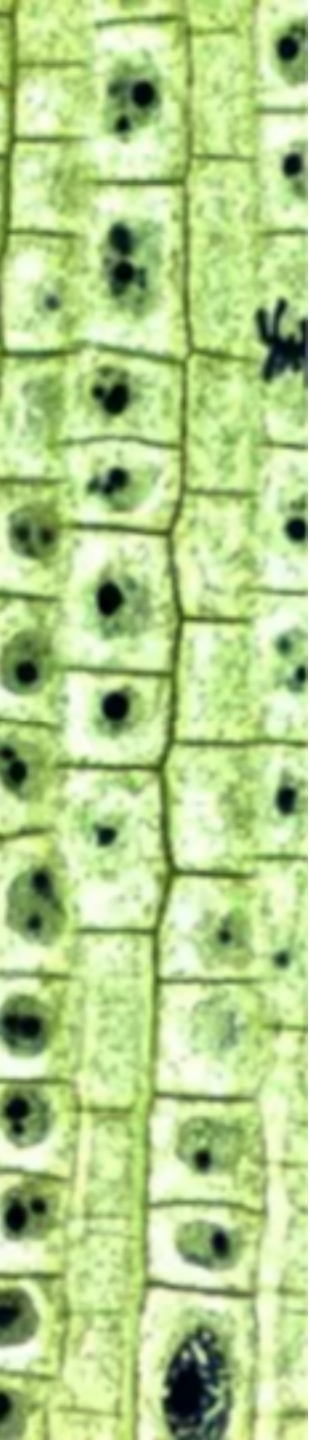


Maturazione dei semi

Il frutto, se mangiato immaturo, rappresenterebbe per la pianta una perdita.

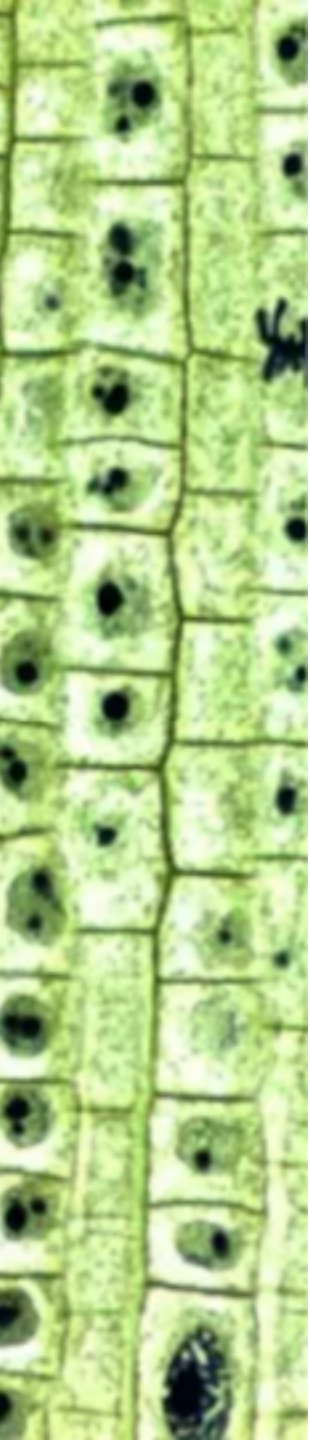
Il frutto viene mangiato maturo, con dispersione dei semi maturi: l'investimento ha avuto successo!





La capacità di legarsi ai composti contenenti azoto (proteine ed alcaloidi) garantisce la qualità astringente di molti vini rossi, che contengono tannini naturalmente o per maturazione su legno («vino barricato», cioè fatto maturare in botte nuova in genere di castagno o quercia, o modificato con aggiunta di tannini in polvere).

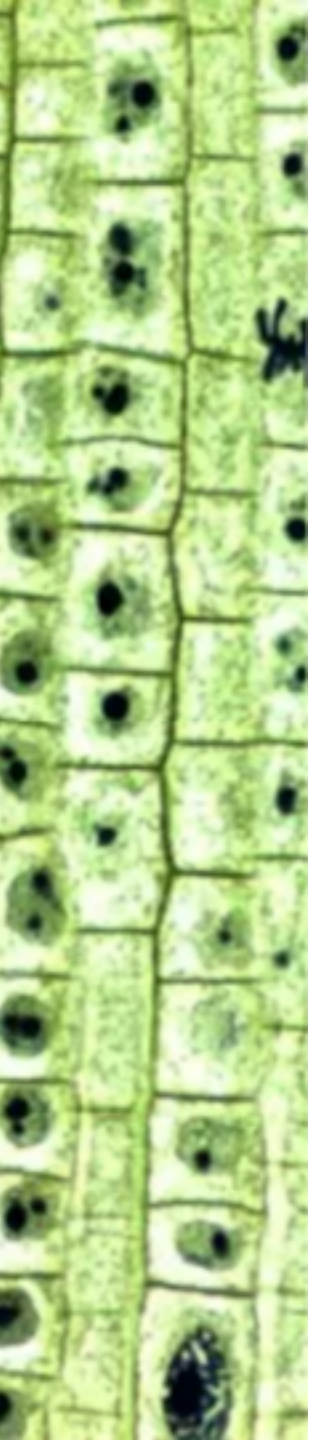




I tannini presenti nell' esocarpo dei frutti possono essere somministrati sia per via topica che orale, e hanno un effetto antibatterico e antifungino.

via orale → effetto antidiarroico; emorragie vaginali ed intestinali

via topica → effetto vasocostrittore; usati per curare alcune forme di dermatite



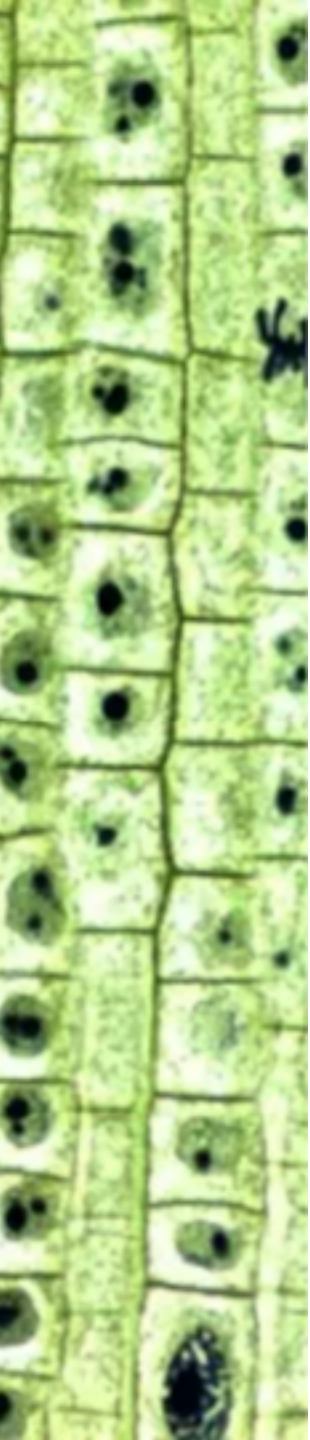
FLAVONOIDI

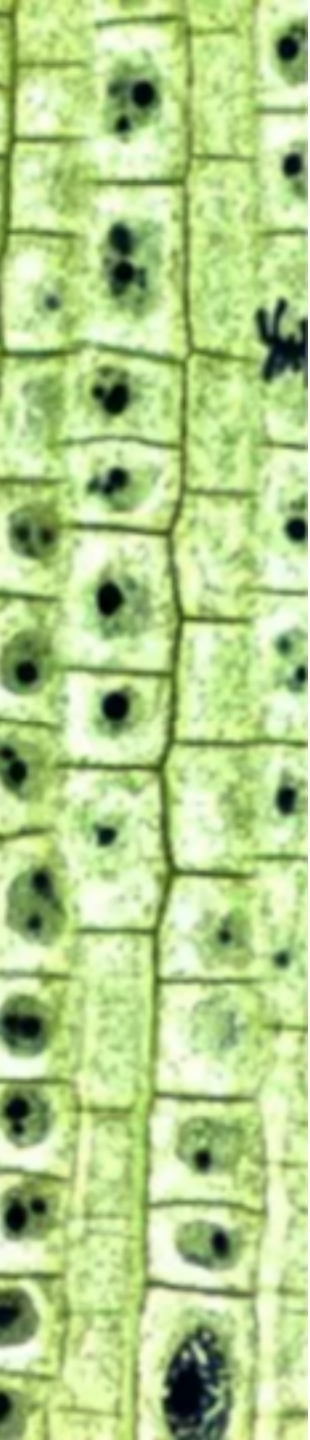
Pigmenti lipofili o idrofili.

Quelli **idrofili** si accumulano nel **vacuolo**, e conferiscono colori anche molto brillanti ai tessuti (es. epidermidi di molti fiori).

Gli **ANTOCIANI**, praticamente ubiquitari tra le piante, hanno colore rosa, rosso, blu o violetto.

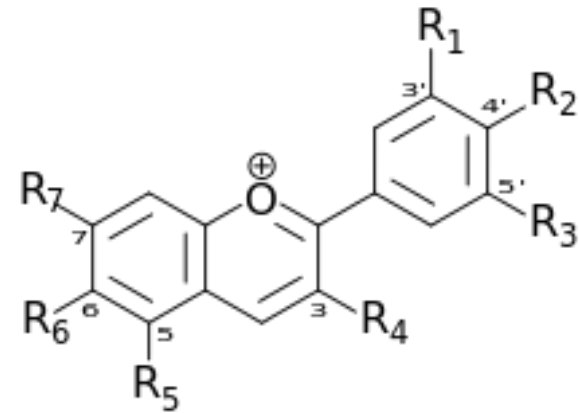
I **BETACIANI** sono meno diffusi, e caratterizzano alcune famiglie di piante (e.g. Chenopodiaceae, barbabietola).



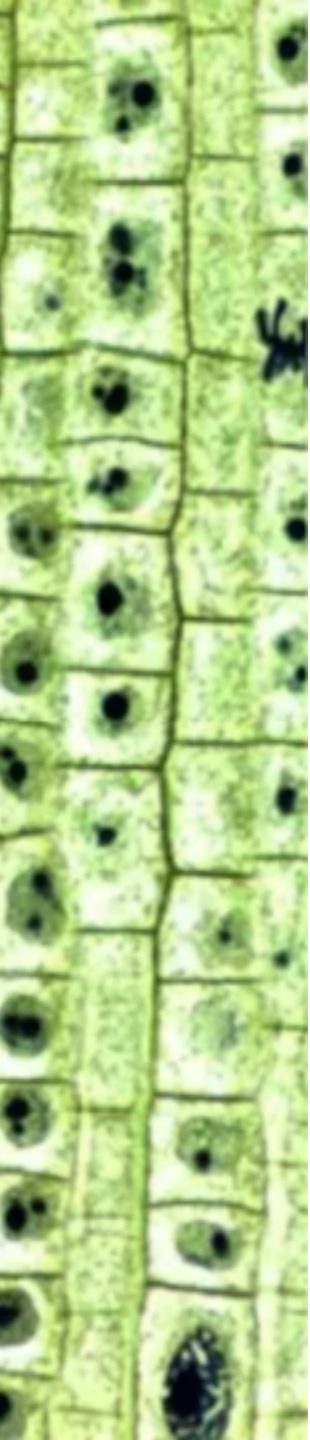


Antociani

- sono presenti esclusivamente in piante superiori, e non si riscontrano in animali, microorganismi o piante acquatiche;
- sono composti poliaromatici poliossidrilati;
- reagiscono con ossidanti quali ossigeno molecolare e radicali liberi, con conseguente riduzione dei danni che queste molecole possono provocare alle cellule e ai tessuti.
- per questa loro attività antiossidante e antiradicalica gli antociani sono impiegati in medicina.



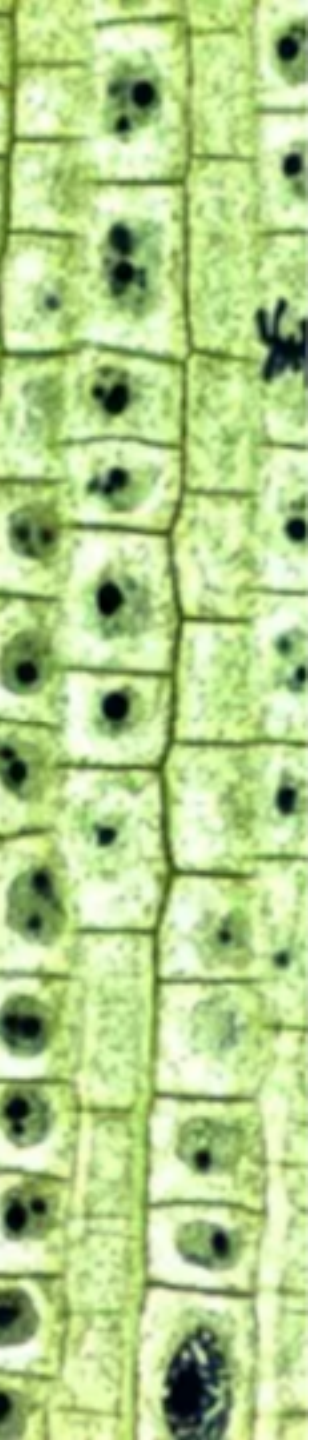
*Il catione **FLAVILIO**,
struttura base degli
antociani.*



**delfinidina, petunidina, cianidina, malvidina, peonidina e pelargonidina
... i nomi derivano dalle piante che ne sono ricche!!!!**

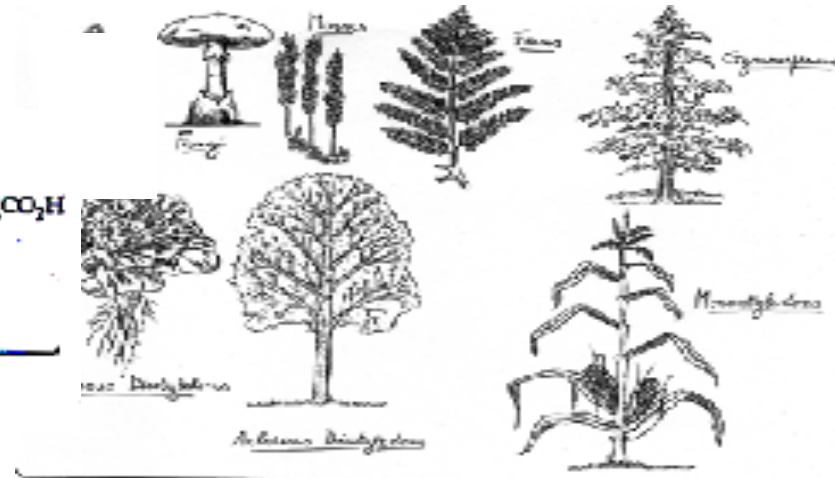
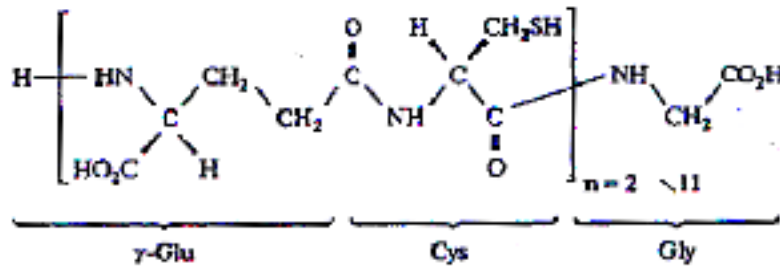
Funzioni dei flavonoidi:

- richiamo verso gli animali,
- protezione: assorbimento efficiente della radiazione ultravioletta, dannosa soprattutto per i giovani tessuti. Il vacuolo pigmentato abbatte una parte della radiazione che colpirebbe il DNA a livello nucleare (“ombrello” molecolare).



FITOCHELATINE

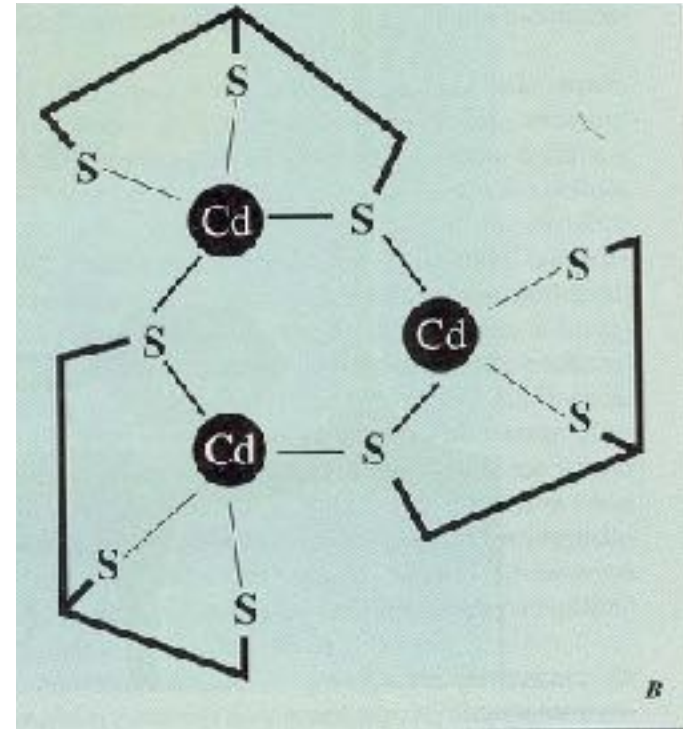
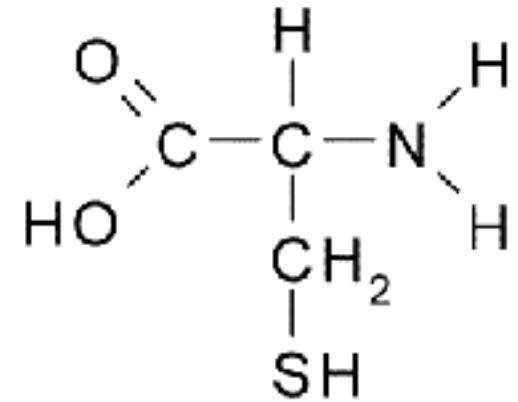
- sostanze detossificanti, **polipeptidi** ed oligopeptidi che complessano metalli pesanti.
- peptidi ricchi in **cisteina, glicina e acido glutammico** (g-glutamil-cisteinil)_n-glicina, con n = 2-11 (spesso 2-5)
- presenti in alghe, muschi, pteridofite, angiosperme, funghi (licheni)

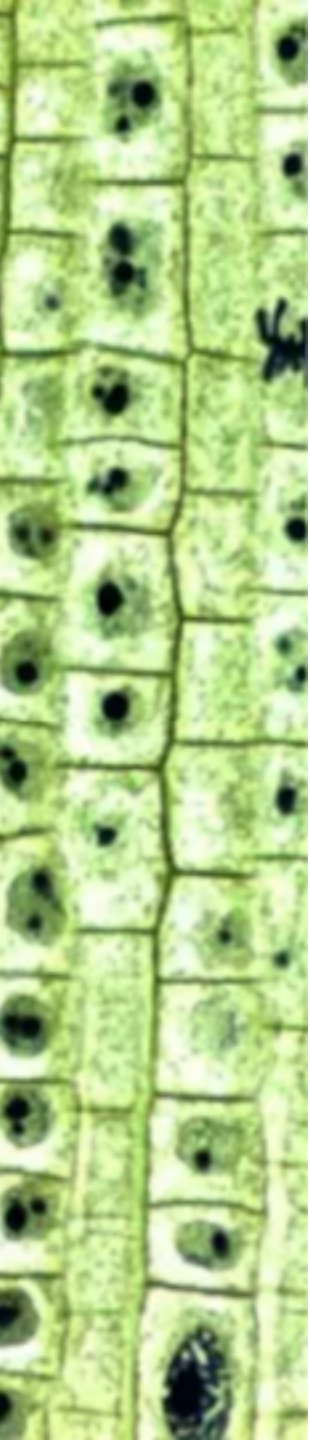


Gli effetti vennero scoperti nel 1973 da Paolo Pelosi e collaboratori dell'Università di Pisa osservando un aumento degli aminoacidi acido glutammico, cisteina e glicina in piante di tabacco esposte a concentrazioni elevate di mercurio metallico.

Fitochelatine

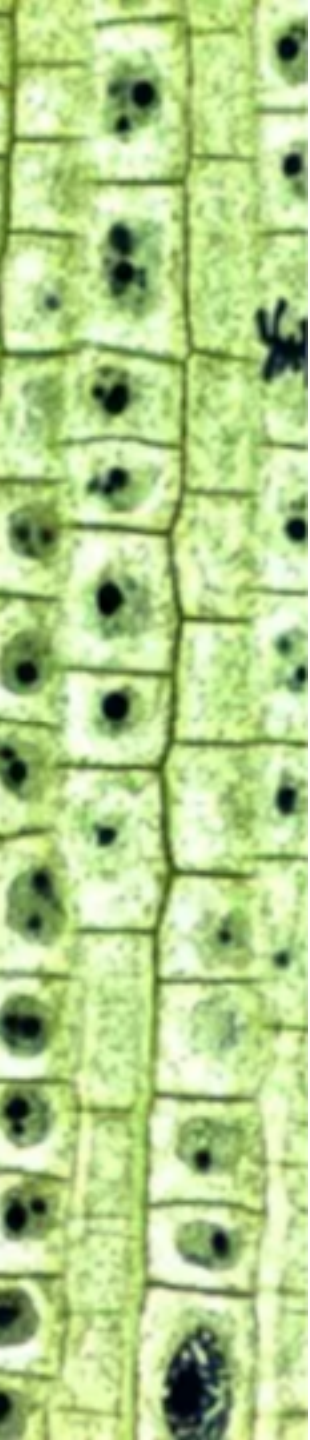
- La loro sintesi è indotta dalla presenza di diversi metalli e metalloidi (Cd, Pb, As, V, Cu, Zn)
- Sono prodotte a livello citoplasmatico
- Si legano agli ioni metallici in eccesso (dannosi), grazie ai **gruppi sulfidrilici (-SH)** della cisteina per chelazione.
- Sono traslocate a livello vacuolare, dove si accumulano, detossificando il citoplasma, ovvero prevenendo interazioni tra metalli pesanti e componenti molecolari cellulari.





**Vacuolo + parete cellulare +
membrana cellulare
sono la causa del TURGORE
cellulare, che garantisce la
crescita e mantenimento della
forma degli organi in struttura
primaria di una pianta**

TURGORE cellulare



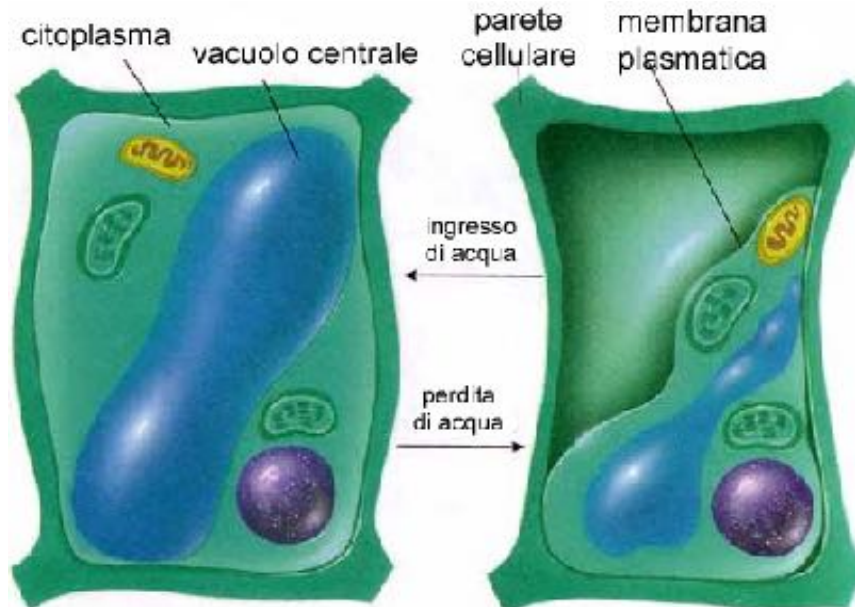
cellula turgida

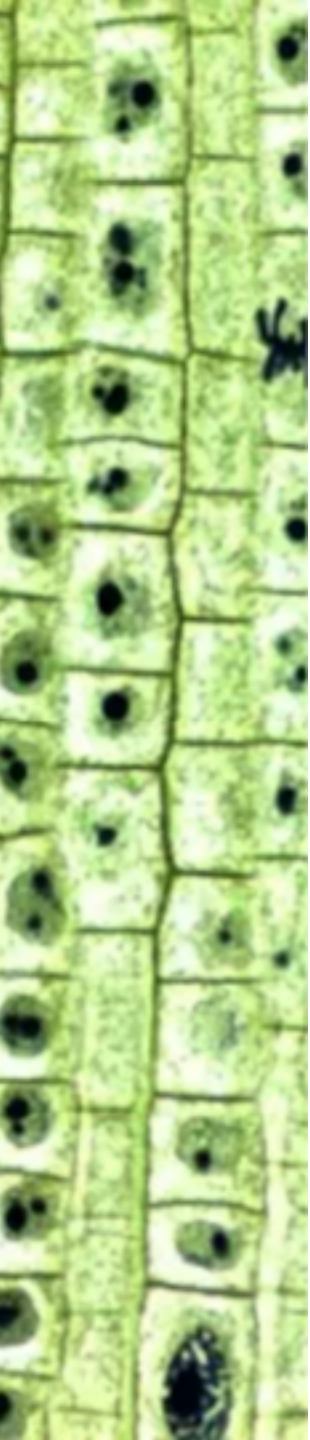


perdita di tono



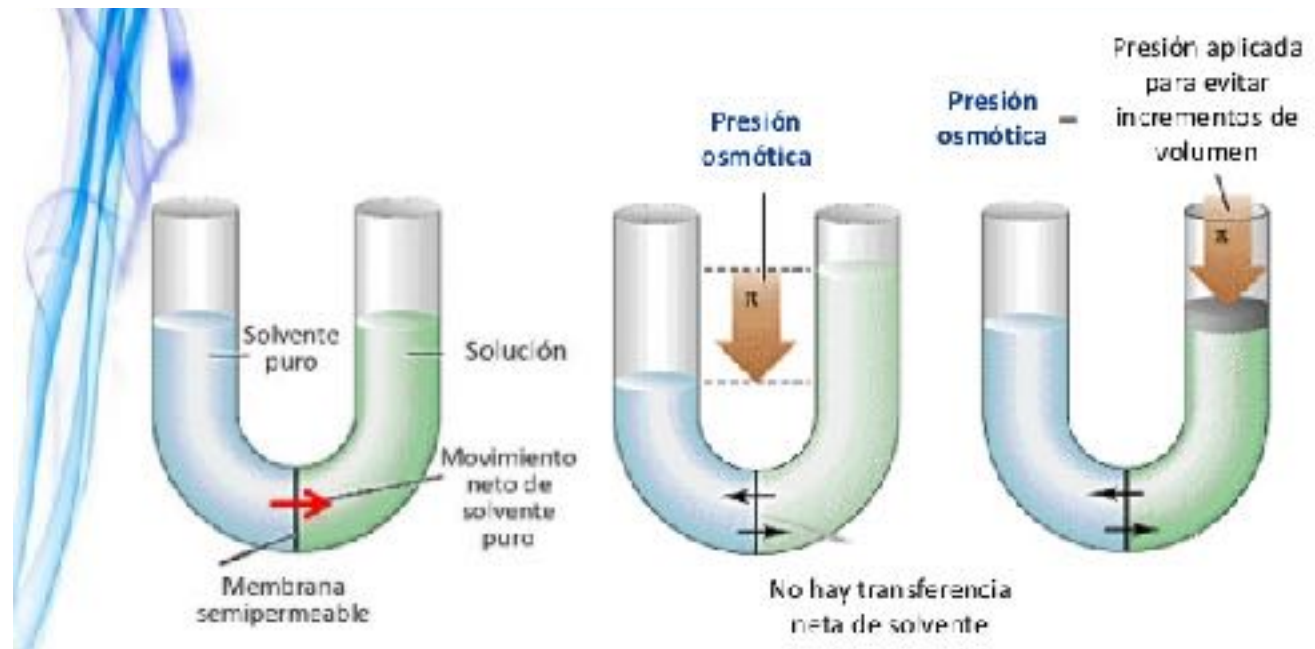
riduzione
potenziale
osmotico





Il turgore cellulare è una tipica situazione di equilibrio che dura indefinitamente per tutta la vita della cellula. Perché questo equilibrio cambi, deve cambiare la concentrazione esterna di soluti, oppure nella cellula possono variare:

- 1) le proprietà meccaniche della parete;
- 2) la concentrazione di soluti nel vacuolo;
- 3) la permeabilità ai soluti delle membrane.



$$\pi = nRT$$

π = **pressione osmotica**

n = numero moli di soluto per litro di soluzione (in realtà sarebbe per kg di soluzione, cioè **molalità**, ma per soluzioni diluite ciò è poco influente)

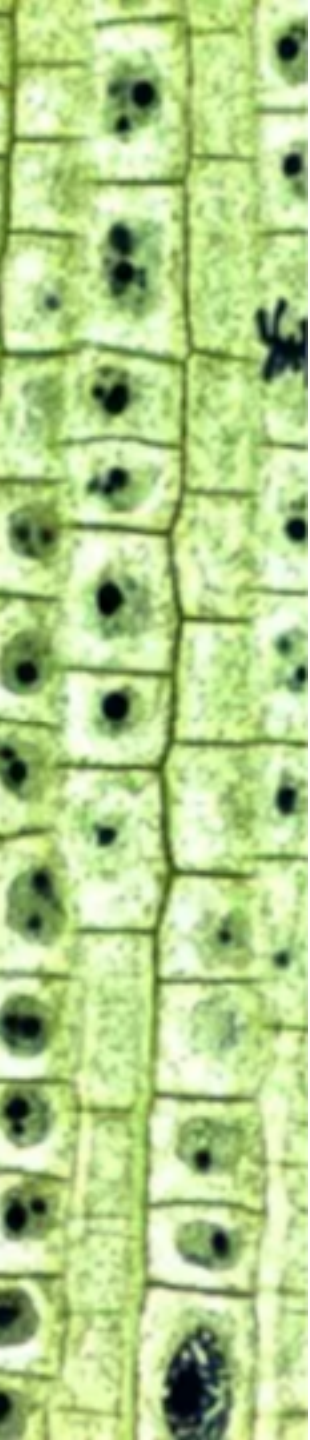
R = costante dei gas

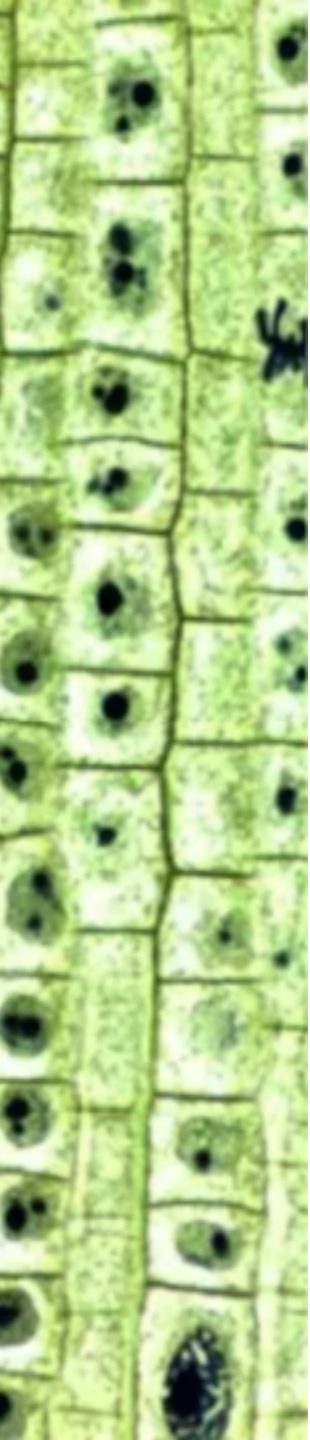
T = temperatura assoluta.

