

Glaucomphyta

Circa 13 specie di acqua dolce con cloroplasti simili a cianobatteri, cianelle

- Residuo di strato di peptidoglicano, chl a, ficobiline in ficobilisomi;
- Cianelle sono cloroplasti con genoma 5-10% dei cianobatteri

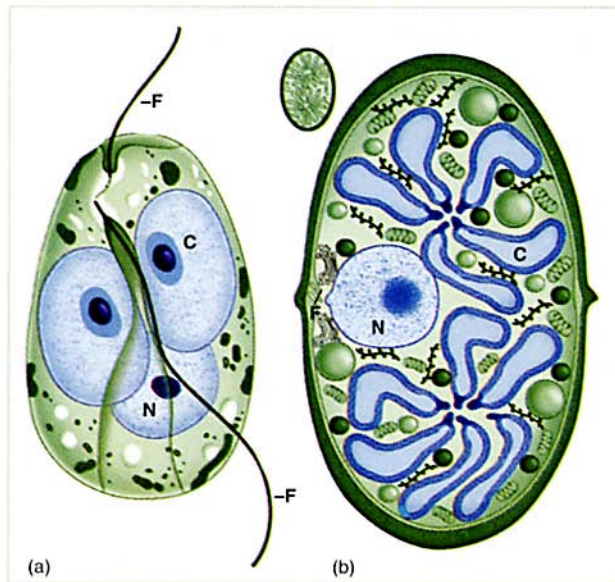


Figura 5.21 - Figure schematiche di (a) *Cyanophora paradoxa* e (b) *Glaucocystis nostochinearum*. c = cianelle; n = nucleo, F = flagelli (da Bold & Wynne e Lee). (c) *Glaucocystis nostochinearum* esemplare del Lago di Monterosi (Lazio). La specie, rinvenuta con numerosi individui fino agli anni 1970, non è stata più osservata nel lago in tempi recenti (N. Abdelahad).



Glaucocystis nostochinearum

- Genoma codifica per entrambe le subunità della Rubisco;
- Le cianelle esportano glucosio e non trioso-fosfato

Dinophyta

- Organismi unicellulari flagellati, marini (2000 specie viventi): metà specie sono autotrofe l'altra metà eterotrofe;
- nucleo mesocariotico o dinocariotico, con caratteristiche intermedie tra proc. ed eucariotico
- cromosomi sempre condensati e mancano di istoni; mitosi atipica (non si forma fuso né piastra equatoriale);
- Enzima Rubisco formato di sole subunità grandi e presenta una bassa affinità per la CO₂

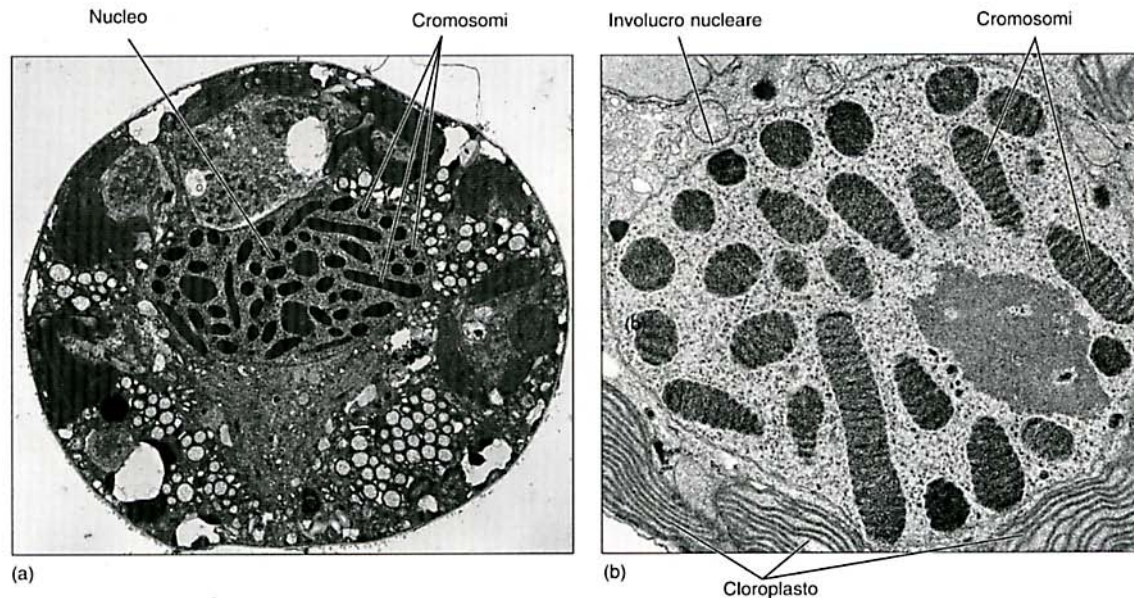


Figura 5.22 - (a) Il nucleo mesocariotico in interfase della dinofita *Peridinium*: i cromosomi sono sempre condensati. ($\times 14.000$) (Per gentile concessione di J.M. Chesnick, University of Washington) (b) Cromosomi di una dinofita a maggior ingrandimento ($\times 21.000$). (Per gentile concessione di J. Dodge, University of London).

- Presentano due flagelli
- Pusule , vescicole formate per invaginazione del plasmalemma
- tricocisti, strutture proteiche allungate disposte alla periferia della cellula che vengono espulse violentemente quando al cellula viene stimolata

