

Alcuni organuli cellulari sono peculiari delle alghe: vacuoli contrattili, macchia oculare o stigma e pirenoide.

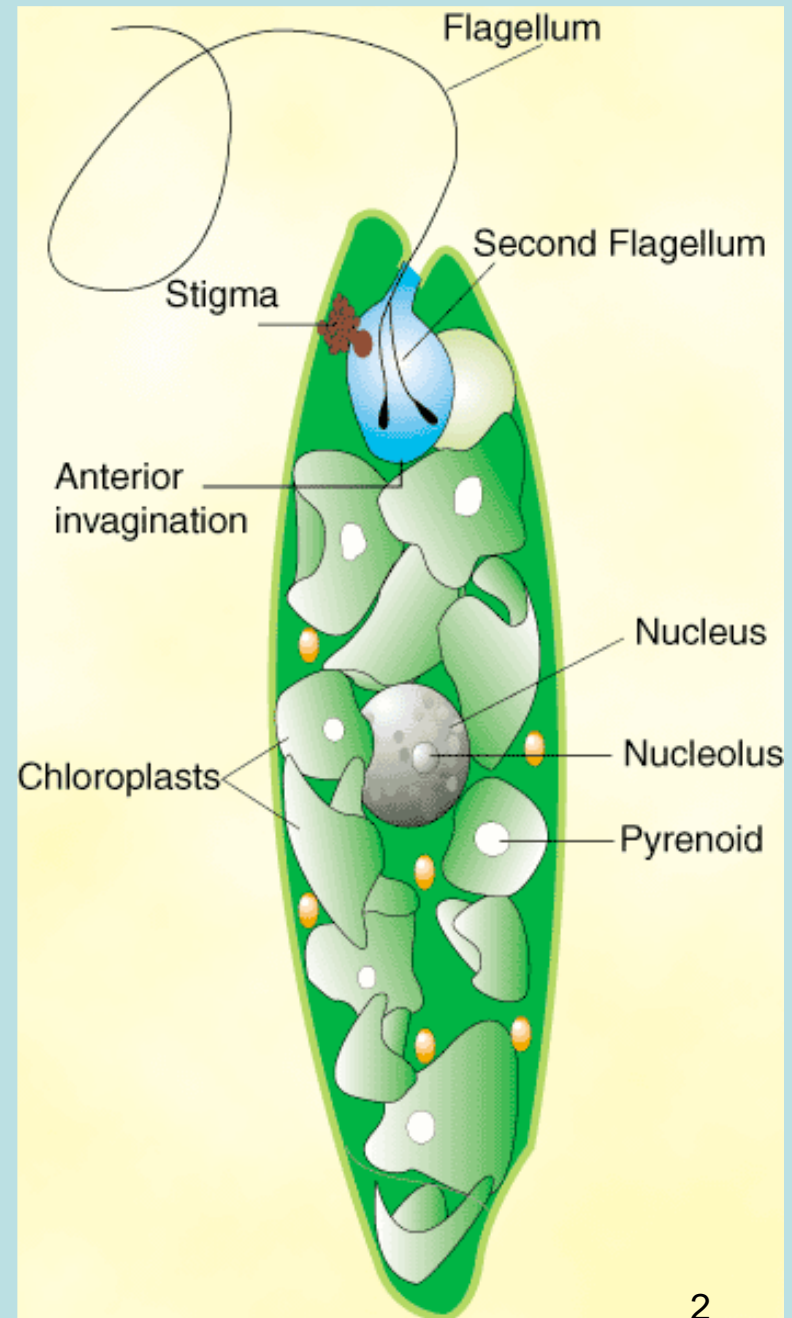
Il vacuolo contrattile è presente in alcune alghe unicellulari di acqua dolce, prive di una parete rigida, e serve per eliminare l'acqua in eccesso che entra nella cellula. Perchè questi organismi vivendo in un ambiente ipotonico, rispetto al contenuto cellulare, l'acqua entra nella cellula per osmosi, se l'acqua non venisse eliminata la cellula scoppierebbe.

Il vacuolo contrattile è una struttura osmoregolatrice. Si forma per fusione di piccole vescicole, una volta riempito d'acqua si fonde con la membrana plasmatica e scarica all'esterno il contenuto.

La macchia oculare, o stigma, è presente nelle alghe unicellulari flagellate. Può essere localizzato nel cloroplasto o, in qualche gruppo di alghe, nel citoplasma.

Appare come una macchia rosso-arancione.

La colorazione è dovuta a pigmenti carotenoidi, ha la funzione di proteggere i fotorecettori dalla luce.



Il pirenoide è una regione differenziata del cloroplasto che contiene il complesso enzimatico RUBISCO.

