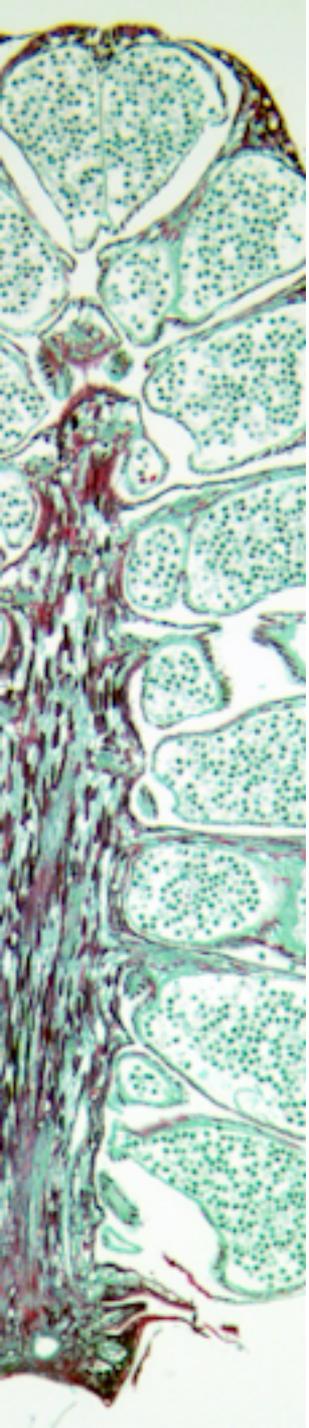


# I cicli metagenetici

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).



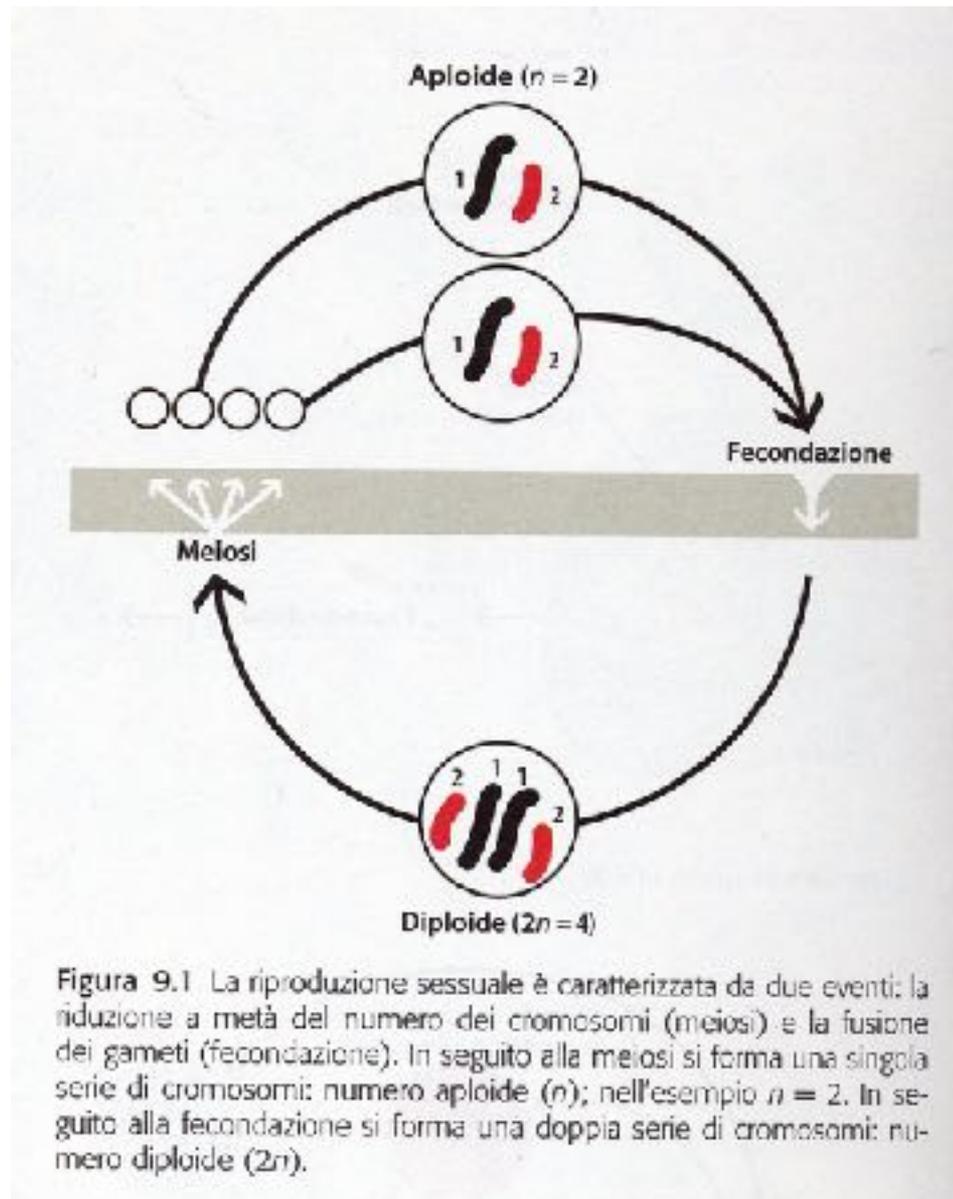
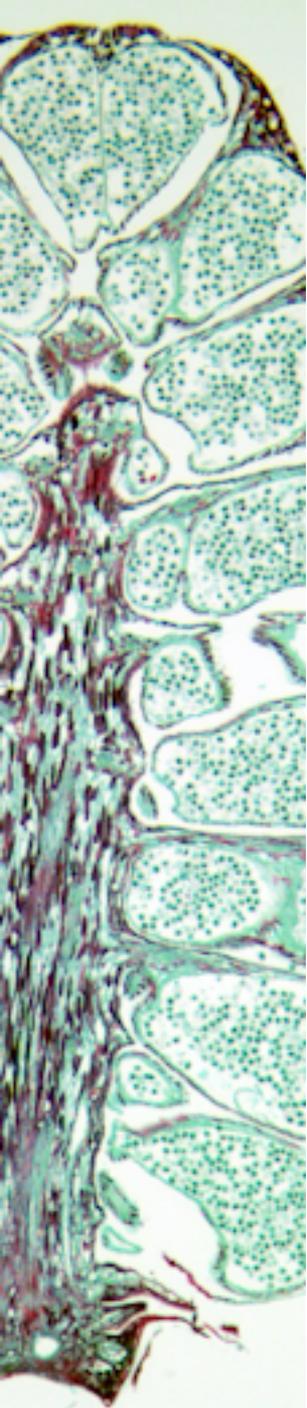
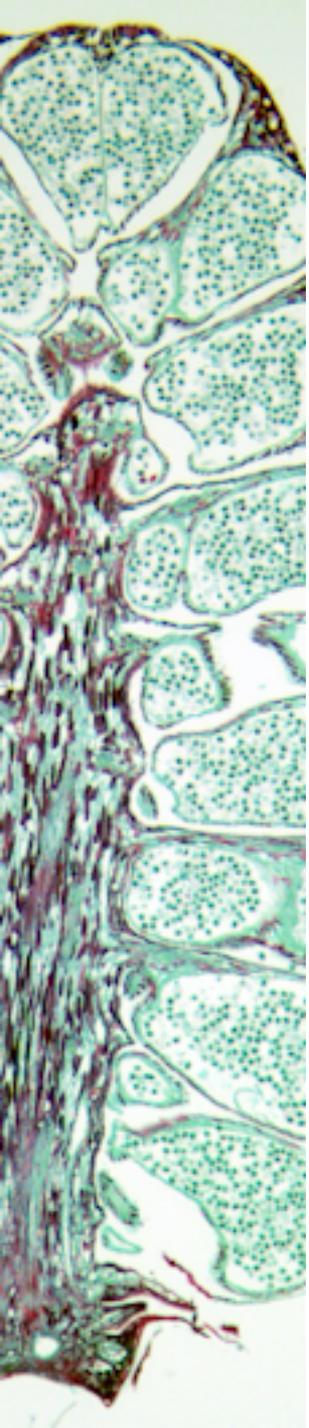


Figura 9.1 La riproduzione sessuale è caratterizzata da due eventi: la riduzione a metà del numero dei cromosomi (meiosi) e la fusione dei gameti (fecondazione). In seguito alla meiosi si forma una singola serie di cromosomi: numero aploide ( $n$ ); nell'esempio  $n = 2$ . In seguito alla fecondazione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

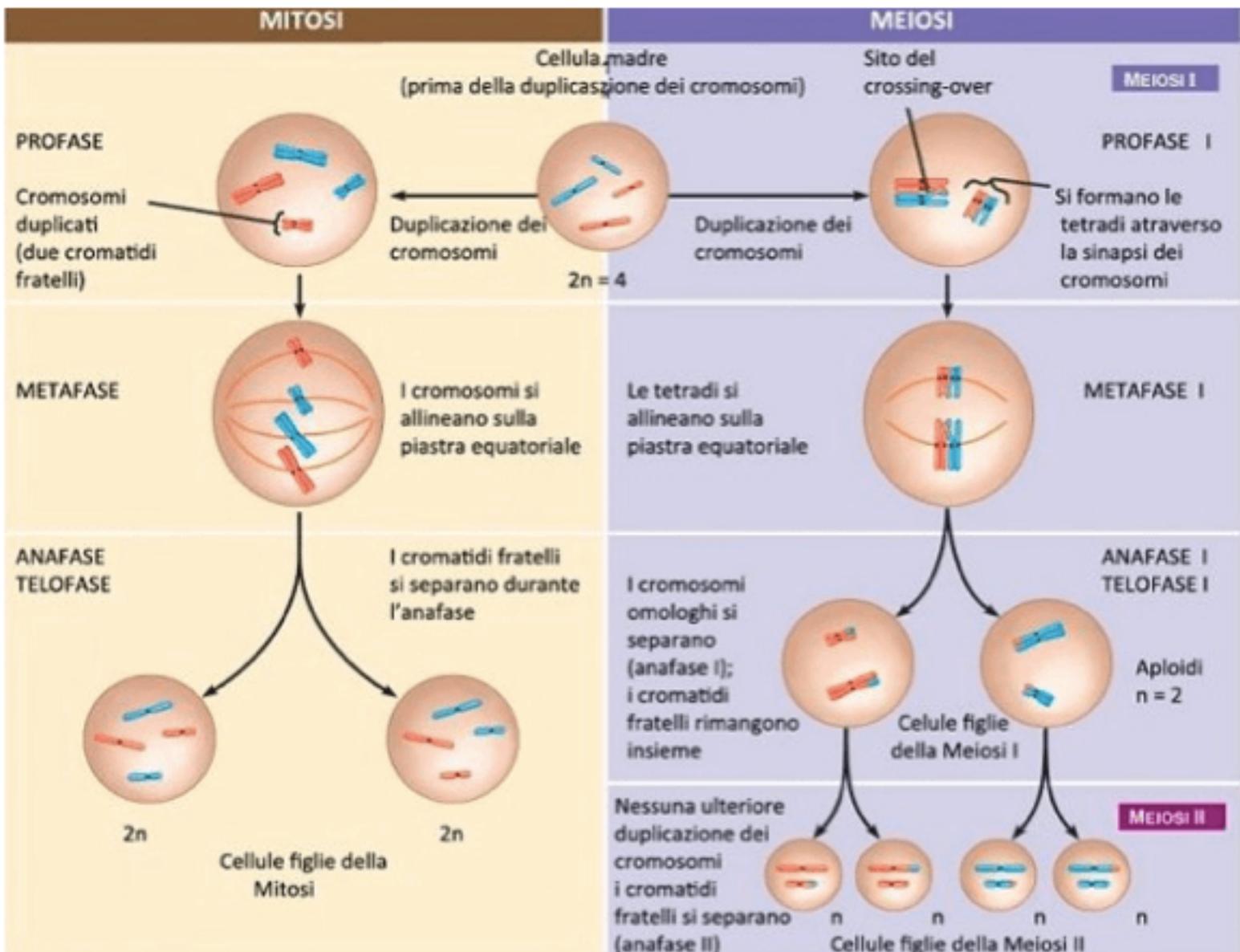
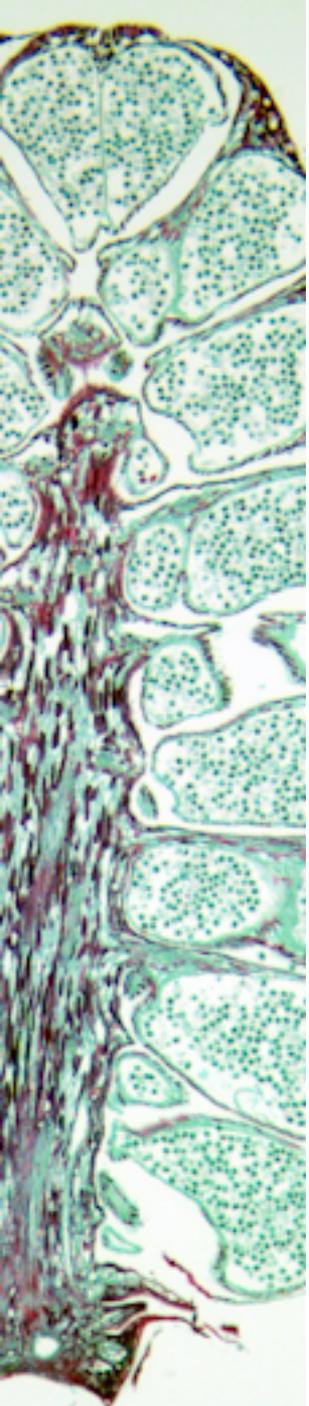


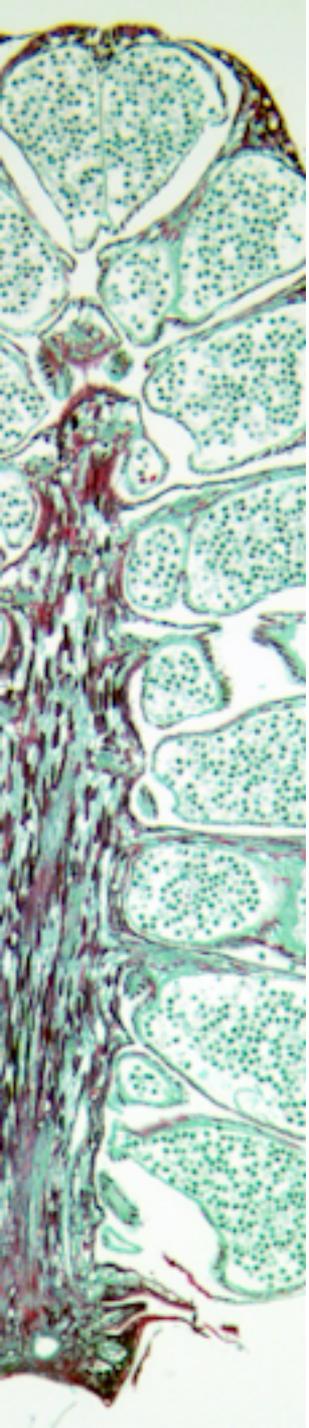


La **MEIOSI** differisce dalla **MITOSI** in tre punti fondamentali:

- 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»).



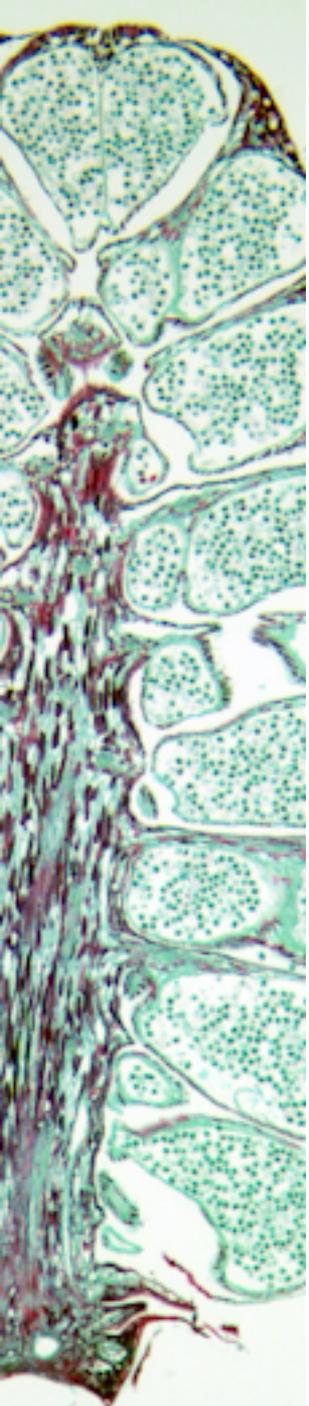




Con la meiosi vengono prodotti **NUCLEI DIFFERENTI** dal nucleo originario, a differenza della mitosi che porta alla formazione di NUCLEI con cromosomi IDENTICI a quelli del nucleo originario.