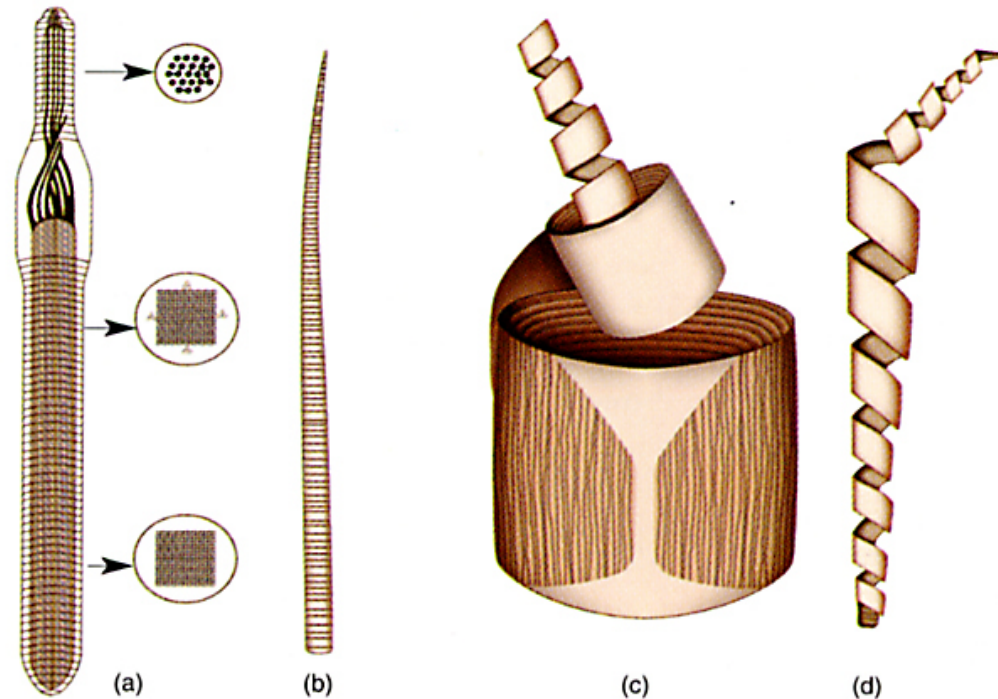


Figura 5.23 - (a) e (b) Modello di tricocisti di dinofite. (a) Tricocisti non espulsa avvolta da una singola membrana anulo-spiralata. La tricocisti è costituita, per due terzi, da un cilindro cristallino di natura proteica circondato nella parte superiore da corti tubuli, e per un terzo da una serie di fibrille. (b) La tricocisti espulsa ha l'aspetto di un filamento con bandeggio periodico, lungo fino a 200 μm . (c) e (d) Modello di eiektosoma di criptofite. (c) Eiektosoma non espulso, costituito da due nastri proteici con estremità di larghezza diversa, avvolti in spirale stretta, uno più grande e l'altro più piccolo inserito nel più grande. (d) Nell'espulsione, i due nastri si srotolano, quello più piccolo risultando piegato a gomitolo. Strutture simili alle tricocisti e agli eiektosomi sono presenti nei protozoi ciliati (da Lee).

- Il cloroplasto è delimitato da tre membrane plastidiali e i tilacoidi sono riuniti in gruppi di tre,
 - Pigmenti: *chl a* e *c2*, beta carotene, la peridinina (carotenoide esclusivo), xantofille.
 - Alcune dinofite hanno cloroplasti circondati da 4 membrane e contengono fucoxantina o derivati; chl a e b (come nelle alghe verdi), ficobiline.
 - I cloroplasti atipici sembrano derivati da un evento di endosimbiosi terziaria con una aptofita
-
- In alcune specie è presente il ciclo monogenetico aploide, lo zigote può avere un periodo di dormienza (ipnozigote). In particolari condizioni possono produrre fioriture (maree rosse).
-
- Alcune dinofite marine sono capaci di bioluminescenza (emettono un lampo di luce attraverso la luciferina)
 - Le dinofite vivono libere nel plancton marino e d'acqua dolce

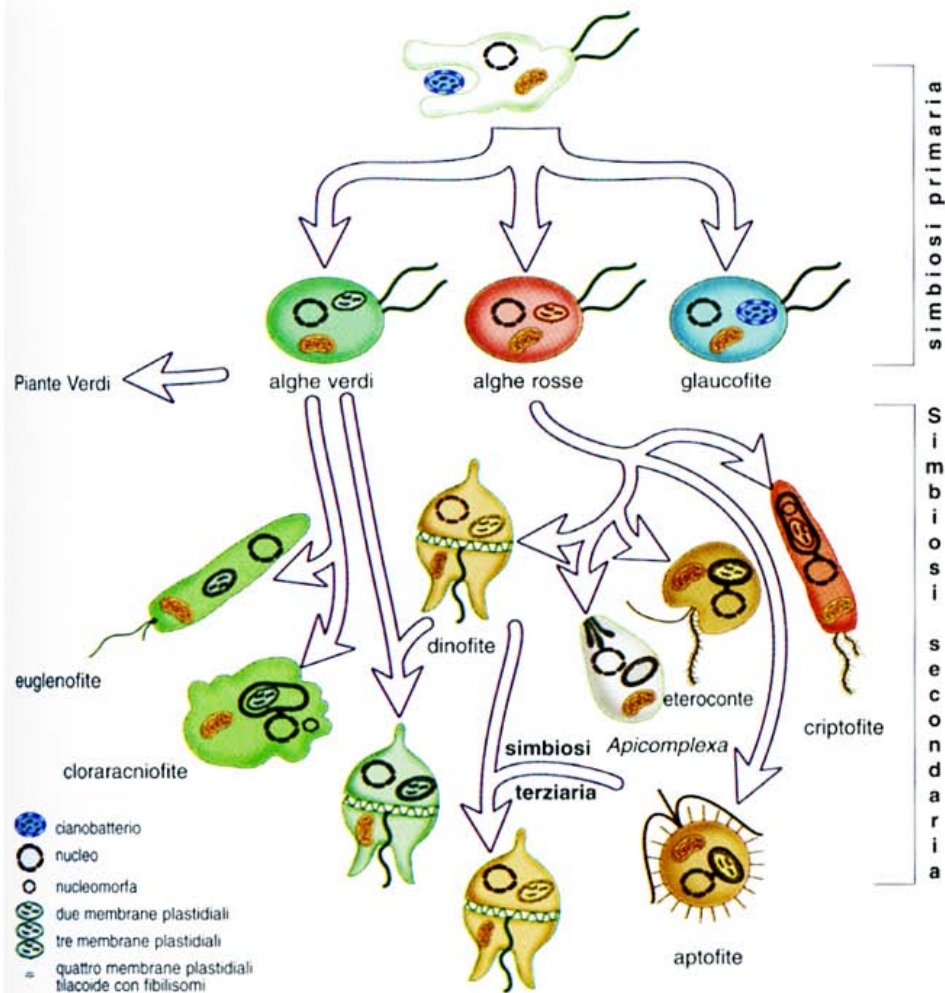


Figura 5.40 - Le alghe verdi (e le piante vascolari), le alghe rosse e le glaucofite derivano probabilmente da un primo ed unico evento endosimbiontico tra un eucariote flagellato fagotrofo e un cianobatterio ancestrale. Le euglenofite e cloracniofite derivano probabilmente dalla incorporazione di un'alga verde in un protozoo fagotrofo mentre tutte le altre divisioni algali (dinofite, alghe eteroconte, aptofite, criptofite) e gli Apicomplexa derivano probabilmente dalla incorporazione di un'alga rossa in un protozoo fagotrofo. Un gruppo di dinofite ha sostituito il cloroplasto tipico contenente peridininina con il cloroplasto di un'aptofita probabilmente attraverso un processo di endosimbiosi terziaria. Una specie (*Lepidodinium viride*) ha sostituito il cloroplasto tipico contenente peridininina con quello di un'alga verde probabilmente attraverso un processo di sostituzione secondaria. Si ritiene che la comparsa degli eucarioti fotosintetici possa farsi risalire al Cambriano (600-700 milioni di anni fa). Notare il nucleo residuo (*nucleomorfa*), tra le due membrane RE e le due membrane interne del cloroplasto nelle cloracniofite e nelle criptofite. (da Moreira & Philippe e Palmer).