È anche implicato nella polimerizzazione degli zuccheri di riserva.

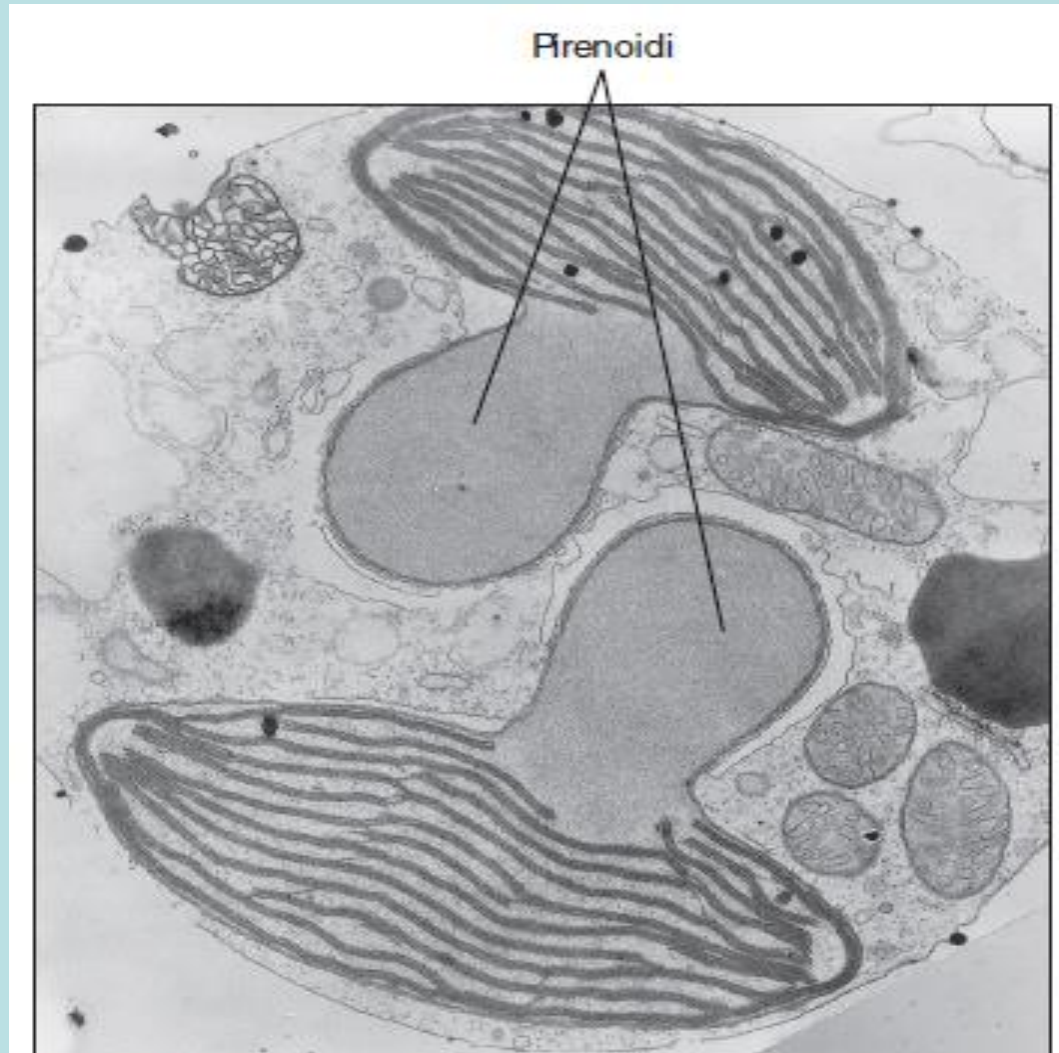


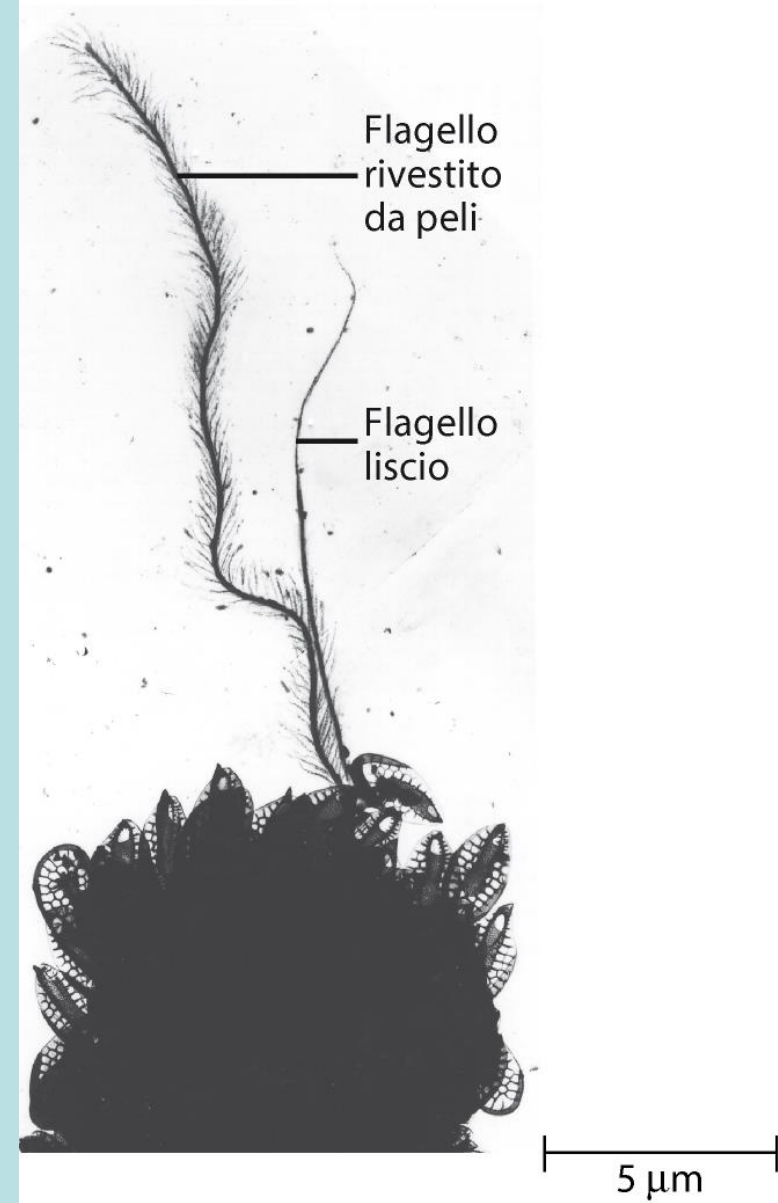
Figura 19.9 Cloroplasti di alghe brune con pirenoidi e tilacoidi

Alcune alghe unicellulari, o alcune cellule di alghe pluricellulari hanno flagelli.

I flagelli hanno la stessa struttura presente nei flagelli di tutti gli organismi eucarioti.

