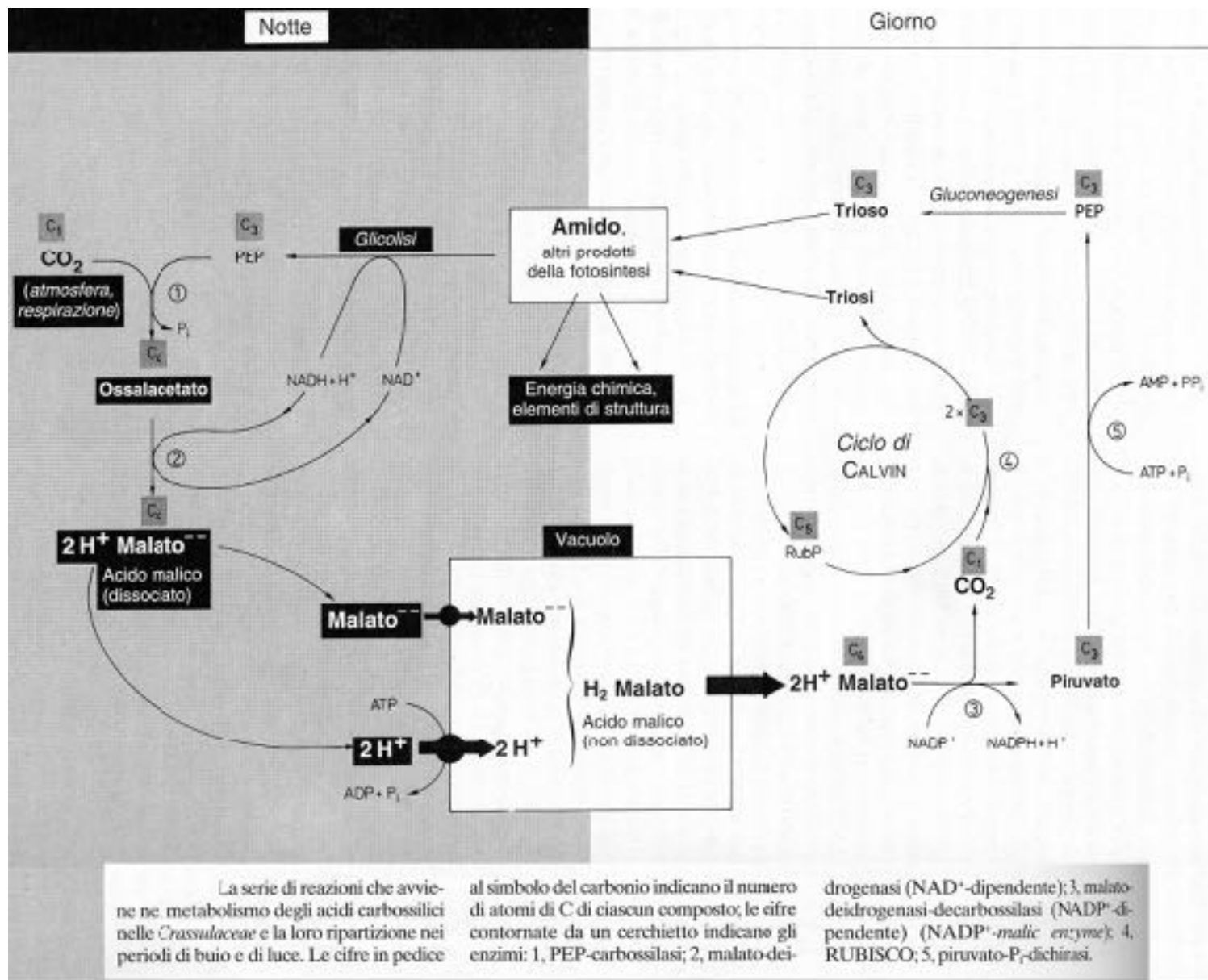


Andamento di alcuni tipici fenomeni del metabolismo degli acidi carbossilici nelle *Crassulaceae* durante il ciclo notte-giorno. In alto: assorbimento netto di CO<sub>2</sub> nelle foglie e resistenza stomatica alla diffusione. In basso: contenuto in acido malico e in amido nelle foglie. I valori indicati corrispondono a valori medi che possono variare molto secondo le specie e le condizioni esterne.





La serie di reazioni che avviene nel metabolismo degli acidi carbossilici nelle *Crassulaceae* e la loro ripartizione nei periodi di buio e di luce. Le cifre in pedice al simbolo del carbonio indicano il numero di atomi di C di ciascun composto; le cifre contornate da un cerchietto indicano gli enzimi: 1, PEP-carbossilasi; 2, malato-deidrogenasi (NAD<sup>+</sup>-dipendente); 3, malato-deidrogenasi-decarbossilasi (NADP<sup>+</sup>-dipendente) (*NADP<sup>+</sup>-malic enzyme*); 4, RUBISCO; 5, piruvato-P<sub>i</sub>-dichirasi.





Distretto fondamentale dell'accumulo è il **grande vacuolo vegetativo**. L'ingresso di malato avviene progressivamente contro un gradiente sempre più pronunciato, quindi richiede consumo di energia (ATP). L'efflusso durante il giorno è ad opera di acido malico indissociato (per le alte concentrazioni intravacuolari), dal vacuolo verso il citoplasma, dove l'acido malico viene decarbossilato.

Il funzionamento del metabolismo CAM si basa su una regolazione negativa della PEP-carbossilasi, enzima che viene inibito (*=non riesce a lavorare*) dall'acido malico, una molecola del quale si lega alla catena proteica, modificandone la struttura terziaria. Questo inibisce la fissazione della  $\text{CO}_2$  da parte della PEP-carbossilasi, eliminando la possibilità che la PEP-carbossilasi citoplasmatica leghi la  $\text{CO}_2$  al posto della RUBISCO plastidiale.

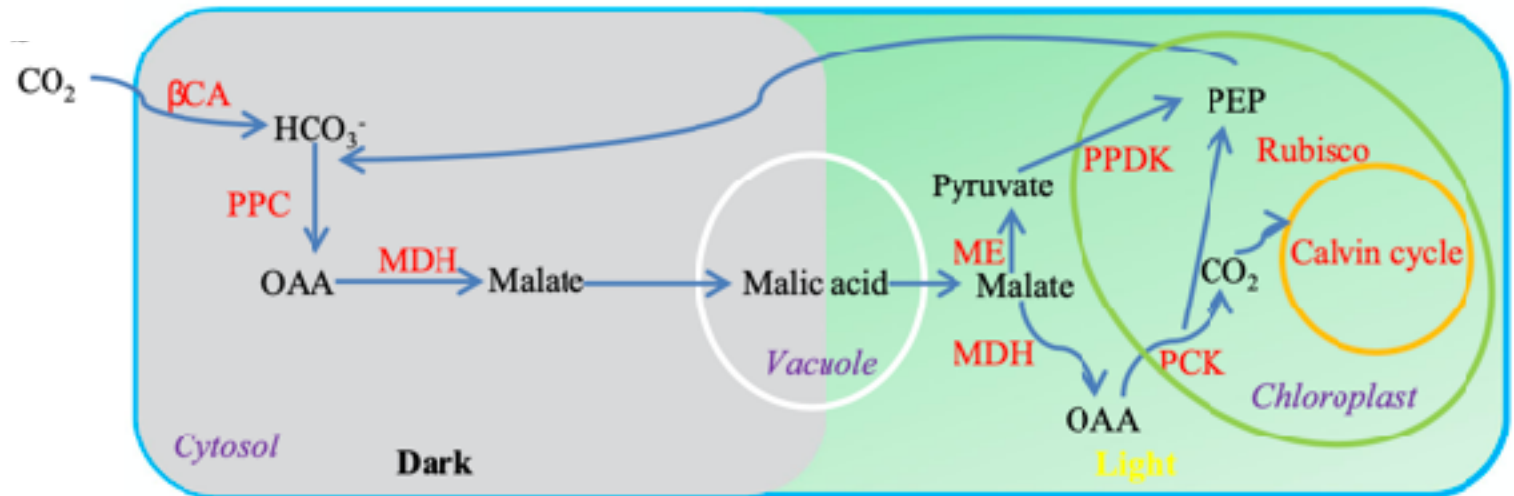


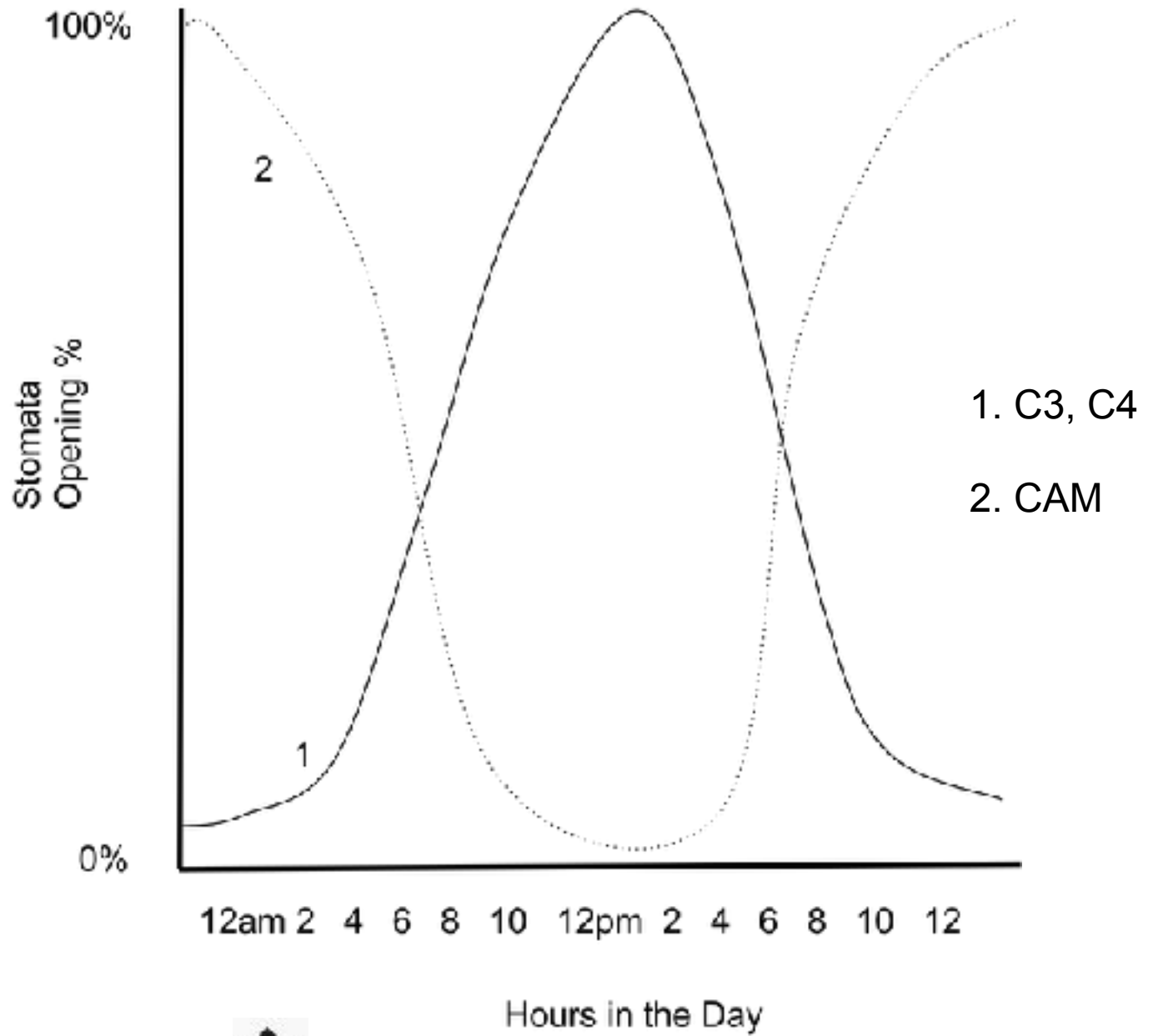


Il rilascio della CO<sub>2</sub> dal malato può avvenire o tramite la malato deidrogenasi (enzima NADP-malico), o tramite le fosfoenol-piruvato carbossichinasi (PEPCK).

Inoltre, a seconda dello stato di idratazione, sembra che la regolazione dell'azione del PEPCK vari durante il giorno.

Di certo, i due meccanismi di decarbossilazione possono lavorare contemporaneamente nelle piante CAM.







Due aspetti chiave del metabolismo CAM:

- (i) L'apertura degli stomi è regolata (anche) dalla concentrazione parziale interna della  $\text{CO}_2$ , che dipende da questa attività enzimatica particolare. Di notte gli stomi stanno aperti per il forte consumo della  $\text{CO}_2$  interna per opera della PEP-carbossilasi, di giorno stanno chiusi perché c'è  $\text{CO}_2$  a sufficienza.
- (ii) L'elevata concentrazione di malato a livello vacuolare di notte determina un incremento della pressione osmotica, che si accompagna di conseguenza ad una aumentata efficienza di assorbimento radicale: la pianta riesce a recuperare più acqua, proprio quando l'ambiente offre eventuali fenomeni di condensa sulla superficie del terreno.



# Metabolismo fotosintetico e consumo d'acqua.

Alcuni dati riguardanti l'economia dell'acqua e del carbonio nel corso della fotosintesi delle piante C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> e CAM (da C. BLACK). Il quoziente di traspirazione indica quanti g d'acqua vengono perduti quando viene assorbito dall'atmosfera e assimilato mediante la fotosintesi 1 g di carbonio.

