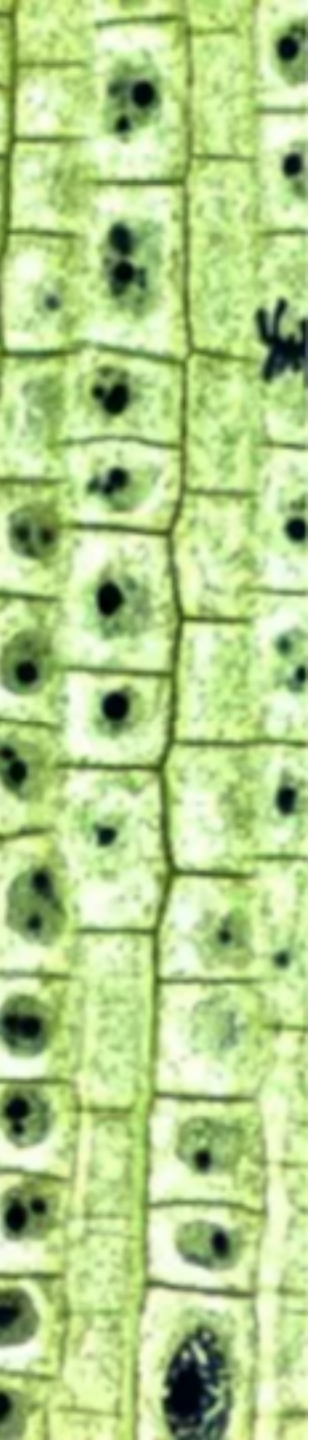


Le **alghe pluricellulari** si differenziano per la **struttura del tallo**:

- 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)

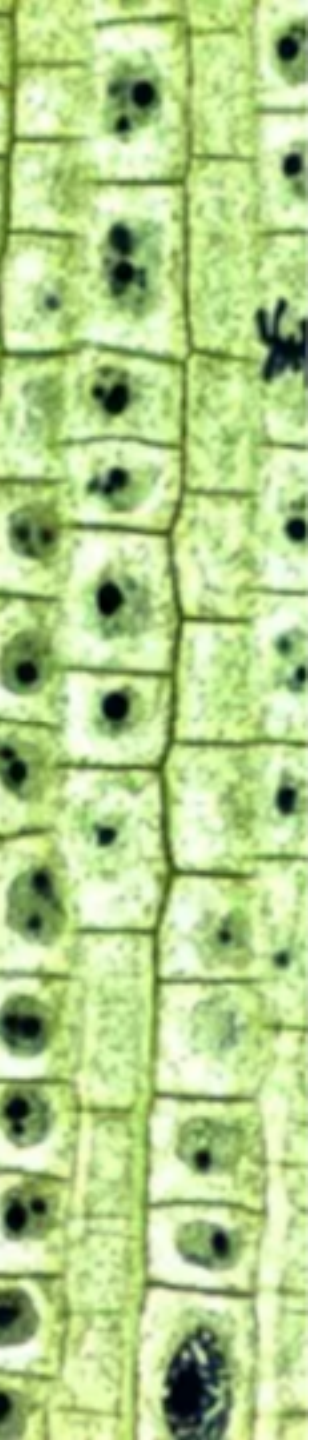
… ed in base ai **pigmenti fotosintetici** che contengono, all'**ultrastruttura del cloroplasto** e ad altre caratteristiche cito-morfologiche, distinguendosi in:

➢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 O_2 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**

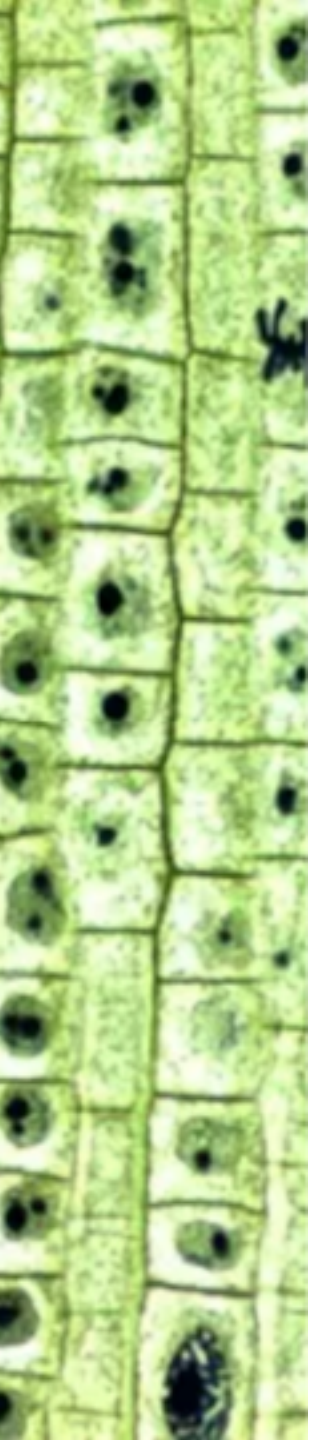
➢**psammofile (in sabbia)**

➢**in suolo**

➢**in acqua**

Cosmopolite, crioterme, megaterme

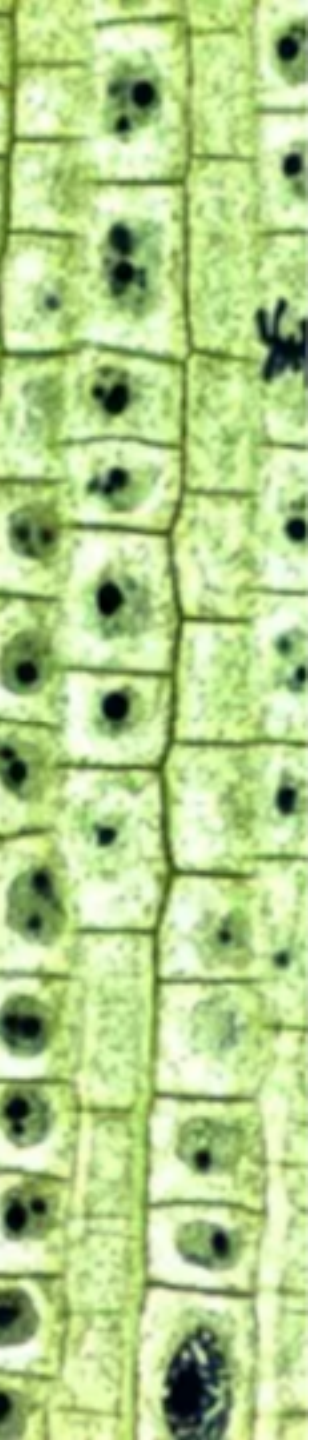

Chlamydomonas nivalis

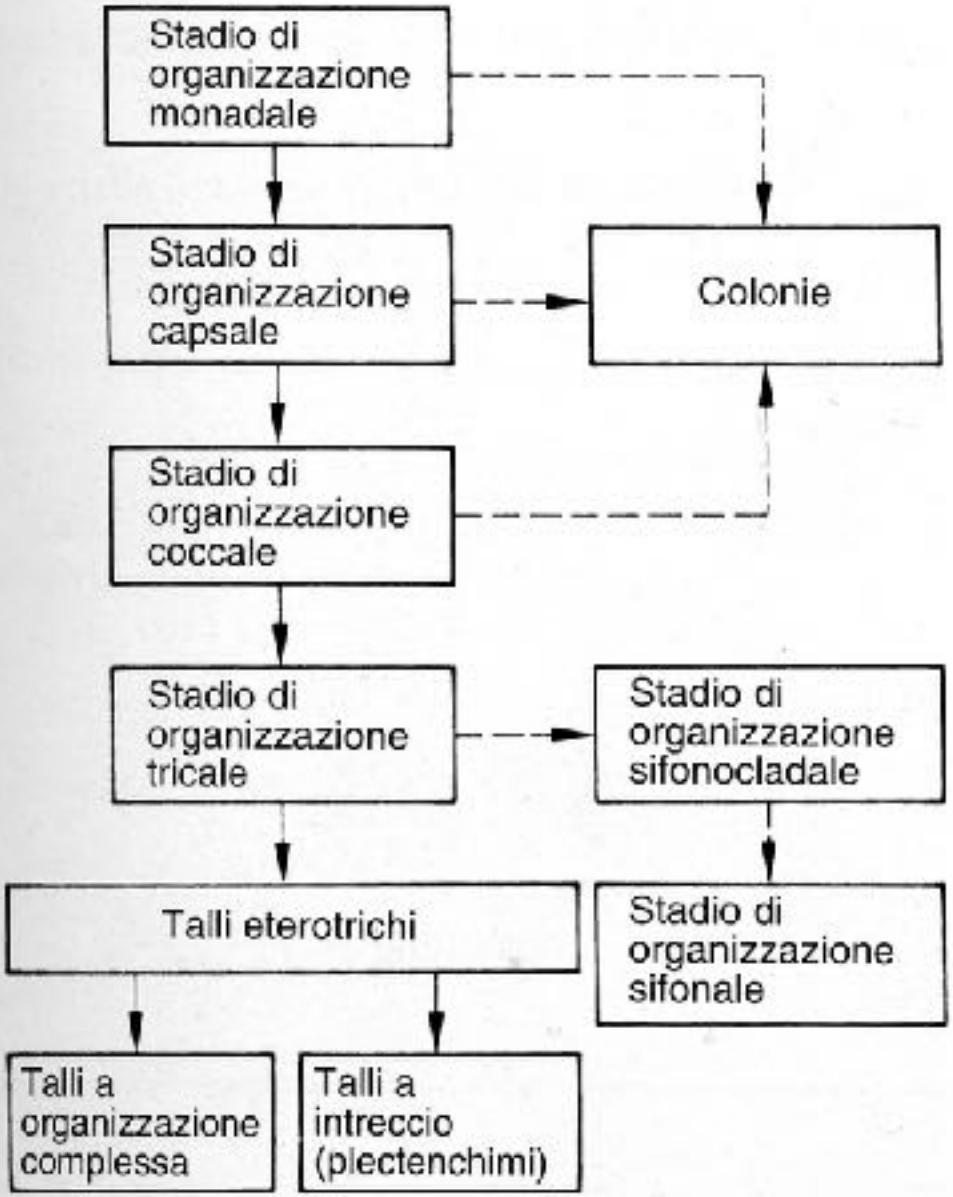


Zona eufotica (fino a 200 m in profondità)
➢Alghe verdi in superficie
➢Alghe brune più in profondità delle verdi
➢Alghe rosse fino al limite della zona eufotica (pigmenti accessori e ficobilisomi)

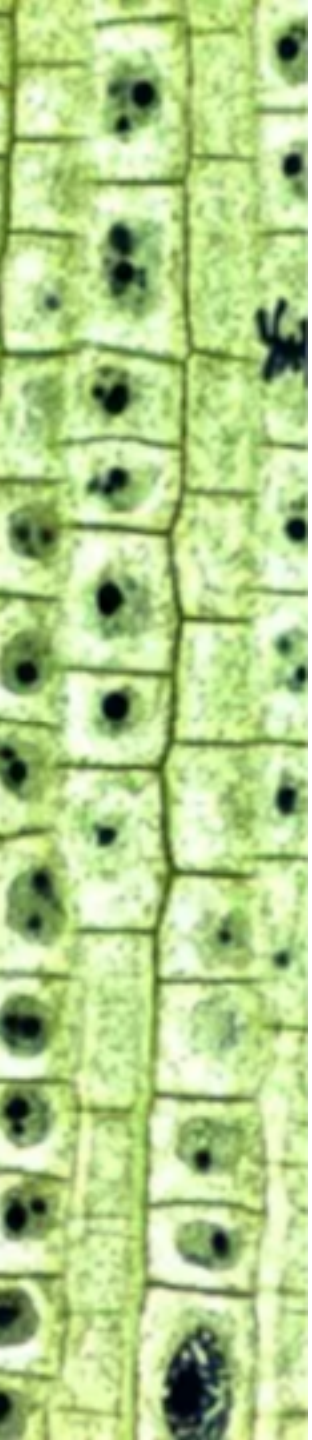
❖Alghe brune e rosse marine
❖Alghe verdi di acqua dolce

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



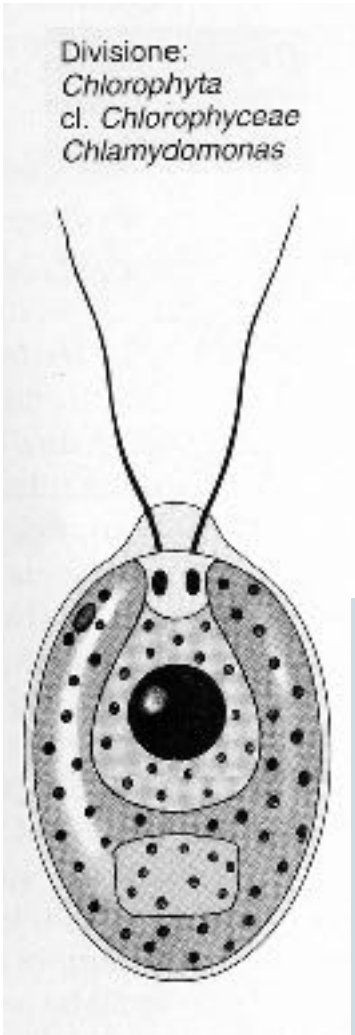


Tendenze evolutive della morfologia delle alghe

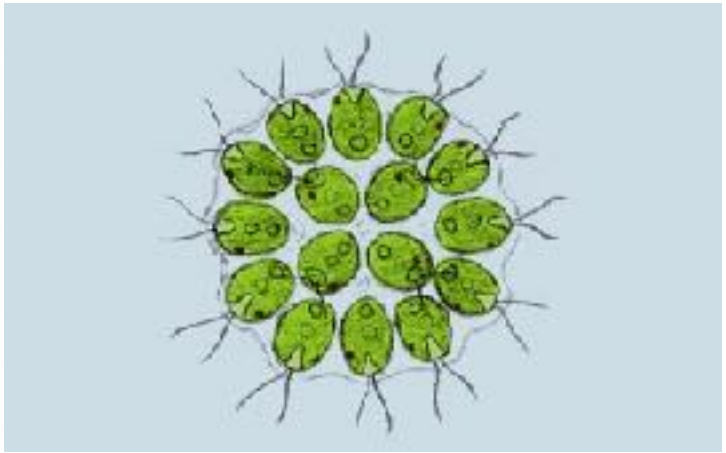


MONADALE: il livello di organizzazione più semplice nelle alghe eucariotiche, **cellule singole, mobili**, **con flagelli**; parete cellulare o rivestimento di placchette proteiche o cellulosiche.

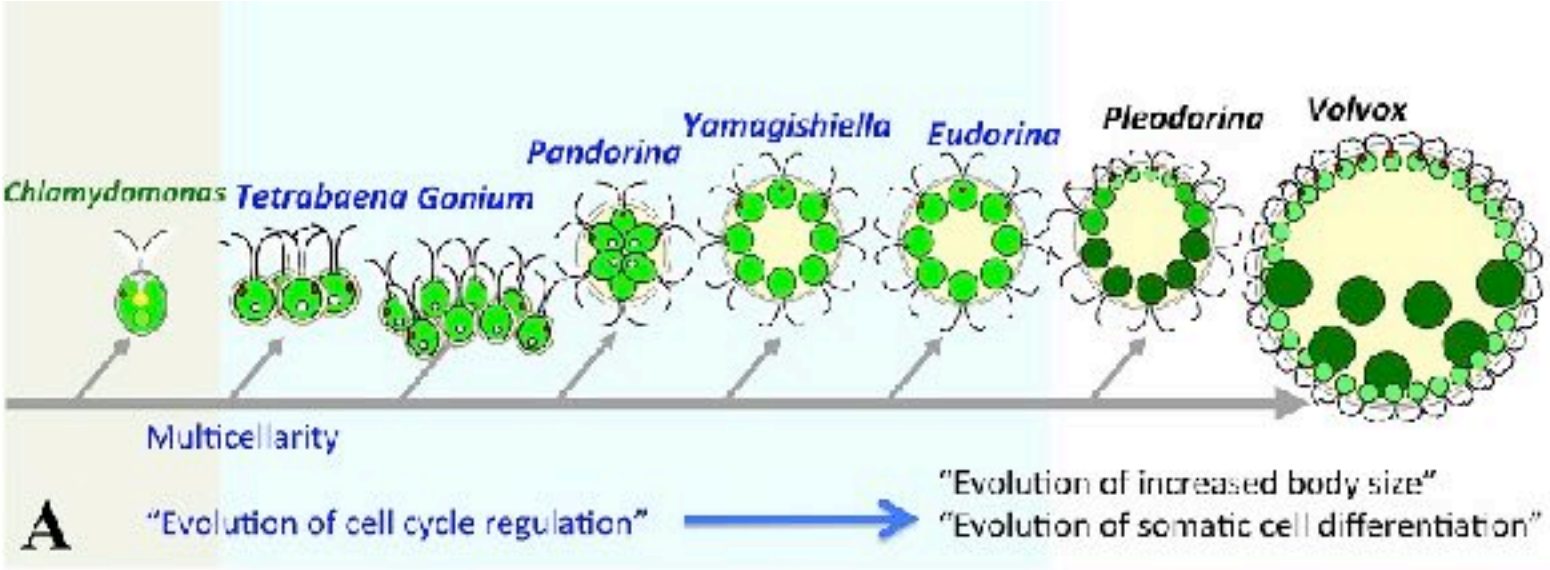
Nelle alghe verdi flagellate c'è una evidente tendenza evolutiva verso organismi pluricellulari, con la formazione di una **linea germinale**, e di una **linea somatica**, ovvero un inizio di specializzazione cellulare.





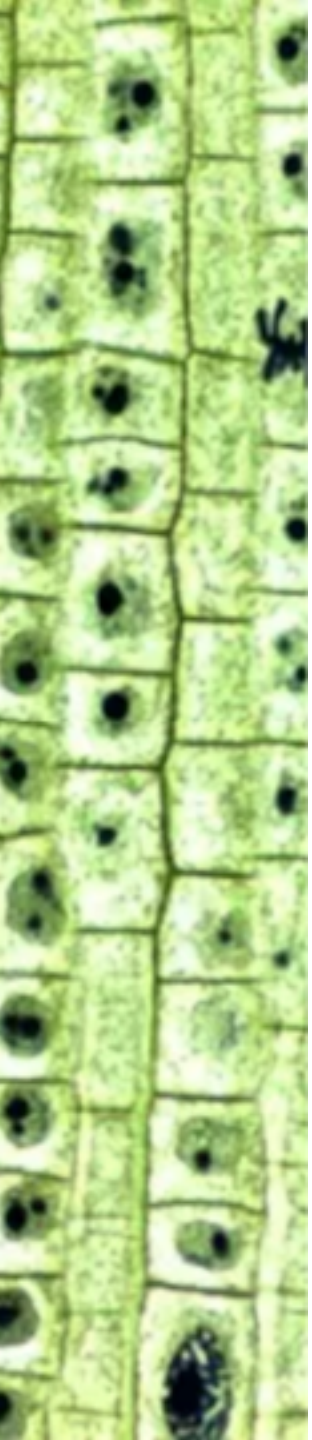


CAPSALE


Chlamydomonas
Tetrabaena
Gonium
Pandorina
Yamagishiella
Eudorina
Pleodorina
Volvox
Multicellarity
A
"Evolution of cell cycle regulation"
"Evolution of increased body size"
"Evolution of somatic cell differentiation"


B
20 µm


C
20 µm



Singole cellule specializzate → **Sporocisti / gametocisti**

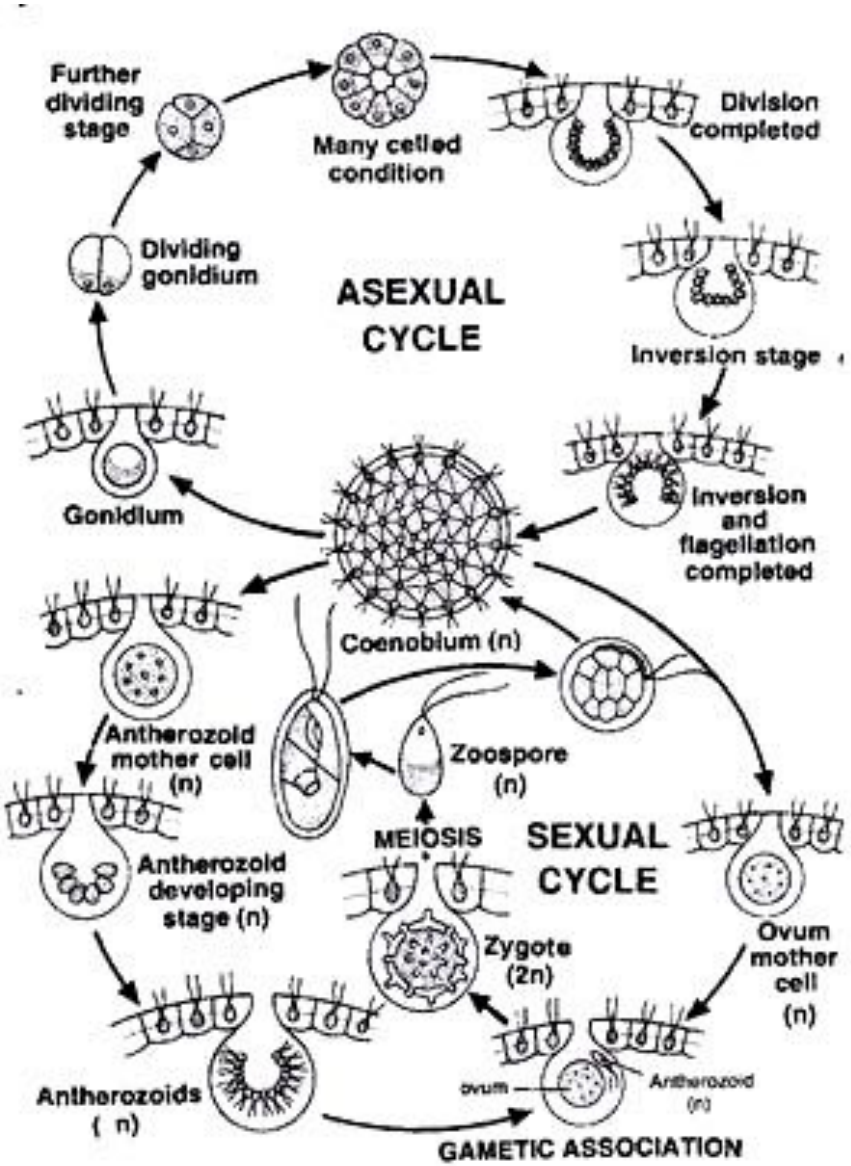
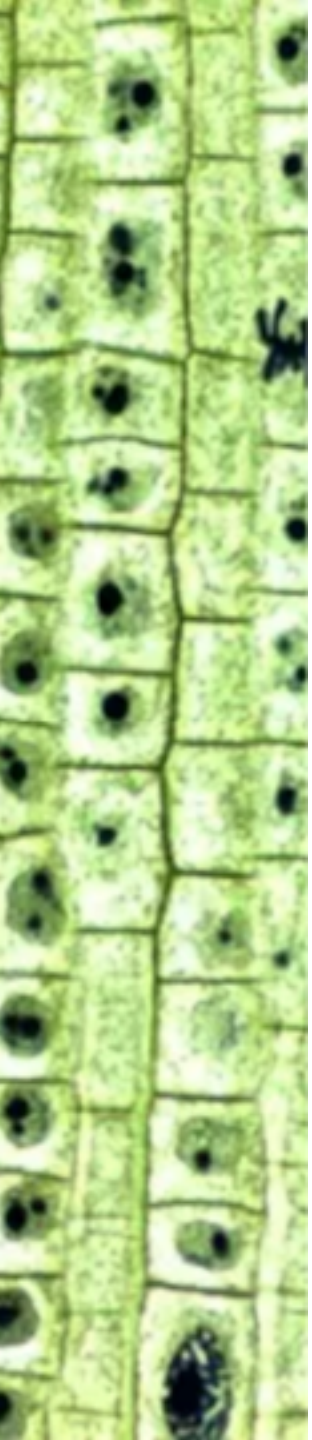
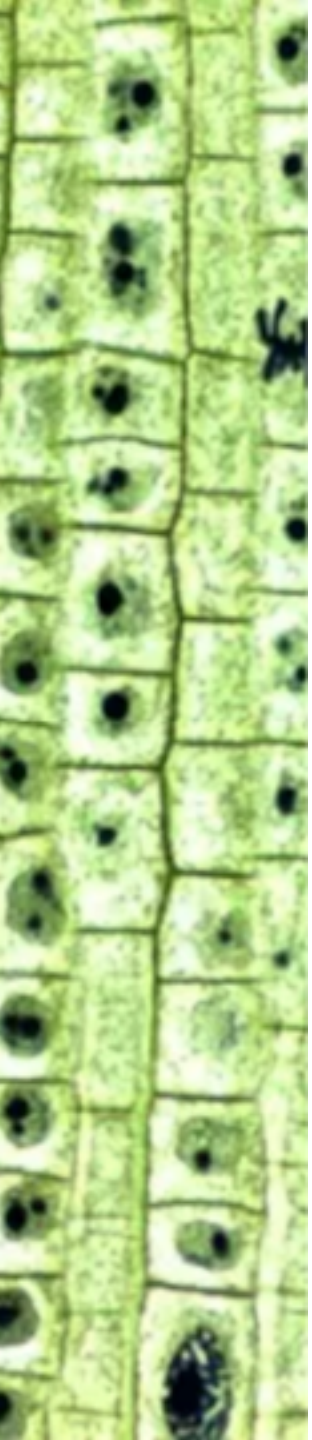
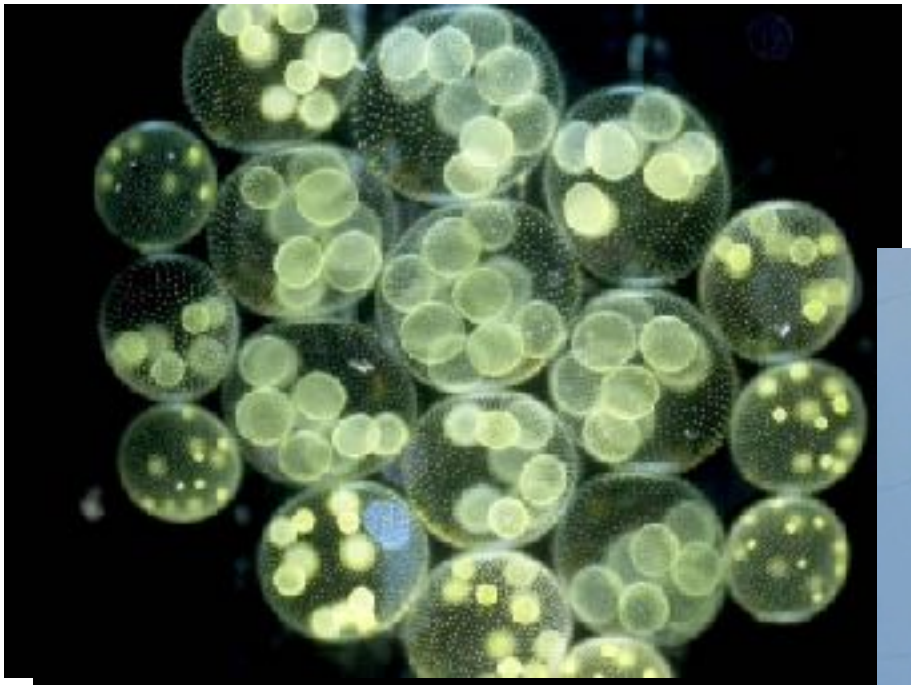


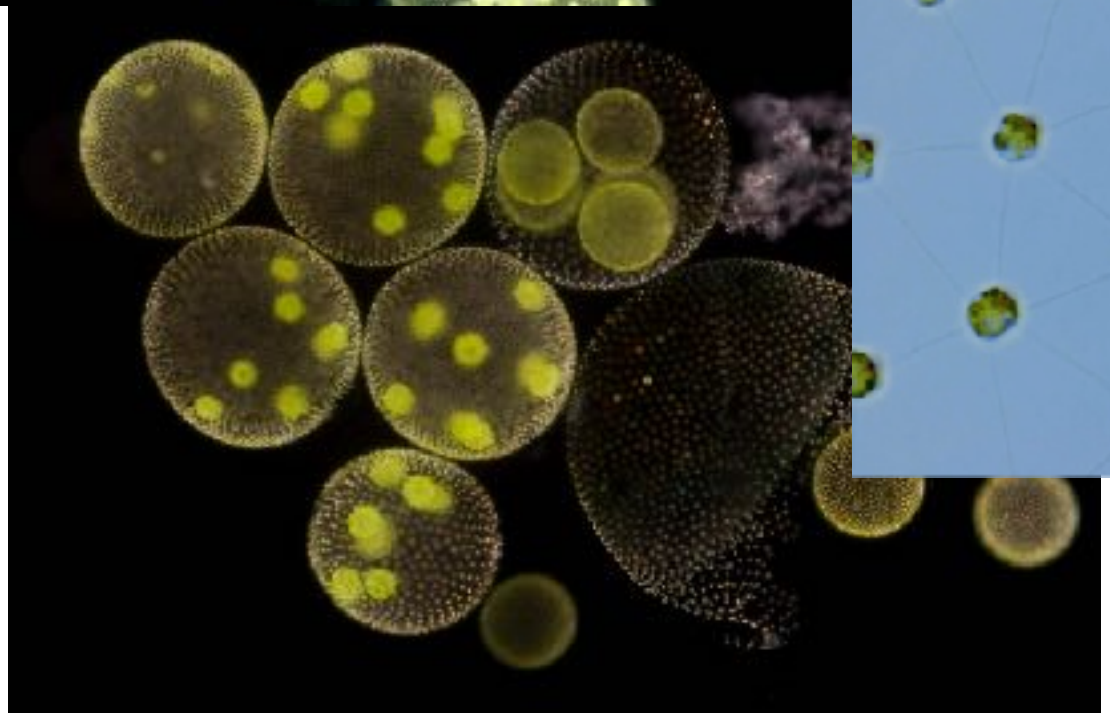
Fig. 7. Volvox. Diagramamtic life cycle.