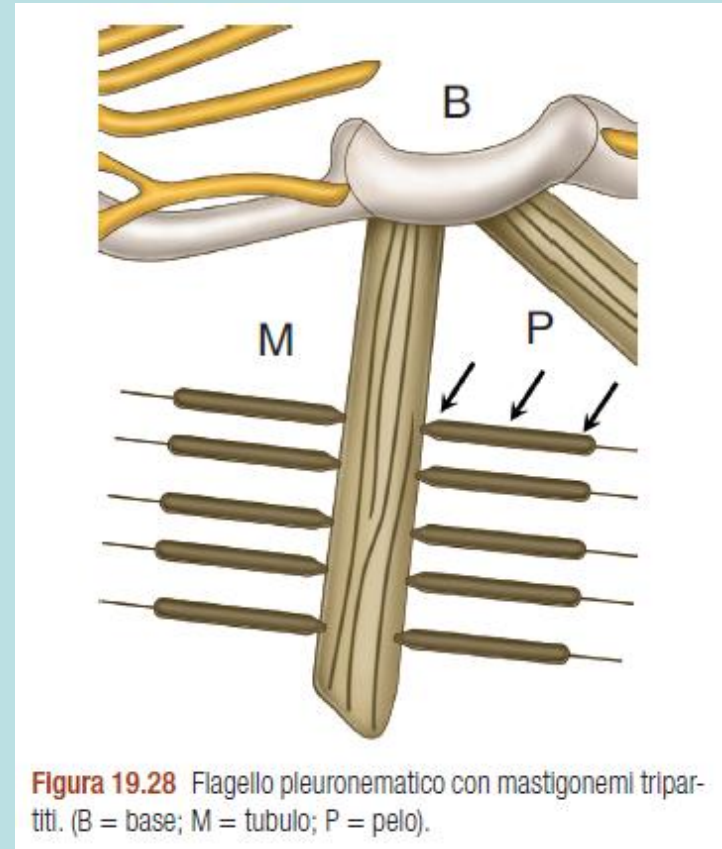
Sono formati da una struttura cilindrica, assonema, composta da 9 coppie periferiche di microtubuli e 2 microtubuli centrali.

I flagelli possono essere lisci o con appendici laterali.



La morfologia del flagello accomuna le alghe appartenente alla Divisione ETEROCONTE.