La **pressione osmotica vacuolare** è determinata *in primis* dall'**accumulo di cationi** (K^+ per la maggior parte delle piante; Na^+ per quelle alofile su suoli salini, ricchi di $NaCl$), ovvero di cariche positive vengono parzialmente compensate da ioni Cl^- o ioni di acidi organici (es. malato).

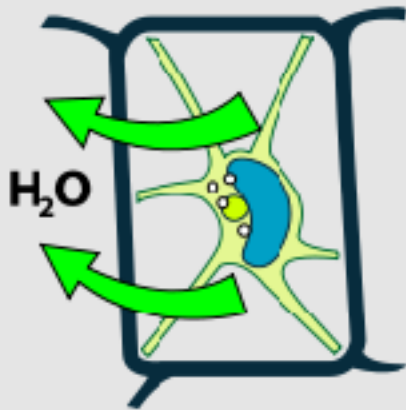
La pressione osmotica (π) dipende dal numero di molecole (non dal tipo o dalla grandezza della singola molecola!!);

Modificare in tempi rapidi la pressione osmotica di un sistema biologico è quindi possibile per formazione di un polimero, sua idrolisi o dissociazione.



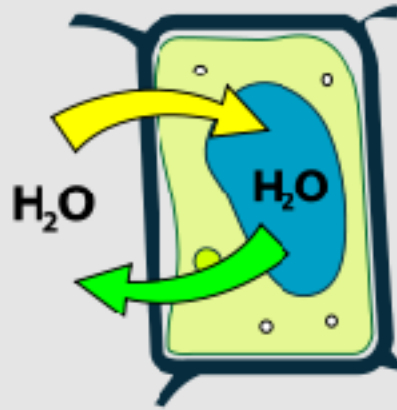


Hypertonic



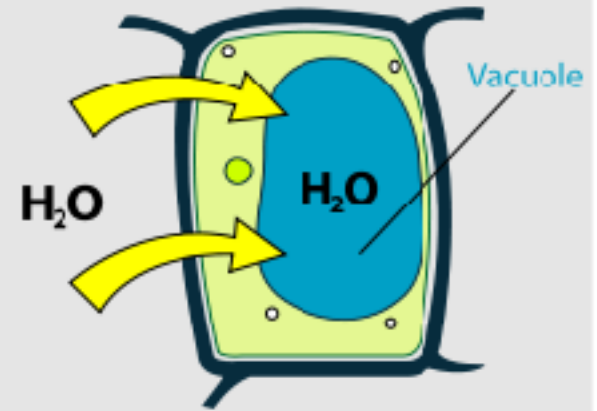
Plasmolyzed

Isotonic

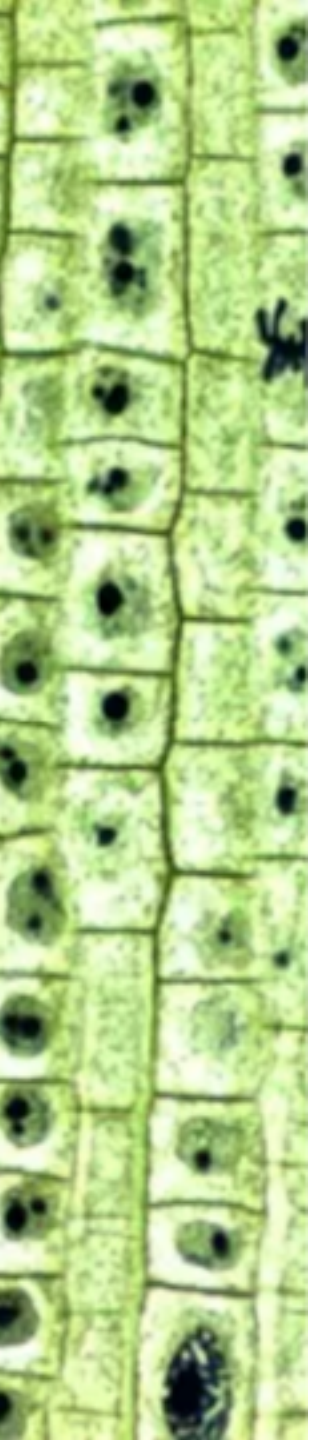


Flaccid

Hypotonic



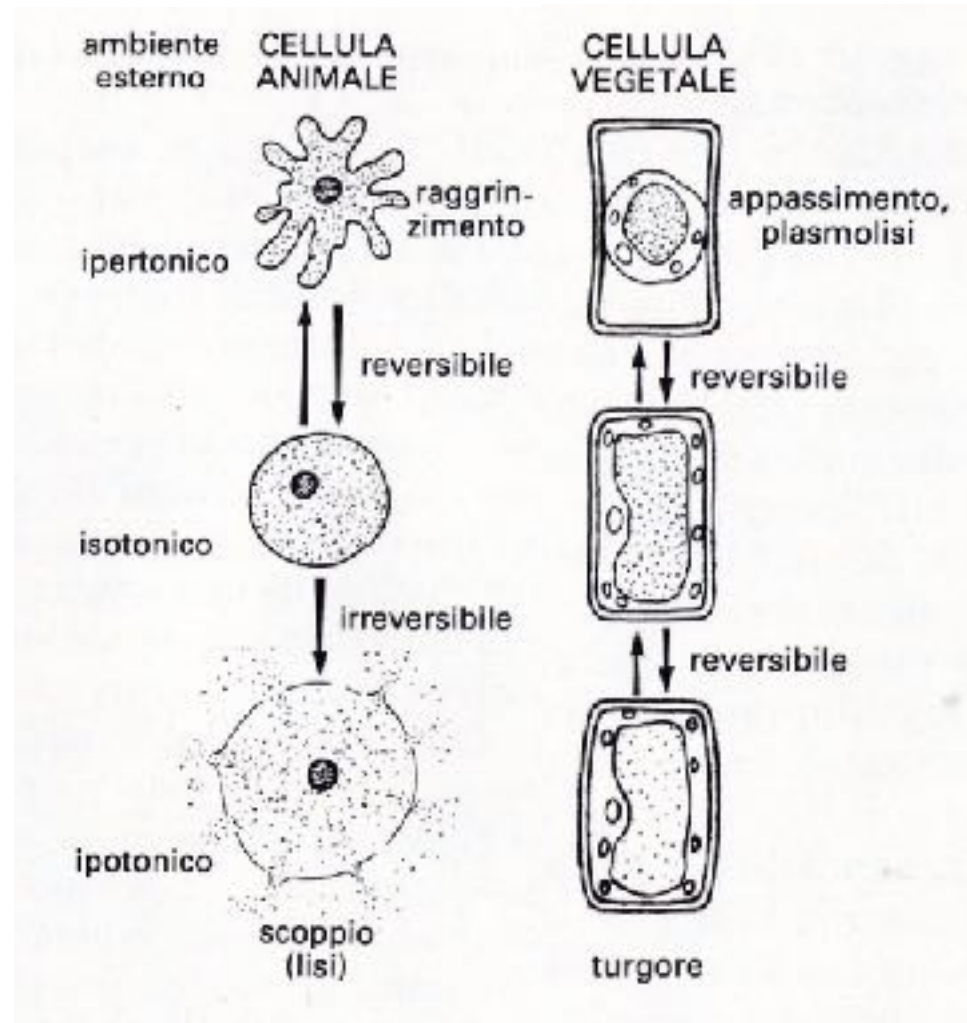
Turgid

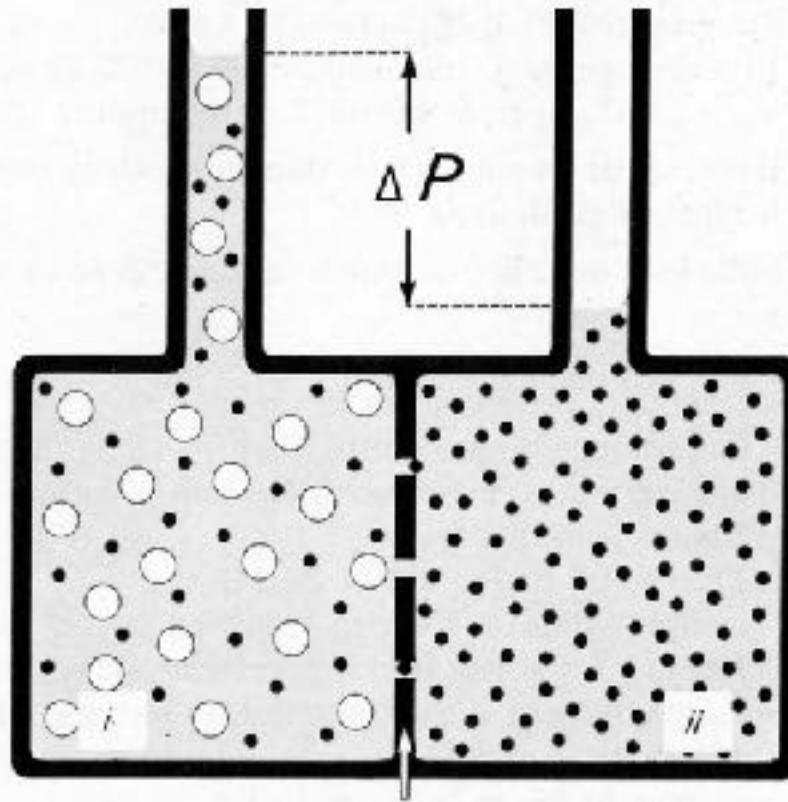
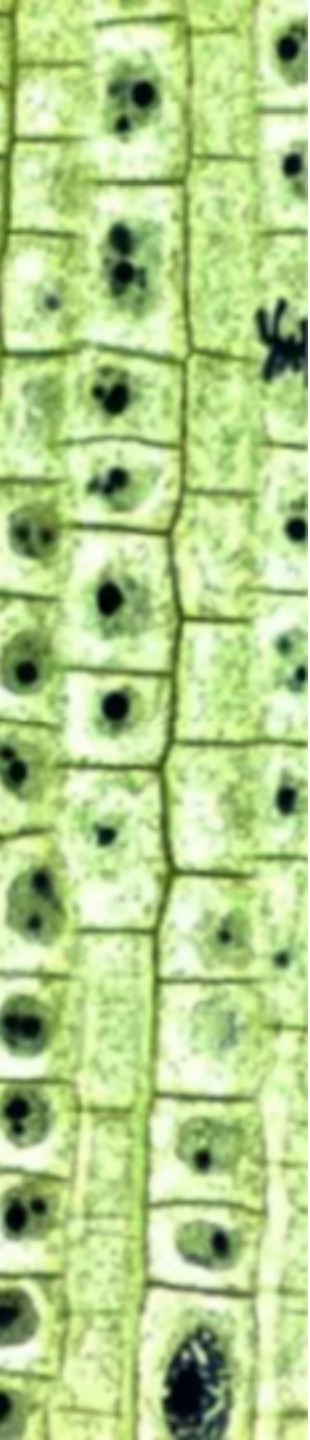


Concentrazione di soluti all' esterno $>$ Concentrazione di soluti all'interno della cellula

Concentrazione di soluti è $=$ nei due distretti

Concentrazione di soluti all' esterno $<$ Concentrazione di soluti all'interno della cellula





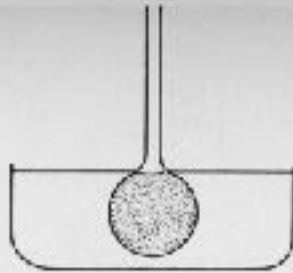
Membrana semipermeabile

- Molecole di S ● Molecole di H_2O
- $\Delta \pi = \pi_i - \pi_{ii}$; dove $\pi_{ii} = 0$
- $\Delta P = P_i - P_{ii}$
- $\Delta \Psi = \Delta P - \sigma \Delta \pi$

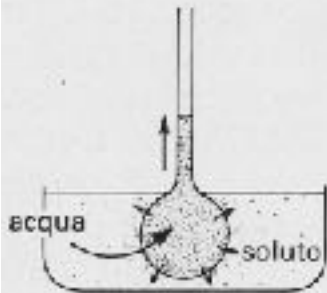
La **pressione osmotica** (π) viene ad essere compensata dalla pressione idrostatica che viene raggiunta all'equilibrio e che si oppone all'ingresso di nuove molecole di solvente.

Quanto maggiore è il valore della pressione osmotica, tanto maggiore è la capacità della soluzione concentrata di richiamare acqua attraverso un setto semipermeabile.

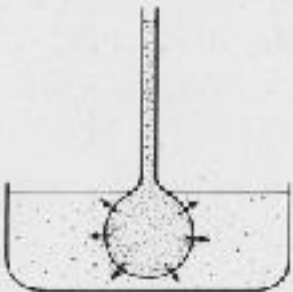
Una membrana semipermeabile efficiente al 100% non esiste nei sistemi biologici.



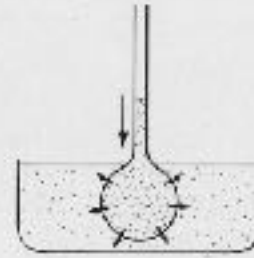
1 - Situazione iniziale: sacchetto dell'osmometro riempito con la soluzione.



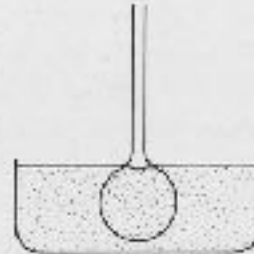
2 - L'entrata dell'acqua per osmosi è molto più veloce dell'uscita del soluto per diffusione. La soluzione sale nel tubo dell'osmometro.



3 - Situazione di equilibrio provvisorio: la soluzione ha raggiunto l'altezza massima nel tubo (minore rispetto a quella di un osmometro perfetto a causa della perdita di soluti). Il soluto continua ad uscire lentamente dal sacchetto.

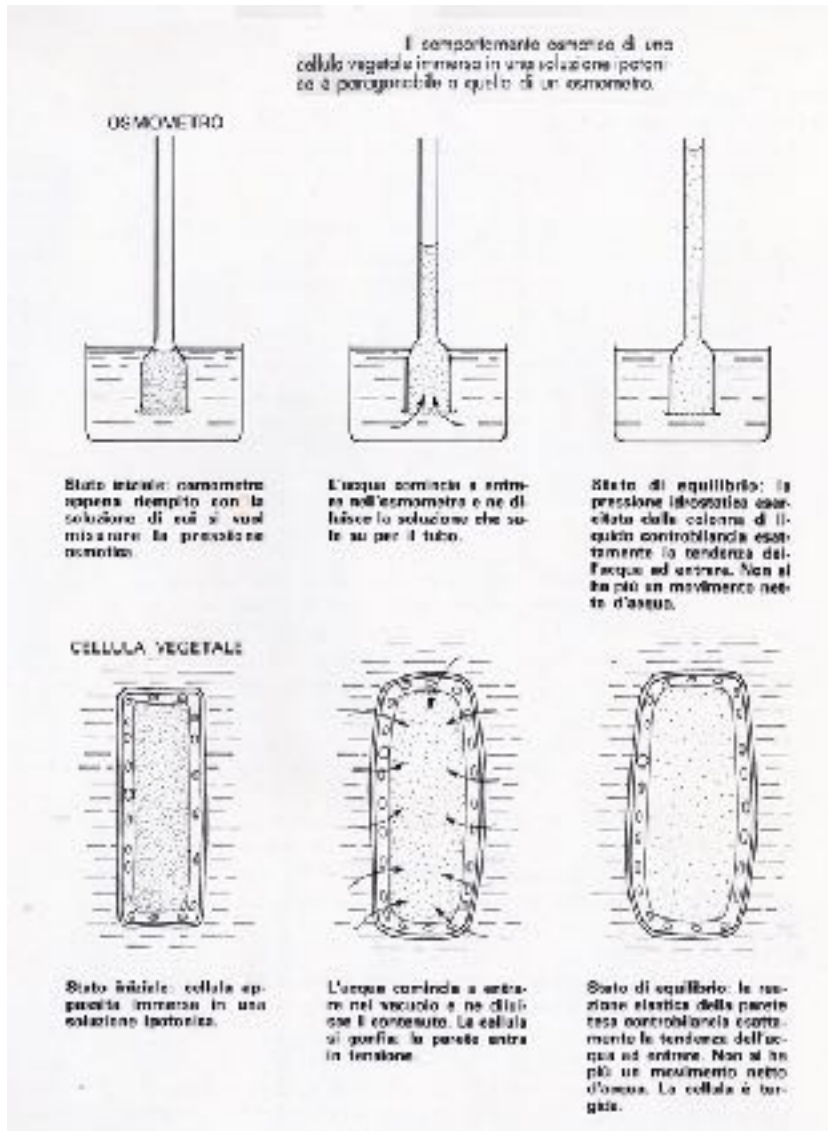
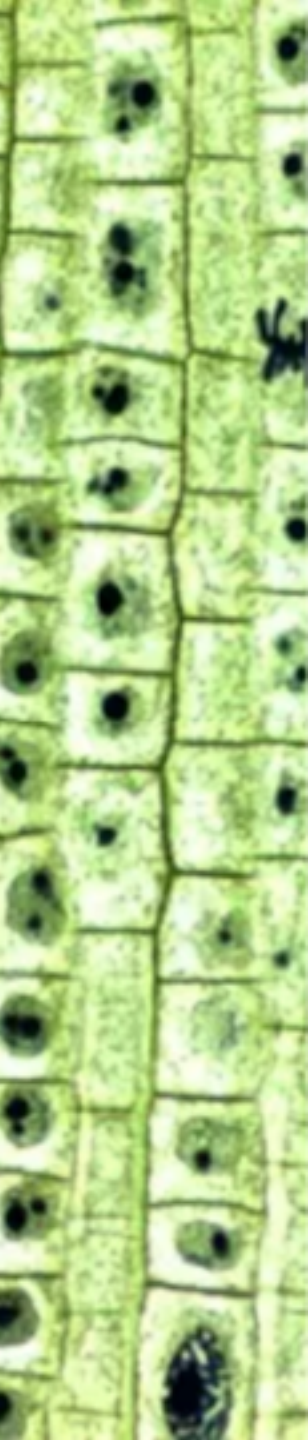


4 - Il soluto continua ad uscire: la soluzione scende nel tubo perché la differenza di concentrazione tra sacchetto e bacinella si fa sempre più piccola.



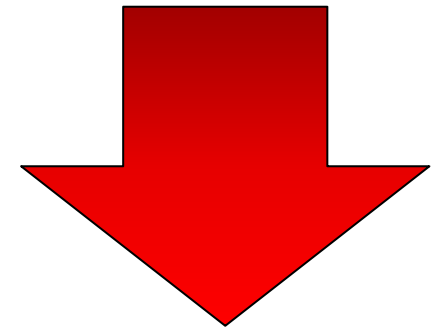
5 - Situazione finale. La concentrazione del soluto è diventata uguale nel sacchetto e nella bacinella (equilibrio di diffusione). Il livello della soluzione è uguale nei due scomparti. Questa condizione è perfettamente stabile.

Ecco come si comporta un «osmometro imperfetto» la cui membrana può essere attraversata dalle molecole del soluto, seppure molto più lentamente che da quelle dell'acqua. La soluzione non ridiscenderebbe nel tubo (fase 4) se le molecole di soluto uscite dal sacchetto venissero continuamente ripompe dentro con spesa di energia. Se questo si verificasse l'osmometro sarebbe paragonabile a una cellula vivente.



!!! la concentrazione di

molecole all'interno dell'insieme delle membrane biologiche è il risultato di un LAVORO, che causa quindi un **potenziale idrico** (= tendenza dell'acqua di lasciare una determinata posizione a favore di un'altra)



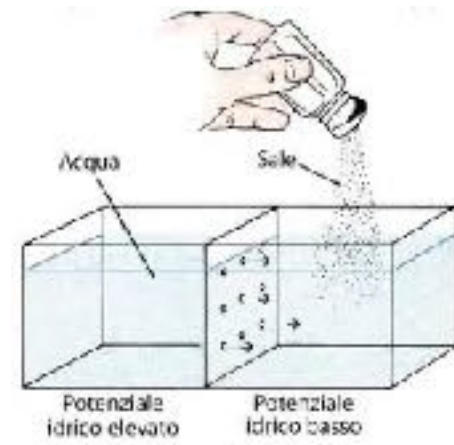
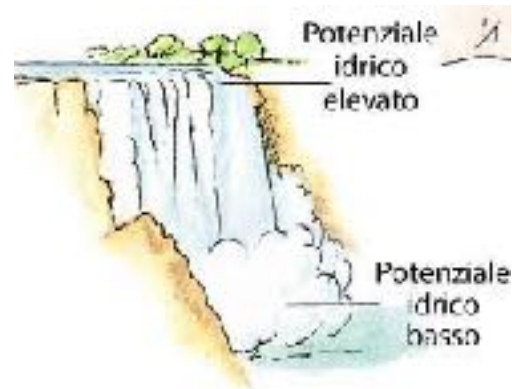
Forza motrice per il movimento dell' H₂O nella pianta

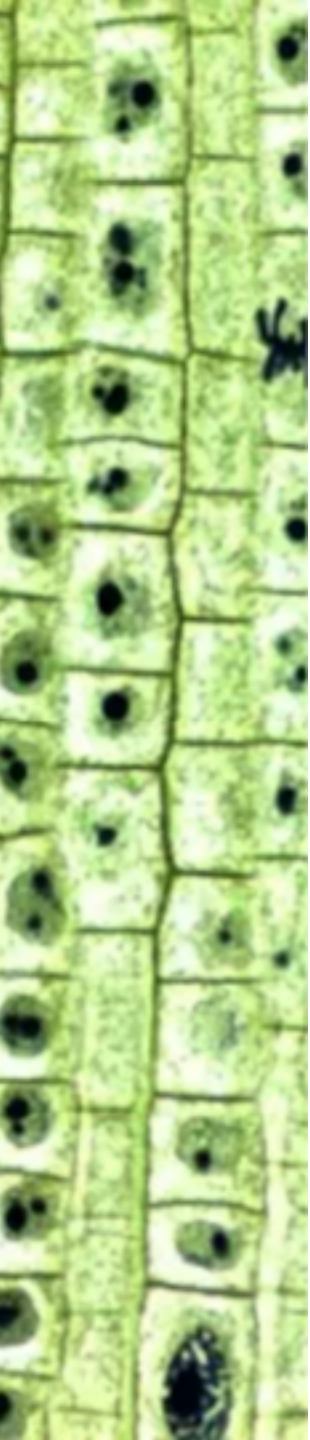
POTENZIALE IDRICO (Ψ)

Potenziale idrico = lavoro necessario a spostare 1 mole di H_2O da un punto in cui è pura verso la soluzione reale in esame.

L'acqua si muove fra due punti del sistema se tra di loro c'è una **differenza (Δ) di potenziale idrico (ψ)**.

Convenzione: potenziale idrico dell'acqua pura sottoposta alla pressione di 1 atmosfera (e T ambiente) = 0.





Potenziale osmotico o potenziale dei soluti “ Ψ_s ”

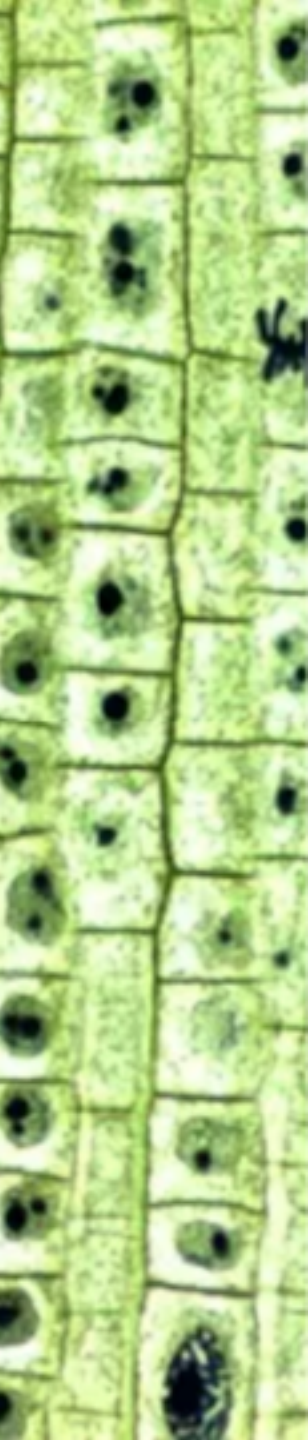
rappresenta l'effetto sul Ψ_{aq} dovuto alla presenza di soluti disciolti.

Il potenziale osmotico Ψ_s di una soluzione è **sempre negativo** (zero nell' H_2O pura) per la presenza aggiunta di particelle di soluto, che:

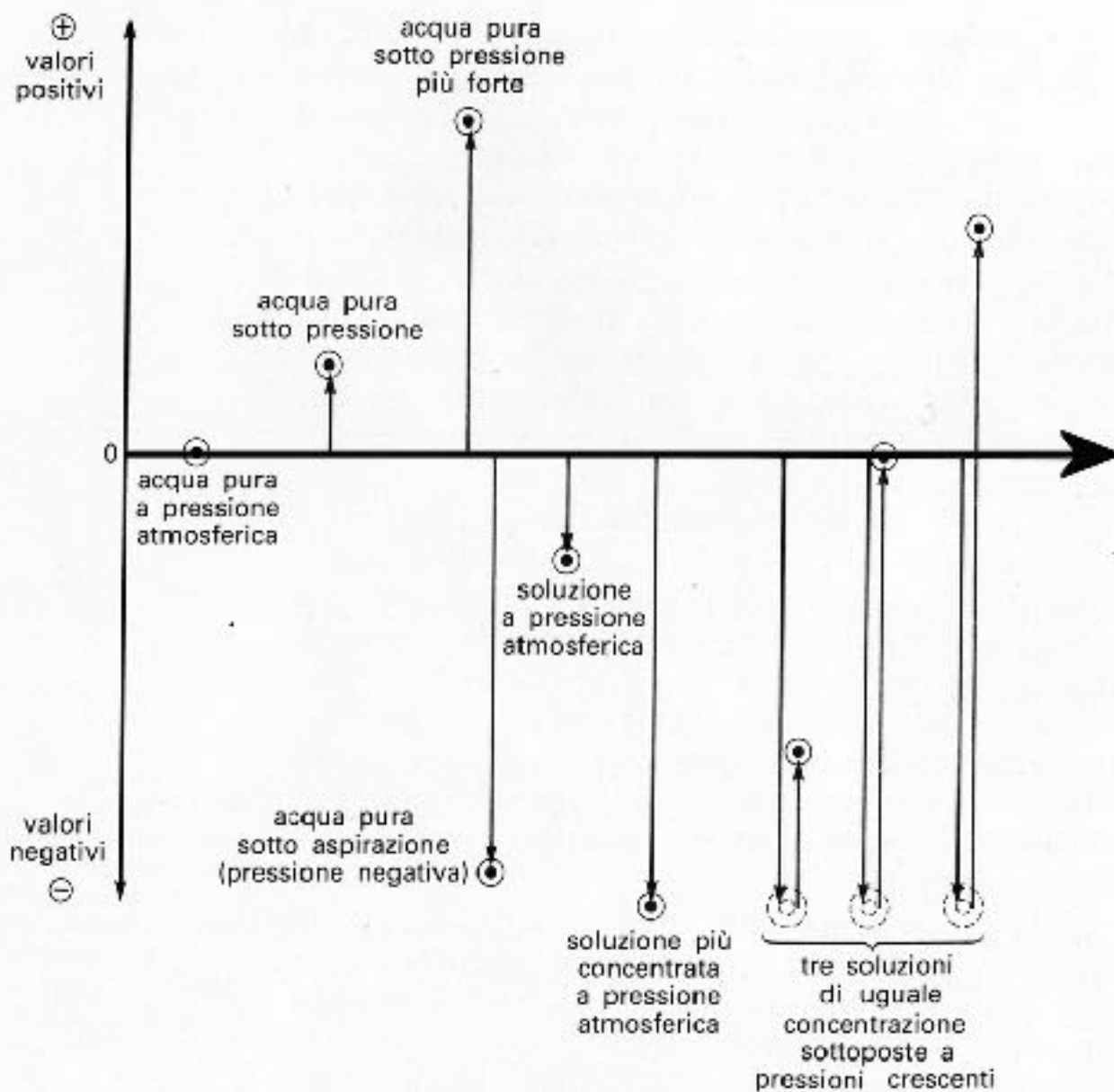
- Diminuisce la frazione di H_2O
- Aumenta l'entropia del sistema
- Diminuisce la sua energia libera e quindi la sua capacità di compiere lavoro

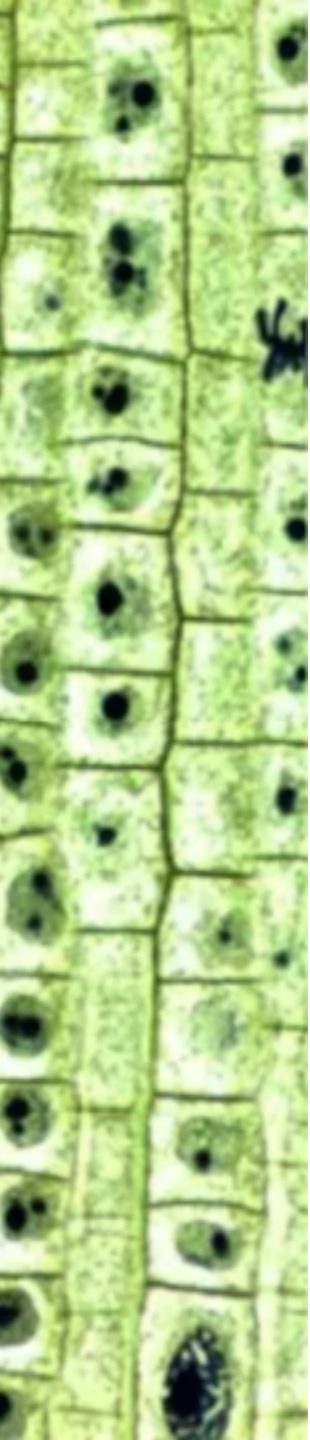
L'acqua tende sempre ad andare dai punti a potenziale idrico maggiore a quelli a potenziale idrico minore (più negativi = soluzioni più concentrate)

L'acqua praticamente “fugge” da zone a pressione maggiore, o da soluzioni più diluite verso quelle più concentrate.



I valori che può assumere il potenziale d'acqua.





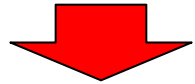
Il potenziale idrico di una cellula vegetale è determinato essenzialmente da:

- 1) la concentrazione di soluti nel vacuolo;
 - 2) le proprietà meccaniche della parete, in particolare la sua elasticità.
- La presenza di soluti nel vacuolo abbassa il suo potenziale idrico
 - La pressione di turgore della parete (pressione meccanica!) al contrario conferisce all'acqua contenuta nella cellula un potenziale positivo.