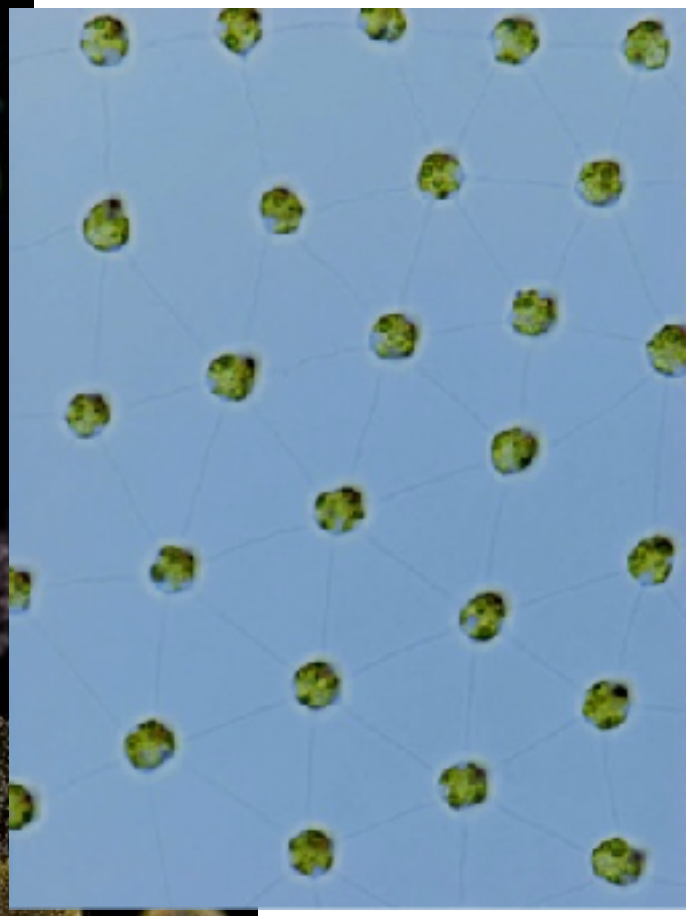








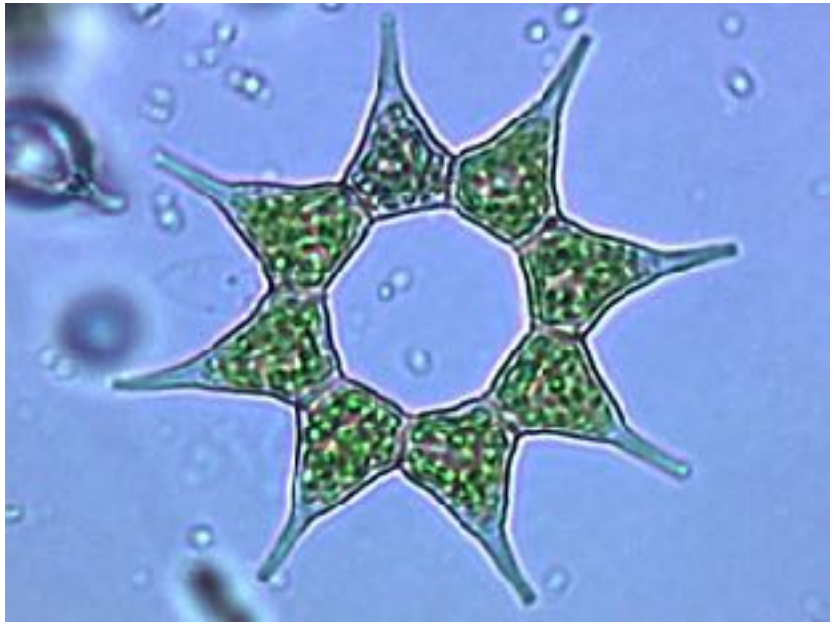


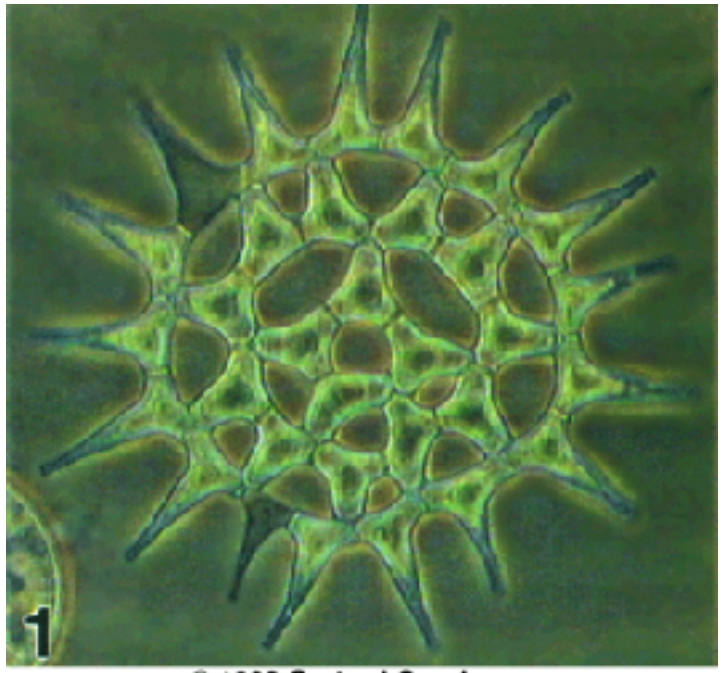


COCCALE: derivata dalla monadale, **senza flagelli**, **immobile**.

➢ 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*.





© 1993 Gertrud Cronberg

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







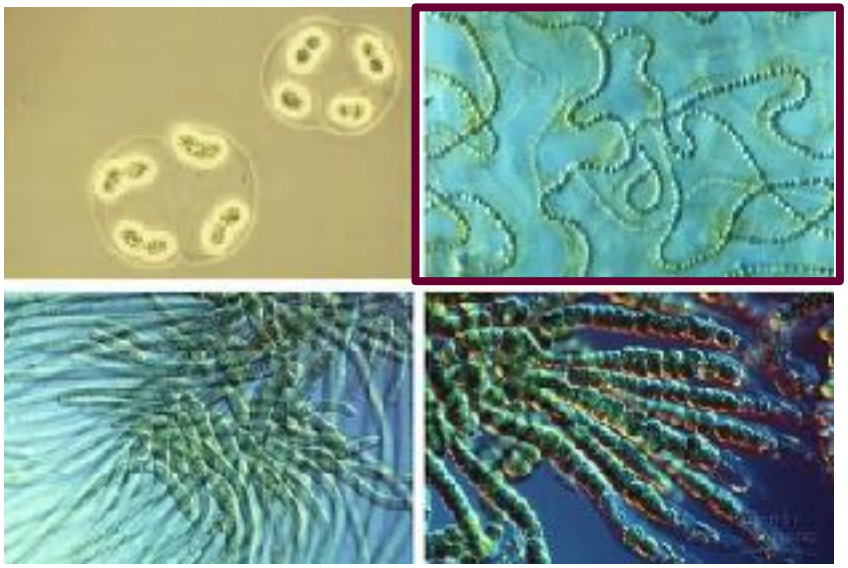


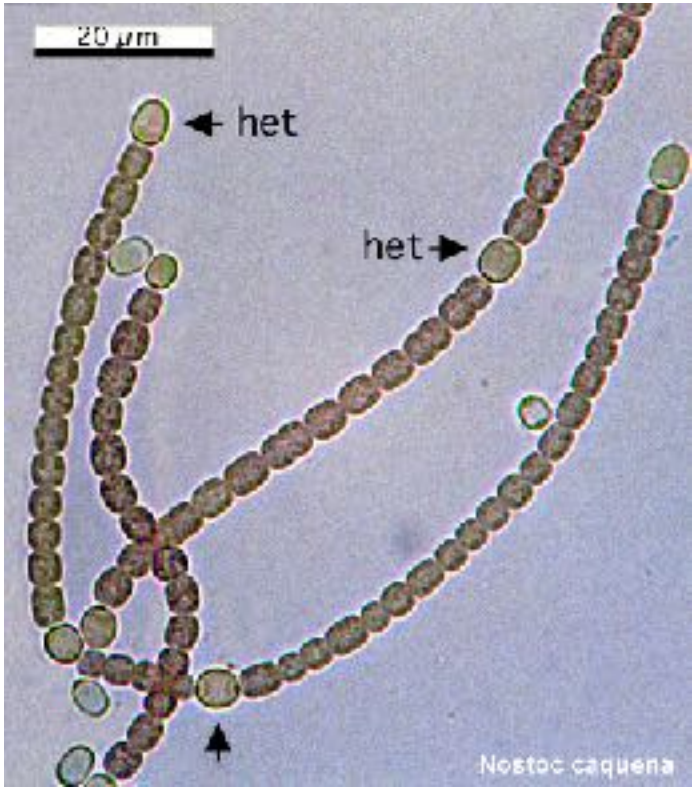
Trentepholia spp.

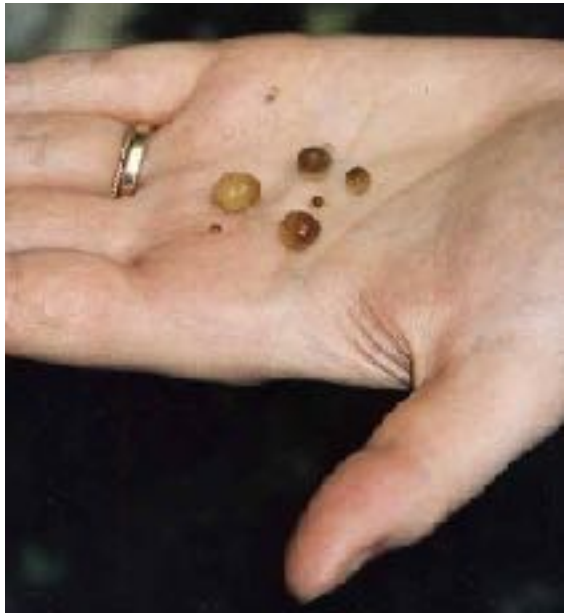




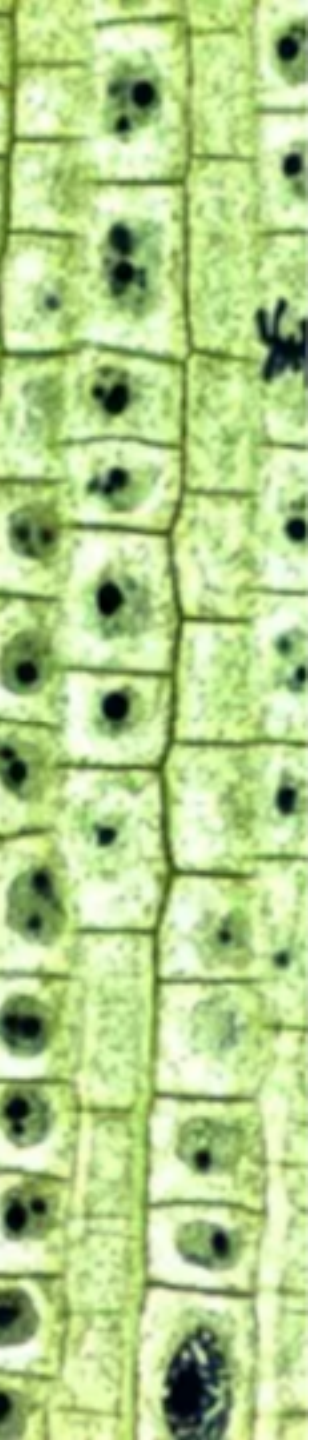
Nostoc sp.

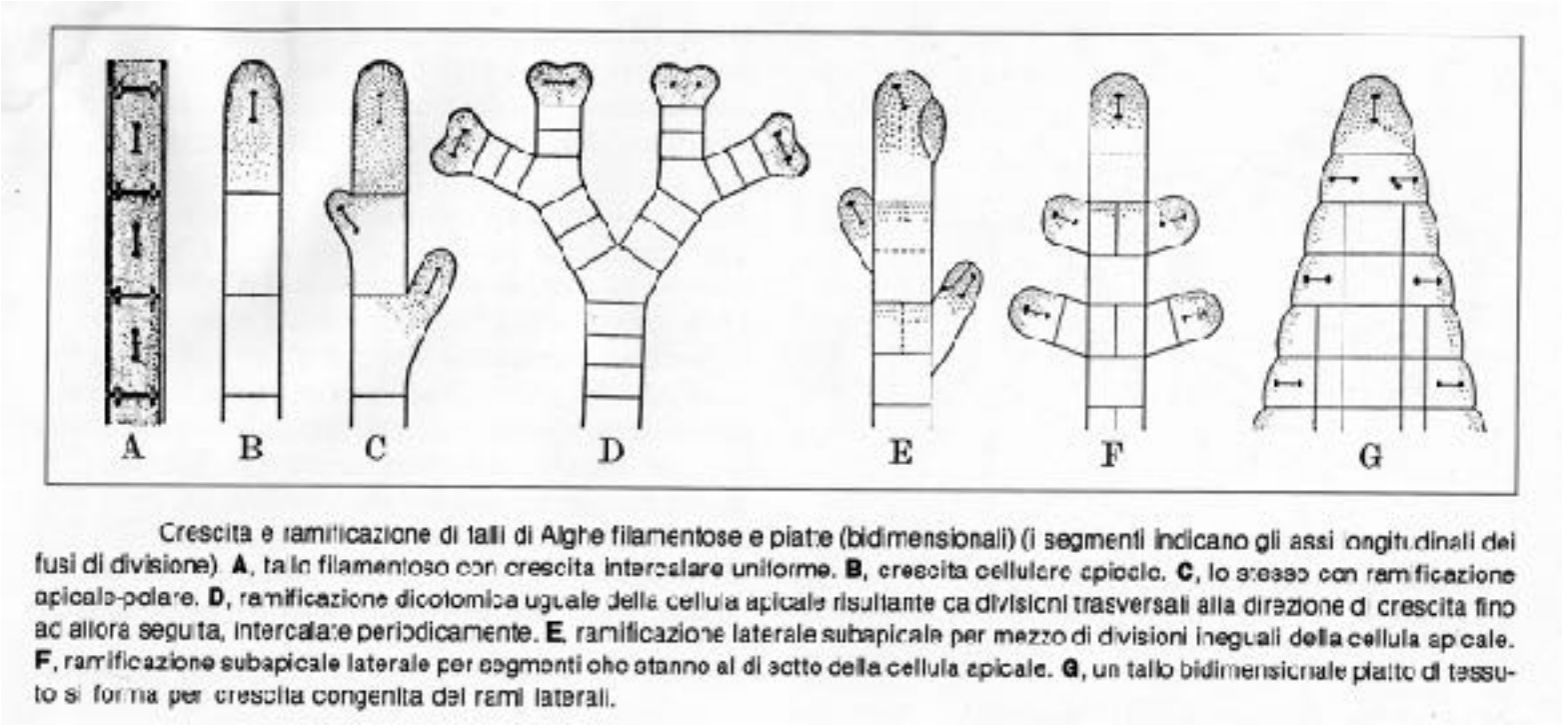






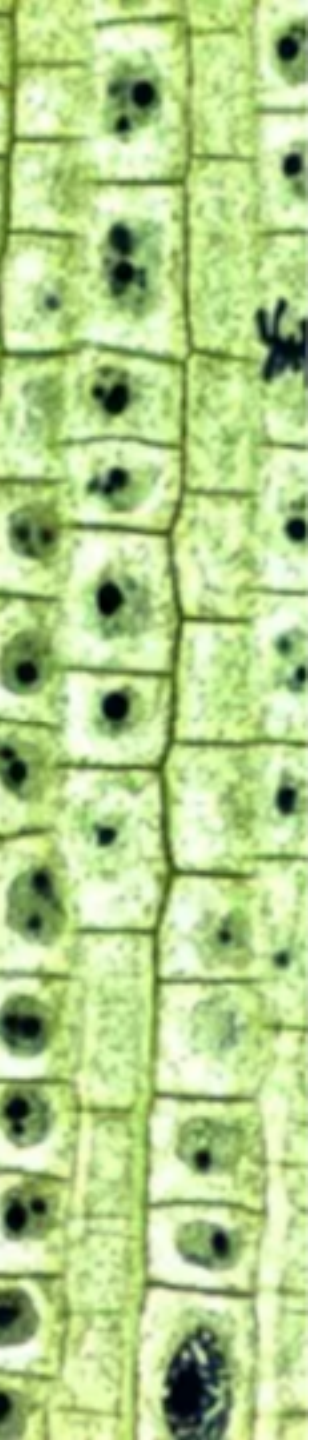






Crescita e ramificazione di talli di Alghe filamentose e piatte (bidimensionali) (i segmenti indicano gli assi longitudinali dei fusi di divisione) **A**, tallo filamentoso con crescita intercalare uniforme. **B**, crescita cellulare apicale. **C**, lo stesso con ramificazione apicale-polare. **D**, ramificazione dicotomica uguale della cellula apicale risultante da divisioni trasversali alla direzione di crescita fino ad allora seguita, intercalate 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.

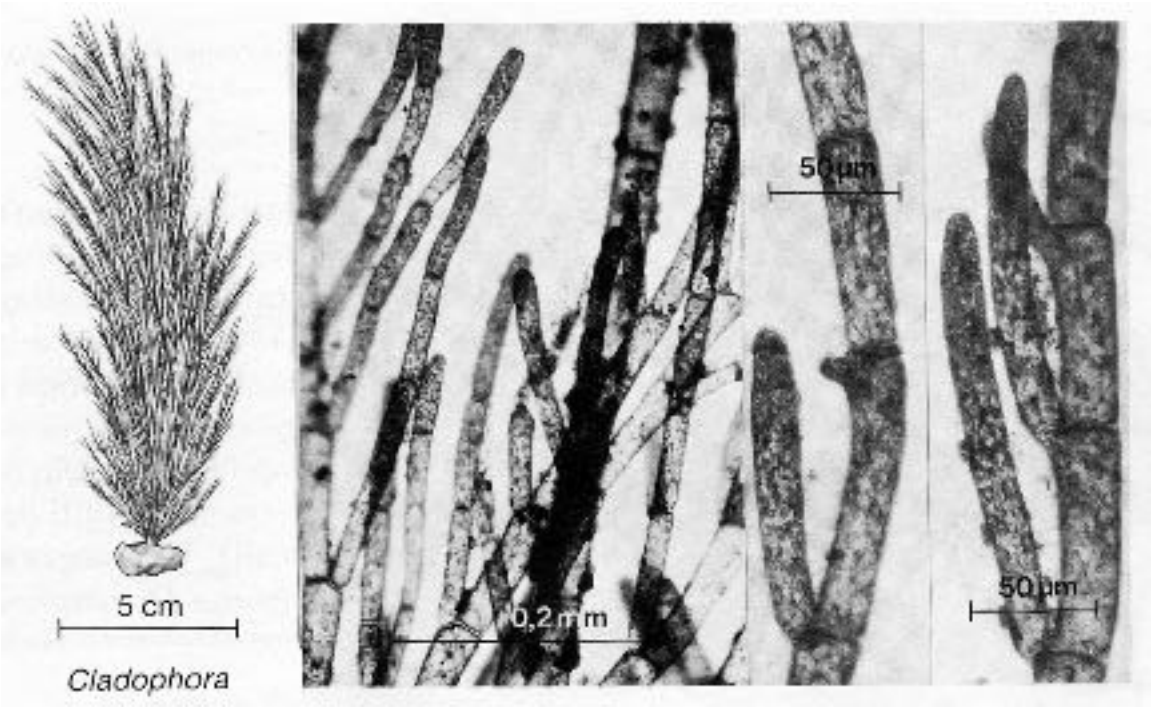


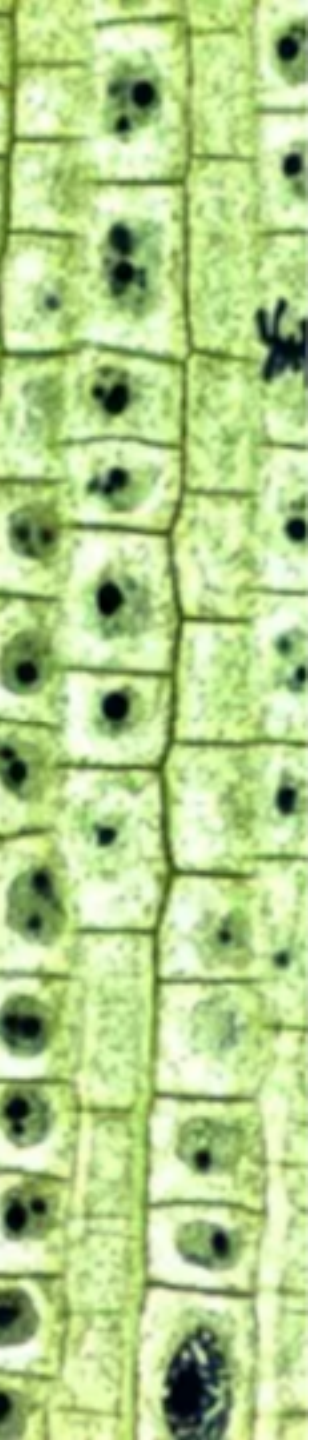
Due vie evolutive alternative, relativamente di scarso successo se si considera il numero di taxa algali coinvolti, sono stata quelle che hanno portato al progressivo aumento delle dimensioni delle cellule, anziché a una organizzazione a cellule numerose e di minori dimensioni.

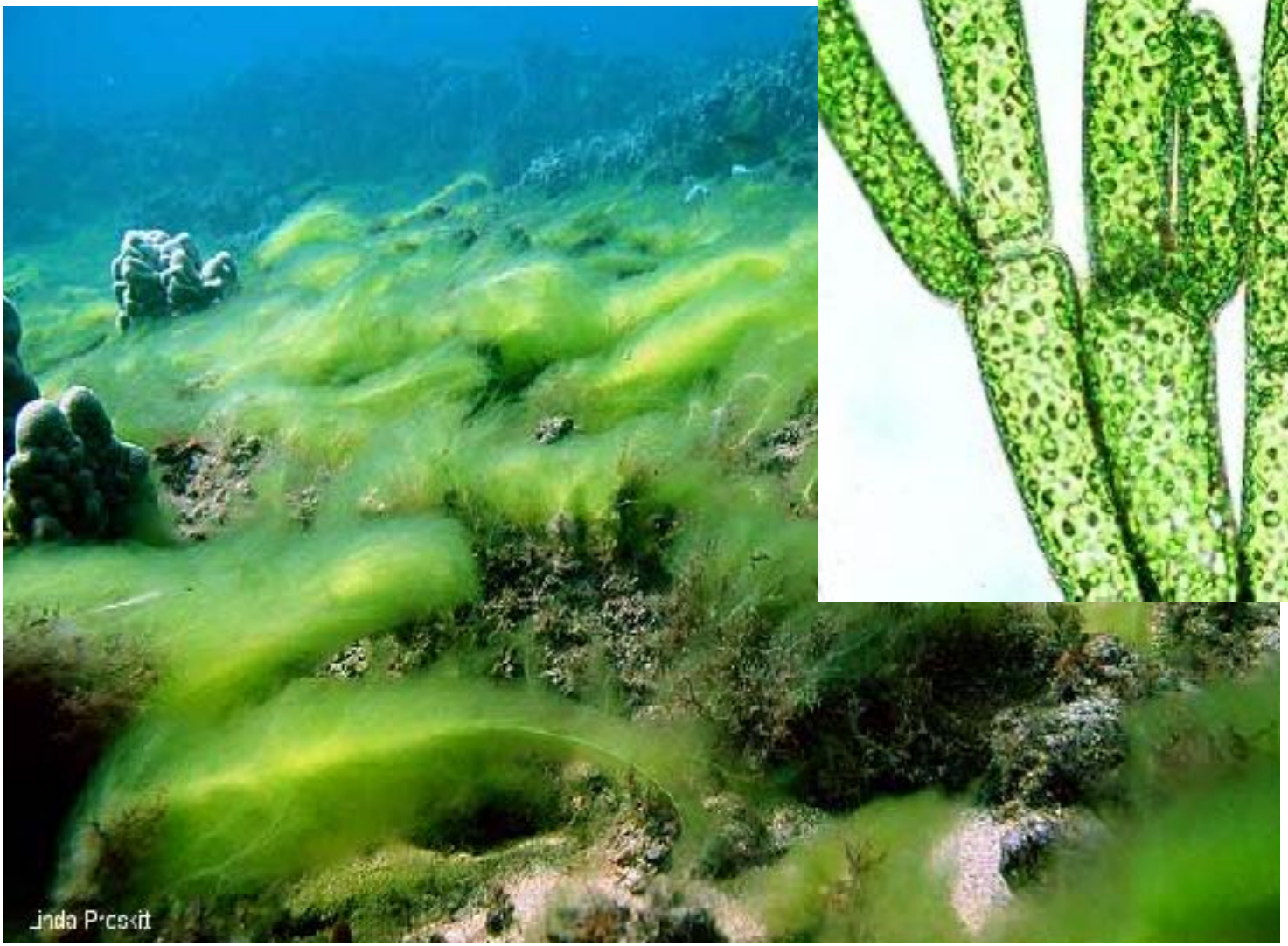
SIFONALE e SIFONO-CLADALE: livello di organizzazione in cui le cellule sono di dimensioni eccezionali, non dovute al vacuolo, ma dovute all'aumento del numero di nuclei e della mancata divisione del citoplasma.

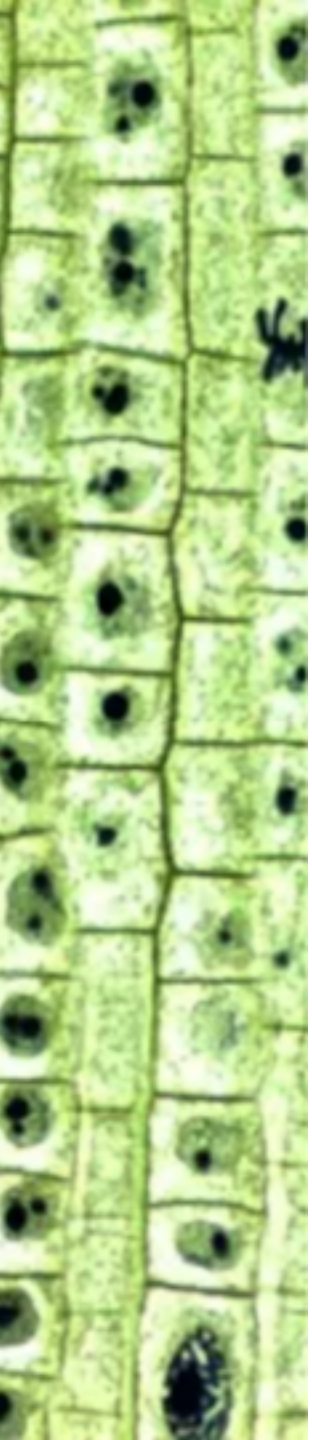
SIFONOCLADALE: setti trasversali presenti

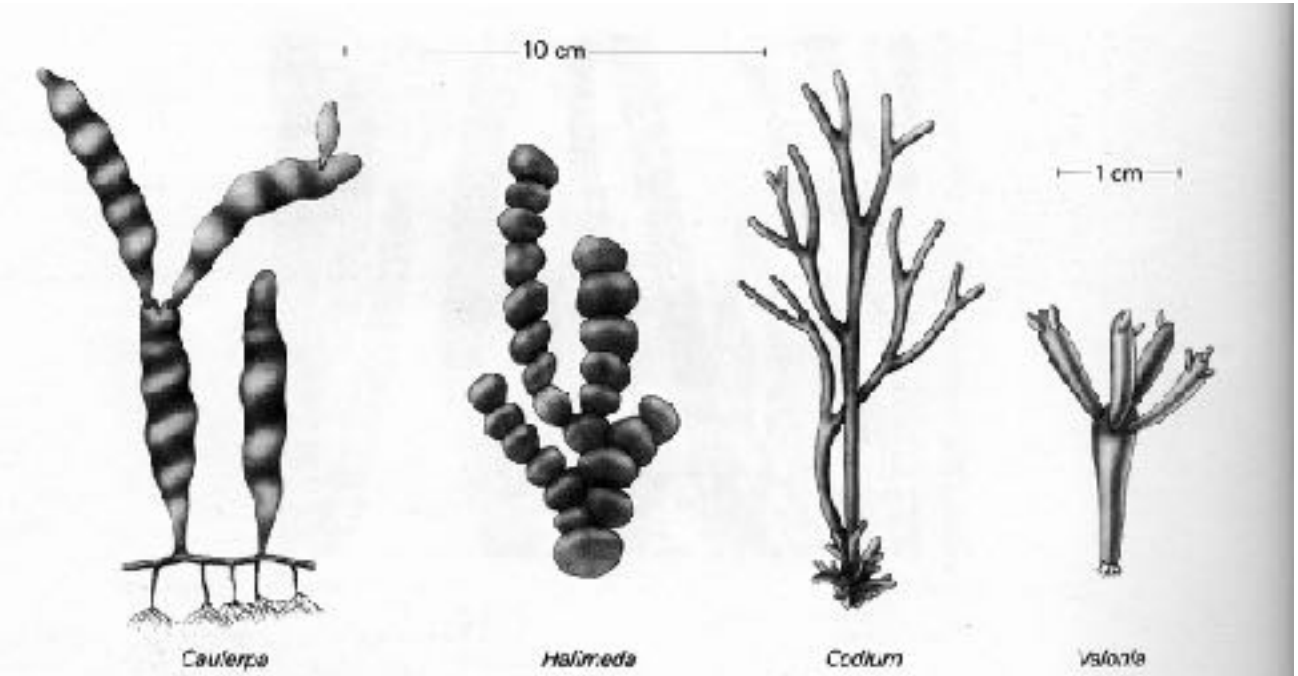
SIFONALE: setti trasversali assenti






Linda Prescott

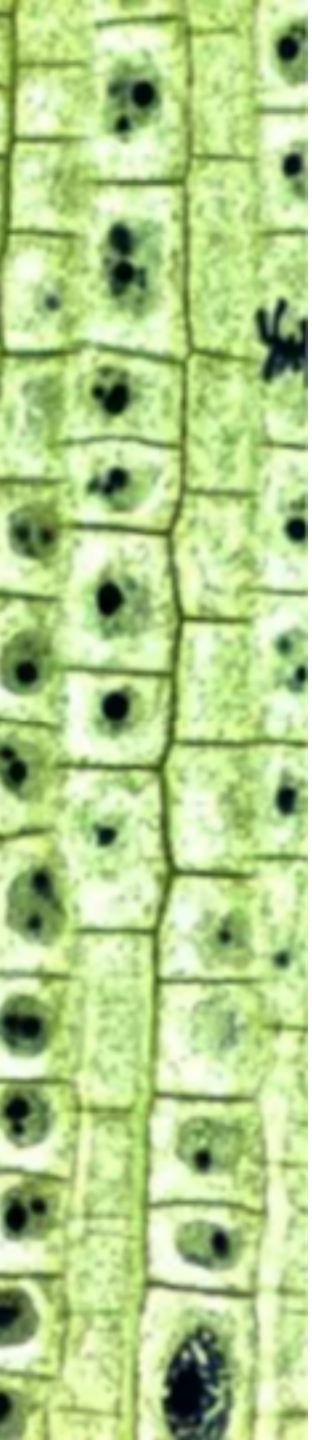




Stadio di organizzazione sifonale: alcune alghe con talle tubuloso dell'ordine *Siphonales* (cl. *Chlorophyceae*, div. *Chlorophyta*).







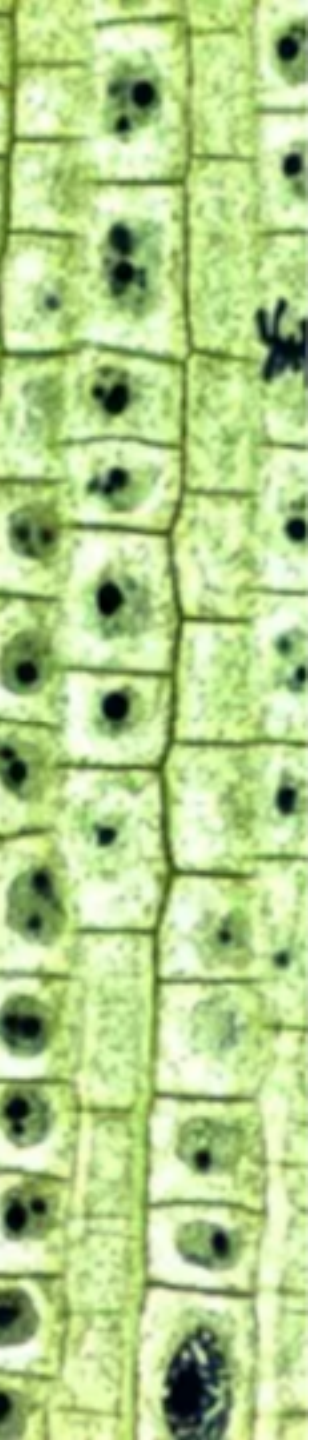
Queste alghe hanno un tallo di consistenza cuoioso-gelatinosa. La parete non può essere eccessivamente spessa, e ciò determina una certa fragilità dell'intera struttura.