Appartengono a questo gruppo alghe tra loro molto diverse, unicellulari come le diatomee e le crisoficee, pluricellulari come le grandi alghe brune dei mari freddi. Tuttavia le loro cellule flagellate sono molto simili. I flagelli hanno una struttura complessa, sono formati da una parte basale, dal tubulo e peli terminali rigidi e tripartiti.



Le alghe sono organismi autotrofi per fotosintesi

- La quantità di carboidrati che sono in grado di produrre dipende dalla LUCE, dalla temperatura e dalla disponibilità del carbonio inorganico.
- La scelta della fonte di carbonio inorganico dipende dal pH dell'acqua (CO_2 disciolta, o carbonio dei carbonati o carbonio dei bicarbonati).
- Il tipo di carboidrato di riserva cambia con il gruppo sistematico.

Nelle alghe il cloroplasto è detto anche cromatoforo per la presenza di pigmenti accessori che determinano la colorazione di tutto l'organismo e che hanno anche valore tassonomico.

Il cloroplasto, della maggior parte delle alghe, ha dimensioni diverse rispetto a quelle delle piante superiori e delle alghe verdi.

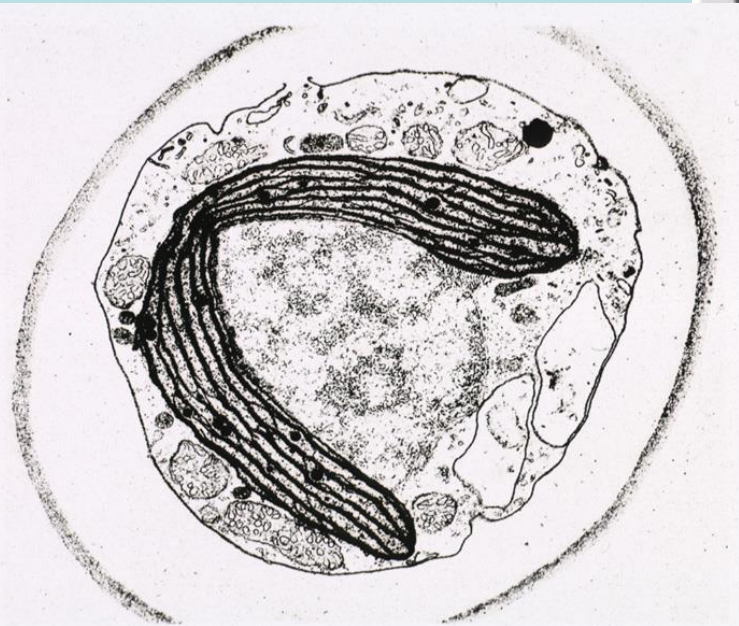
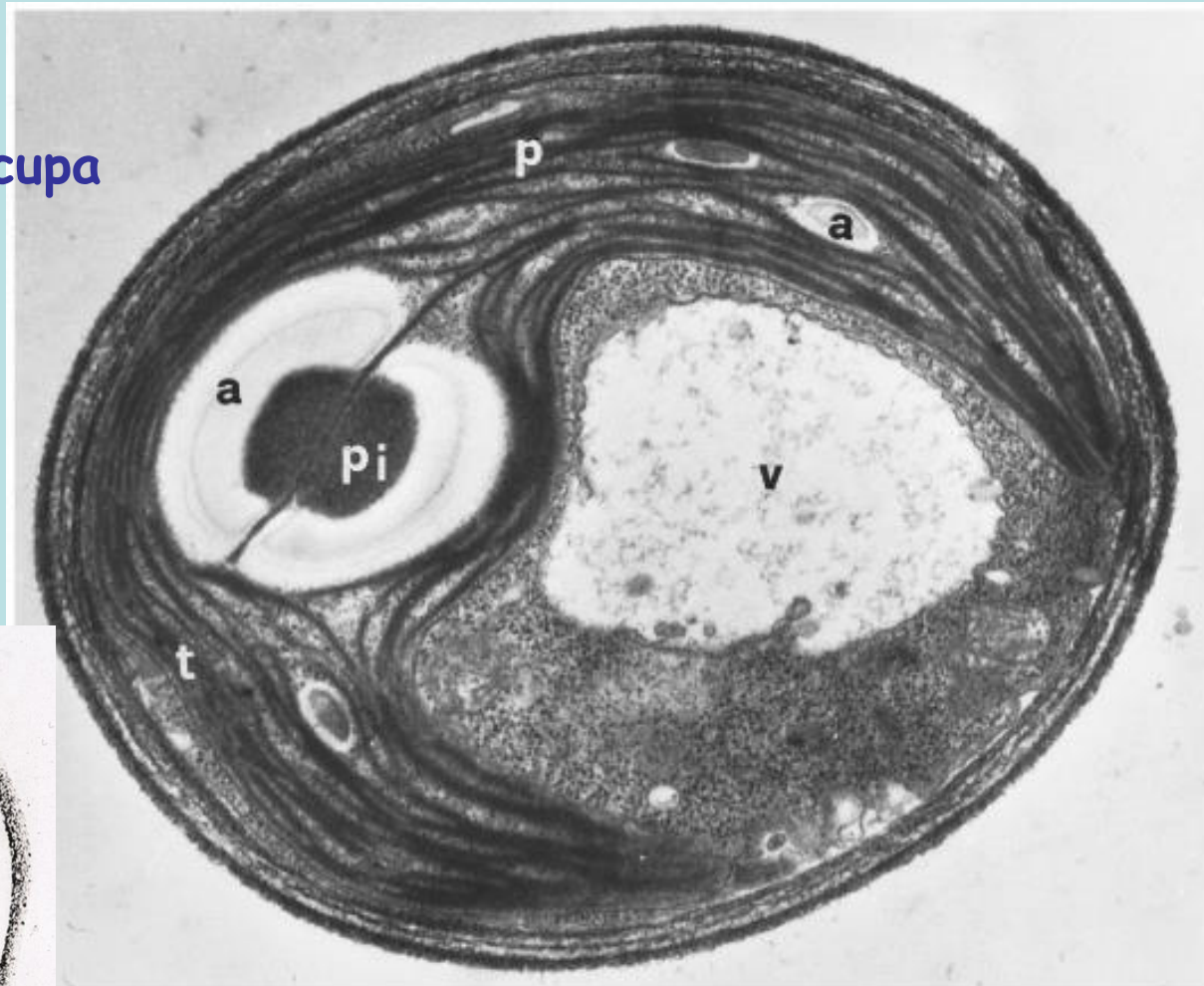
I tilacoidi decorrono isolati, paralleli o associati a gruppi da 2 a 40, non sono mai presenti grana tranne che nelle alghe verdi.