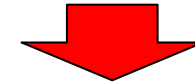
$$\Psi_{\text{idrico cellula}} = \Psi_{\text{osm.}} + \Psi_{\text{parete}} (+ \Psi_{\text{matriciale}})$$

Il potenziale matriciale è una terza componente importante però in solo determinate fasi della vita di una pianta (germinazione in particolare).

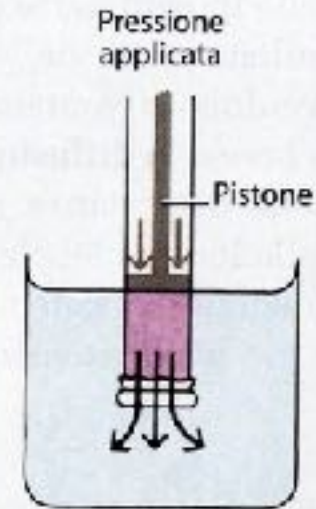
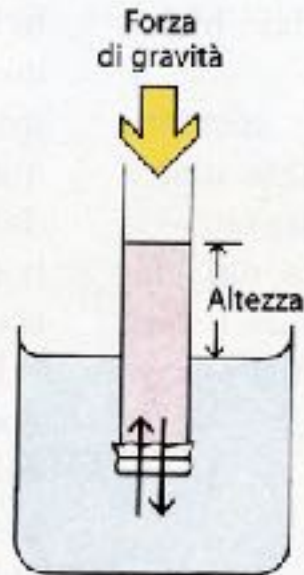
Pressione osmotica $\leftarrow \rightarrow$ potenziale osmotico (ψ_s)



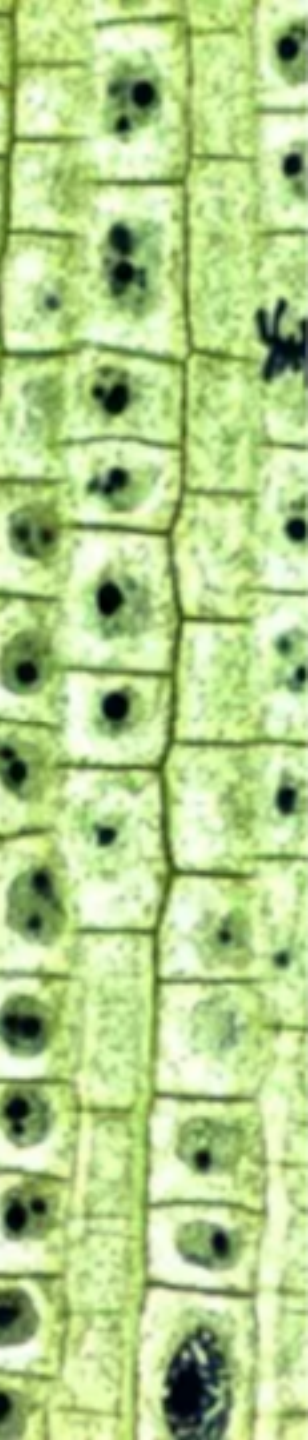
pressione idrostatica che si oppone all'ingresso di nuove molecole di solvente, **positiva**



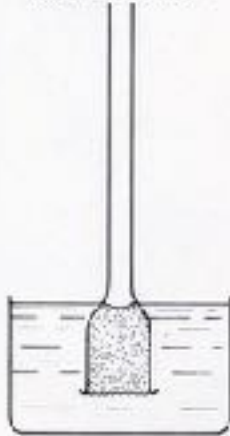
tendenza del solvente ad entrare per effetto dei soluti, **negativo**



La pressione che deve essere applicata al pistone per spingere la colonna di soluzione nuovamente in basso fino al livello dell'acqua nel becher rappresenta una misura quantitativa del potenziale osmotico della soluzione – cioè, della tendenza dell'acqua a diffondere attraverso la membrana nella soluzione.

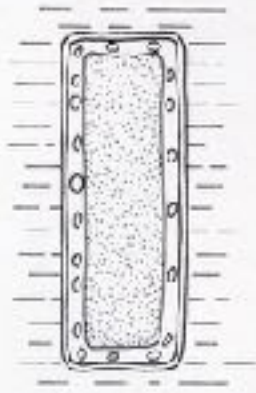


OSMOMETRO



Stato iniziale: osmometro appena riempito con la soluzione di cui si vuol misurare la pressione osmotica.

CELLULA VEGETALE



Stato iniziale: cellula appassita immersa in una soluzione ipotonica.

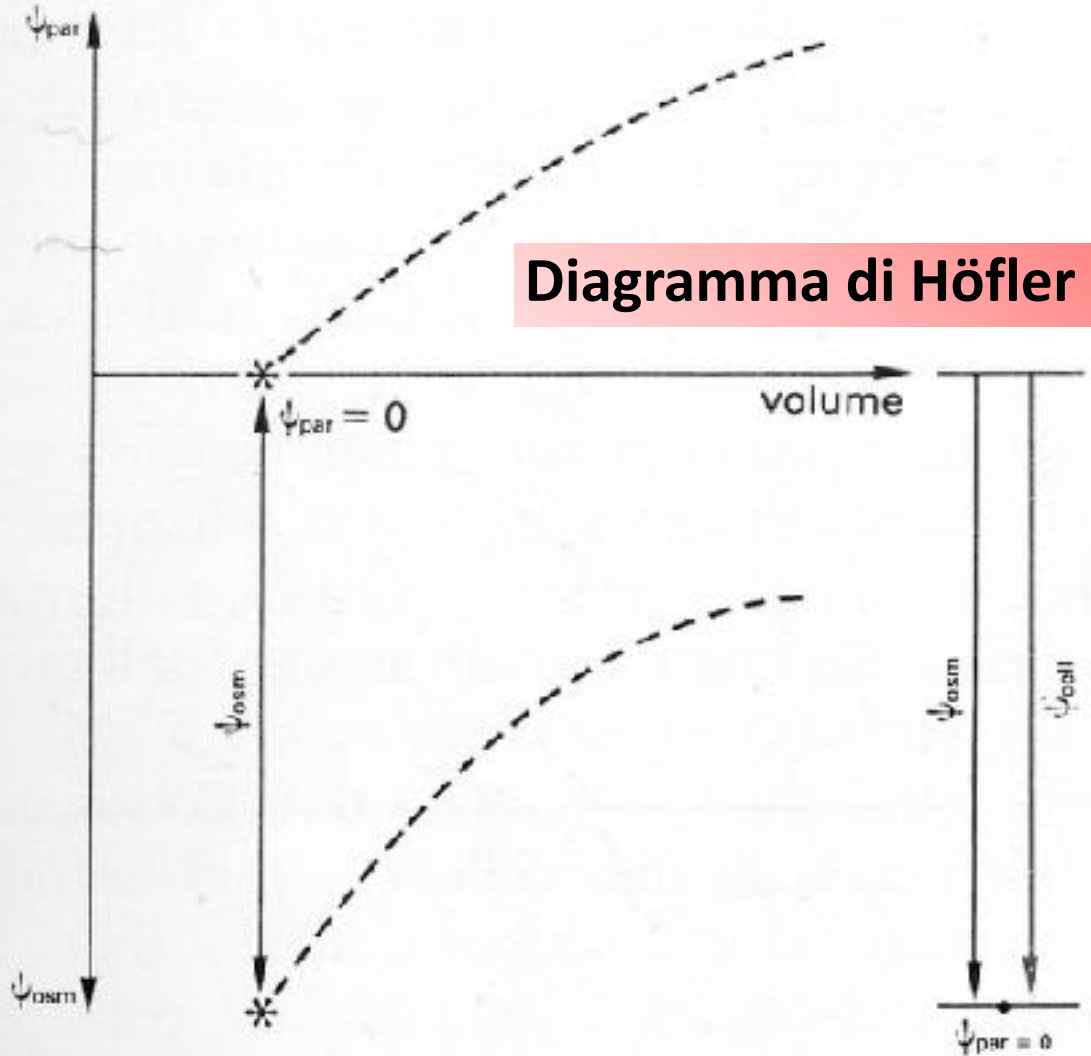
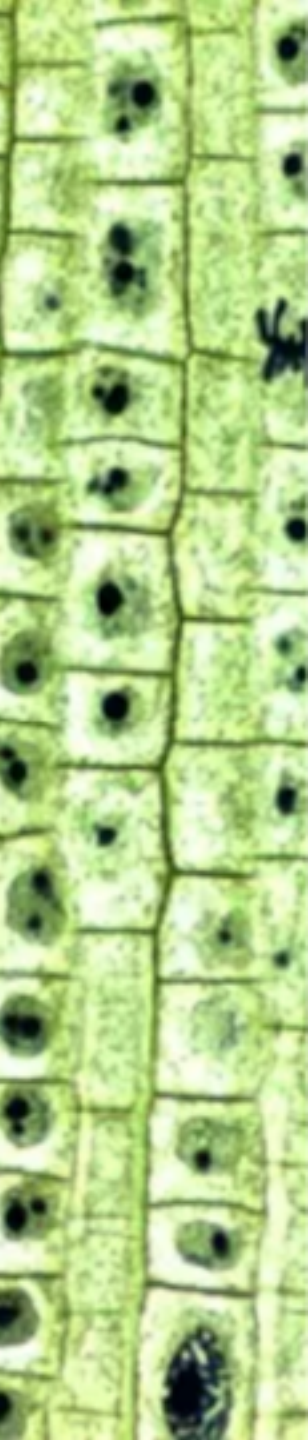


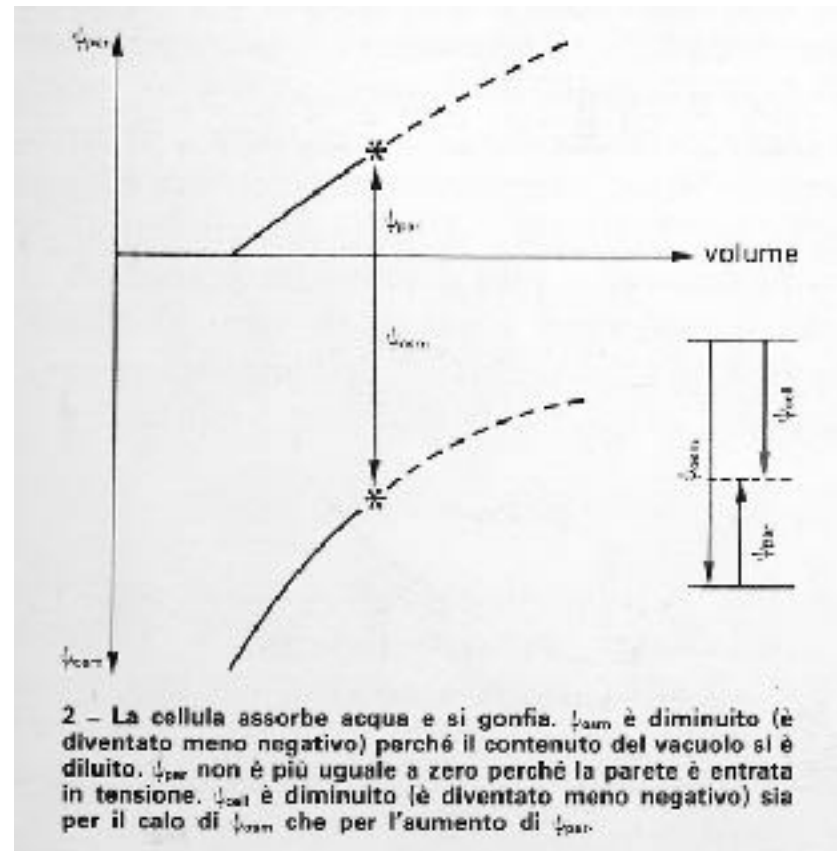
Diagramma di Höfler

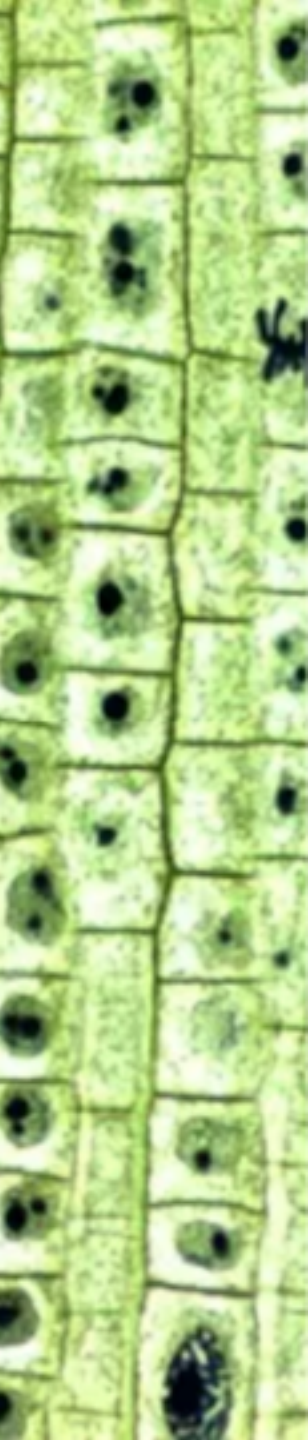
1 - Partiamo da una cellula appassita immersa in una soluzione ipotonica. $\psi_{par} = 0$ perché la parete è afflosciata; ψ_{osm} ha il valore massimo perché il vacuolo contiene il minimo d'acqua e quindi la massima concentrazione di soluti. ψ_{cell} ha il valore massimo e coincide con ψ_{osm} .



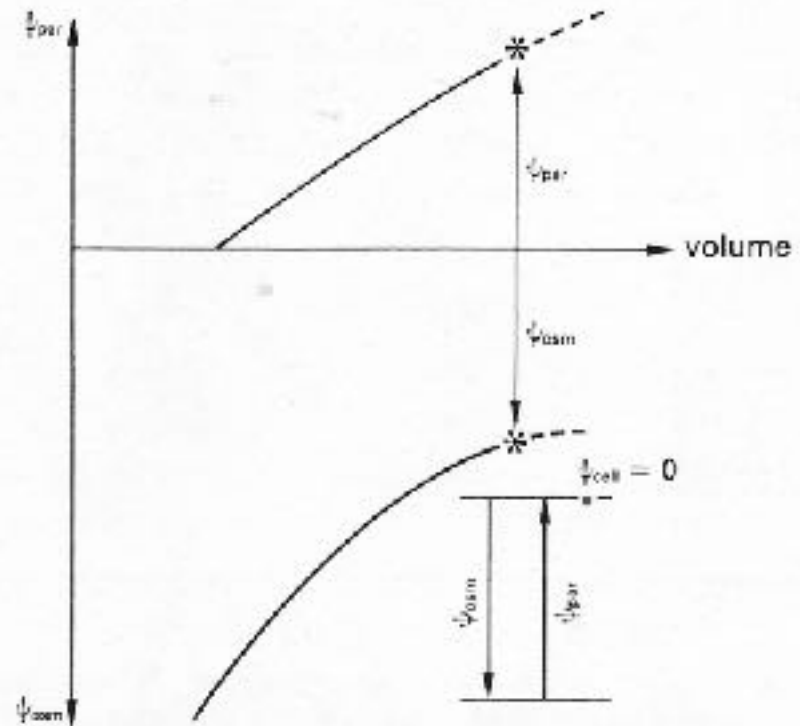
Mano a mano che perdura il flusso di acqua dalla soluzione extracellulare ipotonica:

- 1) i soluti vacuolari si diluiscono \rightarrow il potenziale osmotico diventa meno negativo;
- 2) la parete comincia ad entrare in tensione \rightarrow il potenziale di parete acquista valori sempre più positivi.

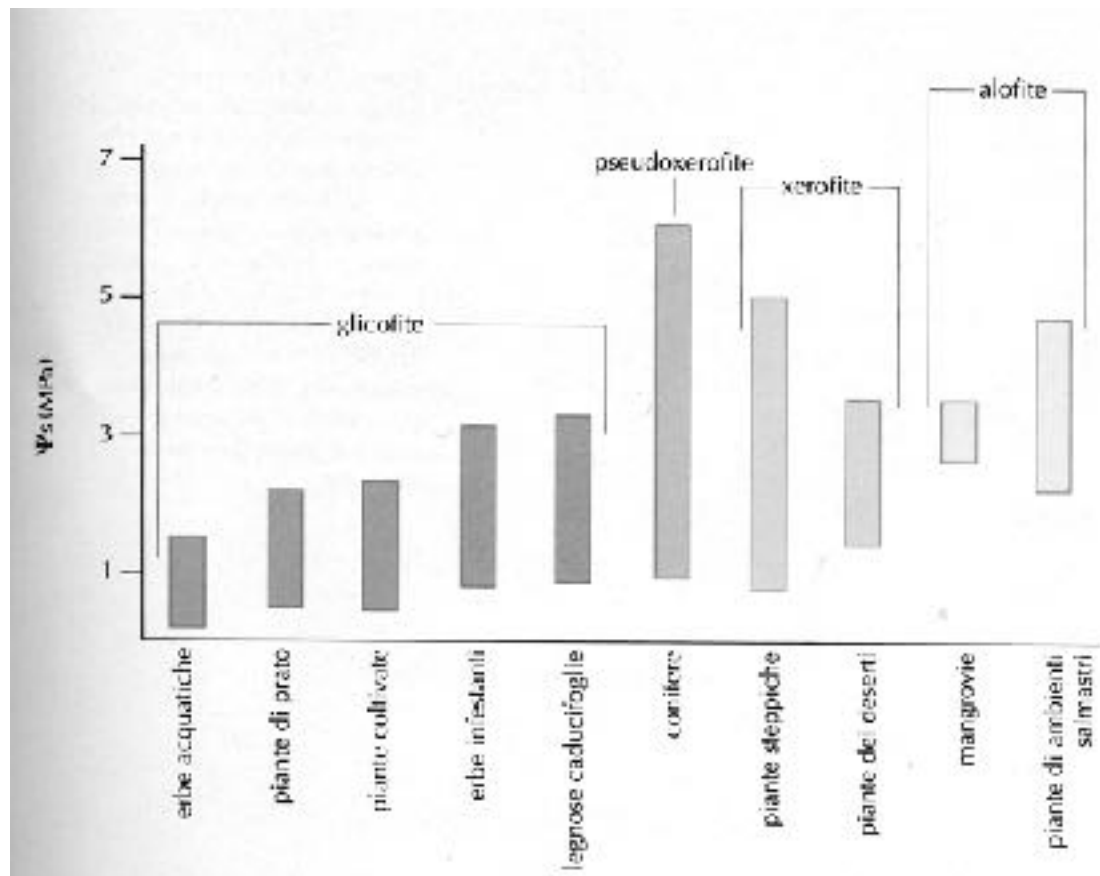
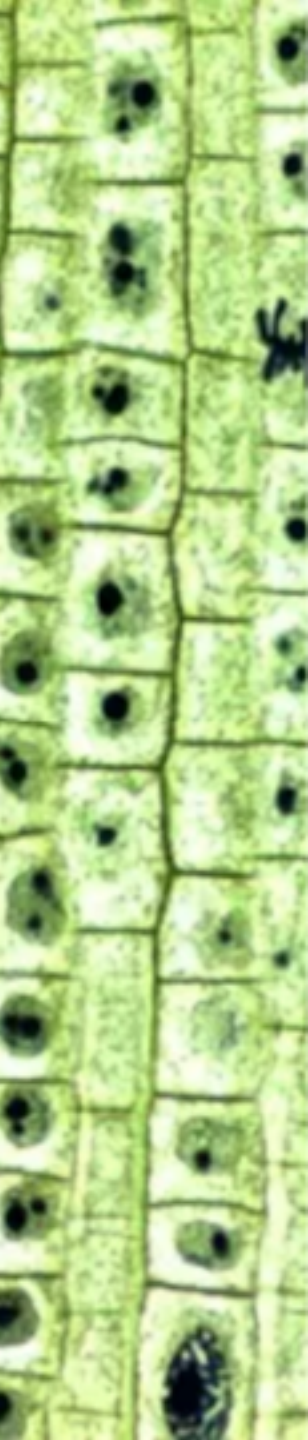




La cellula raggiunge la condizione di massima **turgidità** (→ **massimo volume cellulare**) quando il **potenziale idrico della cellula diventa zero** → equivalenza dei due potenziali

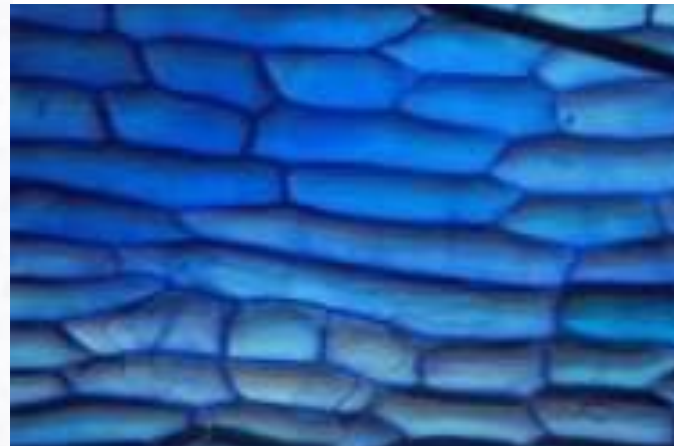
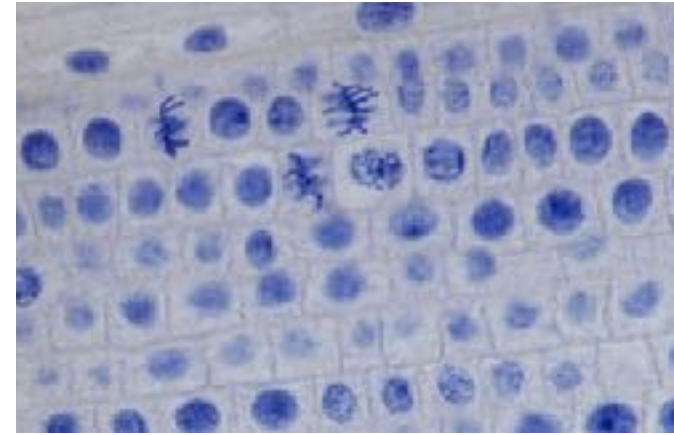
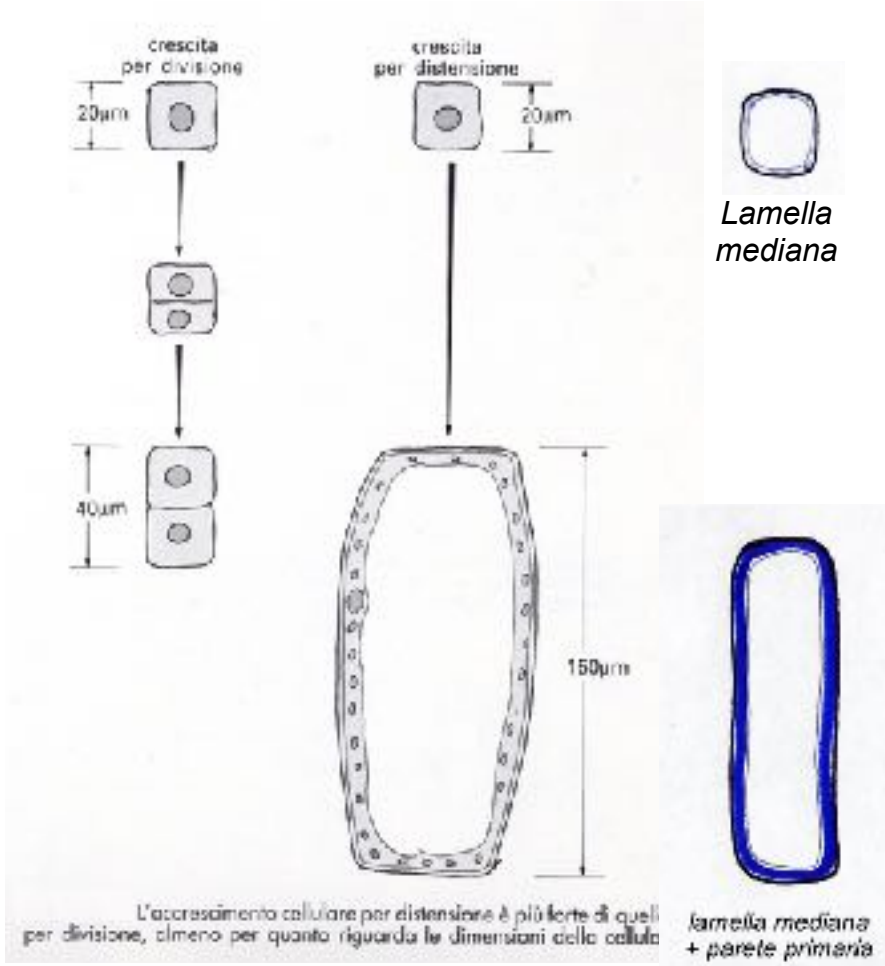
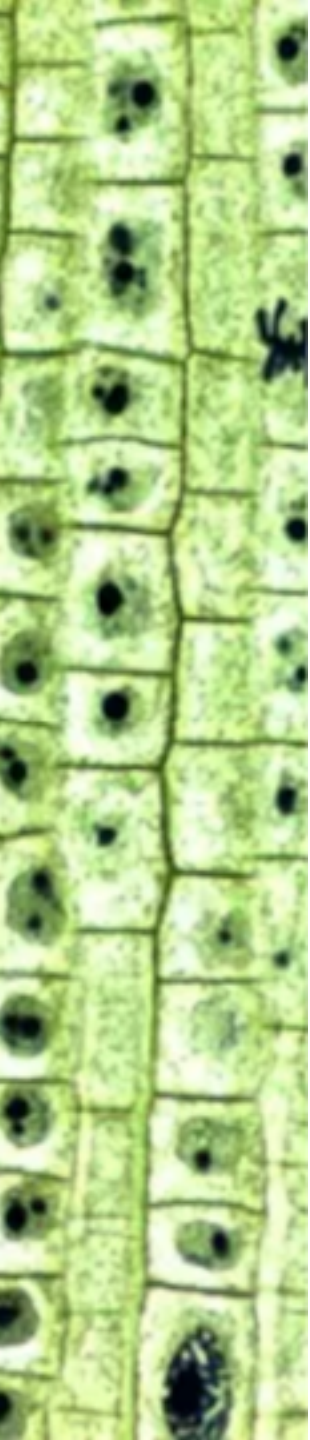


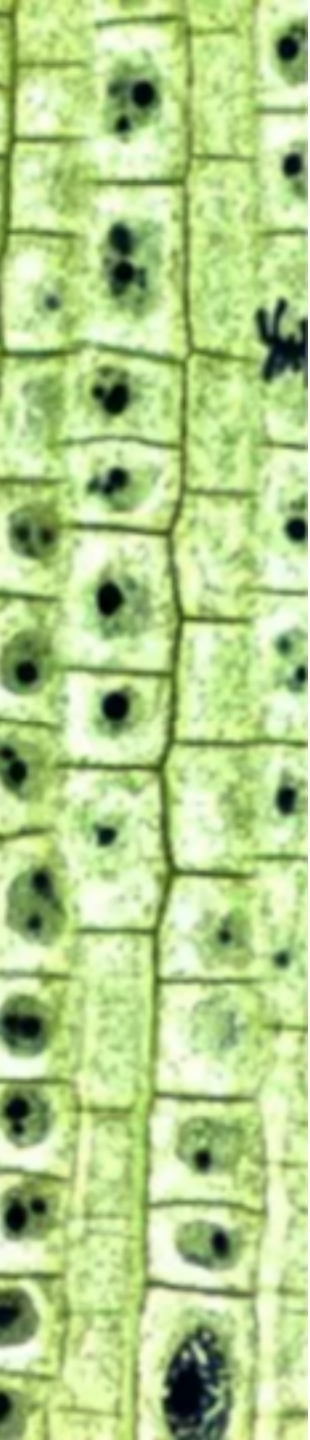
3 - La cellula ha ancora assorbito acqua: ψ_{par} è salito mentre ψ_{osm} è diminuito (è diventato ancor meno negativo). Ora i valori di ψ_{osm} e ψ_{par} sono uguali e opposti: di conseguenza $\psi_{cell} = 0$. La cellula è turgida e non può più assorbire altra acqua.



I valori di potenziale osmotico dei soluti (Ψ_s) delle cellule vegetali cambiano da pianta a pianta e per la stessa pianta variano in funzione dell'ambiente esterno. La figura mostra i valori minimi e massimi di Ψ_s registrati in piante di diversi gruppi ecologici.

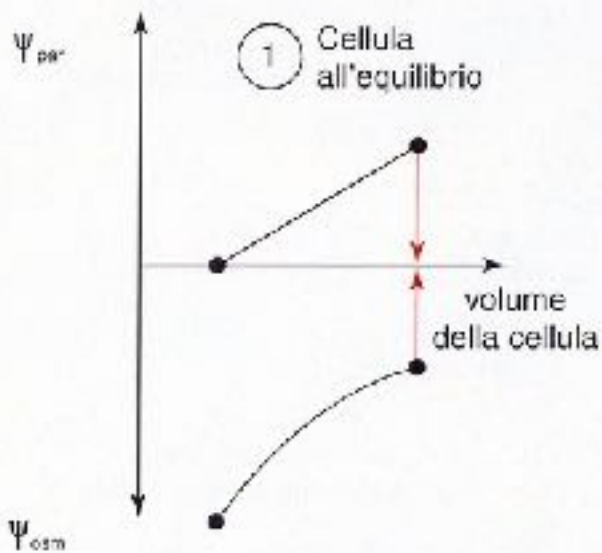
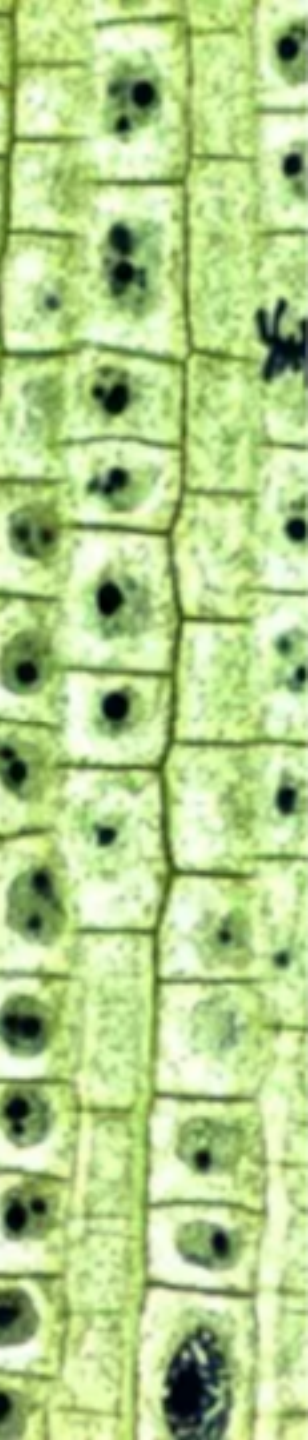
Il turgore cellulare ha un ruolo essenziale per la **distensione della parete primaria**, e quindi per l'accrescimento delle dimensioni cellulari.