	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	CAM
Quoziente di traspirazione in g H <sub>2</sub> O · g <sup>-1</sup> di C	Da 450 a 950	Da 250 a 350	Da 18 a 100 (per la fissazione di CO <sub>2</sub> durante la notte) Da 150 a 600 (per la fissazione di CO <sub>2</sub> durante il giorno)
Velocità massima della fotosintesi netta in mg CO <sub>2</sub> · m <sup>-2</sup> di sup. fogliare · s <sup>-1</sup>	Da 0,41 a 1,10	Da 1,1 a 2,2	Da 0,027 a 0,360
Velocità massima dell'aumento di sostanza secca in g · m <sup>-2</sup> di sup. fogliare · d <sup>-1</sup>	Da 50 a 200	Da 400 a 500	Da 1,5 a 1,8





Le specie con metabolismo CAM sono specie adattate a condizioni di forte stress idrico, sia esso permanente, come nei deserti, o periodi, come in tutti quegli ambienti ove a periodi di relativa abbondanza d'acqua si alternano periodi di aridità intensa.

Si pensi anche a molte specie epilitiche, dove l'acqua non permane nel substrato.

Queste specie sono contraddistinte anche da adattamenti morfologici per resistere alle condizioni spesso estreme in cui si trovano a crescere. In particolare, spesso esibiscono un basso rapporto superficie/volume, riducendo così la superficie attraverso la quale può avvenire l'evapotraspirazione. Spesso hanno anche stomi infossati, e spesse cuticole.







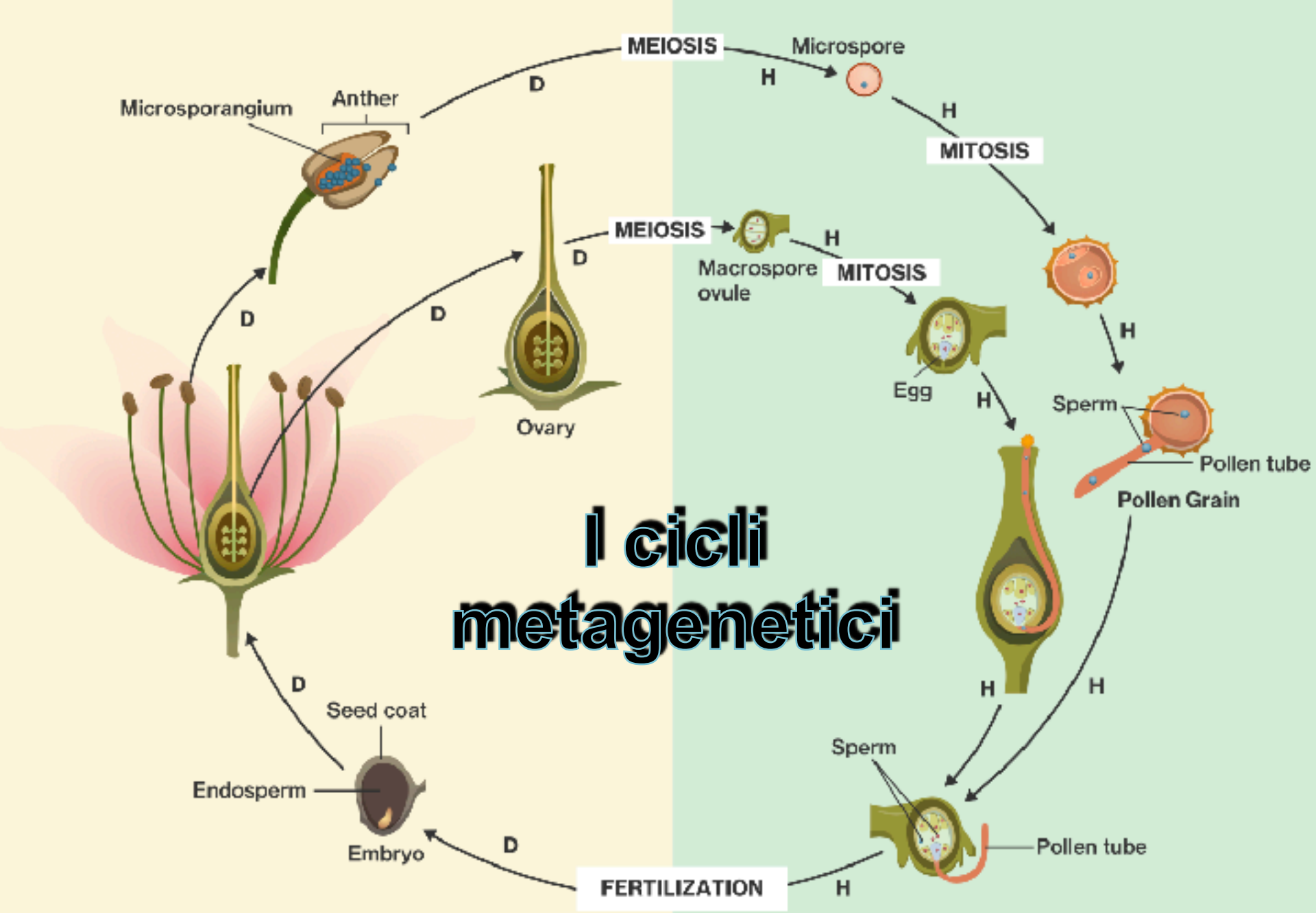
Esistono anche piante che non sono CAM obbligate, ma che usano questo metabolismo quando le condizioni lo rendono utile.

Si tratta di piante C3 o C4 in cui il metabolismo CAM può essere indotto da condizioni di elevato stress idrico prolungato. Queste sono in grado di cambiare completamente la strategia fotosintetica durante l'anno.

Un altro caso sono le specie che hanno un metabolismo CAM pur non aprendo, o aprendo molto poco gli stomi di notte. Queste accumulano (e usano) CO<sub>2</sub> durante il giorno, e al contempo riciclano la CO<sub>2</sub> prodotta dalla fotorespirazione.

Si tratta probabilmente di casi intermedi di passaggio da metabolismi C3 o C4 e CAM vere e proprie

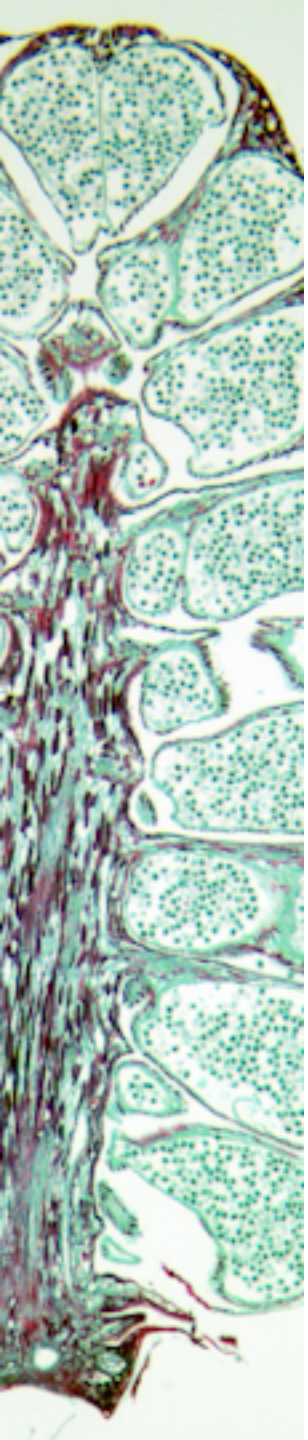




# I cicli metagenetici

D = Diploid

H = Haploid

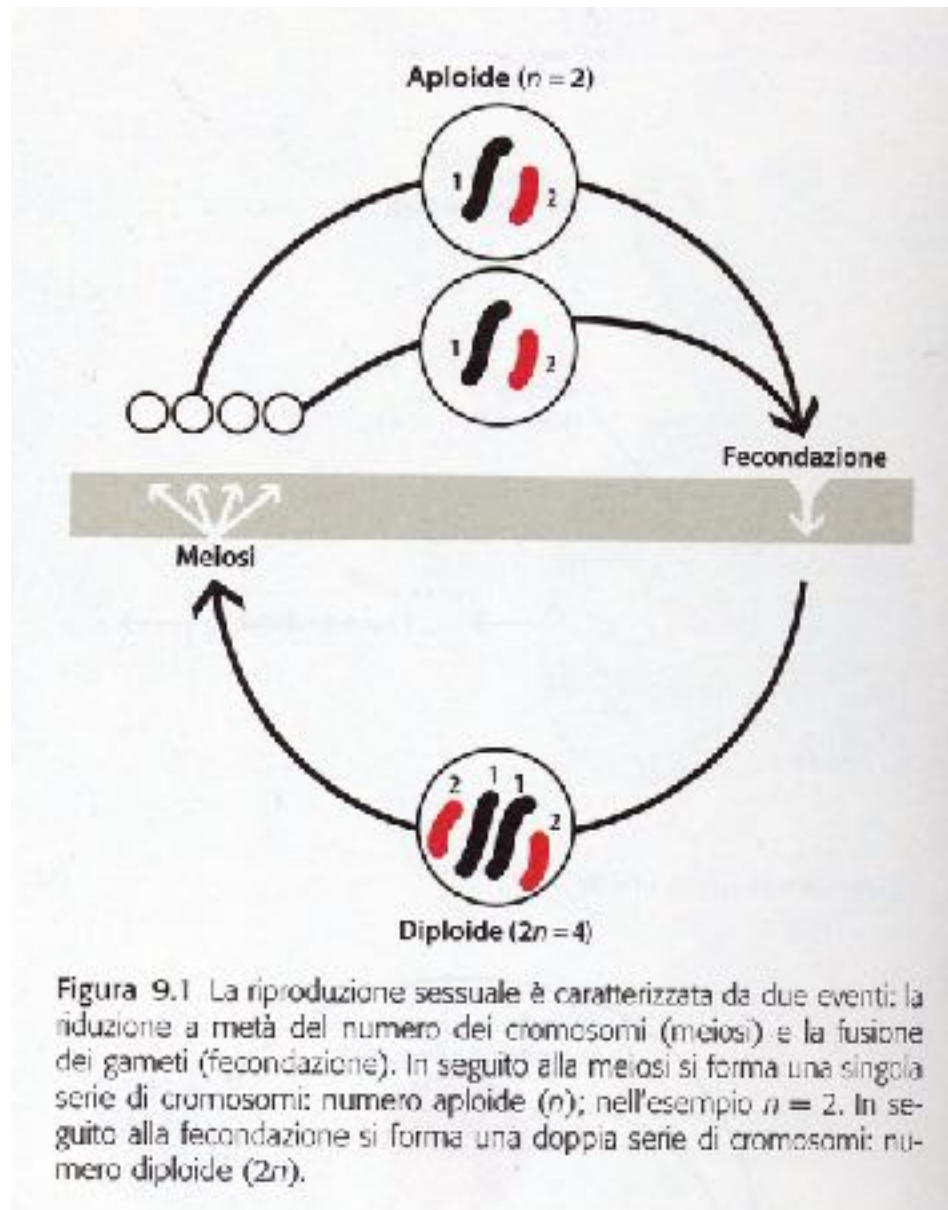
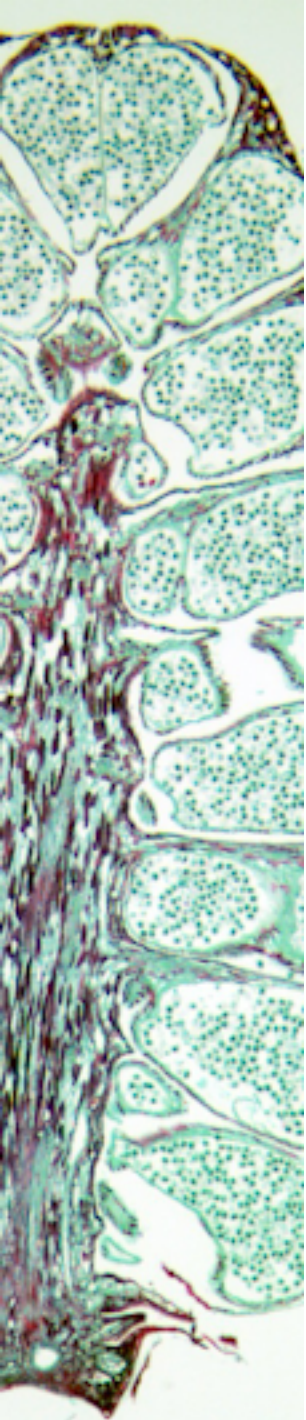


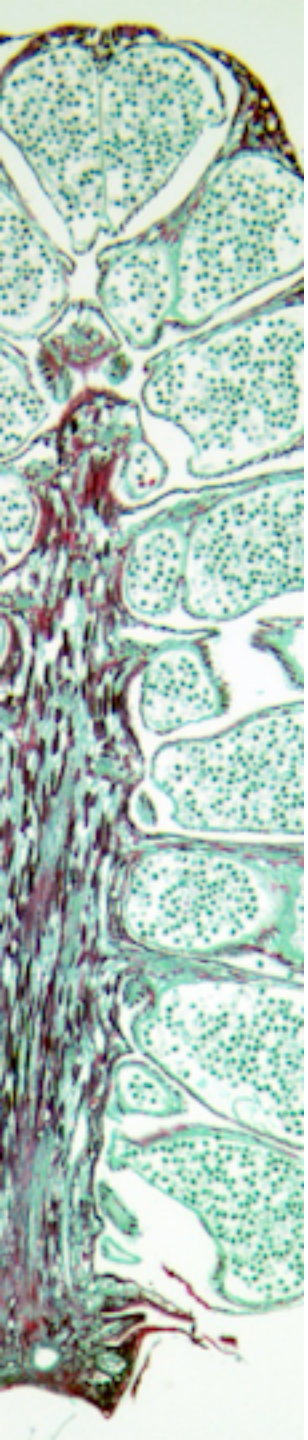
La riproduzione può avvenire sessualmente, con scambio di geni tra individui diversi (con diversi casi particolari...), o asessualmente, con la produzione di cloni dell'individuo originale. Nel primo caso il genoma dell'individuo prodotto è composto per metà da quello di ogni "genitore", mentre nel secondo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