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.) }

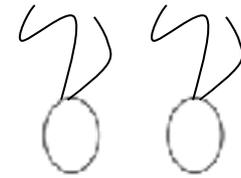
I gameti vengono prodotti nei  
**GAMETANGI**

♀ OOGONI      ♂ SPERMATOGONI

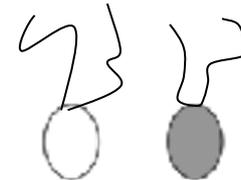
Se sono circondati da uno strato di cellule

♀ ARCHEGONI    ♂ ANTERIDI

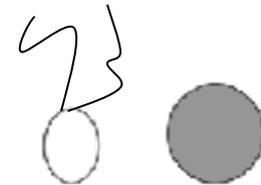
ISOGAMIA



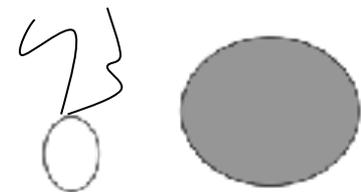
ANISOGAMIA FUNZIONALE

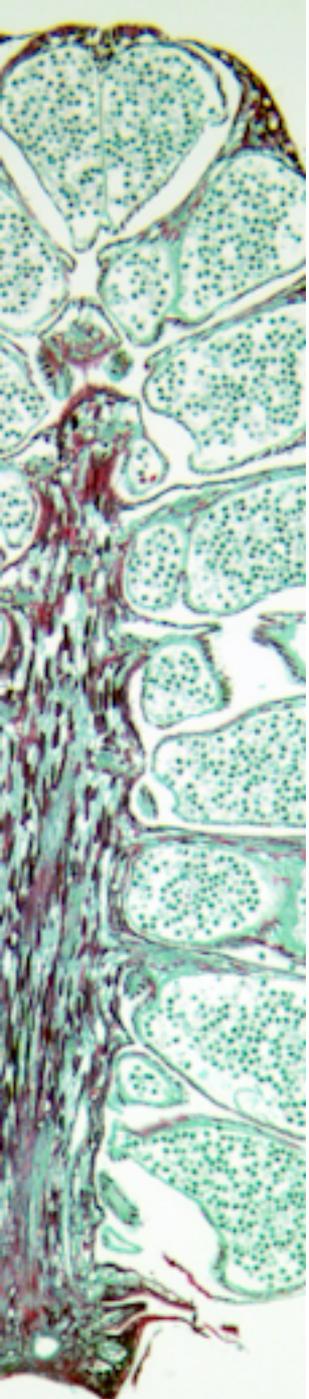


ANISOGAMIA FUNZIONALE E MORFOLOGICA



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

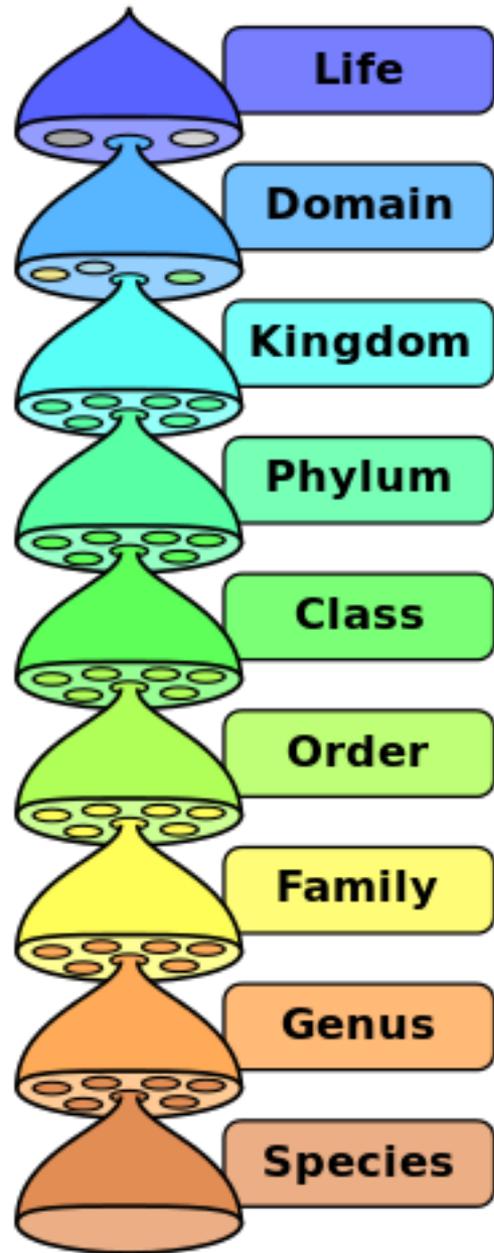
MEIOSI



MEIOSPORE

Le spore vengono prodotte negli  
**SPORANGI**

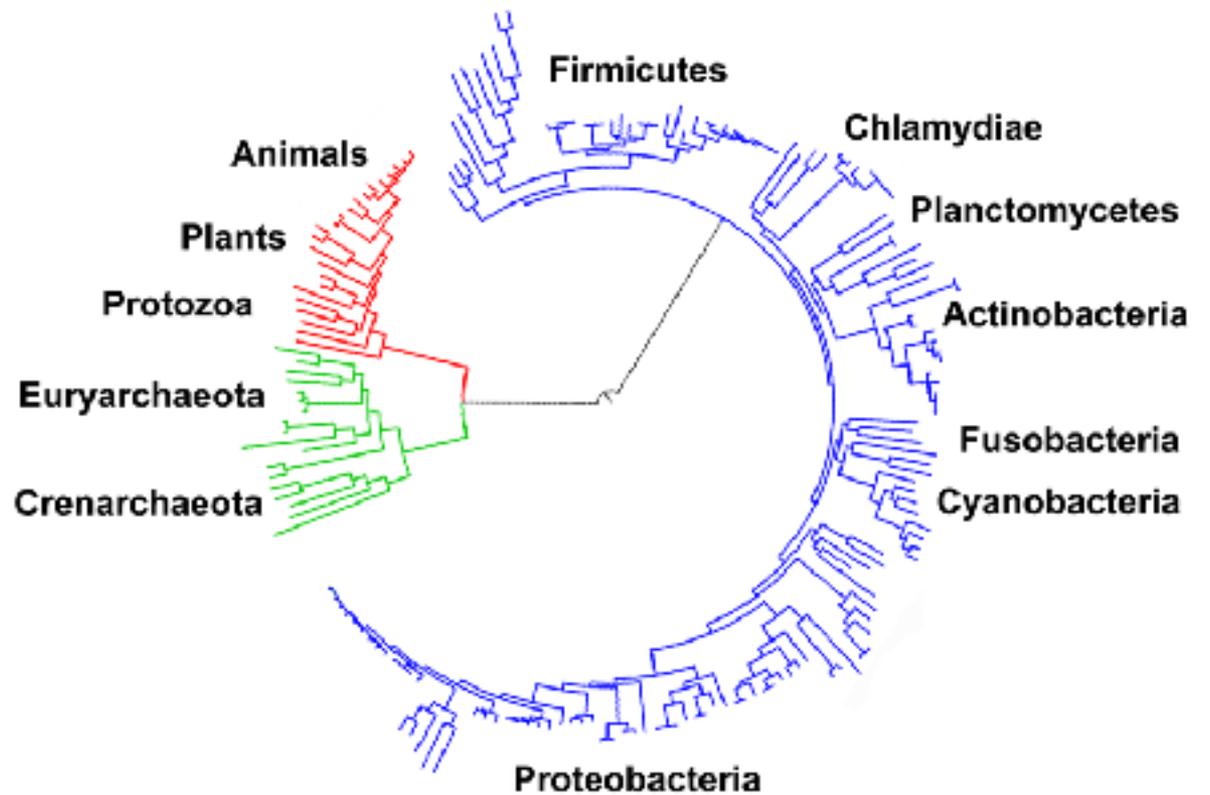
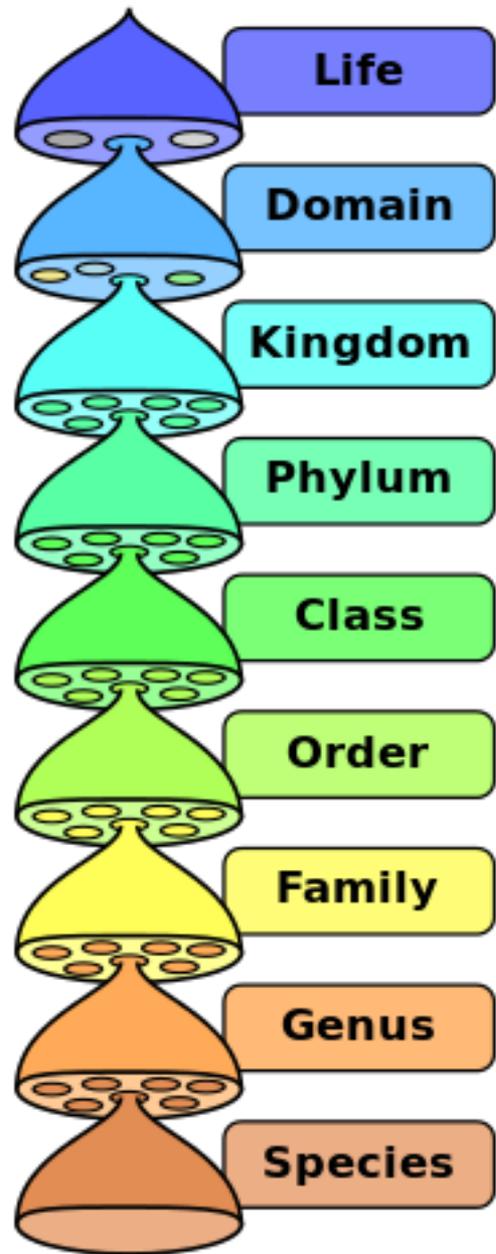


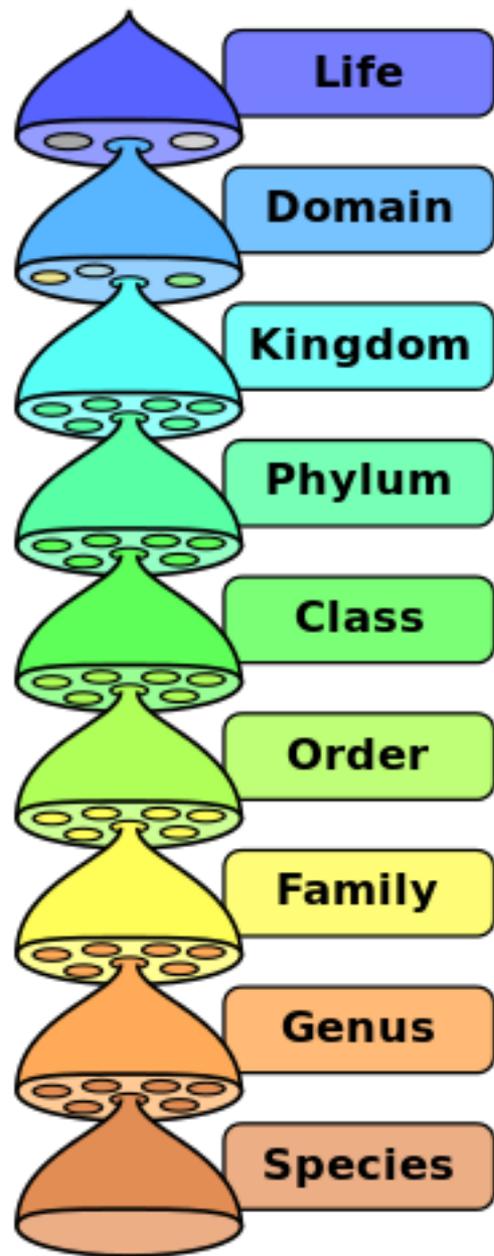


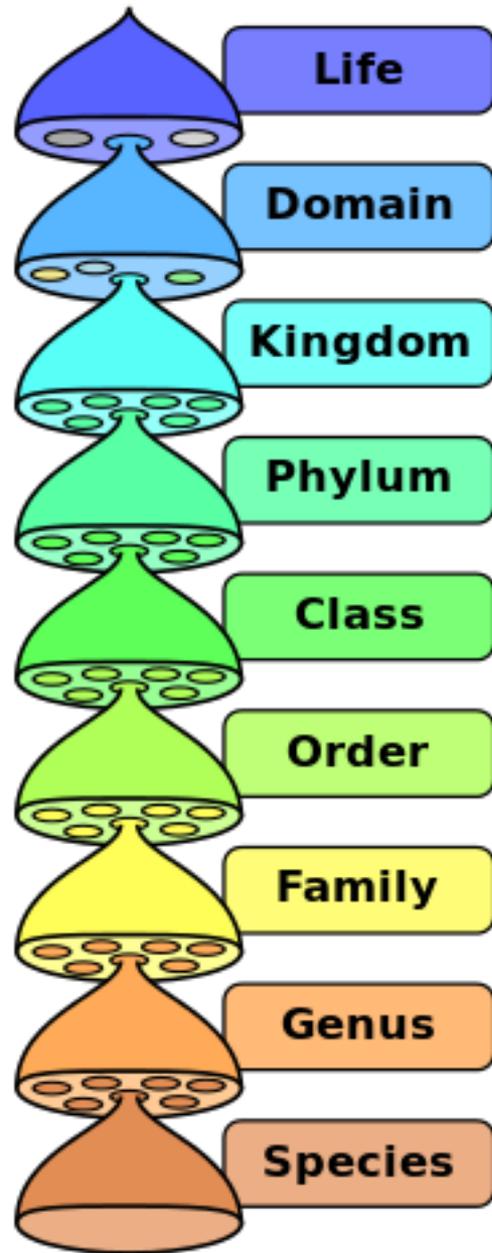
Be4 going on....

...parliamo un po' di taxa e nomi scientifici.









## La specie

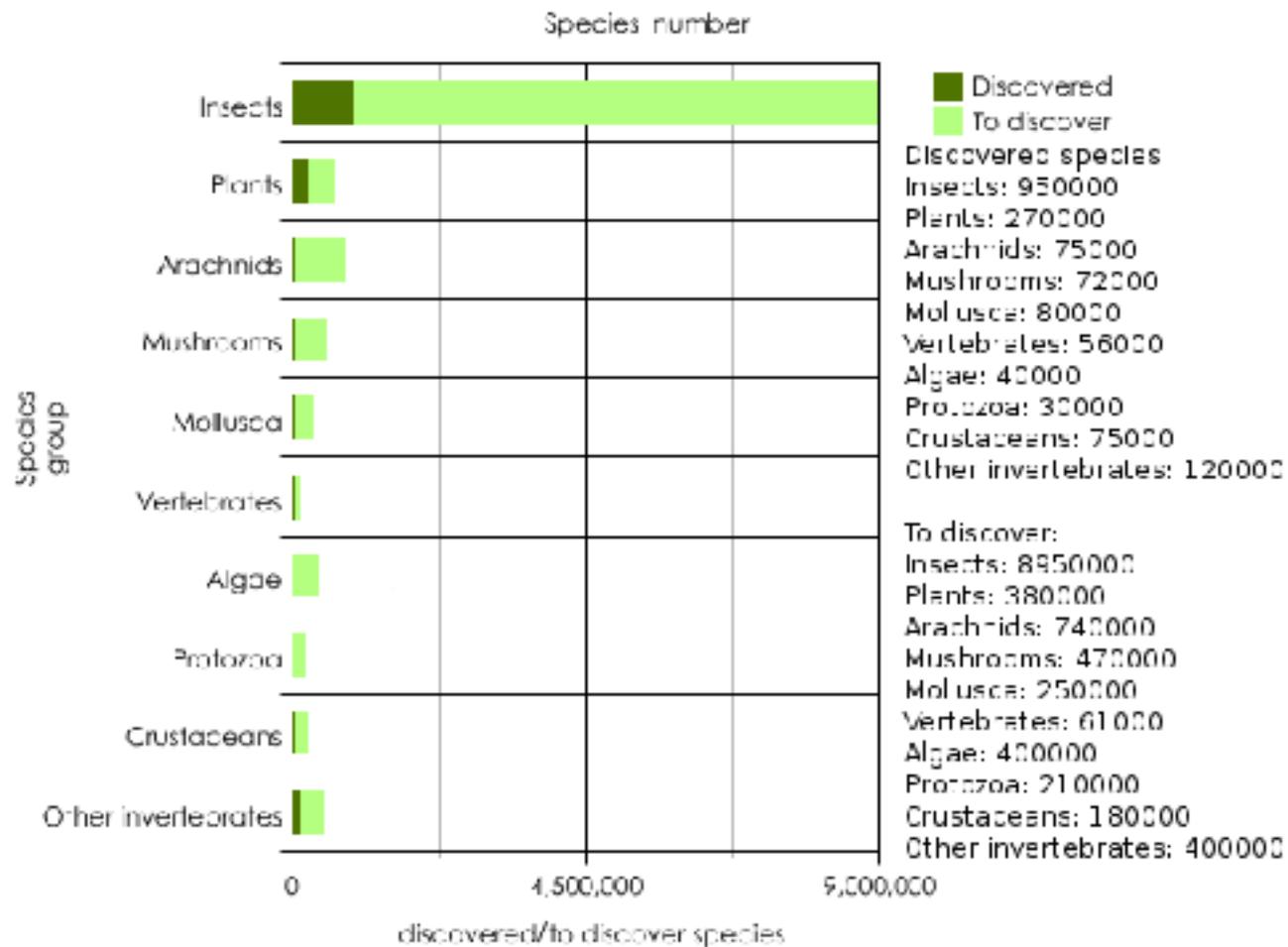
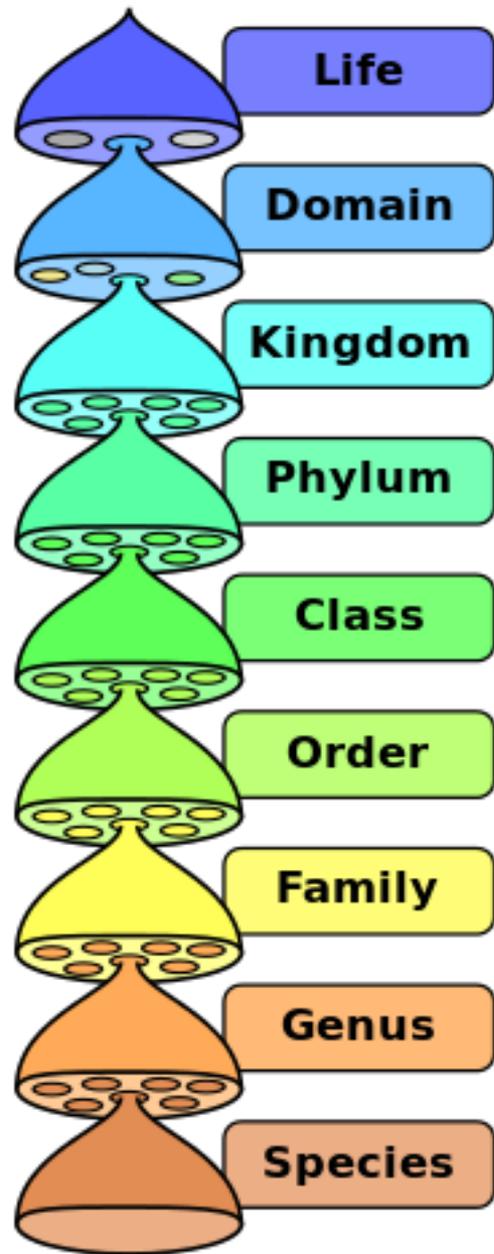
Il concetto di specie è evoluto con lo sviluppo delle conoscenze biologiche.