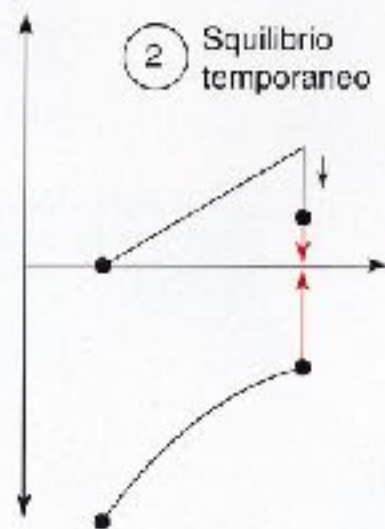


La **distensione della parete primaria** prevede :

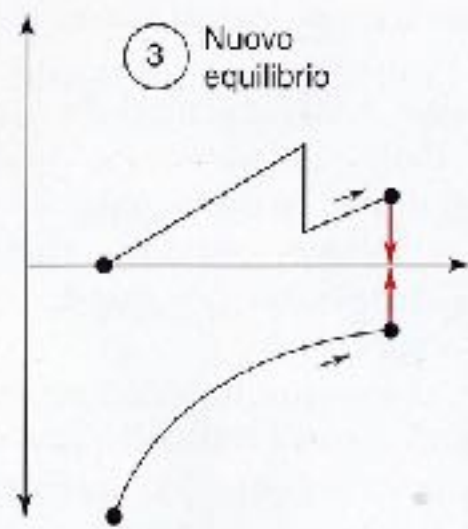
- 1) un cambiamento del potenziale idrico della cellula in accrescimento verso valori più negativi per accumulo di soluti nel succo vacuolare, con conseguente richiamo di acqua;
- 2) un cambiamento delle caratteristiche della parete primaria (in attiva formazione!), che in questa fase è **plastica**, cioè deformabile.



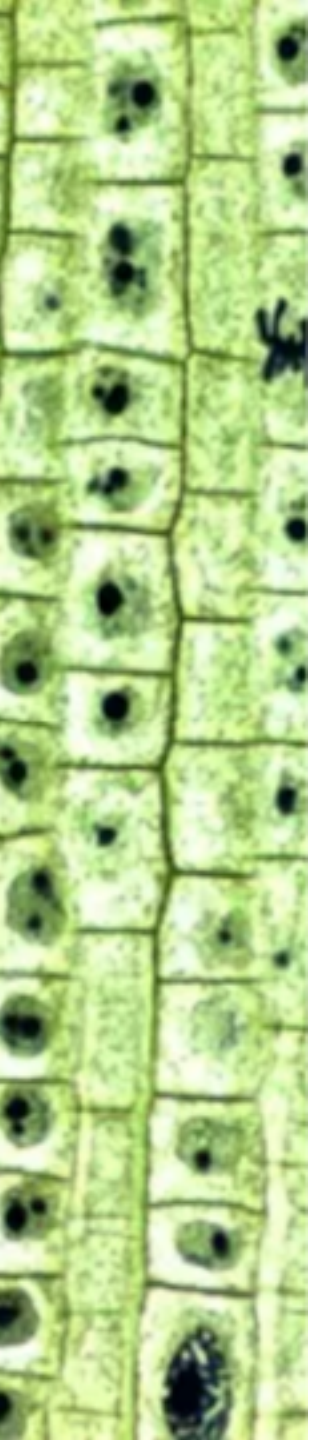
Ψ_{osm} e Ψ_{par} sono uguali e opposti.



La parete viene allentata: di conseguenza diminuisce Ψ_{par} mentre Ψ_{osm} resta invariato



Come conseguenza dell'allentamento della parete entra acqua nella cellula. Ψ_{osm} diventa meno negativo e Ψ_{par} più positivo. I due valori sono di nuovo uguali e opposti.

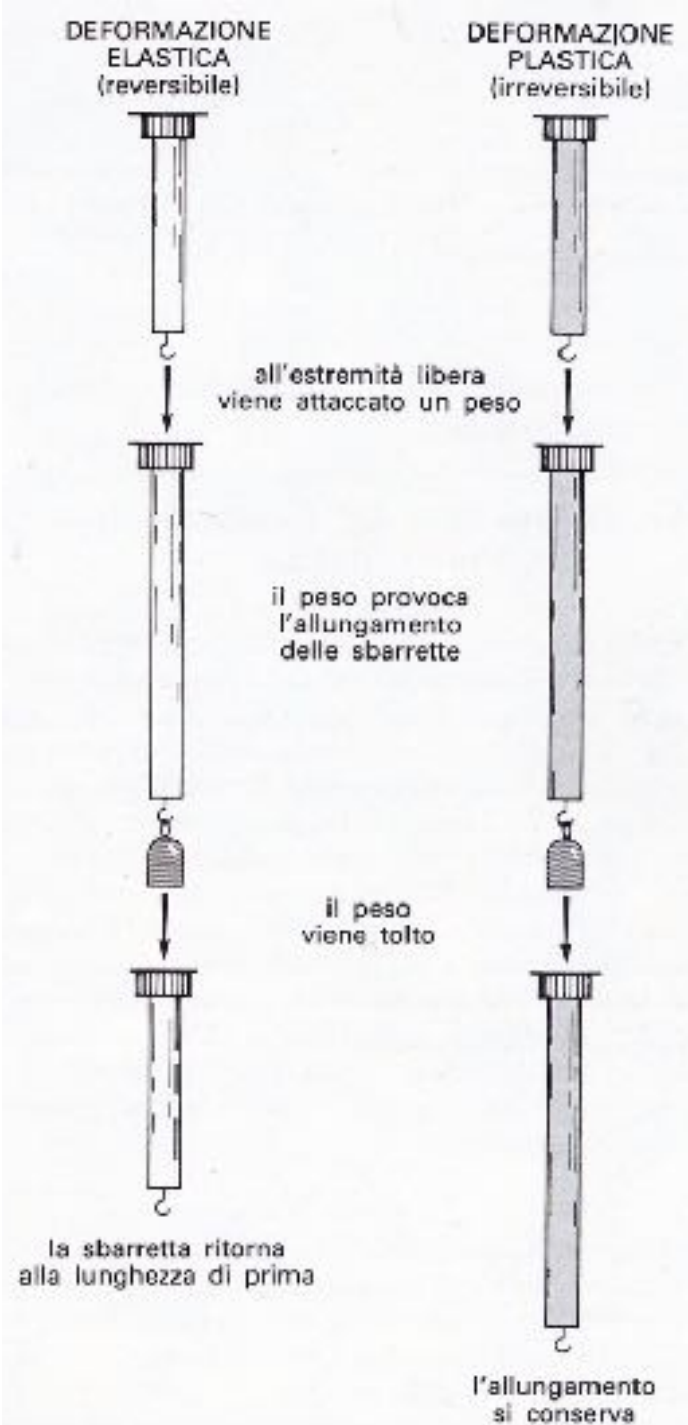


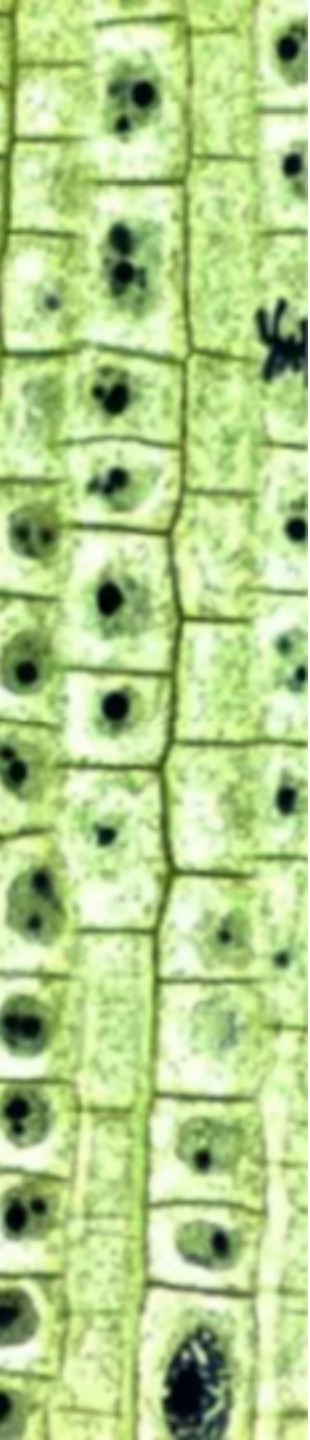
Cambiamento delle caratteristiche della parete primaria:

➤ **deformazione elastica**, turgore-appassimento, **reversibile**

➤ **deformazione plastica**, crescita cellulare (= accrescimento per distensione), **irreversibile**

Le trasformazioni nelle proprietà della parete primaria sono dovute alla estrusione di protoni dalla cellula verso l'esterno, con conseguente acidificazione del mezzo. Questo causa la cosiddetta **CRESCITA ACIDA**, conseguente allo stimolo dell'ormone vegetale **auxina** prodotta dalle cellule meristematiche degli apici, che diffonde nel tessuto in crescita.



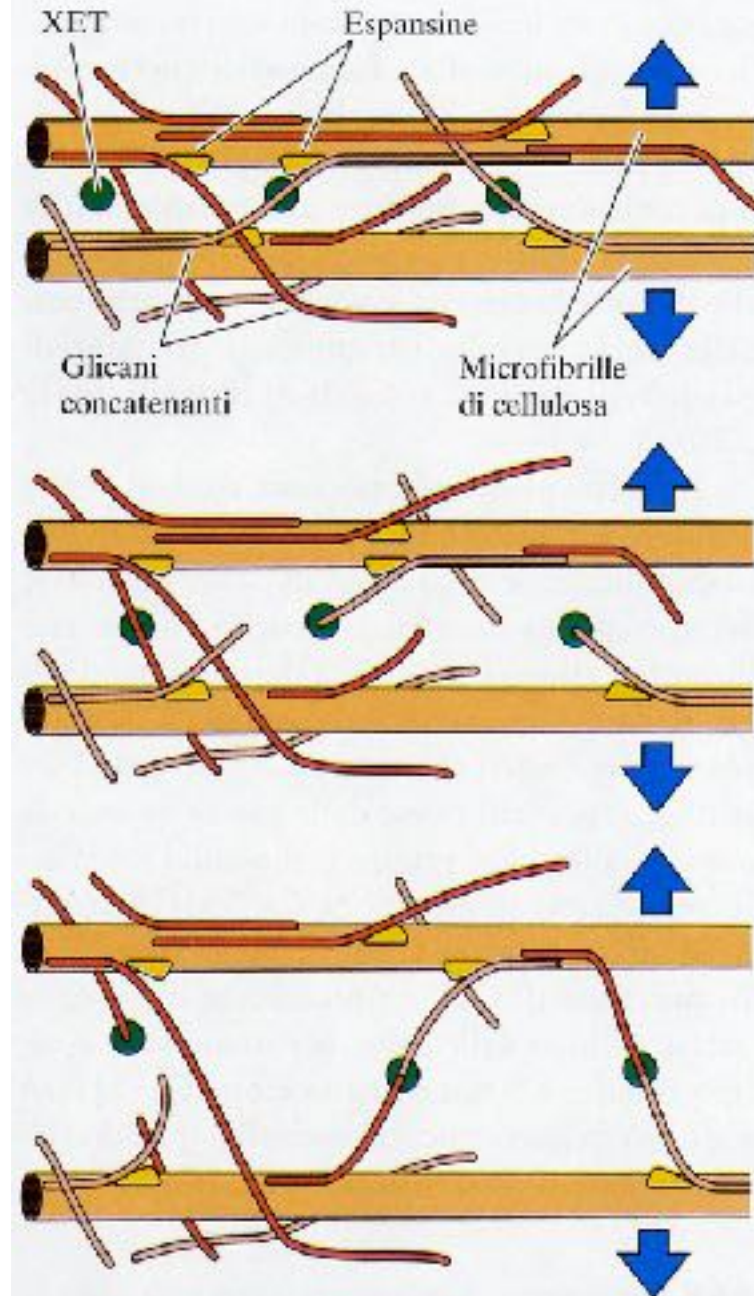


CRESCITA ACIDA

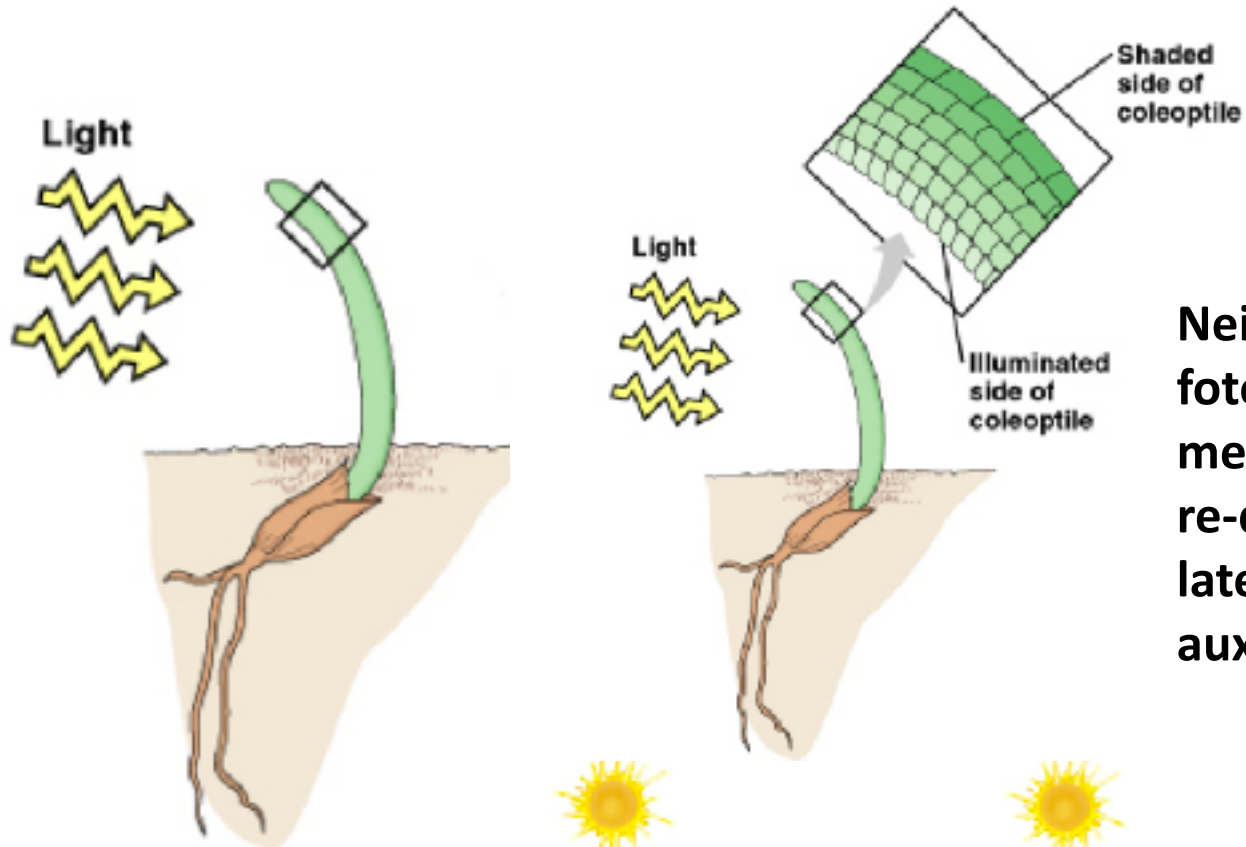
Espansina: proteina pH-dipendente che rende le pareti cellulari meno rigide, scioglie le interconnessioni tra le microfibrille di cellulosa presenti nella parete cellulare.

XET (xiloglucano endotransglicolasi): particolari enzimi che catalizzano la rottura e riformazione dei ponti di emicellulosa tra le microfibrille di cellulosa.

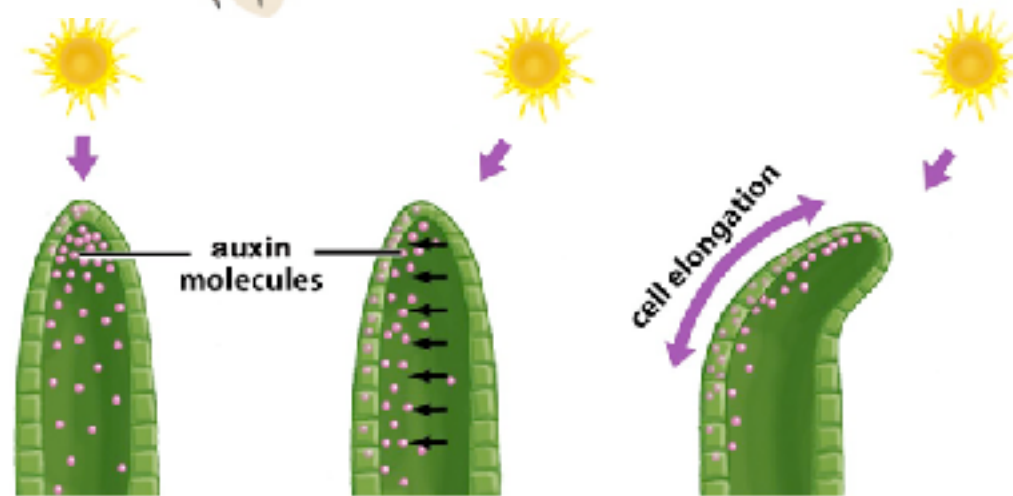
➤ **Auxina** (dalle cellule degli apici vegetativi) attiva una **pompa di protoni (H^+)**: dall'interno della cellula verso la parete cellulare, con **acidificazione della parete** e conseguente attivazione dell'**espansina** e perdita di rigidità della parete. A questo punto la cellula incamera acqua nel vacuolo, con conseguente espansione.



L'ormone AUXINA è anche fondamentale per il FOTOTROPISMO



Nei coleottili il fototropismo è mediato dalla re-distribuzione laterale dell'auxina



La componente matriciale è importante soprattutto al momento della germinazione...

$$\Psi_{\text{idrico cellula}} = \Psi_{\text{osm.}} + \Psi_{\text{parete}} + \Psi_{\text{matriciale}}$$

IMBIBIZIONE

Le molecole d'acqua mostrano una fortissima coesione grazie alla loro polarità, e cioè la differenza di carica fra un'estremità e l'altra della molecola dell'acqua (vedere Appendice A). Similmente, a causa di tale differenza di carica, le molecole dell'acqua possono legarsi (aderire) a superfici cariche sia positivamente che negativamente. Molte grosse molecole biologiche, quali la cellulosa, sono polari così da attrarre molecole d'acqua. La capacità di adesione delle molecole d'acqua è anche responsabile di molti importanti fenomeni biologici chiamati imbibizione e, a volte, idratazione.

Imbibizione (dal latino *imbibere*, «impregnare») è il movimento delle molecole d'acqua all'interno di sostanze quali legno o gelatina che aumentano di volume grazie all'accumulo delle molecole d'acqua. La pressione che si sviluppa dalla imbibizione può essere estremamente elevata. Si riferisce che la pietra per le antiche piramidi d'Egitto fosse ottenuta inserendo pezzi di legno in fori scavati nella roccia e bagnando successivamente i pezzi con acqua. Il rigonfiare del legno creava una forza tale da staccare lastre di pietra. Nelle piante viventi, l'imbibizione è molto importante per i semi che possono così aumentare di parecchie volte il loro volume originale. Imbibizione è essenziale per la germinazione dei semi (vedere Capitolo 23)



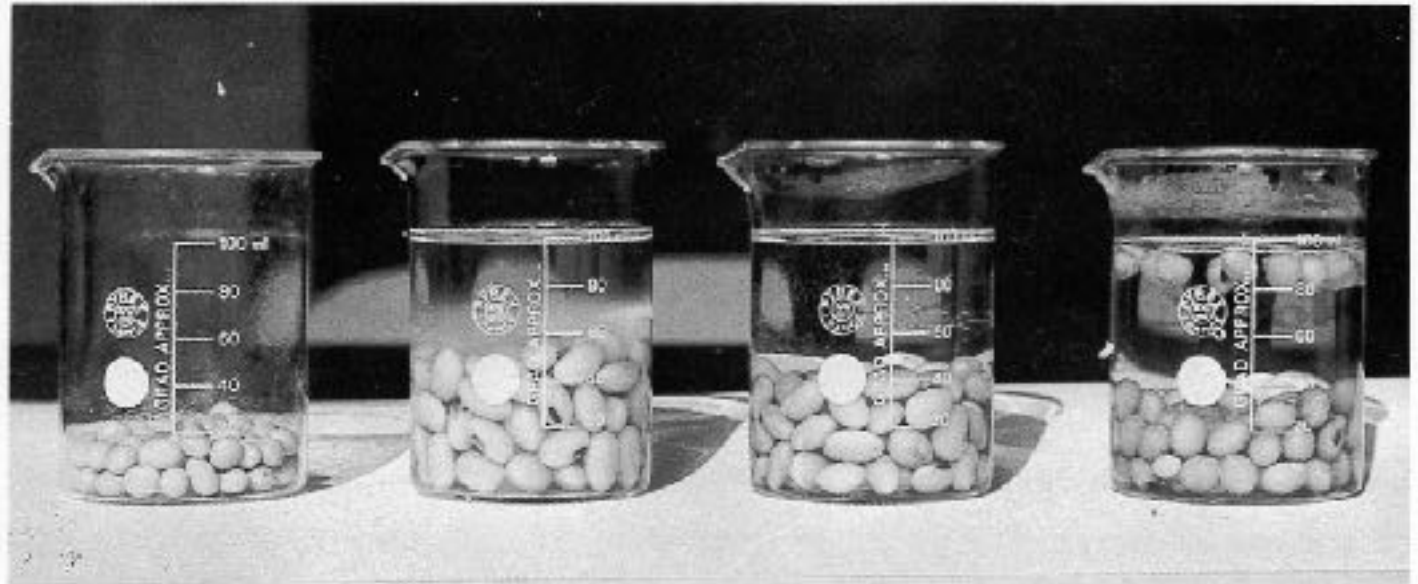
La germinazione dei semi comincia con una trasformazione del tegumento seminale tale da permettere un consistente assorbimento di acqua per imbibizione. Imbibizione è il strutture circostanti si

gonfiano, facendo scoppiare il tegumento seminale. Nella ghianda a sinistra, fotografata sul suolo di una foresta, la radice embrionale è emersa dopo che il robusto strato esterno del frutto si è spaccato.

H_2O

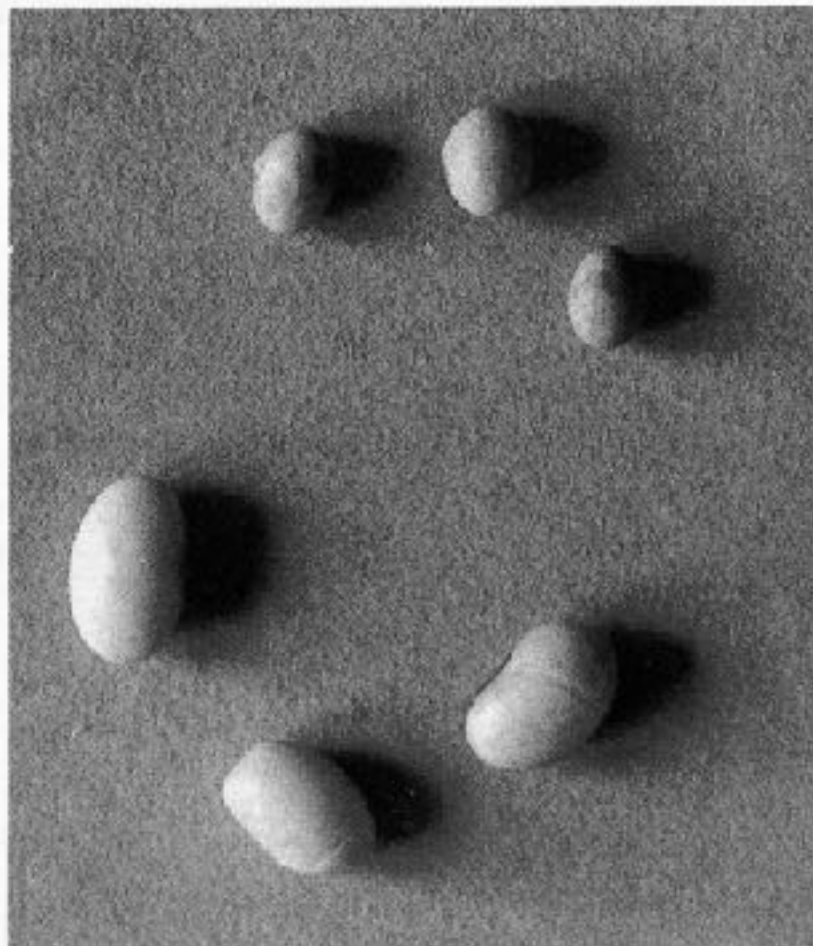
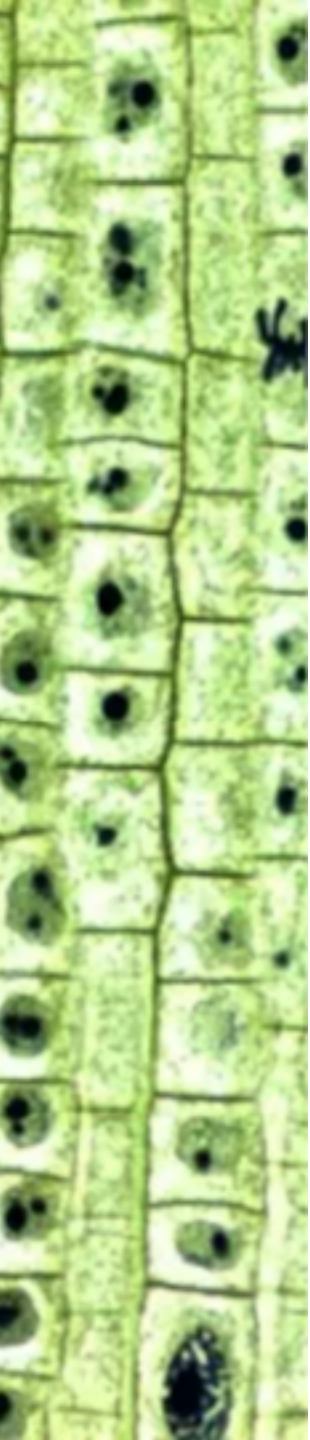
Sol. NaCl
semi-satura

Sol. NaCl
satura

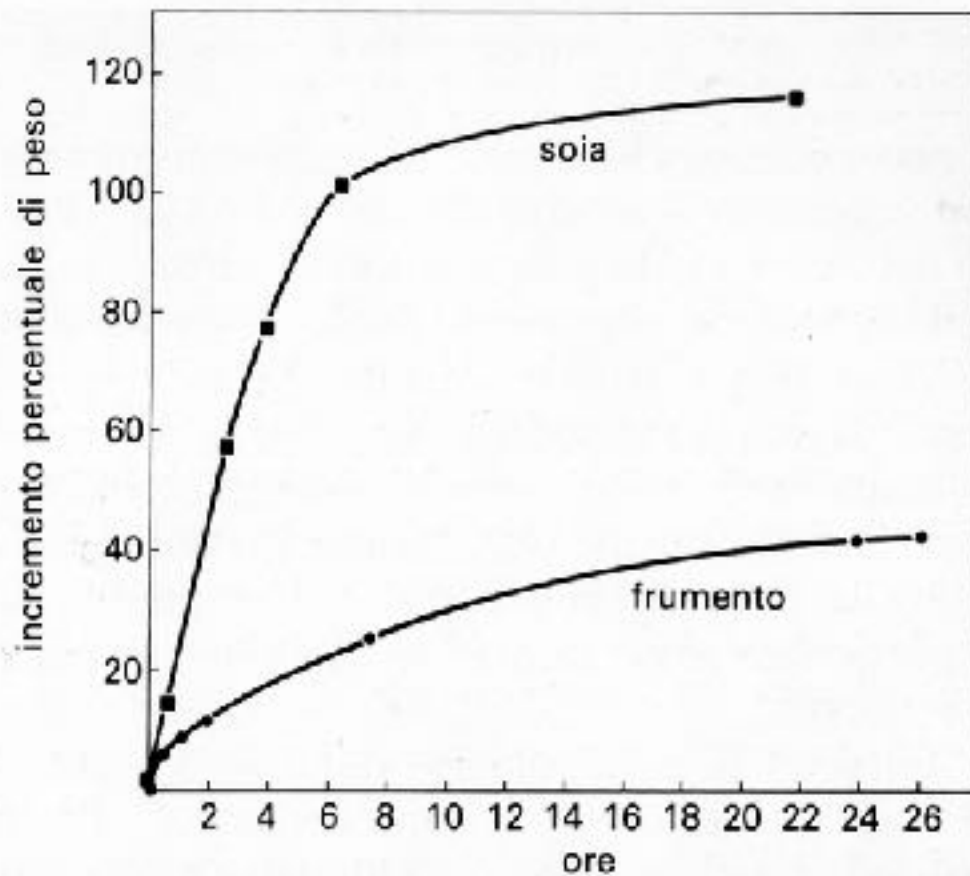
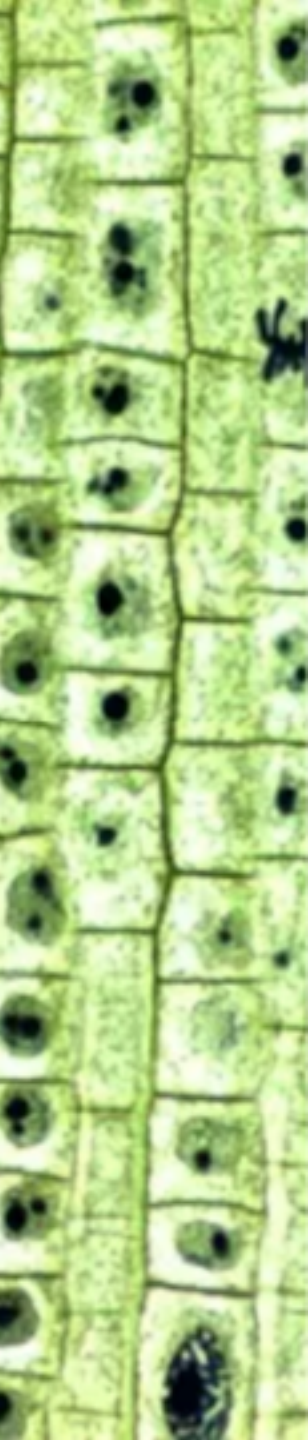


I quattro bicchieri contengono un ugual numero di semi di soia. Da sinistra a destra: semi secchi, rigonfiati in acqua, rigonfiati in soluzione NaCl semisatura, rigonfiati in soluzione NaCl satura. (Periodo di rigonfiamento: 24 ore). I semi sono riusciti a rigonfiarsi persino nella soluzione satura, anche se meno che in

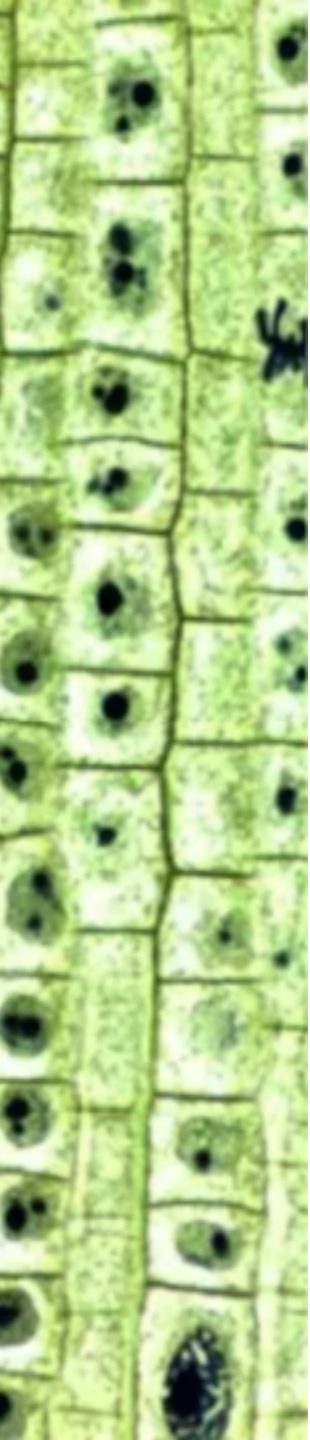
acqua. Dato che il potenziale osmotico di una simile soluzione è dell'ordine delle centinaia di atmosfere è evidente che il potenziale d'acqua del seme deve essere ancora più negativo. (Notate che alcuni semi galleggiano nella soluzione satura a causa della sua densità sensibilmente superiore a quella dell'acqua).