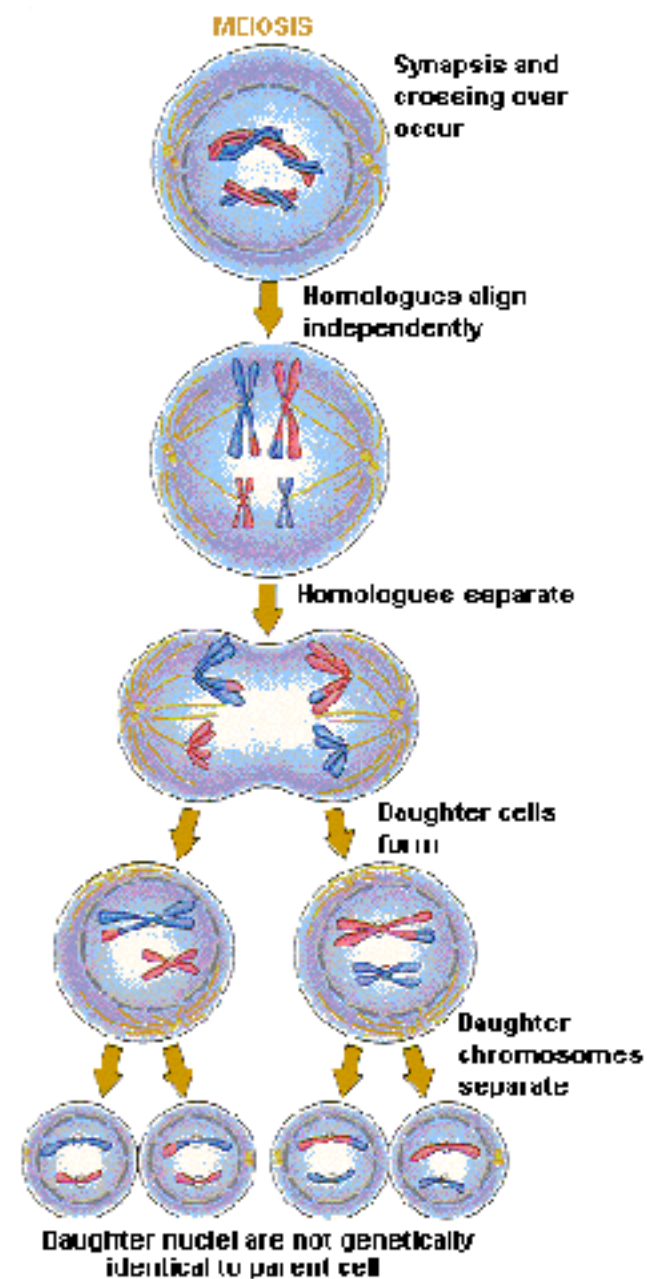
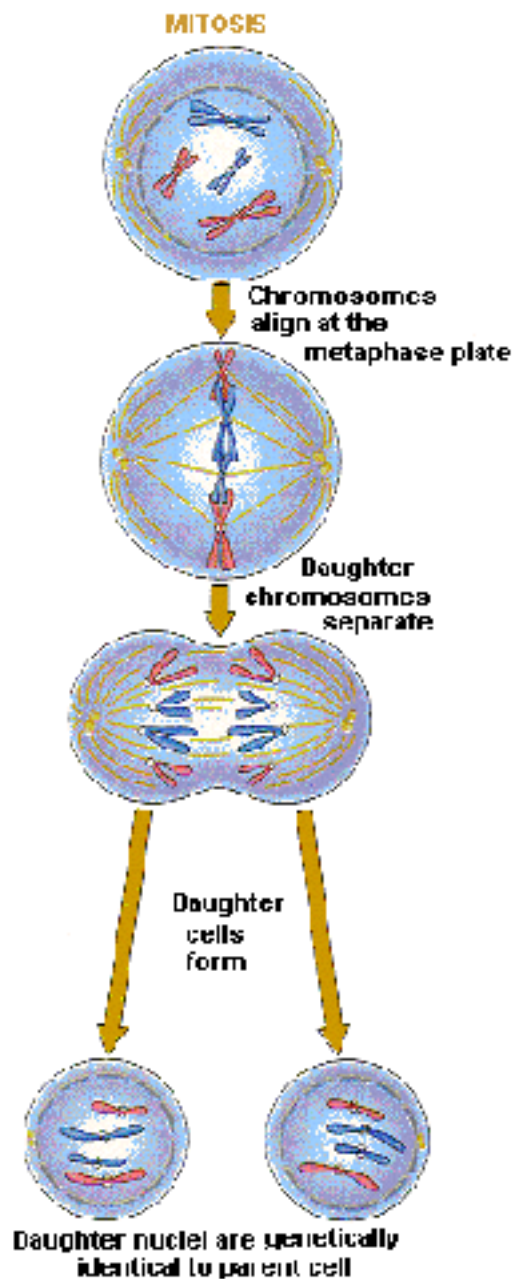
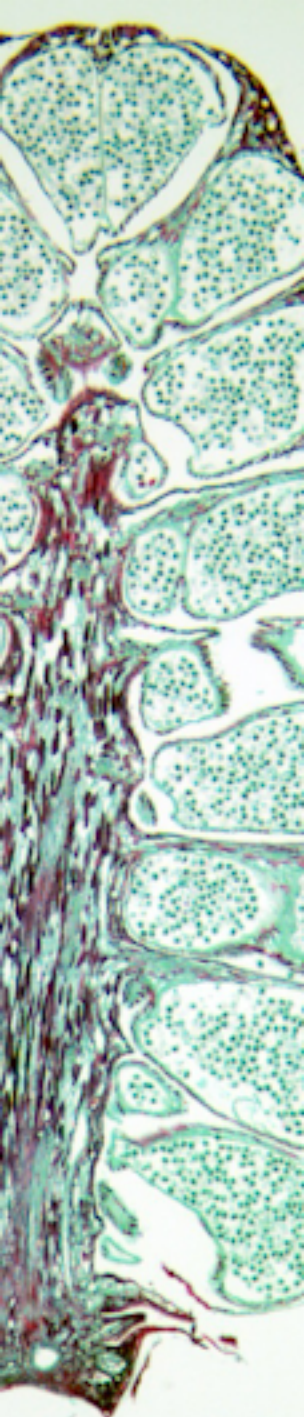


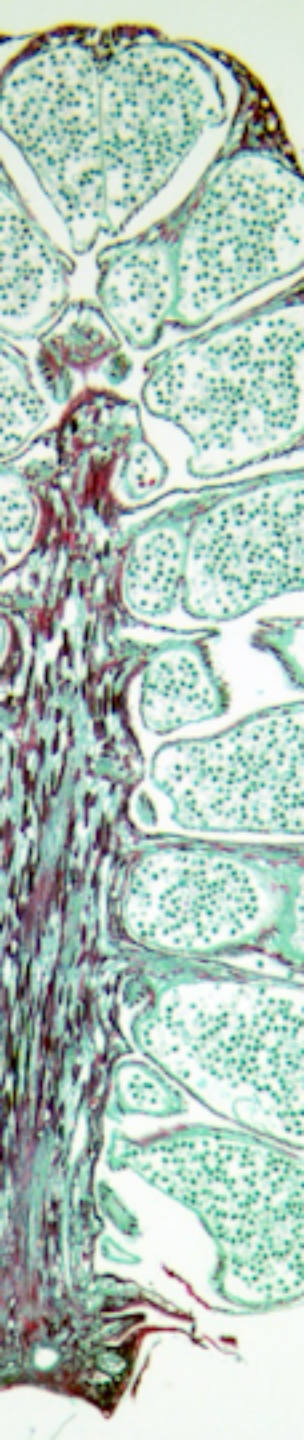


La **MEIOSI** differisce dalla **MITOSI** in tre punti fondamentali:

- 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»).



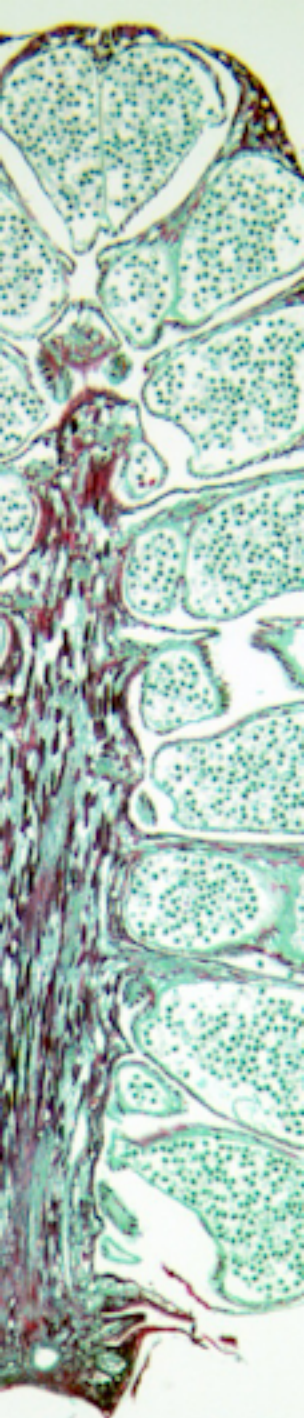




Con la meiosi vengono prodotti **NUCLEI DIFFERENTI** dal nucleo originario, a differenza della mitosi che porta alla formazione di NUCLEI con cromosomi IDENTICI a quelli del nucleo originario.

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.) }

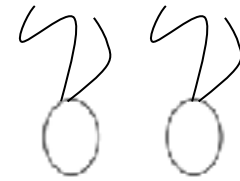
I gameti vengono prodotti nei  
**GAMETANGI**

♀ OOGONI      ♂ SPERMATOGONI

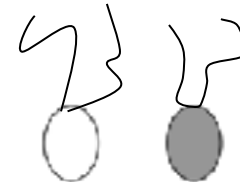
Se sono circondati da uno strato di cellule