Euglenophyta

Comprendono circa 800 specie, in prevalenza unicellulari, flagellate, di acque dolci

Molte sono eterotrofe ma circa un terzo possiede cloroplasti con chl a e b. Queste sono fotoauxotrofiche (richiedono la presenza di una o più vitamine, in particolare del gruppo B).



Il cloroplasto è circondato da tre membrane e presenta tilacoidi riuniti in gruppi di tre **paramilon**, polimero di glucosio che si accumula nel citoplasma

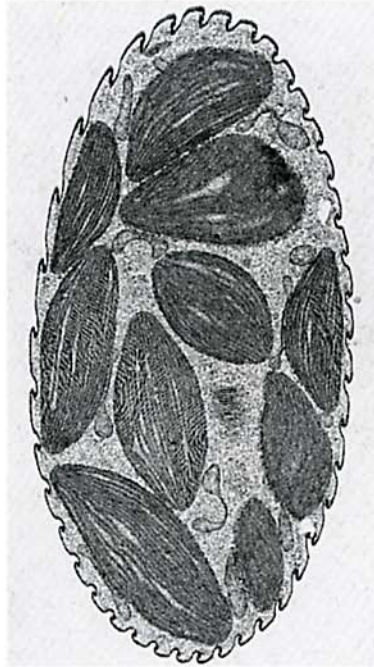


Figura 5.25 - La pellicola di una euglenofita al microscopio elettronico a trasmissione. ($\times 11.700$). (Paul W. Johnson/Biological Photo Service), Scientific Films).



Figura 5.26 - Lorica impregnata di sali di ferro della euglenofita *Trachelomonas caudata*.

Le cellule sono delimitate da una pellicola proteica, che decorre elicoidalmente sotto la membrana plasmatica; nucleo mesocariotico; non è mai stata osservata meiosi

Heterokontophyta: alghe munite di due flagelli differenti tra loro

appartengono a questa divisione diatomee, crisoficee ma anche quelle con organizzazione pluricellulare complessa come le grandi alghe brune.

Caratteristica comune è il flagello pleuronematico munito di mastigonemi composti da una base, un tubulo e peli terminali.

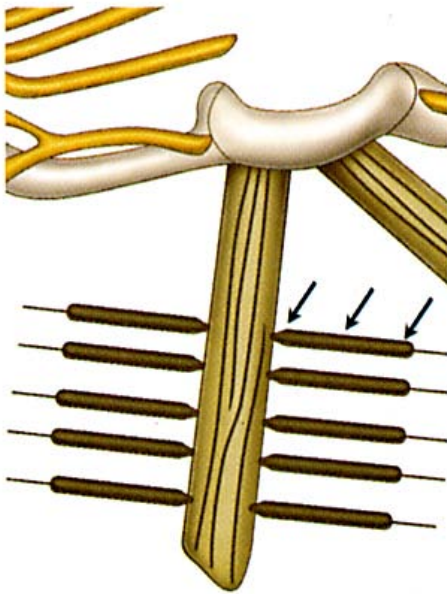


Figura 5.27 - Flagello pleuronematico con mastigonemi tripartiti. (B = base; M = tubulo; P = pelo) (modificato)

- Hanno il cloroplasto avvolto da quattro membrane: due plastidiali e due RE;
- tilacoidi in gruppi di tre
- chl a, c1, c2, xantofille (fucoxantina colore giallo/bruno)
- crisolaminarina come principale sostanza di riserva, accumulata in speciali vacuoli

Classe Bacillariophyceae: diatomee

alghe unicellulari, a volte riunite in colonie, in tutti gli habitat; alcune specie sono in simbiosi con foraminiferi e spugne.

Le cellule sono circondate da una parete silicizzata detta **frustolo** costituito da due parti ipoteca e epiteca che si incastrano come una scatola e coperchio.

In base alla simmetria del frustolo si distinguono:

- 1) pennate con simmetria bilaterale;
- 2) centriche con simmetria radiale

- Nella divisione le due teche si discostano e ciascuna cellula figlia eredita un teca materna ricostruendo ex novo quella mancante (ipoteca sempre).
- Raggiunta una dimensione limite interviene la riproduzione sessuale: ciclo monogenetico diploide.

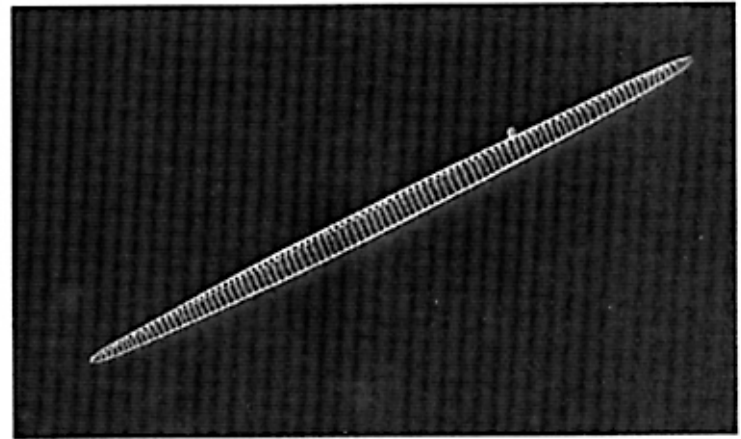
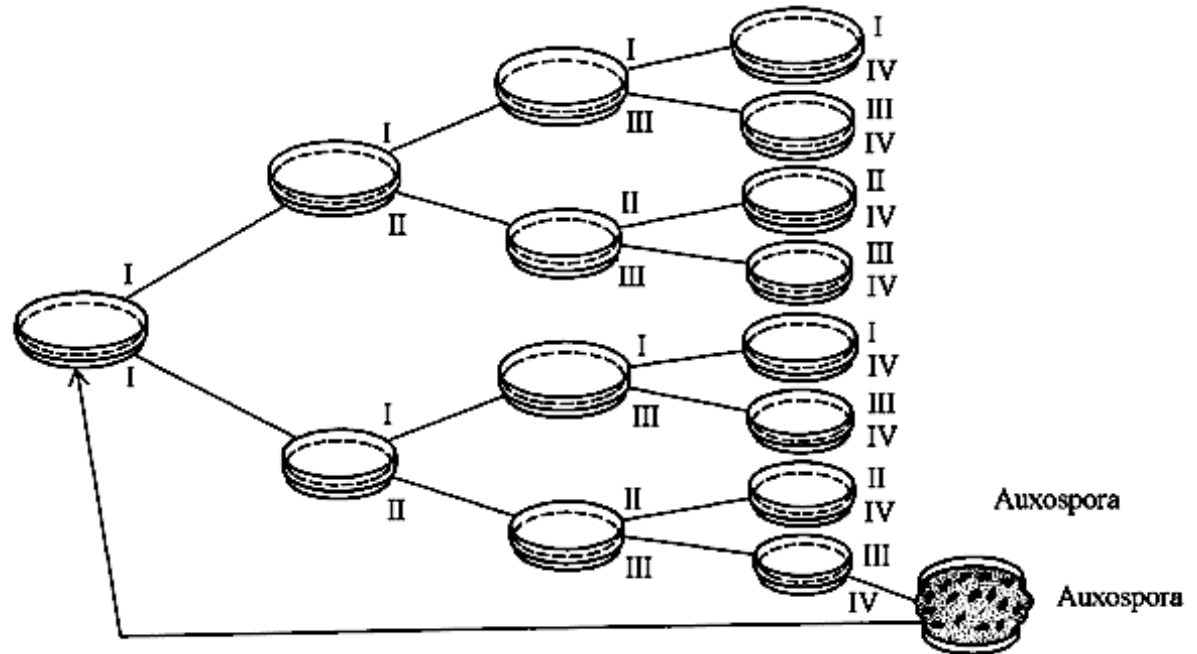
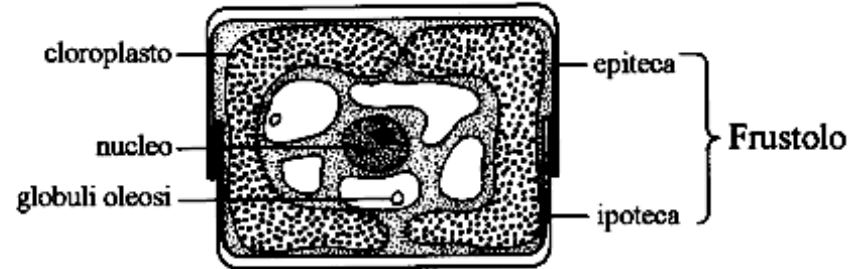