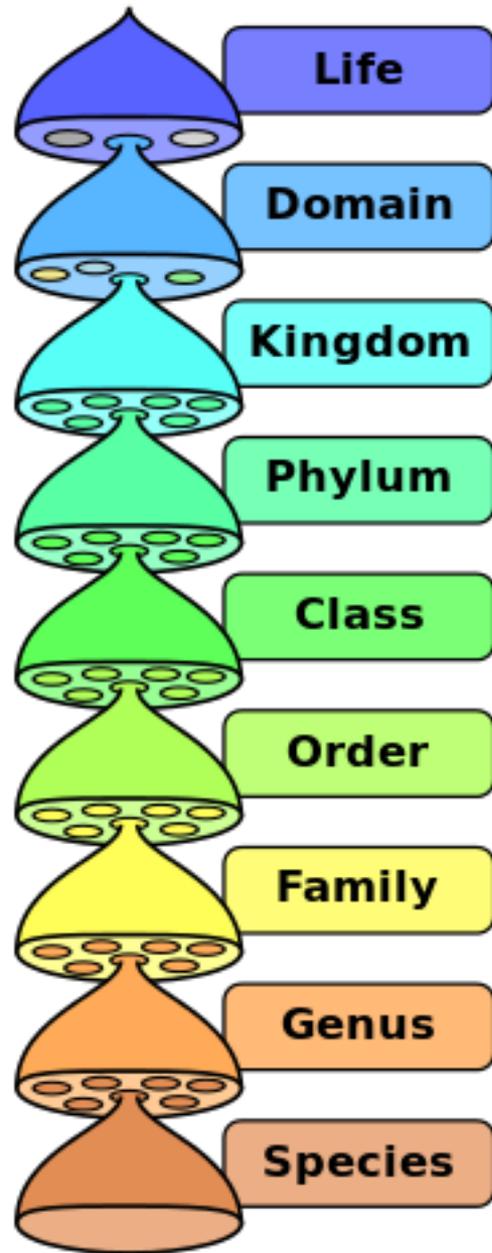
La teoria di Darwin ci dice che, contrariamente a quanto si credeva precedentemente, i viventi non sono immutabili, ma sono in continuo cambiamento, o evoluzione.

Quando viene descritta una specie, si delimita una porzione del “continuum evolutivo”. A tale entità viene dato un nome, che, dalla pubblicazione dell’opera “Sistema Naturae” di Linneo, nel 1735, in poi, è costituito da un binomio latino, la cui prima parola definisce il genere e la seconda la specie.

La classificazione biologica definisce diversi ranghi tassonomici, con la specie come ultimo livello. Linneo definì solo 2 regni, animali e piante. Con il progredire delle conoscenze, vennero definiti nuovi regni, fino ai sei attualmente accettati: Eubacteria, Archebacteria, Protista, Fungi, Plantae, Animalia.







## Come si scrivono i nomi delle specie?

Per convenzione, in botanica, zoologia e batteriologia vi sono delle regole ben precise che fanno sì che i nomi delle specie siano scritti secondo regole comuni in ogni dominio.

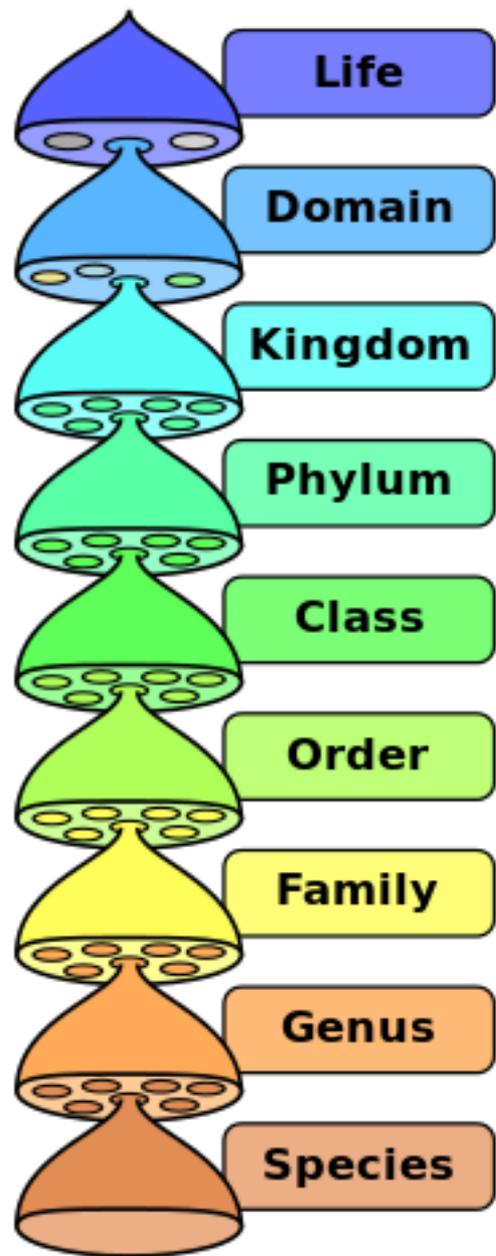
Queste regole sono esplicitate in testi detti codici di nomenclatura.

Il fatto che ciascun dominio abbia le sue regole, tuttavia, può generare confusione, specialmente tra i non addetti ai lavori.

In ogni caso, il nome è sempre composto da:

- A) il nome del genere
- B) un epiteto che differenzi la specie da quelle appartenenti allo stesso genere
- C) l'autorità che ha istituito il binomio.

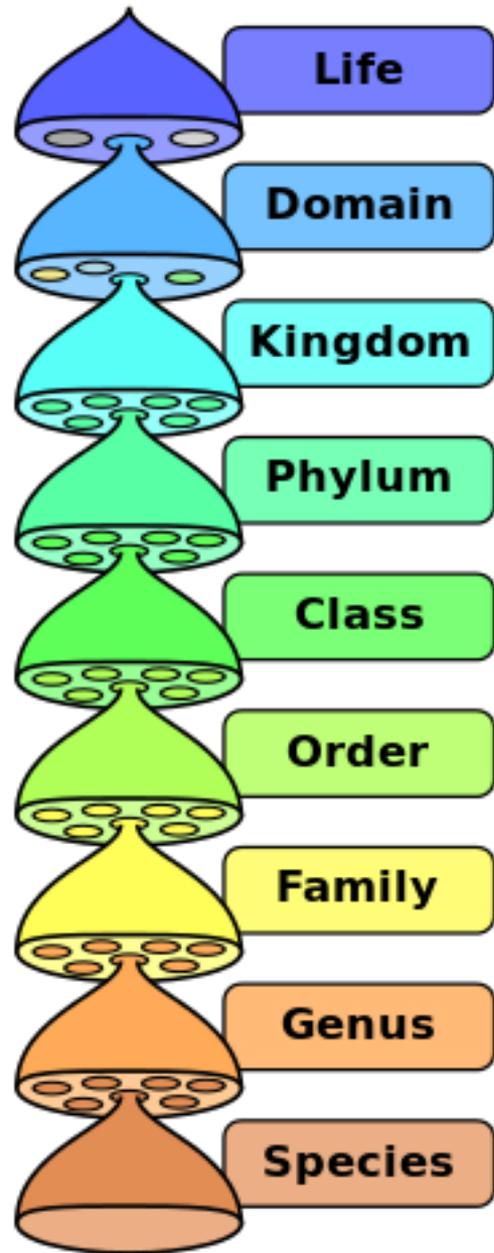




Ad esempio:

*Quercus cerris* L.

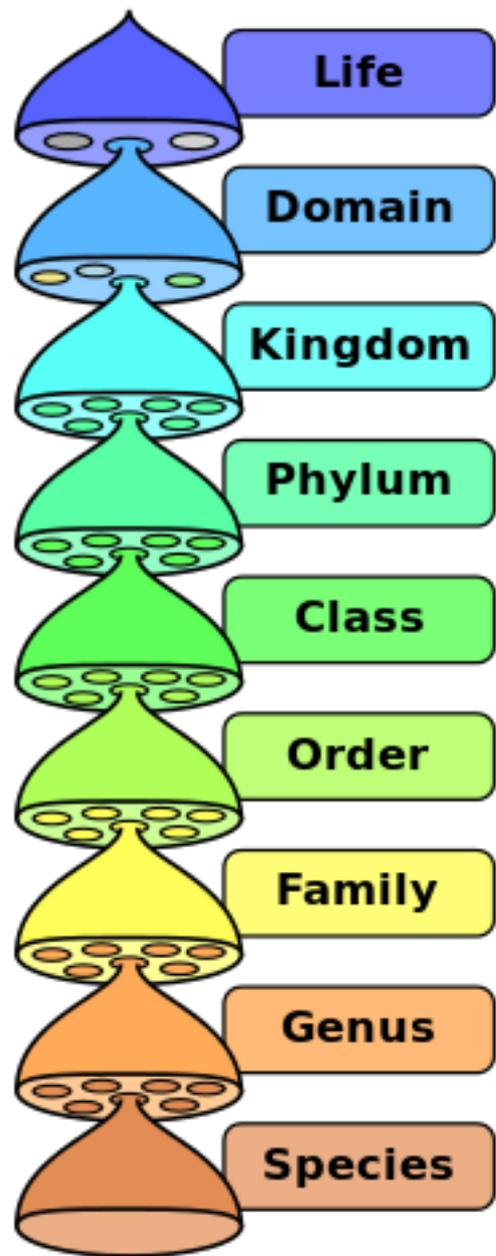




Si noti che il binomio è scritto in corsivo, mentre l'autorità no (in questo caso Linneo stesso, il cui nome viene abbreviato a L., sempre secondo le regole del codice di nomenclatura botanica). Ovviamente, qualora siano presenti dei ranghi infraspecifici (come sottospecie, varietà, forma, cultivar) le cose sono un po' più complicate, come ad esempio:

*Quercus petraea* (Matt.) Liebl. subsp. *petraea*





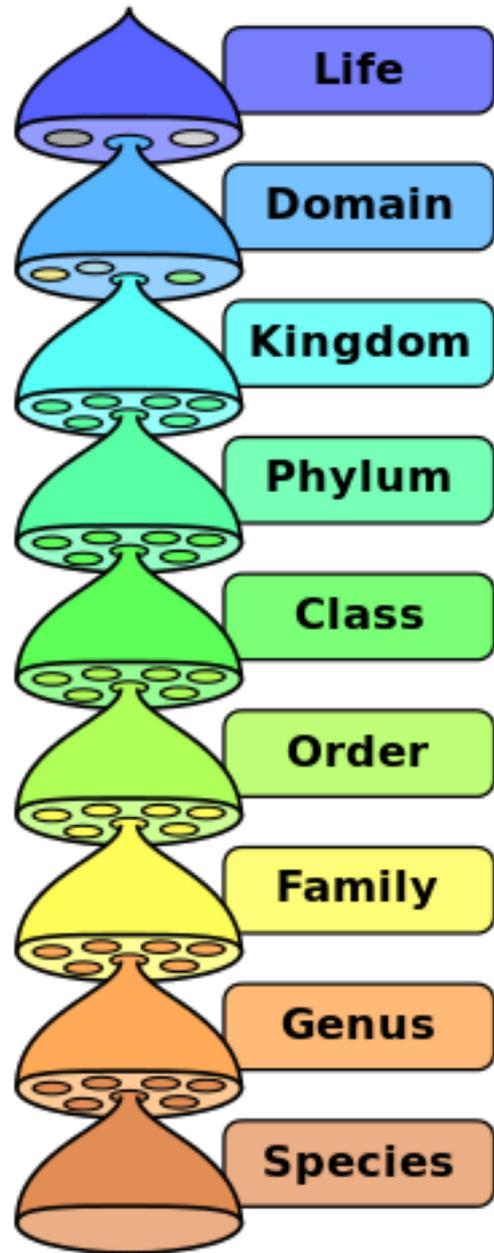
*Achillea barrelieri*  
(Ten.) Sch.Bip. subsp.  
*barrelieri*



Nel caso in cui la sottospecie sia quella tipica, si omette l'autorità, che invece viene riportata negli altri casi. Anche il nome dei taxa infraspecifici vanno in corsivo.

*Achillea barrelieri* (Ten.)  
Sch.Bip. subsp. *elegans*  
(Fiori) Bazzich.





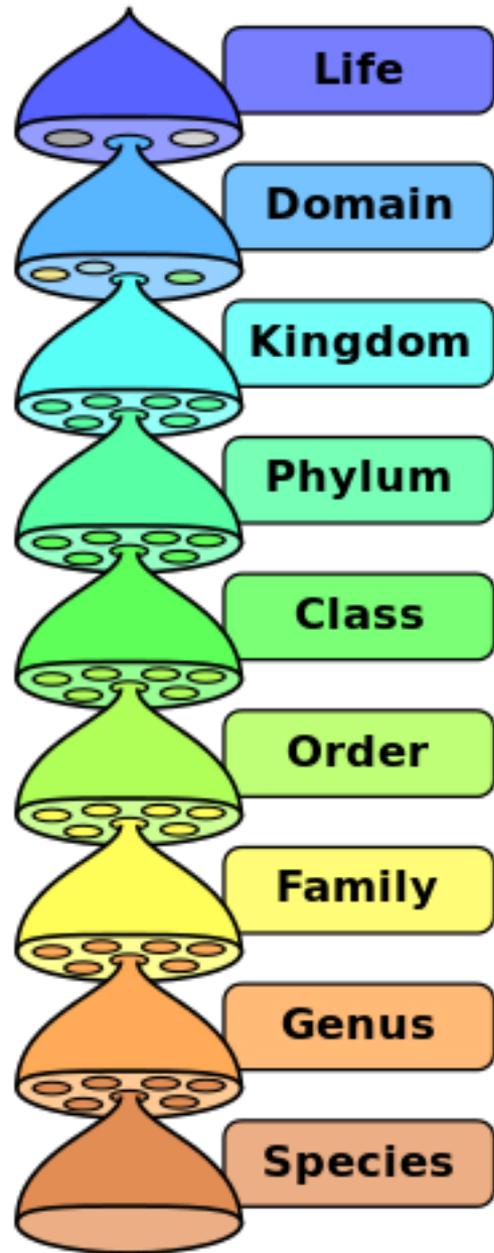
Il vantaggio dell'uso del latino per i nomi scientifici è che è una lingua morta, e quindi il nome è invariante, quale che sia la lingua di chi lo usa. Inoltre, si evitano problemi di traduzione da una lingua all'altra.

Tuttavia...

Il nome scientifico, essendo una combinazione di genere e specie, contiene in sé una ipotesi della collocazione della specie stessa in uno schema gerarchico, fornito dalla sistematica.

Questo comporta un problema non da poco. Infatti, quando, per il progredire delle conoscenze, si scopre che un determinato taxon ha relazioni filogenetiche diverse da quanto si credeva, e questo deve occupare una posizione diversa nello schema sistematico, allora anche il nome della specie deve cambiare, a volte solo nel genere, a volte anche nell'epiteto specifico.

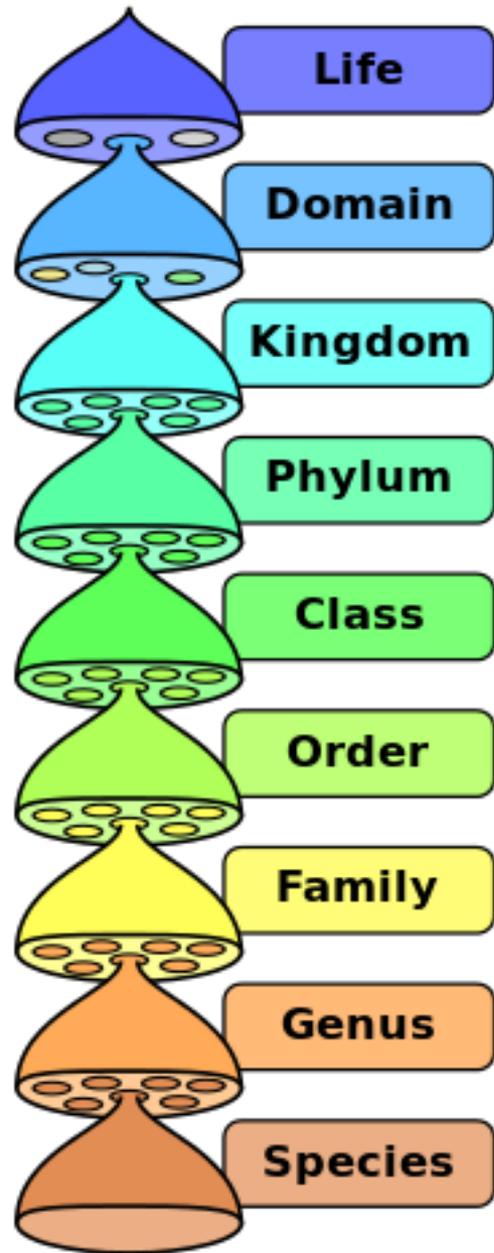




Esempio: il rosmarino

*Rosmarinus officinalis* L.