♀ ARCHEGONI    ♂ ANTERIDI

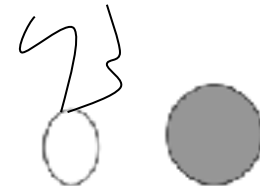
ISOGAMIA



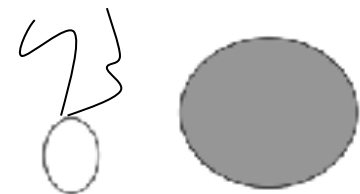
ANISOGAMIA FUNZIONALE



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

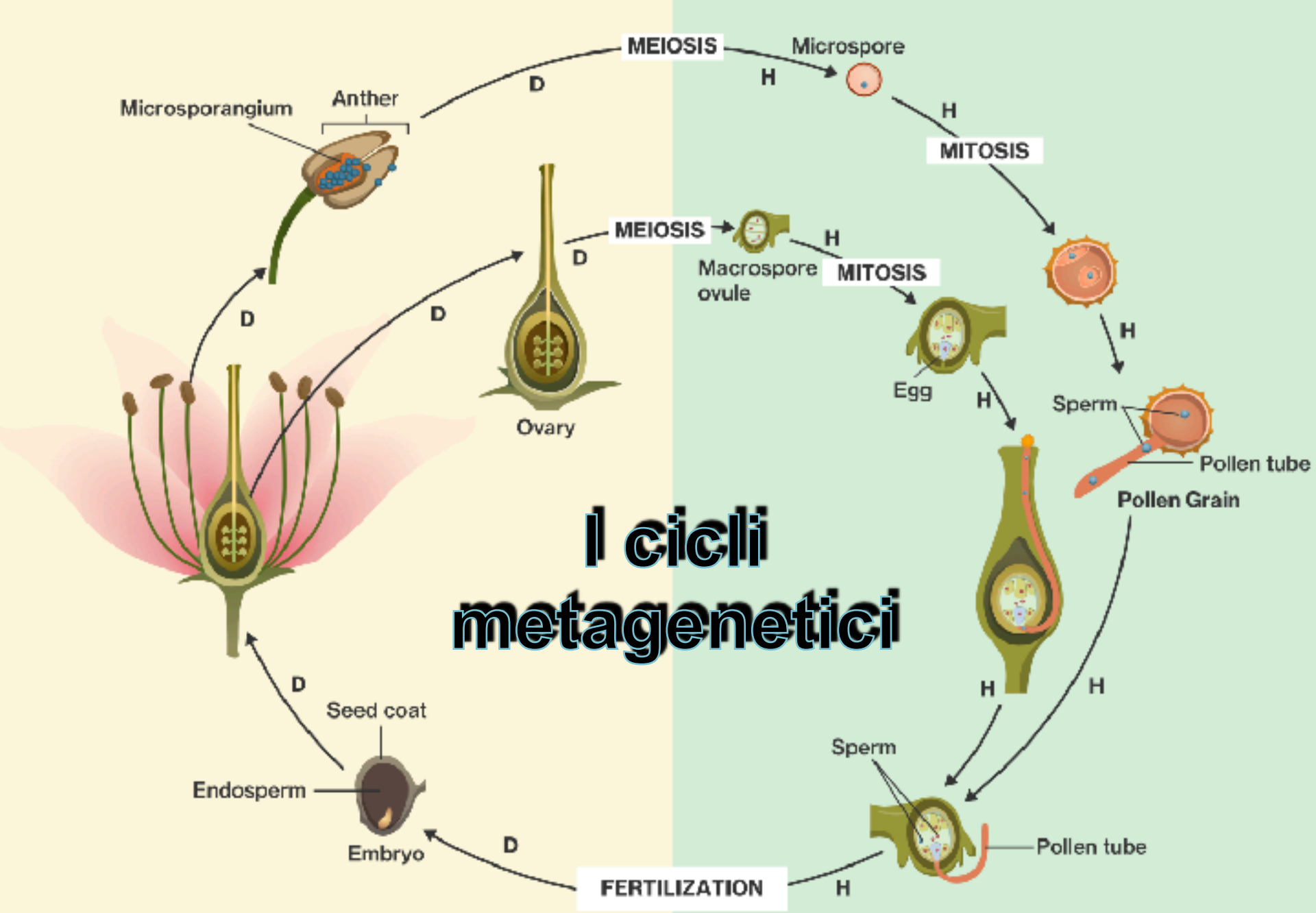
MITOSPORE

MEIOSI

MEIOSPORE

Le spore vengono prodotte negli  
**SPORANGI**

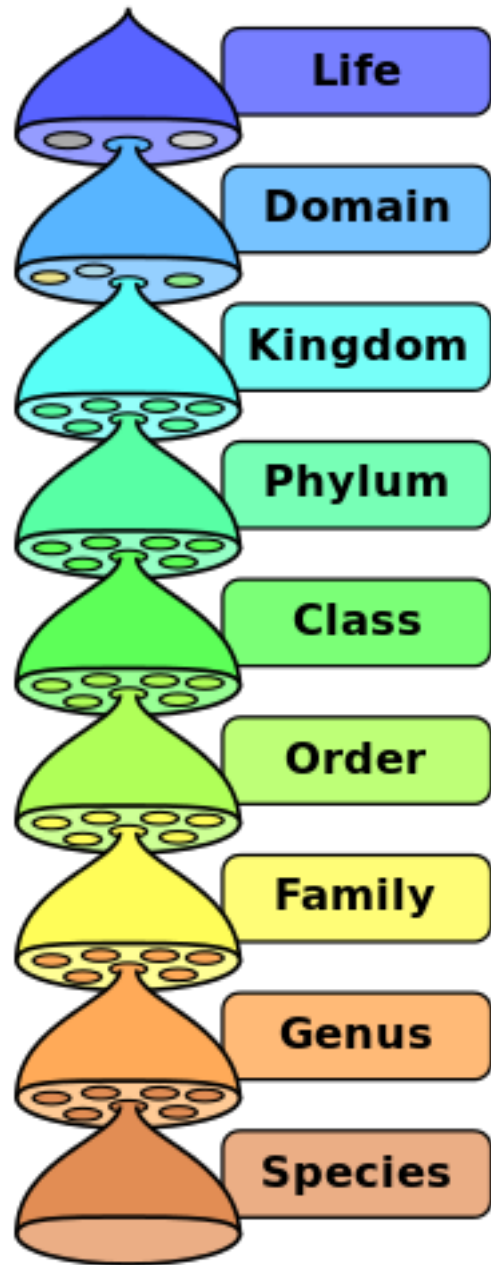




# I cicli metagenetici

D = Diploid

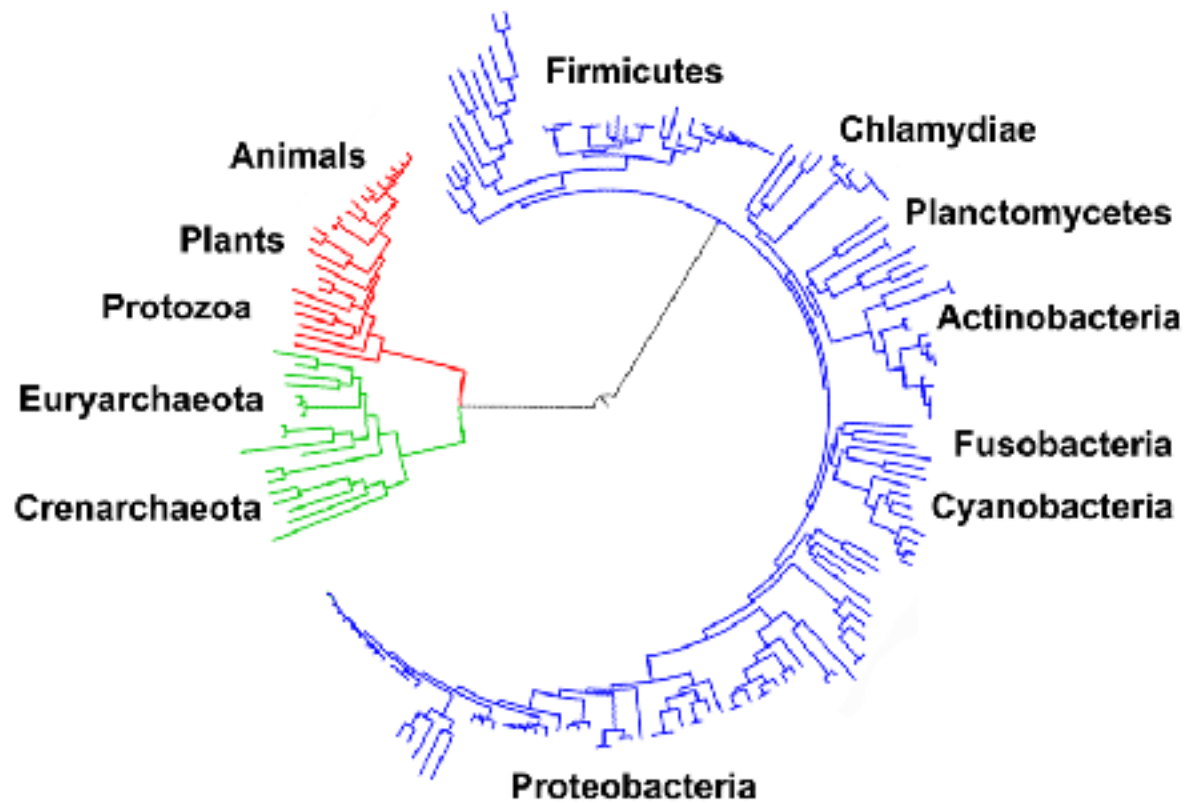
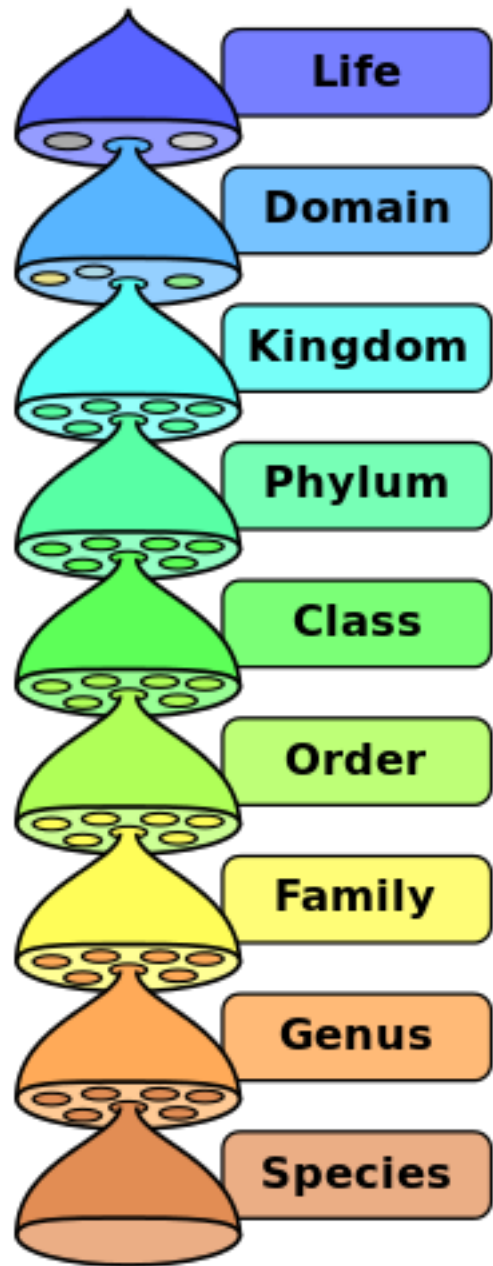
H = Haploid

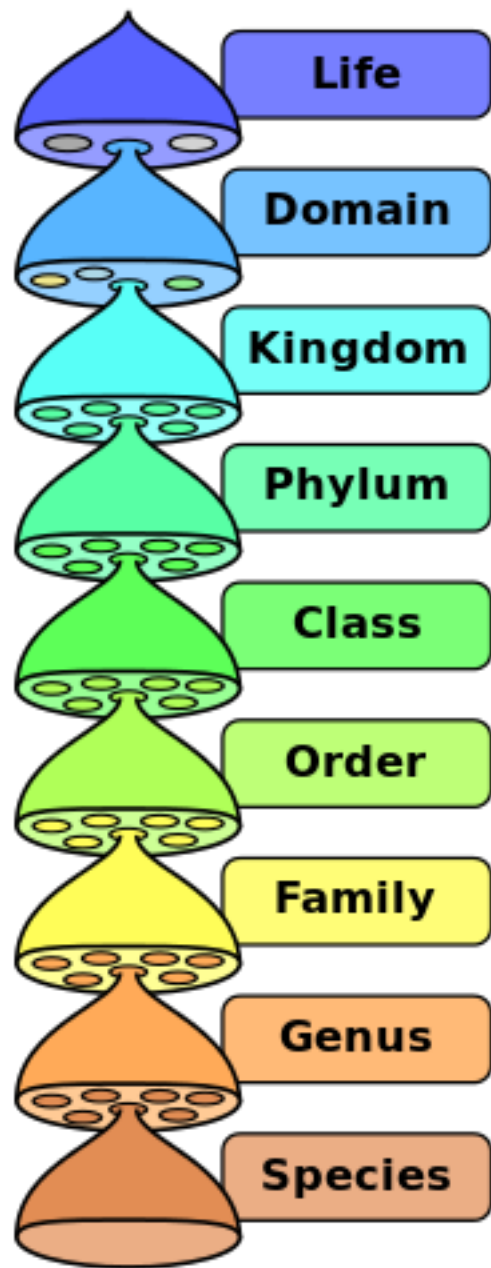


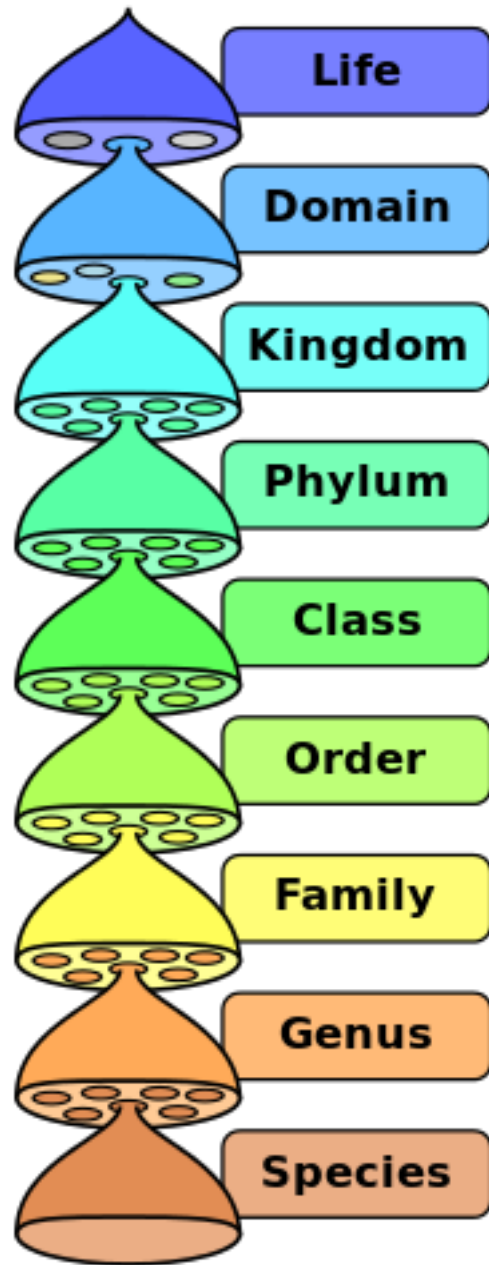
Be4 going on....