Figura 5.31 - *Nitzschia pungens* è una diatomea pennata a simmetria bilaterale. ($\times 1.000$). (Per gentile concessione di Greta Fryxell, Texas A and M University). Specie affini, appartenenti al genere *Pseudo-nitzschia*, sono responsabili della sindrome nota come *amnesic shellfish poisoning* (ASP), causata dal consumo di molluschi che filtrano ed accumulano la diatomea. I sintomi sono la perdita della memoria, la perdita del senso dell'orientamento, crampi addominali, vomito e talora la morte. La tossina responsabile della sindrome è l'acido domoico, un derivato dell'acido L-glutamico, che ha effetto neuroeccitatore.



auxospora: zigote che ripristina le dimensioni originali della specie

Phaeophyceae: alghe brune

Specie prevalentemente marine, poche in acqua dolce. IL colore è dovuto alla presenza di fucoxantina nei plastidi. Sono tutte pluricellulari. Il tallo filmentoso nelle Ectocarpales, raggiunge complessità notevole nelle Laminariales.. In queste ultime il tallo è distinto in apteri, stipite e lamina. La crescita è assicurata da uno strato meristemático tra lamina e stipite.

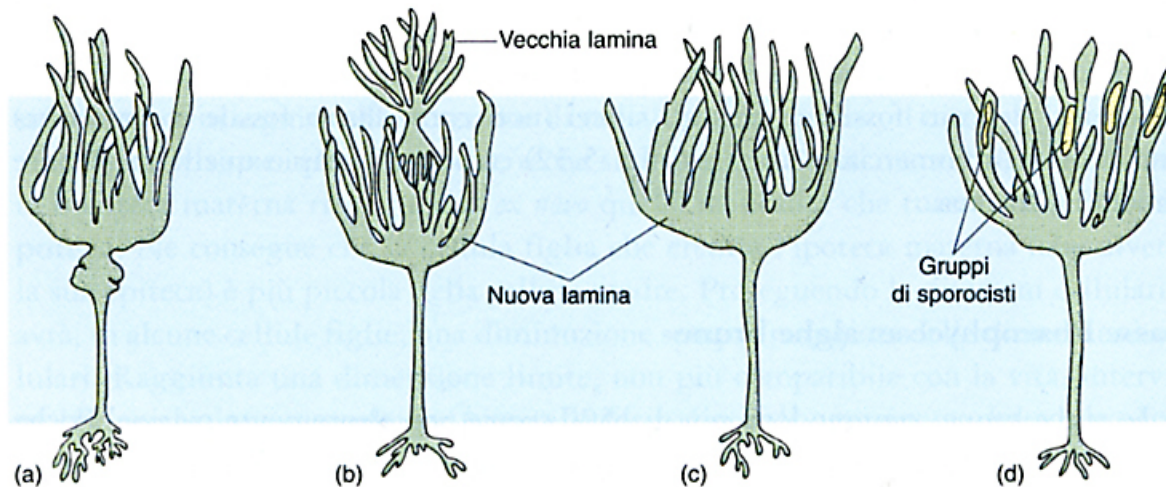


Figura 5.34 - Nel genere *Macrocystis* (kelp), la lamina è annuale mentre lo stipite e gli apteri sono perenni. Una nuova lamina si forma ogni anno per attività del meristema intercalare e del meristoderma, spingendo in alto la vecchia lamina che quindi si stacca dal tallo.

Il midollo ha file di cellule allungate dette ife a trombetta o cellule cribrose che trasportano mannitolo (prodotto di fotosintesi), aminoacidi e fosfati dalla lamina agli apteri.