I cloroplasti delle alghe hanno forme diverse

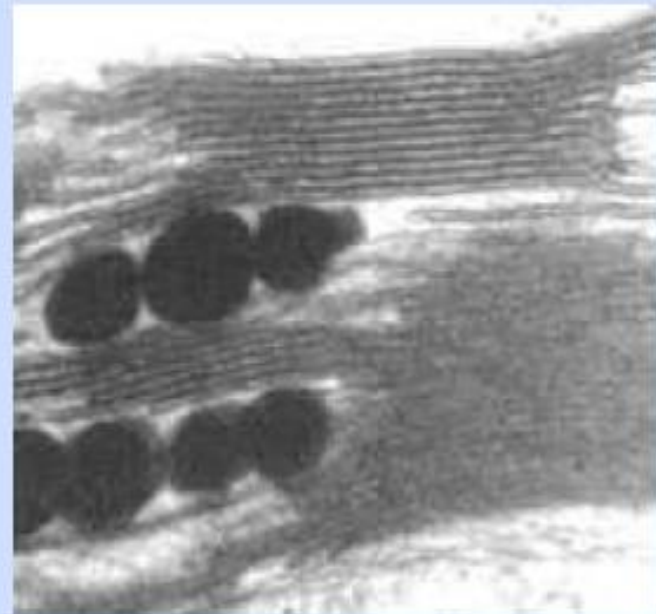
Nelle alghe si passa da un singolo grande cloroplasto (nelle forme più primitive) a numerosi piccoli cloroplasti (nelle forme più evolute).

Plastidi algali (Chlorella, alga verde unicellulare)