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









## La specie

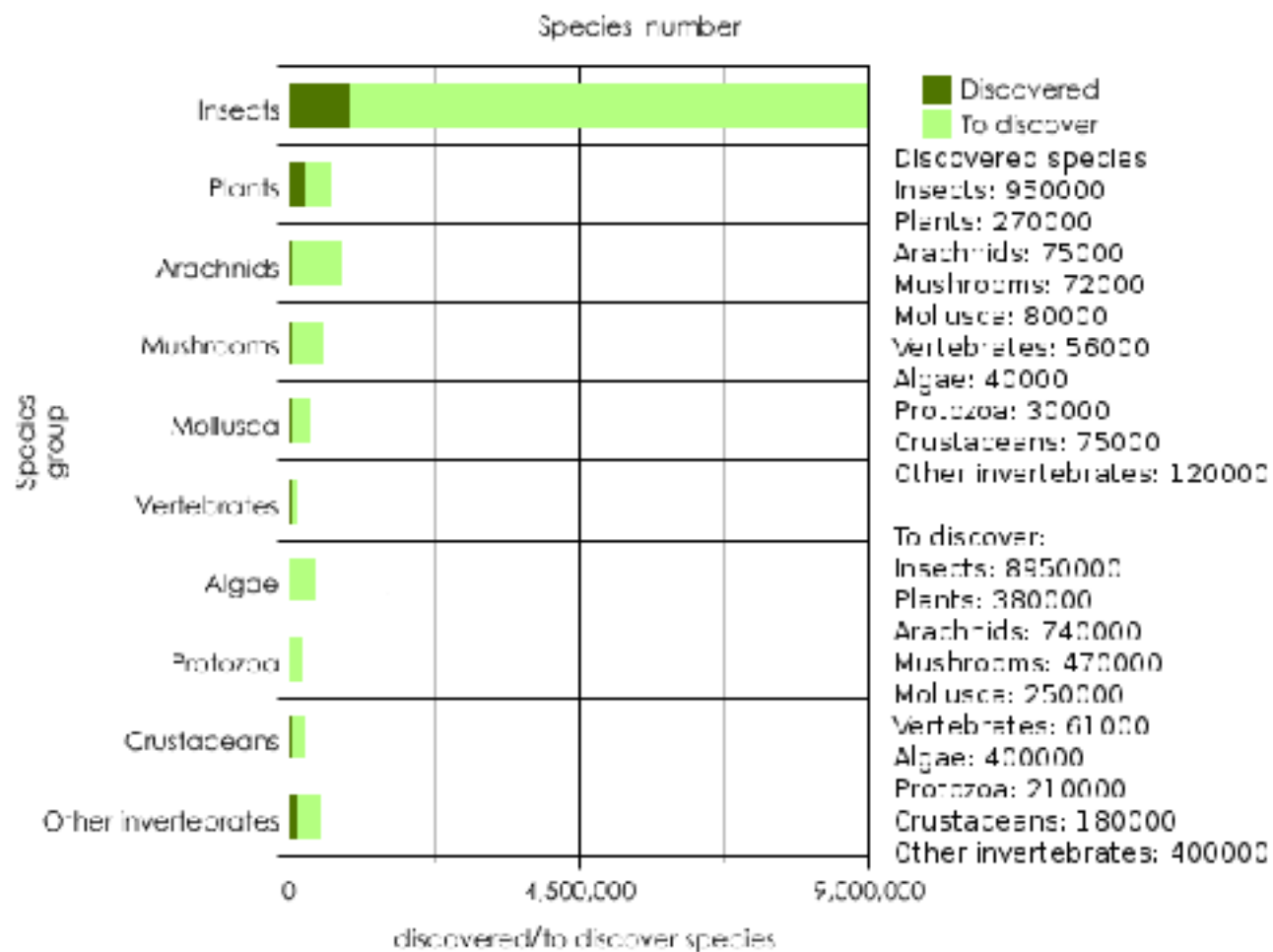
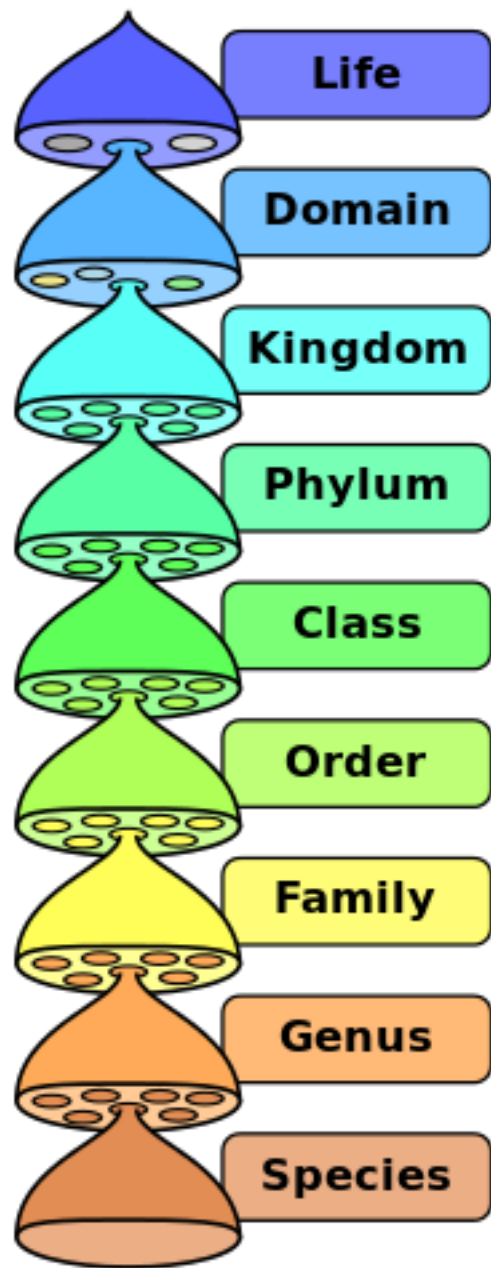
Il concetto di specie è evoluto con lo sviluppo delle conoscenze biologiche.

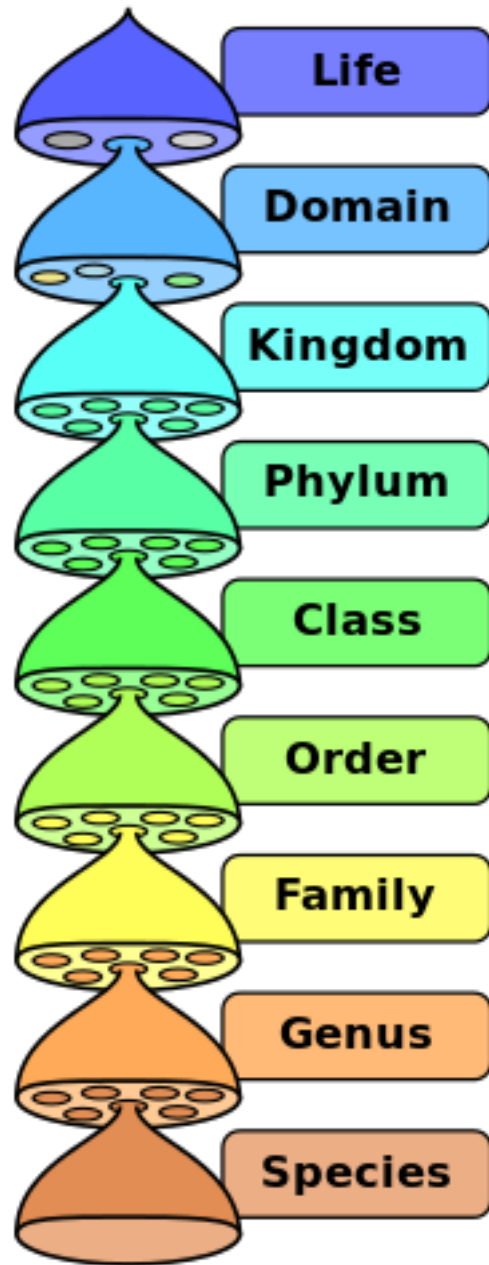
La teoria di Darwin ci dice che, contrariamente a quanto si credeva precedentemente, i viventi non sono immutabili, ma sono in continuo cambiamento, o evoluzione.

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.

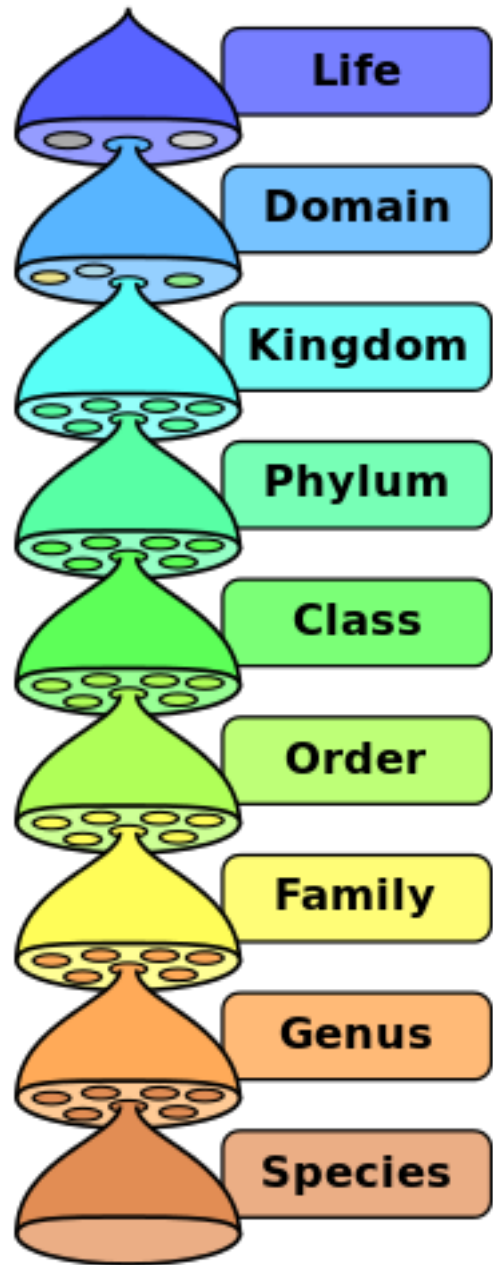
Il fatto che ciascun dominio abbia le sue regole, tuttavia, può generare confusione, specialmente tra i non addetti ai lavori.

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.



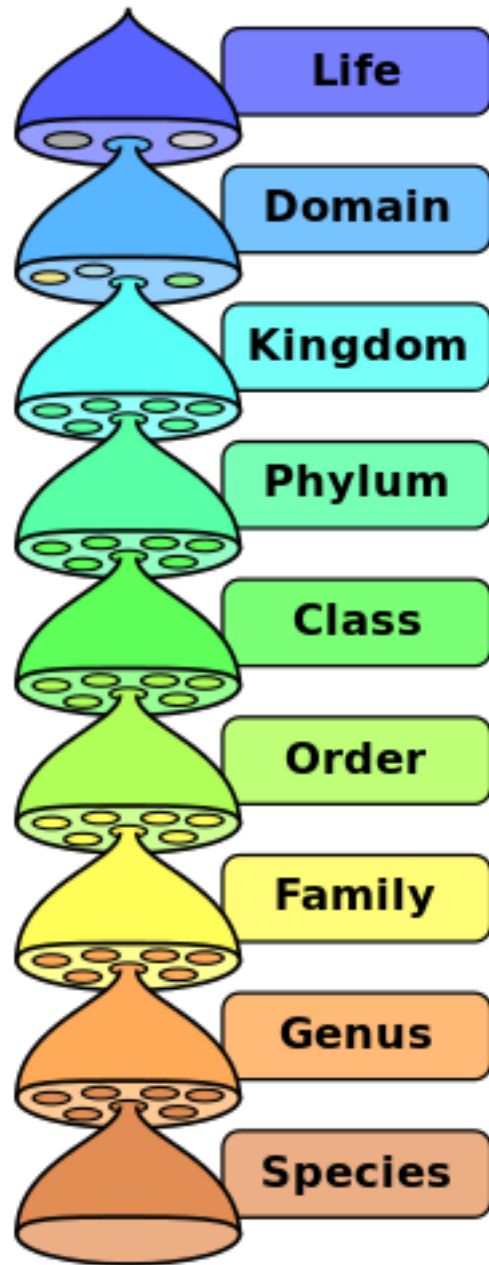




Ad esempio:

*Quercus cerris* L.

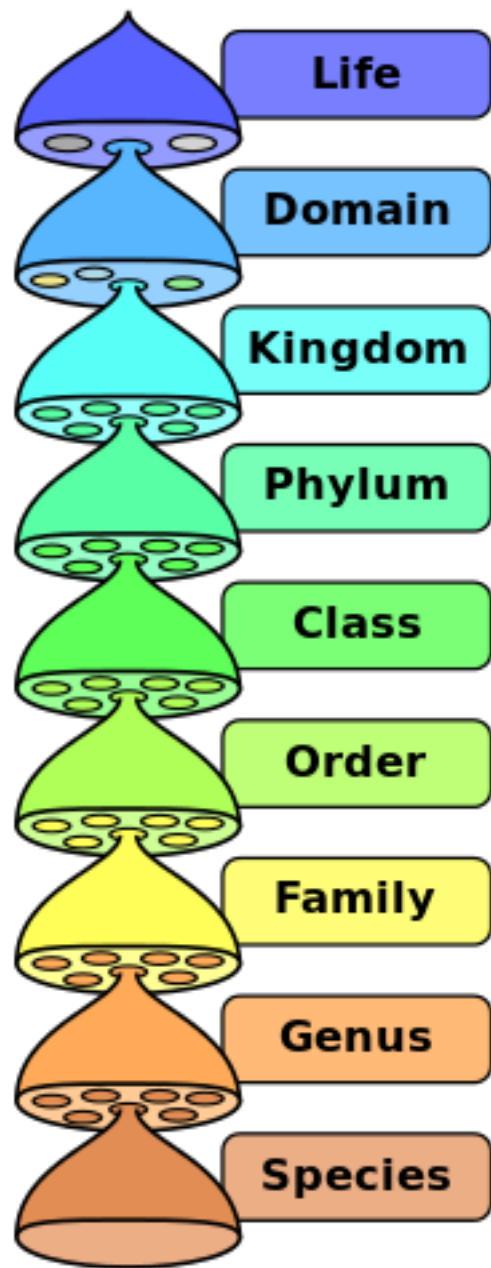




Si noti che il binomio è scritto in corsivo, mentre l'autorità no (in questo caso Linneo stesso, il cui nome viene abbreviato a L., sempre secondo le regole del codice di nomenclatura botanica). Ovviamente, qualora siano presenti dei ranghi infraspecifici (come sottospecie, varietà, forma, cultivar)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

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





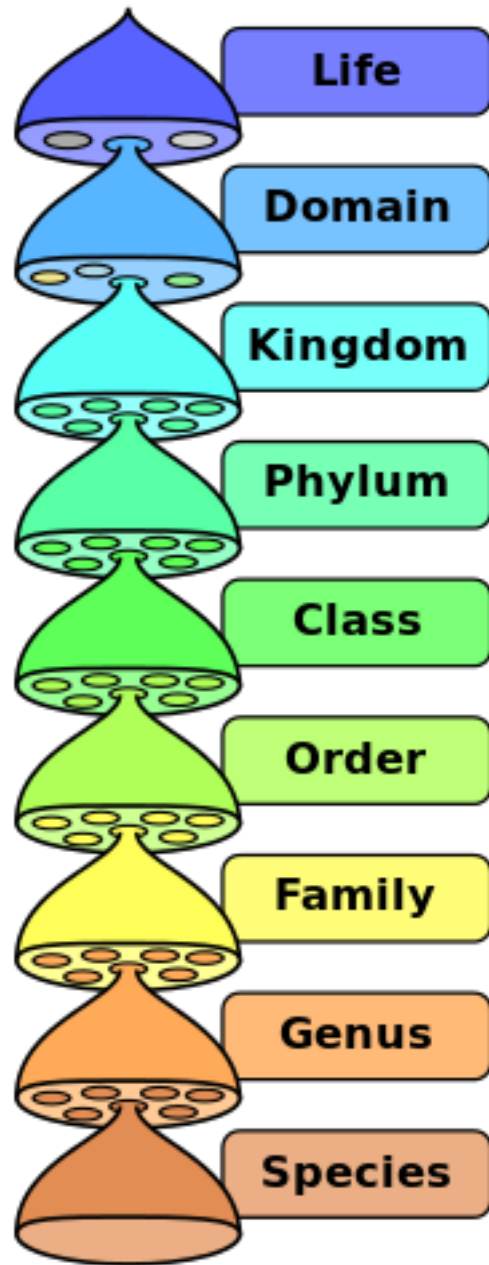
*Achillea barrelieri*  
(Ten.) Sch.Bip. subsp.  
*barrelieri*



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.