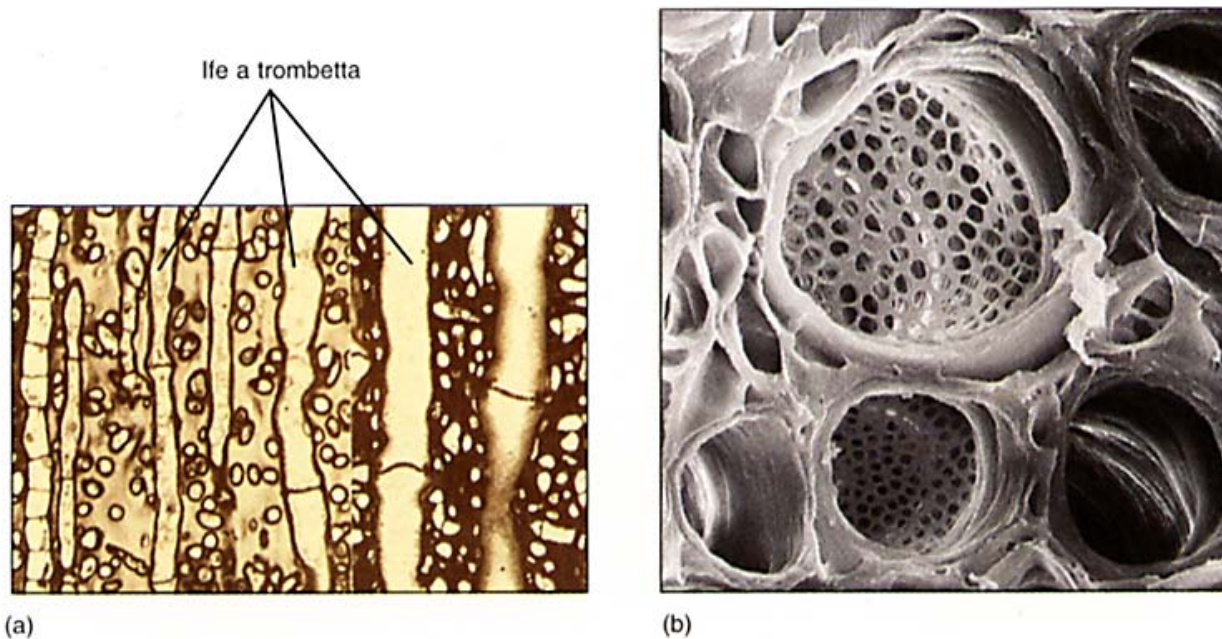


Figura 5.35 - (a) Sezione longitudinale dello stipite di *Macrocystis*. Notare le ife a trombetta ($\times 290$). (b) Setto cribroso di un'ifa a trombetta ($\times 500$). (Per gentile concessione di M.L. Shib, J. - Y. Floch, e L.M. Srivastava, Simon Fraser University).

Nei fisodi, vescicole rifrangenti, le alghe brune accumulano tannini

Parete: strato fibrillare cellulosico in una frazione amorfa di alginati, polimero di due zuccheri acidi: l'acido D-mannuronico e L-guluronico. Per le proprietà colloidali gli alginati sono utilizzati nelle industrie alimentari, nelle farmaceutiche, nelle tessili.

Ciclo biologico è digenetico aplo-diploide isomorfo (*Ectocarpus*)

digenetico aplo-diploide eteromorfo (*Laminaria*);

le Fucali presentano un ciclo monogenetico diploide (*Fucus*)

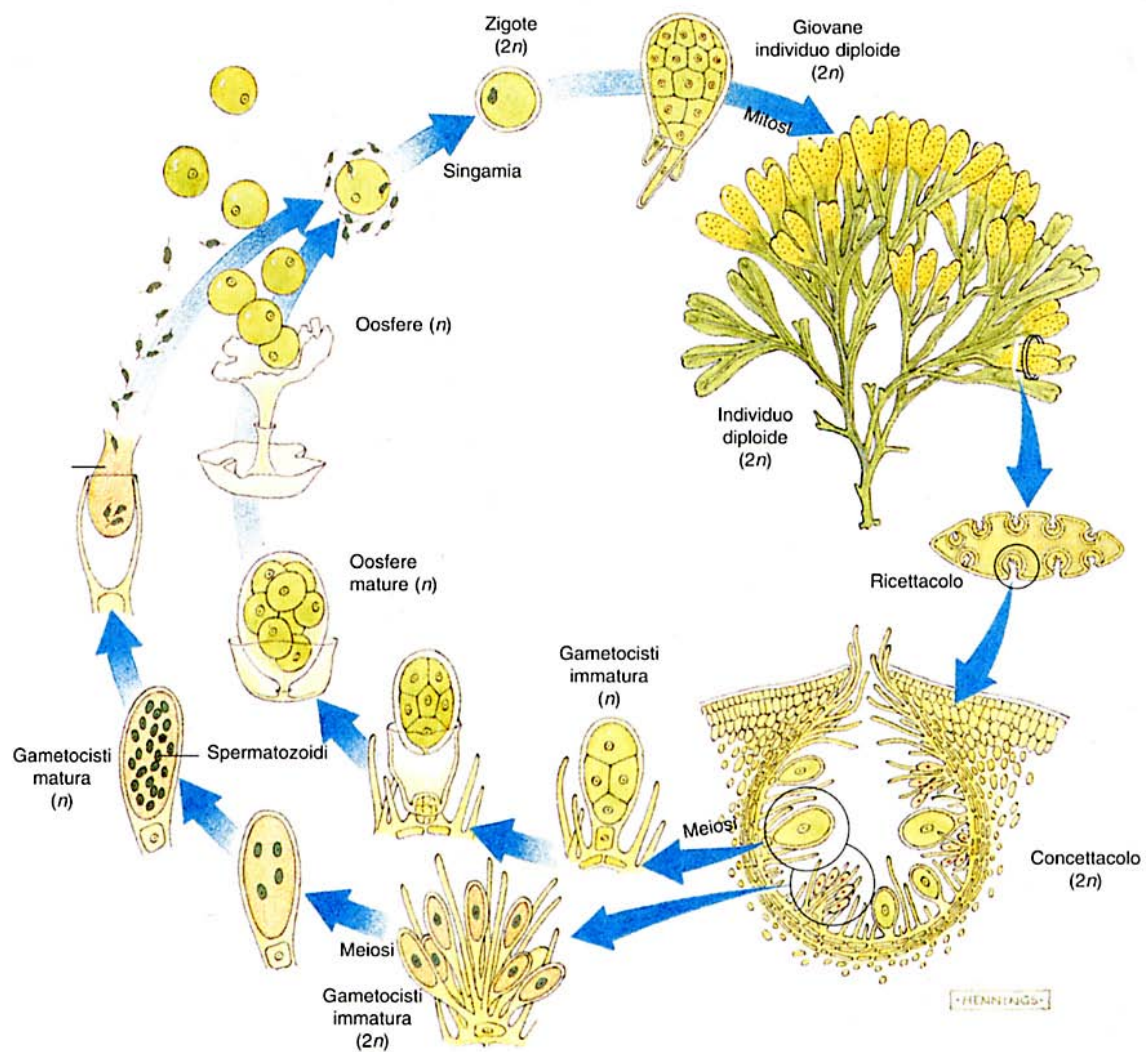


Figura 5.37 - Ciclo di *Fucus*. Le gametocisti si formano in cavità del tallo chiamate **concettacoli**. I **concettacoli** sono numerosi all'estremità dei rami terminali e queste aeree fertili vengono definite **ricettacoli**. Nelle gametocisti femminili si formano, per meiosi, 8 oosfere immobili, in quelle maschili, 64 spermatozoidi. Liberate in acqua le oosfere rilasciano l'ormone sessuale fuco-serratene che attrae i spermatozoidi. Lo zigote diploide risultante dalla fusione dei gameti sviluppa nuovi individui diploidi. Il ciclo di *Fucus* è monogenetico diploide.