Semi di soia secchi (sopra) e rigonfiati in acqua per 48 ore (sotto). I semi di soia hanno una straordinaria capacità di assorbire acqua a causa del loro alto contenuto di proteine.



Andamento del tempo dell'assorbimento d'acqua in un seme di soia e in uno di frumento. L'assorbimento è seguito come aumento percentuale di peso rispetto a quello iniziale del seme secco: in tal modo è possibile paragonare tra loro i semi nonostante la differenza di dimensioni. È evidente che il seme di soia assorbe una quantità d'acqua molto maggiore di quello di frumento. Questo è dovuto al suo maggiore contenuto di proteine le quali si rigonfiano più dell'amido che costituisce la riserva principale del seme di frumento.



Le piante sono organizzate in molteplici forme, dalle unicellulari a quelle pluricellulari, da semplici a complesse.

Sulla base della loro organizzazione, si dividono in due grandi gruppi.

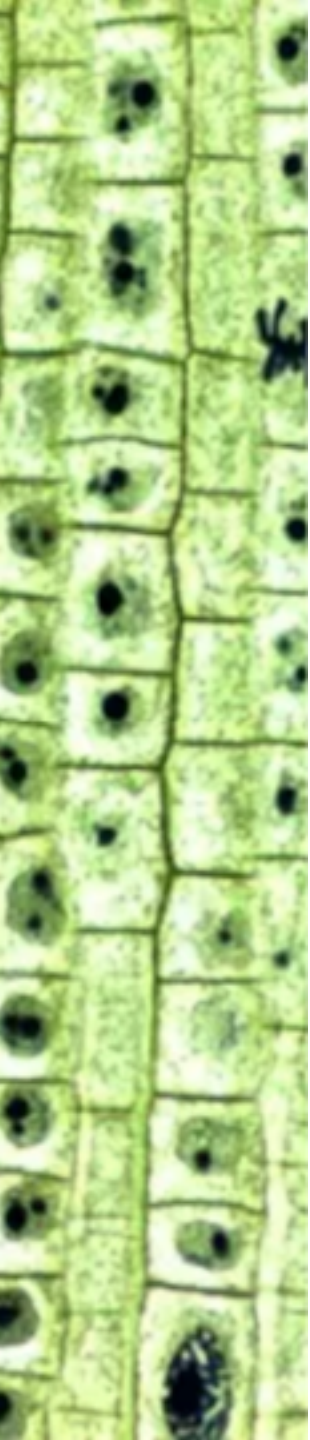
TALLOFITE vs. CORMOFITE

Suddivisione empirica ed arbitraria degli organismi vegetali.

TALLOFITE: sono crittogame
(=«piante senza fiore»)

CORMOFITE: piante a **CORMO**,
caratterizzate tre organi
fondamentali:

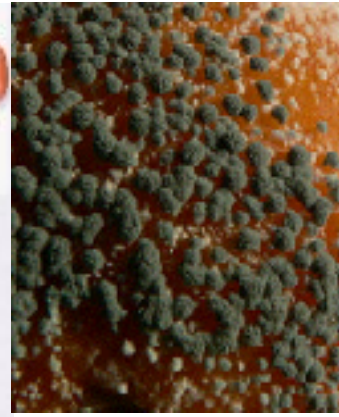
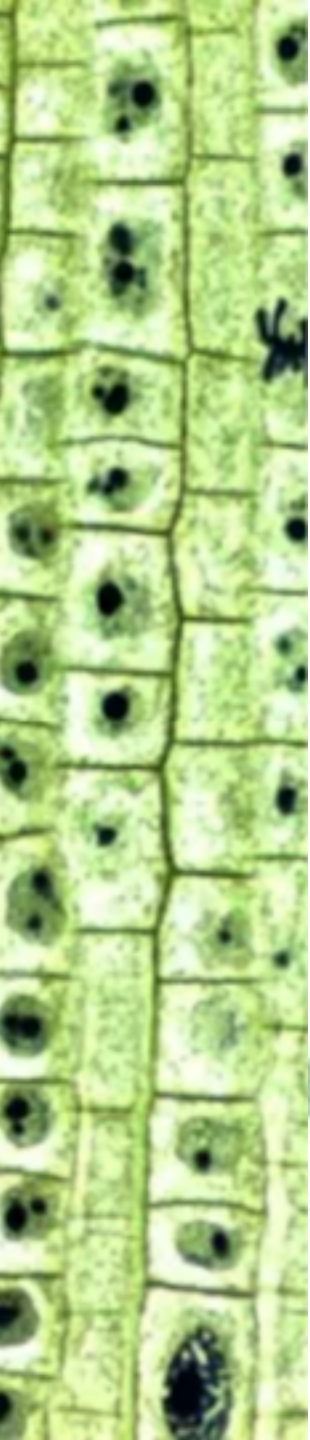
- **radice**
- **caule o fusto**
- **filloma** (= insieme delle lamine fogliari).

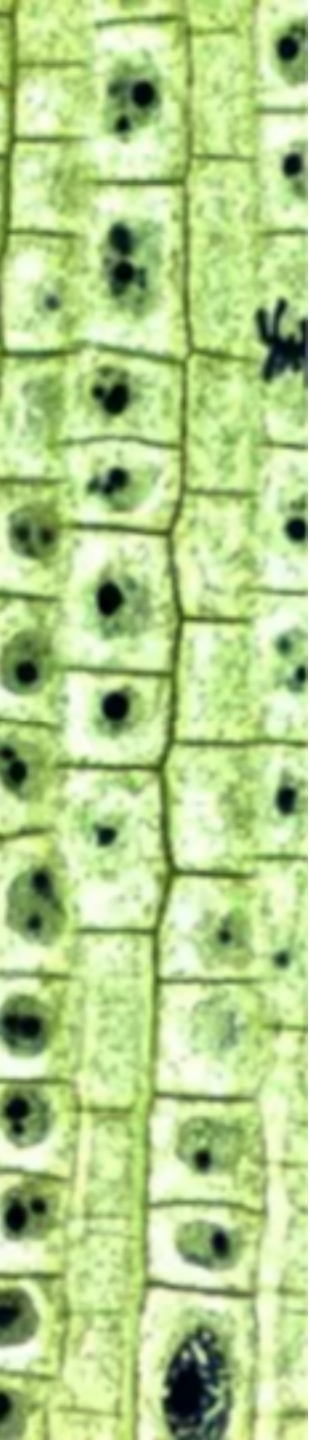


TALLOFITE

- alghe pluricellulari,
- alcune briofite (epatiche a tallo o tallose),
- i muschi (in alcune fasi della loro vita),
- funghi lichenizzati e non.

!!! I funghi **NON** sono **organismi vegetali** nonostante tradizionalmente siano studiati dai botanici (micologi).

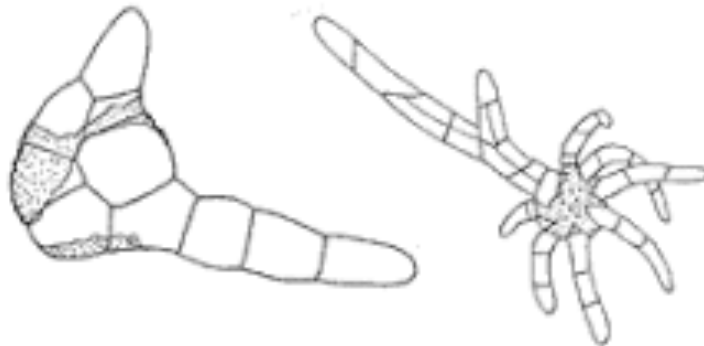


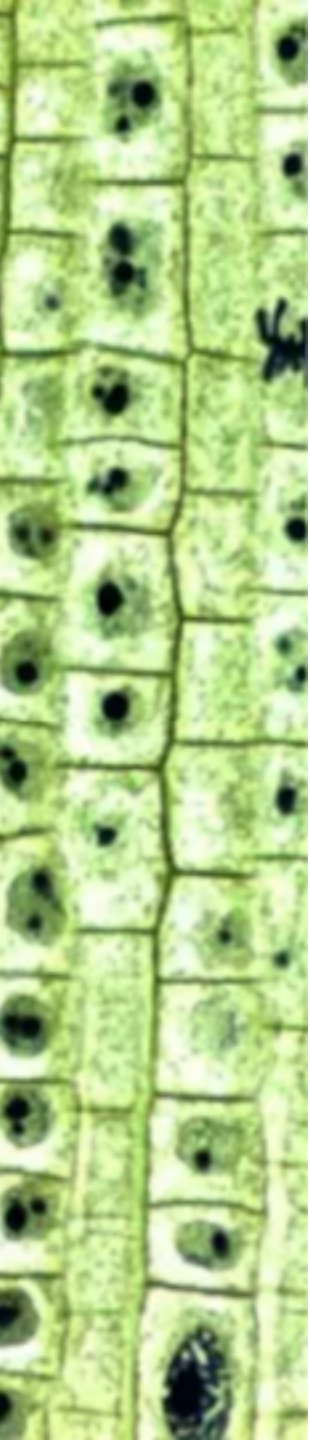


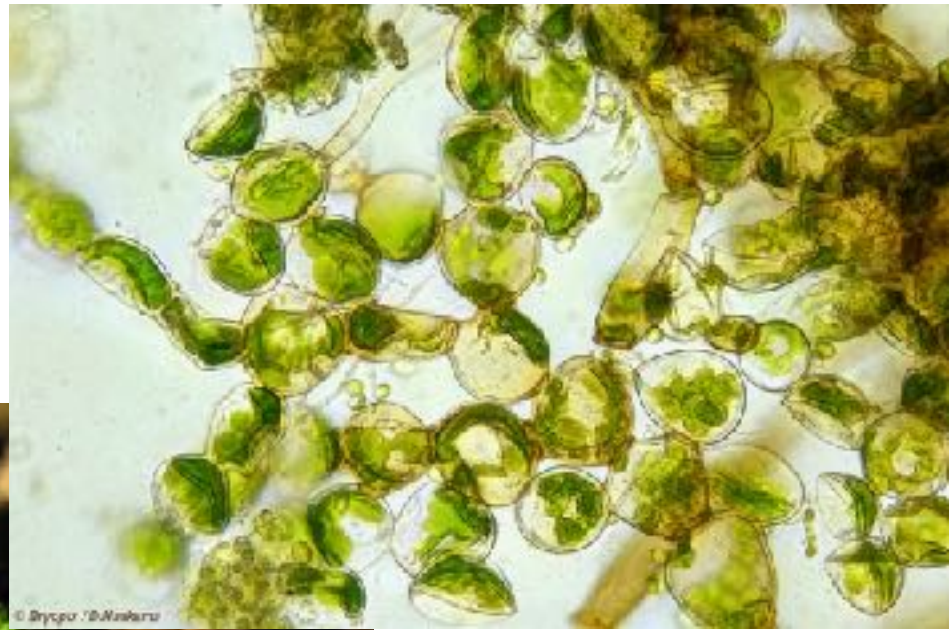
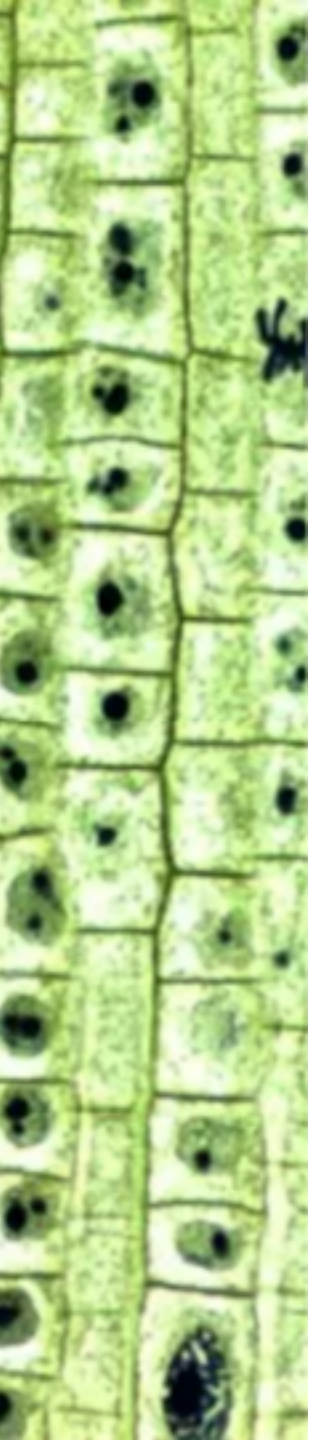
Le tallofite non hanno veri tessuti, nel caso delle loro forme più complesse si parla di “**PSEUDOTESSUTI**” formati da filamenti cellulari strettamente intrecciati.

I **muschi** sono considerati un anello di passaggio tra tallo- e cormofite: nel corso del loro ciclo riproduttivo, alcuni stadi hanno organizzazione filamentosa, **protonema** (gametofito); in seguito si sviluppano strutture analoghe ad un caule e a delle foglie.

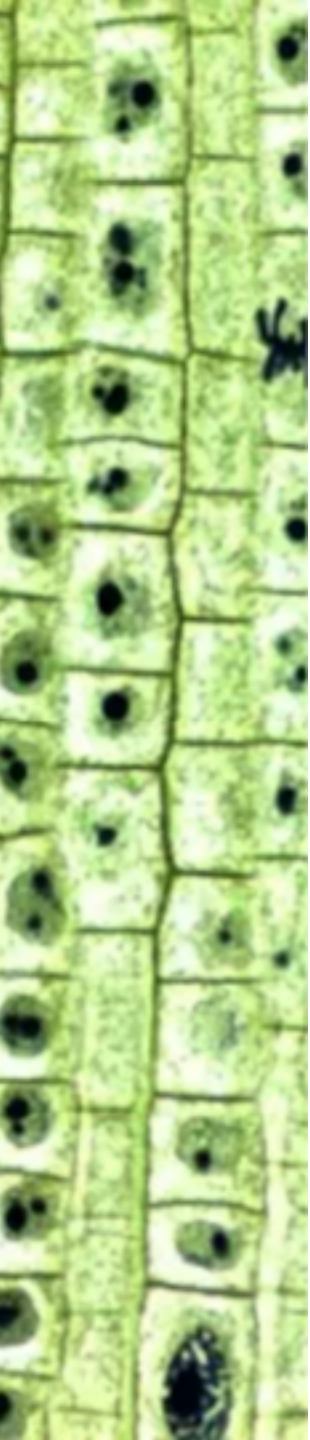
Funaria, Bryum, Macromitrium







***Schistostegia
pennata***
(Leuchtmoos, light
moss, muschio
luminoso)

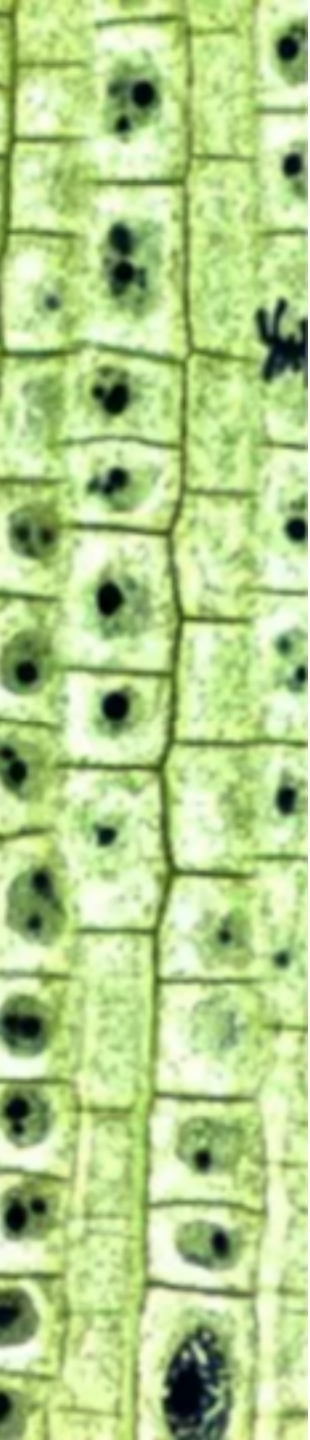


Calypogea suecica (foliosa)



Conocephalum conicum (tallosa)



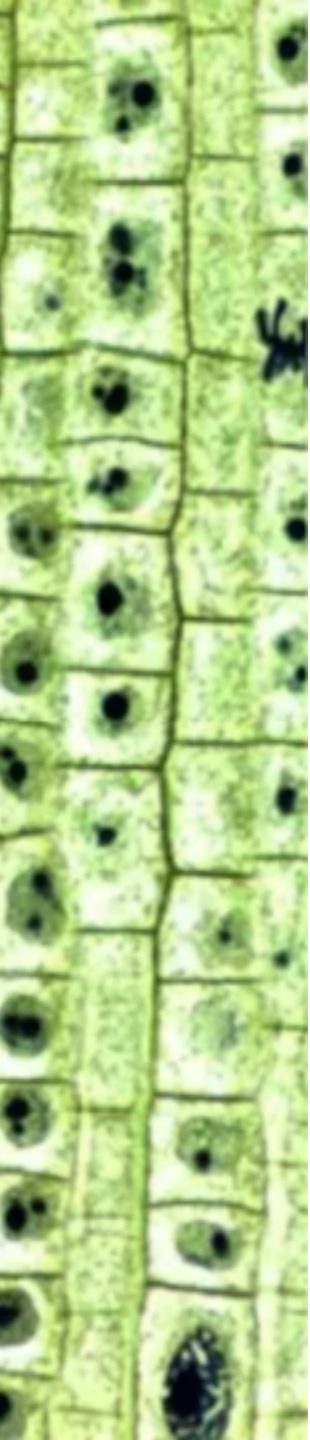


Le **alghe pluricellulari** si differenziano per la **struttura del tallo**:

- Monadale
- Coccale
- Filamentoso
- Sifonocladale (filamento suddiviso in cellule con tanti nuclei)
- Sifonale (filamenti non suddivisi in cellule)
- Laminare
- Pseudoparenchimatico
- Protoparenchimatico (alghe verdi più evolute e comparsa dei plasmodesmi)

... ed in base ai **pigmenti fotosintetici** che contengono, all'**ultrastruttura del cloroplasto** e ad altre caratteristiche cito-morfologiche, distinguendosi in:

- Alghe rosse
- Alghe brune (marine, pluricellulari)
- Diatomee
- Alghe verdi



- **Cloroplasti primari** [in alghe verdi, rosse, glaucofite (con cianelle!!!), piante terrestri]
- **Cloroplasti secondari** (con più di due membrane , 3 o 4!!
In alghe verdi e rosse)
- 1 vs many...!!!

Importanza:

- ❖ Produttori primari (fitoplancton) delle acque dolci e salate
- ❖ Fonte di alimentazione umana ed animale.
- ❖ Arricchiscono di O₂ le acque e l'atmosfera
- ❖ Fonte di prodotti medicinali, per industria alimentare e laboratori scientifici
- ❖ Regolatori della microflora nel suolo

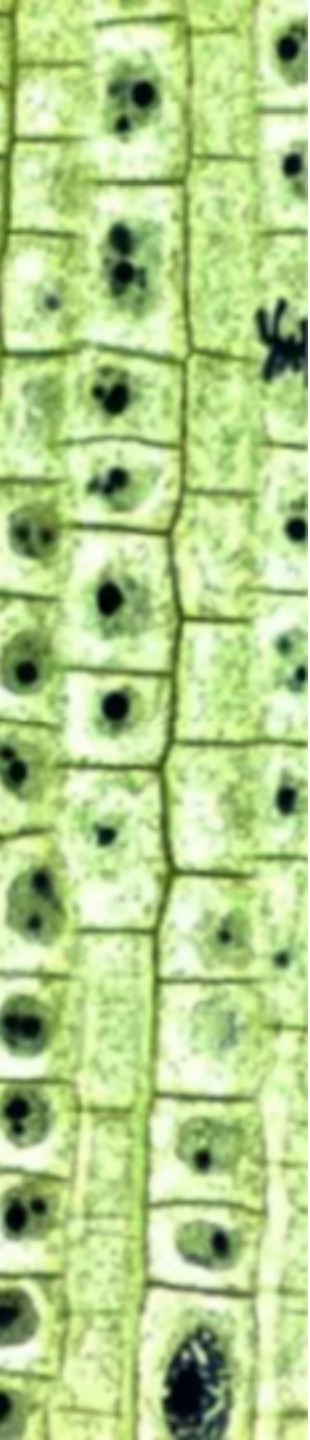
DOVE?

- epifite
- endolitiche
- epilitiche
- epifille
- psammofile
(in sabbia)
- in suolo
- in acqua

Cosmopolite, crioterme, megaterme



Chlamydomonas nivalis

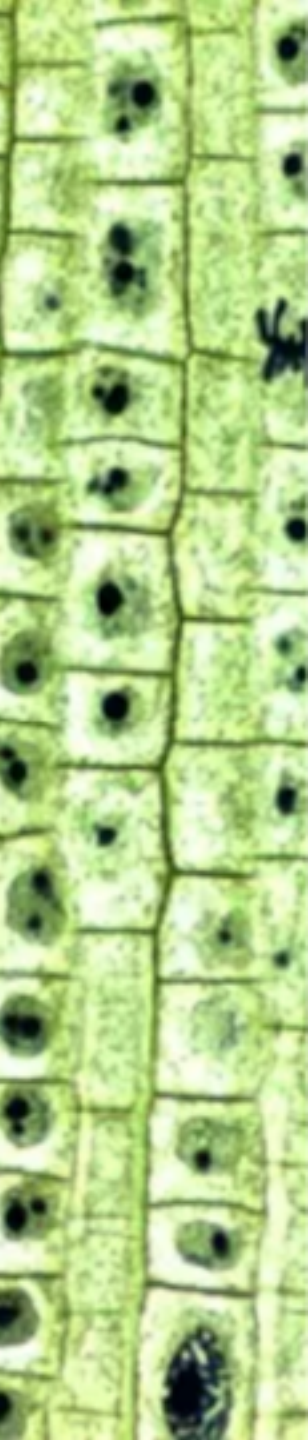


Zona eufotica (fino a 200 m in profondità)

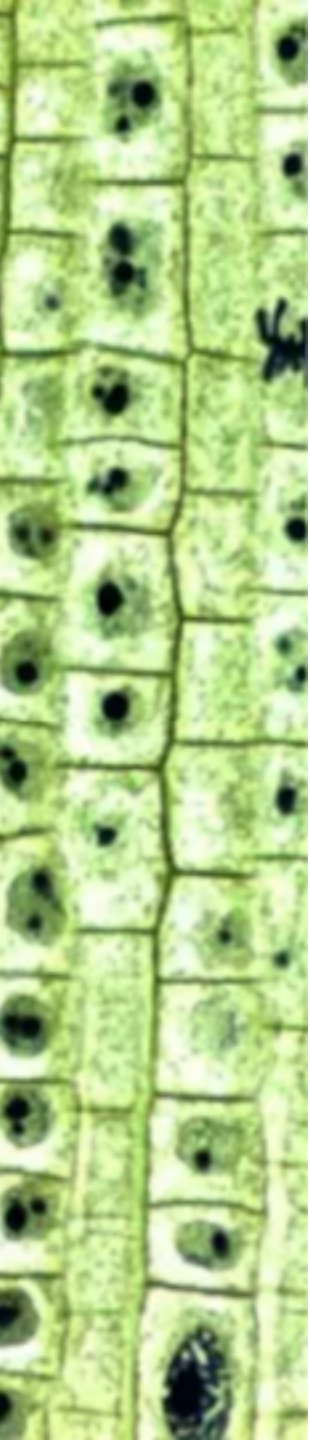
- Alghe verdi in superficie
- Alghe brune più in profondità delle verdi
- Alghe rosse fino al limite della zona eufotica (pigmenti accessori e ficobilisomi)

- ❖ Alghe brune e rosse marine
- ❖ Alghe verdi di acqua dolce

- I **pigmenti** sono di tre tipi: **clorofille** (a sempre presente!), **carotenoidi e xantofille**, **ficobiline** (Rhodophyta e Criptophyceae);
- I pigmenti accessori sono presenti soprattutto nelle alghe di profondità.

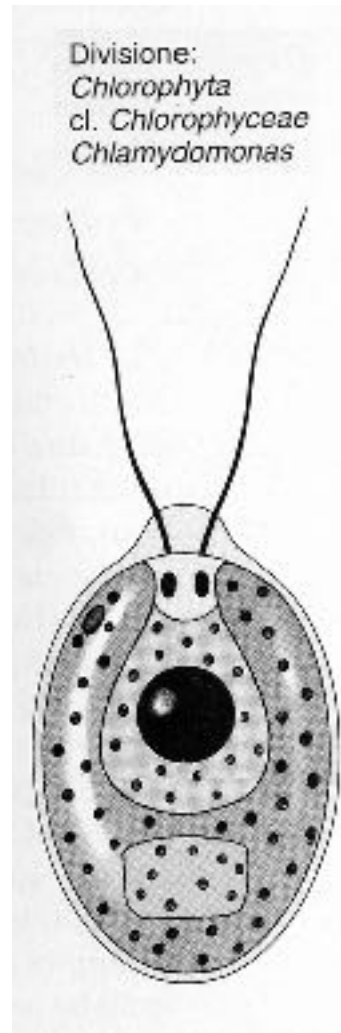


Tendenze evolutive della morfologia delle alghe

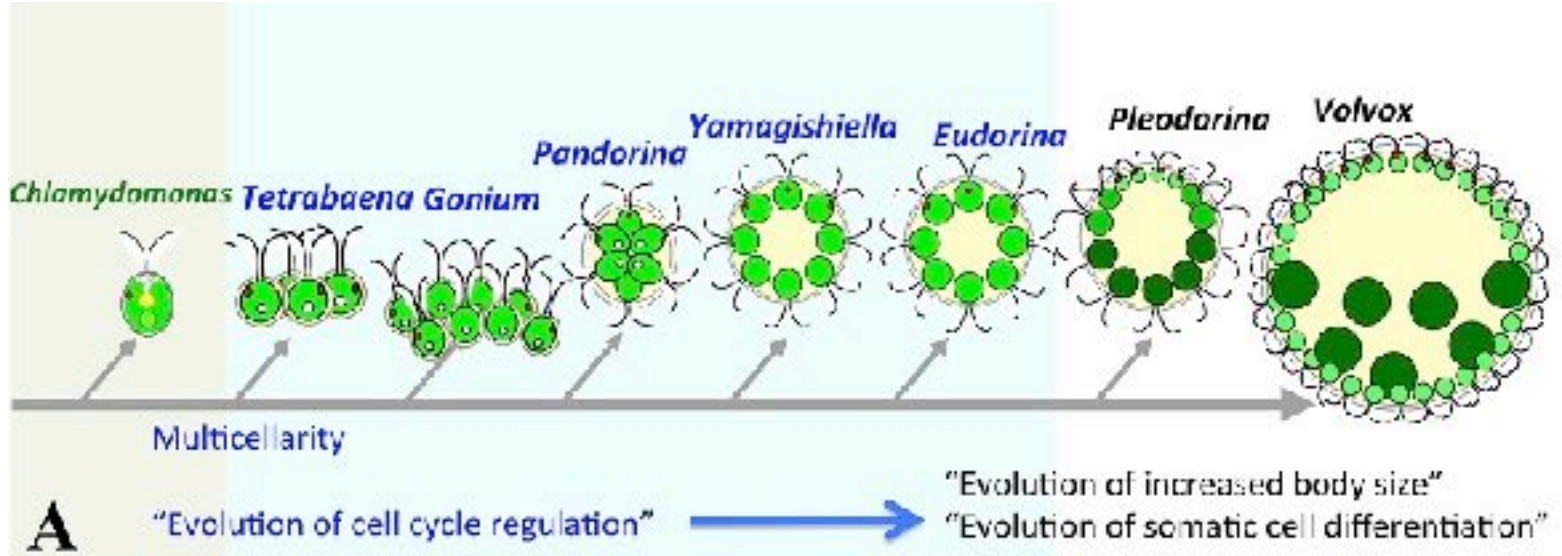


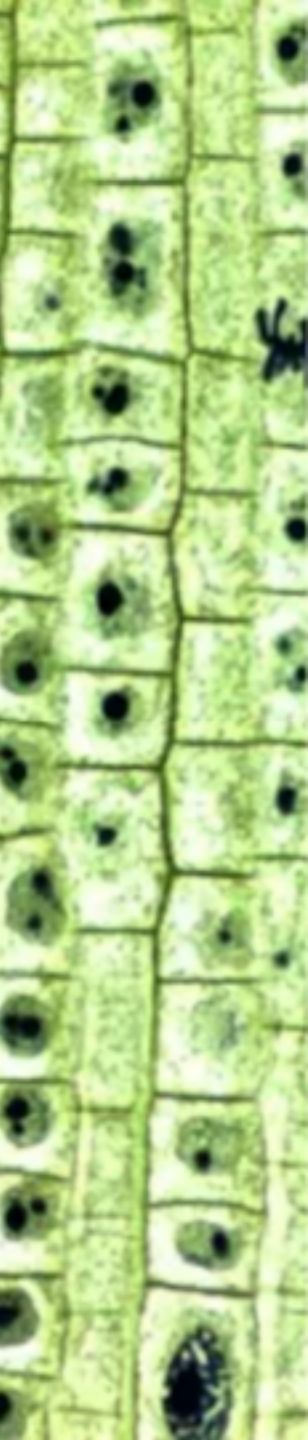
MONADALE: il livello di organizzazione più semplice nelle alghe eucariotiche, **cellule singole, mobili, con flagelli;** parete cellulare o rivestimento di placchette proteiche o cellulosiche.

Nelle alghe verdi flagellate c'è una evidente tendenza evolutiva verso organismi pluricellulari, con la formazione di una **linea germinale**, e di una **linea somatica**, ovvero un inizio di specializzazione cellulare.