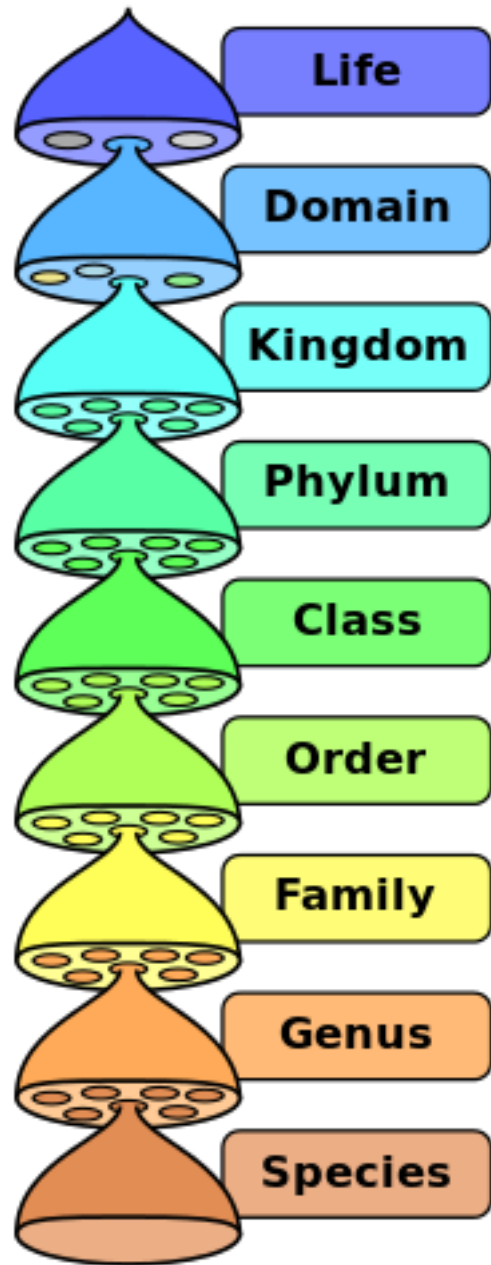
Il vantaggio dell'uso del latino per i nomi scientifici è che è una lingua morta, e quindi il nome è invariante, quale che sia la lingua di chi lo usa. Inoltre, si evitano problemi di traduzione da una lingua all'altra.

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.

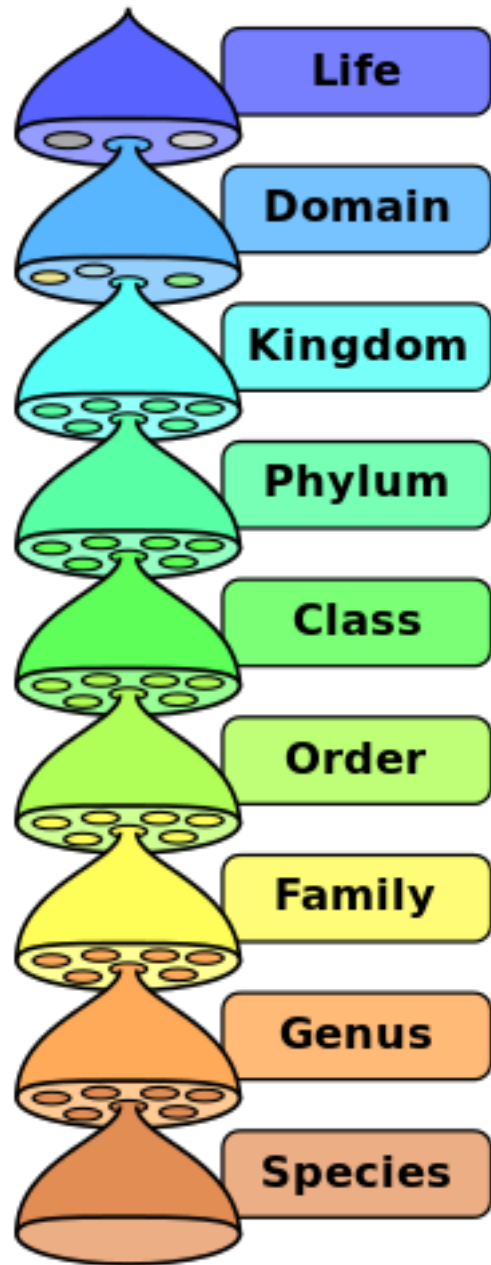




Esempio: il rosmarino

*Rosmarinus officinalis* L.

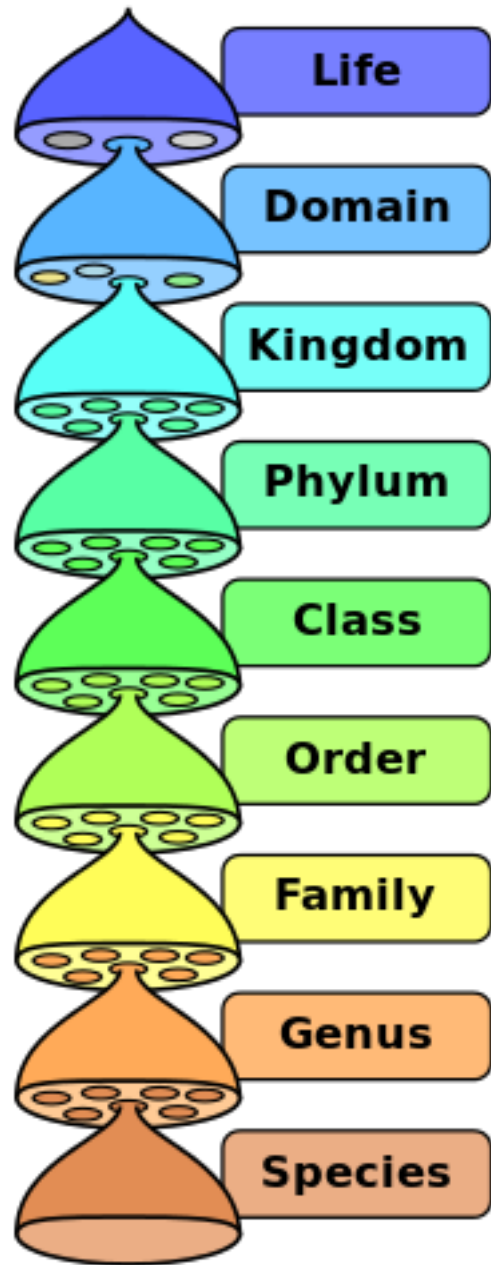




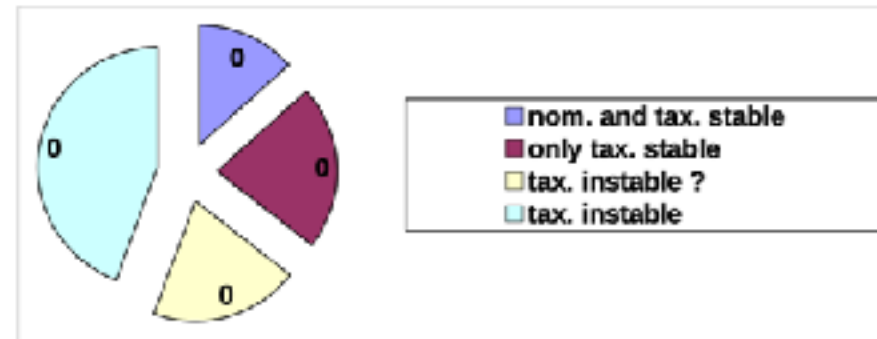
...una volta. Ora:

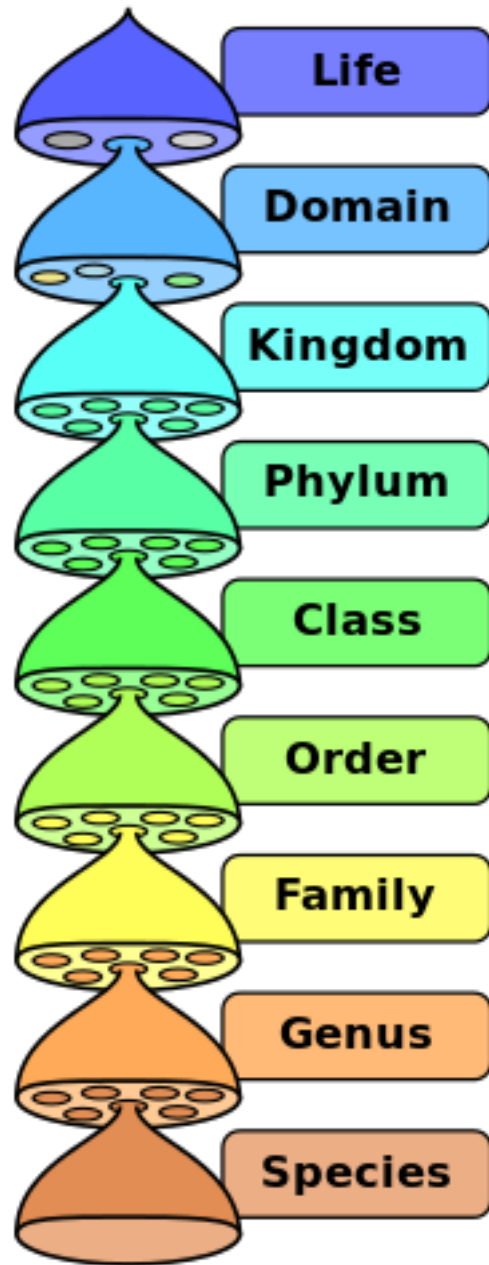
*Salvia rosmarinus* Spenn.





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.



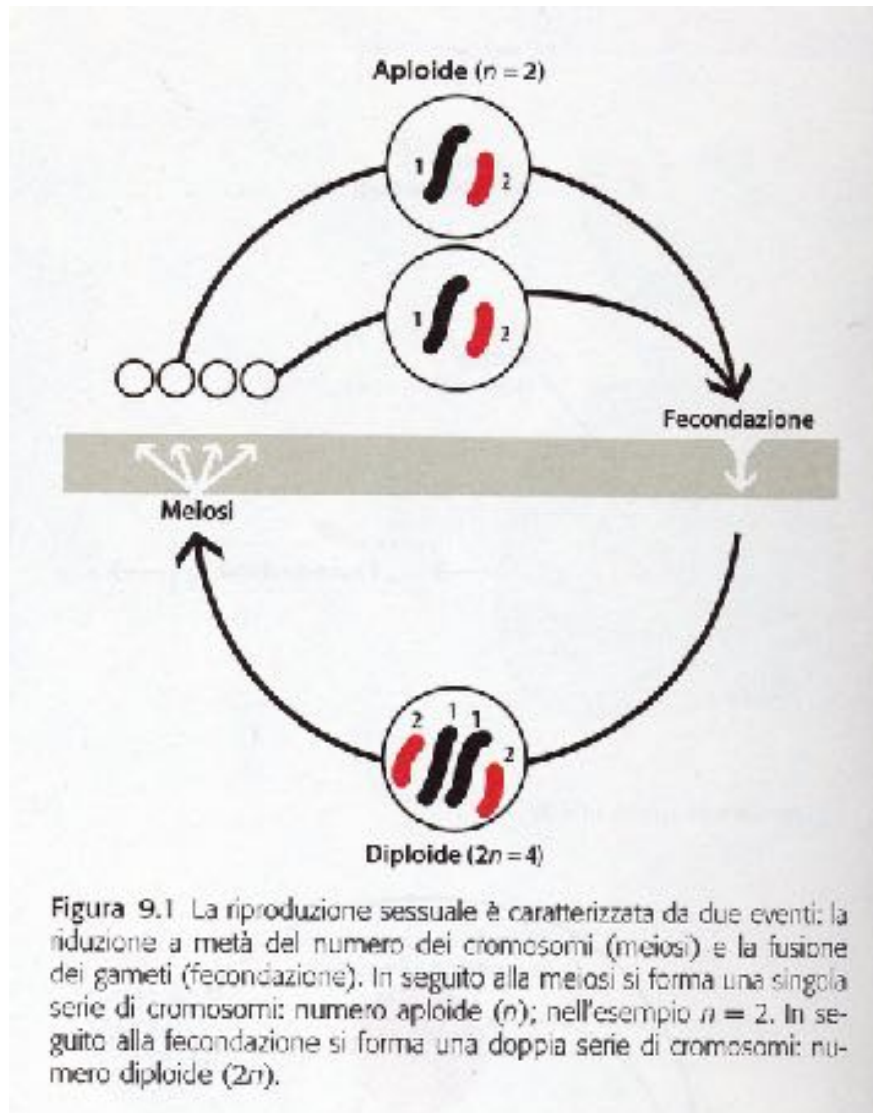


Figura 9.1 La riproduzione sessuale è caratterizzata da due eventi: la riduzione a metà del numero dei cromosomi (meiosi) e la fusione dei gameti (fecondazione). In seguito alla meiosi si forma una singola serie di cromosomi: numero aploide ( $n$ ); nell'esempio  $n = 2$ . In seguito alla fecondazione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