Prymnesiophyta: aptofite

caratterizzate dalla presenza di aptonema, appendice filamentosa presente tra i due flagelli lisci. L'aptonema ha un avvolgimento a spirale, e per la cattura del cibo.

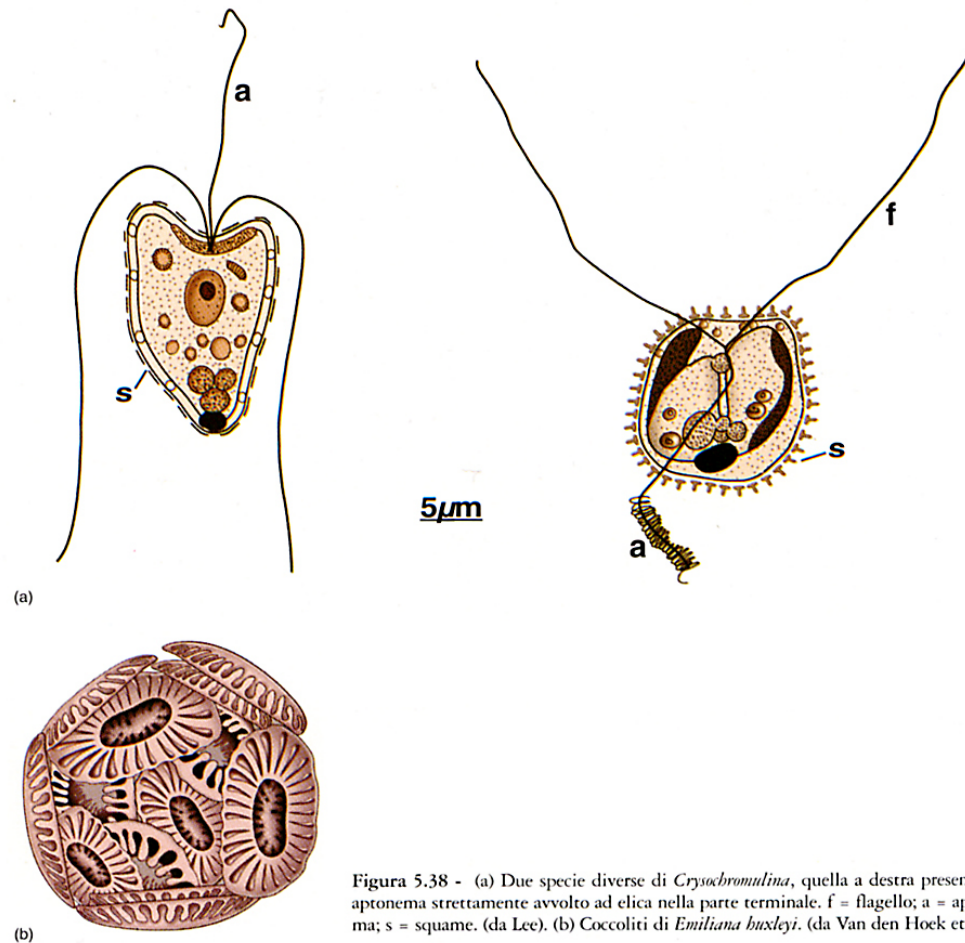


Figura 5.38 - (a) Due specie diverse di *Cryoschromulina*, quella a destra presenta un aptonema strettamente avvolto ad elica nella parte terminale. f = flagello; a = aptonema; s = squame. (da Lee). (b) Coccoliti di *Emiliana huxleyi*. (da Van den Hoek et al.).

I cloroplasti sono circondati da quattro membrane, i tilacoidi sono riuniti in gruppi di tre.

I pigmenti fotosintetici sono le chl c1 e/o C3 e c2, la fucoxantina.

Sostanza di riserva: crisolaminarina accumulata nei vacuoli

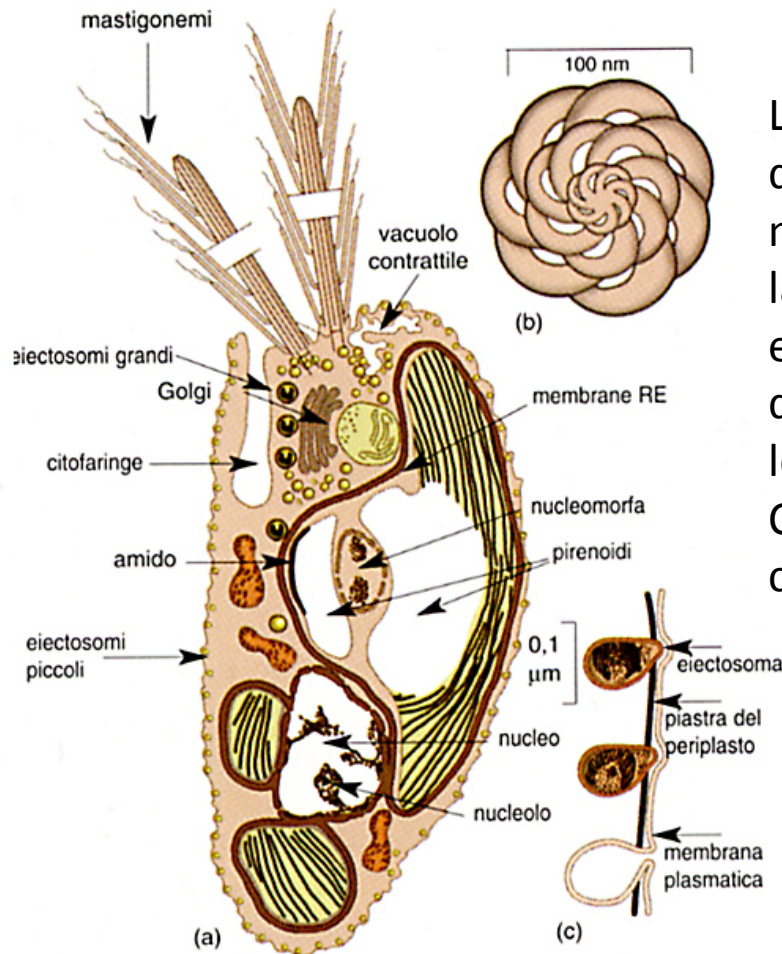
Il corpo cellulare è ricoperto di squame di natura cellulosica sovrapposte in strati, in alcuni casi le squame sono calcificate, **coccoliti**

Cryptophyta

Alcune specie sono eterotrofe (non hanno cloroplasti ma hanno leucoplasti, altre mancano di entrambi i tipi di plastidi).