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)

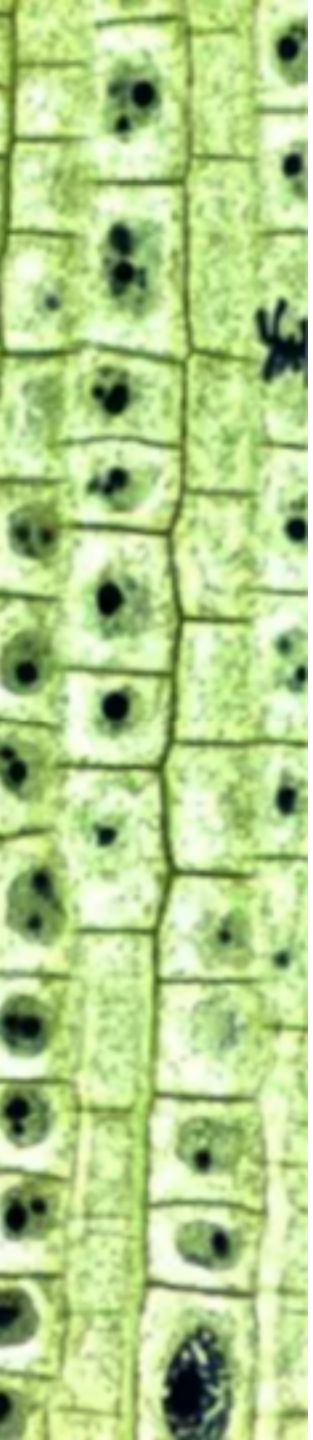


(b)

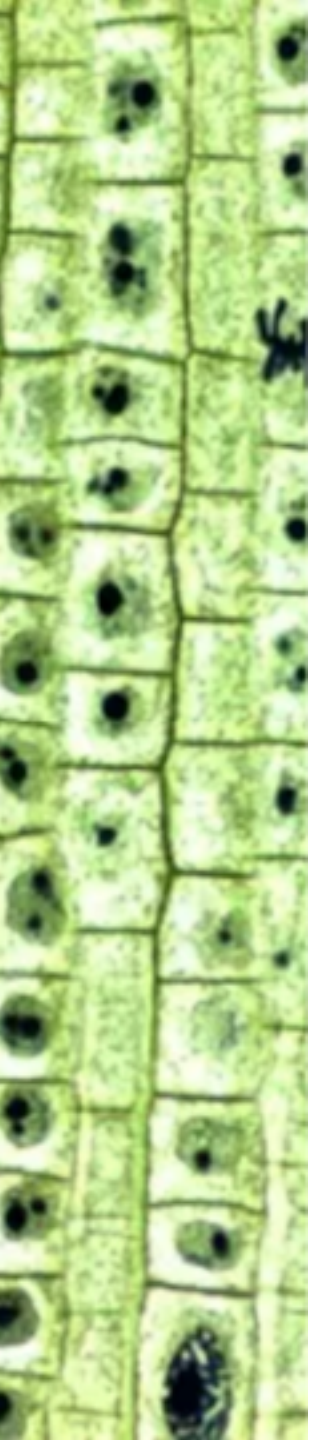


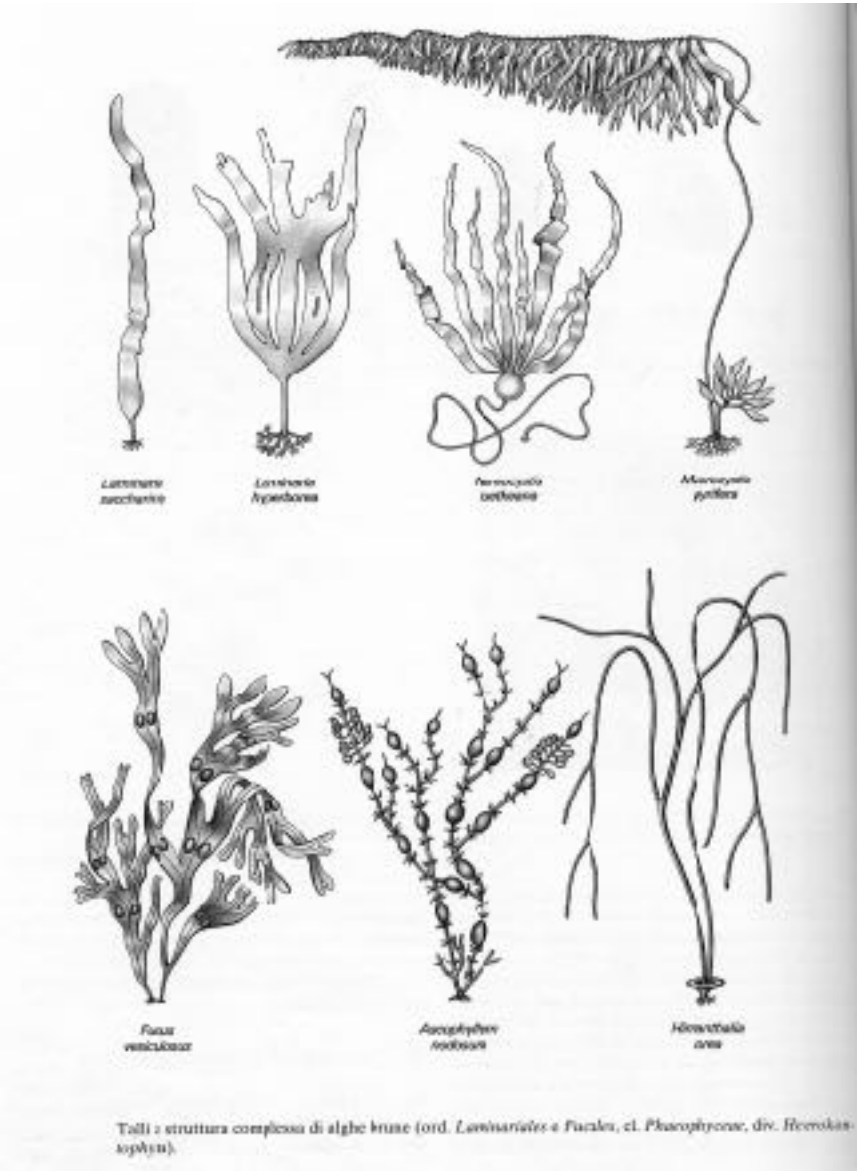
(c)

Alghe brune. (*a*) *Durvillea 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.



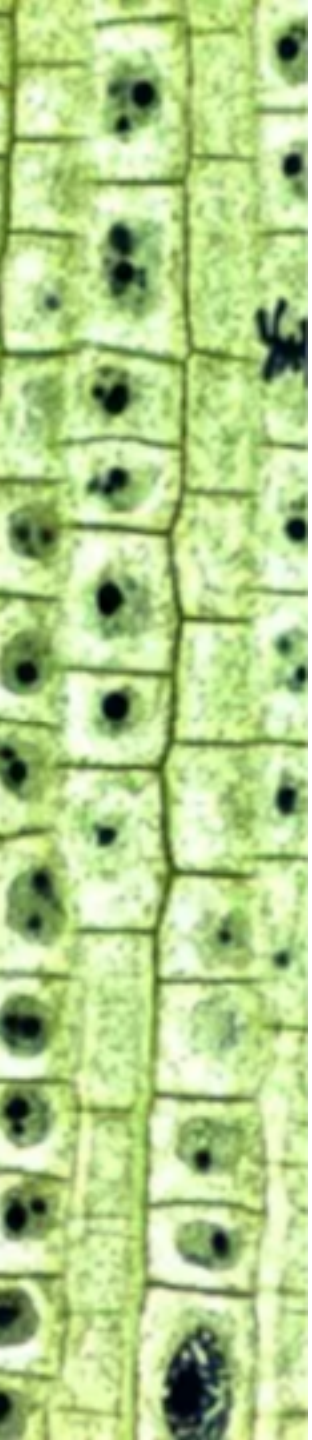


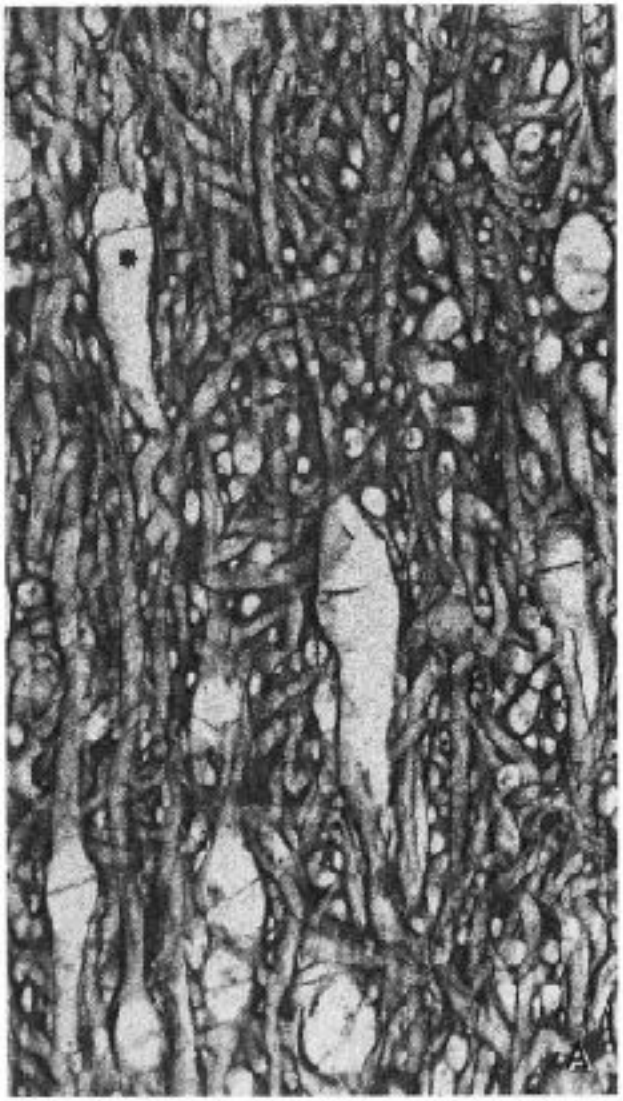


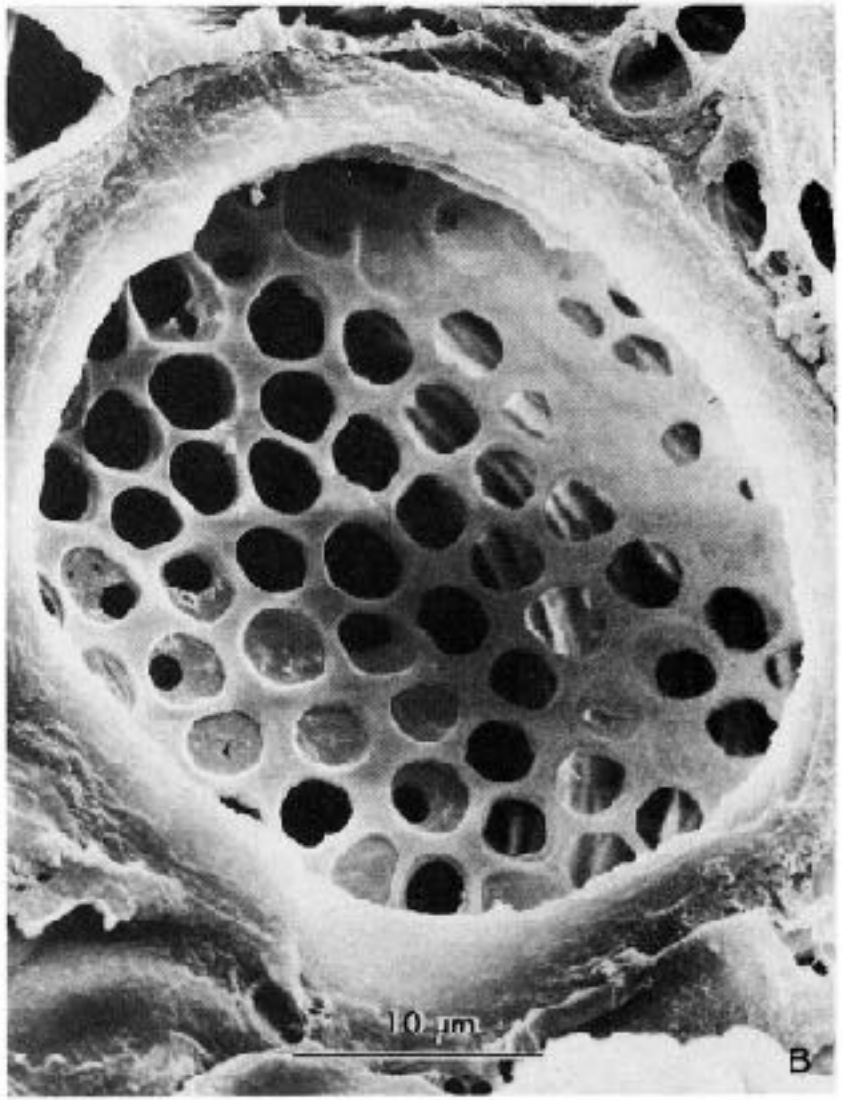


Talli a struttura complessa di alghe brune (ord. *Laminariales* e *Fucales*, cl. *Phaeophyceae*, div. *Heterokontophyta*).

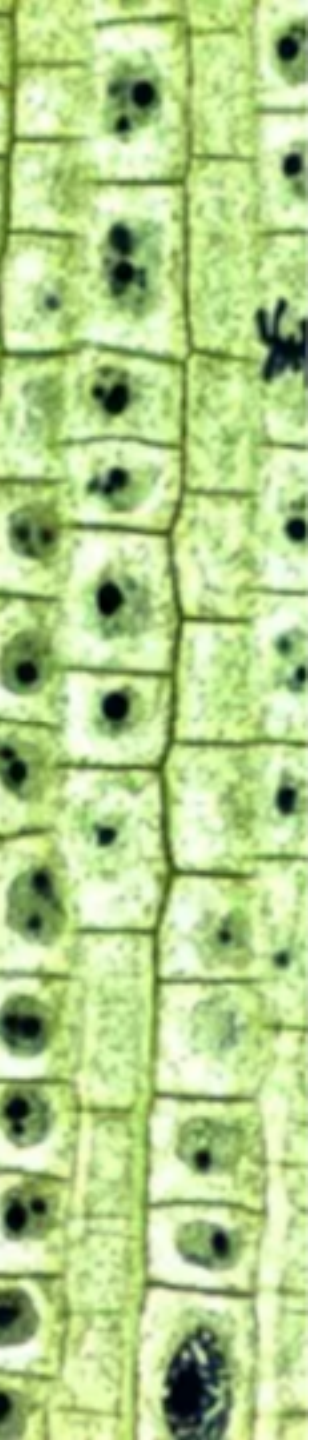




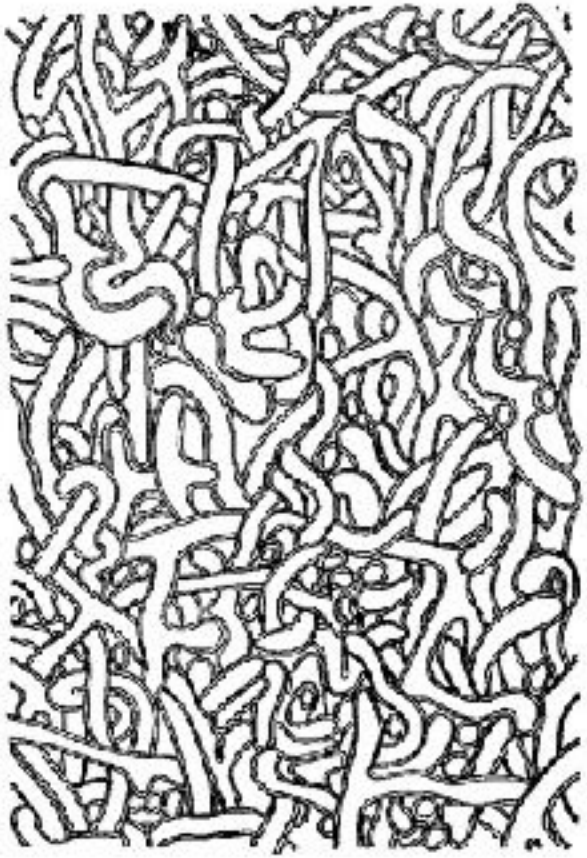




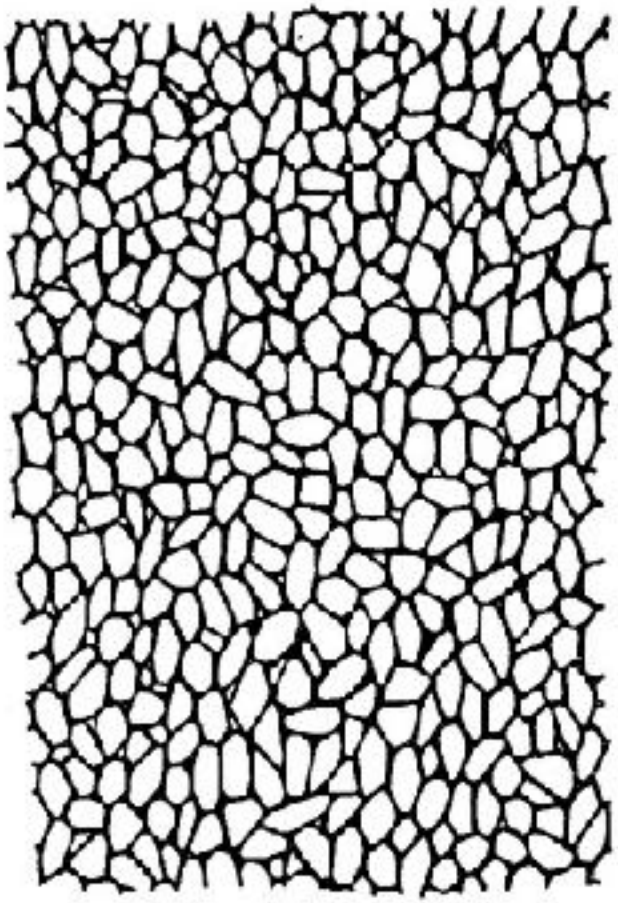
Plectenchima nel cauloide dell'alga bruna *Laminaria* (**A**), al cui interno si trovano numerose cellule a tromba (una contrassegnata dall'asterisco) con placche cribrose trasversali. **B**, placca cribrosa di *Macrocystis integrifolia*, un'altra alga bruna, vista dall'alto (*A* 150:1, originale) B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

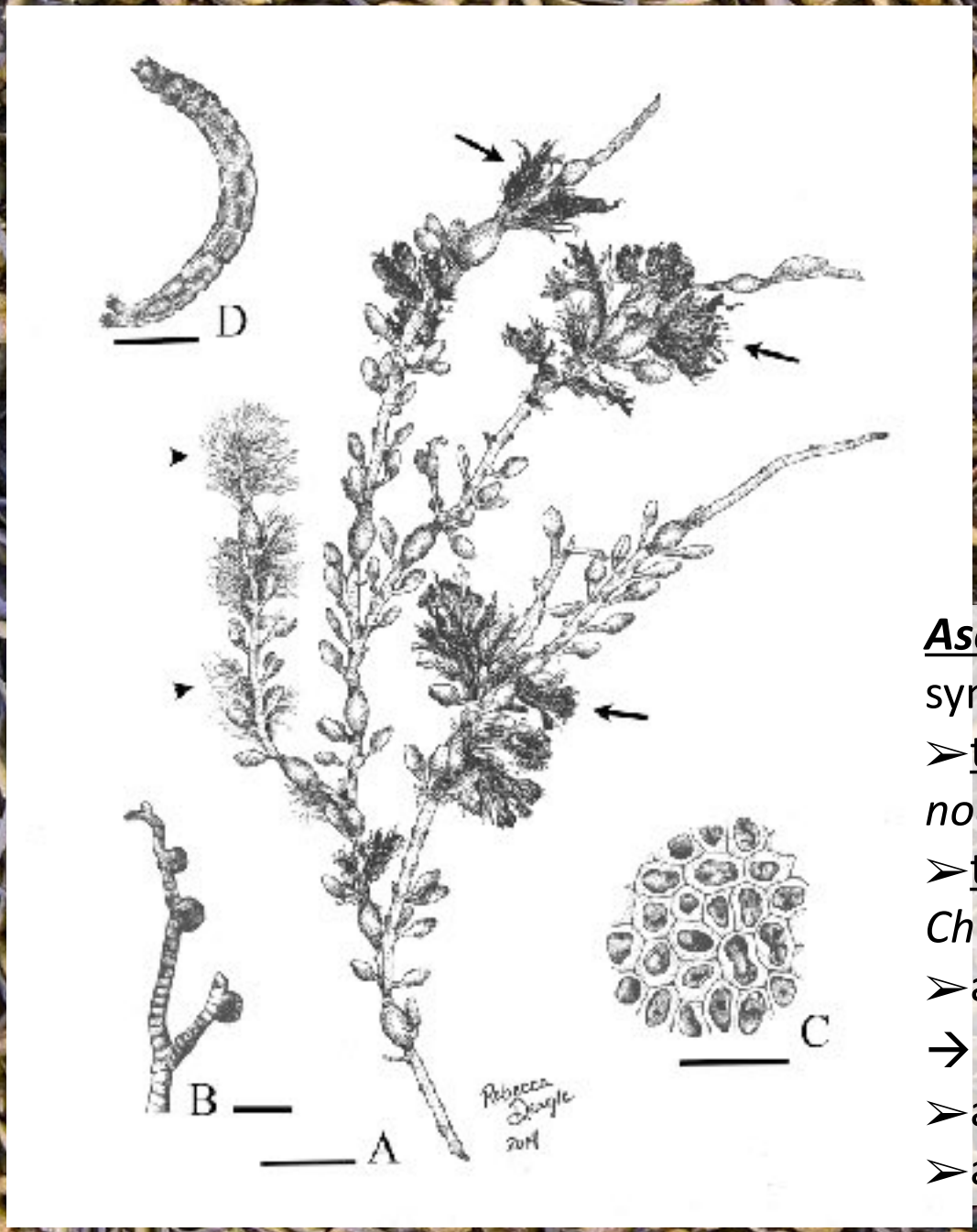


PROSOPLECTENCHIMA: le cellule dei filamenti sono allungate, ed ancora riconoscibili.



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







<u>Ascophyllum nodosum</u> and its symbionts:

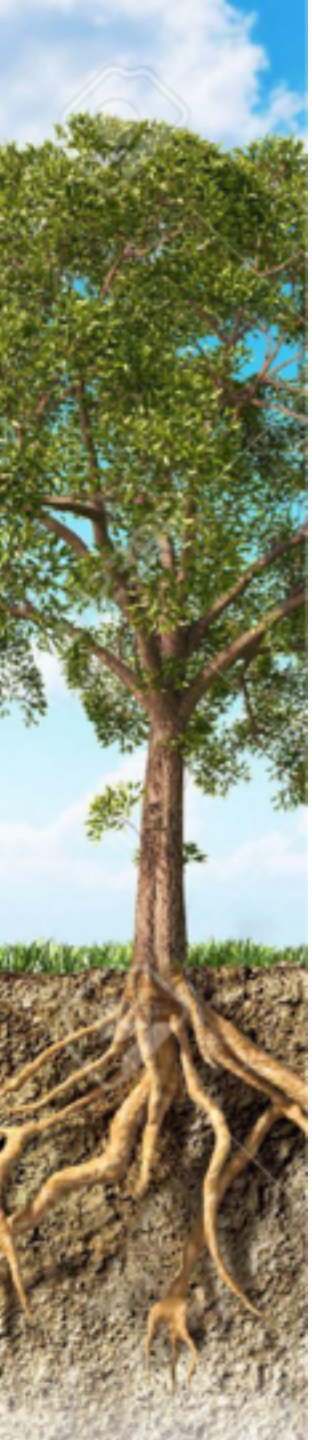
➢<u>two brown algae</u> (*Ascophyllum nodosum*, *Elachista fucicola*),

➢<u>two red alg</u>ae (*Vertebrata lanosa*, *Choreocolax polysiphoniae*),

➢a <u>fungus</u> (*Mycophycias ascophylli*) → symbiotum (!!!),

➢an <u>insect</u> (*Halocladius variabilis*)

➢a <u>diatom</u> (*Navicula endophytica*).

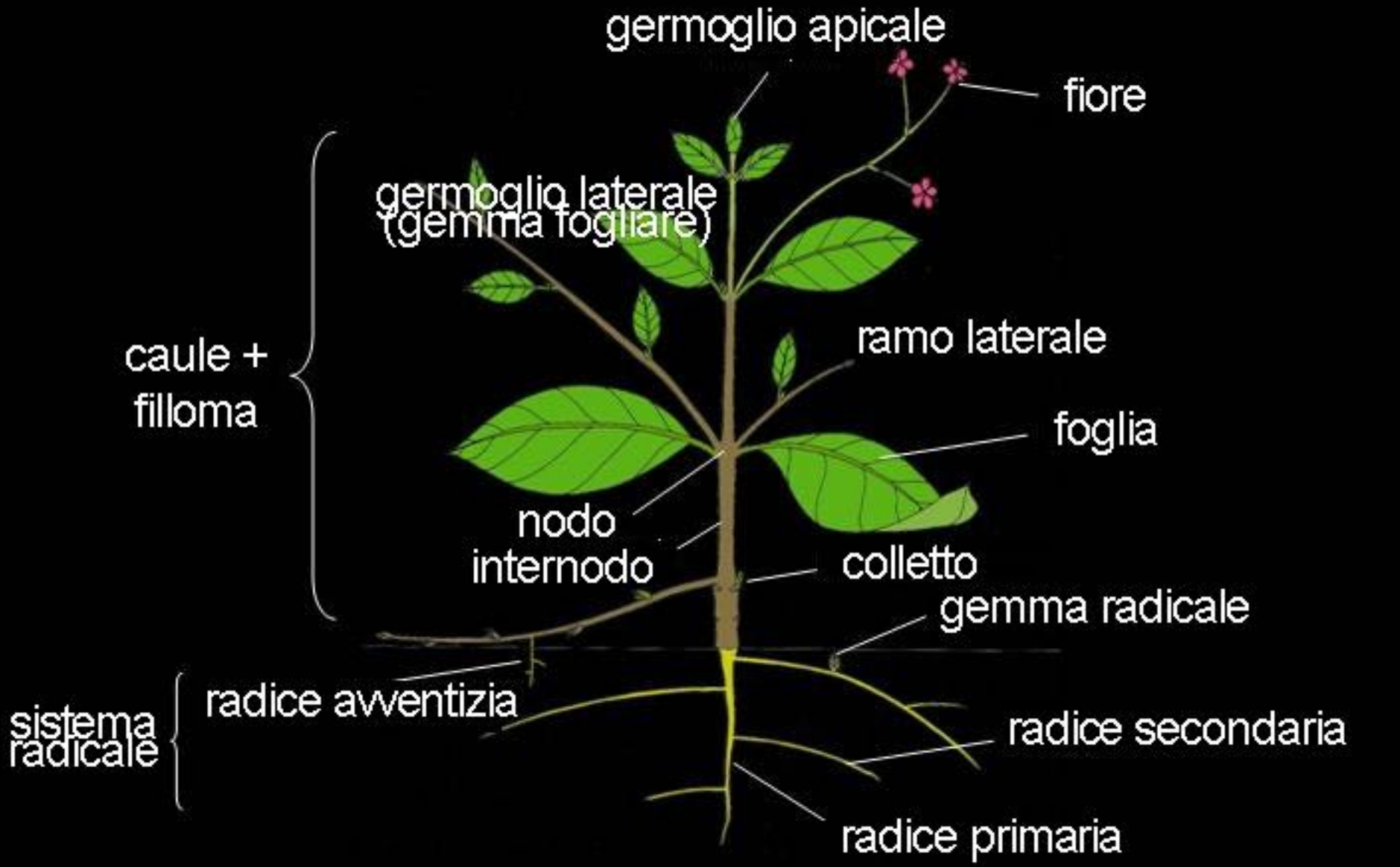


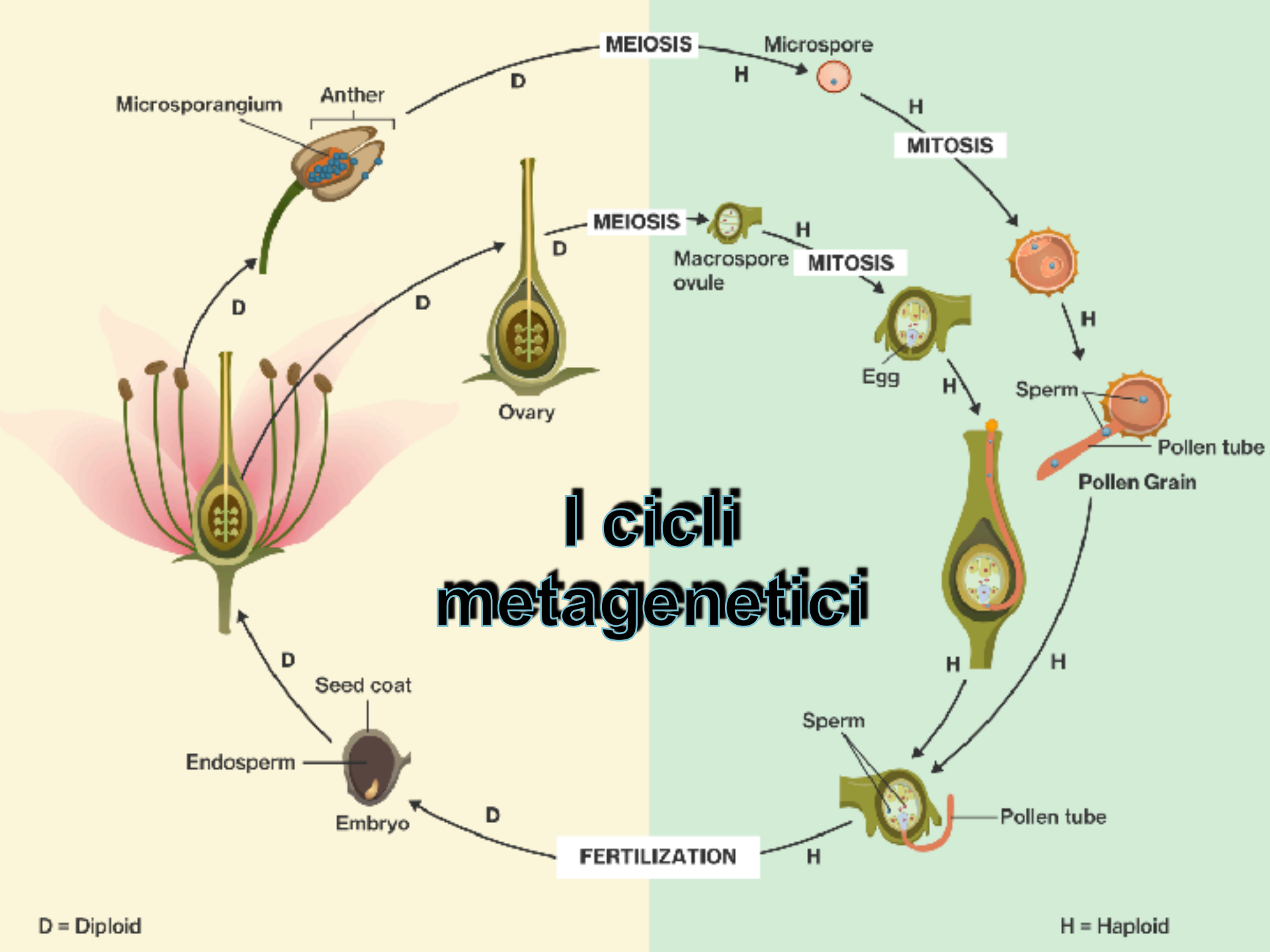
Nelle **CORMOFITE** il corpo della pianta è organizzato in radici, fusto e foglie, ed è organizzato in tessuti e organi con precise funzioni.

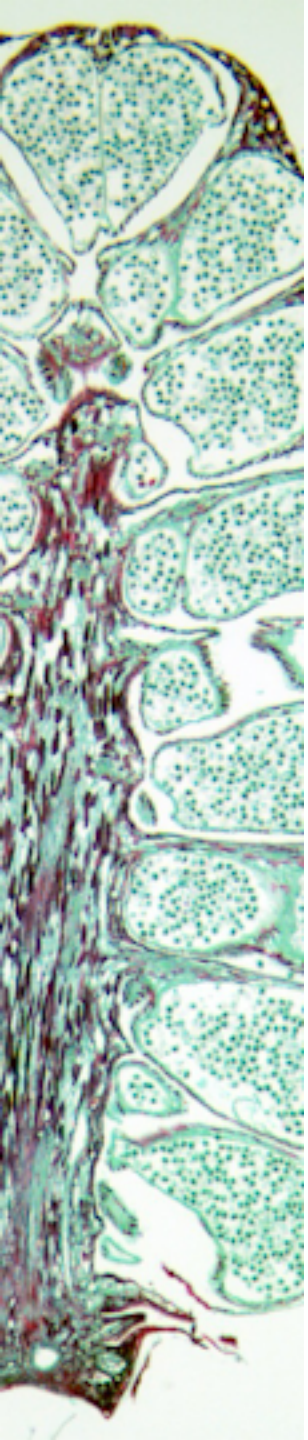
Queste piante sono anche chiamate tracheofite o piante vascolari, in quanto possiedono organi di conduzione di linfa grezza ed elaborata.