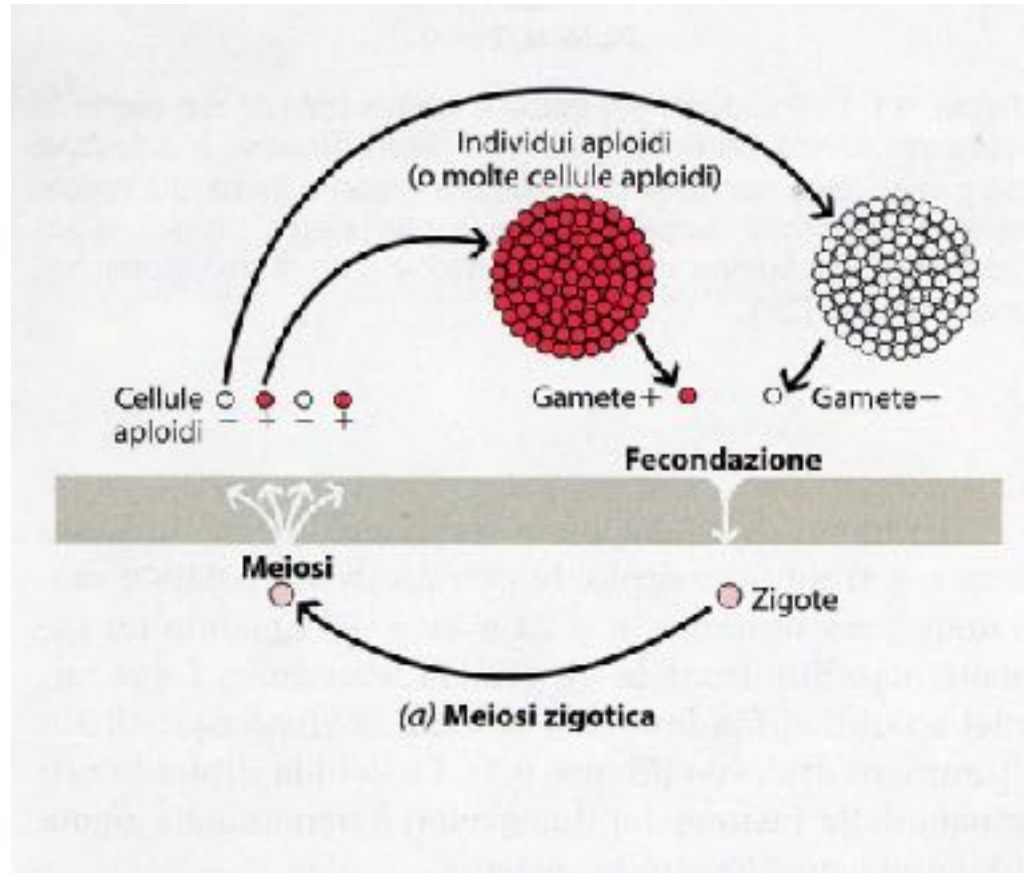
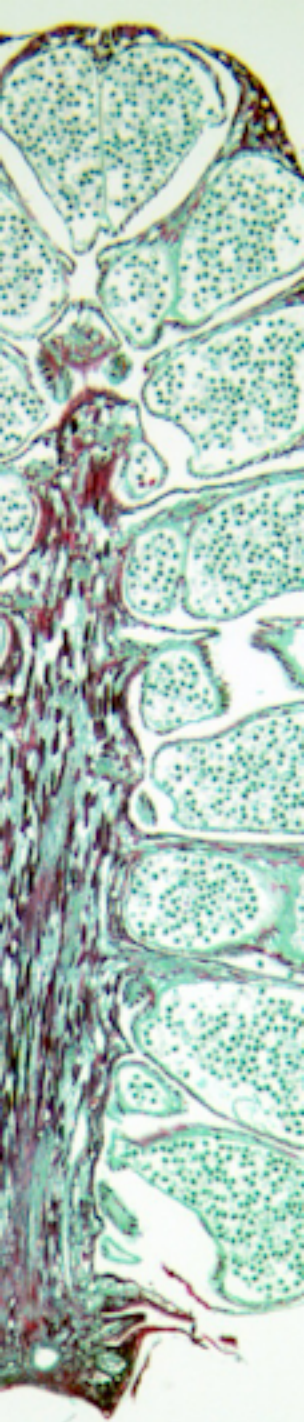
**APLONTI**

**APLODIPLONTI**

**DIPLONTI**



# Organismi aplonti, con meiosi zigotica

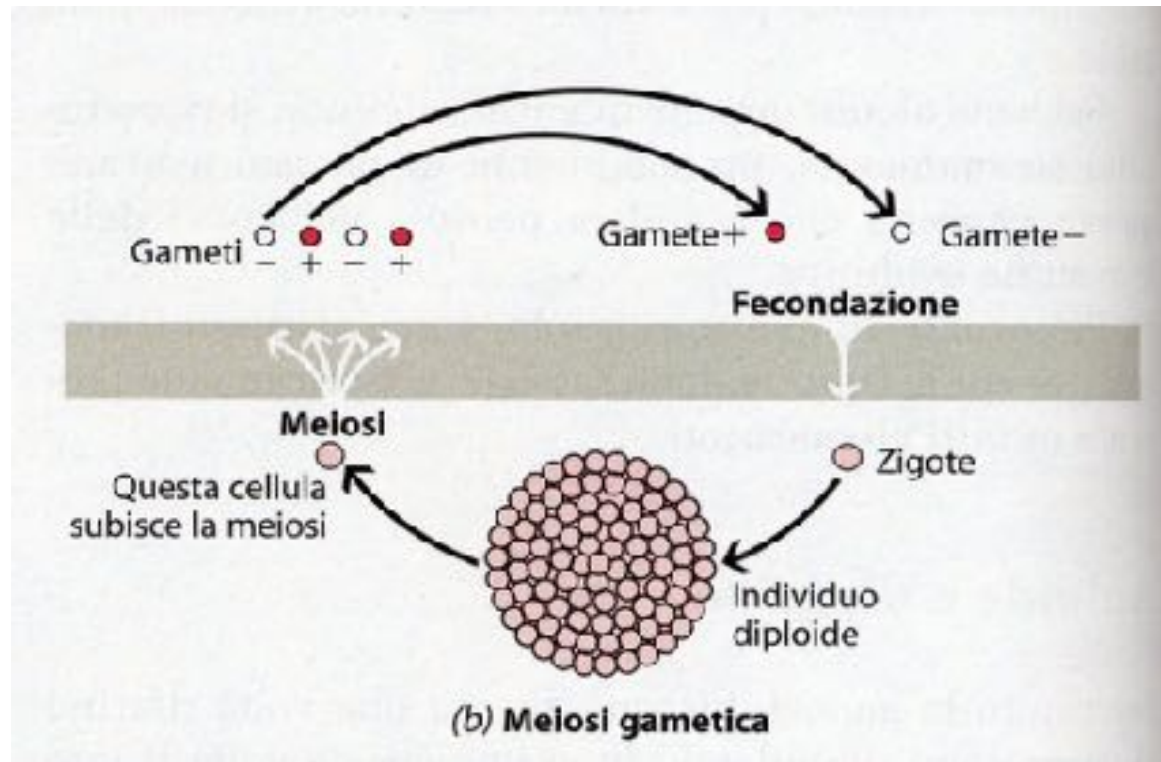
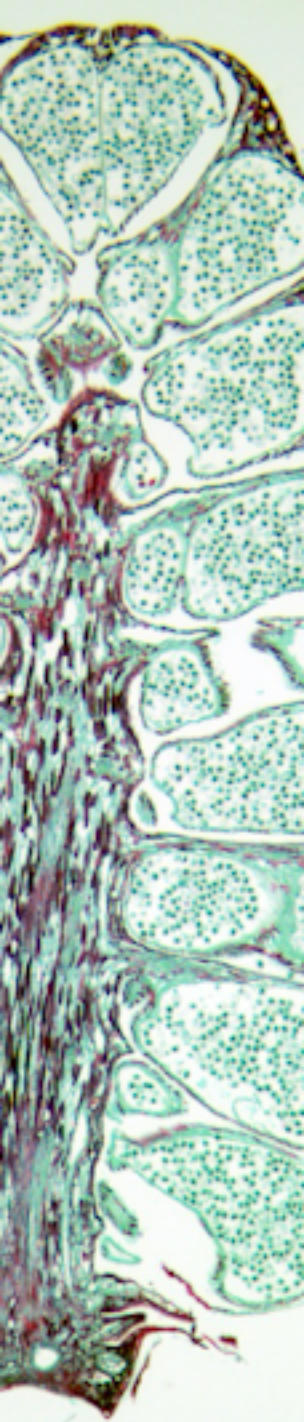


n,  
aploidia

2 n,  
diploidia



# Organismi diplonti, con meiosi gametica

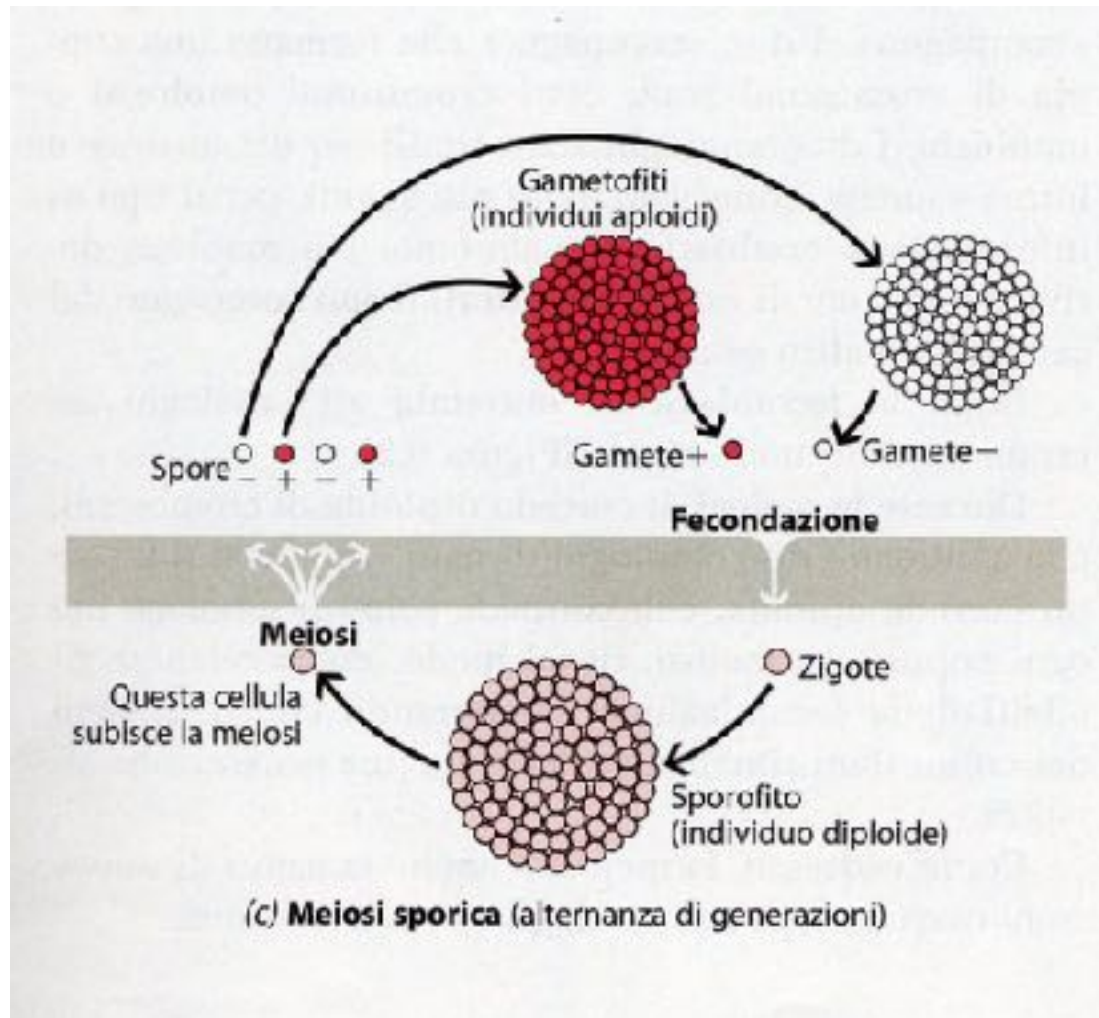
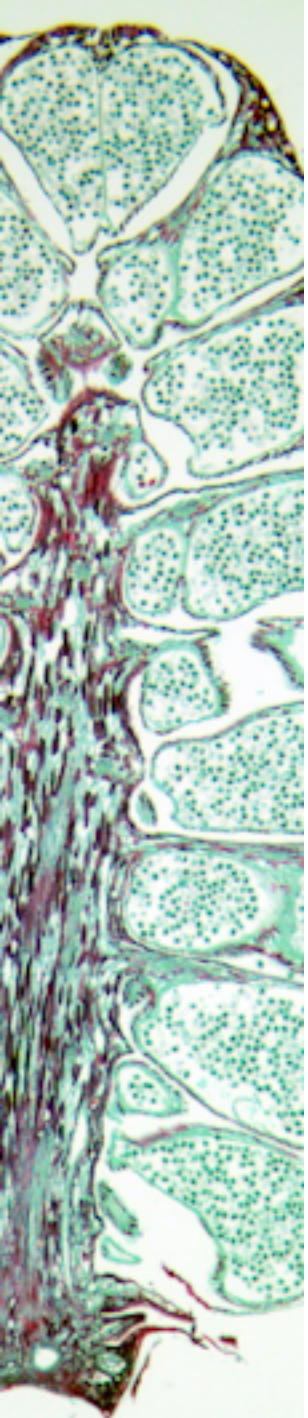