Le cellule hanno una struttura dorsoventrale con il lato dorsale convesso e il ventrale piatto, hanno due flagelli disuguali con mastigonemi

Figura 5.39 - La criptoficea *Cryptomonas*. Notare la struttura dorsoventrale della cellula, la nucleomorfa e il collegamento della membrana RE esterna dei cloroplasti con la membrana nucleare. Ogni lamella tilacoidale, rappresentata da un singolo tratto scuro, è costituita in realtà da due tilacoidi appressati. (a) Cellula intera. (b) Squama a rosetta presente attorno ai flagelli. (c) Porzione ingrandita della membrana cellulare. Notare le piastre del periplasto interne alla membrana plasmatica e gli eictosomi, uno dei quali ha scaricato il suo contenuto. (da Van den Hoek et al.).



Le cellule sono circondate da un periplasto, piastre di natura proteica, posto sotto la MP;

eictosomi sono strutture di espulsione presenti tra le piastre del periplasto
Cloroplasti con 4 membrane
chl a e c2, ficoeritrina, ficocianina

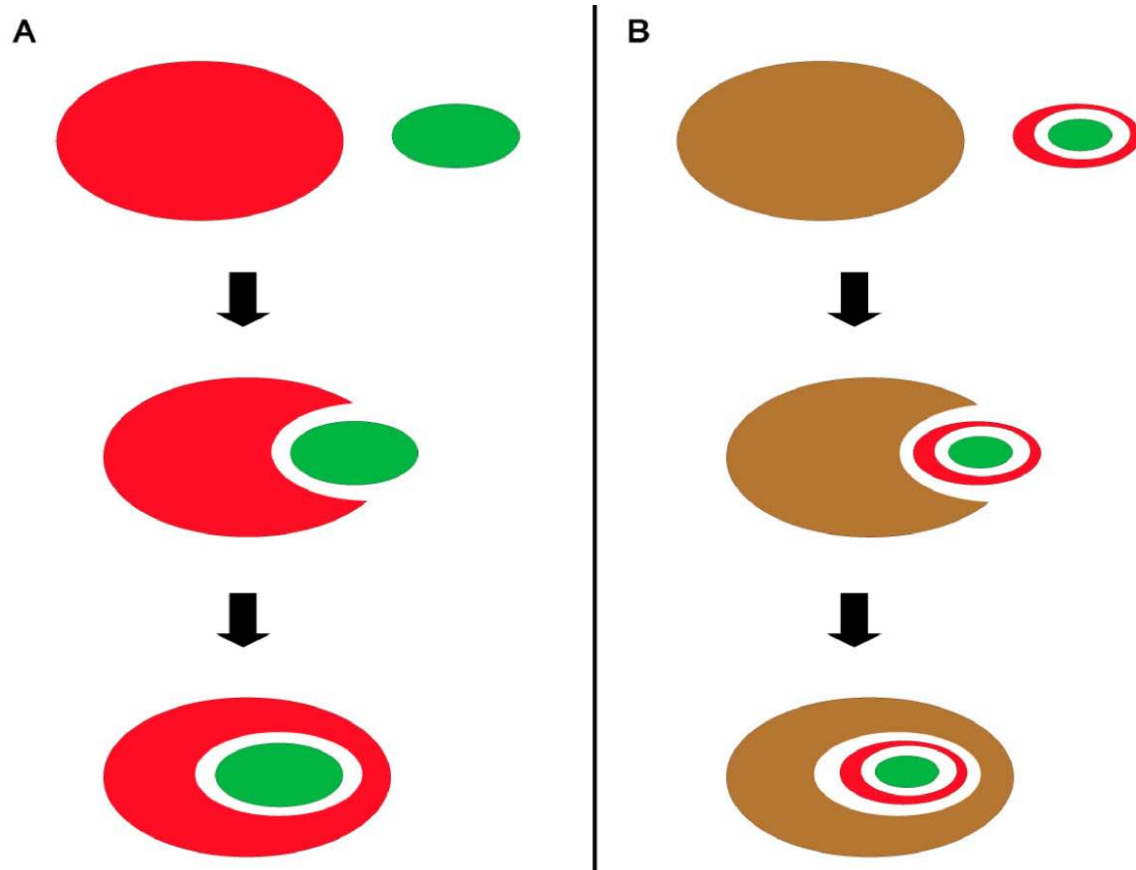
Chlorarachniophyta

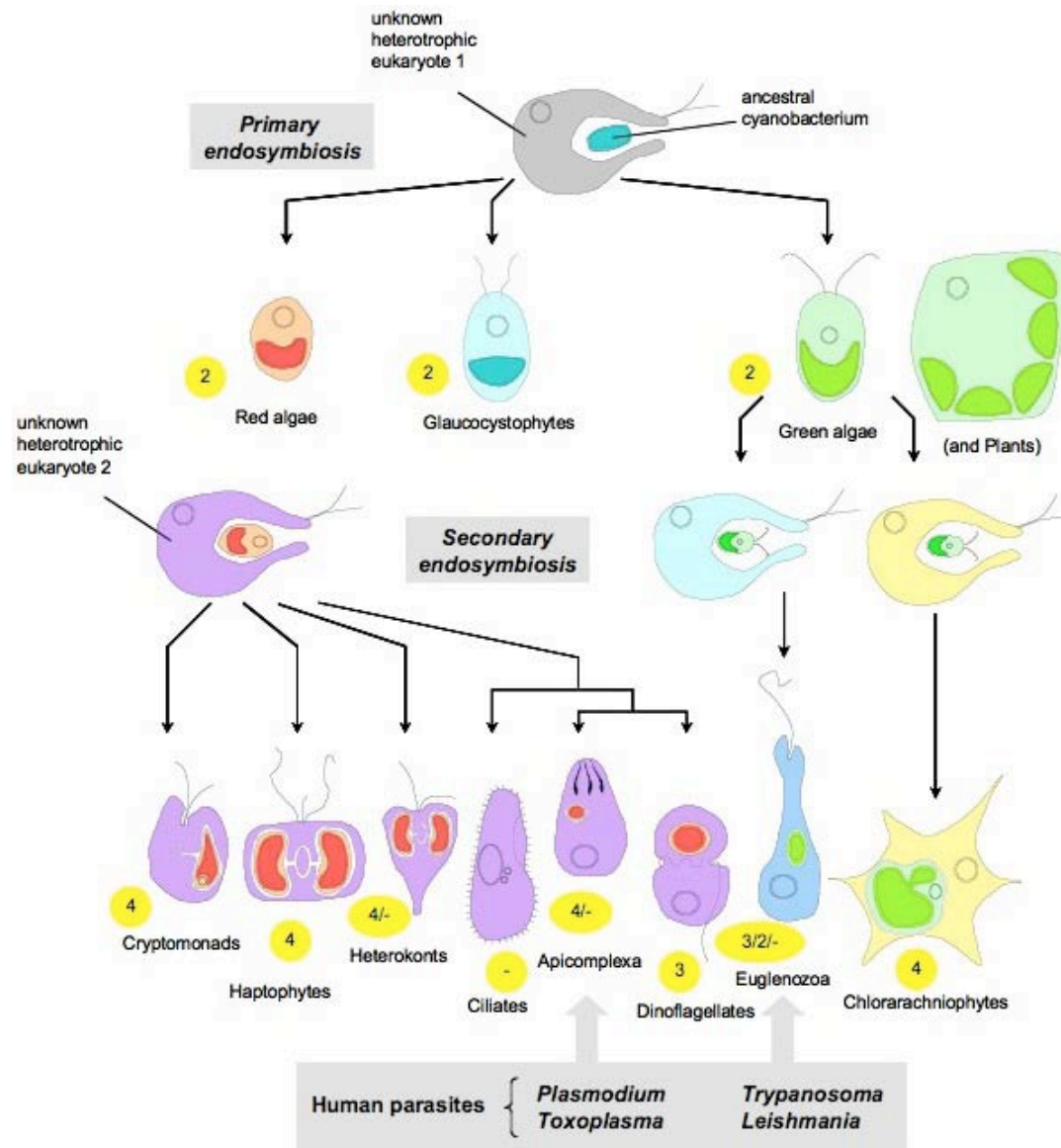
Testimoni di un evento endosimbiontico secondario tra un'ameba e un'alga verde