Sono pteridofite e spermatofite.

CORMO


germoglio apicale
fiore
germoglio laterale
(gemma fogliare)
caule +
filloma
ramo laterale
foglia
nodo
internodo
colletto
gemma radicale
radice avventizia
sistema
radicale
radice secondaria
radice primaria

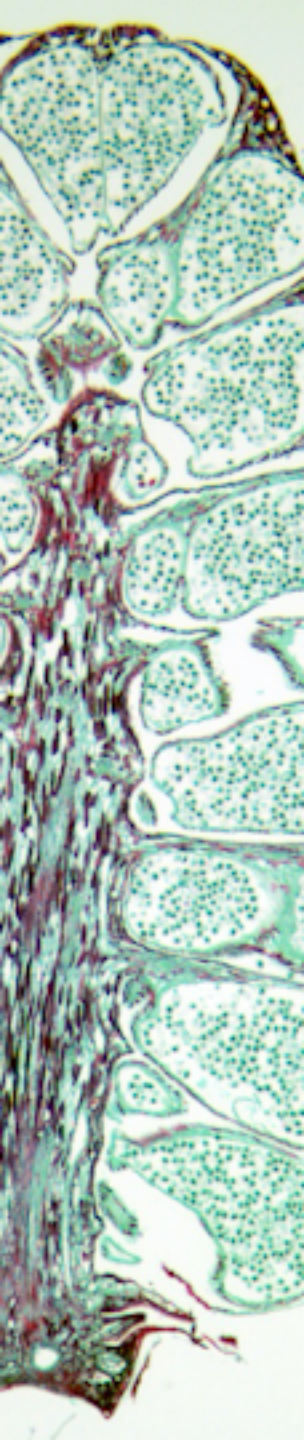

MEIOSIS
Microspore
H
H
MITOSIS
Microsporangium
Anther
D
MEIOSIS
H
Macrospore
ovule
MITOSIS
D
D
D
Ovary
Egg
H
H
Sperm
Pollen tube
Pollen Grain
I cicli metagenetici
H
H
D
Seed coat
Endosperm
Embryo
Sperm
Pollen tube
D
FERTILIZATION
H
D = Diploid
H = Haploid



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**).



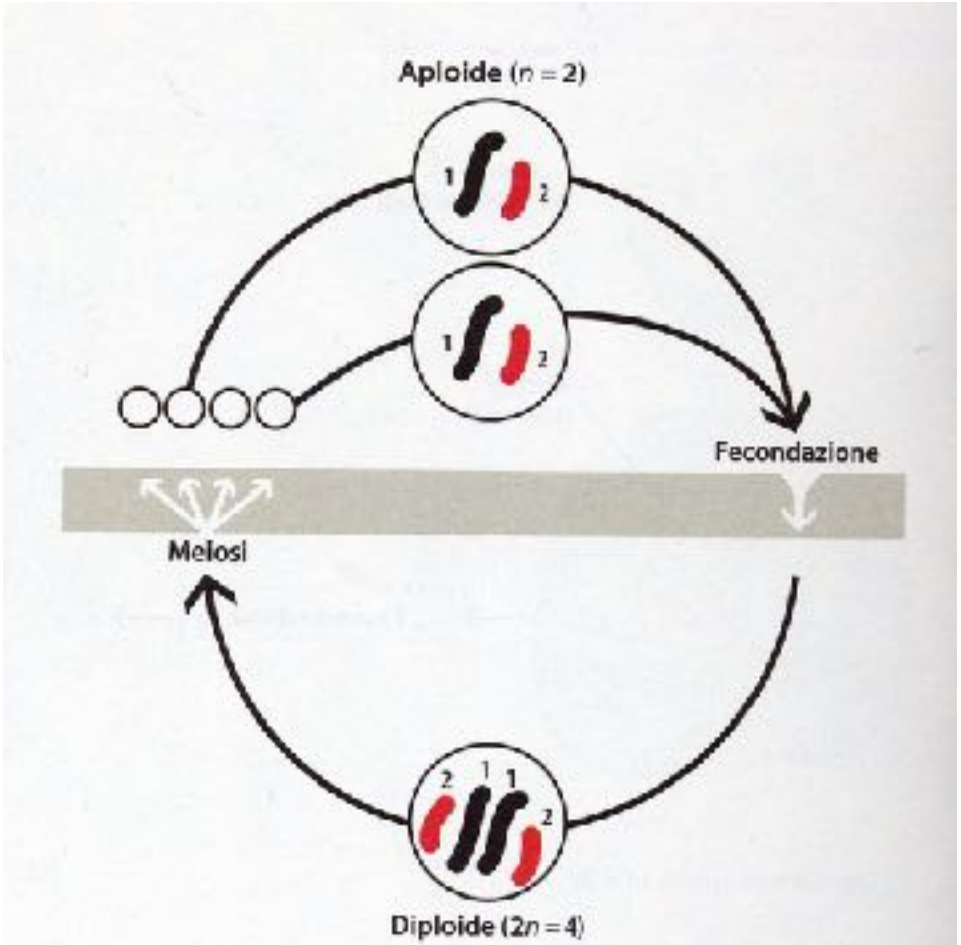
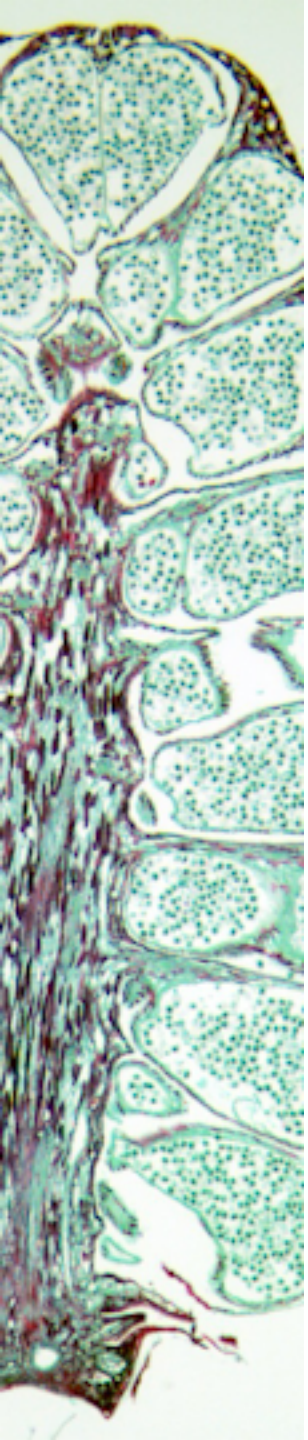
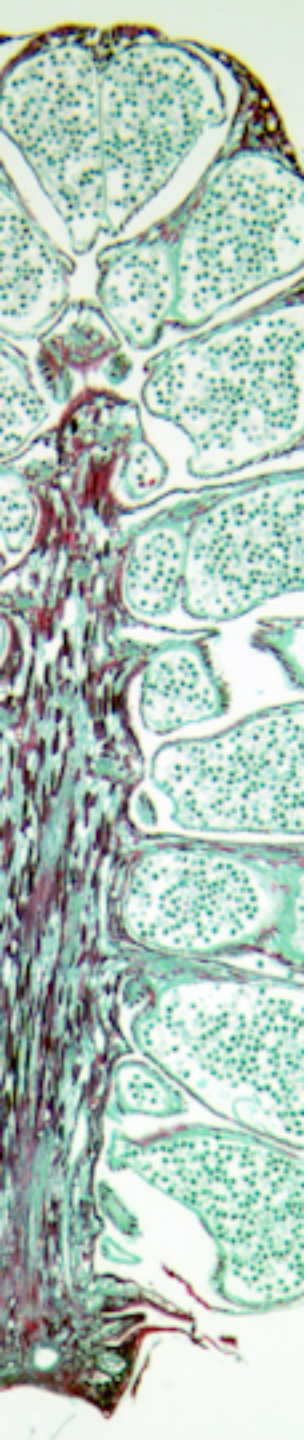


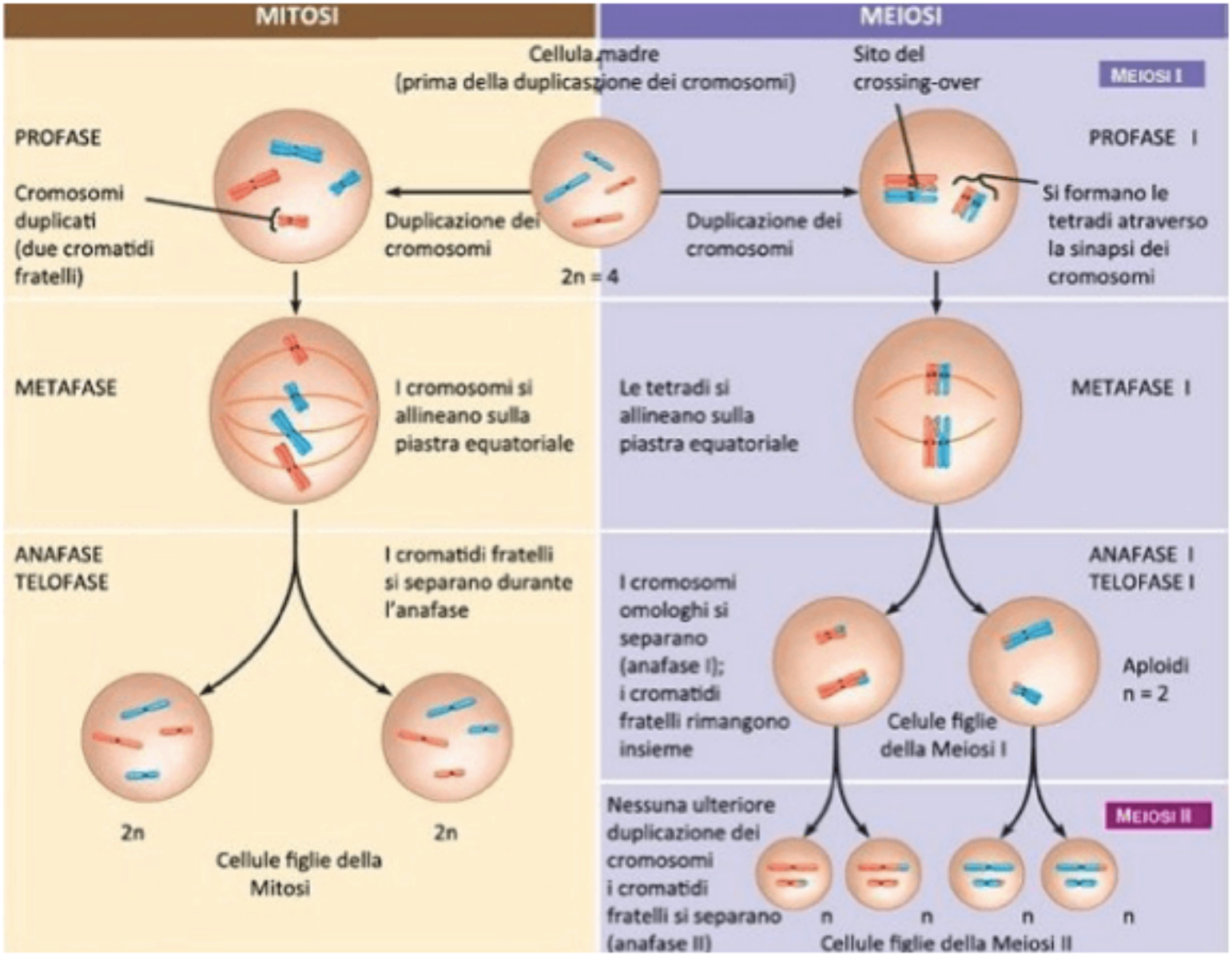
Figura 9.1 La riproduzione sessuale è caratterizzata da due eventi: la riduzione a metà del numero dei cromosomi (meiosi) e la fusione dei gameti (fecondazione). In seguito alla meiosi si forma una singola serie di cromosomi: numero aploide (n); nell'esempio $n = 2$. In seguito alla fecondazione si forma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

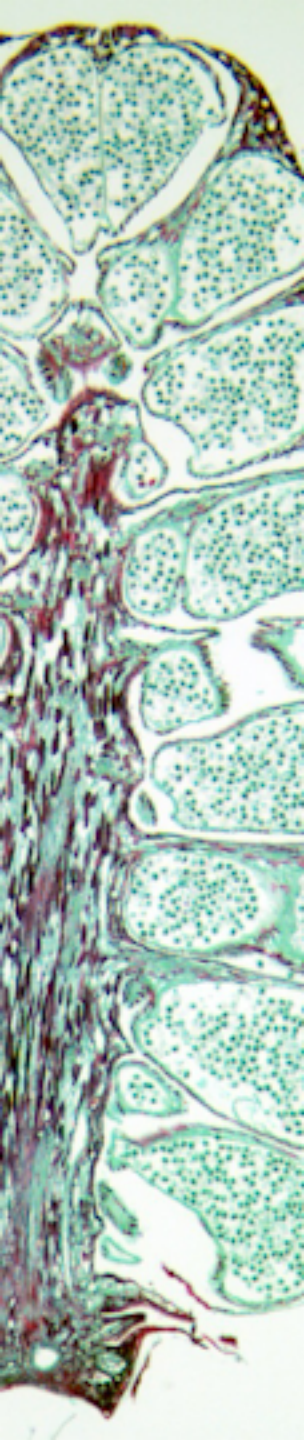


La **MEIOSI** differisce dalla **MITOSI** in tre punti fondamentali:

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»).

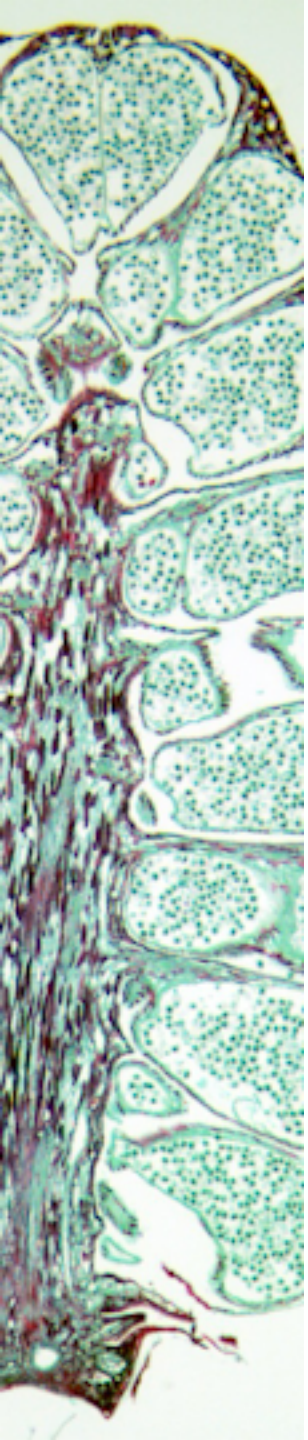



MITOSI
MEIOSI
Cellula madre
(prima della duplicazione dei cromosomi)
Sito del
crossing-over
MEIOSI I
PROFASE
Cromosomi
duplicati
(due cromatidi
fratelli)
Duplicazione dei
cromosomi
2n = 4
Duplicazione dei
cromosomi
PROFASE I
Si formano le
tetradi atraverso
la sinapsi dei
cromosomi
METAFASE
I cromosomi si
allineano sulla
piastra equatoriale
Le tetradi si
allineano sulla
piastra equatoriale
METAFASE I
ANAFASE
TELOFASE
I cromatidi fratelli
si separano durante
l'anafase
I cromosomi
omologhi si
separano
(anafase I);
i cromatidi
fratelli rimangono
insieme
ANAFASE I
TELOFASE I
Aploidi
n = 2
Celule figlie
della Meiosi I
2n
2n
Cellule figlie della
Mitosi
Nessuna ulteriore
duplicazione dei
cromosomi
i cromatidi
fratelli si separano
(anafase II)
MEIOSI II
n
n
n
n
Cellule figlie della Meiosi II



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 MORFO LOGICA

OOGAMIA Cellula uovo ♀

spermatozoidi (flagell.)] ♂

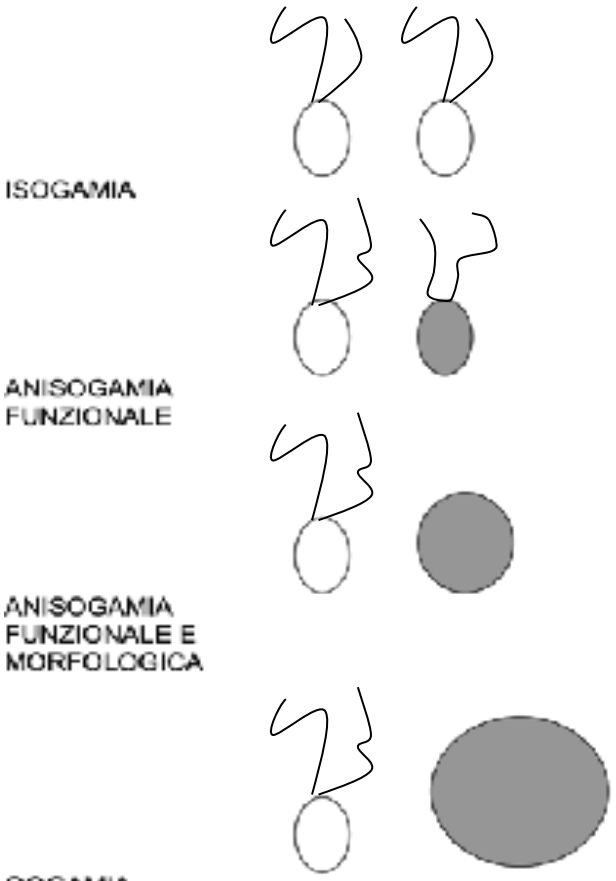
spermazi (non flagell.)]

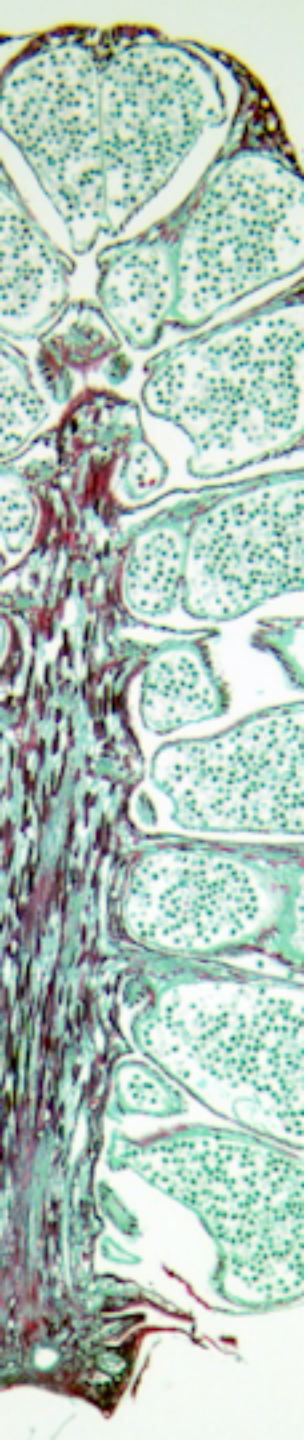
I gameti vengono prodotti nei **GAMETANGI**

♀ OOGONI ♂ SPERMATOGONI

Se sono circondati da uno strato di cellule

♀ ARCHEGONI ♂ ANTERIDI





Cellule germinali

GAMETI

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

- ISOGAMIA
- ANISOGAMIA FUNZIONALE (+, −)
- ANISOGAMIA FUNZ. E MORFO LOGICA
- 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

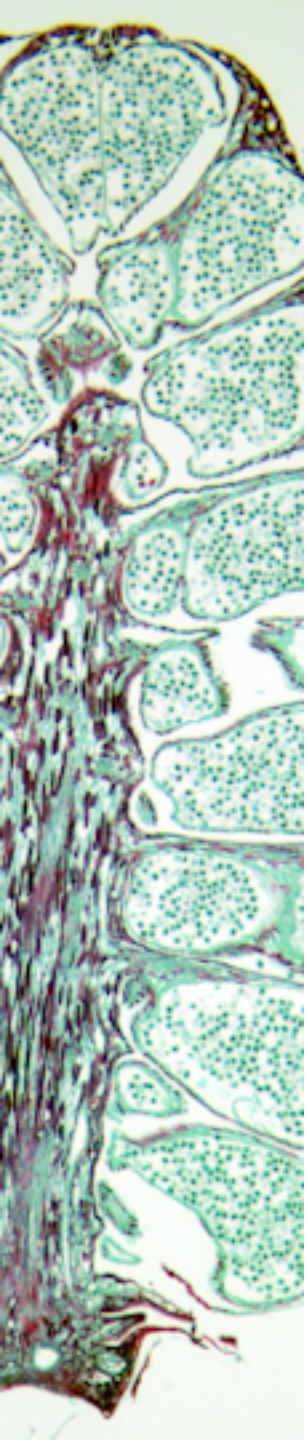
Ciascuna spora è autonoma

- Flagellate: zoo- o planospore
- Immobili: aplanospore

Possono derivare da

MITOSI	MEIOSI
↓	↓
MITOSPORE	MEIOSPORE

Le spore vengono prodotte negli **SPORANGI**



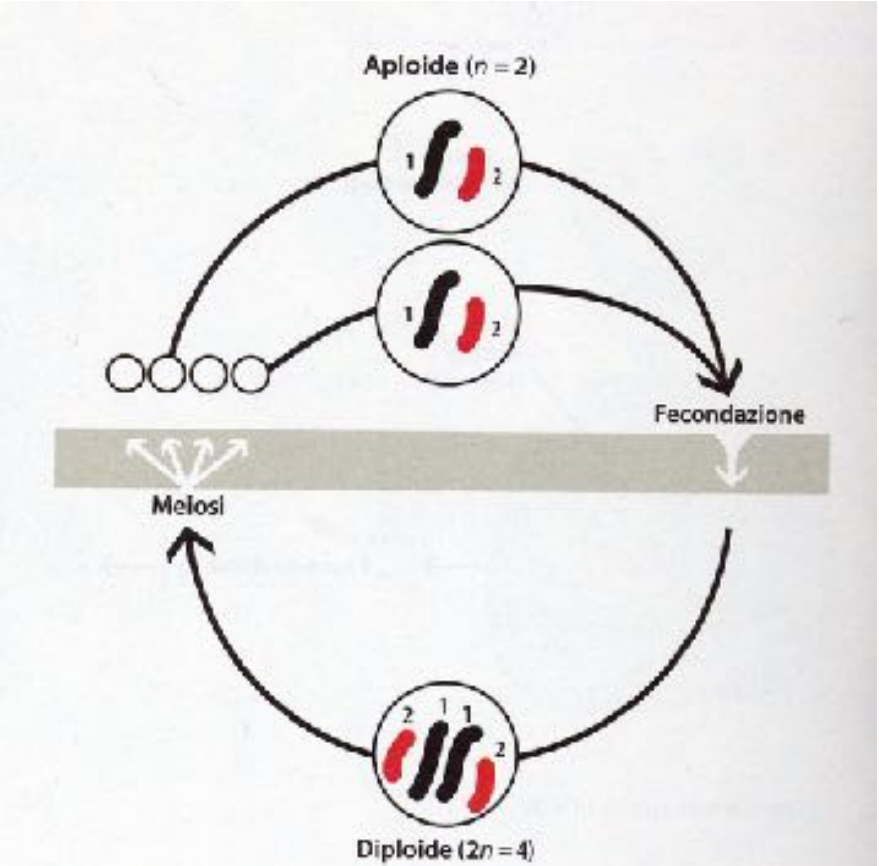
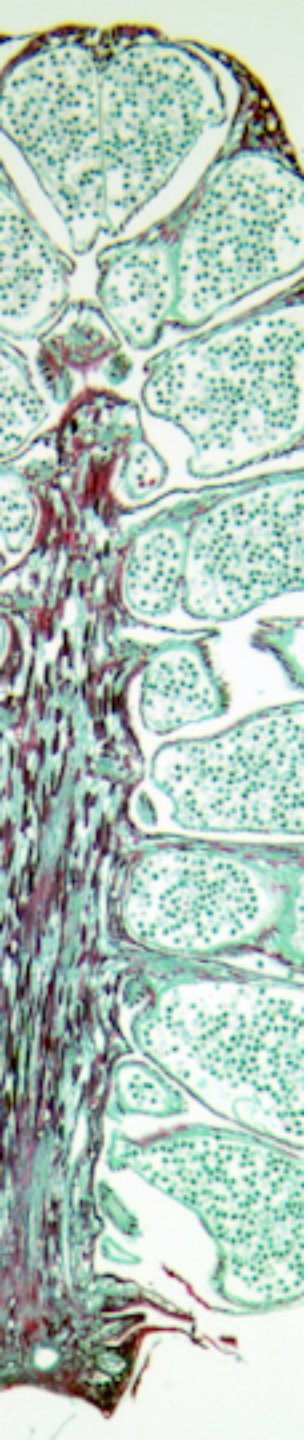


Figura 9.1 La riproduzione sessuale è caratterizzata da due eventi: la riduzione a metà del numero dei cromosomi (meiosi) e la fusione dei gameti (fecondazione). In seguito alla meiosi si forma una singola serie di cromosomi: numero aploide (n); nell'esempio $n = 2$. In seguito alla fecondazione si forma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