CAPSALE





Singole cellule
specializzate →
Sporocisti / gametocisti

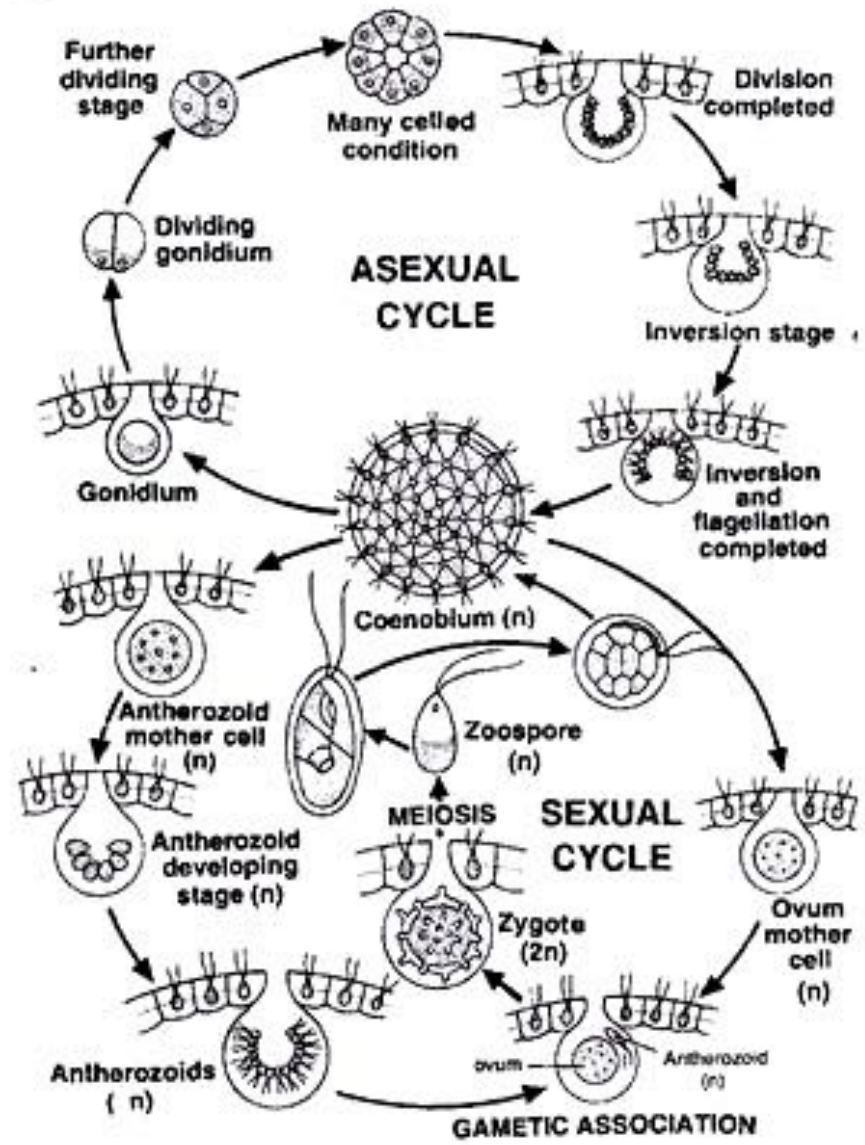
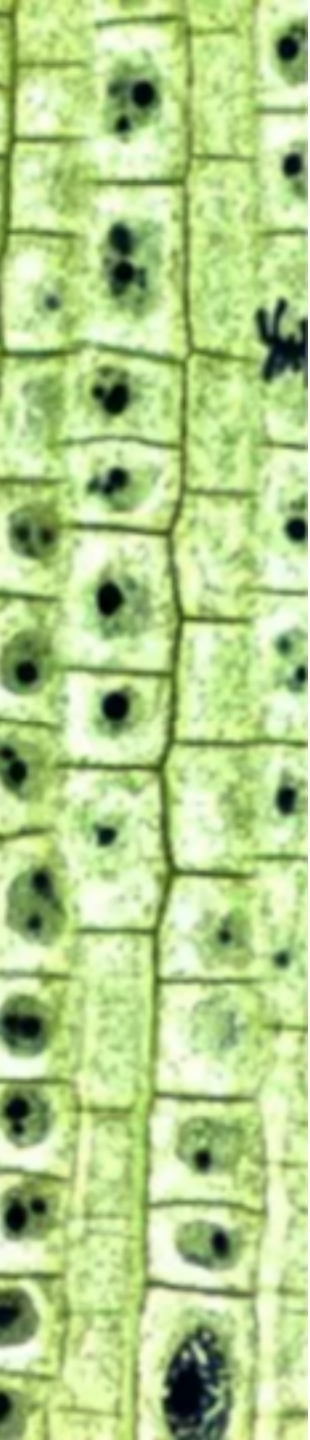
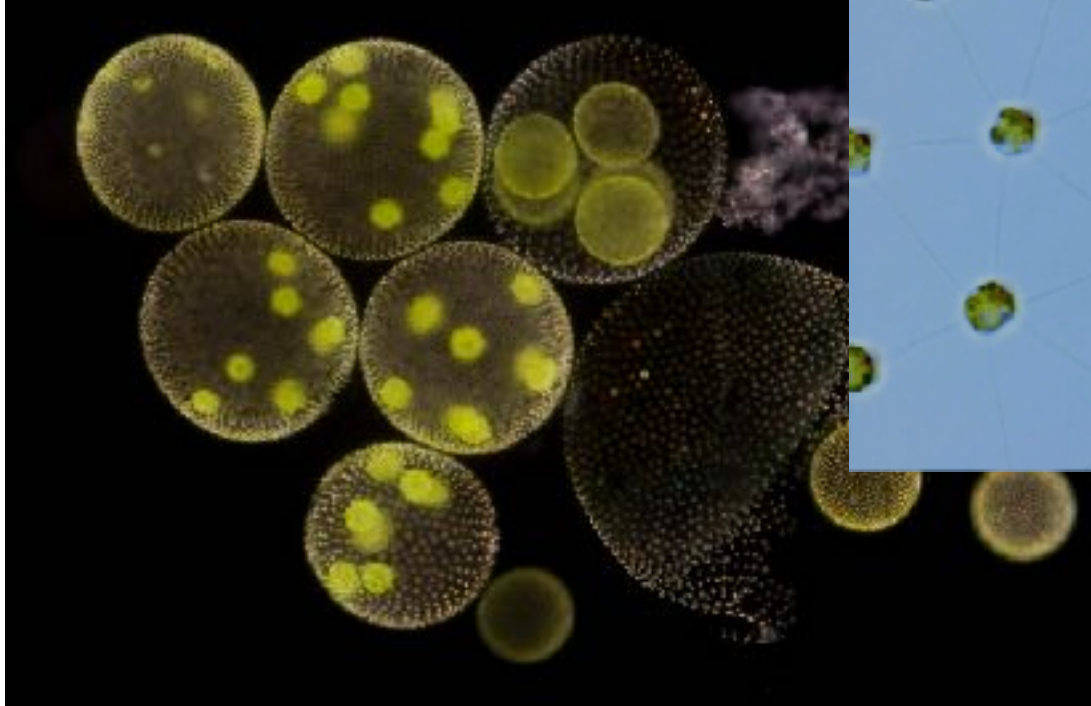
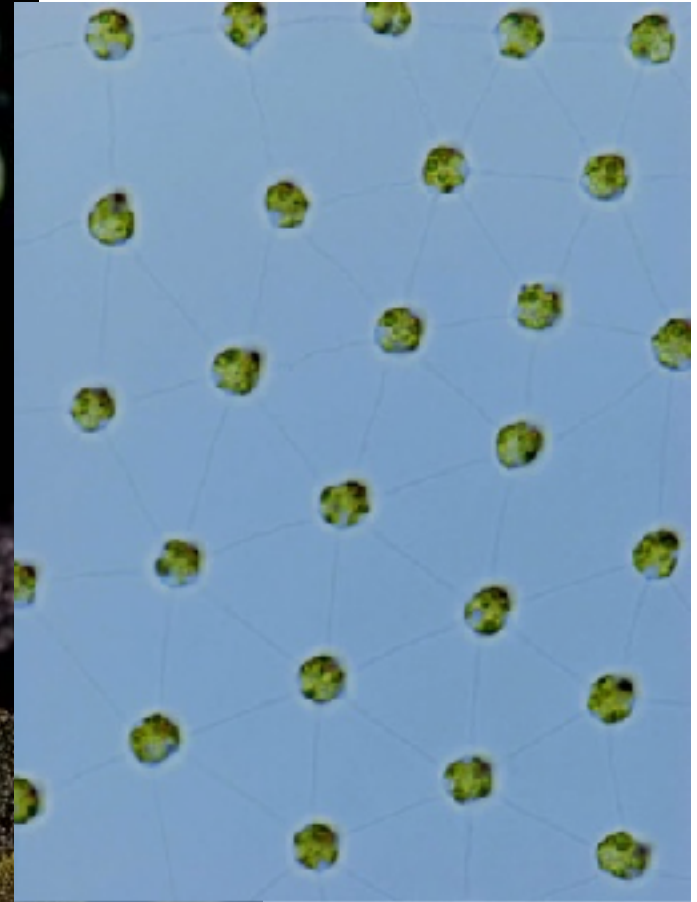
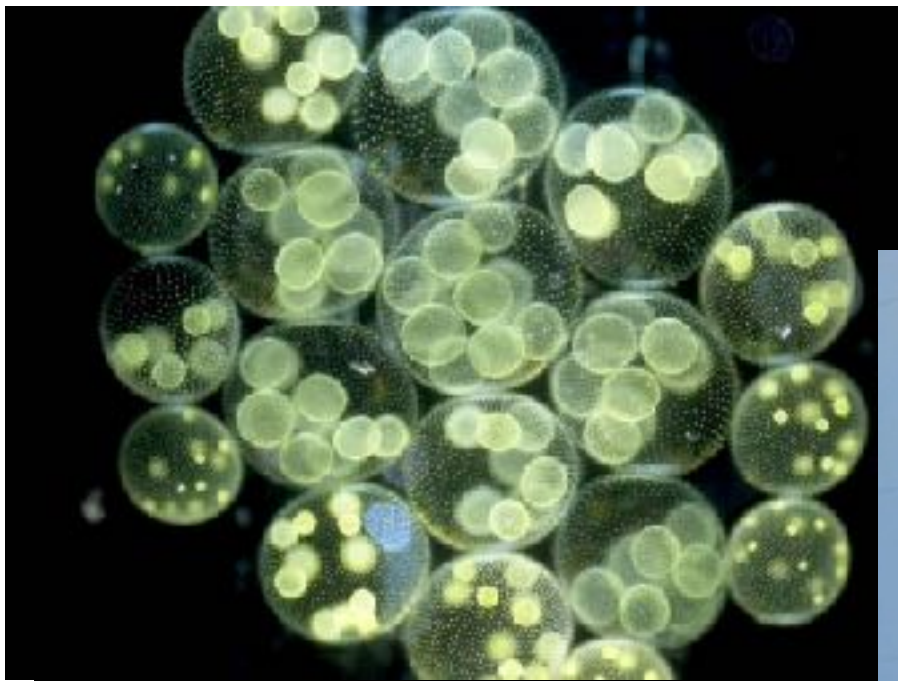
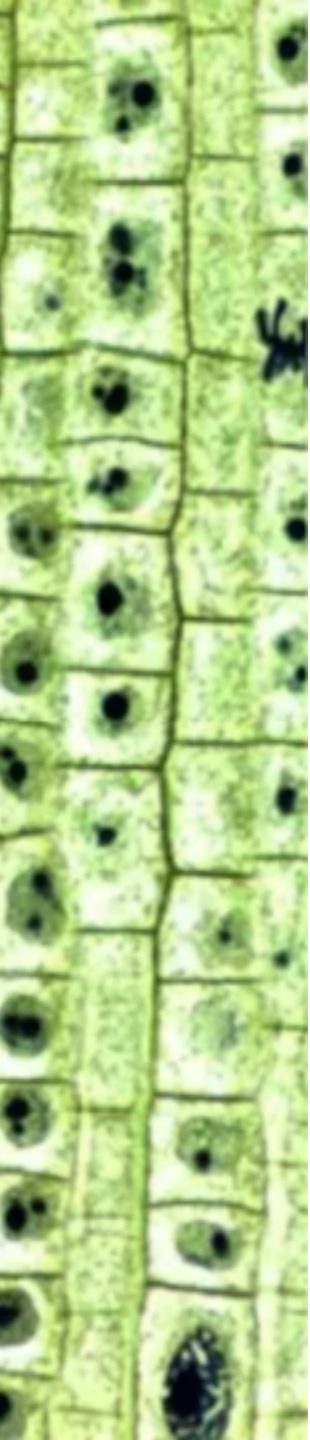


Fig. 7. Volvox. Diagrammatic life cycle.

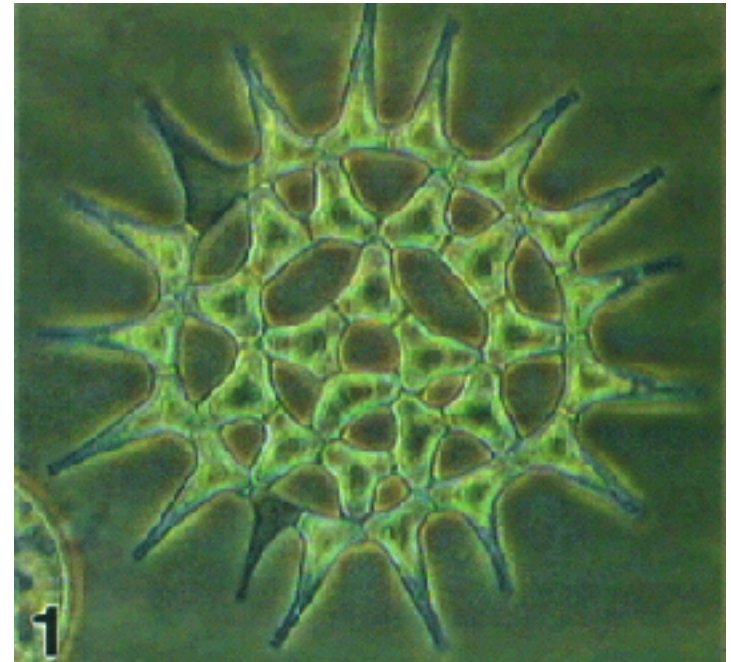
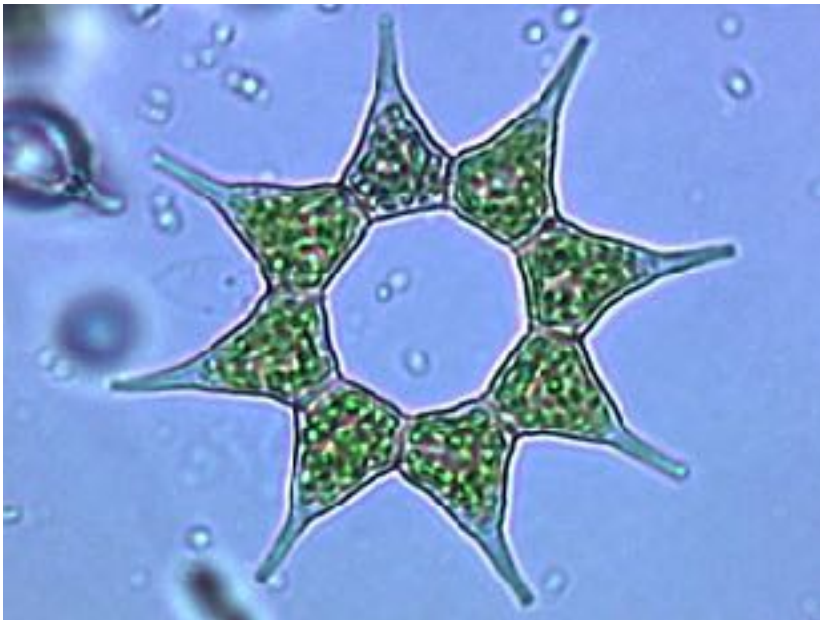




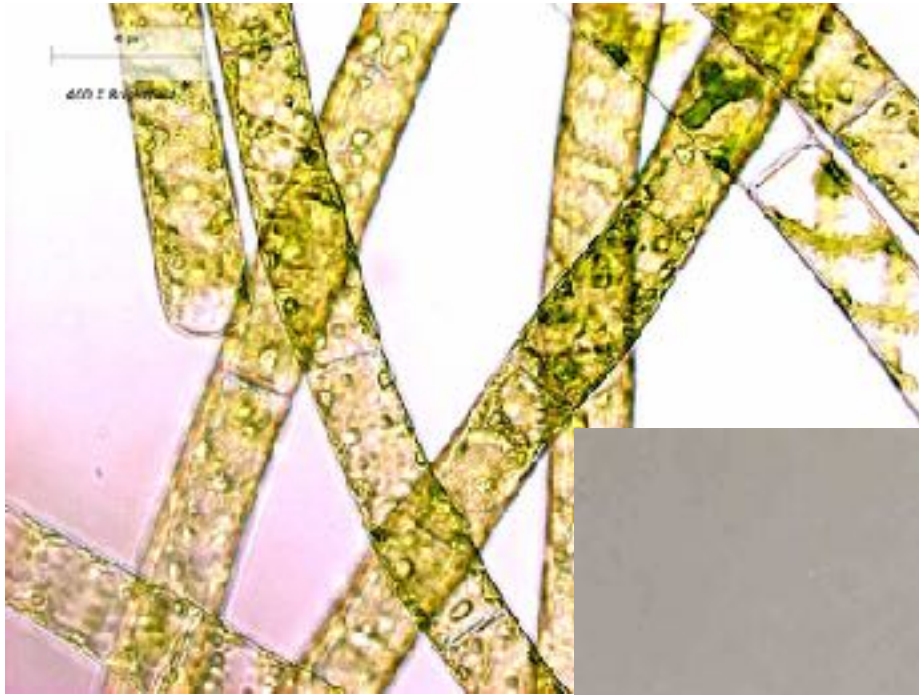
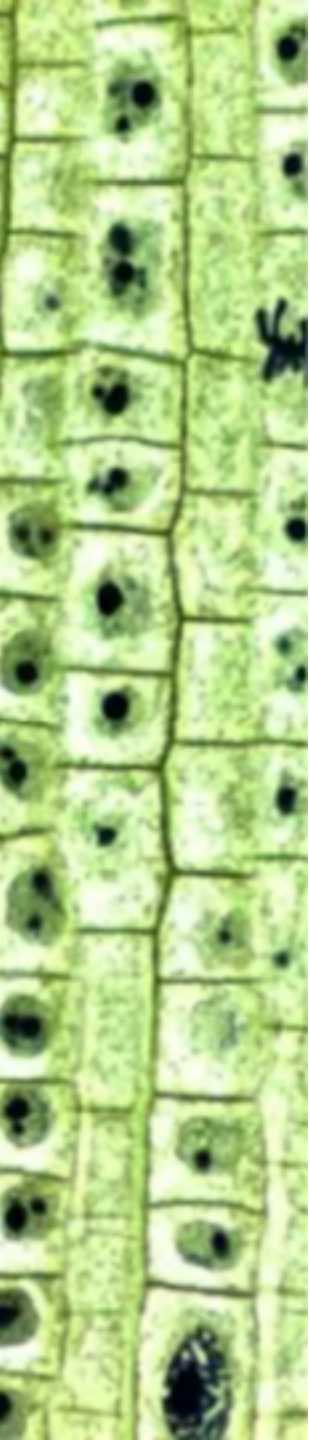
COCCALE: derivata dalla monadale, **senza flagelli, immobile.**

➤ La perdita dei flagelli è considerato un carattere derivato, più “moderno”. Alcune forme coccali mantengono i flagelli in particolari stadi del loro sviluppo (zoospore).

Colonie di due specie di *Pediastrum*.



TRICALE: filamentoso (**FILAMENTO**); dopo la divisione, le cellule rimangono unite mediante i setti cellulari comuni, e quindi tramite i **plasmodesmi**.

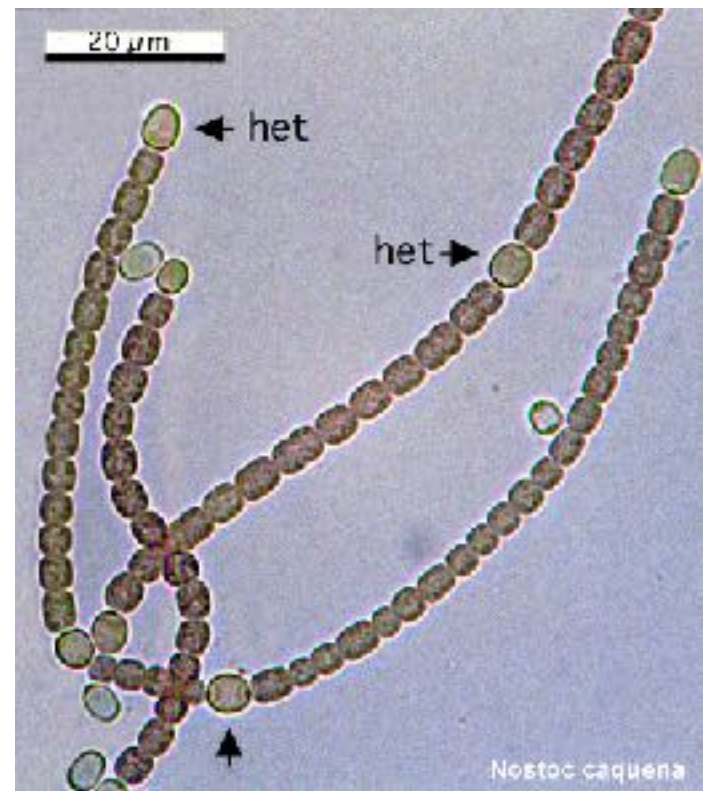
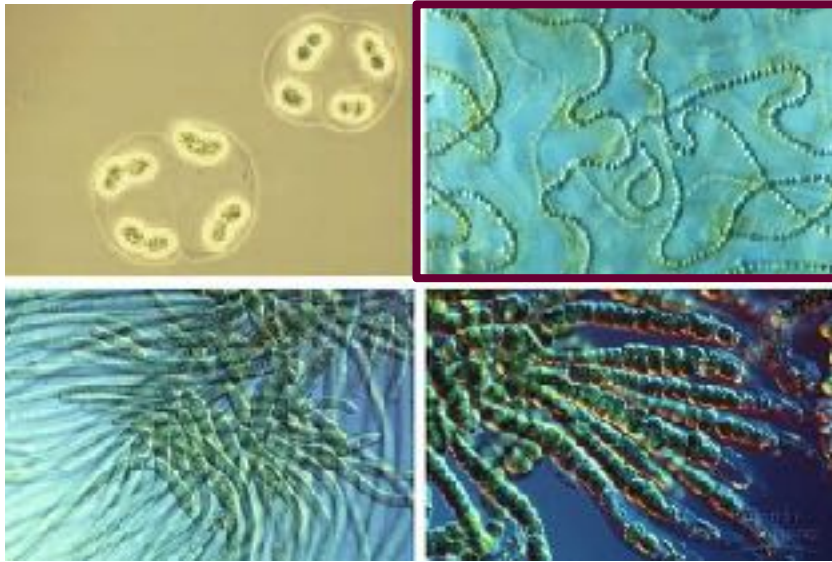
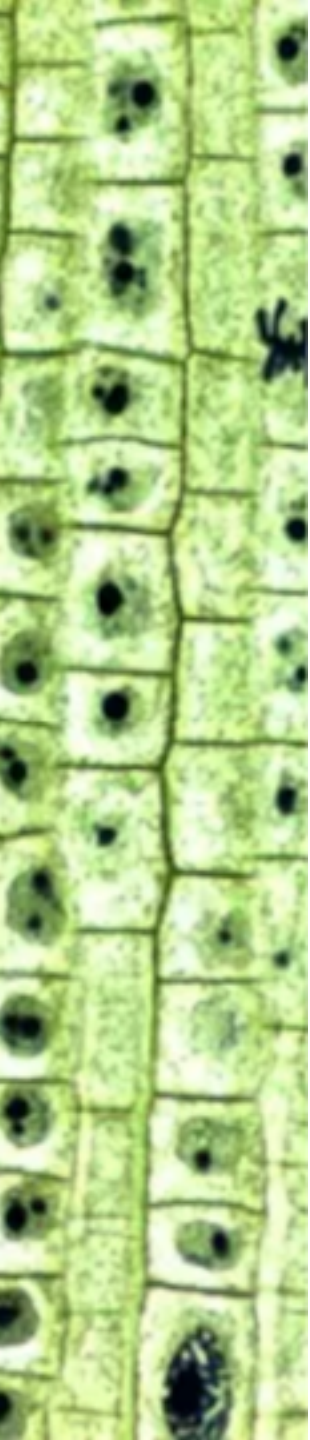


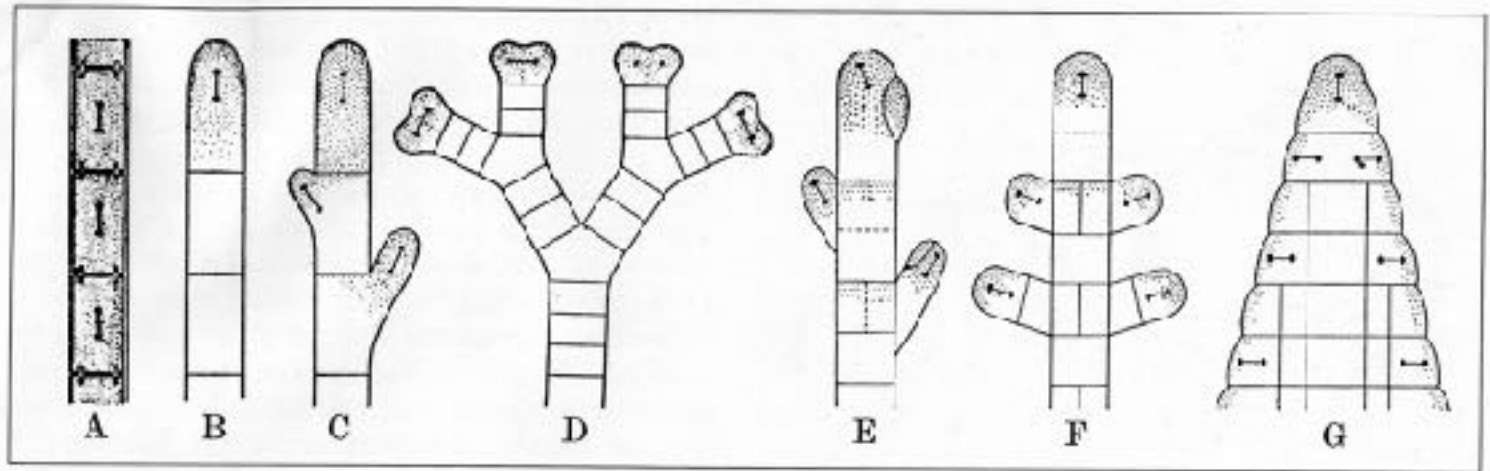
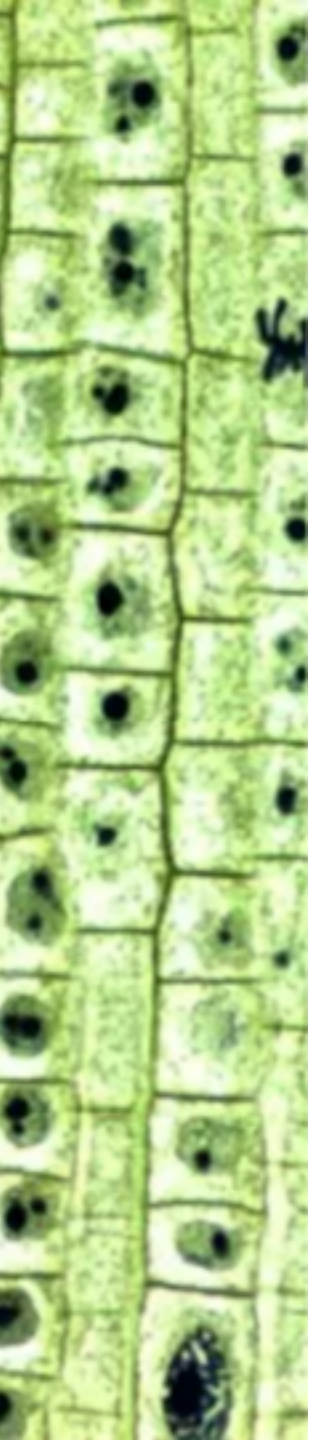


Trentepholia spp.



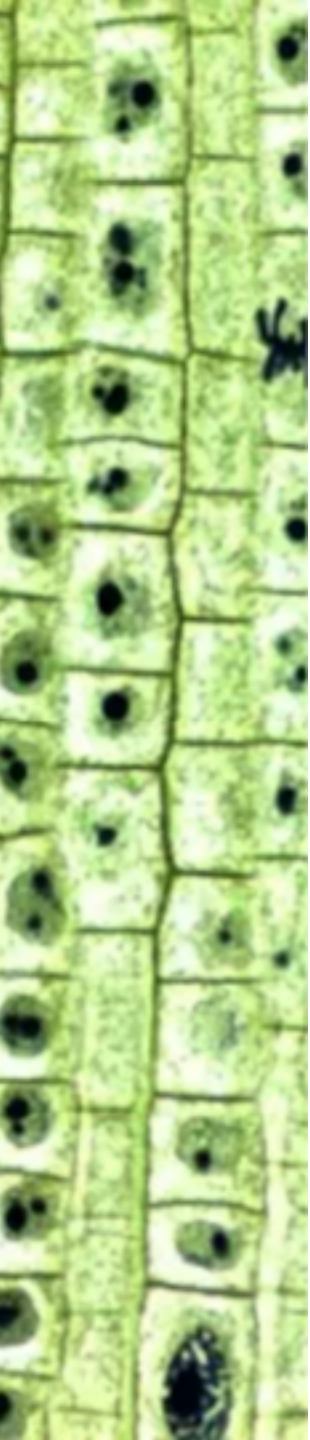
Nostoc sp.





Crescita e ramificazione di talli di Alge filamentose e piatte (bidimensionali) (i segmenti indicano gli assi longitudinali dei fusi di divisione). **A**, tallo filamentoso con crescita intercalare uniforme. **B**, crescita cellulare apicale. **C**, lo stesso con ramificazione apicale-polare. **D**, ramificazione dicotomica uguale della cellula apicale risultante da divisioni trasversali alla direzione di crescita fino ad allora seguita, intercalare periodicamente. **E**, ramificazione laterale subapicale per mezzo di divisioni ineguali della cellula apicale. **F**, ramificazione subapicale laterale per segmenti che stanno al di sotto della cellula apicale. **G**, un tallo bidimensionale piatto di tessuto si forma per crescita congenita dei rami laterali.

La specializzazione cellulare è alquanto limitata, **il tallo non ha tessuti di sostegno**, in quanto questa funzione viene esercitata dalla spinta dell'acqua.