Le cellule nude, ameboidi, sono riunite in un plasmodio reticolato.

I cloroplasti sono circondati da 4 membrane, i tilacoidi sono riuniti in lamelle di due-tre e sono presenti chl a e b e un pirenoide.

Primary and secondary endosymbiosis. part A: Primary endosymbiosis is proposed to have involved the capture of a cyanobacterium (green ellipse) by a eukaryotic heterotroph (red ellipse). The cyanobacterium would then have been modified during evolution to give rise to a plastid with two surrounding membranes. **part B:** The secondary endosymbiotic event that gave rise to the heterokonts is proposed to have involved the engulfment of a red algae with a chloroplast (green ellipse inside a red ellipse) by a eukaryotic heterotroph (brown ellipse). The red alga would have become the heterokont plastid with four surrounding membranes.





x = number of membranes limiting the plastids

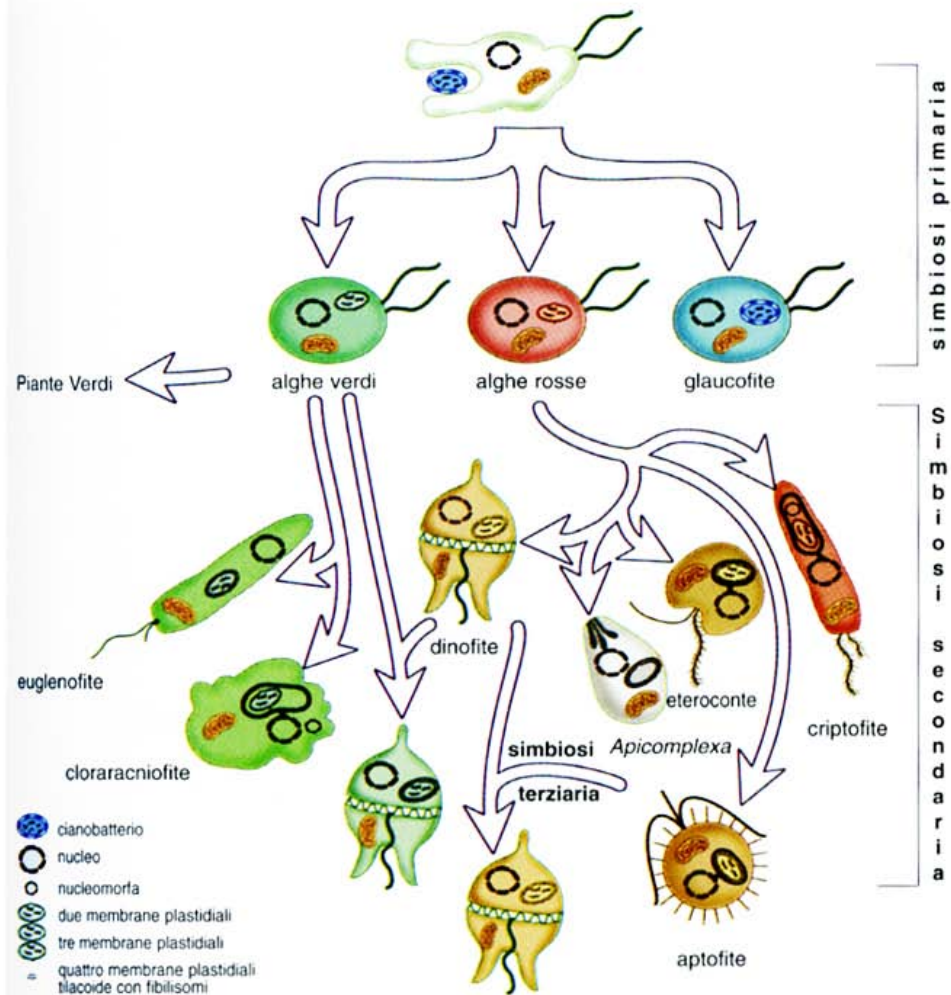


Figura 5.40 - Le alghe verdi (e le piante vascolari), le alghe rosse e le glaucofite derivano probabilmente da un primo ed unico evento endosimbiontico tra un eucariote flagellato fagotrofo e un cianobatterio ancestrale. Le euglenofite e cloracnionfite derivano probabilmente dalla incorporazione di un'alga verde in un protozoo fagotrofo mentre tutte le altre divisioni algali (dinofite, alghe eteroconte, aptofite, criptofite) e gli Apicomplexa derivano probabilmente dalla incorporazione di un'alga rossa in un protozoo fagotrofo. Un gruppo di dinofite ha sostituito il cloroplasto tipico contenente peridininina con il cloroplasto di un'aptofita probabilmente attraverso un processo di endosimbiosi terziaria. Una specie (*Lepidodinium viride*) ha sostituito il cloroplasto tipico contenente peridininina con quello di un'alga verde probabilmente attraverso un processo di sostituzione secondaria. Si ritiene che la comparsa degli eucarioti fotosintetici possa farsi risalire al Cambriano (600-700 milioni di anni fa). Notare il nucleo residuo (*nucleomorfa*), tra le due membrane RE e le due membrane interne del cloroplasto nelle cloracnionfite e nelle criptofite. (da Moreira & Philippe e Palmer).