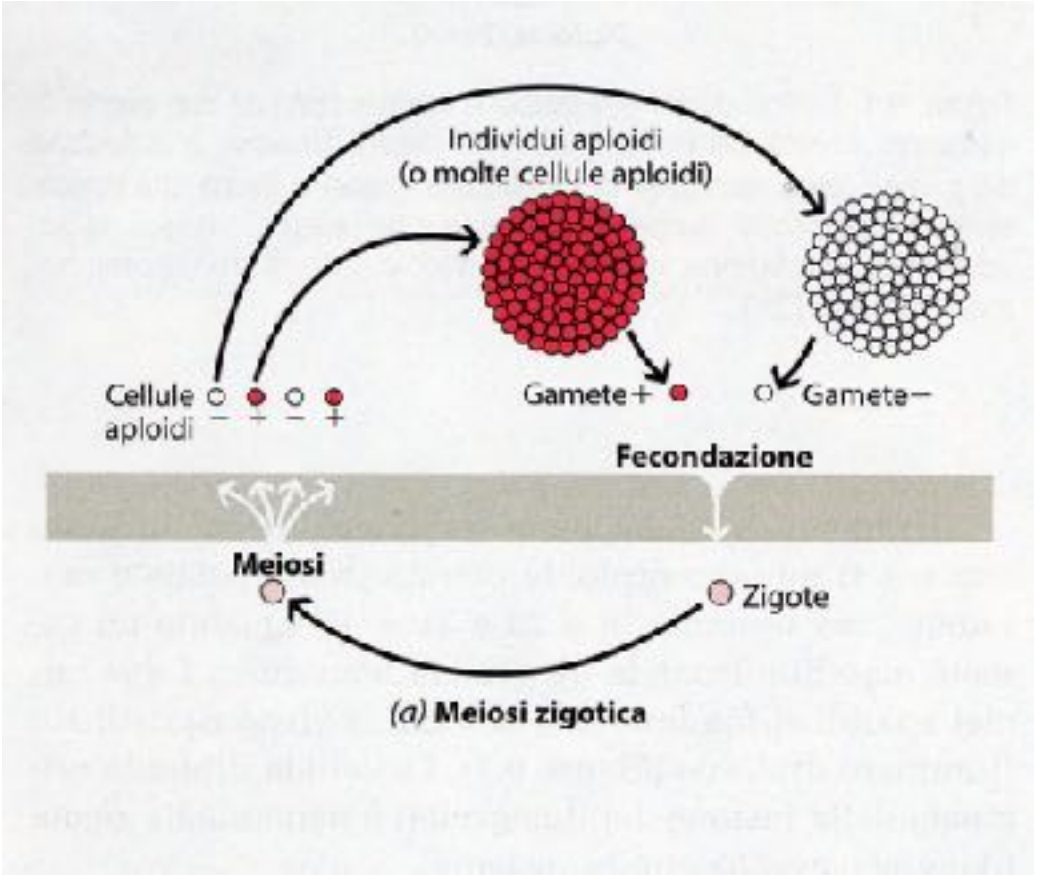
APLONTI

APLODIPLONTI

DIPLONTI

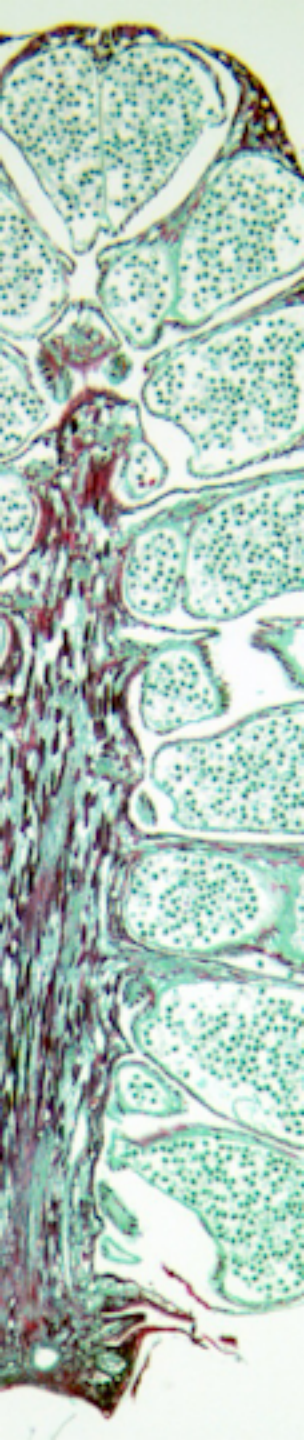


Organismi aplonti, con <u>meiosi zigotica</u>

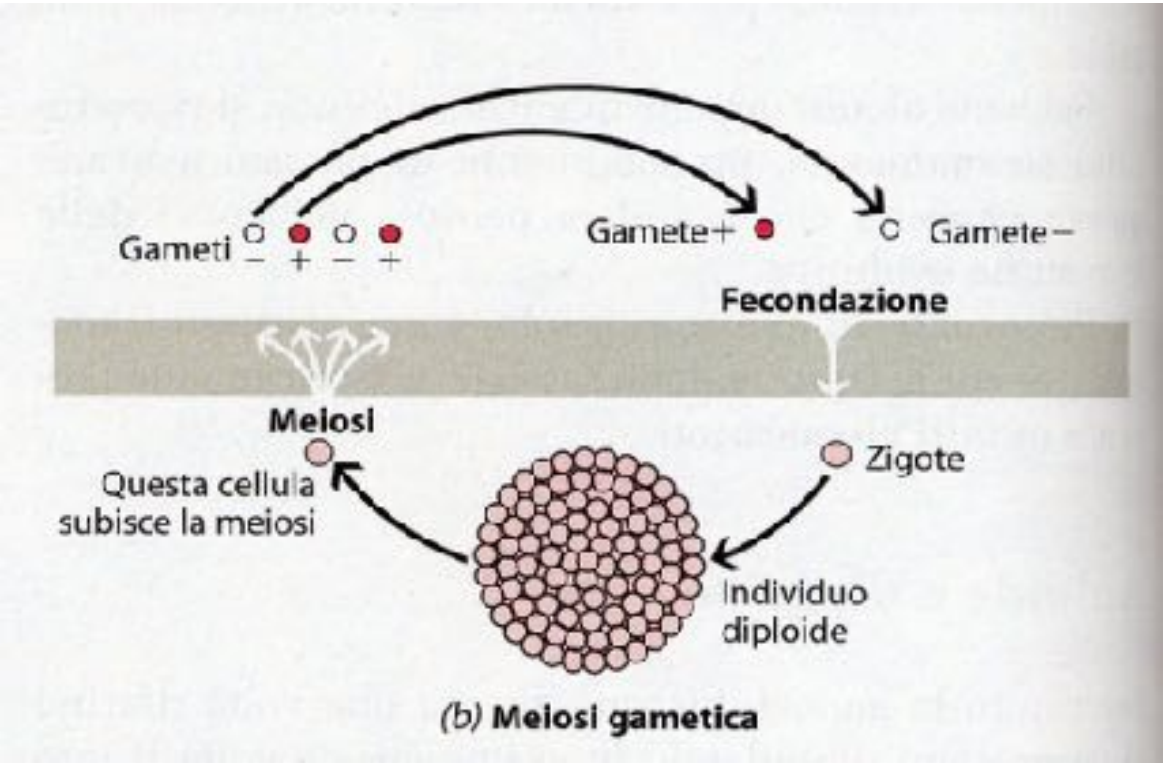


n,
aploidia

2 n,
diploidia

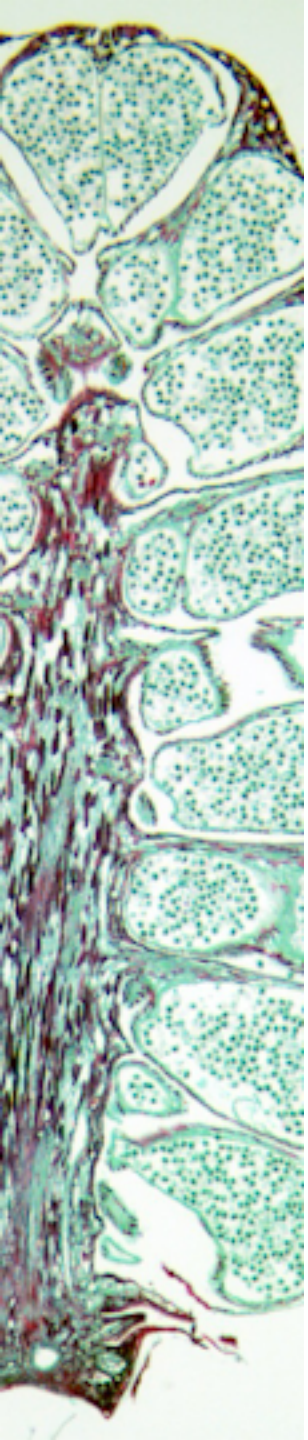


Organismi diplonti, con <u>meiosi gametica</u>

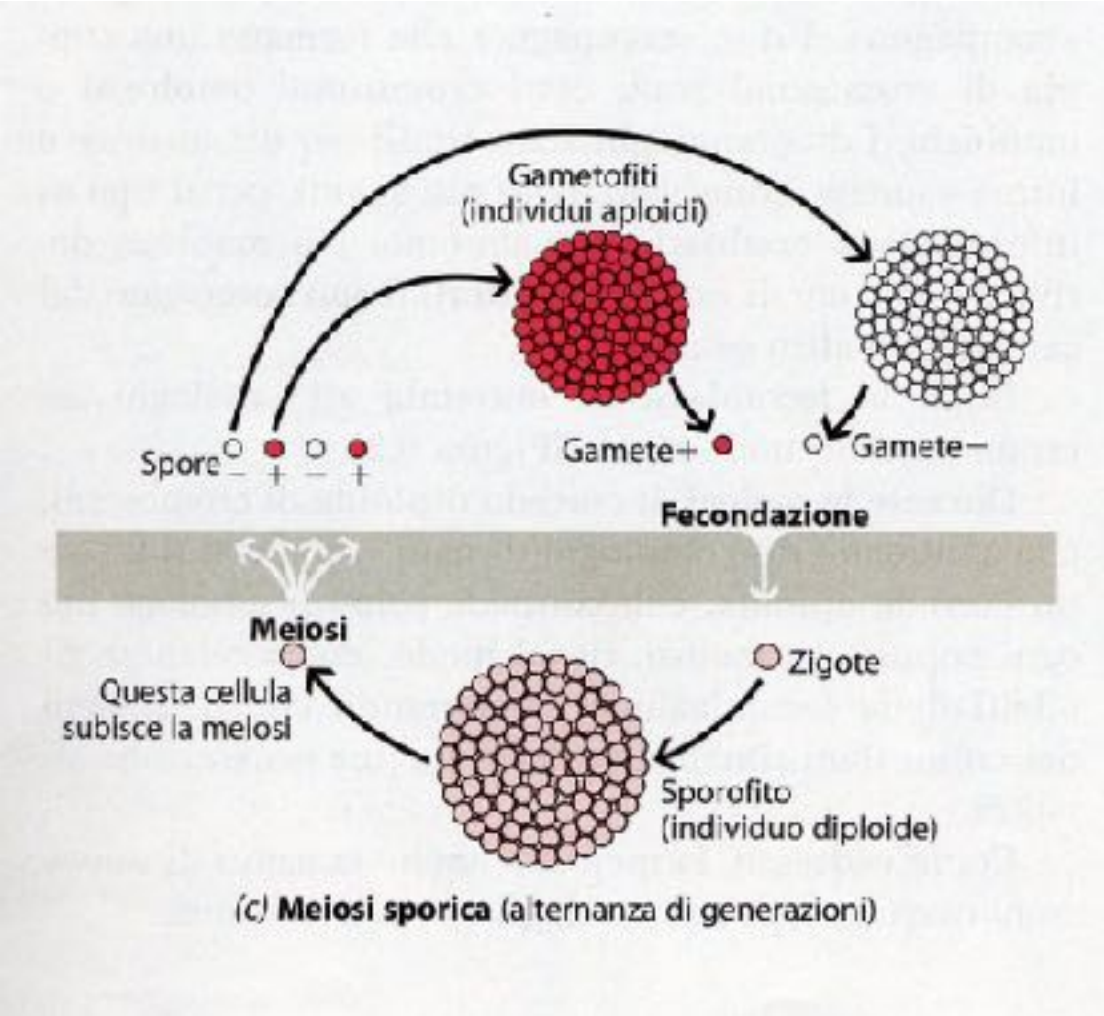


n, aploidia

2 n, diploidia

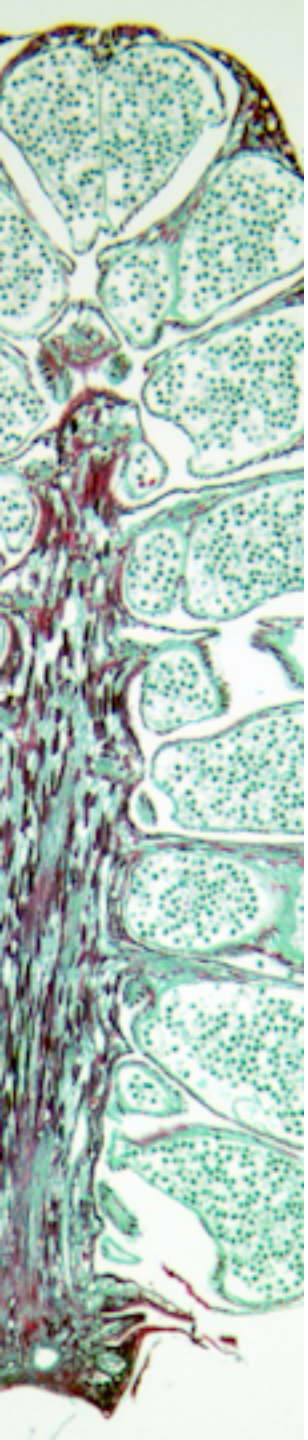


Organismi aplodiplonti, con <u>meiosi sporica</u>



n,
aploidia

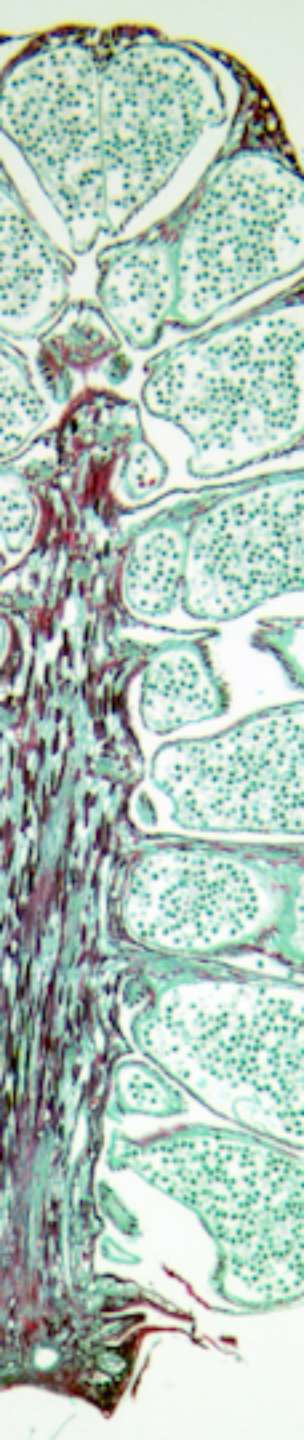
2 n,
diploidia



Ciclo aplontico: meiosi zigotica (ad entrare in meiosi è lo zigote, unica fase del ciclo che si trova in condizione di diploidia)

Ciclo diplontico: meiosi gametica (= si formano gameti)

Ciclo aplodiplontico: meiosi sporica (= si formano meiospore)



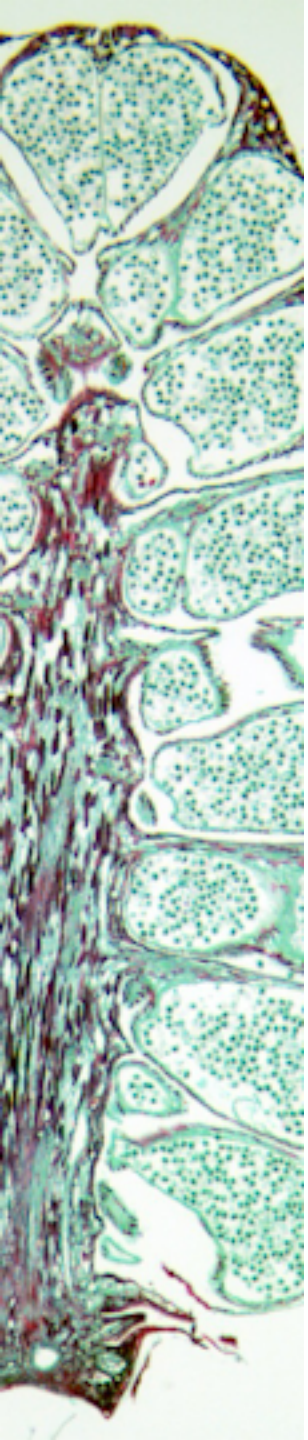
Il concetto di GENERAZIONE

Si indica con il termine "**generazione**" una fase riproduttiva che inizia con un determinato tipo di cellule germinali e che si conclude, dopo un numero variabile di mitosi, con la formazione di un altro tipo di cellule germinali.

La denominazione delle generazioni segue quella delle cellule germinali da loro prodotte:

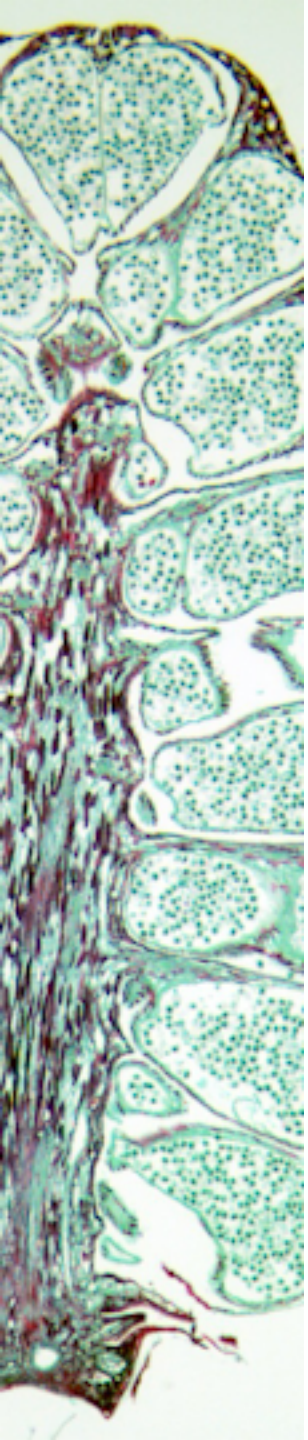
generazione formante gameti = **GAMETOFITO**

generazione formante spore = **SPOROFITO**

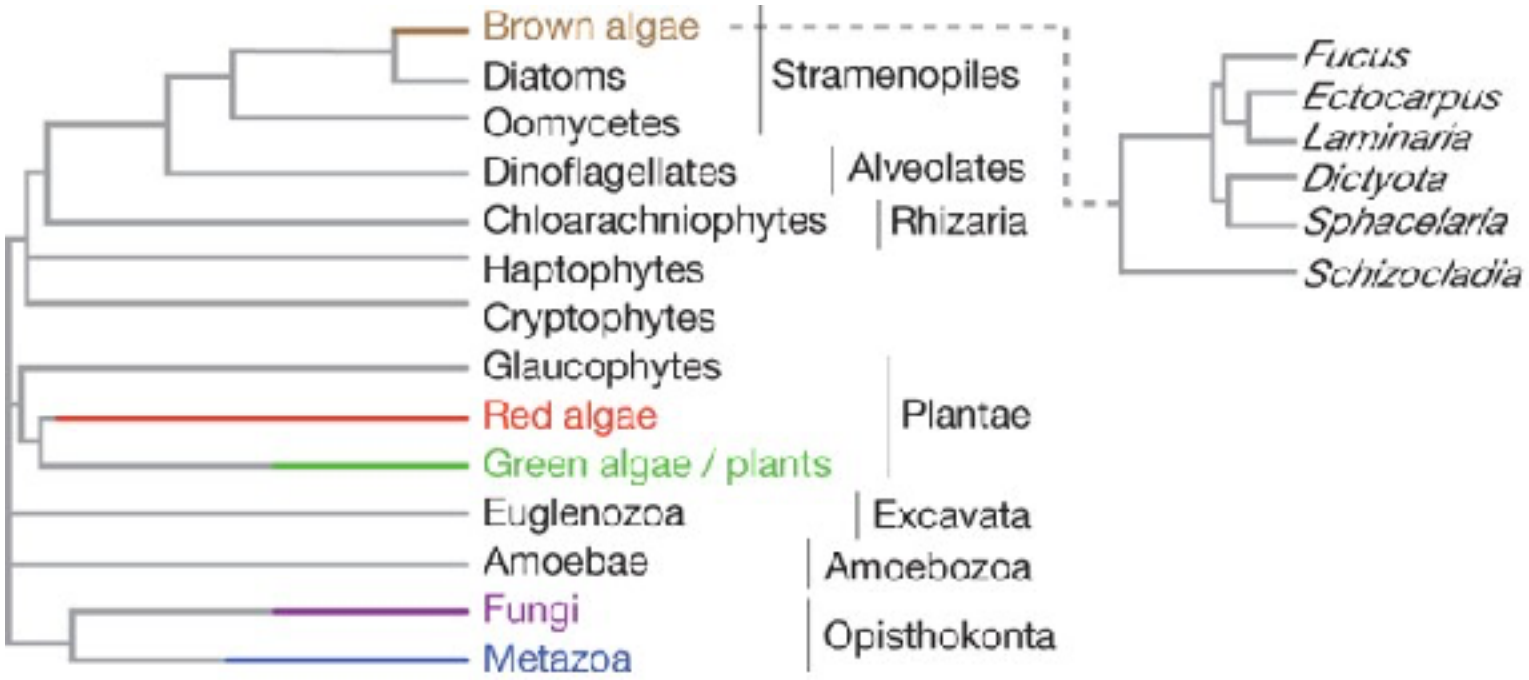


PLANT EVOLUTION TIMELINE

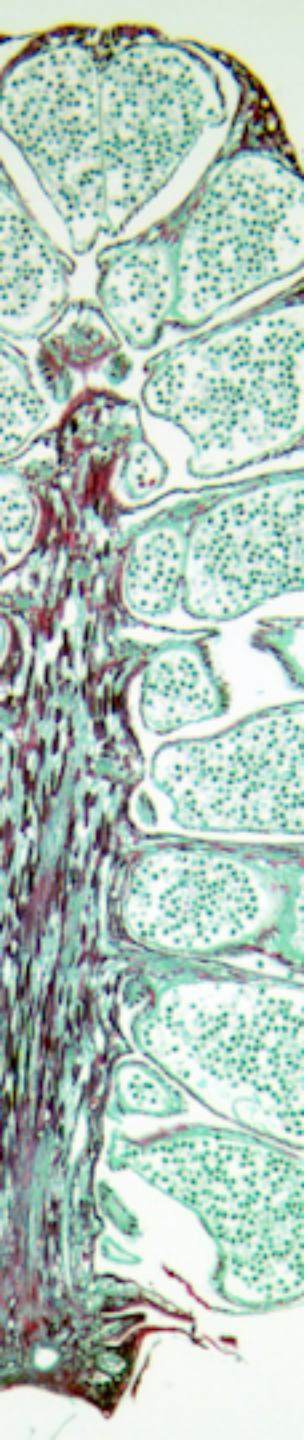
Geologic Time			NON-VASCULAR		VASCULAR				
Era	Period	Years Ago (MYA)	Aquatic	Land	No Seeds	Gymnosperms			Angiosperms
			Algae	Mosses	Ferns	Ginkgos	Conifers	Cycads	Flowering Plants
Cenozoic	Quaternary	1.8							
	Tertiary	65							
Mesozoic	Cretaceous	145							
	Jurassic	213							
	Triassic	248							
Paleozoic	Permian	286							
	Carboniferous	360							
	Devonian	410							
	Silurian	440							
	Ordovician	504							
	Cambrian	544							
PRECAMBRIAN									



Quelle che noi chiamiamo alghe sono un gruppo polifiletico che comprende le alghe verdi, rosse, brune, e altri gruppi fotosintetizzanti.



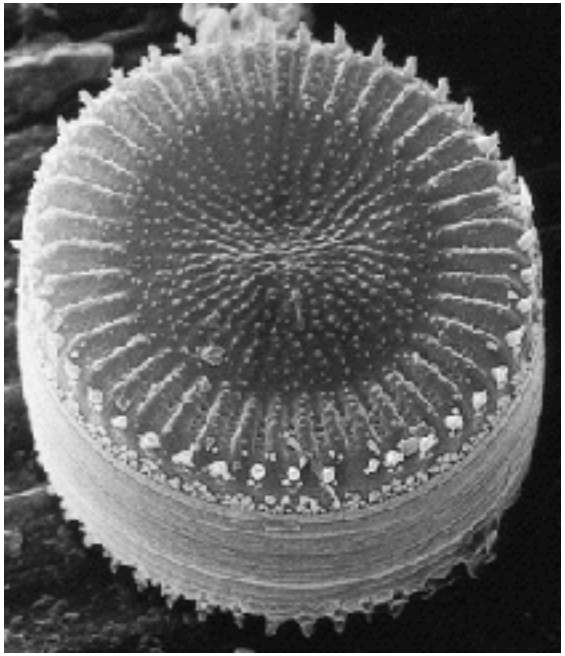
Le alghe verdi sono invece un gruppo parafiletico.

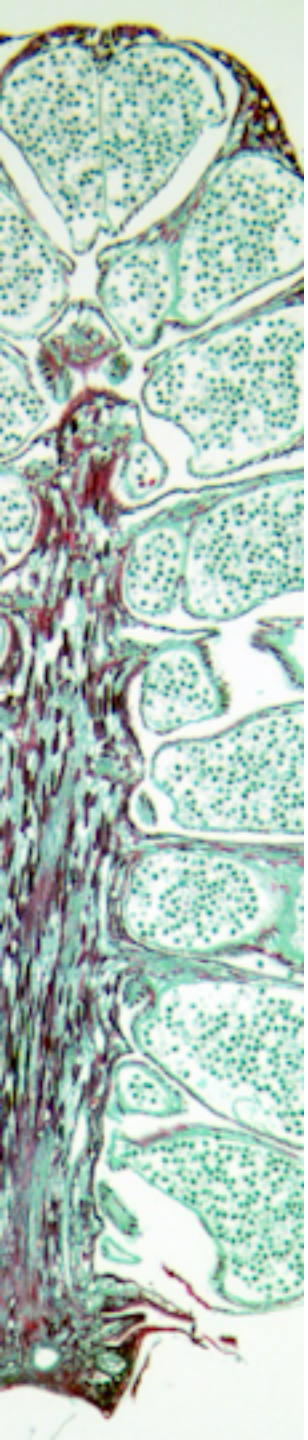


Le diatomee (classe Bacillariophyceae)

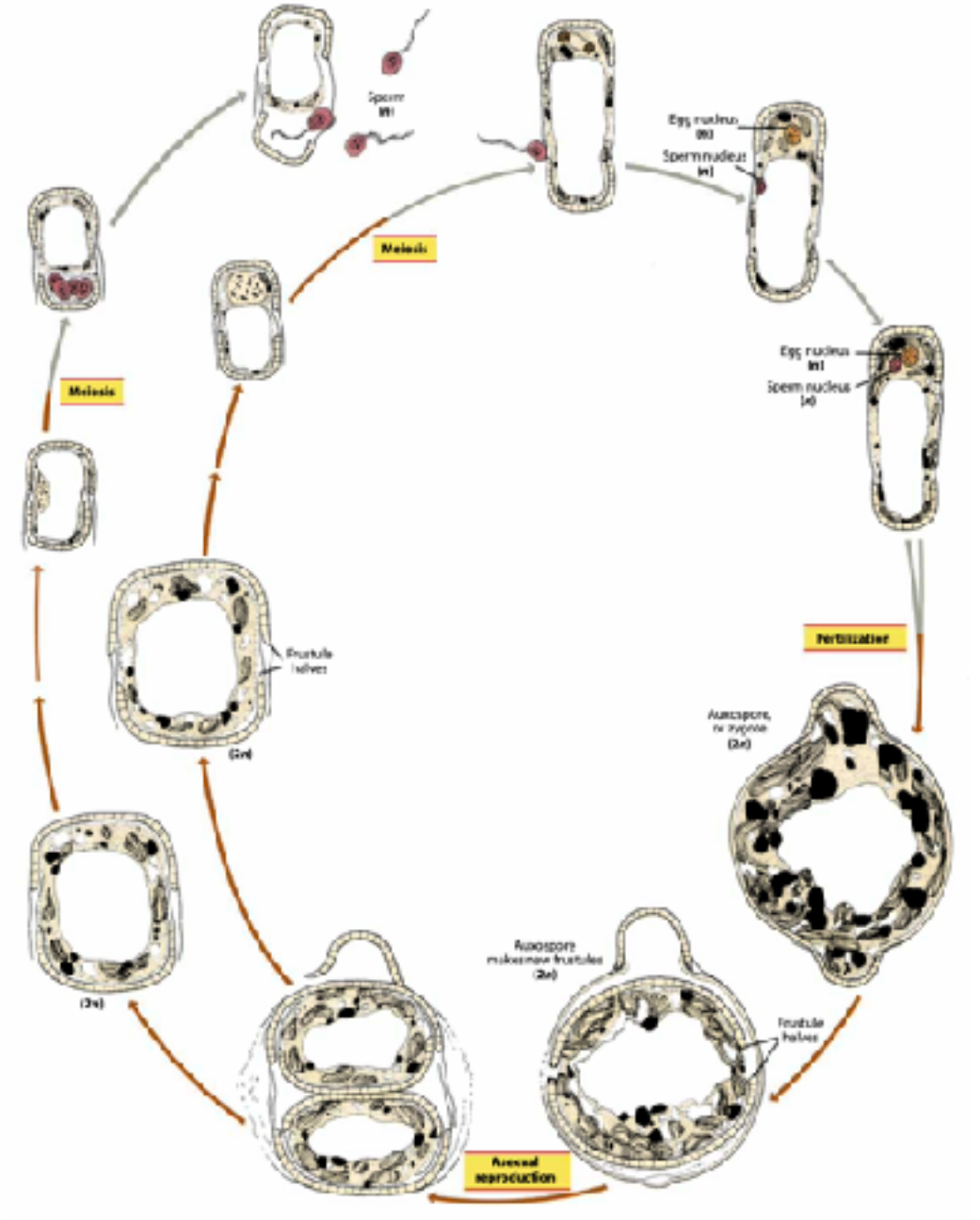
Le diatomee sono responsabili della fissazione di circa il 25% del carbonio totale del pianeta. Sono presenti nelle acque salate e dolci, e si stima che siano la componente principale della biodiversità delle acque polari.
Si distinguono in pennate o centriche, a seconda della simmetria (bilaterale o raggiate) della **teca** o **frustolo**.
Questa è composta da polimeri di ossido di silicio, ed è divisa in due metà che si sovrappone sono come le parti di una capsula petri

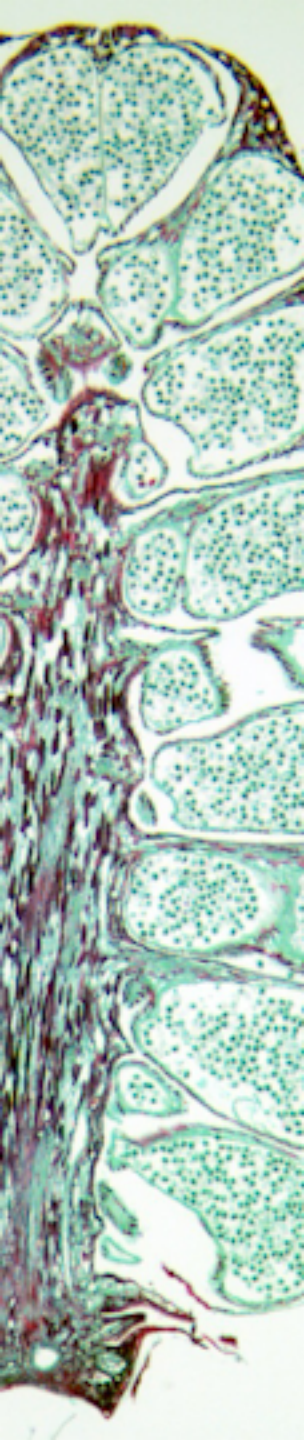






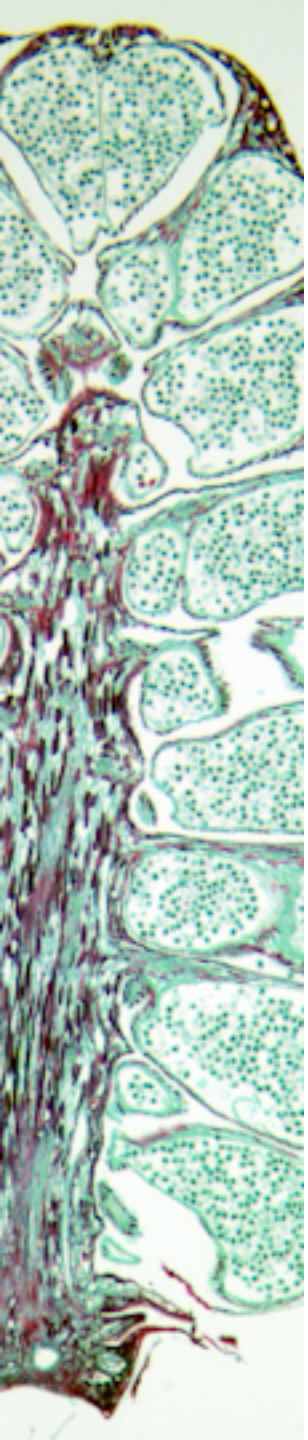
Le diatomee si riproducono per lo più asessualmente.
Tuttavia, mentre in alcune specie i frustoli sono relativamente elastici, e si espandono, permettendo la crescita delle cellule, in altre questi sono rigidi, e man mano che continuano le divisioni le cellule diventano sempre più piccole, visto che la porzione del frustolo che si rigenera dalla divisione è sempre quella inferiore, che si incastra dentro la superiore.
Quando la dimensione arriva al 30% in meno, si innesca la riproduzione sessuale. La meiosi è **gametica**, con un ciclo vitale in cui prevale la fase **diploide**.





Le alghe brune (classe Phaeophyceae)

Le alghe brune sono un gruppo di specie marine, presenti praticamente a tutte le latitudini.
Esistono circa 1500 specie, ma nonostante il numero relativamente limitato, sono dominanti in diversi ecosistemi. Basti ricordare il genere *Sargassum*, nell'omonima area di mare tropicale.
Alcune specie sono capaci di fotosintesi fino a circa 60 metri di profondità, nelle acque più limpide.
Contengono clorofille a e c, e carotenoidi, tra i quali la fucoxantina, una xantofilla che da loro il caratteristico colore bruno. Come materiale di riserva hanno il carboidrato **laminarina**, che viene conservato nei vacuoli.
Nelle specie pluricellulari, il tallo ha una organizzazione che va dai semplici filamenti ramificati, a una vera differenziazione in tessuti. Alcune specie, in particolare nel genere *Laminaria*, hanno un tallo organizzato in un piede che si ancora al substrato, uno stipite, e una lamina.



In questi casi si può anche avere la presenza di tessuti di trasporto, sia i senso verticale, che in senso laterale, qualora le lamine siano particolarmente ampie.

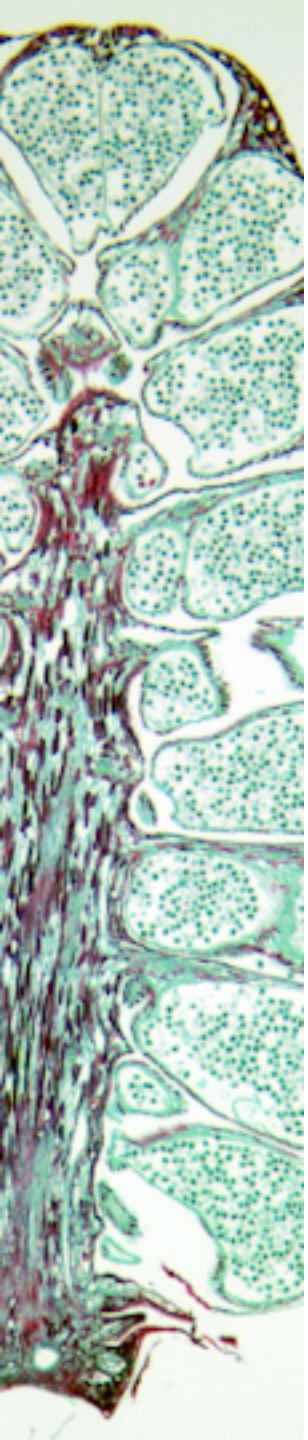
Alcuni generi formano ammassi galleggianti, mentre altri, quelli con un piede, si ancorano ai substrati litici.

In questo gruppo si trovano sia casi di **meiosi sporica**, con **alternanza di generazione eteromorfa** (*Laminaria*), che casi di **meiosi gametica**, quindi con ciclo vitale diploide (*Fucus*).

Laminaria produce gametofiti maschili e femminili di piccole dimensioni. Vi è oogamia, e lo sporofito cresce sul gametofito femminile prima di diventare indipendente. La meiosi è sporica, e il ciclo è **aplodiplonte**.

Anche in Fucus vi è anche oogamia, ma il ciclo è **diplonte**. Lo zigote viene immediatamente liberato, e da origine a uno sporofito.