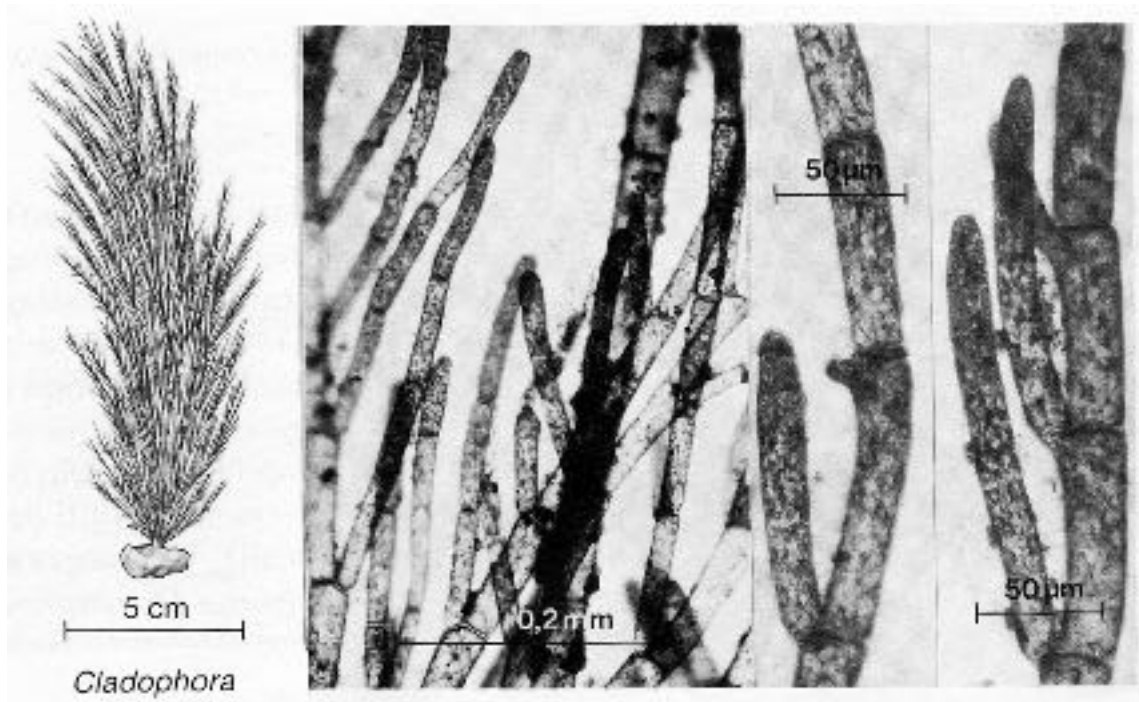


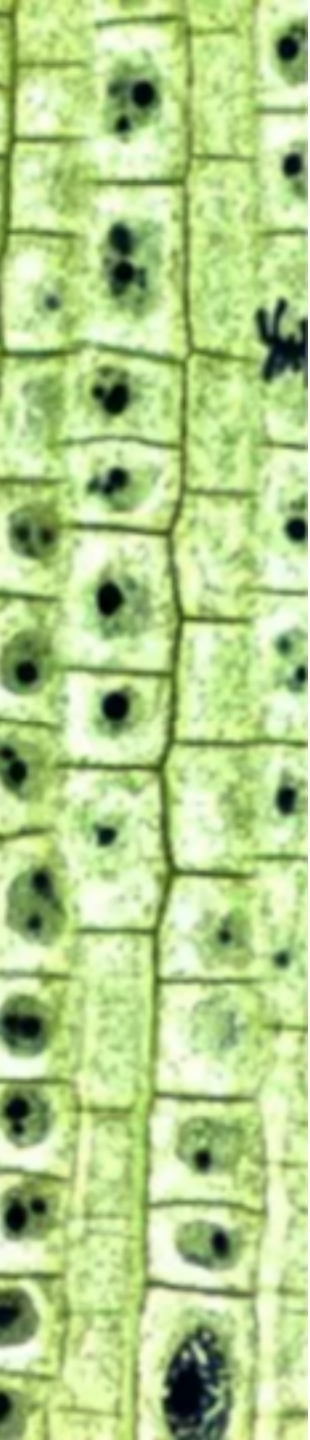
Due vie evolutive alternative, relativamente di scarso successo se si considera il numero di taxa algali coinvolti, sono state quelle che hanno portato al progressivo aumento delle dimensioni delle cellule, anziché a una organizzazione a cellule numerose e di minori dimensioni.

SIFONALE e SIFONO-CLADALE: livello di organizzazione in cui le cellule sono di dimensioni eccezionali, non dovute al vacuolo, ma dovute all'aumento del numero di nuclei e della mancata divisione del citoplasma.

SIFONOCCLADALE:
setti trasversali
presenti

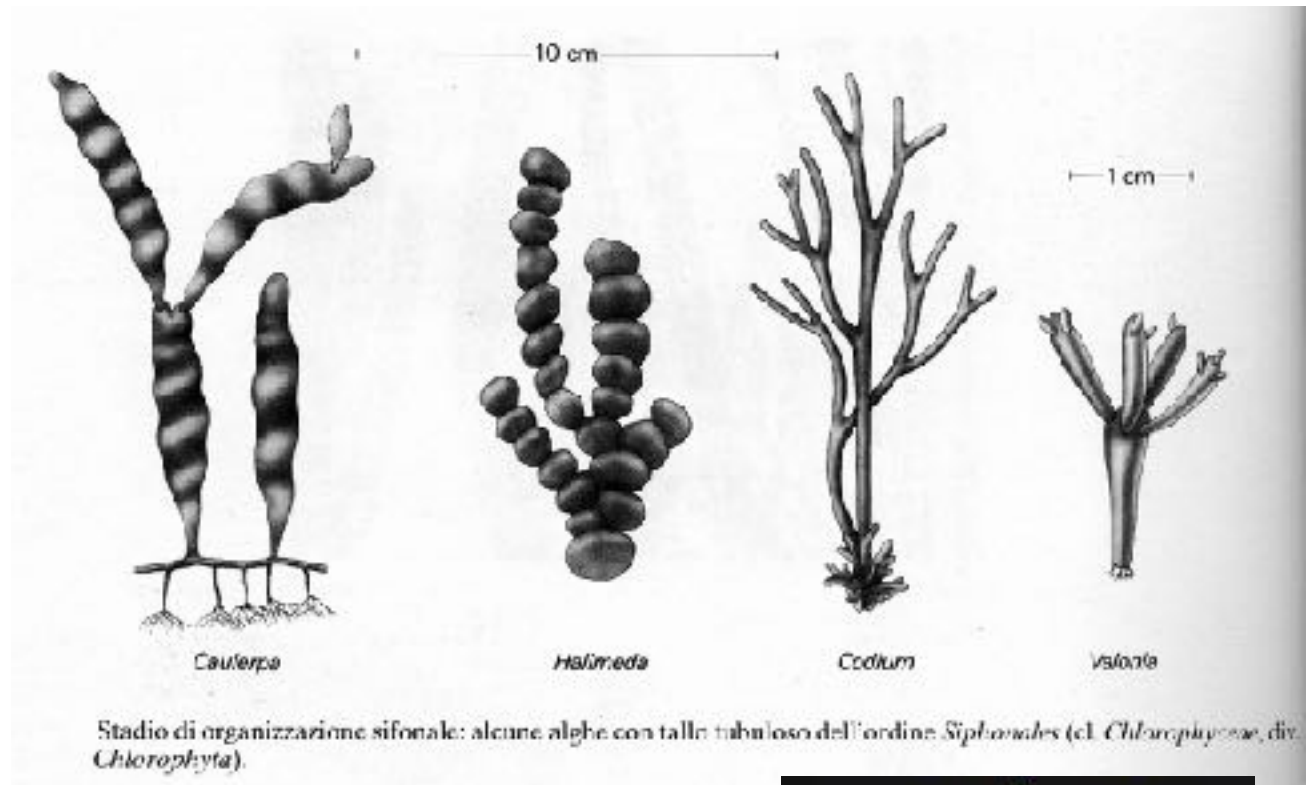
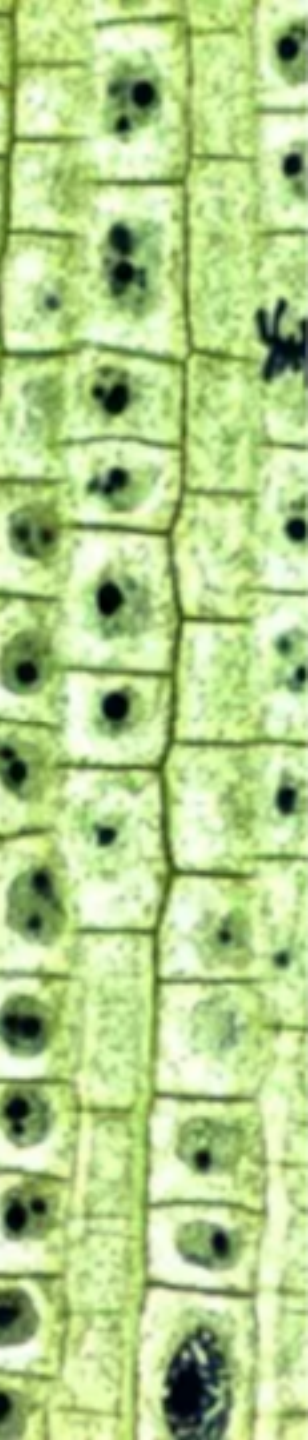
SIFONALE: setti
trasversali assenti





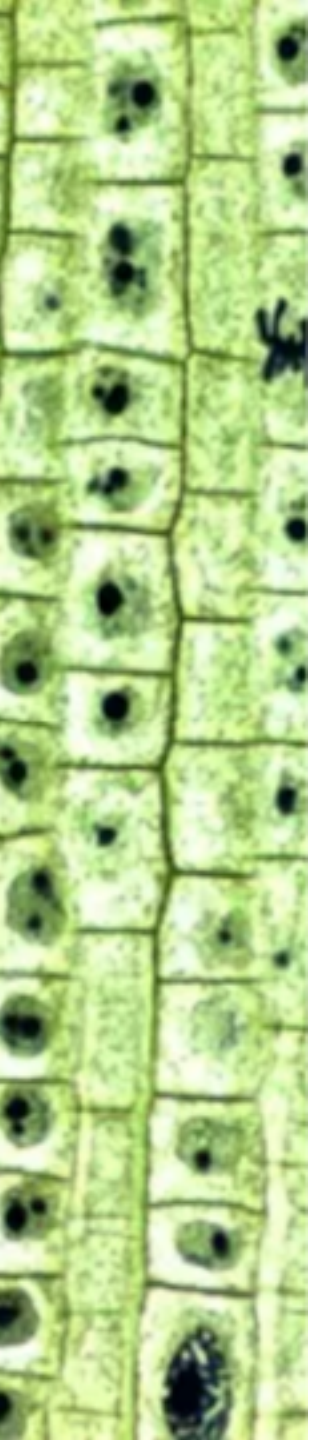
Jinda Prasit





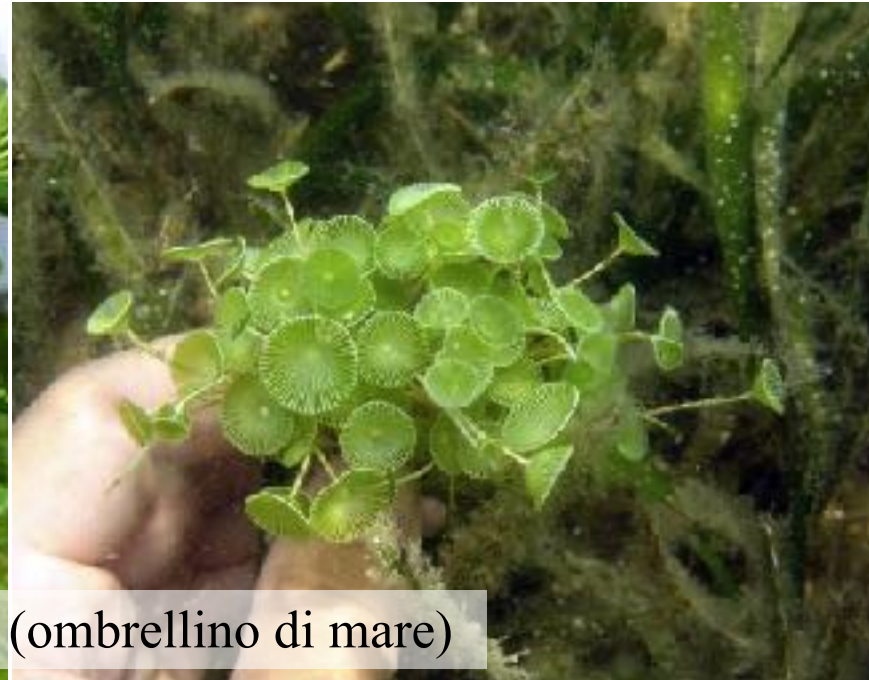
Stadio di organizzazione sifonale: alcune alghe con tallo tubuloso dell'ordine Siphonales (cl. Chlorophyceae, div. Chlorophyta).



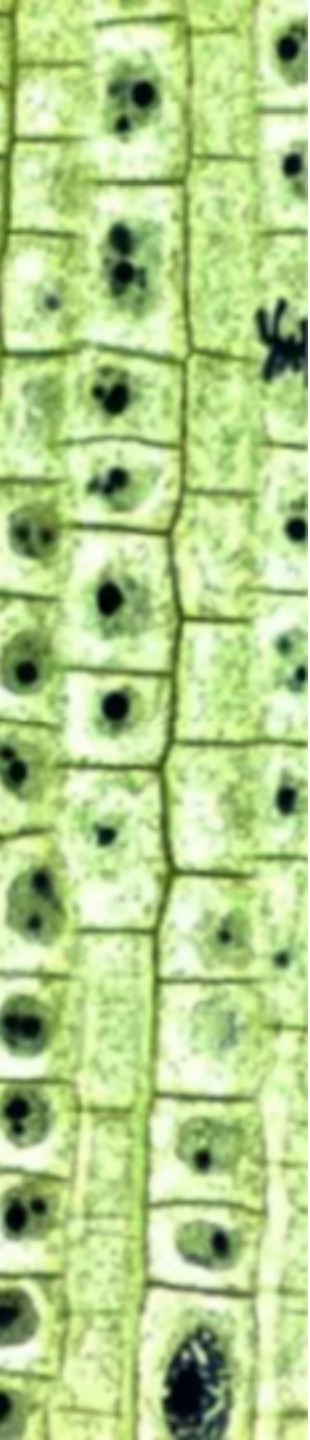


Queste alghe hanno un tallo di consistenza cuoioso-gelatinosa. La parete non può essere eccessivamente spessa, e ciò determina una certa fragilità dell'intera struttura.

Avendo grandi nuclei, alcune alghe ad organizzazione sifonale sono state impiegate in studi genetici sui ruoli svolti da nucleo e citoplasma, mediante la tecnica del trapianto diretto del nucleo in un citoplasma ospite.



Acetabularia spp. (ombrellino di mare)



Il massimo della complessità del livello di organizzazione tricale viene raggiunto con i talli di **filamenti intrecciati** o **PLECTENCHIMATICI**.



(a)

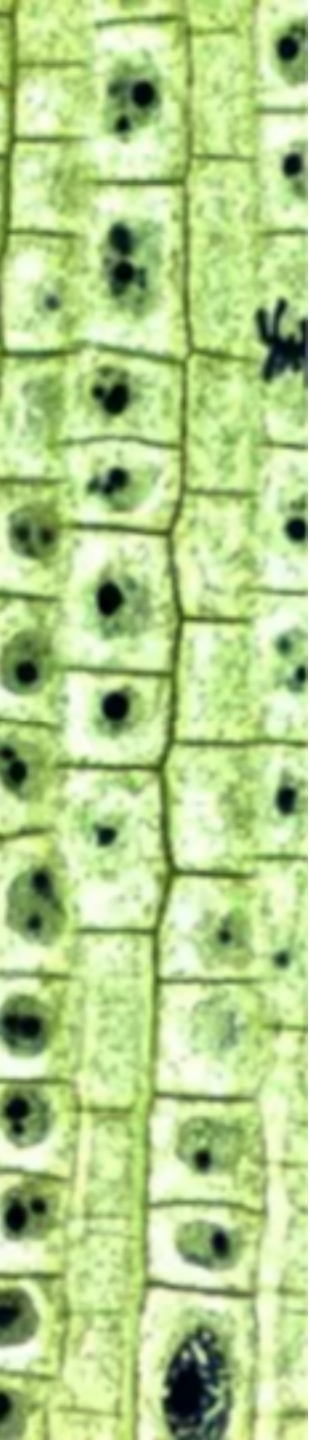
Alghe brune. (a) *Durvillaea antarctica* affiorata durante la bassa marea, lungo la costa rocciosa della Nuova Zelanda. (b) Dettaglio di *Laminaria*, in cui sono visibili le ventose basali, lo stipite e la base di alcune lamine. (c) *Fucus vesiculosus*. Quest'alga copre fittamente molti scogli esposti alla bassa marea. Quando sono sommerse le cisti ripiene d'aria spostano le fronde in alto, verso la luce. L'attività fotosintetica delle alghe marine che affiorano frequentemente è da una a sette volte maggiore in aria che in acqua; al contrario, per le alghe che solo raramente affiorano, si riscontra un'attività fotosintetica maggiore in acqua. Queste differenze possono in parte spiegare la distribuzione verticale delle macroalghe nelle zone di marea.

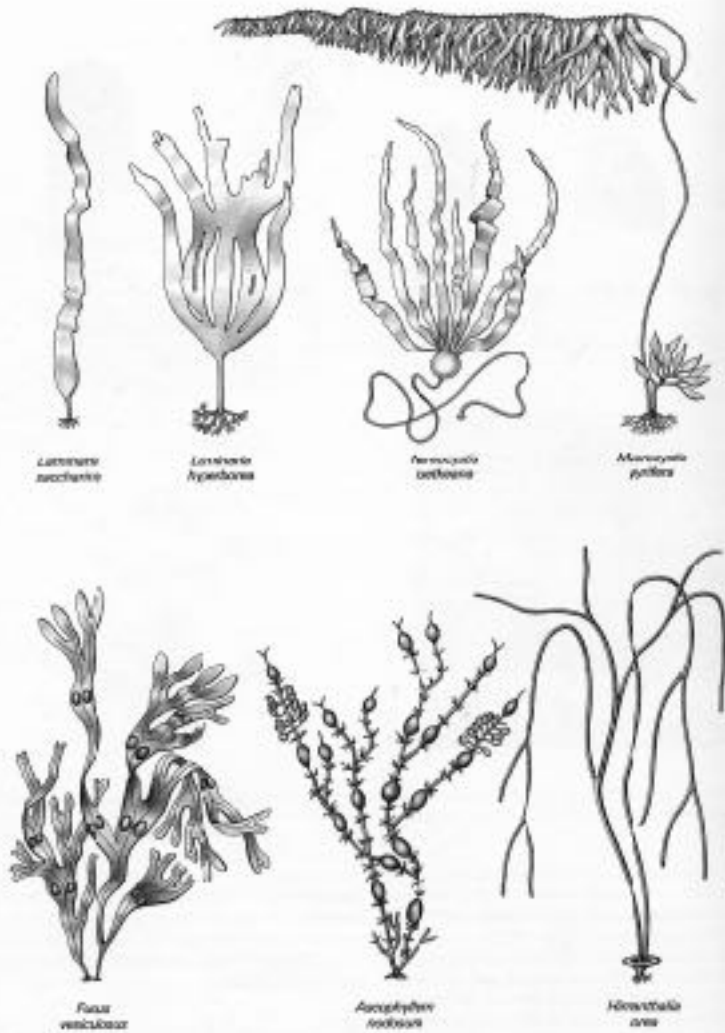
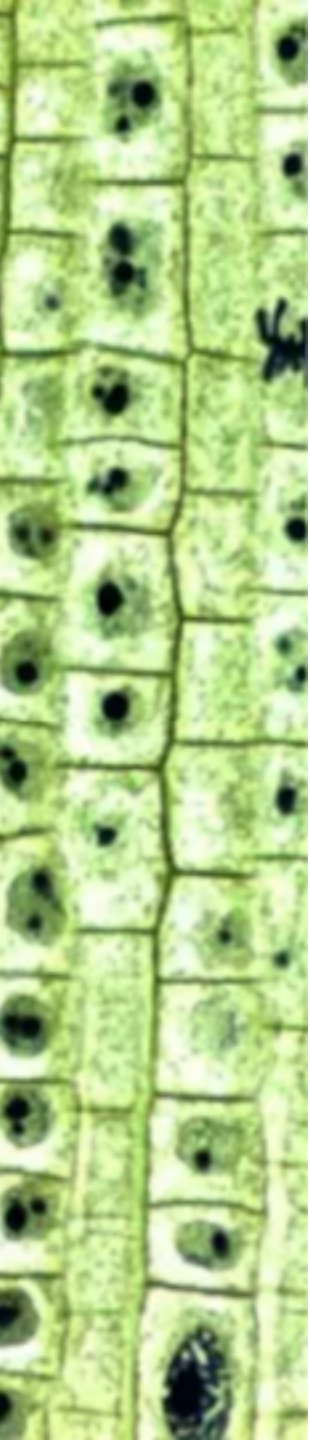


(b)



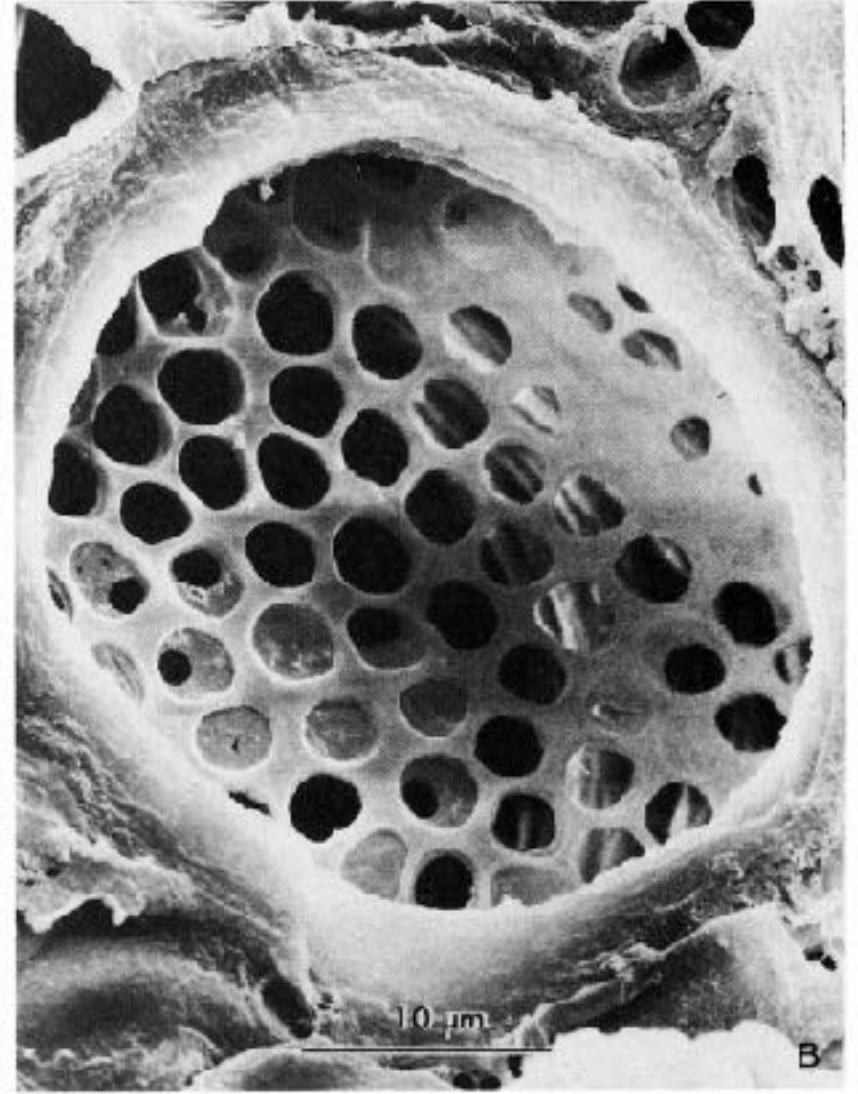
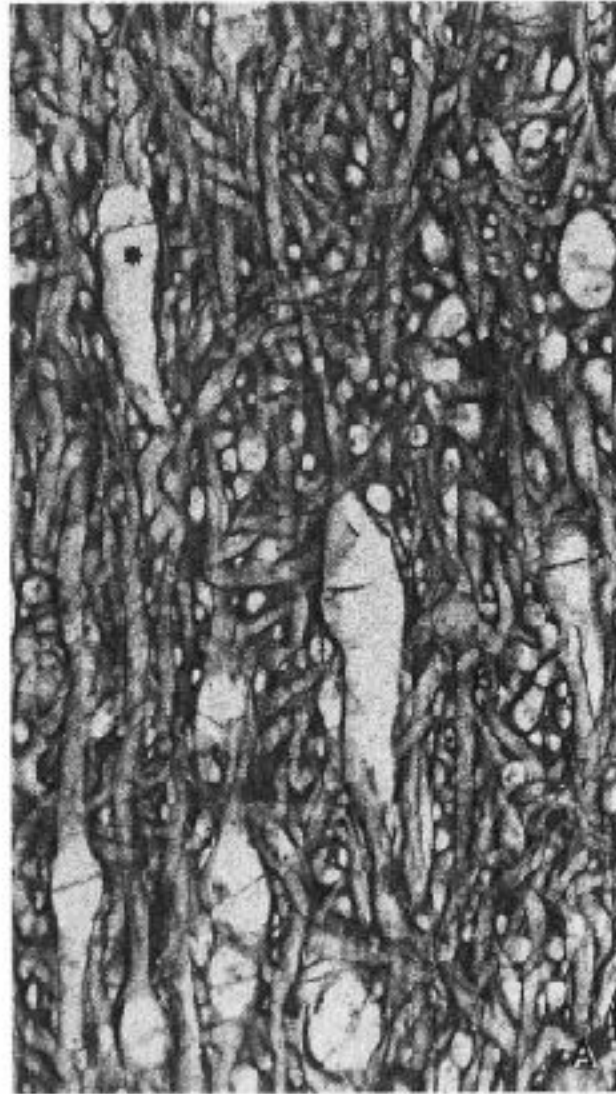
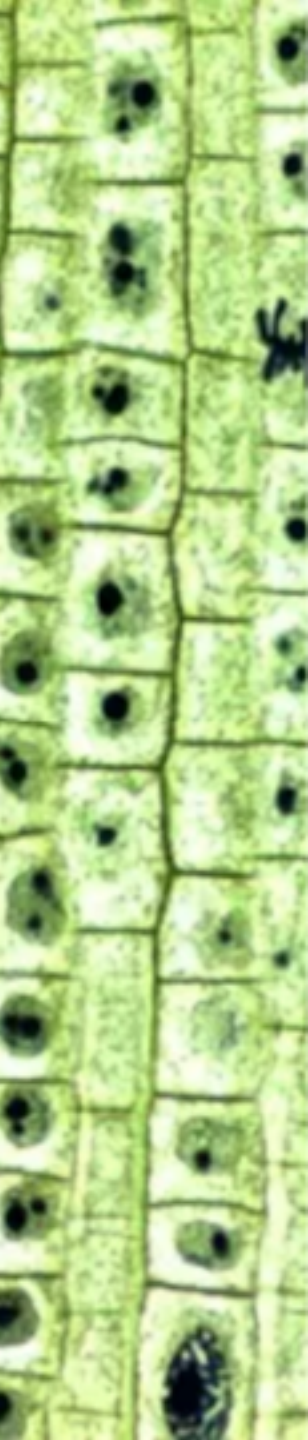
(c)





Talli a struttura complessa di alghe brune (ord. *Laminariales* e *Fucales*, cl. *Phaeophyceae*, div. *Heterokontophyta*).

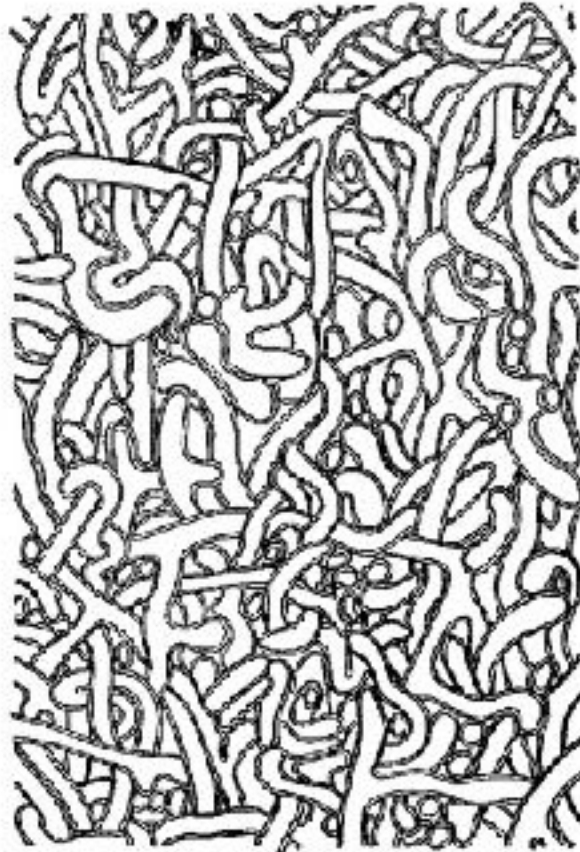




Plechtenchiria nel caulode dell'alga bruna *Laminaria* (A), al cui interno si trovano numerose cellule a tromba (una contrassegnata dall'asterisco) con placche cribrose trasversali. B. placca cribrosa di *Macrocyctis integrifolia*, un'altra alga bruna, vista dall'alto (A 150:1, originale) B foto al microscopico elettronico a scansione: K. Schmitz).

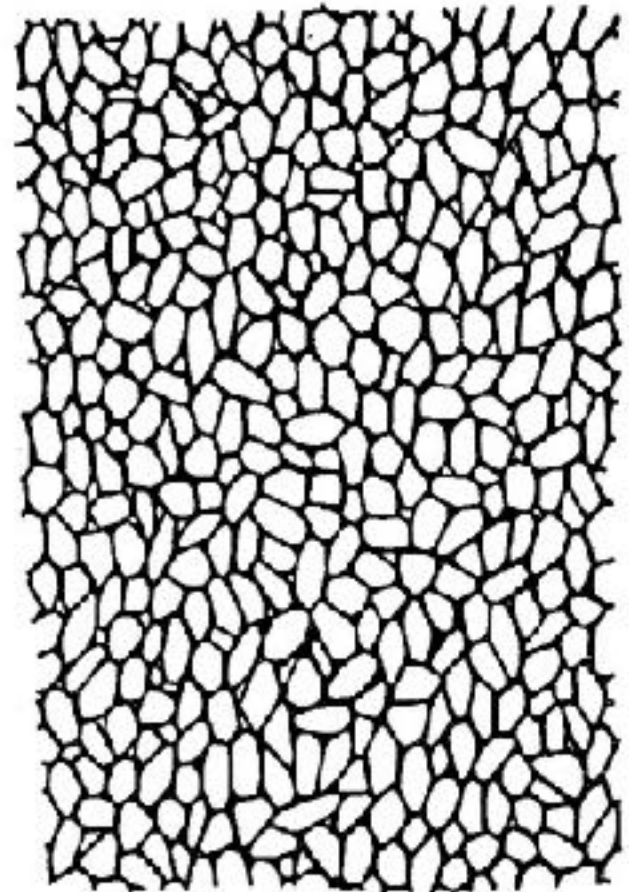
PROSOPECTENCHIMA:

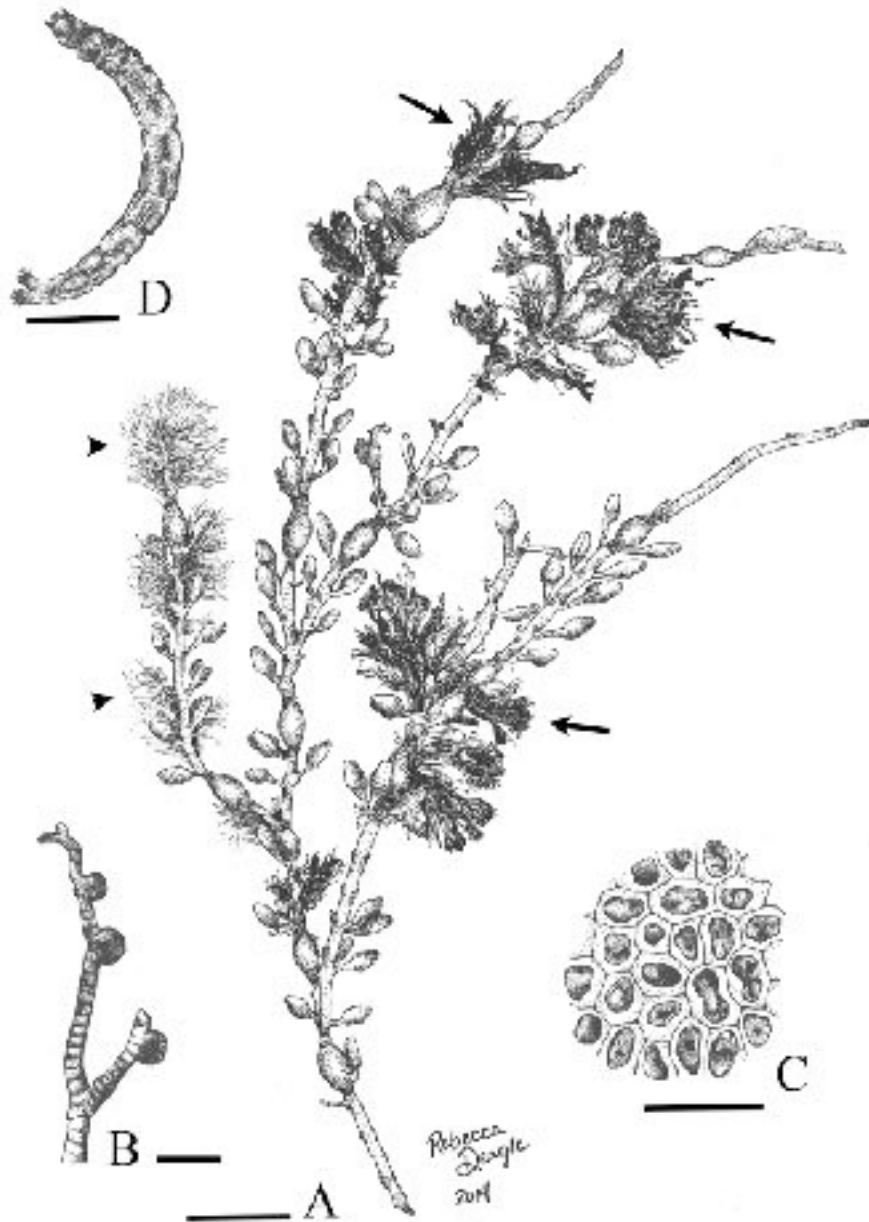
le cellule dei filamenti sono allungate, ed ancora riconoscibili.