n,  
aploidia

2 n,  
diploidia



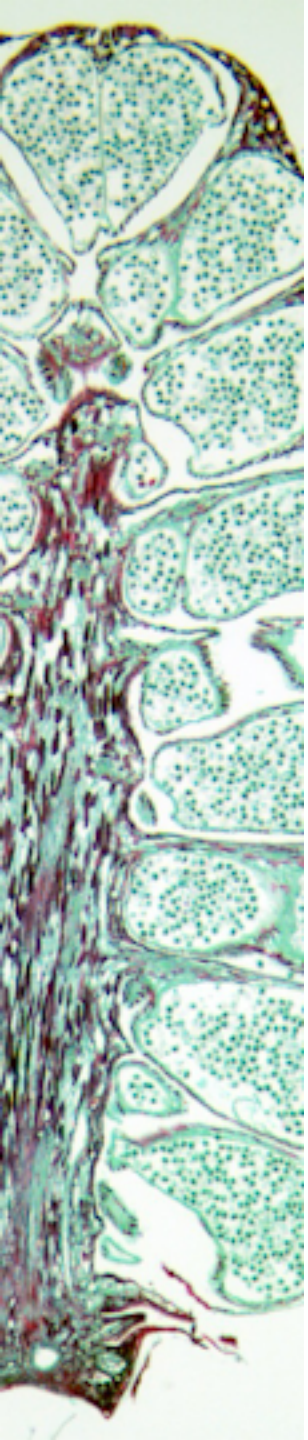
# Organismi aplodiplonti, con meiosi sporica



n,  
aploidia

2 n,  
diploidia



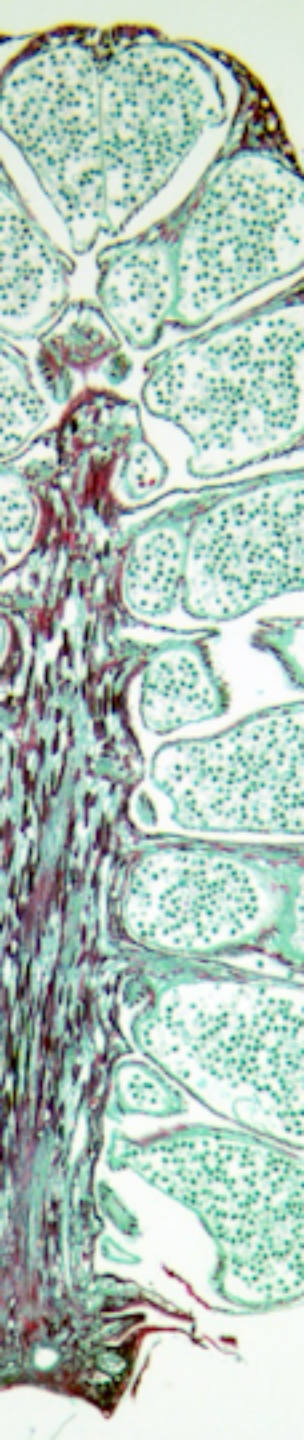


**Ciclo aplontico:** meiosi zigotica (ad entrare in meiosi è lo zigote, unica fase del ciclo che si trova in condizione di diploidia)

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

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





## Il concetto di **GENERAZIONE**

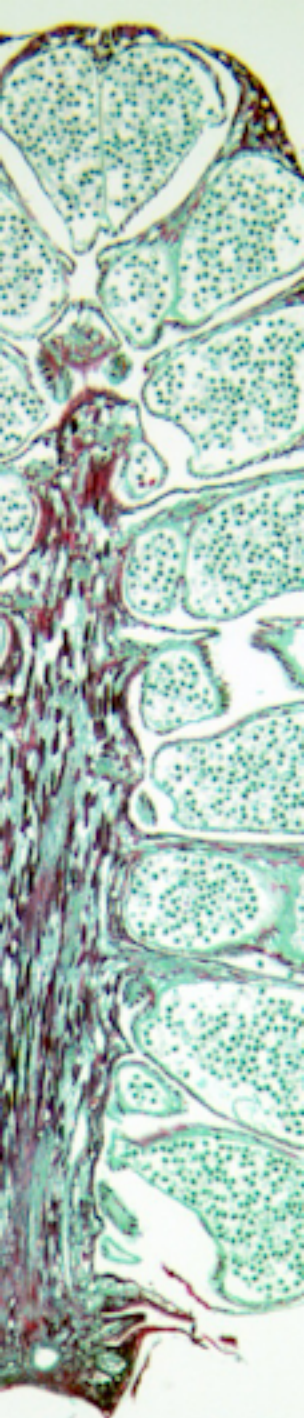
Si indica con il termine "**generazione**" una fase riproduttiva che inizia con un determinato tipo di cellule germinali e che si conclude, dopo un numero variabile di mitosi, con la formazione di un altro tipo di cellule germinali.

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

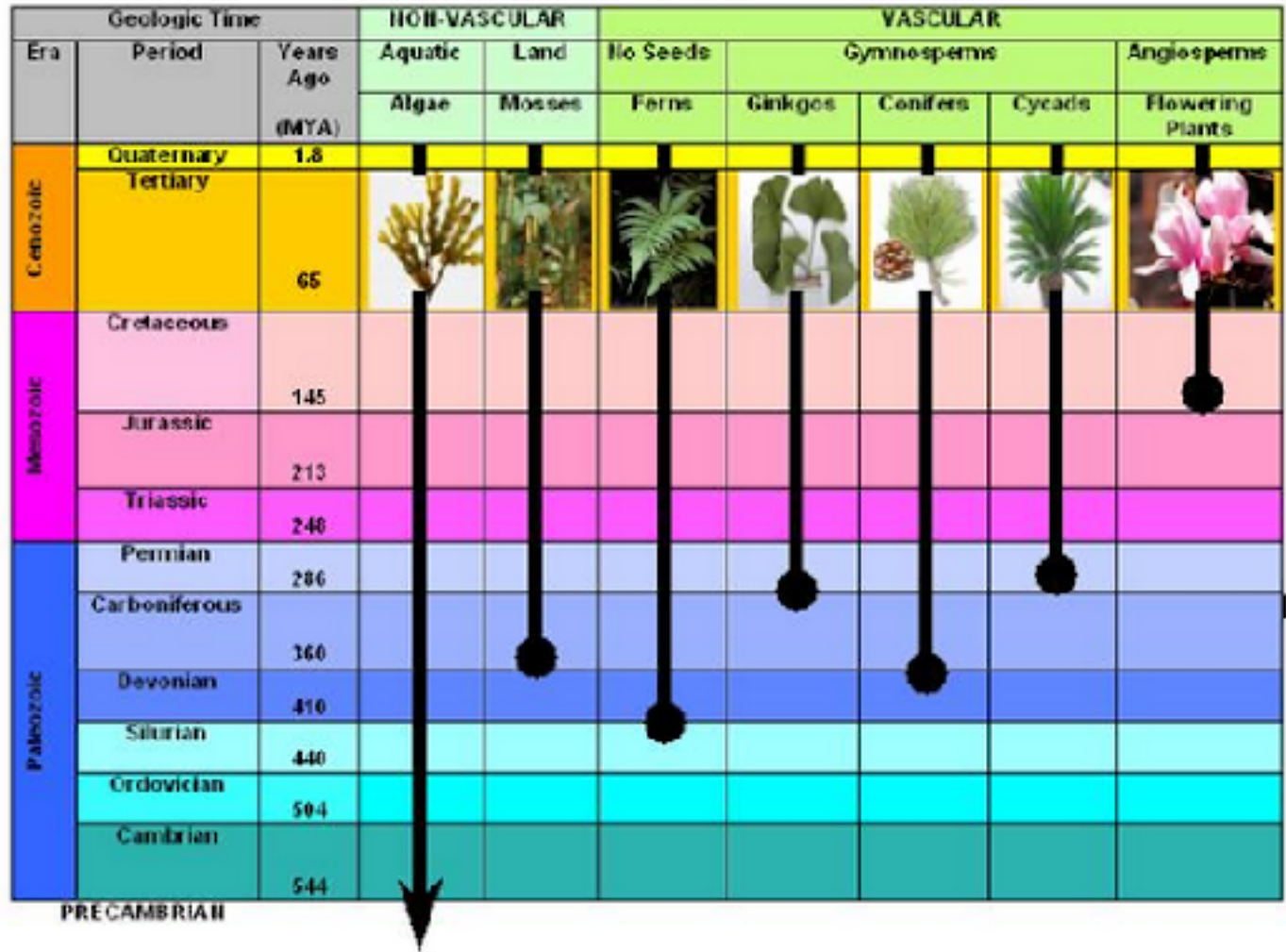
generazione formante gameti = **GAMETOFITO**

generazione formante spore = **SPOROFITO**





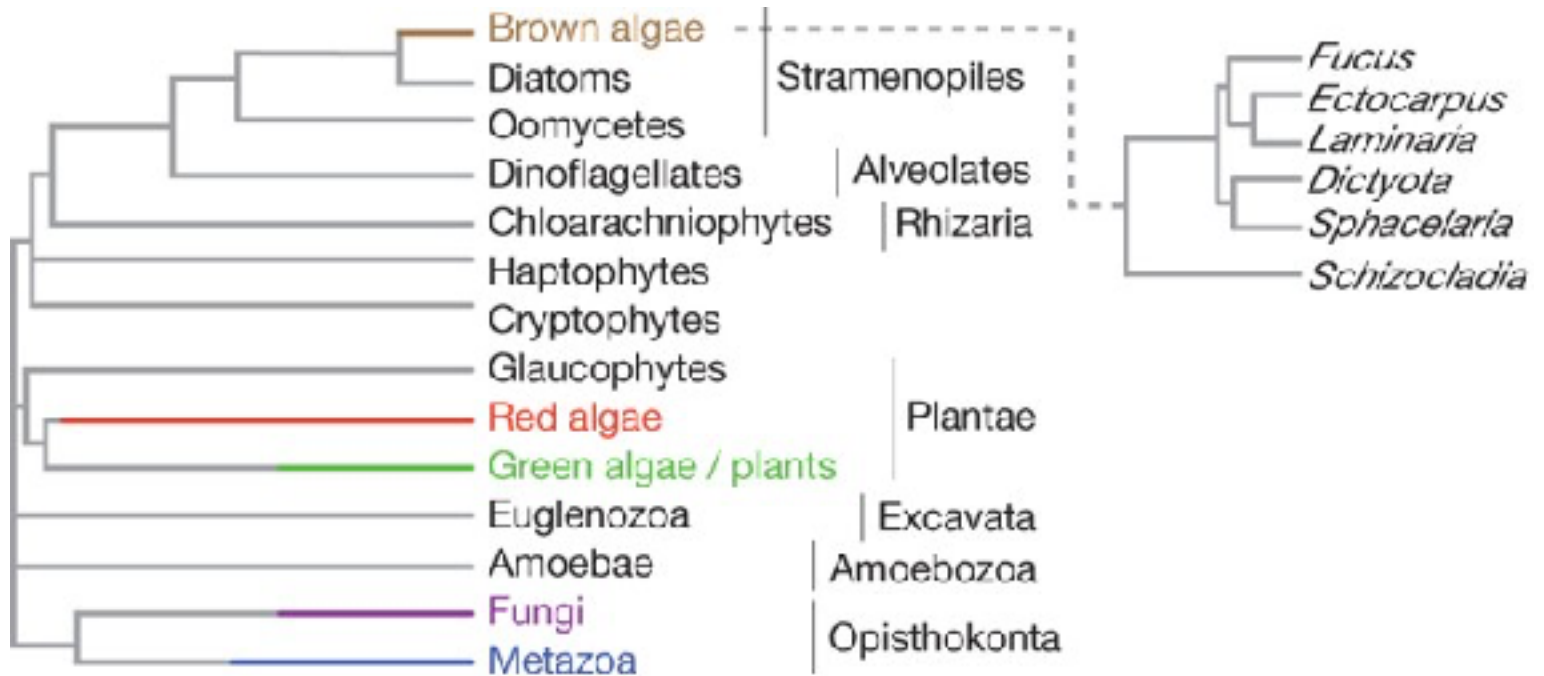
# PLANT EVOLUTION TIMELINE







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.