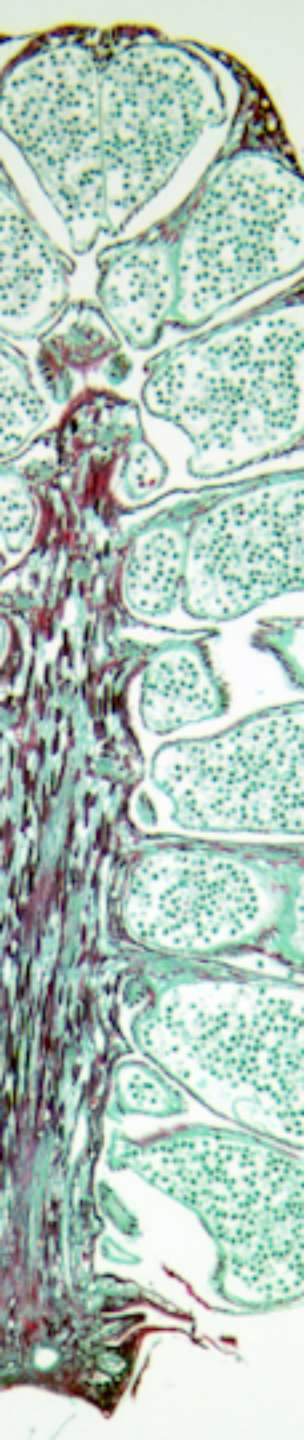
Fucus vesciculosus



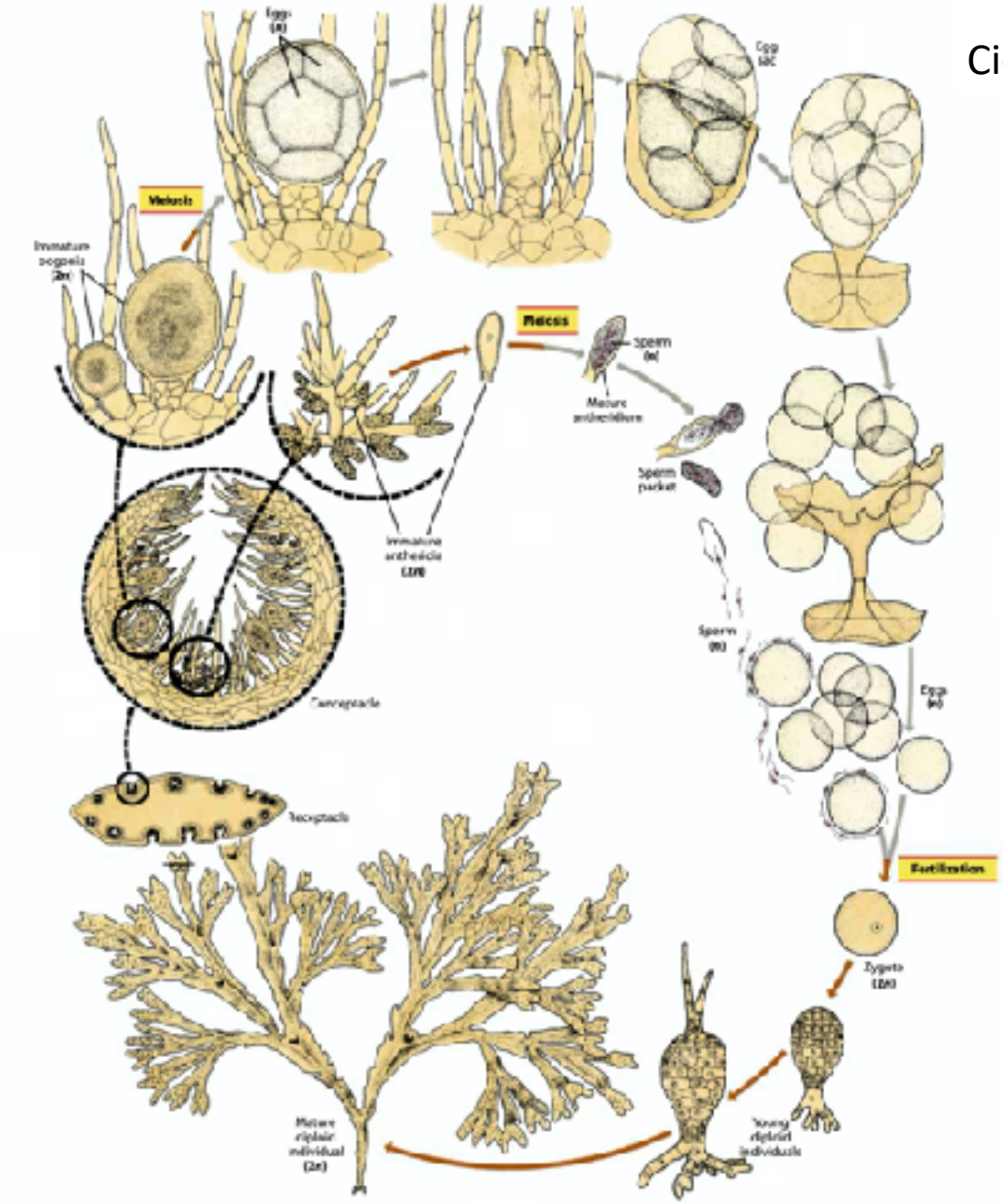


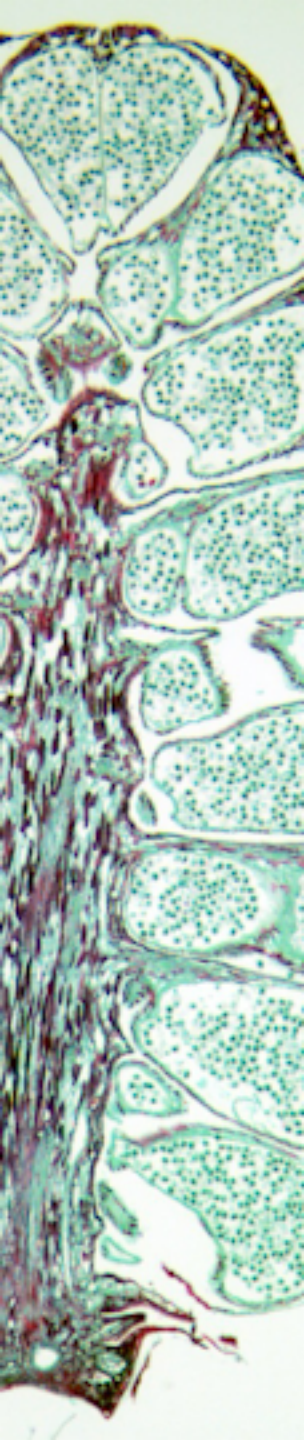






Ciclo di *Fucus*

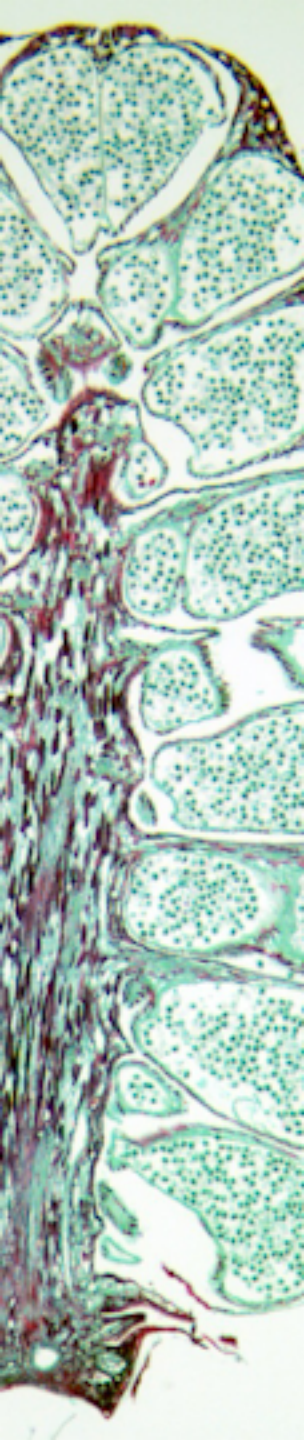




La meiosi porta alla formazione (dopo un certo numero di ulteriori divisioni mitotiche delle cellule aploidi) di gameti che sono morfologicamente e funzionalmente distinti e formati all'interno di organi diversi, i concettacoli.

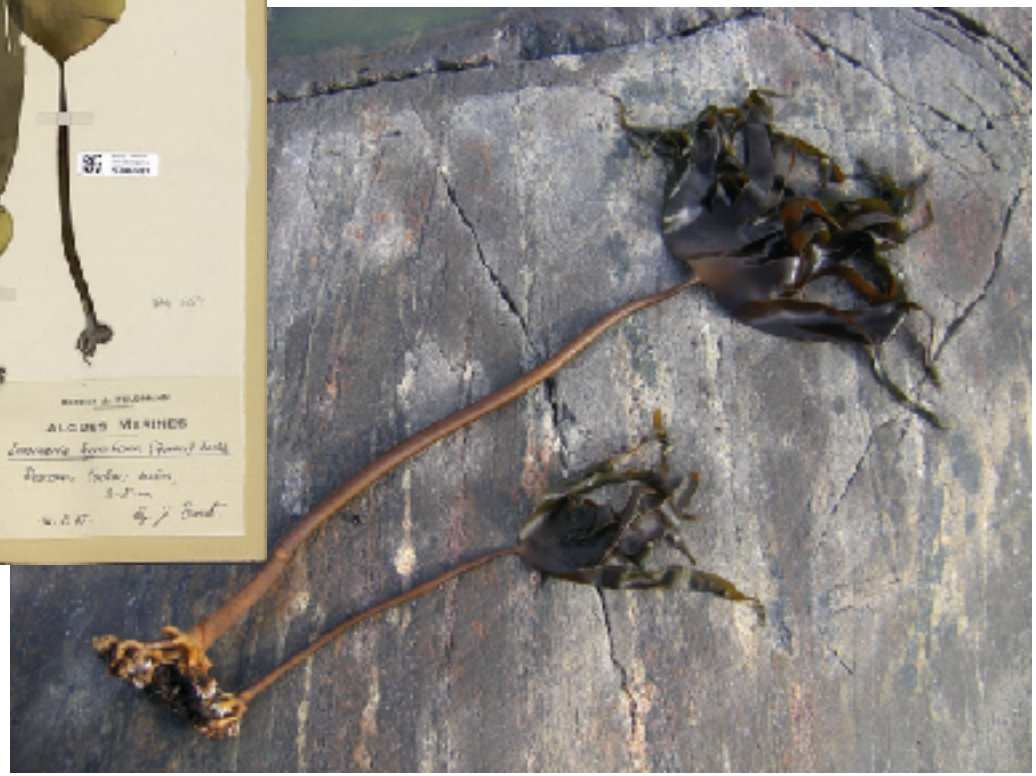
I **concettacoli maschili** sono caratterizzati al loro interno da brevi filamenti che all'apice portano **anteridi** uniloculari oblunghi.
In ogni anteridio si trova una singola cellula madre che subisce meiosi, formando 4 cellule aploidi (tetrade) che subiscono 4 successive mitosi. Si fomano così 64 spermatozoidi flagellati.

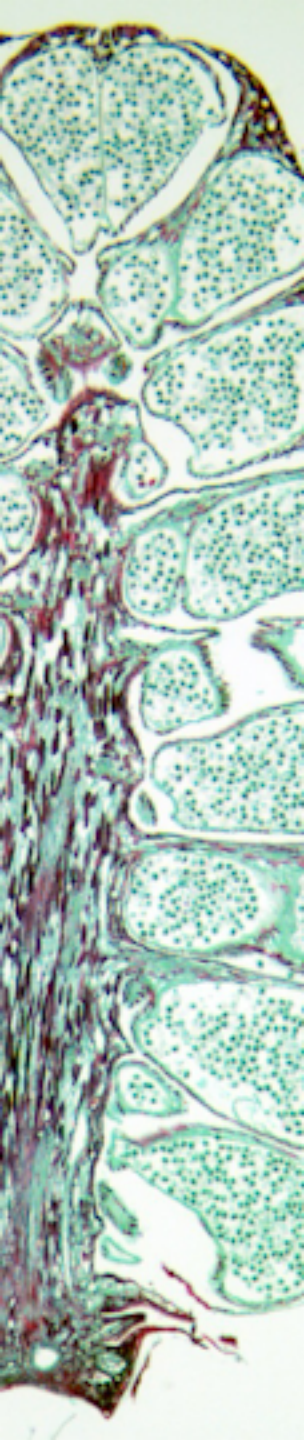
I **concettacoli femminili** presentano **oogoni** sferici portati da brevi peduncoli.
In ogni oogonio si trova una cellula madre, che si divide mitoticamente in una cellula basale sterile e in una fertile; quest'ultima subisce meiosi per dare 4 cellule aploidi che infine subiscono 1 mitosi producendo in tutto 8 oocellule.
L'involucro lacerandosi mette in libertà le cellule uovo. Dalla fecondazione trae origine lo zigote che in seguito allo sviluppo porta alla formazione di un nuovo sporofito subito indipendente.



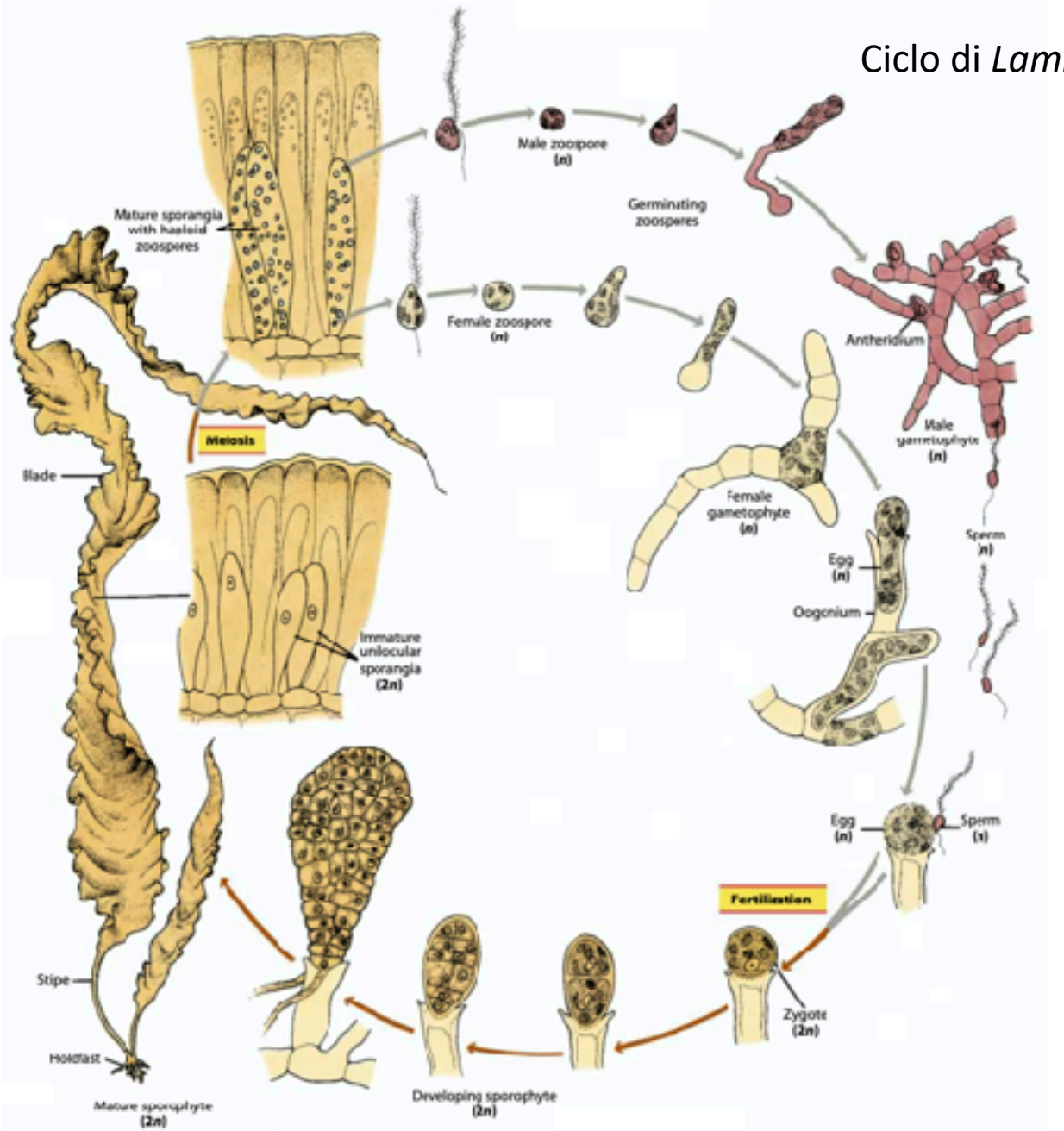


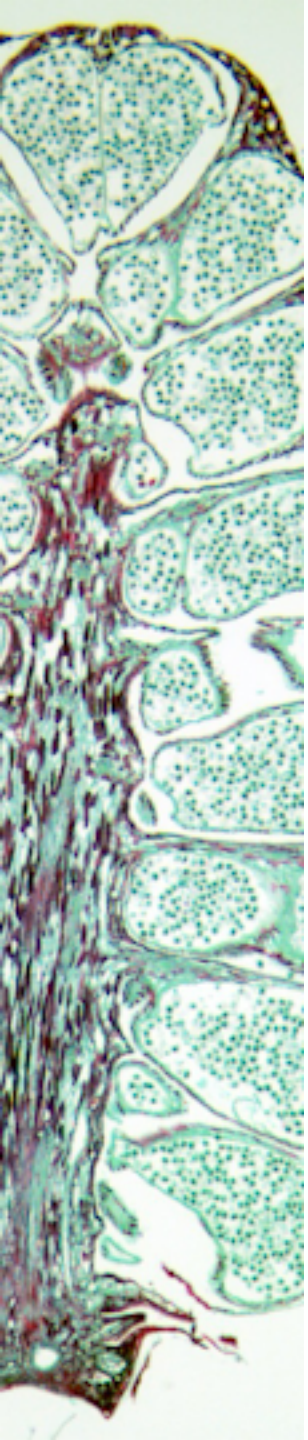
Laminaria hyperborea





Ciclo di *Laminaria*



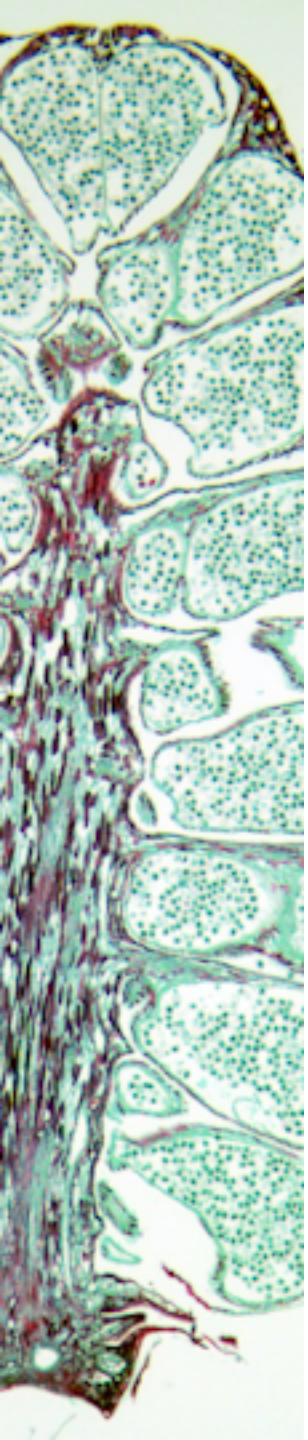


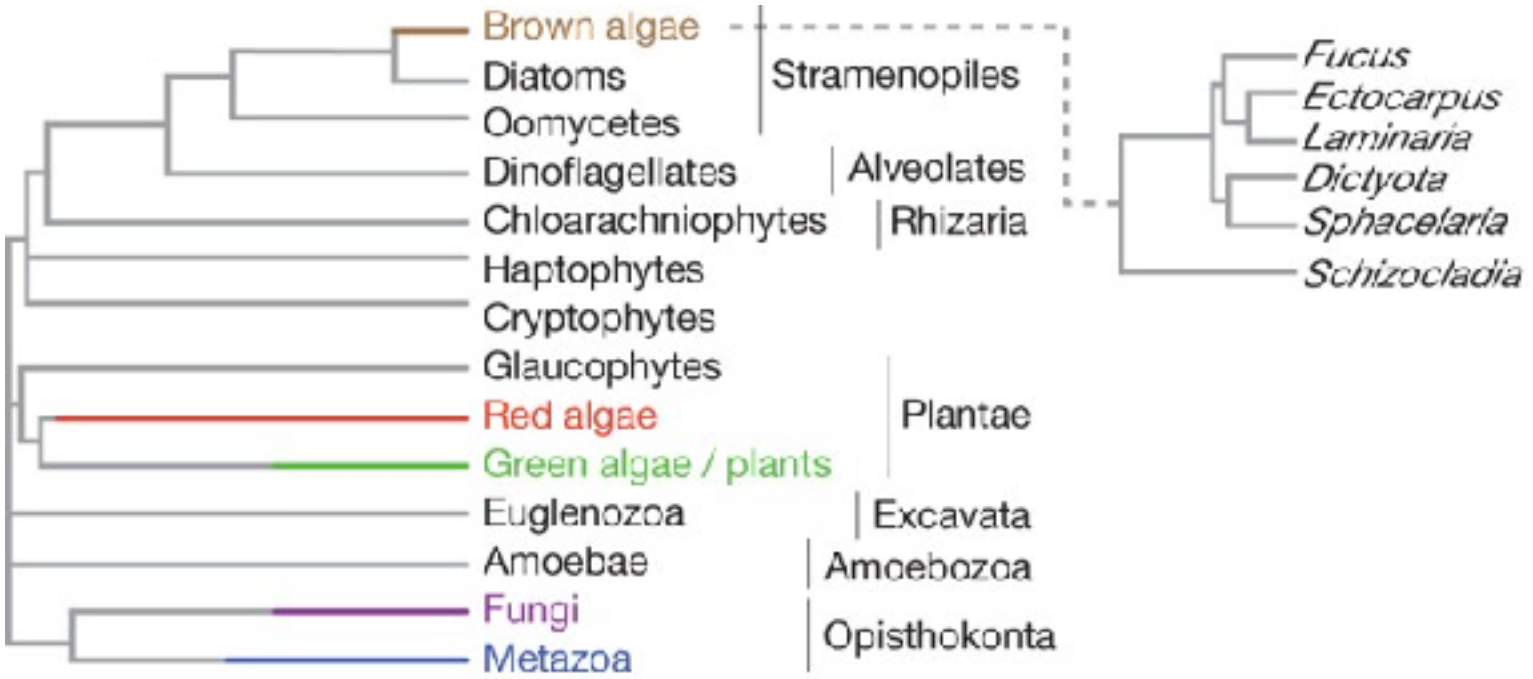
La meiosi avviene in **sporangi uniloculari**, e porta alla formazione di un elevato numero di zoospore aploidi flagellate, ognuna delle quali ha il 50% di possibilità di svilupparsi in un gametofito maschile o femminile. I gametofiti sono ridotti rispetto allo sporofito, e quindi vi è alternanza di generazione eteromorfa.

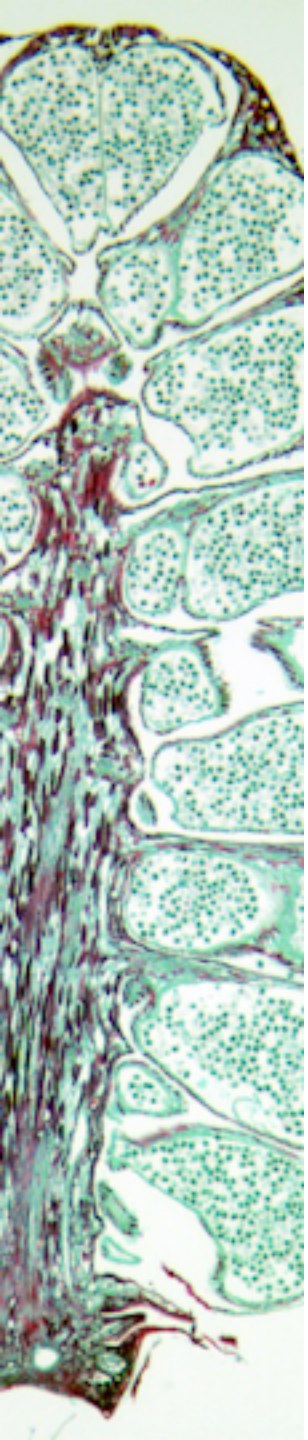
I **gametofiti maschili** portano degli **anteridi** unicellulari, ognuno dei quali da origine a un solo spermio.

I **gametofiti femminili** presentano **oogoni** unicellulari, ognuno dei quali da origine a una sola cellula uovo.

Dopo la fecondazione, la cellula uovo resta ancorata al gametofito femminile, fino a svilupparsi in un nuovo sporofito.

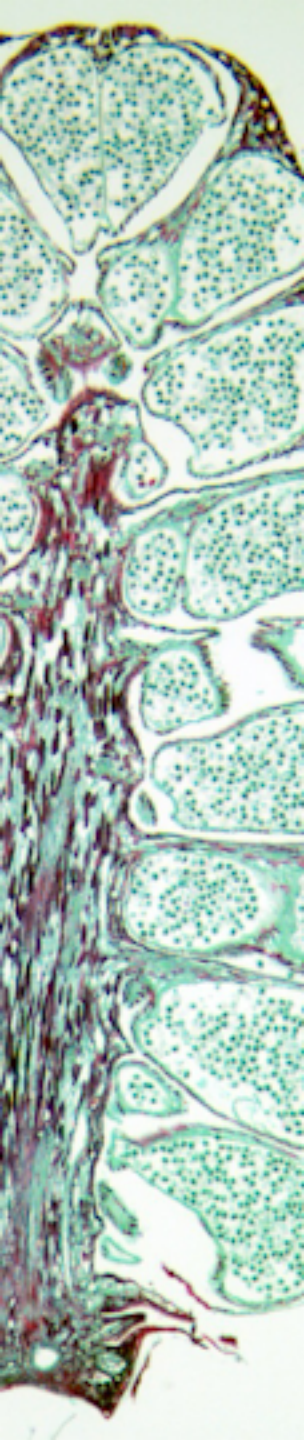



Brown algae
Diatoms
Oomycetes
Stramenopiles
Dinoflagellates
Alveolates
Chloarachniophytes
Rhizaria
Haptophytes
Cryptophytes
Glaucophytes
Red algae
Green algae / plants
Plantae
Euglenozoa
Excavata
Amoebae
Amoebozoa
Fungi
Metazoa
Opisthokonta
Fucus
Ectocarpus
Laminaria
Dictyota
Sphacelaria
Schizocladia



Le alghe rosse (Phylum Rodophyta)

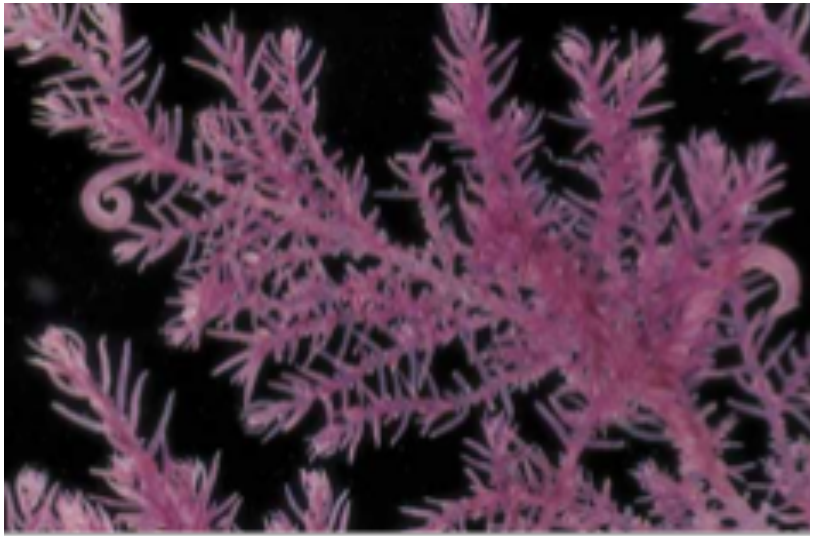
Le alghe rosse sono abbondanti in acque tropicali e temperate, anche se alcune specie possono essere presenti nelle regioni più fredde.
Esistono circa 6000 specie, in più di 500 generi.
Tra le alghe, le rodofite hanno caratteristiche molto particolari, prima fra tutte l'assenza di centrioli, che sono sostituiti nell'organizzazione dei microtubuli da degli anelli polari. Inoltre, come sostanza di riserva hanno il cosiddetto "**amido delle floridee**", sostanza che in realtà è più simile al glicogeno che all'amido vero e proprio.
A questo gruppo appartengono le alghe coralline (ordine Corallinales), ovvero quelle che possono accumulare carbonato di calcio nel loro tallo, formando delle concrezioni resistenti. La loro presenza aiuta a stabilizzare la struttura delle barriere coralline.
Come pigmenti fotosintetici contengono clorofilla a e ficobilina, che con suo colore rosso maschera il verde della clorofilla.

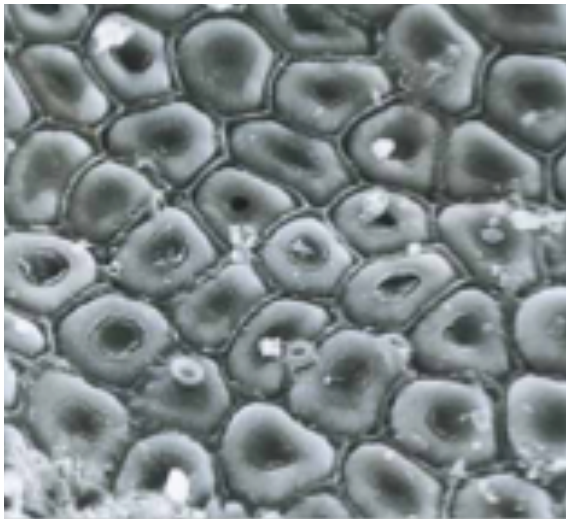


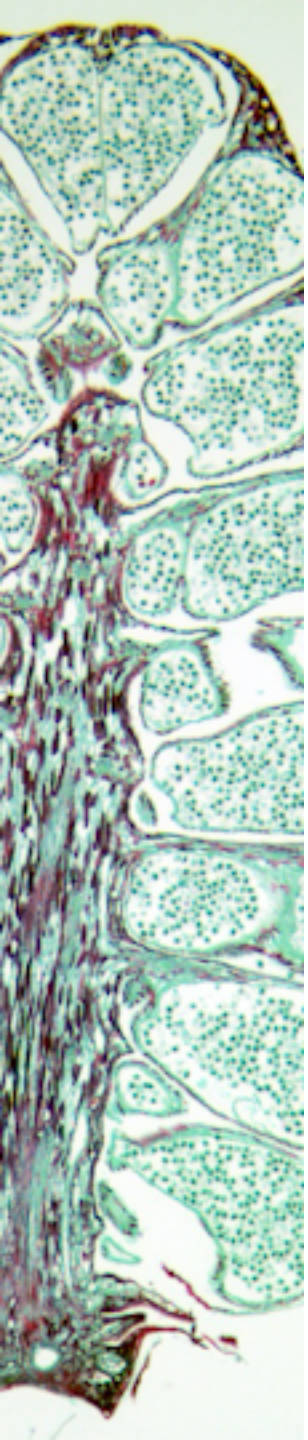
Le ficobiline sono molto efficienti nella cattura delle lunghezze d'onda del verde e del blu-verde, che sono quelle che possono arrivare alle profondità più elevate in mare aperto. Alcune specie di alghe rosse sono in grado di fare fotosintesi anche a oltre 250 metri di profondità, ove la quantità di luce disponibile è lo 0,0005% di quella disponibile in superficie.

I loro cloroplasti sono molto simili, biochimicamente e strutturalmente, ai cianobatteri dai quali quasi certamente sono derivati per endosimbiosi.