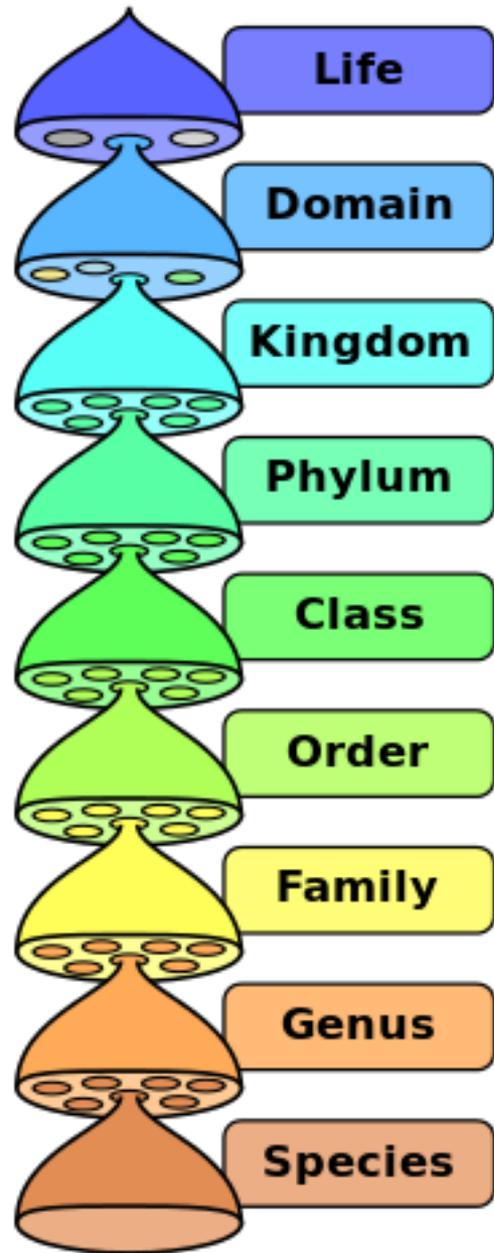




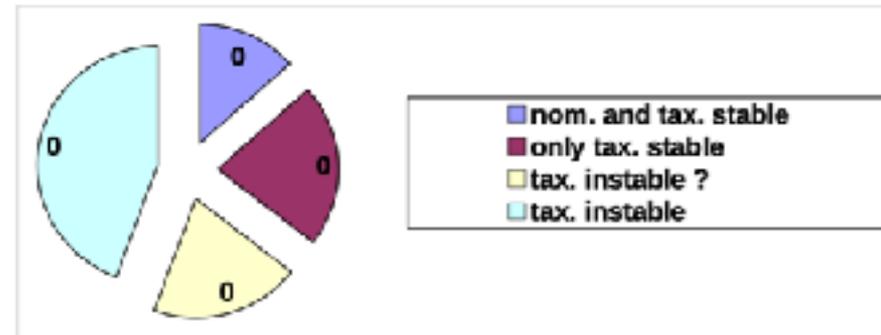
...una volta. Ora:

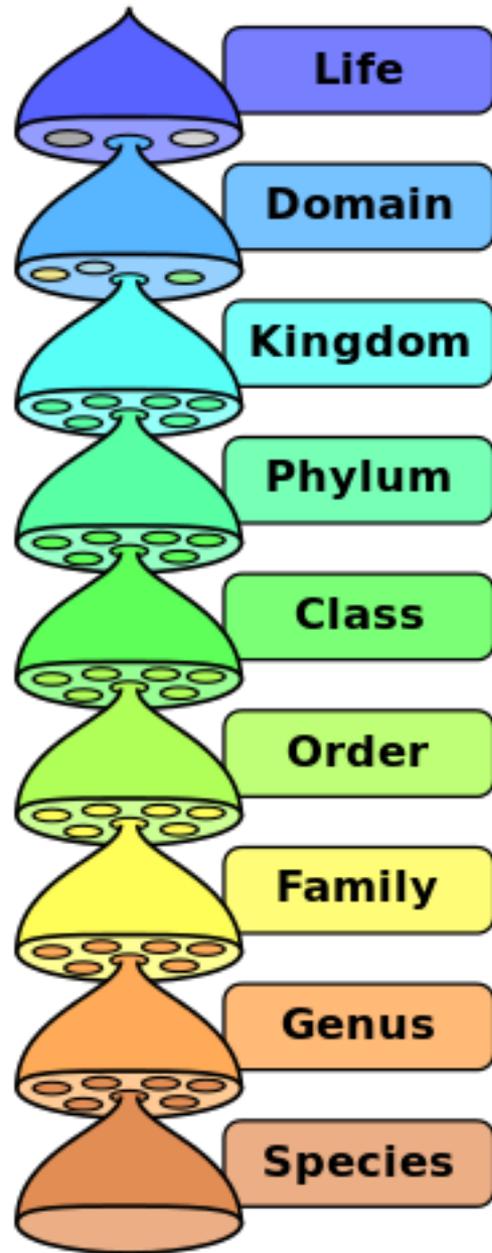
*Salvia rosmarinus* Spenn.





Come potete immaginare, questo causa non pochi problemi, sia ai ricercatori, che a tutti coloro che i nomi li usano...





Questo problema è stato affrontato e discusso molte volte ma non ha ancora trovato una soluzione.

Soprattutto oggi che l'uso della biologia molecolare sta portando a una riorganizzazione dell'albero della vita, la questione è ancora più cocente.

## A tale from Bioutopia

Could a change of nomenclature bring peace to biology's warring tribes?

Pier Luigi Nimis

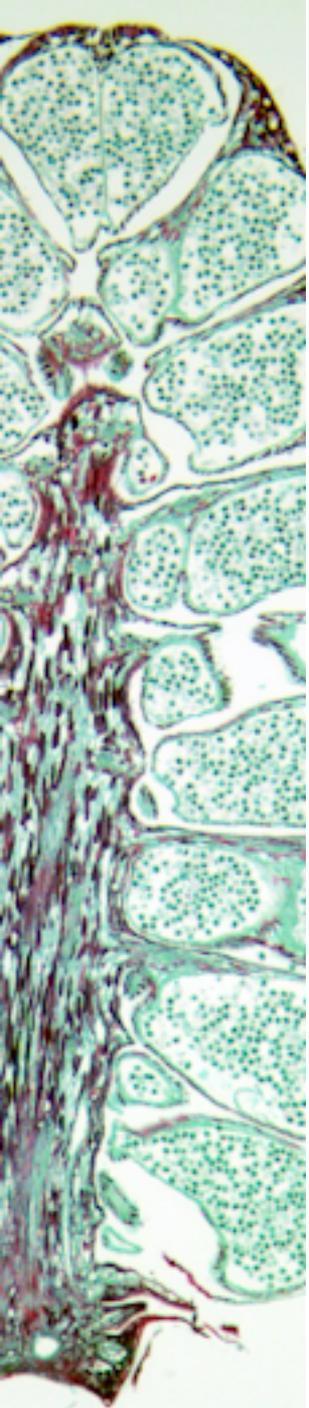
Once upon a time, two tribes dominated Bioutopia. The small but powerful tribe of Real Taxonomists occupied several scattered ivory towers in the mountains. The huge but poor tribe of Name-users lived in the swamps. They both worshipped Names, but with different rites. The Name-users peacefully adored a huge book made of granite, in which billions of Names were inscribed for Eternity. The favourite occupation of the cruel Real Taxonomists was sacrificing a few Names every day, just by changing them. This they did after consulting their Oracle, Phylogenin, who lived in a cloudy forest.

scientifically sound! Those who worship books of granite cannot hinder a free development of (r)evolutionary taxonomy.

There is a sentence engraved on the stone cover of the Name-users' book: "Nomina si nescis, perit et cognitio rerum", which means: "If you do not know the Names, Knowledge is also dead for you." The Name-users explained to me that humans, the only animal to develop language, cannot worship a dictionary from which 10% of the names are scraped out every year. This made me think. Name-users gain knowledge by learning and using names. But the Real Taxonomists produce brand new knowledge for mankind. Why should these tribes fight against each other? Do we really need this

words





Ma torniamo a noi.



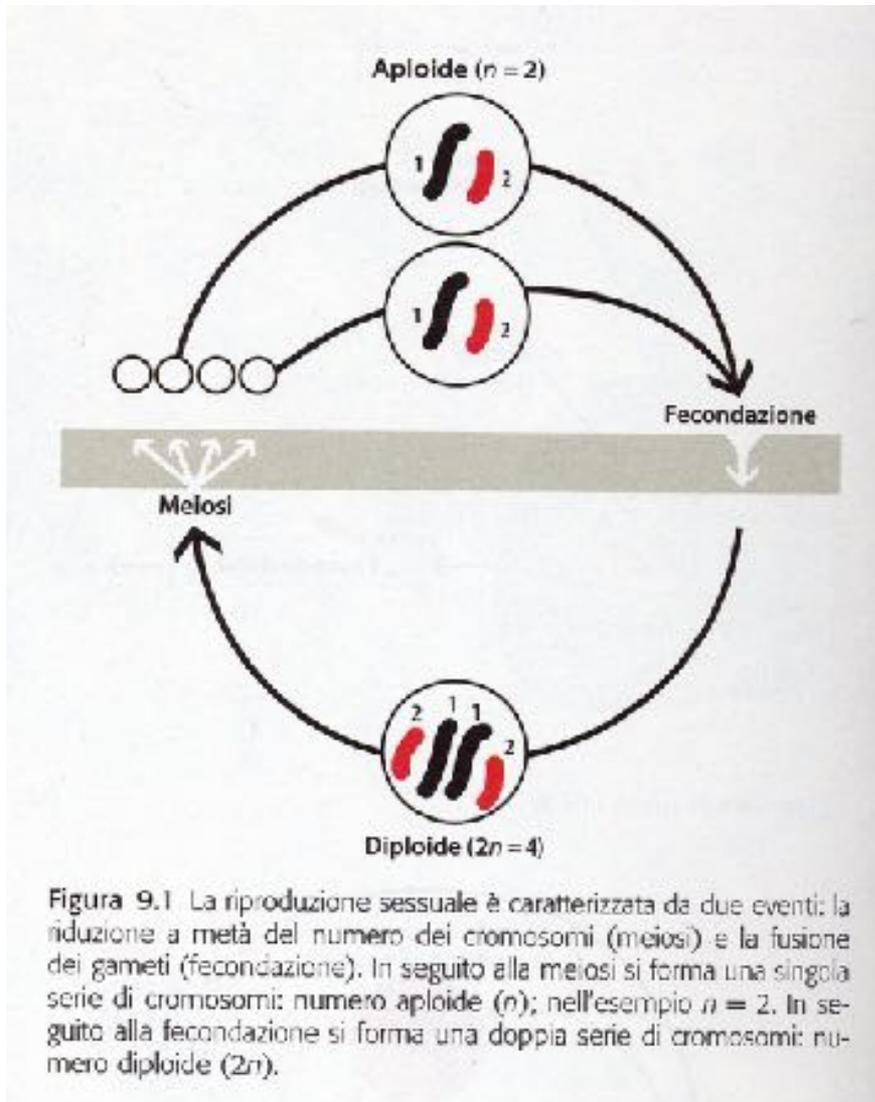
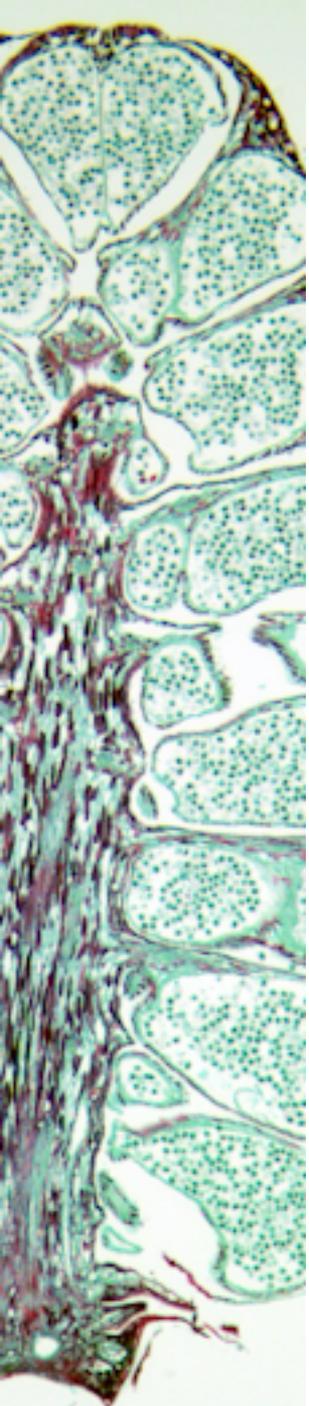


Figura 9.1 La riproduzione sessuale è caratterizzata da due eventi: la riduzione a metà del numero dei cromosomi (meiosi) e la fusione dei gameti (fecondazione). In seguito alla meiosi si forma una singola serie di cromosomi: numero aploide ( $n$ ); nell'esempio  $n = 2$ . In seguito alla fecondazione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

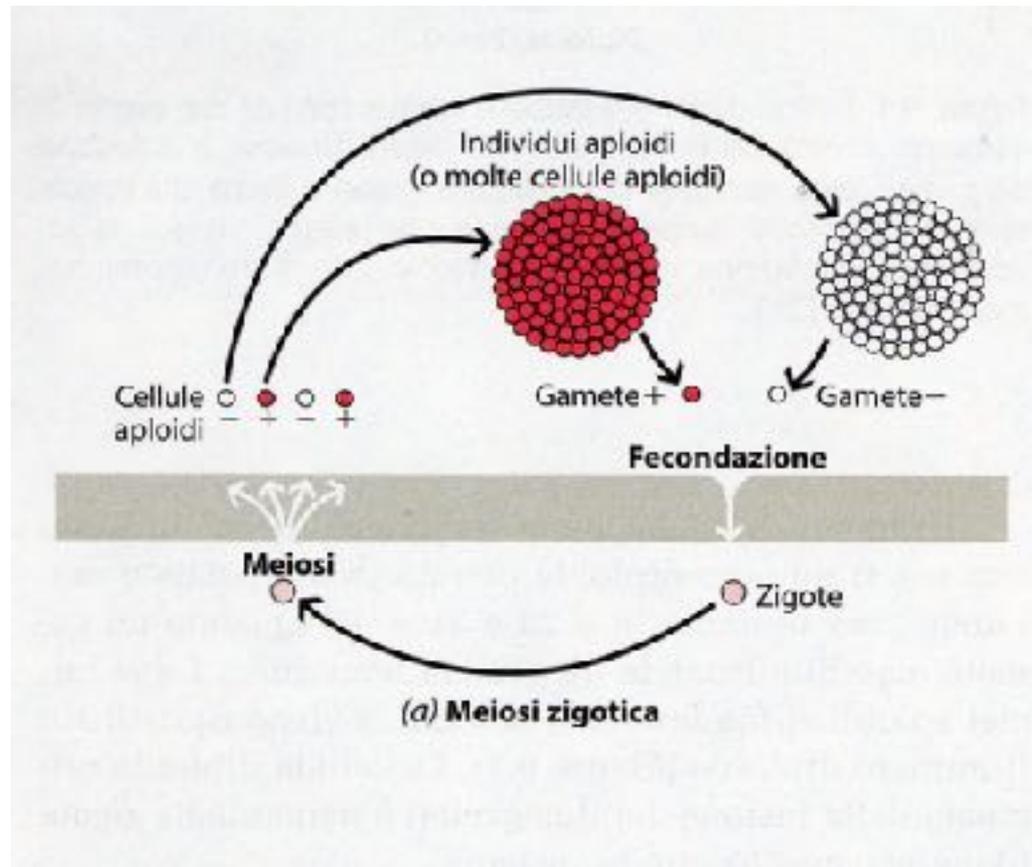
**APLONTI**

**APLODIPLONTI**

**DIPLONTI**



# Organismi aplonti, con meiosi zigotica

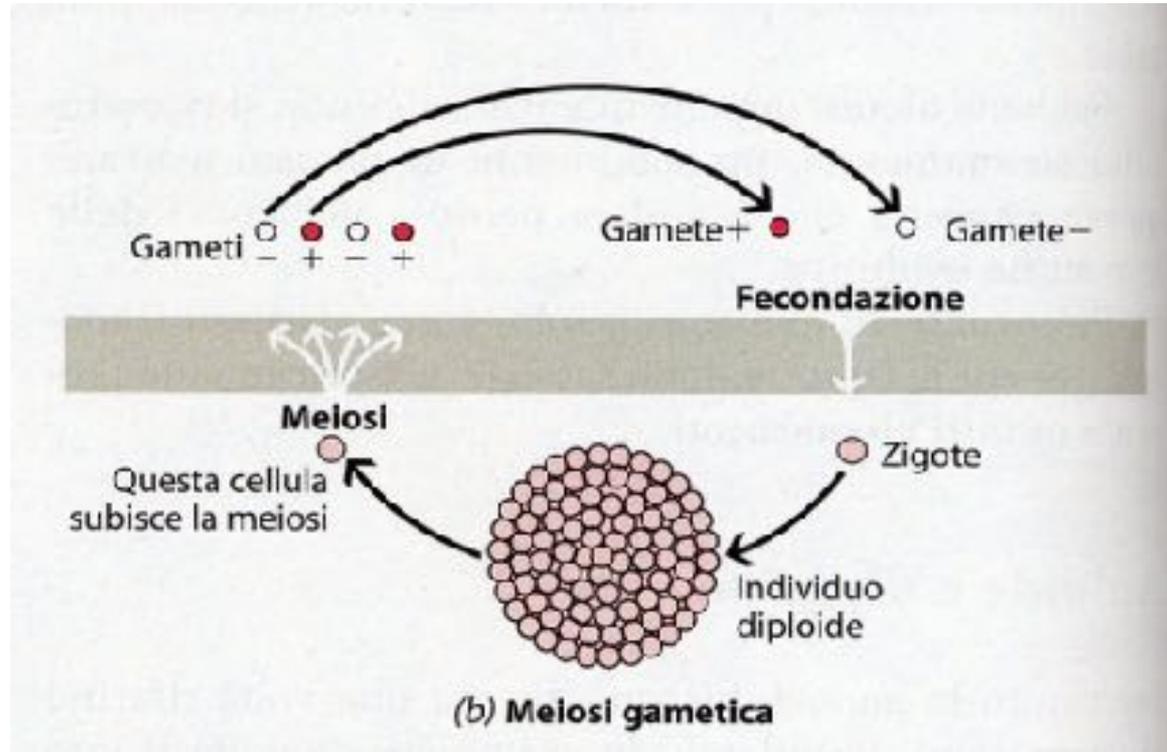
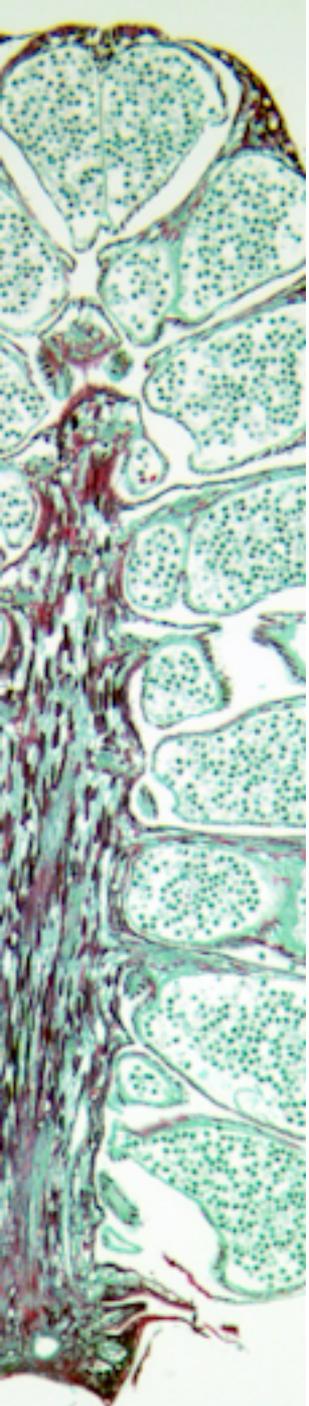