PARAPLECTENCHIMA:

i filamenti sono indistinguibili, e le cellule hanno dimensioni quasi isodiametriche.





- Ascophyllum nodosum** and its symbionts:
- two brown algae (*Ascophyllum nodosum*, *Elachista fucicola*),
 - two red algae (*Vertebrata lanosa*, *Choreocolax polysiphoniae*),
 - a fungus (*Mycophycias ascophylli*)
 - ➔ symbiotum (!!!),
 - an insect (*Halocladius variabilis*)
 - a diatom (*Navicula endophytica*).

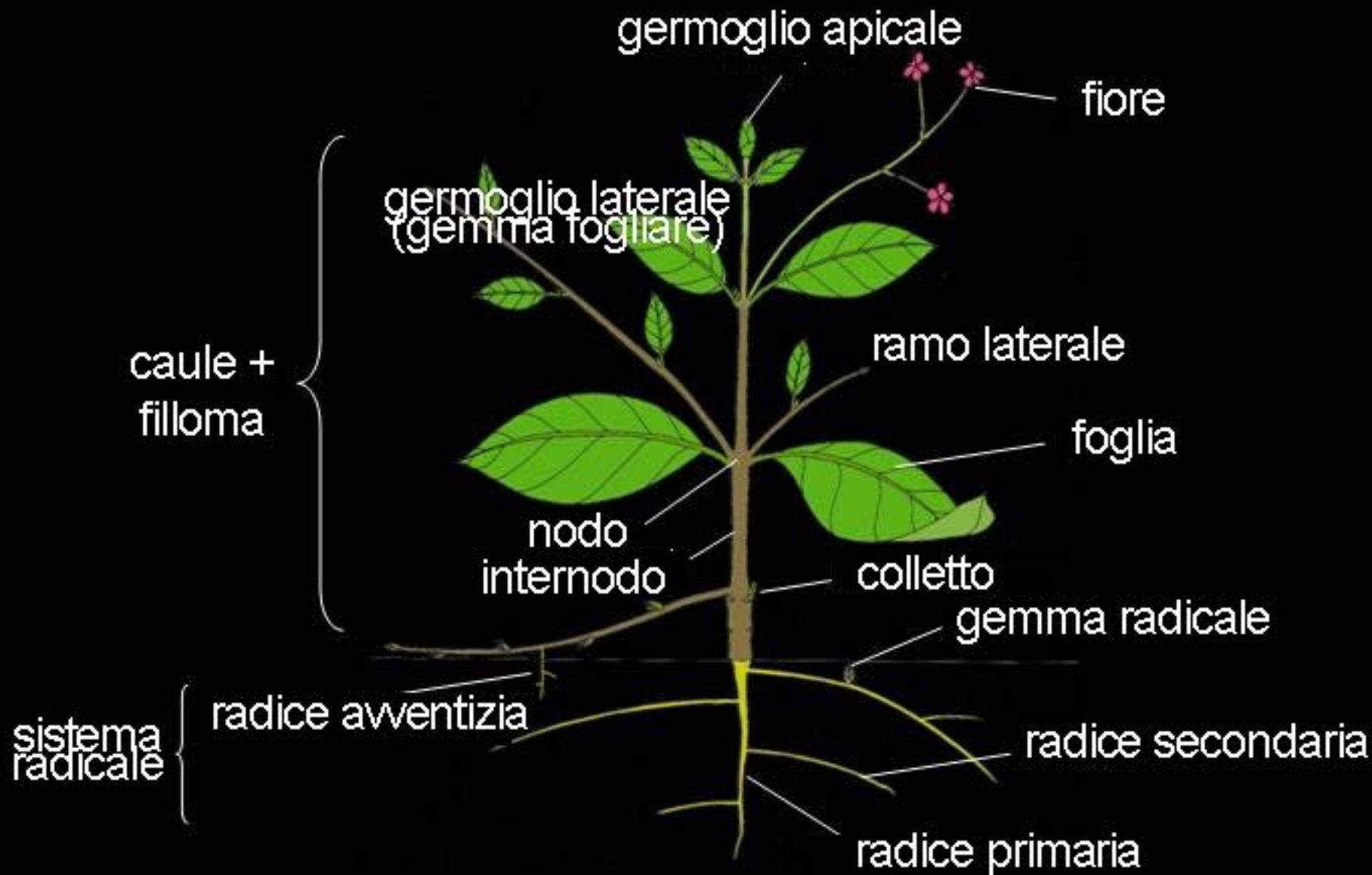


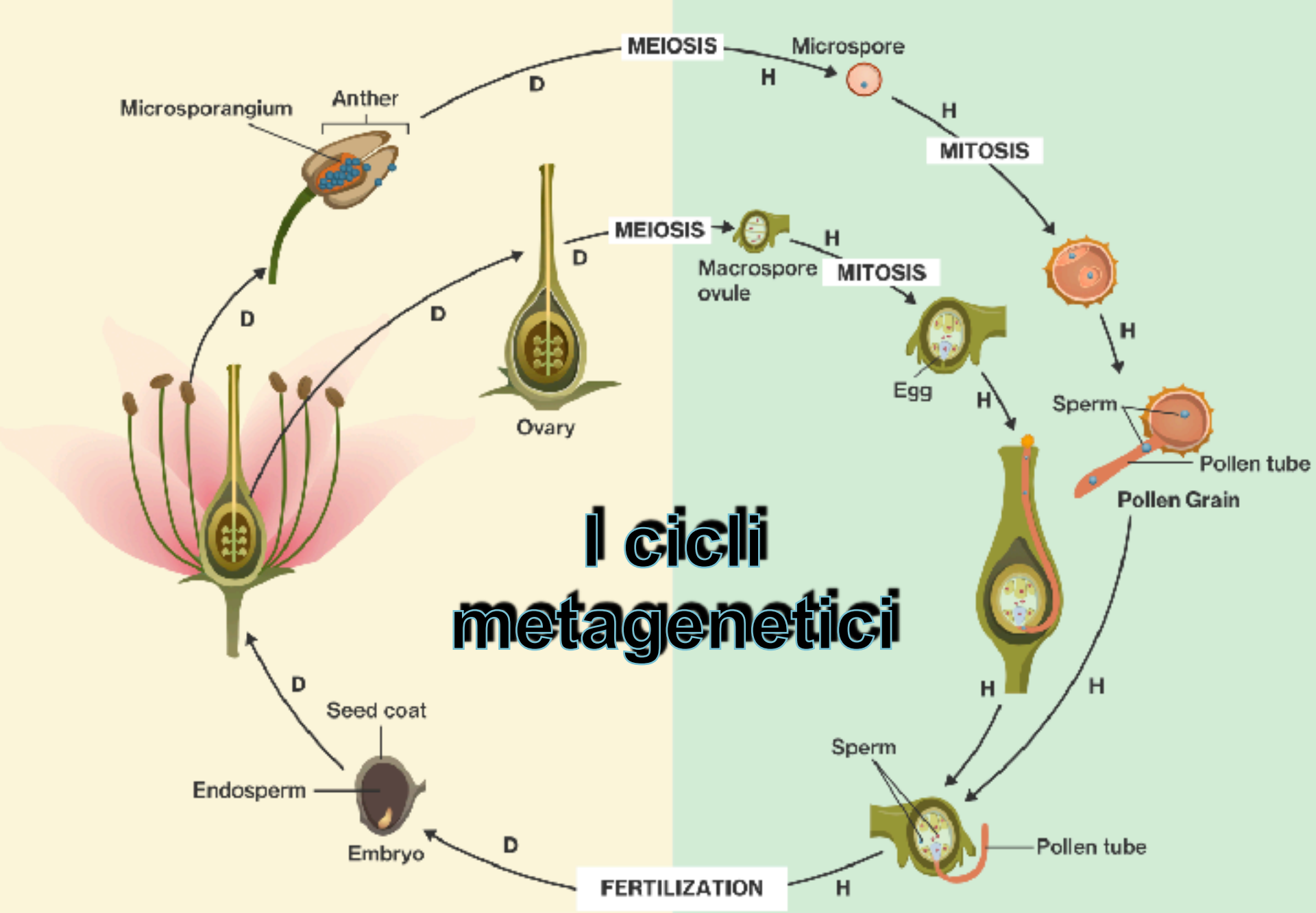
Nelle **CORMOFITE** il corpo della pianta è organizzato in radici, fusto e foglie, ed è organizzato in tessuti e organi con precise funzioni.

Queste piante sono anche chiamate tracheofite o piante vascolari, in quanto possiedono organi di conduzione di linfa grezza ed elaborata.

Sono pteridofite e spermatofite.

CORMO

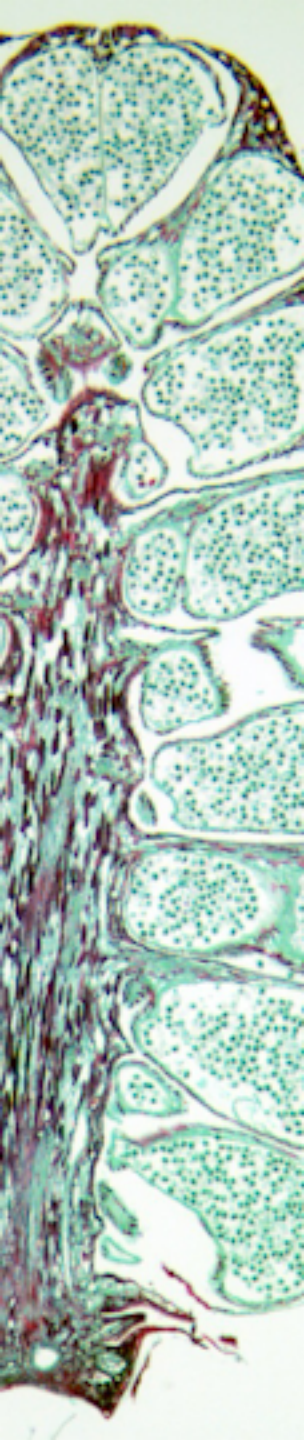




I cicli metagenetici

D = Diploid

H = Haploid



La riproduzione può avvenire sessualmente, con scambio di geni tra individui diversi (con diversi casi particolari...), o asessualmente, con la produzione di cloni dell'individuo originale. Nel primo caso il genoma dell'individuo prodotto è composto per metà da quello di ogni "genitore", mentre nel secondo è una copia di quello dell'unico "genitore".

La necessità di dover dimezzare il numero di cromosomi, passando da un numero $2n$ (diploide) a un numero n (aploide) comporta un metodo di divisione cellulare diverso dalla mitosi, ovvero la meiosi.

Negli organismi studiati dai botanici esistono diverse varianti di riproduzione sessuale, con cicli metagenetici molto vari, che vanno da quelli di organismi con meiosi zigotica (aplonti) a quelli con meiosi gametica (diplonti), passando per quelli con meiosi sporica (aplodiplonti).



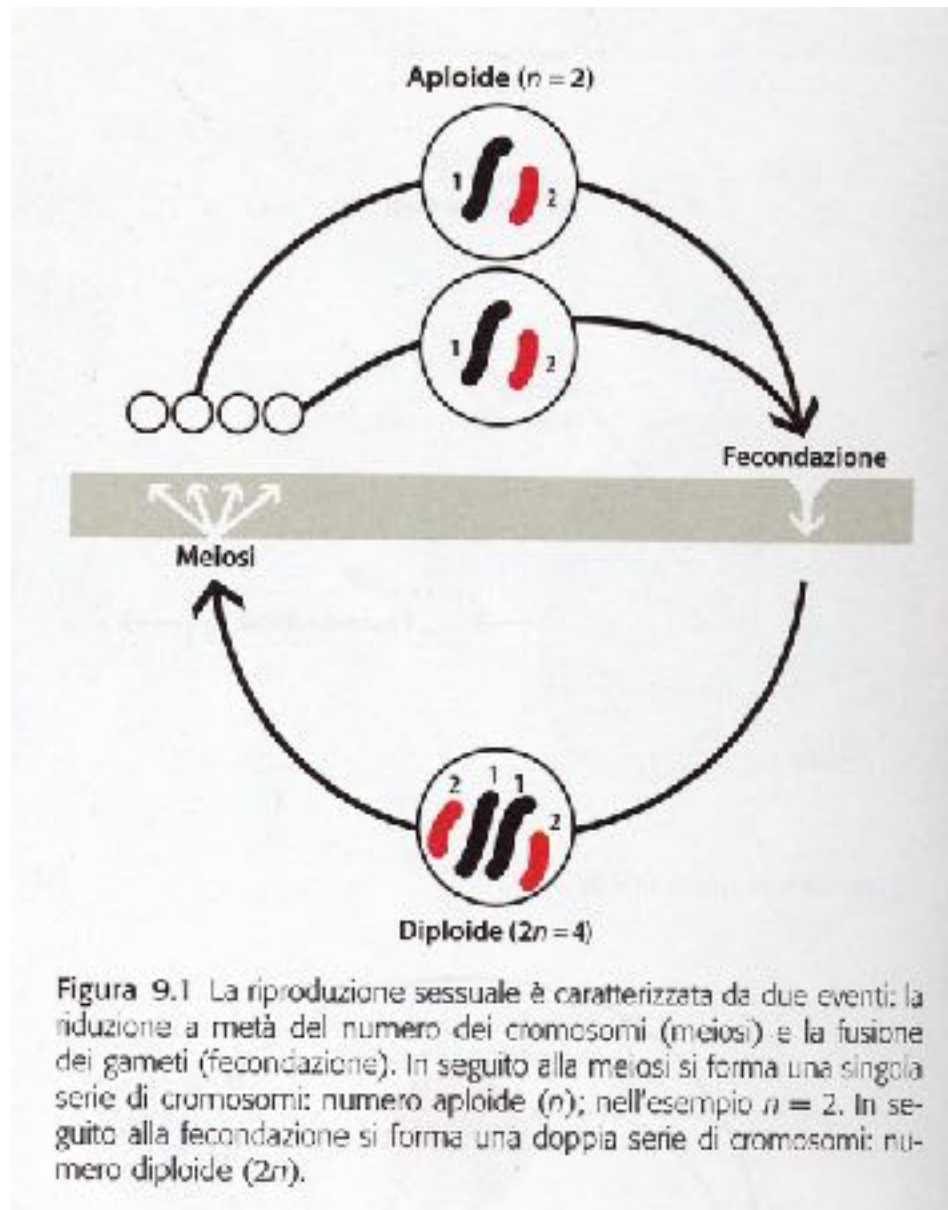
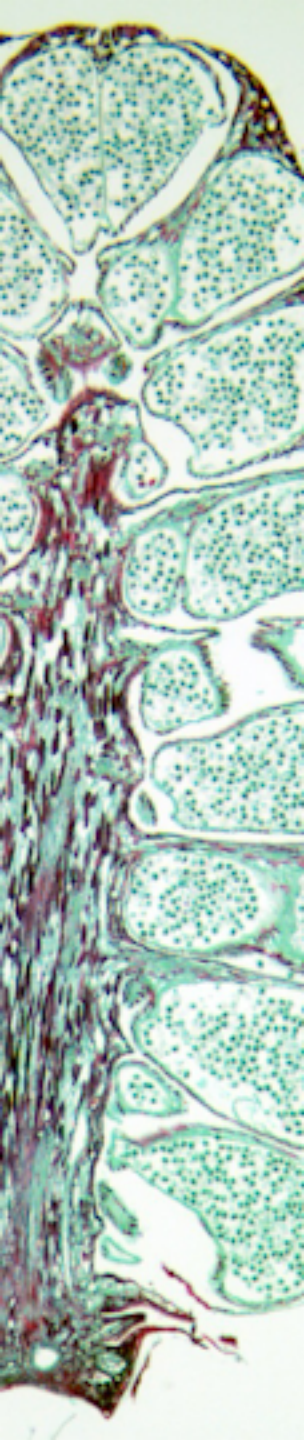


Figura 9.1 La riproduzione sessuale è caratterizzata da due eventi: la riduzione a metà del numero dei cromosomi (meiosi) e la fusione dei gameti (fecondazione). In seguito alla meiosi si forma una singola serie di cromosomi: numero aploide (n); nell'esempio $n = 2$. In seguito alla fecondazione si forma una doppia serie di cromosomi: numero diploide ($2n$).

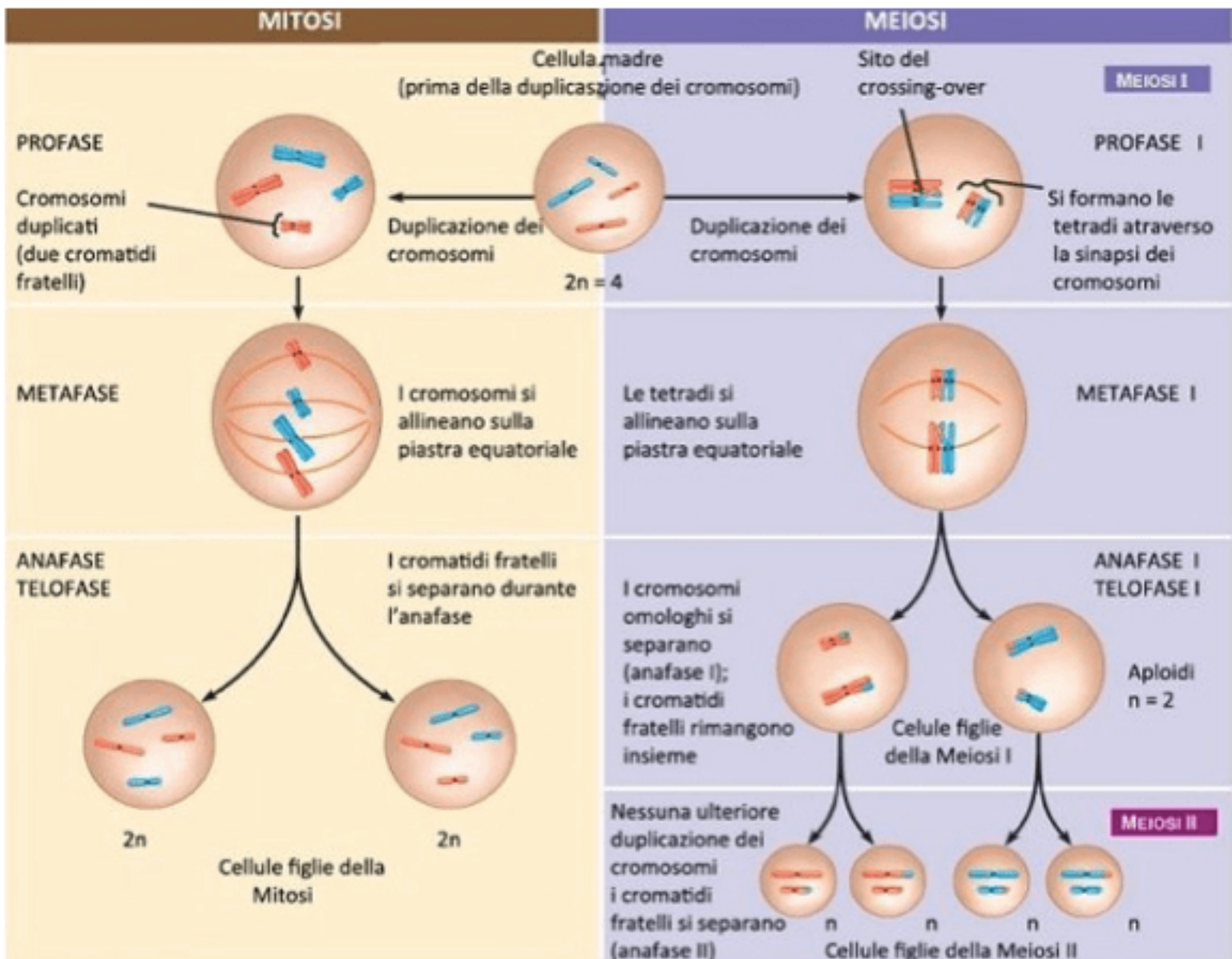
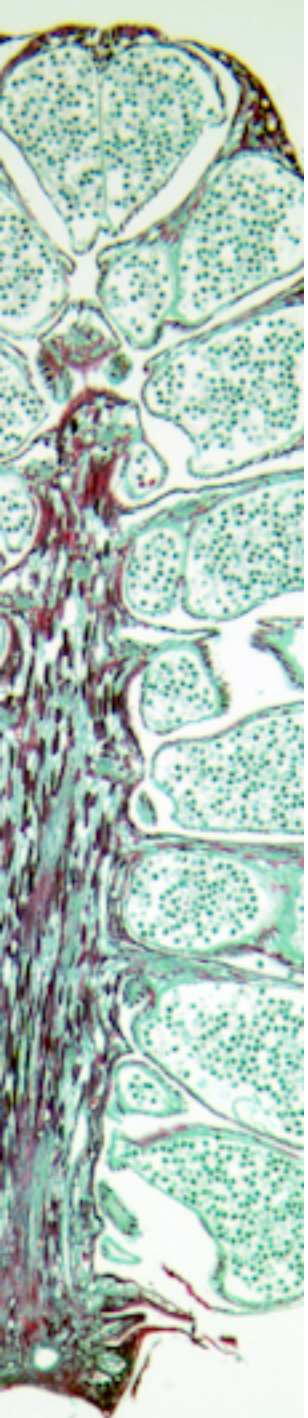


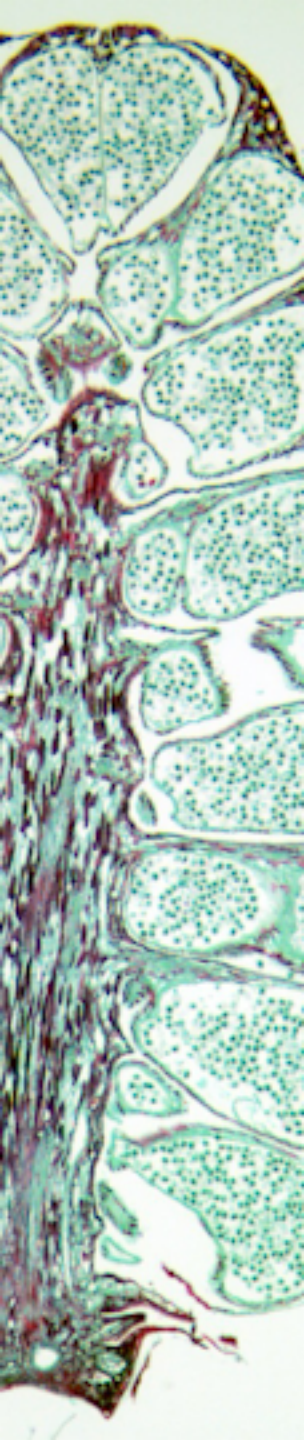


La **MEIOSI** differisce dalla **MITOSI** in tre punti fondamentali:

- 1) Il materiale genetico viene replicato una sola volta, ma vi sono due divisioni nucleari successive, che portano alla formazione di quattro nuclei.
- 2) Ognuno dei quattro nuclei è aploide, poiché contiene solo la metà dei cromosomi presenti nel nucleo diploide originario (sono state separate le coppie di cromosomi «omologhi»).
- 3) I nuclei prodotti per meiosi contengono combinazioni di alleli completamente nuove (ricombinazione genetica), in quanto la separazione dei cromatidi nelle cellule è casuale, e a ciò si aggiunge lo scambio di porzioni dei cromatidi stessi («crossing over»).



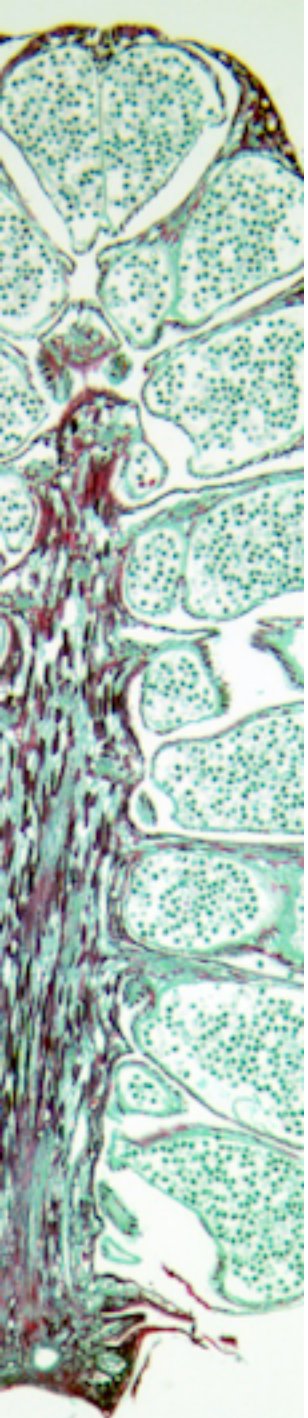




Con la meiosi vengono prodotti **NUCLEI DIFFERENTI** dal nucleo originario, a differenza della mitosi che porta alla formazione di NUCLEI con cromosomi IDENTICI a quelli del nucleo originario.

A causa della **MEIOSI** e della eventuale successiva **SINGAMIA** (fenomeni spesso associati tra loro, ma non necessariamente nello stesso individuo, vedi cicli metagenetici degli organismi vegetali diploidi), le popolazioni di organismi diploidi sono eterogenee al loro interno, essendo formate da individui che differiscono per combinazioni diverse di caratteri: è su questo materiale che lavorerà la selezione naturale...





GAMETI

Devono fondersi due a due per sopravvivere, dando luogo alla formazione dello zigote (2n).

ISOGAMIA

ANISOGAMIA FUNZIONALE (+, -)

ANISOGAMIA FUNZ. E MORFOLOGICA

OOGAMIA Cellula uovo ♀
 spermatozoidi (flagell.) } ♂
 spermazi (non flagell.) }

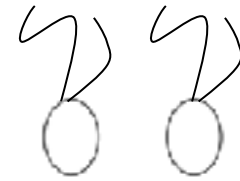
I gameti vengono prodotti nei
GAMETANGI

♀ OOGONI ♂ SPERMATOGONI

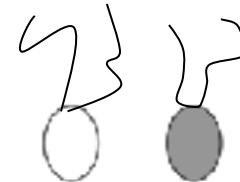
Se sono circondati da uno strato di cellule

♀ ARCHEGONI ♂ ANTERIDI

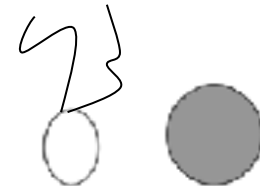
ISOGAMIA



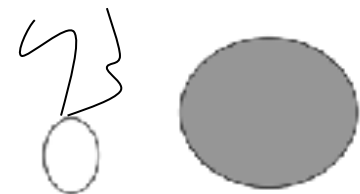
ANISOGAMIA FUNZIONALE

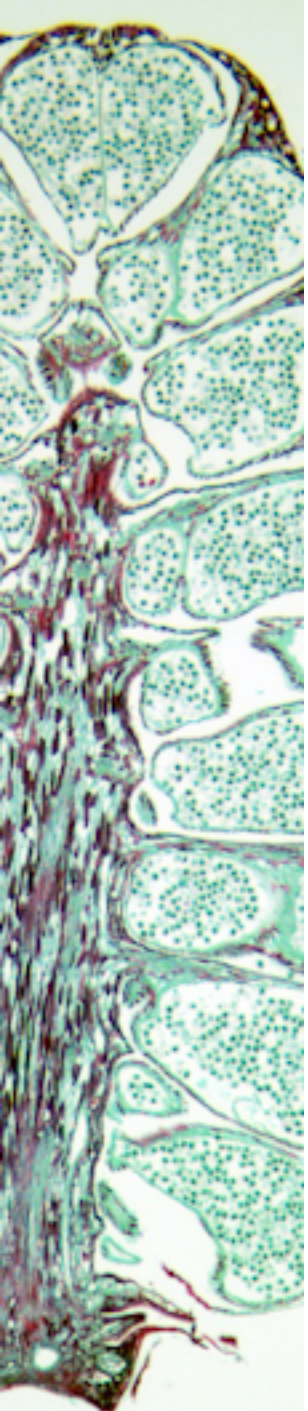


ANISOGAMIA FUNZIONALE E MORFOLOGICA



OOGAMIA





Cellule germinali

GAMETI

Devono fondersi due a due per sopravvivere, dando luogo alla formazione dello zigote (2n).

ISOGAMIA

ANISOGAMIA FUNZIONALE (+, -)

ANISOGAMIA FUNZ. E MORFOLOGICA

OOGAMIA Cellula uovo ♀
 spermatozoidi (flagell.)
 spermazi (non flagell.) } ♂

I gameti vengono prodotti nei
GAMETANGI

♀ OOGONI ♂ SPERMATOGONI

Se sono circondati da uno strato di cellule

♀ ARCHEGONI ♂ ANTERIDI

AGAMETI o SPORE

Ciascuna spora è autonoma

Flagellate: zoo- o planospore

Immobili: aplanospore

Possono derivare da

MITOSI



MITOSPORE

MEIOSI



MEIOSPORE

Le spore vengono prodotte negli
SPORANGI