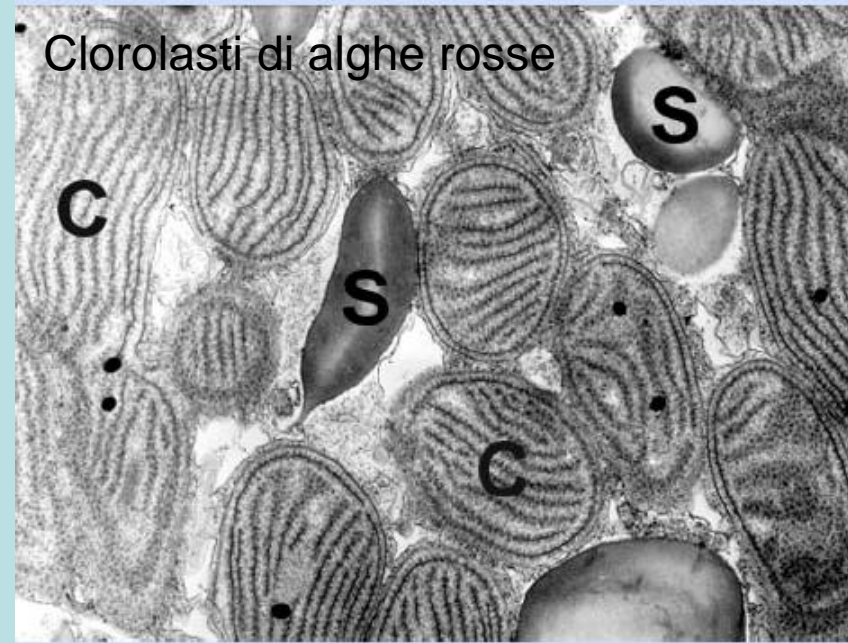
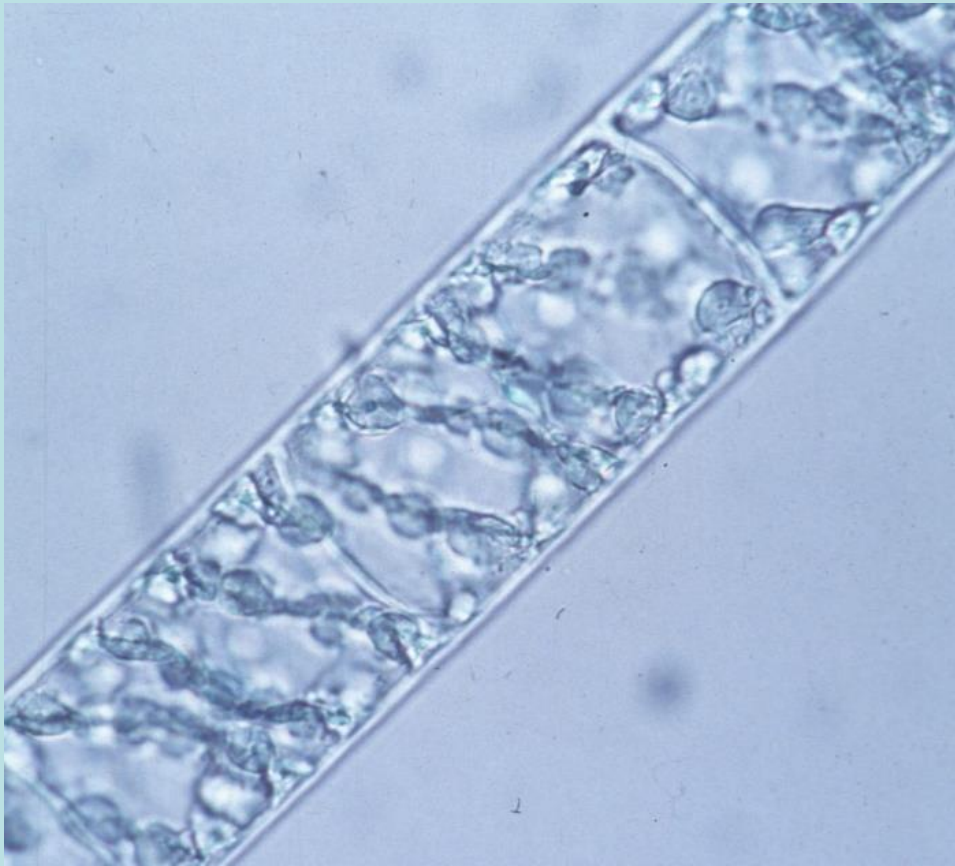
Un solo cloroplasto che occupa quasi tutto il volume