n,  
aploidia

2 n,  
diploidia



# Organismi diplonti, con meiosi gametica

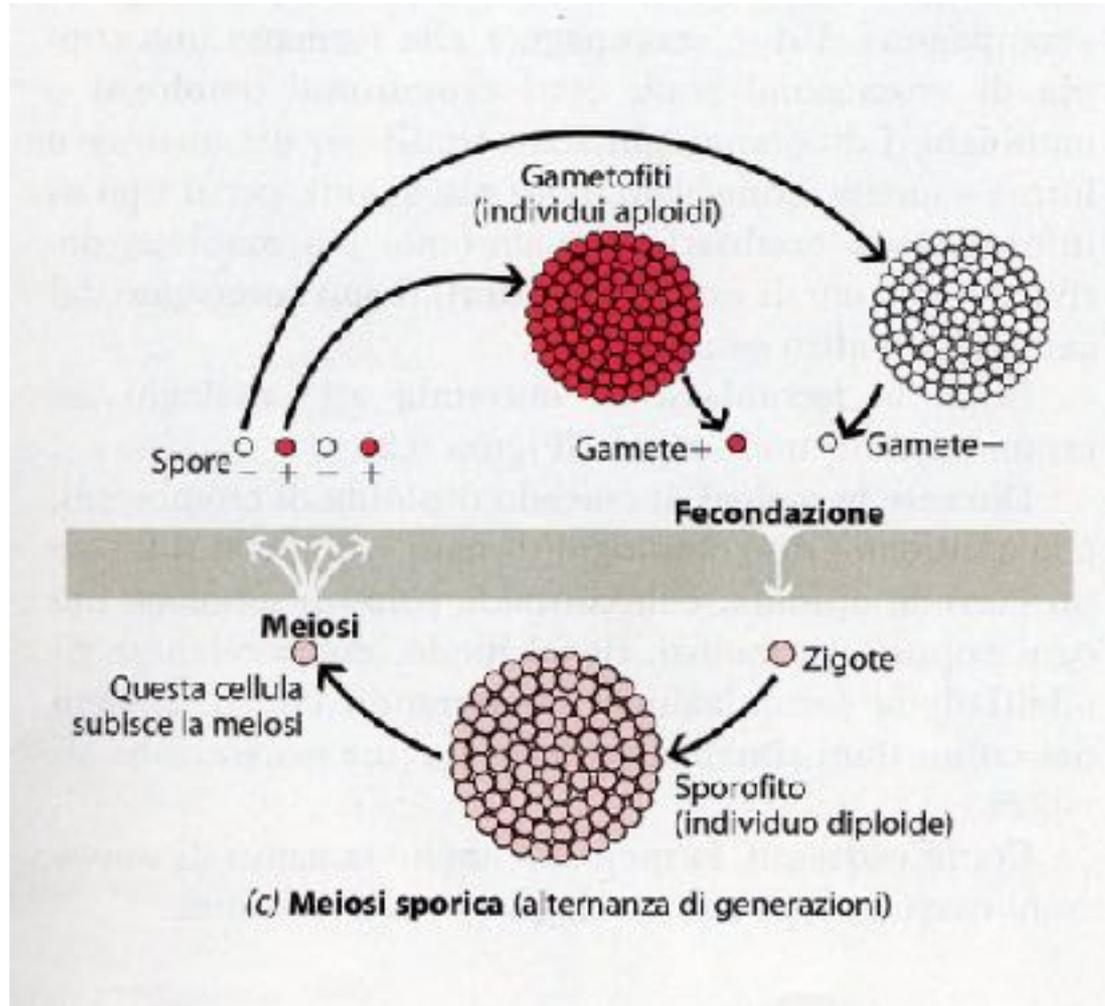
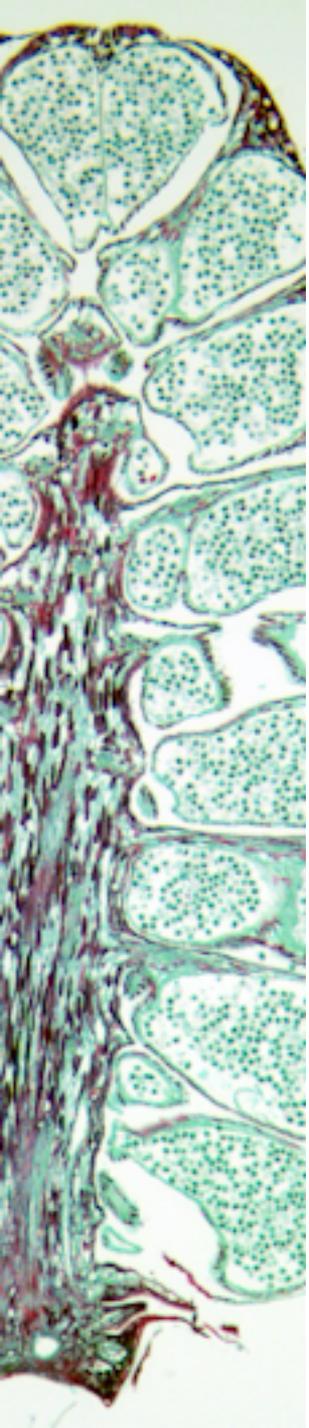


n,  
aploidia

2 n,  
diploidia



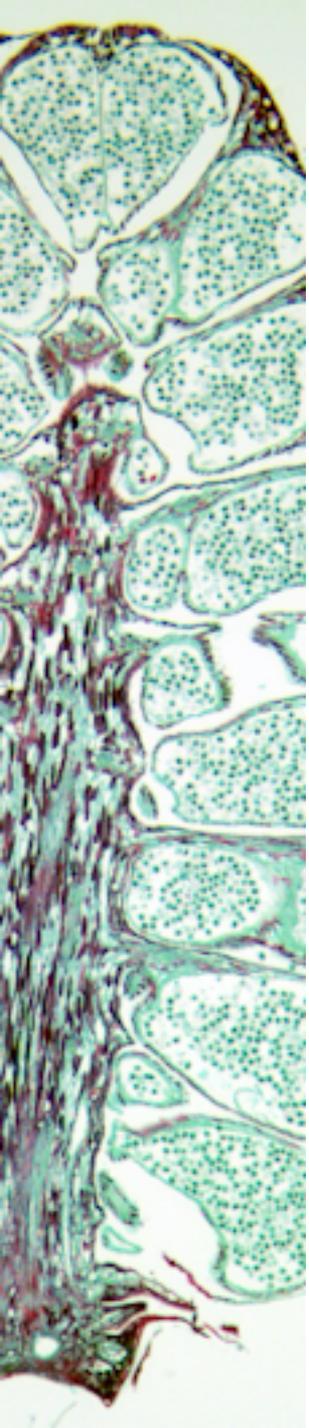
# Organismi aplodiplonti, con meiosi sporica



n,  
aploidia

2 n,  
diploidia



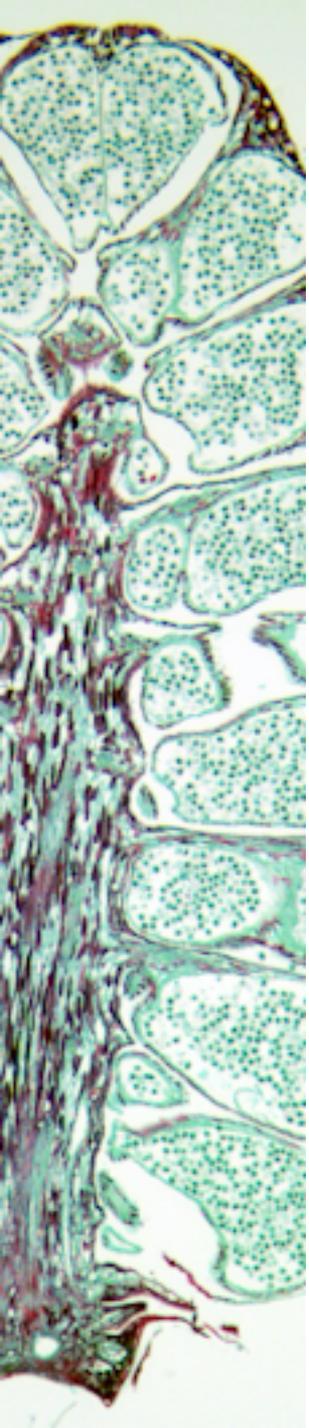


**Ciclo aplontico:** meiosi zigotica (ad entrare in meiosi è lo zigote, unica fase del ciclo che si trova in condizione di diploidia)

**Ciclo diplontico:** meiosi gametica (= si formano gameti)

**Ciclo aplodiplontico:** meiosi sporica (= si formano meiospore)





## Il concetto di **GENERAZIONE**

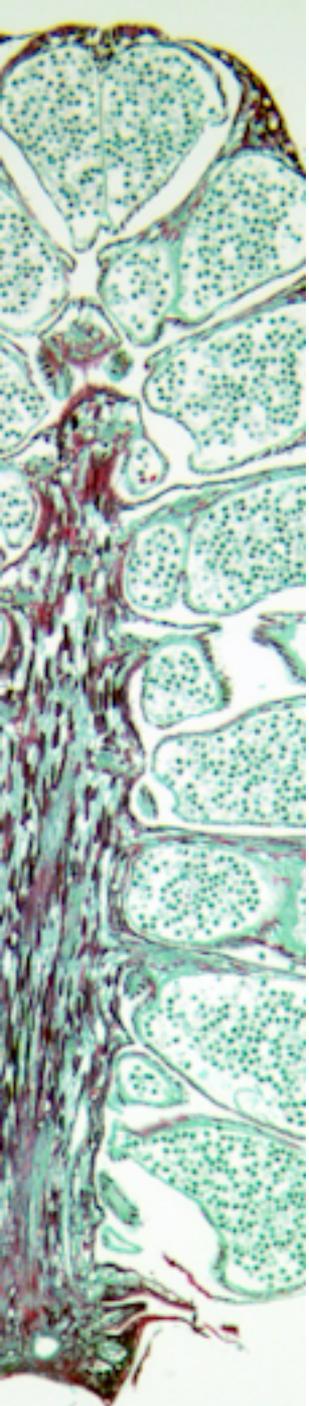
Si indica con il termine "**generazione**" una fase riproduttiva che inizia con un determinato tipo di cellule germinali e che si conclude, dopo un numero variabile di mitosi, con la formazione di un altro tipo di cellule germinali.

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

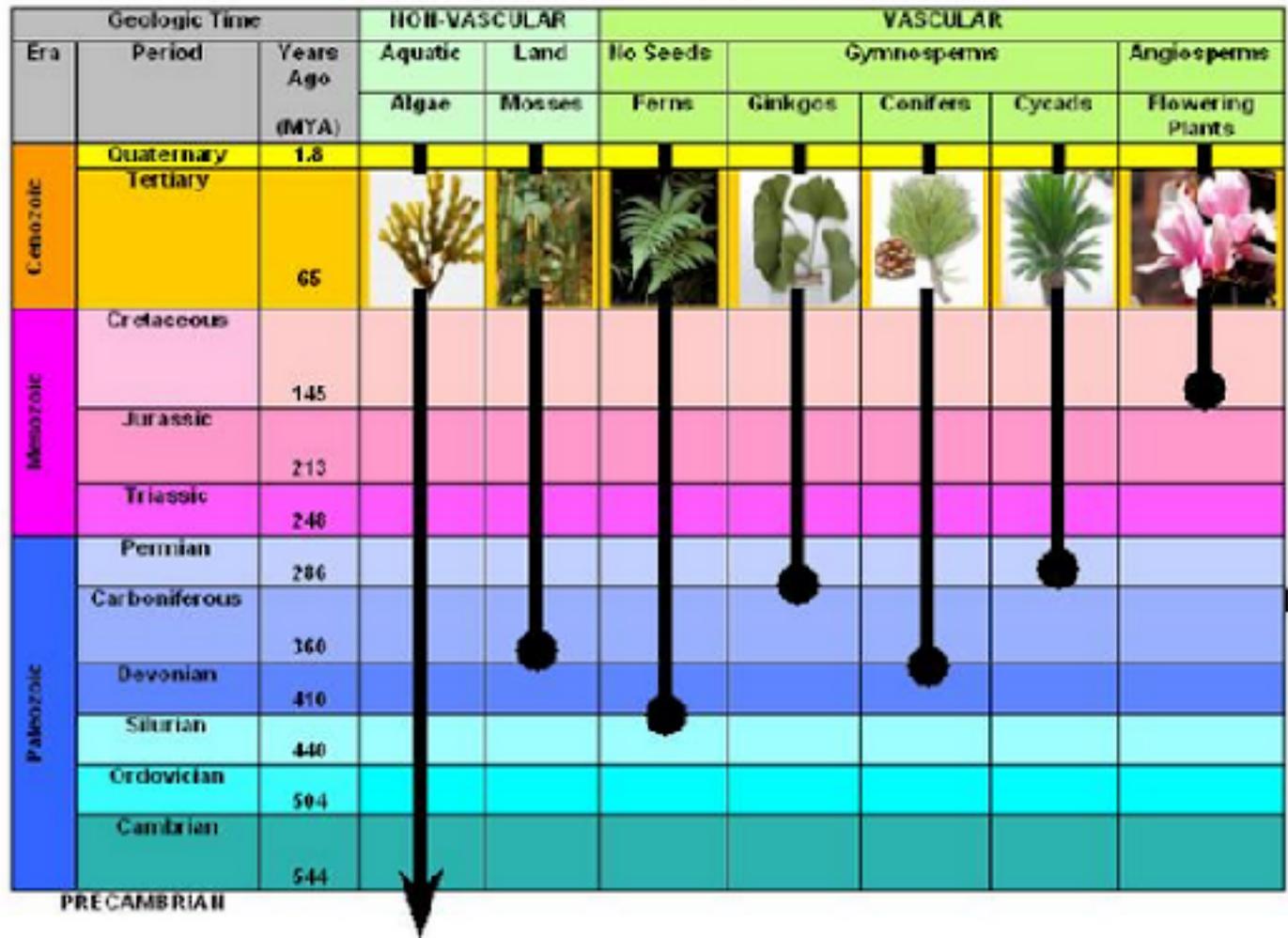
generazione formante gameti = **GAMETOFITO**

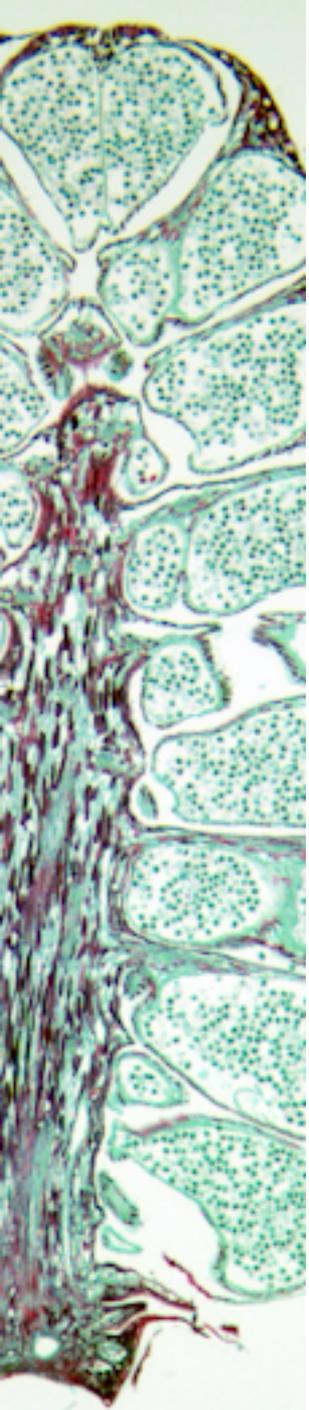
generazione formante spore = **SPOROFITO**