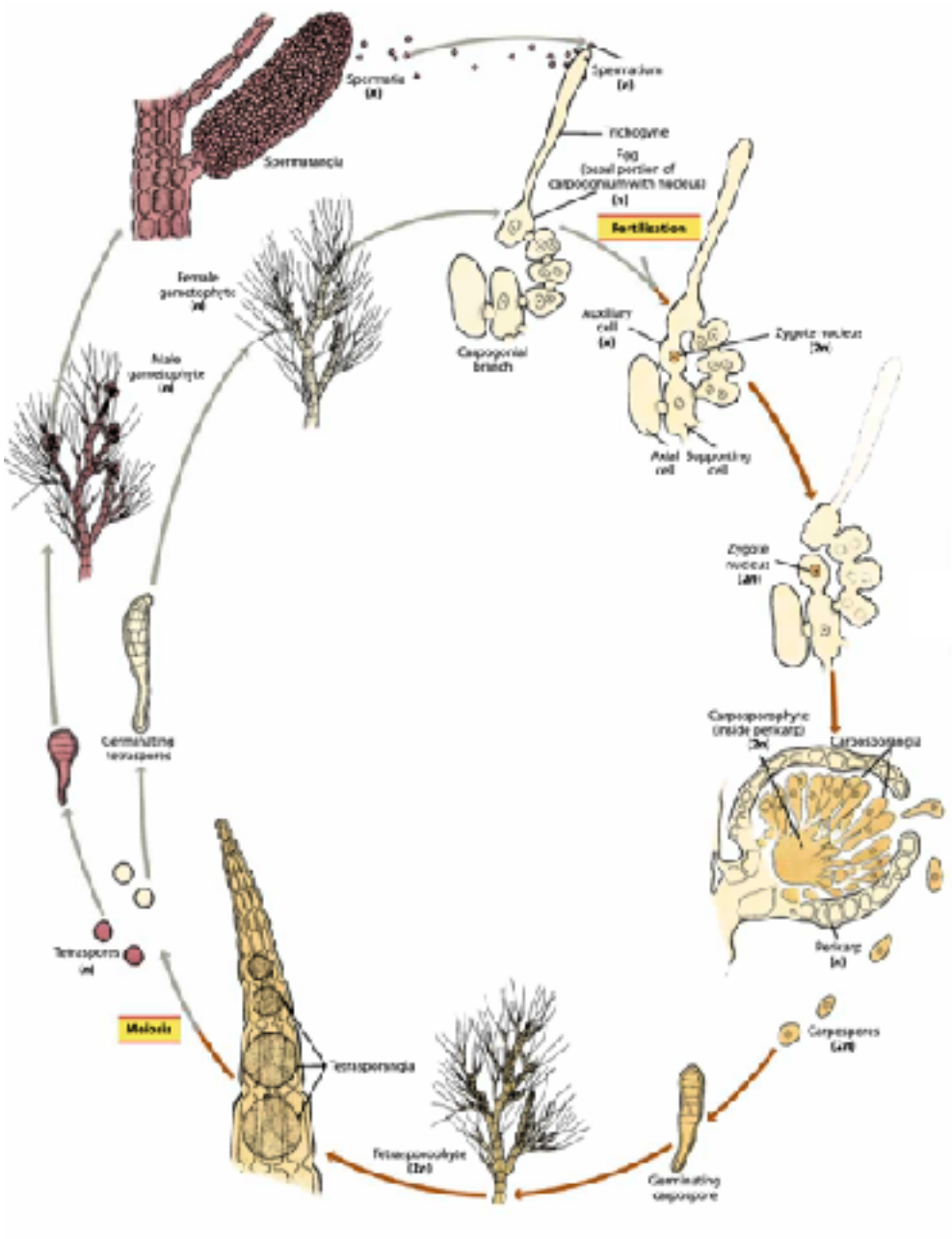
Alcune specie hanno anche perso i pigmenti durante l'evoluzione, e vivono da parassite su altre alghe rosse.

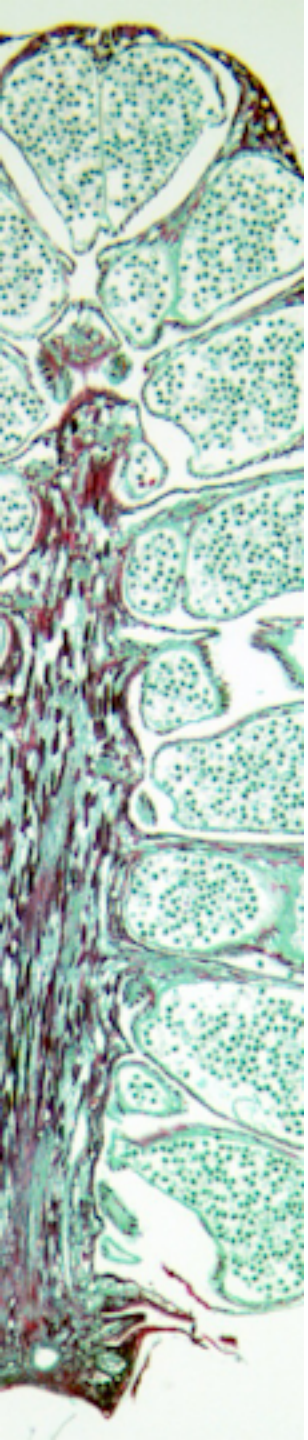






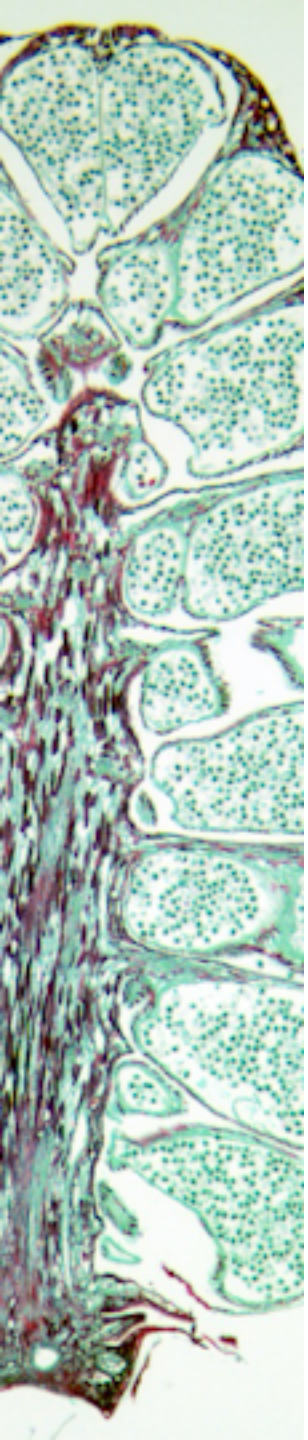
Polysiphonia fornisce un esempio di ciclo riproduttivo nelle alghe rosse pluricellulari. Vi è una **alternanza di generazione isomorfa** tra splorofito (2n) e gametofito (n), quindi abbiamo meiosi sporica.
I gameti maschili (**spermazi**) non sono flagellati, caratteristica questa pressoché unica tra le alghe. Questo da loro una limitata mobilità, affidandoli alle correnti per il raggiungimento della cellula uovo.
In questo senso, <u>il vantaggio della meiosi sporica è la formazione di molti gametofiti, e quindi moltissimi gameti, cosa cha aumenta la probabilità di fecondazione delle cellule uovo.</u>





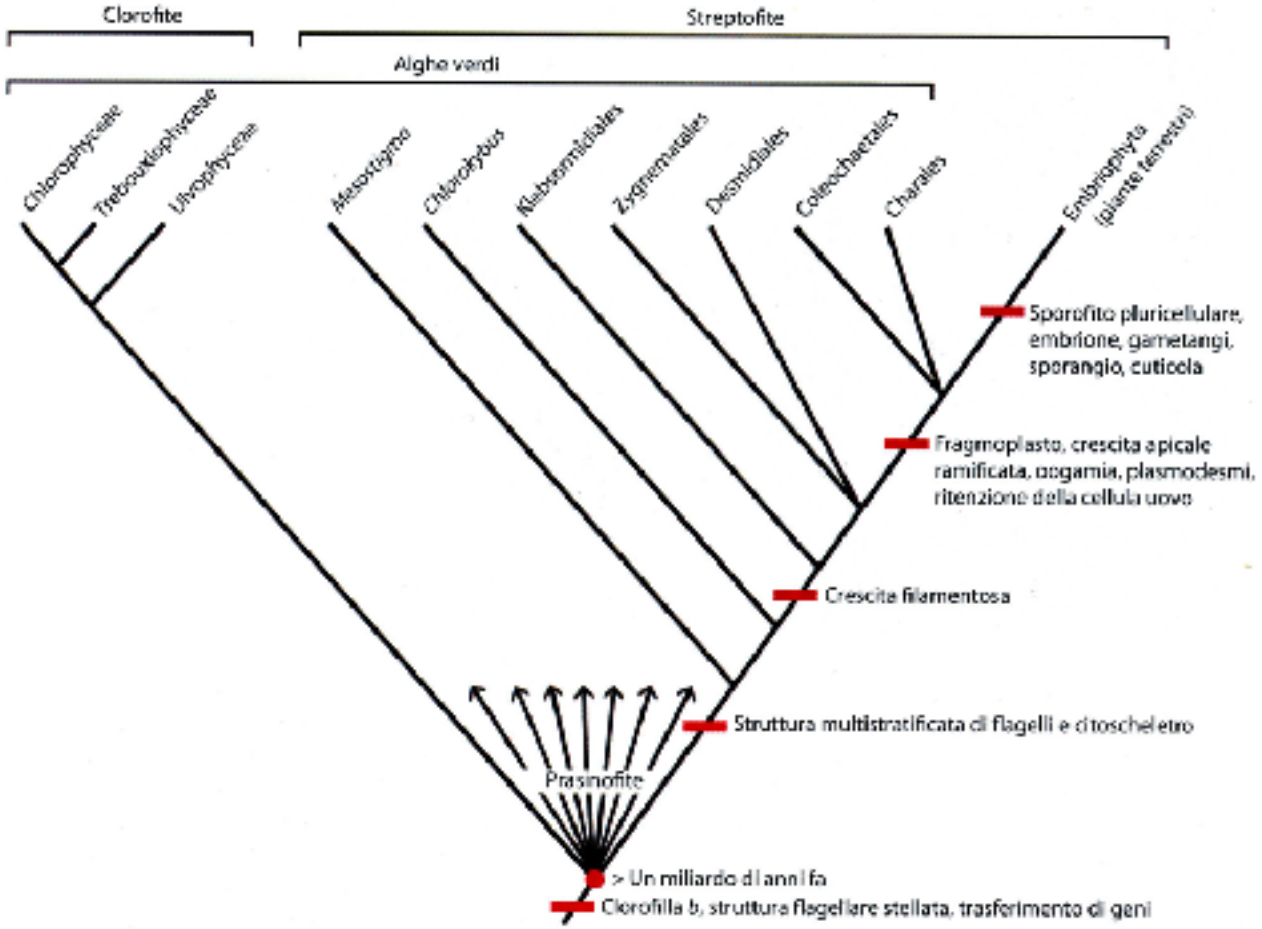
Altra caratteristica interessante del ciclo di *Polysiphonia* è la presenza di una ulteriore generazione diploide, ovvero il **carposporofito**.
Questo è una struttura che si origina sul gametofito femminile, a partire dallo zigote diploide. È circondato da tessuto aploide (pericarpo) originato dal gametofito. Il carposporofito produce **carposporangi**, dai quali si liberano le **carpospore** (2n), ognuna delle quali da origine a un **tetrasporofito**.
Ogni carposporofito può dare origine anche a 5000 carpospore. Anche questo è un adattamento per massimizzare il successo di ogni evento riproduttivo sessuale. Siccome la ridotta motilità degli spermazi non flagellati riduce il numero di eventi riproduttivi sessuali, ognuno di questi deve essere massimizzato tramite efficace disseminazione dei suoi risultati.

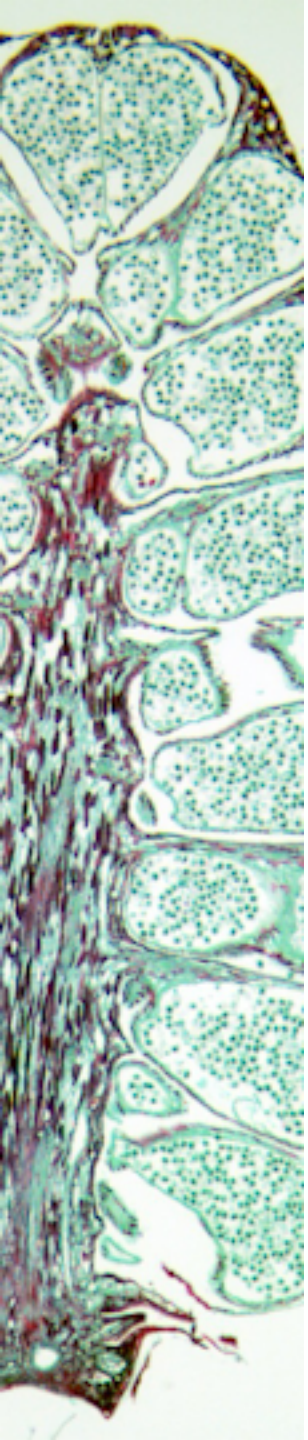
Il caso di *Polysiphonia* è una caso di alternanza di generazione isomorfa, ma esistono tra le alghe rosse anche casi di alternanza eteromorfa.



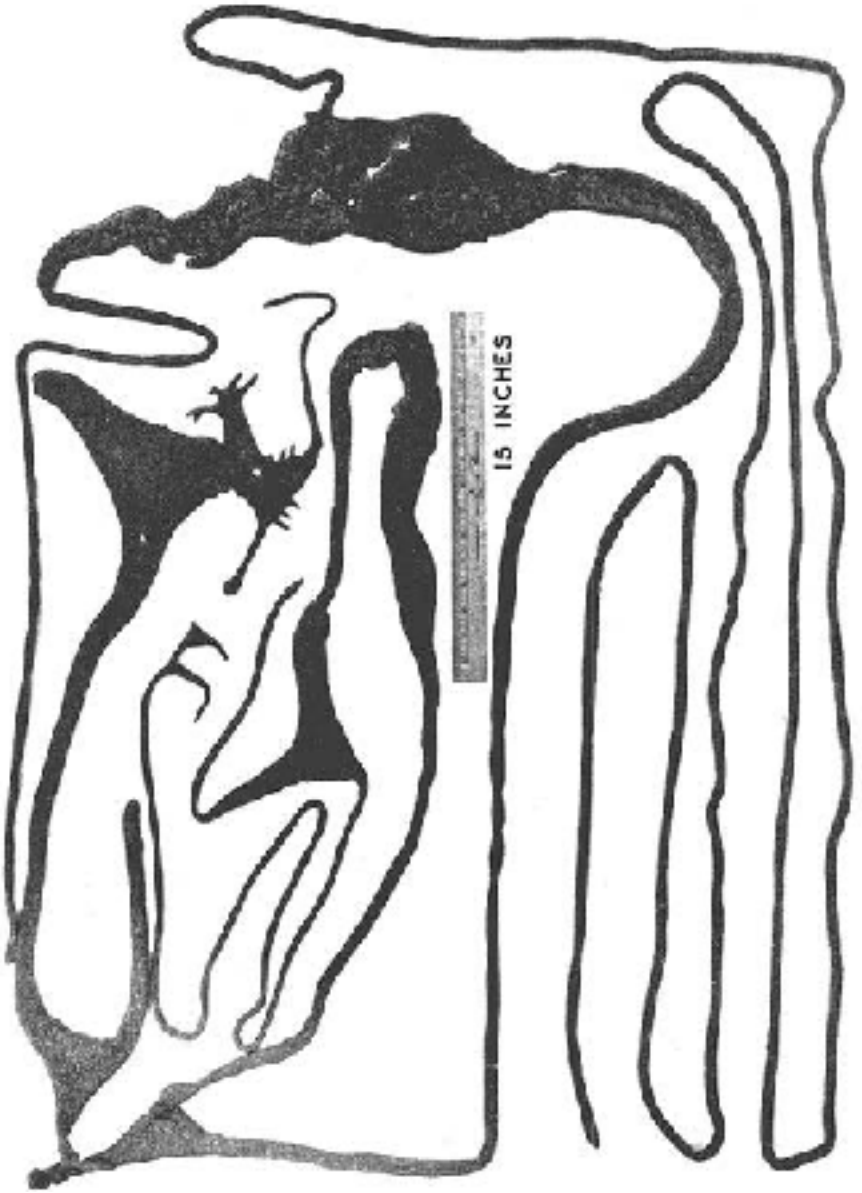
Le alghe verdi

Le alghe verdi, come detto, sono un gruppo parafiletico. Derivano da un comune antenato flagellato fotosintetizzante, che ha dato origine a due gruppi principali, Clorofite e Streptofite.

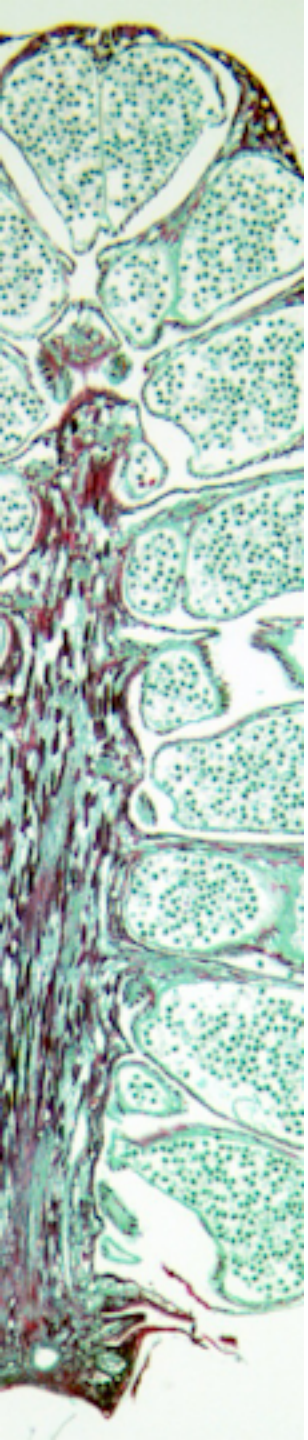




Tutte le alghe verdi hanno clorofille a e b, e carotenoidi. In alcuni casi questi sono così abbondanti da conferire alle alghe colori che vanno dall'arancione al marrone.
La maggior parte delle specie è dulciacquicola, ma vi sono anche diversi gruppi marini. Possono essere unicellulari, o multicellulari e, nel caso di alcune specie marine, anche molto grandi, come nel caso di *Codium magnum*, che può raggiungere gli 8 metri.

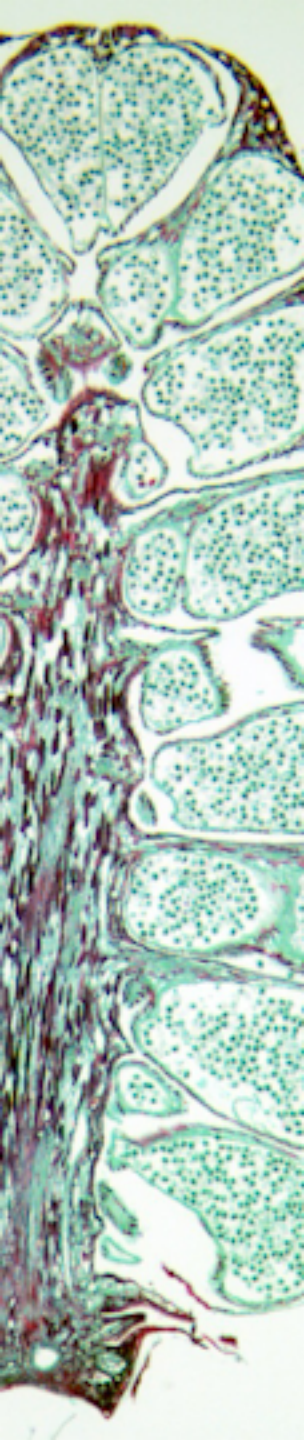


1 inch = 2.54 cm



Tra le alghe verdi distinguiamo tre classi: **Chlorophyceae** e **Charophyceae**, con meiosi zigotica, e ciclo vitale aplonte, e le **Ulvophyceae**, con meiosi zigotica o sporica, e quindi con ciclo vitale aplonte o aplodiplonte.
Le Charophyceae sono il gruppo evolutivamente più affine alle piante terrestri.

Group	Flagellar Apparatus	Photorespiratory Enzymes	Mitosis	Cytokinesis	Habitat (primary)	Life History
Chlorophyceae	Symmetrical root system; flagellar roots associated with basal bodies (centrioles)	Glycolate dehydrogenase	Closed, nonpersistent spindle	Furrowing phycoplast, some with cell plate and plasmodesmata	Freshwater or terrestrial	Zygotic meiosis
Ulvophyceae	Symmetrical root system; flagellar roots associated with basal bodies (centrioles)	Glycolate dehydrogenase	Closed, persistent spindle	Furrowing	Marine or terrestrial	Zygotic meiosis or alternation of generations with sporic meiosis or gametic meiosis
Charophyceae	Asymmetrical flagellar root system; often associated with multilayered structure	Glycolate oxidase and catalase in peroxisome	Open, persistent spindle	Furrowing, some with cell plate, phragmoplasts and plasmodesmata	Freshwater or terrestrial	Zygotic meiosis



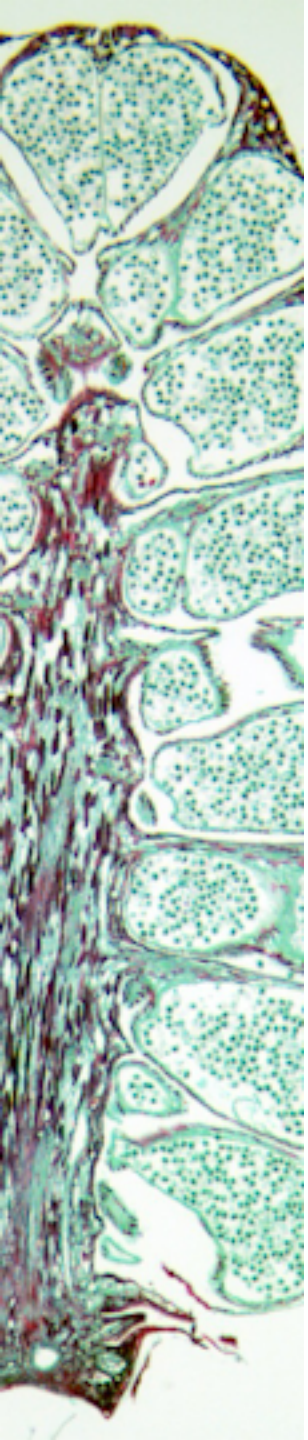
Tutte le alghe verdi, come le piante, accumulano **amido** nei plastidi.

Certi generi hanno pareti cellulari costituite da polisaccaridi cellulosici, emicellulose e sostanze pectiche, come le piante.

Inoltre, i dettagli ultrastrutturali delle cellule riproduttive flagellate di alcune alghe sono simili a quelli degli anterozoidi delle piante.

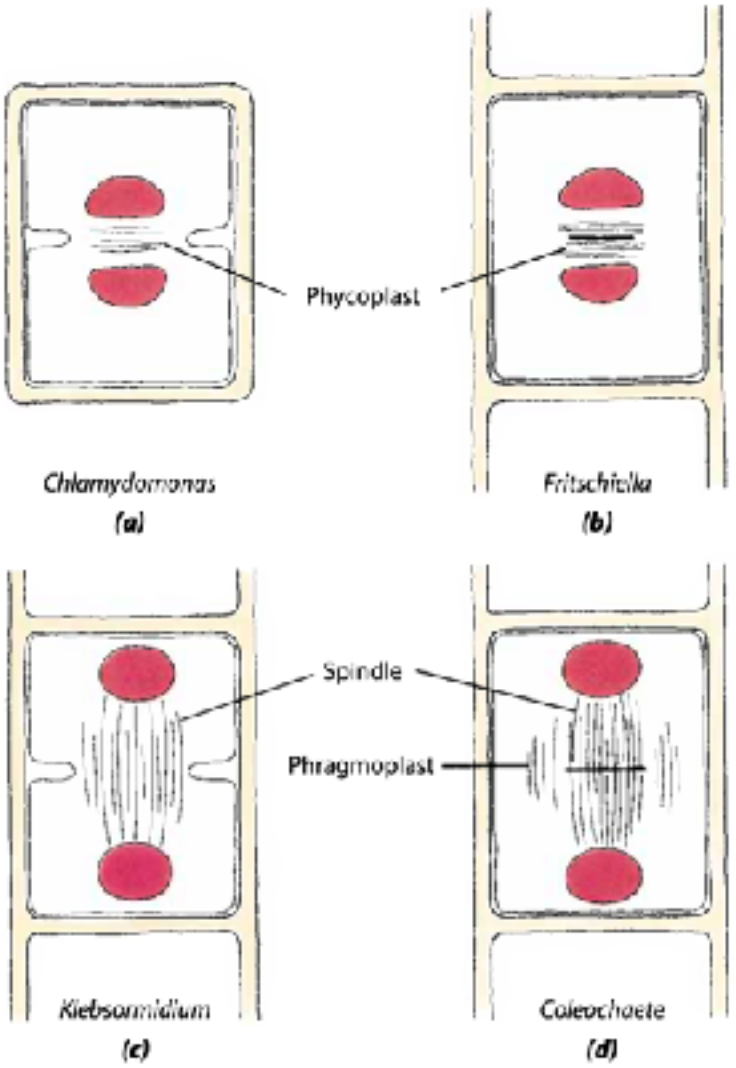
Questi, e molti dettagli biochimici, stanno a indicare che vi sia evolutivamente parlando una relazione moto stretta tra alghe verdi e piante.

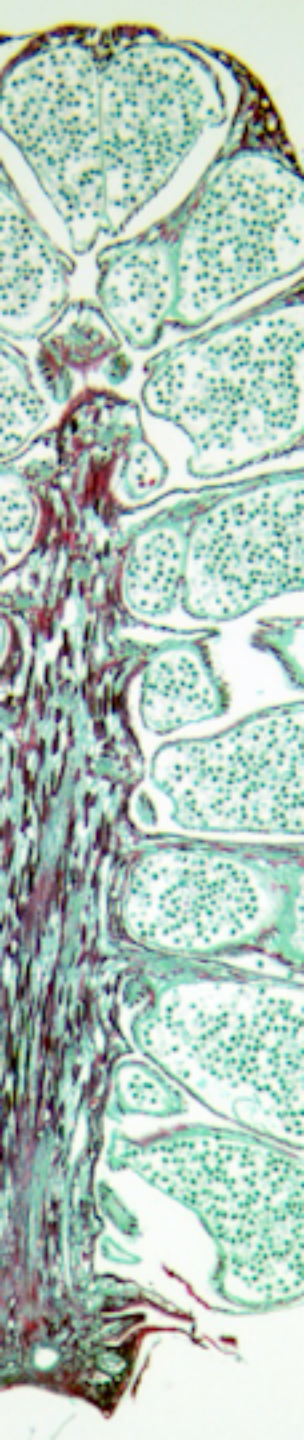
Abbiamo già visto come, tra le alghe verdi, siano le Charophyceae quelle più vicine alle embriofite. Questi due gruppi hanno sicuramente un “recente” antenato in comune.

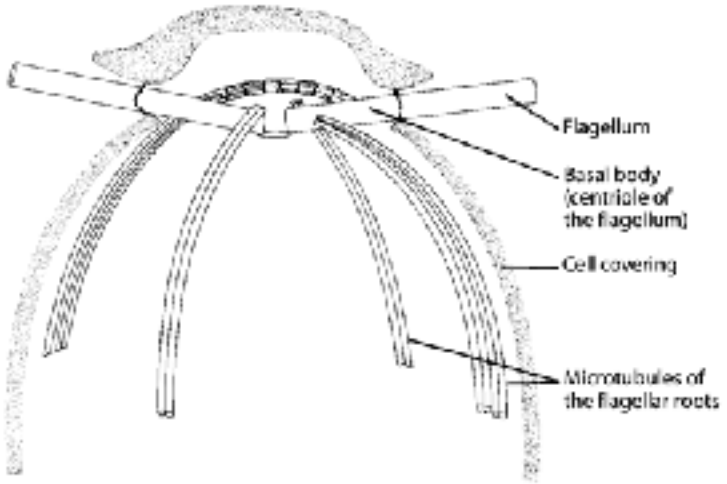


Nella classe Chlorophyceae vi è un fuso mitotico non permanente, che si dissolve alla divisione cellulare. I nuclei figli vengono tenuti separati da un nuovo apparato di microtubuli, il ficoplasto. Questo guida la formazione del solco di divisione formato dal ripiegamento della membrana plasmatica.

Nelle altre classi il fuso non si dissolve. In alcune Charophyceae si può anche formare un fragmoplasto del tutto analogo a quello delle piante.

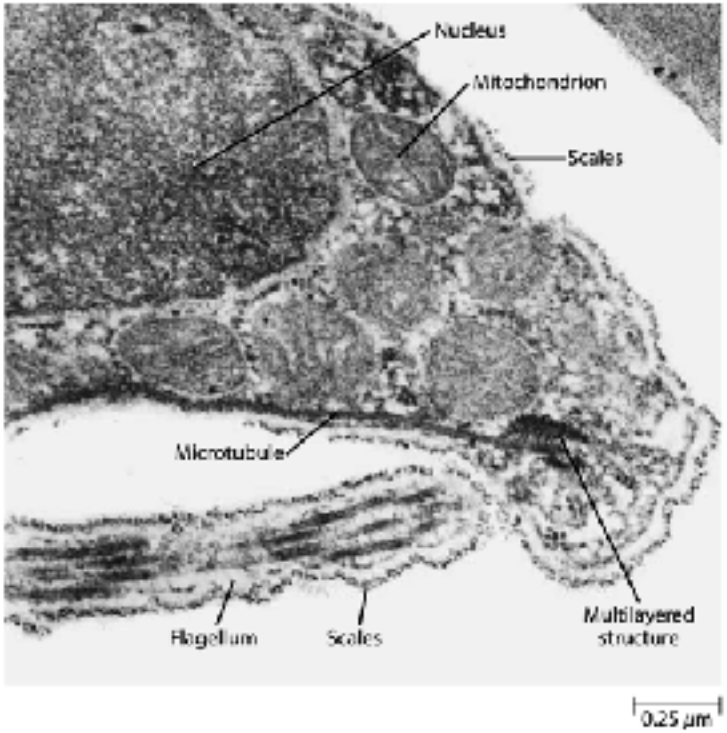




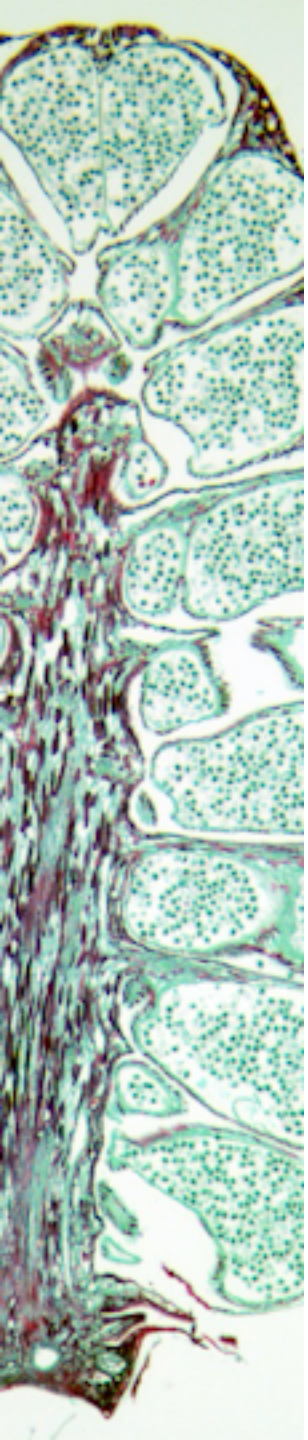


15–32 Flagellar roots Diagram of the cross-shaped arrangement of four narrow bands of microtubules known as flagellar roots. These flagellar roots are associated with the flagellar basal bodies (centrioles) and are characteristic of green algae of the class Chlorophyceae.

A differenza del sistema di ancoraggio dei corpi basali dei flagelli a croce delle Chlorophyceae, nelle Charophyceae vi è un sistema di radici flagellali molto simile a quello presente nelle cellule spermatiche delle briofite e di alcune piante vascolari. Questo sta a indicare ulteriormente una affinità evolutiva tra queste e le embriofite.