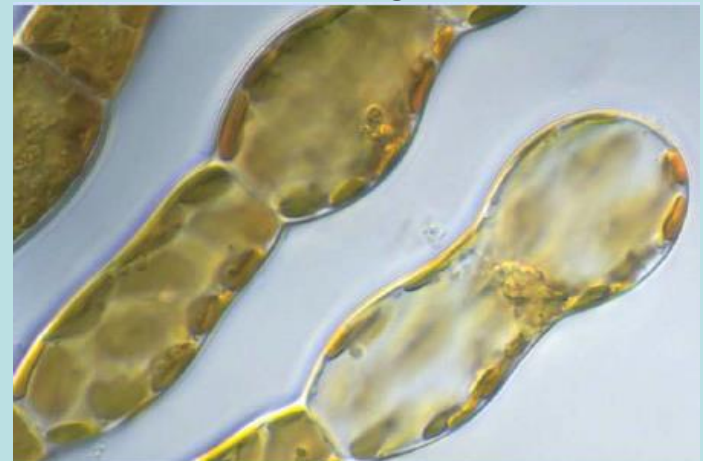
CLOROPLASTI DELLE ALGHE VERDI

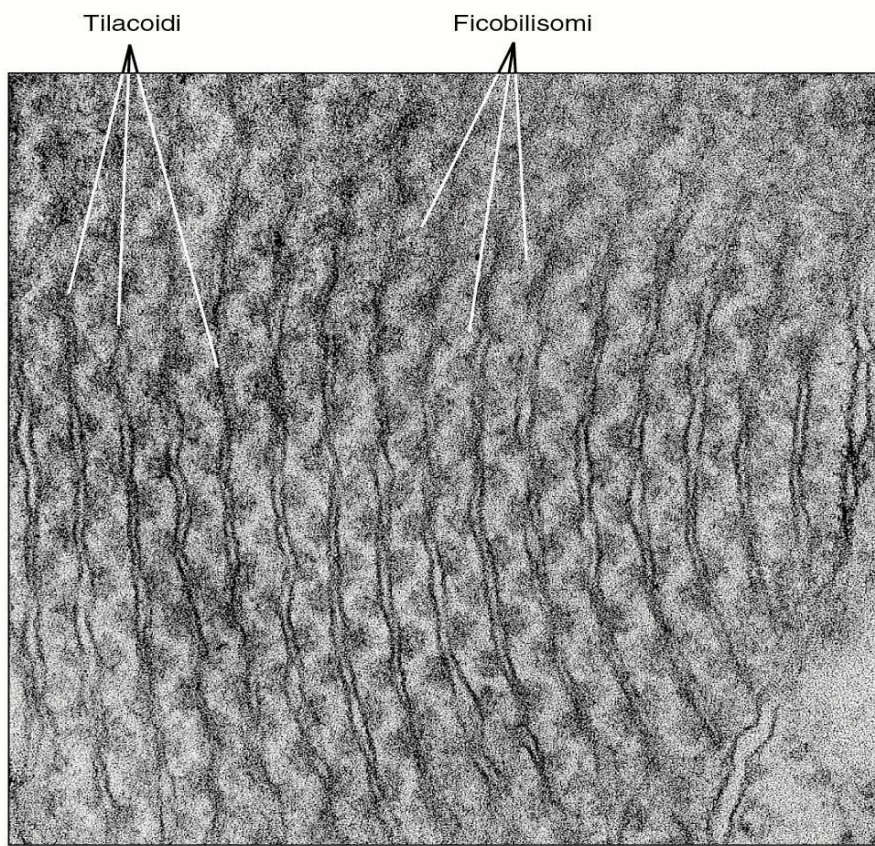


Cloroplasti con pile di tilacoidi e con grana

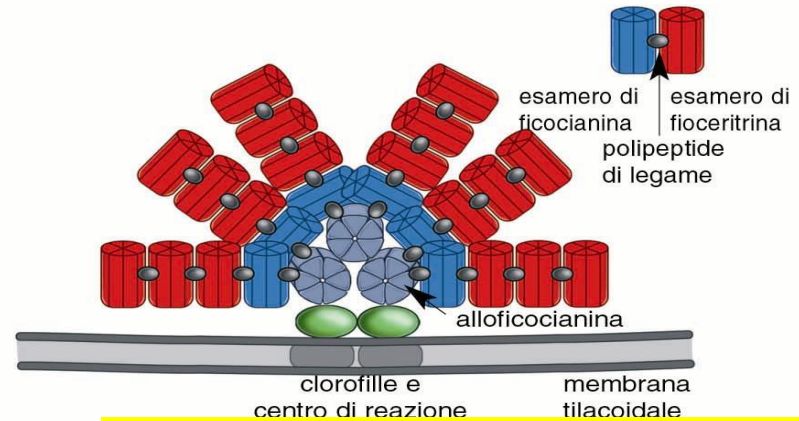


Cloroplasti di alghe brune





(a)



(b)

Complesso del ficobilisoma, esamero di ficobiliproteine, con funzione antenna per convogliare l'energia luminosa al centro di reazione.

Ficobilisoma, struttura coinvolta nella fotosintesi, presente nei **cianobatteri e nelle alghe rosse**, e composto da ficobiline (ficocianina e ficoeritrina) e proteine.

La ficocianina è di colore azzurro con picco di assorbimento della luce intorno a 620 nm, e la ficoeritrina di colore rosso con un picco a 545 nm.