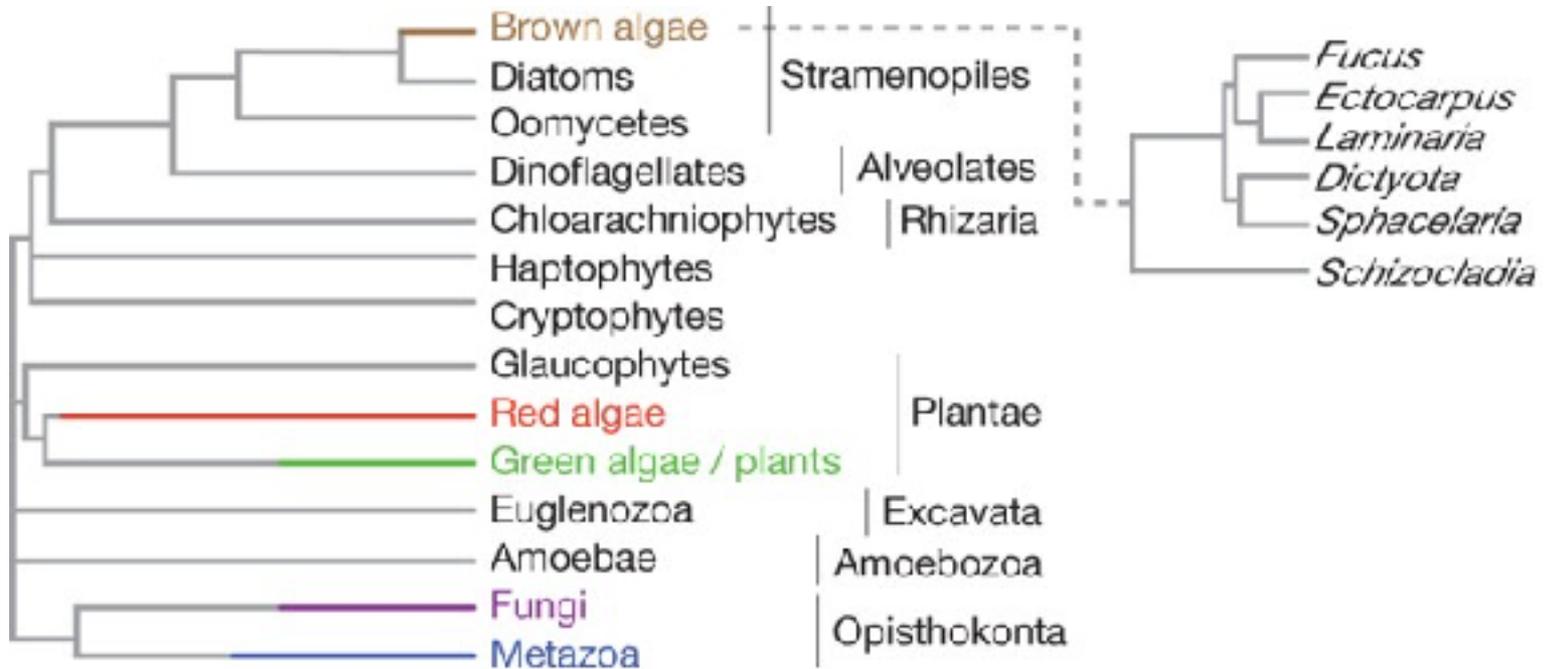


# PLANT EVOLUTION TIMELINE



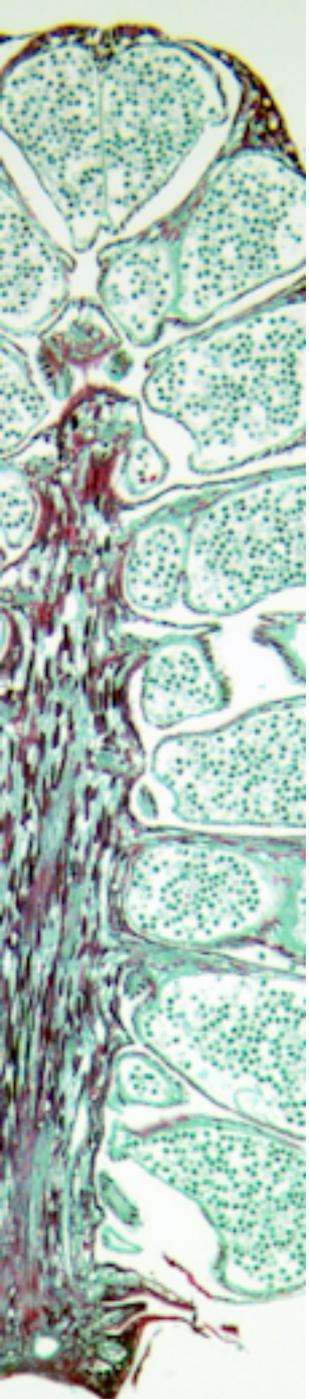


Quelle che noi chiamiamo alghe sono un gruppo polifiletico che comprende le alghe verdi, rosse, brune, e altri gruppi fotosintetizzanti.



Le alghe verdi sono invece un gruppo parafiletico.



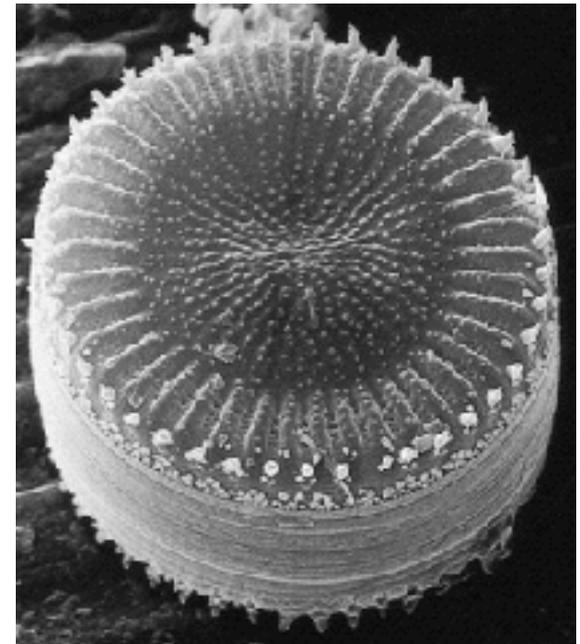


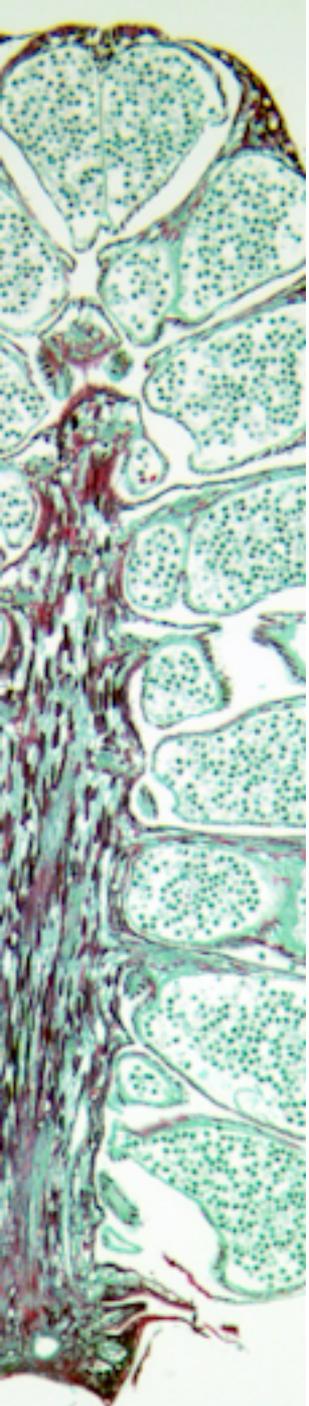
## Le diatomee (classe Bacillariophyceae)

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.

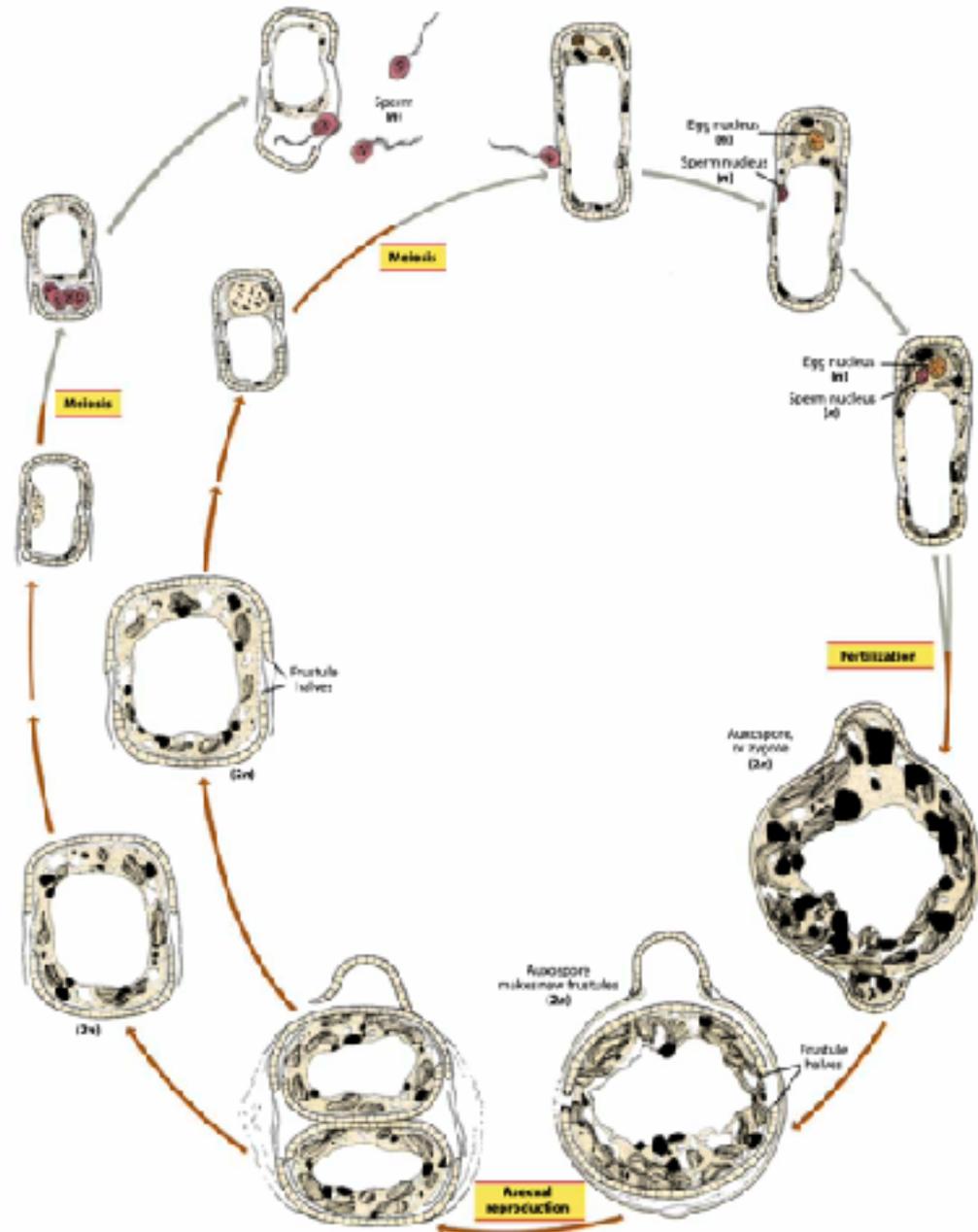
Si distinguono in pennate o centriche, a seconda della simmetria (bilaterale o raggiata) della **teca** o **frustolo**.

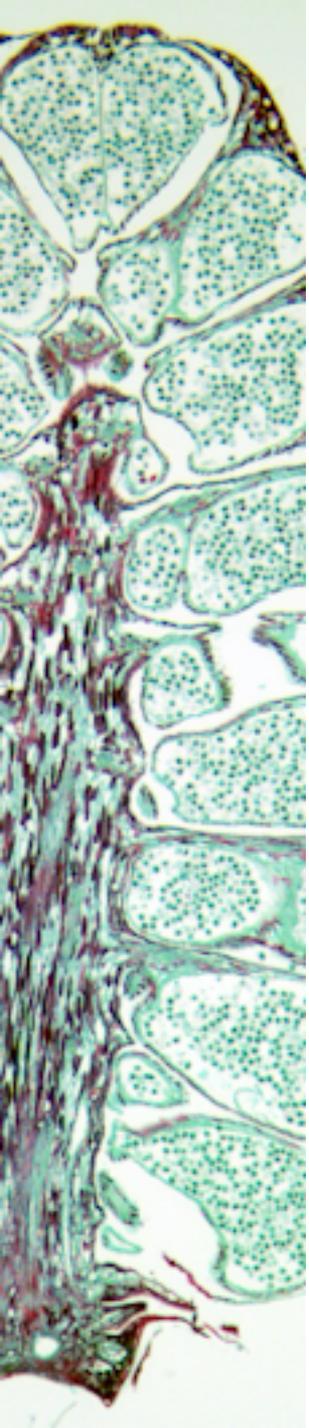
Questa è composta da polimeri di ossido di silicio, ed è divisa in due metà che si sovrappongono come le parti di una capsula petri





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.

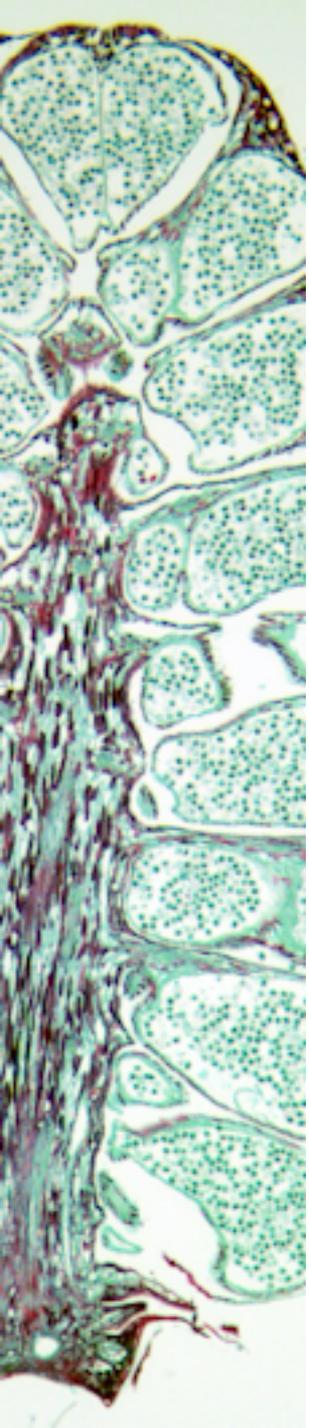
Esistono circa 1500 specie, ma nonostante il numero relativamente limitato, sono dominanti in diversi ecosistemi. Basti ricordare il genere *Sargassum*, nell'omonima area di mare tropicale.

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 in 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.

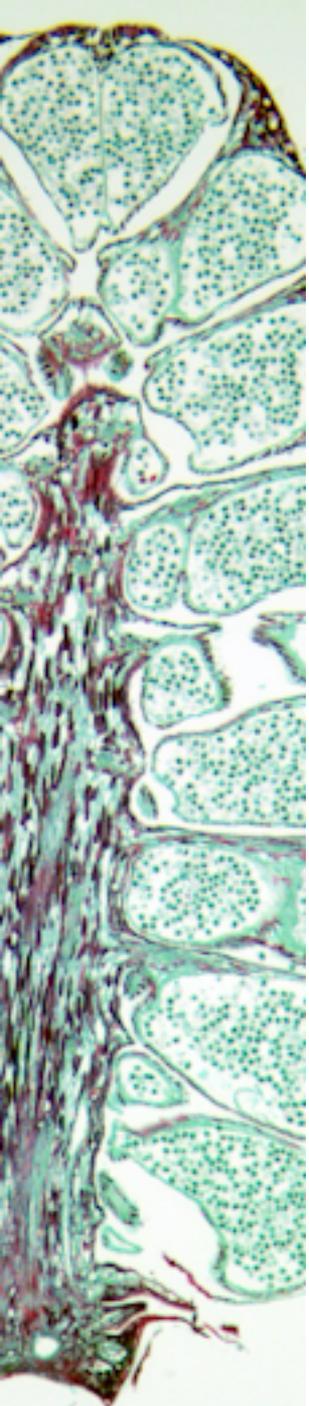
In questo gruppo si trovano sia casi di **meiosi sporica**, con **alternanza di generazione eteromorfa** (*Laminaria*), che casi di **meiosi gametica**, quindi con ciclo vitale diploide (*Fucus*).

*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**.