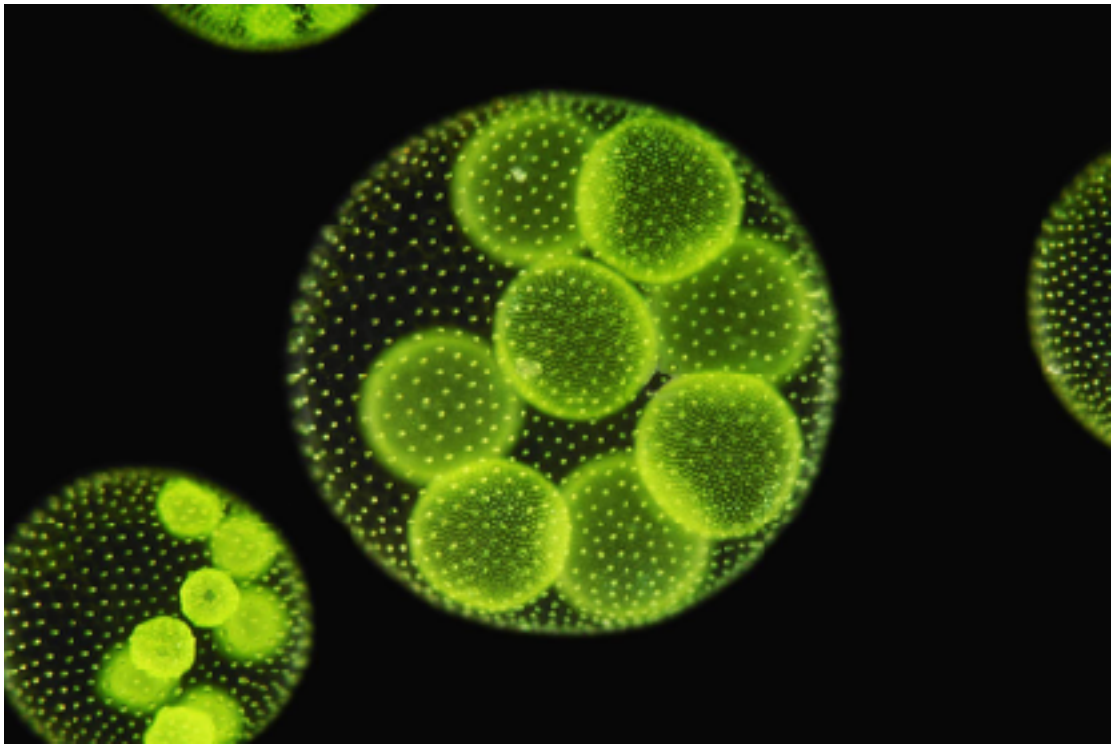


15–33 Charophyte asymmetrical flagellar root system Electron micrograph of the anterior portion of a motile sperm of the green alga *Coleochaete* (class Charophyceae). Shown here is the multilayered structure, which is associated with the flagellar root system at the base of the flagellum. The multilayered structure is also characteristic of the sperm of bryophytes and some vascular plants, and it is one of the features linking these plants with the Charophyceae, their ancestors. As seen here, a layer of microtubules extends from the multilayered structure down into the posterior end of the cell and serves as a cytoskeleton for these wall-less cells. The flagellar and plasma membranes are covered by a layer of small scales.

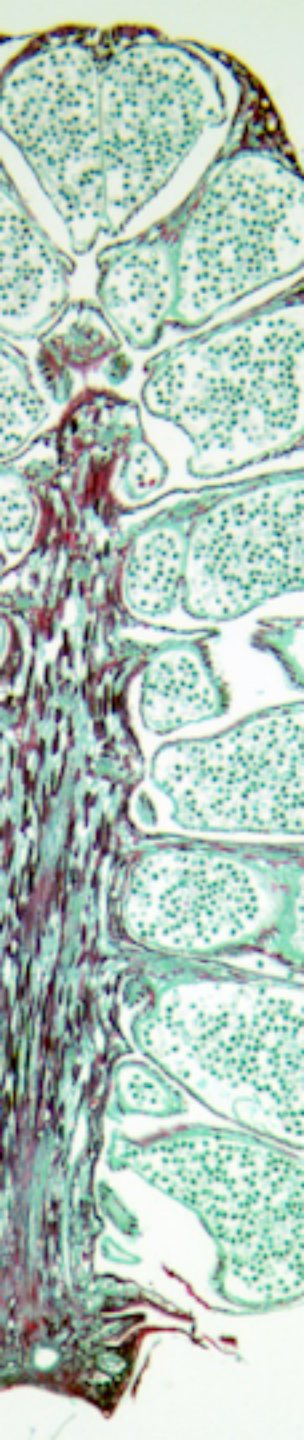


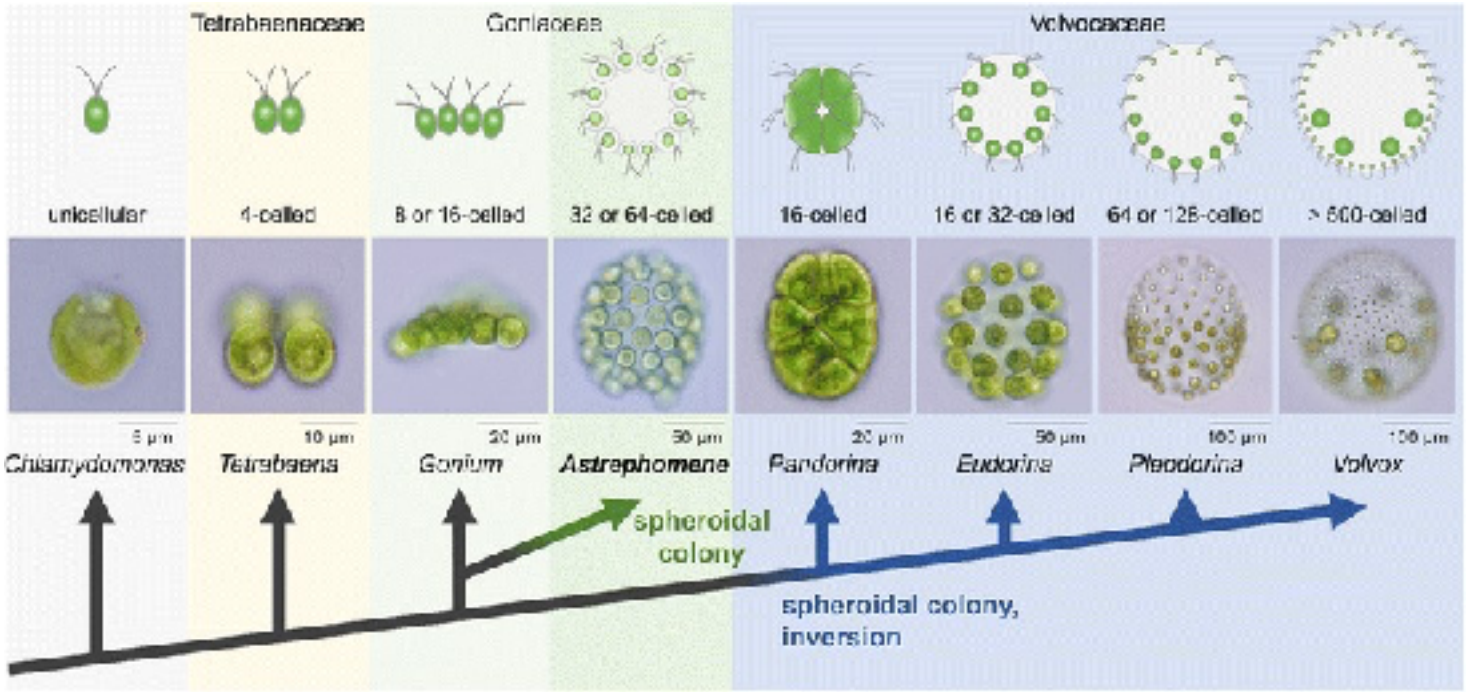
Classe Chlorophyceae

Si tratta principalmente di organismi di acqua dolce, per lo più unicellulari, mobili o no. Esistono anche forma coloniali, come ***Volvox***, e forme filamentose parenchimatose.

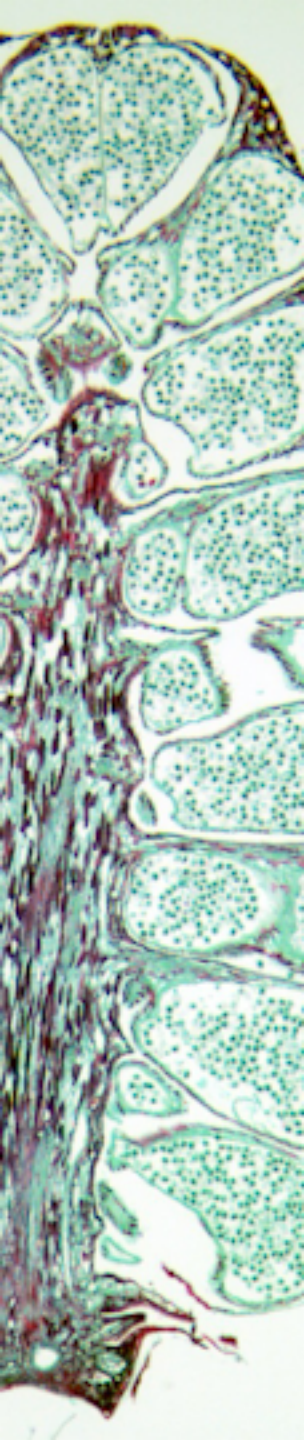


Colonie di Volvox con colonie figlie al loro interno



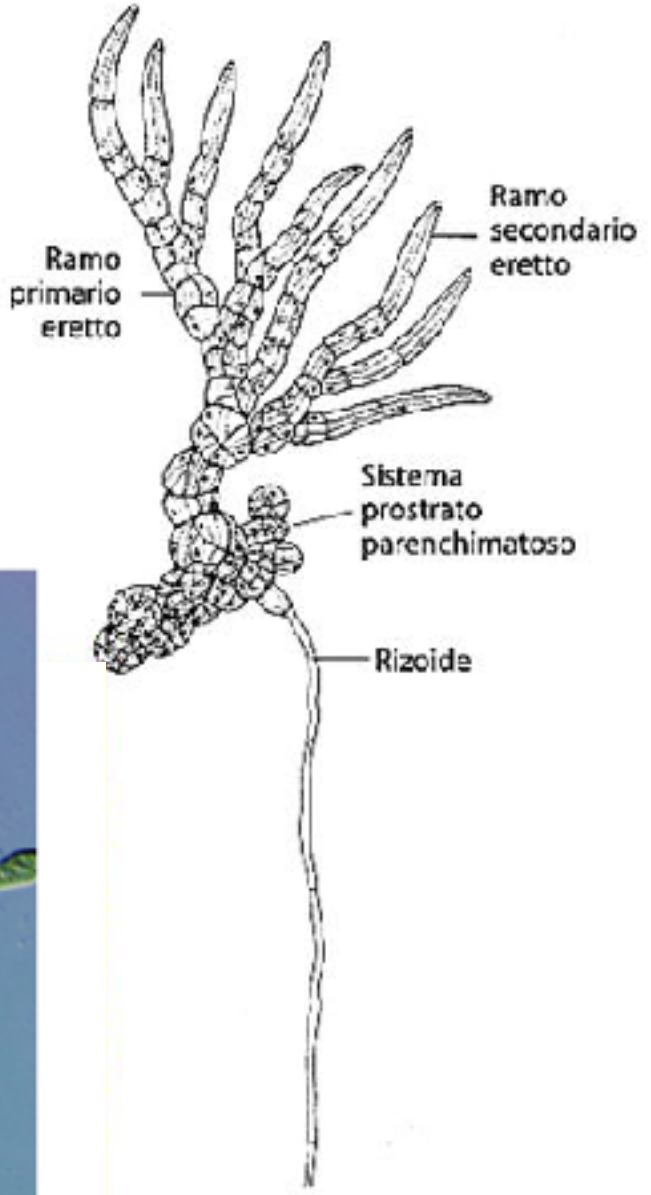


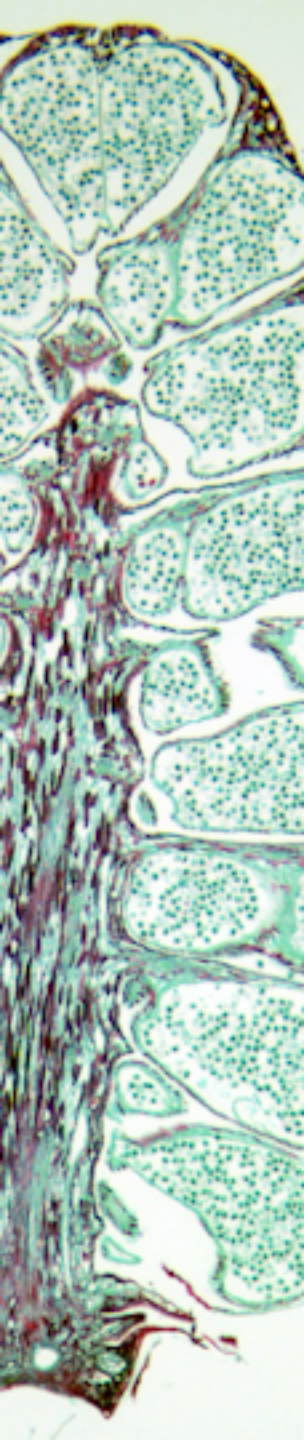
L’evoluzione all’interno della classe Chlorophyceae che ha portato alle forme coloniali, a partire da organismi unicellulari flagellati come *Chlamydomonas*. In particolare, la forma coloniale sferica si è probabilmente evoluta due volte indipendentemente. Una delle due ha portato alla famiglia delle Volvocaceae, l’altra al genere *Asterphomene* all’interno della famiglia delle Goniaceae.



Il genere ***Fritschiella*** contiene specie terrestri, che hanno sviluppato strutture simili a semplici piante per sopravvivere al di fuori dell'acqua.







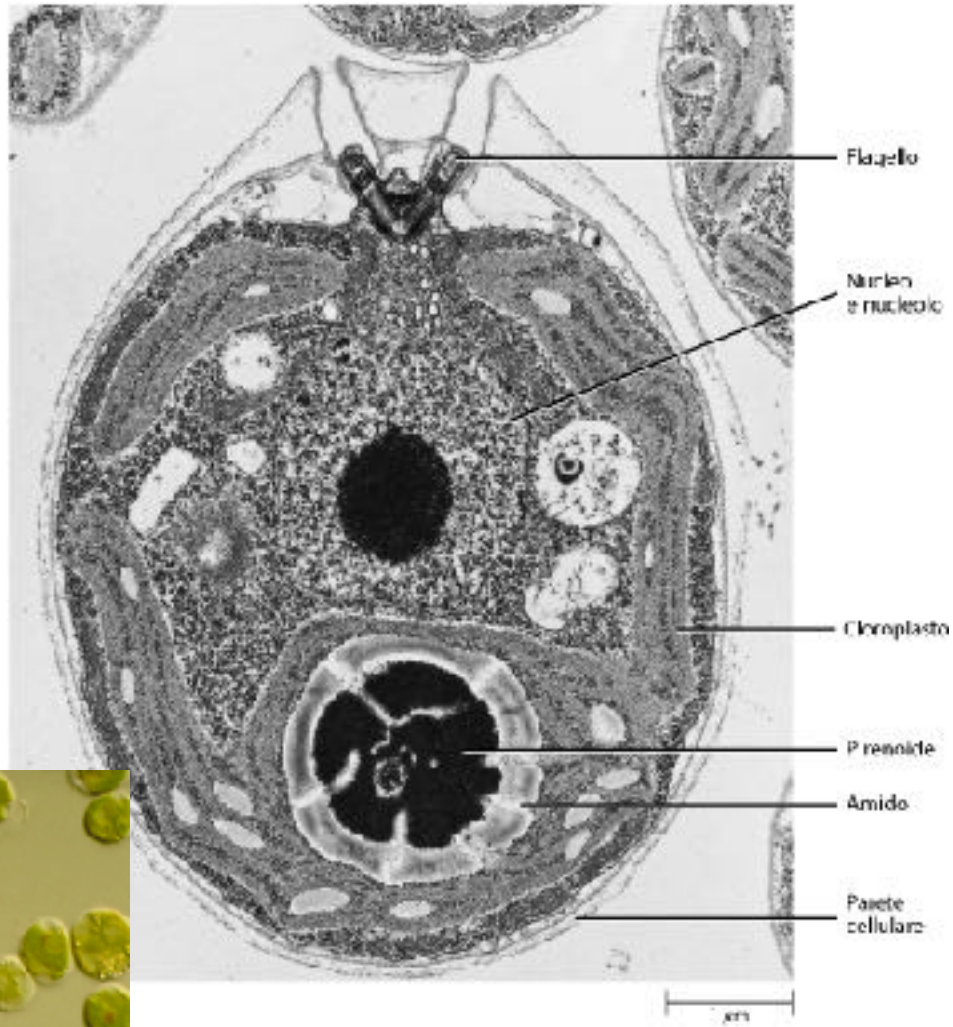
Il genere più famoso tra le Chlorophyceae è certamente ***Chlamydomonas***. Le specie di questo genere sono usate quali organismo modello per la ricerca su molte questioni fondamentali della Biologia: come si muovono le cellule? Come rispondono agli stimoli ambientali, ad esempio la luce? Come funziona la fotosintesi? Come avviene il riconoscimento tra cellule?

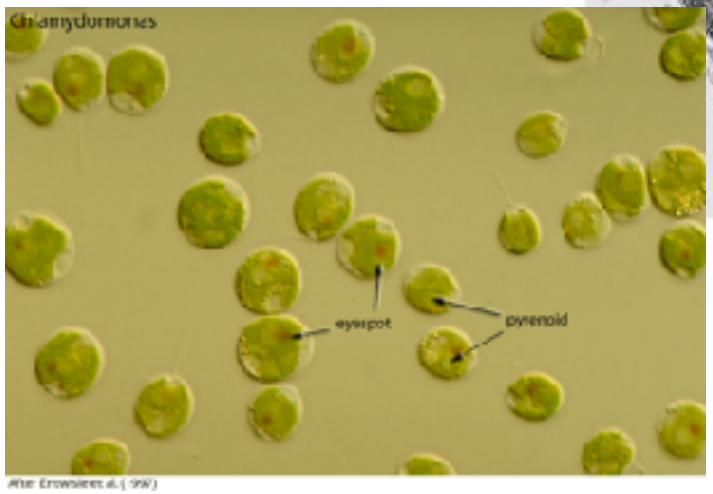
Sono specie unicellulari, flagellate, con ciclo vitale aplonte e meiosi zigotica. Lo **zigote** si dota di una spessa parete, divenendo una **ziogospora**, che affronta un periodo di dormiente prima di germinare dando individui aploidi.

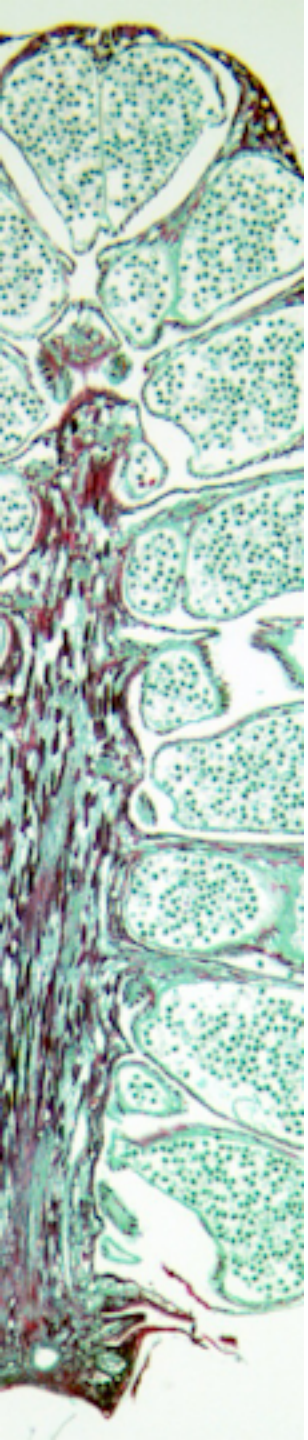


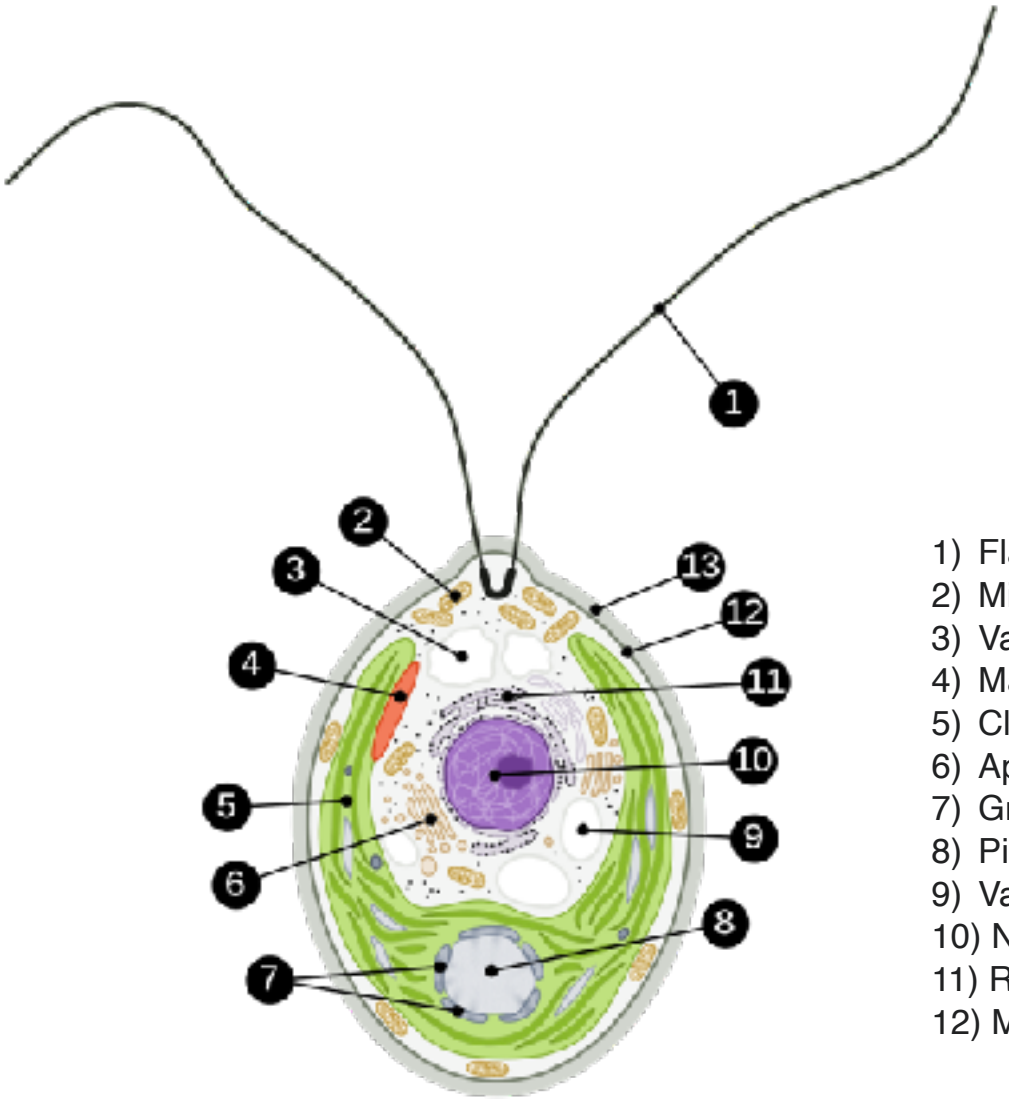
Le alghe verdi d'acqua dolce unicellulari del genere *Chlamydomonas* hanno due flagelli uguali.

La delimitazione originale del genere su base morfologica è stata dimostrata errata su base molecolare, rivelando un gruppo polifiletico.

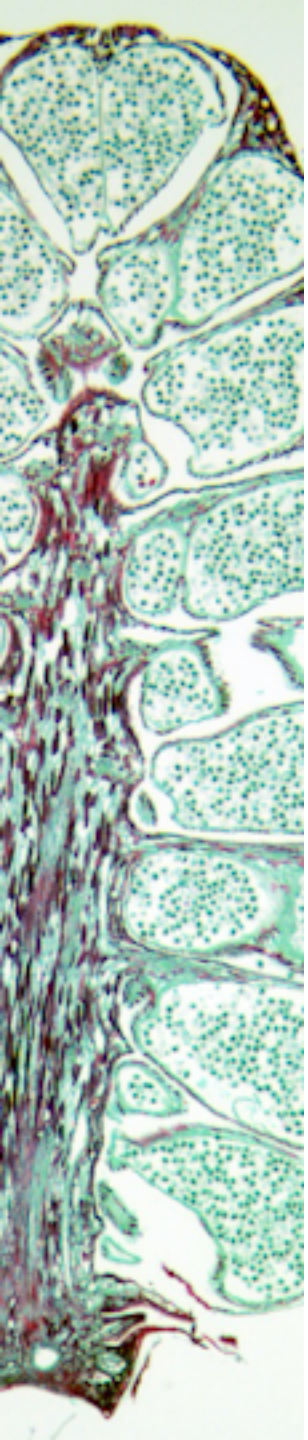


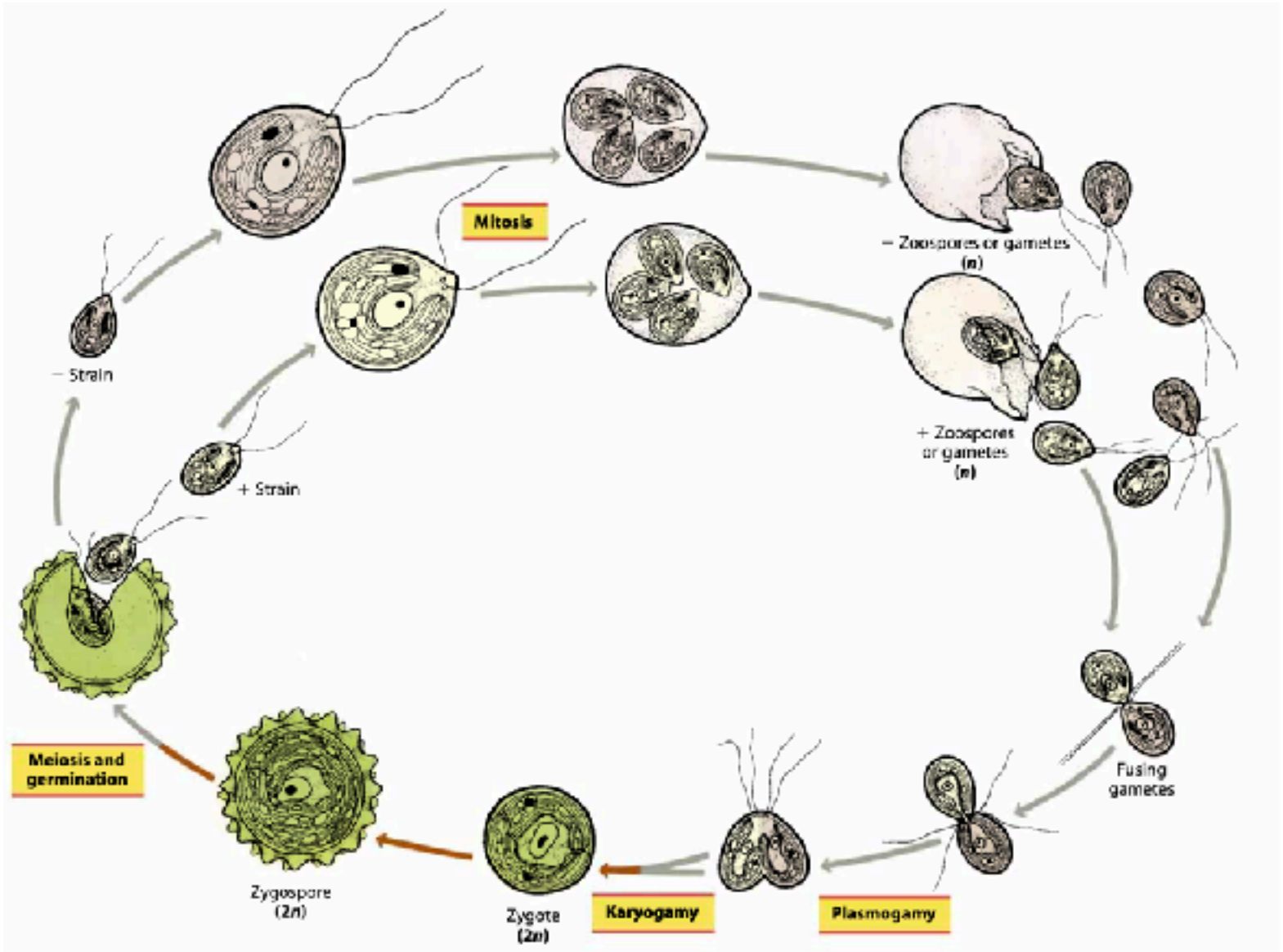


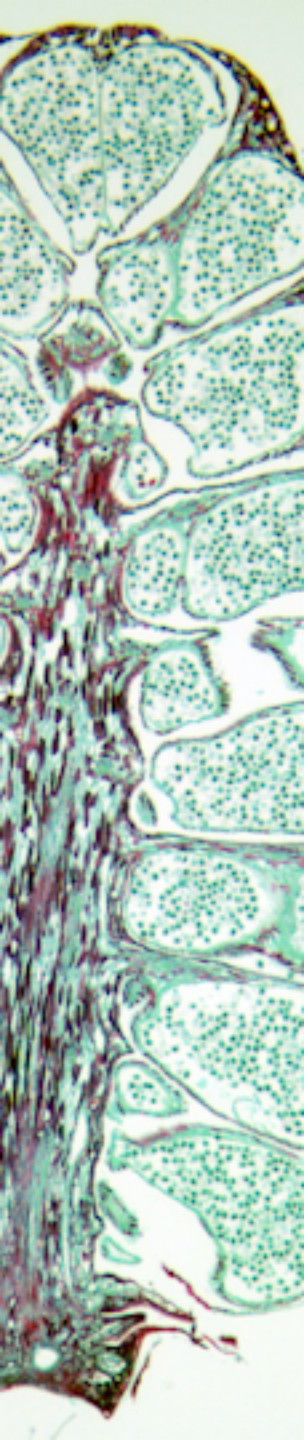




1) Flagello
2) Mitocondrio
3) Vacuolo contrattile
4) Macchia oculare (stigma)
5) Cloroplasto
6) Apparato di Golgi
7) Granuli di amido
8) Pirenoide
9) Vacuolo
10) Nucleo
11) Reticolo endoplasmatico
12) Membrana cellulare




Mitosis
− Strain
+ Strain
− Zoospores or gametes (n)
+ Zoospores or gametes (n)
Fusing gametes
Plasmogamy
Karyogamy
Zygote (2n)
Zygospore (2n)
Meiosis and germination



La riproduzione sessuale in *Chlamydomonas* è meno frequente di quella vegetativa, che avviene per semplice divisione cellulare.

La riproduzione sessuale si verifica quando **gameti** di opposti tipi sessuali si incontrano. All'inizio vi è adesione con le membrane flagellari, poi mediante un sottile filamento protoplasmatico (**tubo di coniugazione**). A questo punto vi è **plasmogamia**, cui segue **cariogamia**. Lo **zigote** diploide poi viene circondato da una spessa parete cellulare, dando origine alla **zigospora**.

Dopo un periodo di dormienza, questa va incontro a meiosi, in seguito alla quale vengono liberate quattro cellule aploidi, che poi continuano la vita vegetativa fino a un nuovo ciclo sessuale.

Tuttavia, trattandosi di un gruppo polifiletico, sono presenti anche altre modalità riproduttive.