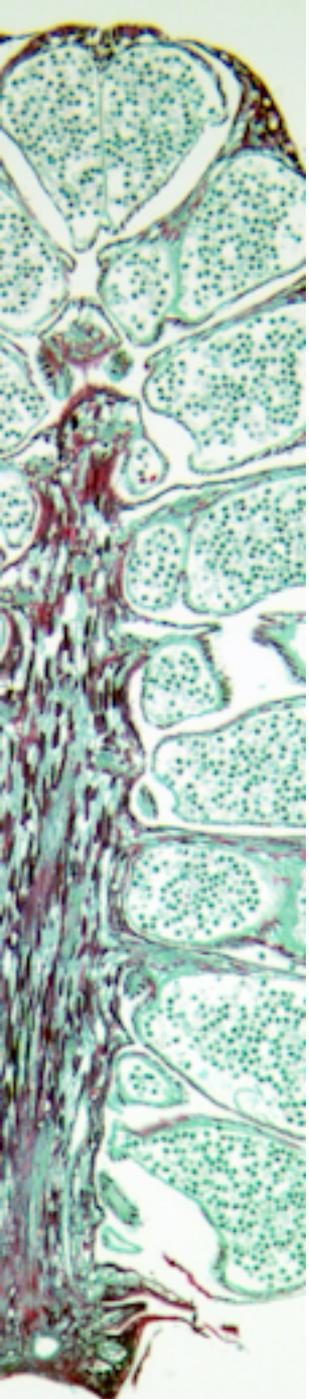
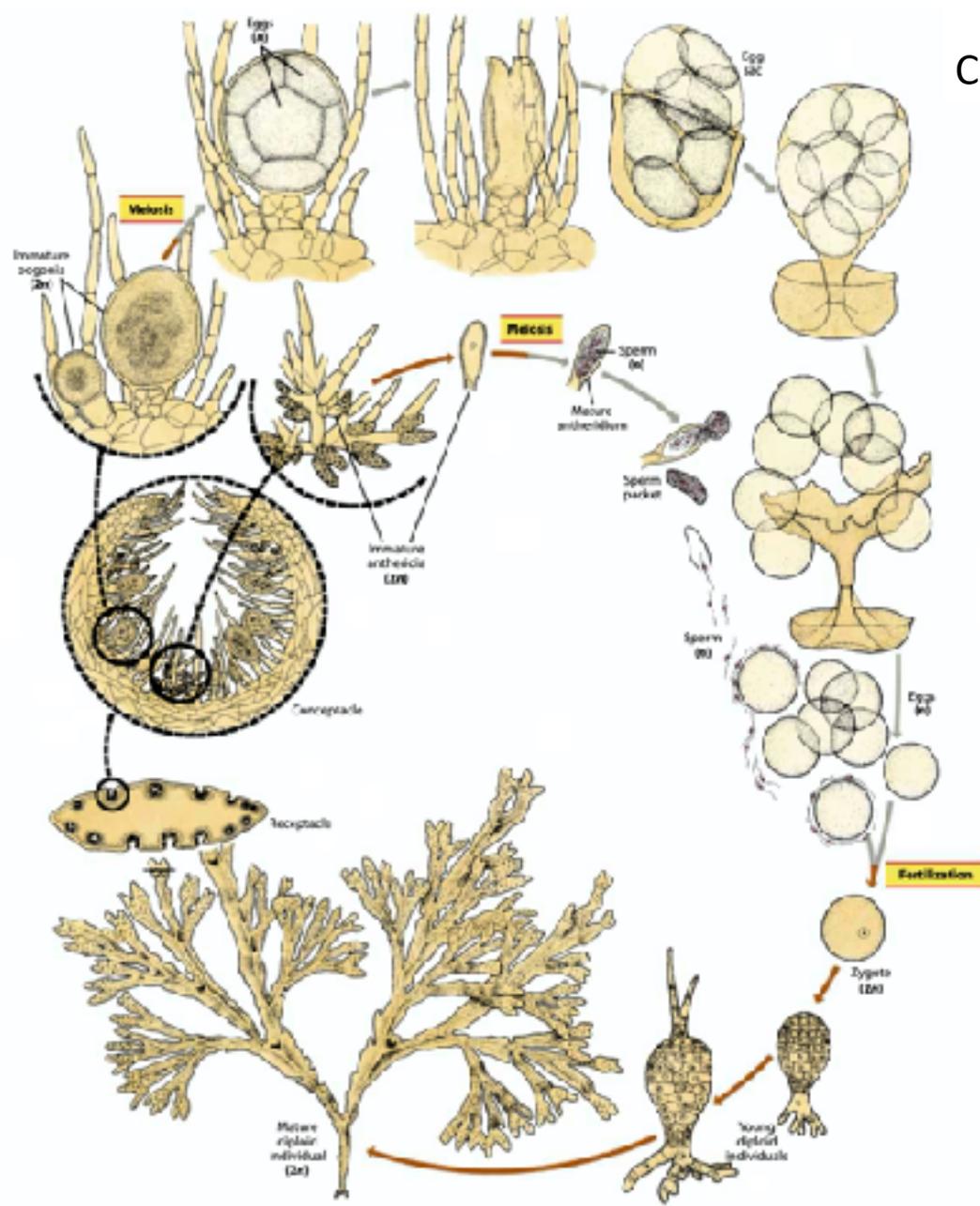
Anche in *Fucus* vi è anche oogamia, ma il ciclo è **diplonte**. Lo zigote viene immediatamente liberato, e dà origine a uno sporofito.

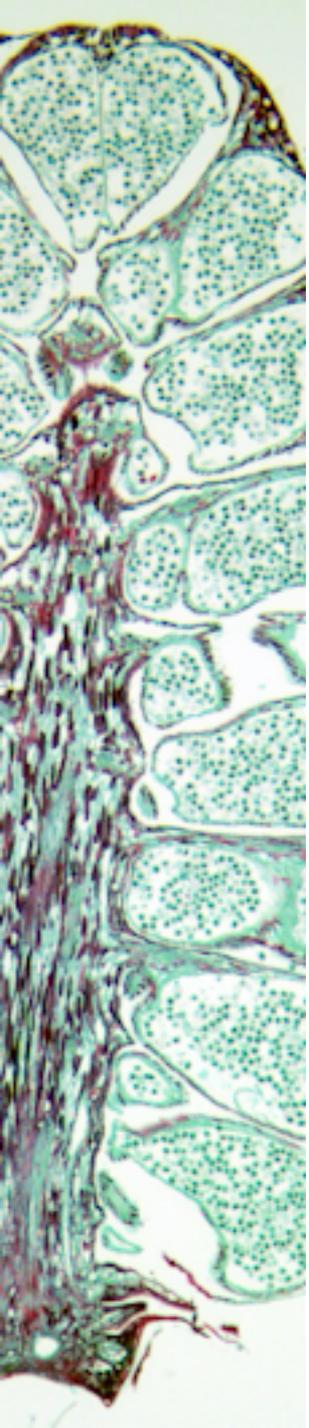


# *Fucus vesiculosus*



# 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 oblungi.

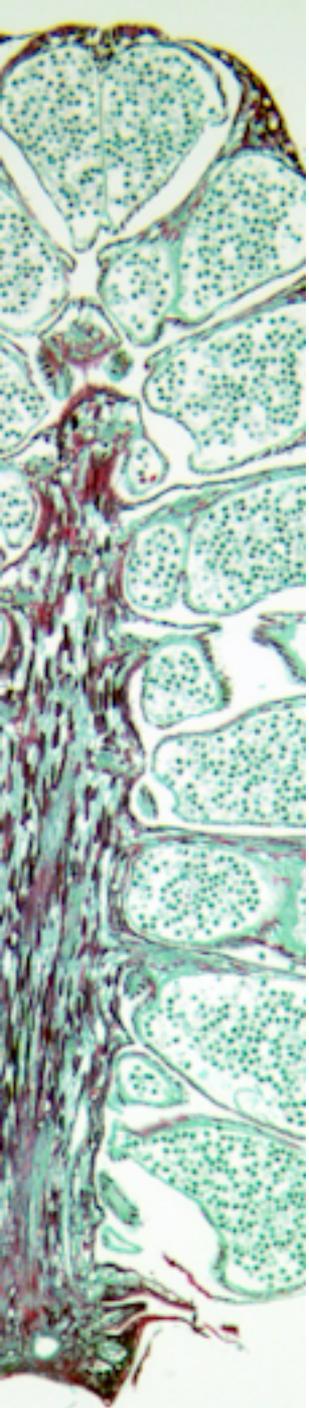
In ogni anteridio si trova una singola cellula madre che subisce meiosi, formando 4 cellule aploidi (tetrade) che subiscono 4 successive mitosi. Si formano così 64 spermatozoidi flagellati.

I **concettacoli femminili** presentano **oogoni** sferici portati da brevi peduncoli.

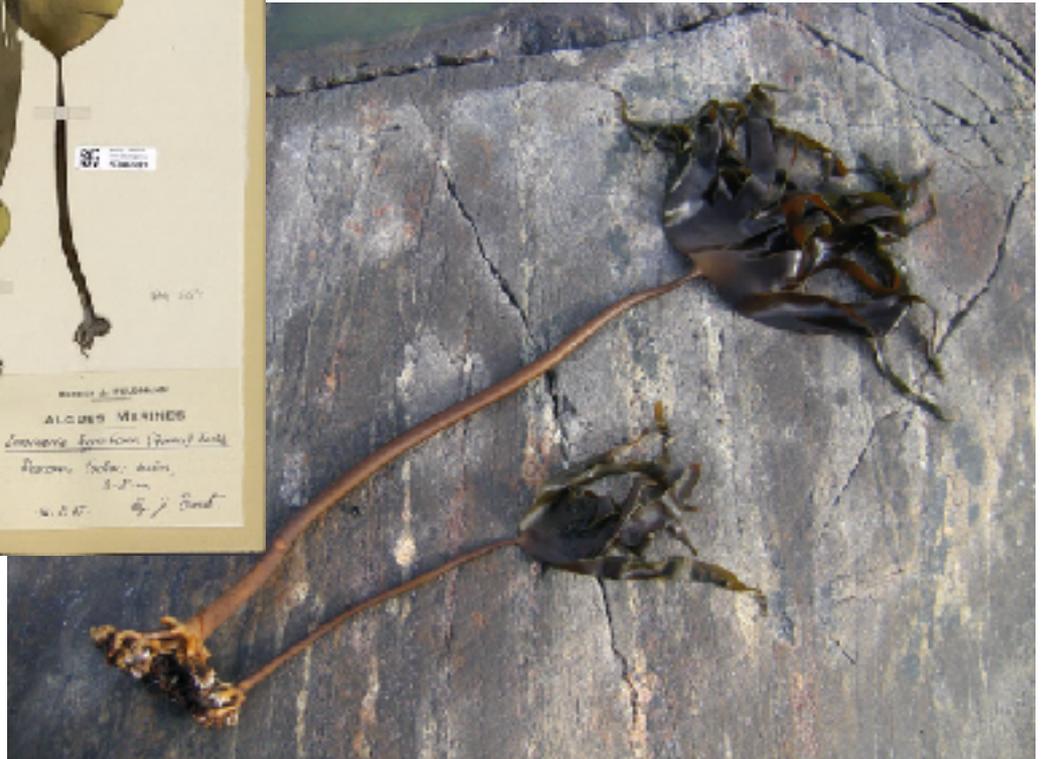
In ogni oogonio si trova una cellula madre, che si divide mitoticamente in una cellula basale sterile e in una fertile; quest'ultima subisce meiosi per dare 4 cellule aploidi che infine subiscono 1 mitosi producendo in tutto 8 oocellule.

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.

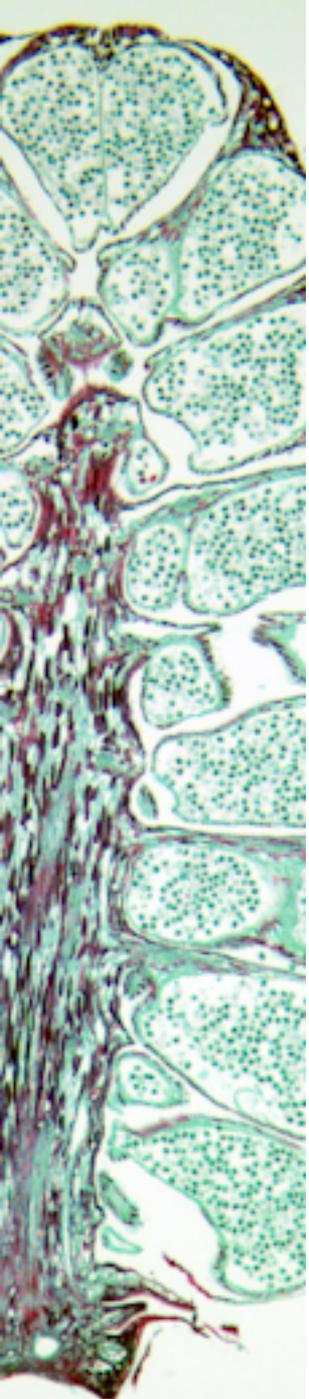
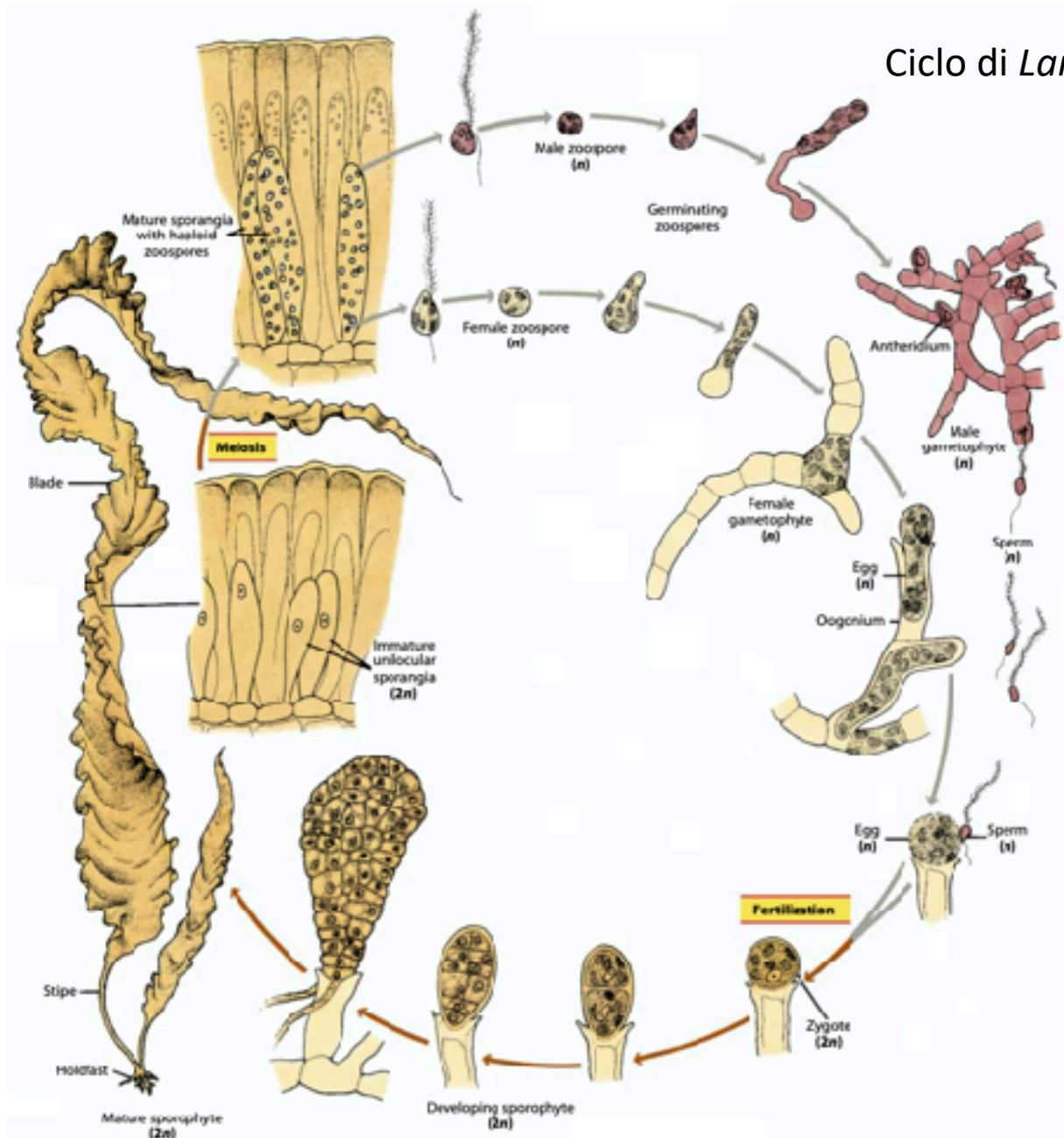


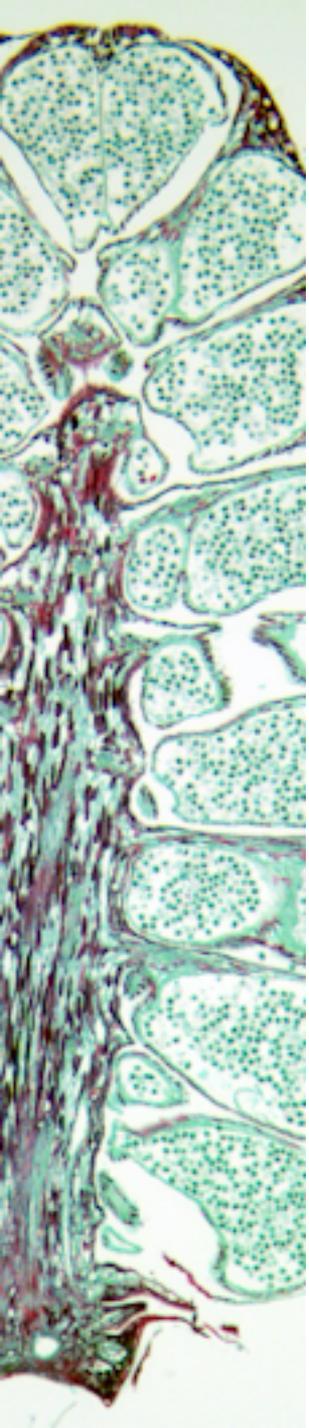


# *Laminaria hyperborea*



# Ciclo di *Laminaria*





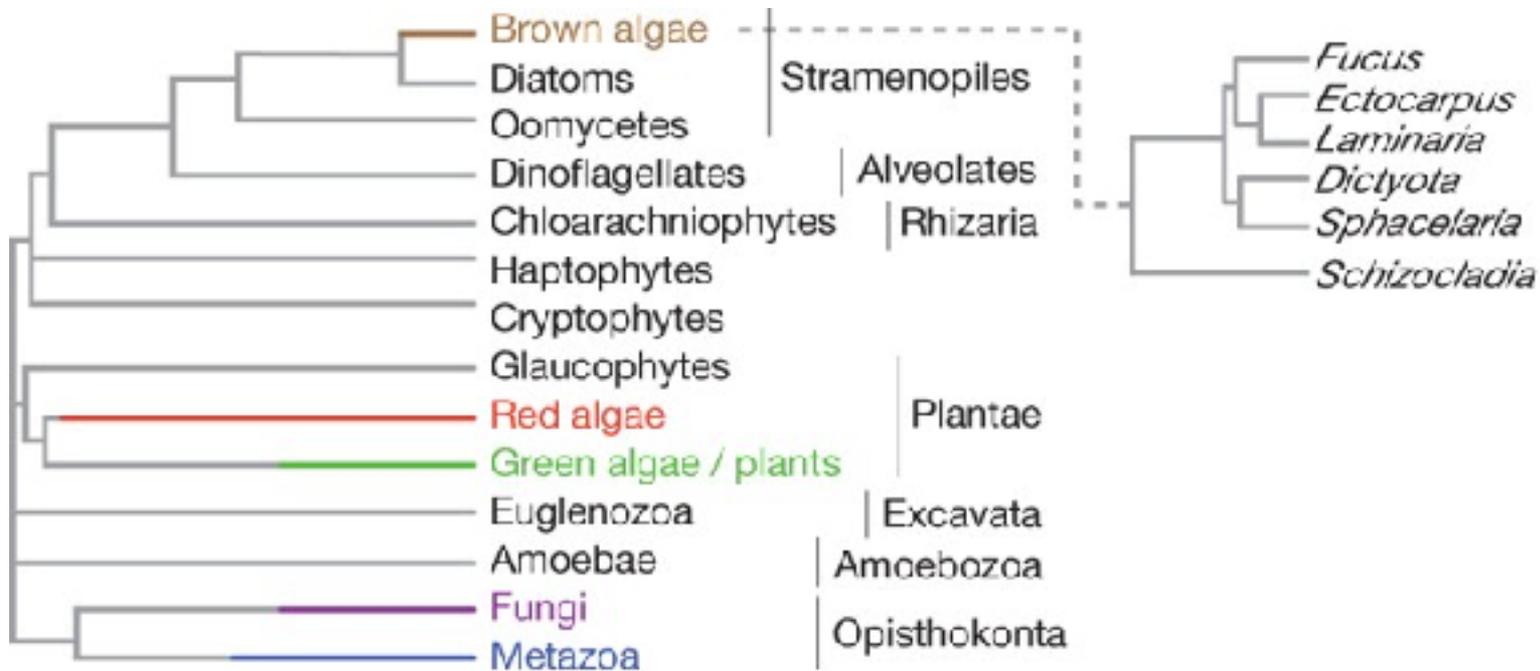
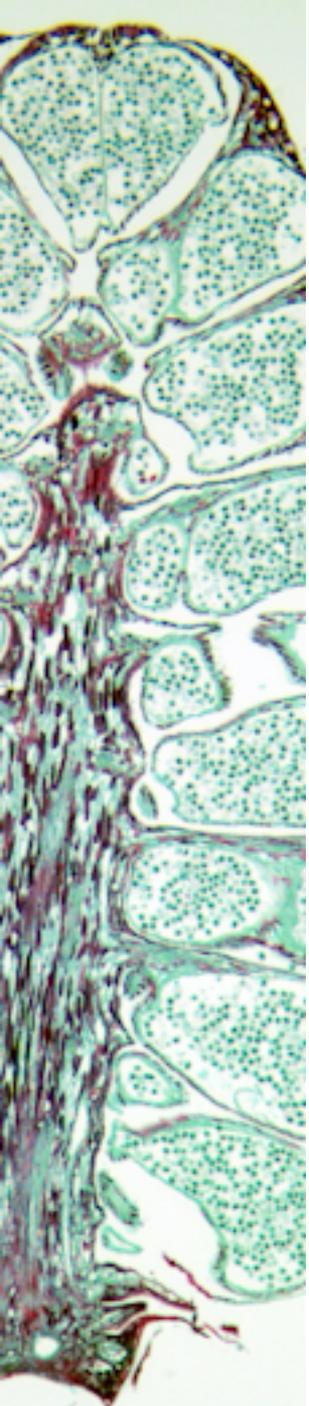
La meiosi avviene in **sporangii uniloculari**, e porta alla formazione di un elevato numero di zoospore aploidi flagellate, ognuna delle quali ha il 50% di possibilità di svilupparsi in un gametofito maschile o femminile. I gametofiti sono ridotti rispetto allo sporofito, e quindi vi è alternanza di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

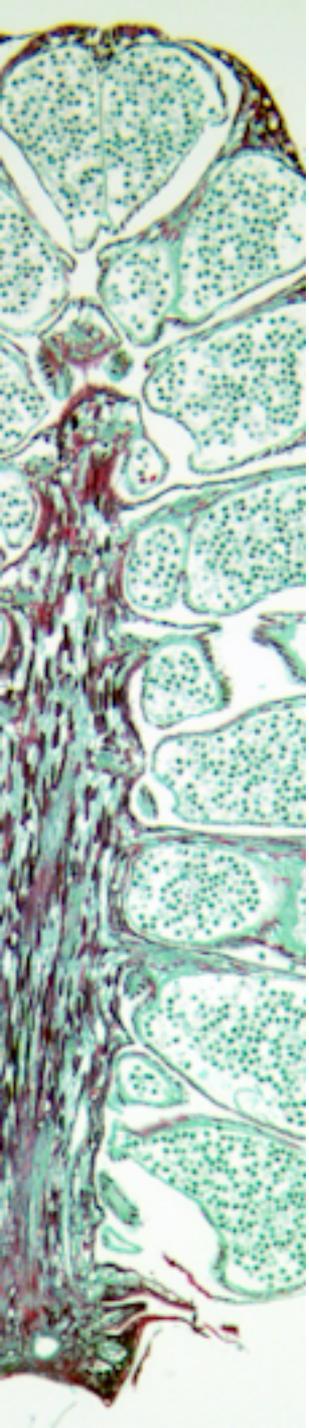
I **gametofiti maschili** portano degli **anteridi unicellulari**, ognuno dei quali da origine a un solo spermio.

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.







## 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.

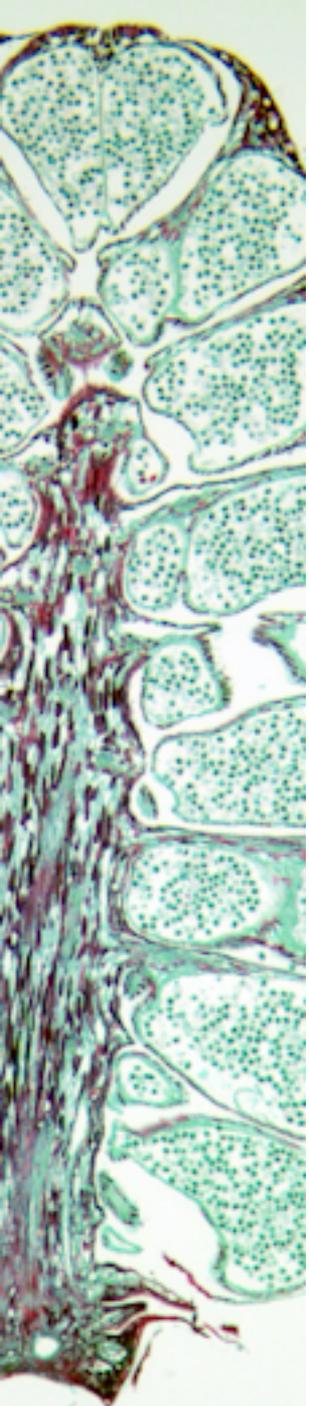
Esistono circa 6000 specie, in più di 500 generi.

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.

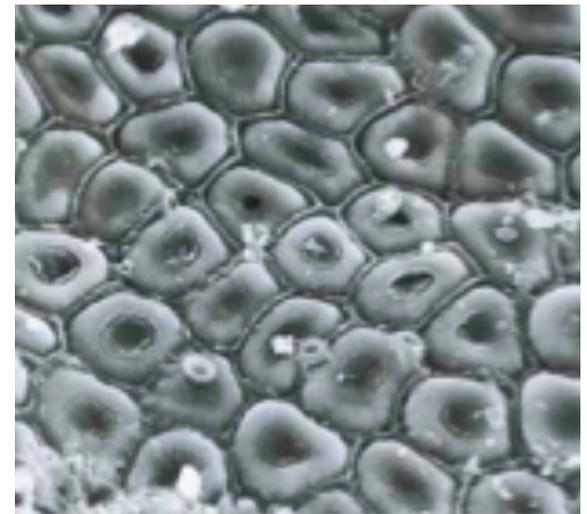
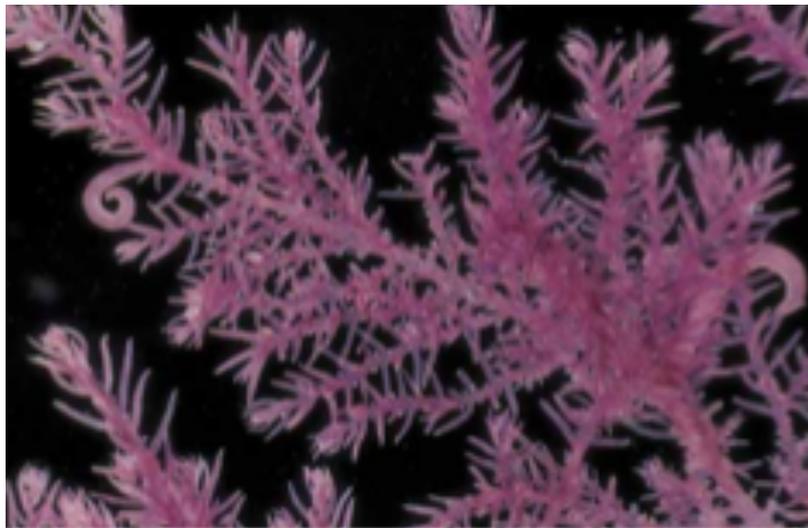


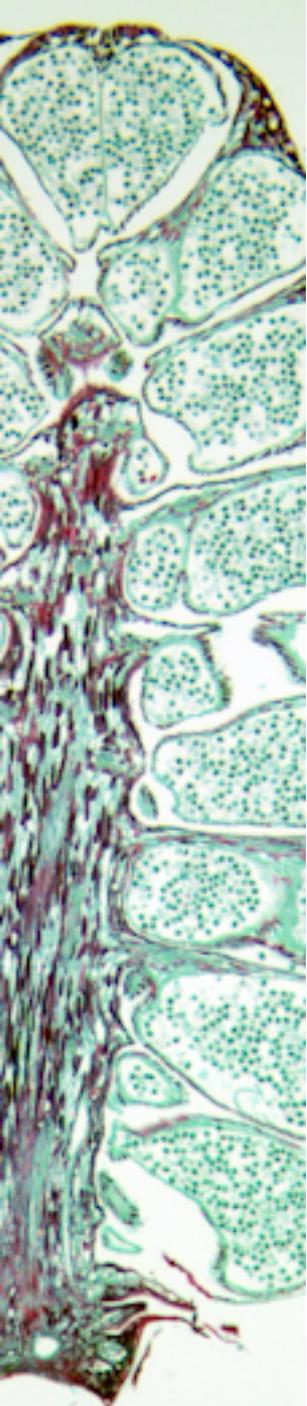


Le ficobiline sono molto efficienti nella cattura delle lunghezze d'onda del verde e del blu-verde, che sono quelle che possono arrivare alle profondità più elevate in mare aperto. Alcune specie di alghe rosse sono in grado di fare fotosintesi anche a oltre 250 metri di profondità, ove la quantità di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

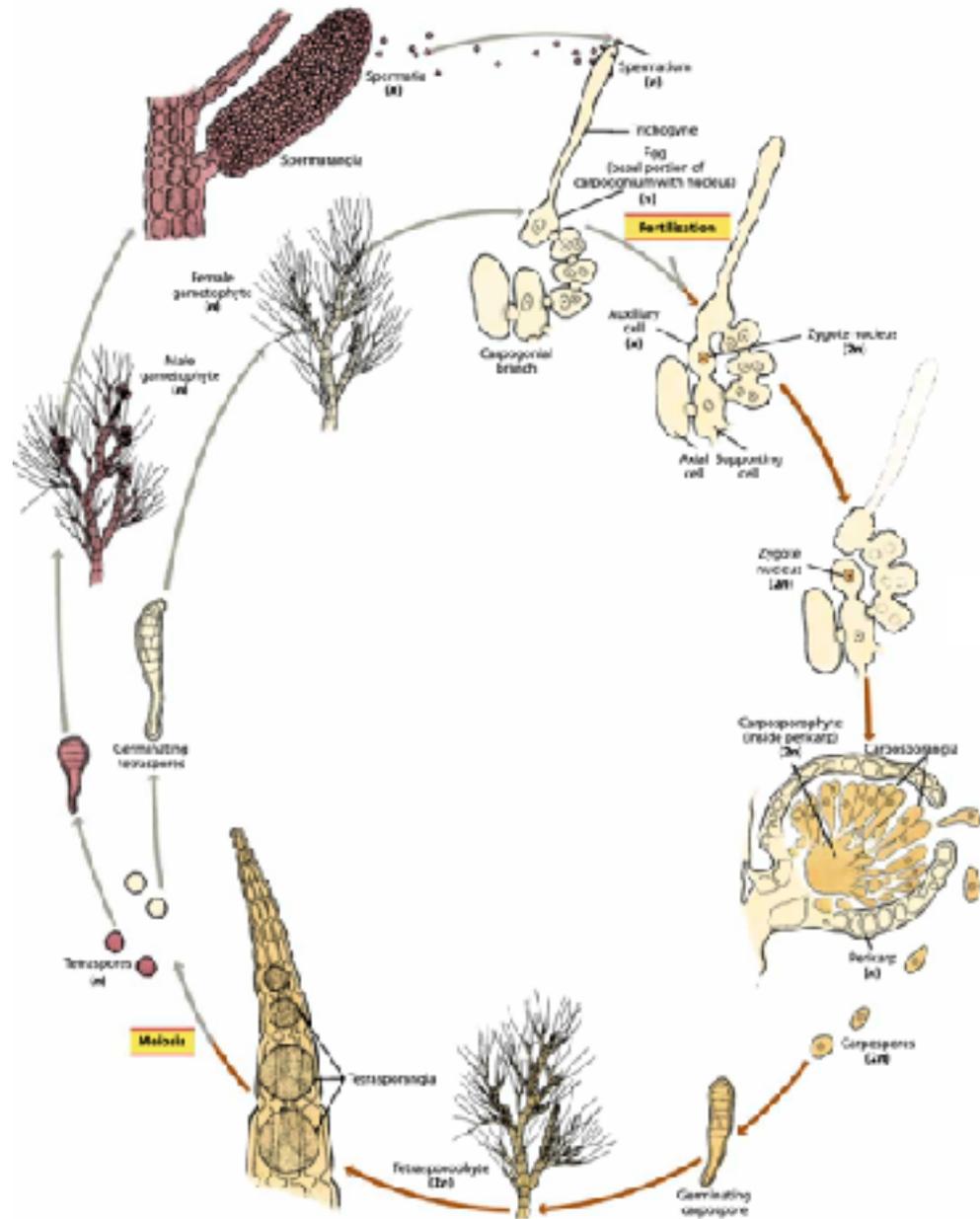
I loro cloroplasti sono molto simili, biochimicamente e strutturalmente, ai cianobatteri dai quali quasi certamente sono derivati per endosimbiosi.

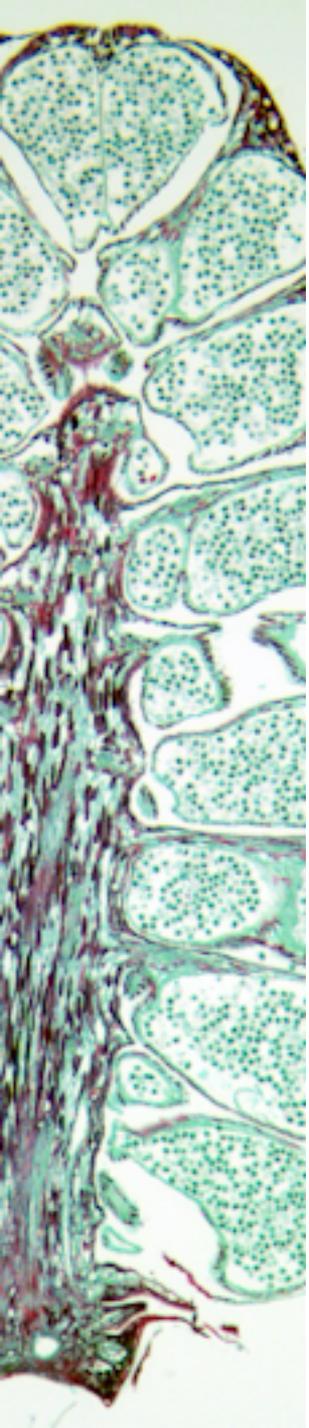
Alcune specie hanno anche perso i pigmenti durante l'evoluzione, e vivono da parassite su altre alghe rosse.





*Polysiphonia* fornisce un esempio di ciclo riproduttivo nelle alghe rosse pluricellulari. Vi è una **alternanza di generazione isomorfa** tra sporofito ( $2n$ ) 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, il vantaggio della meiosi sporica è la formazione di molti gametofiti, e quindi moltissimi gameti, cosa che aumenta la probabilità di fecondazione delle cellule uovo.





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 dà 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 un caso di alternanza di generazione isomorfa, ma esistono tra le alghe rosse anche casi di alternanza eteromorfa.