Cloroplasti con FICOBILISOMI

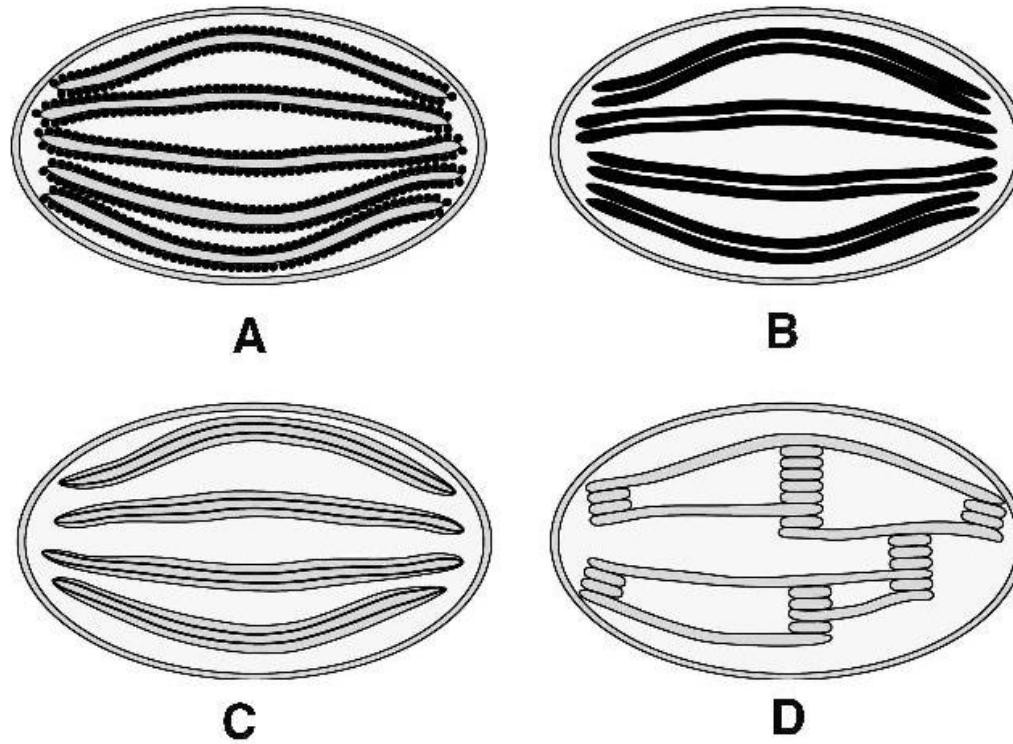


Figura 6.6

A) Nelle alghe rosse (Rhodophyta) i tilacoidi sono isolati e più o meno paralleli e sulla loro superficie possono essere osservati numerosi ficolibosomi (in nero). B) Nelle criptofite (Cryptophyta) i tilacoidi sono appaiati e la cavità tilacoidale è ricca di ficobiline. C) Negli stramenofili (Stramenophyla) i tilacoidi sono tra loro uniti a gruppi di 3 o 4. D) Nelle alghe verdi (Chlorophyta) l'organizzazione dei tilacoidi è simile alle piante (disegno di A. Valletta).

- In tutte le alghe, ad eccezione di alcune alghe verdi, si trovano solo plastidi fotosintetizzanti;
- I pigmenti sono di tre tipi: clorofille (sempre a), carotenoidi come xantofille, ficobiline (*Rhodophyta* e *Cryptophyceae*);
- I pigmenti accessori sono presenti soprattutto nelle alghe di profondità, perchè devono ampliare lo spettro di assorbimento della luce già scarsa in questi ambienti.

Le clorofille

- Oltre alla clorofilla A sono presenti:
- Clorofilla B in Chlorophyta ed Euglenophyceae
- Clorofilla C in Cryptophyceae e Pheophyceae (alghe brune)
- Clorofilla D in Rhodophyta (Alghe rosse)
- Clorofilla E in Xanthophyceae (alghe giallo-verdi)

La parete cellulare

- La maggior parte delle cellule algali possiede una vera parete, costituita da una **porzione fibrillare** (cellulosica) e **da sostanze amorfe**. La porzione fibrillare è costituita da microfibrille di cellulosa disposte in strati regolari solo nelle alghe verdi, nelle altre divisioni le fibrille non sono orientate.
- La porzione amorfa differisce per composizione tra i diversi gruppi. Può essere presente **fucoïdina** ed **alginati** nelle alghe brune, **agar-agar** e **carraghenina** nelle alghe rosse. La consistenza aumenta per deposizione di carbonato di calcio (alghe coralline e Characeae) o di silice (diatomee).
- Sono sprovviste di vera parete alcune forme di alghe flagellate.

porzione fibrillare (costituita da **cellulosa**, **mannani** e **xilani**) e da una

porzione amorfa (proteine e pectine).

Non è presente la lignina



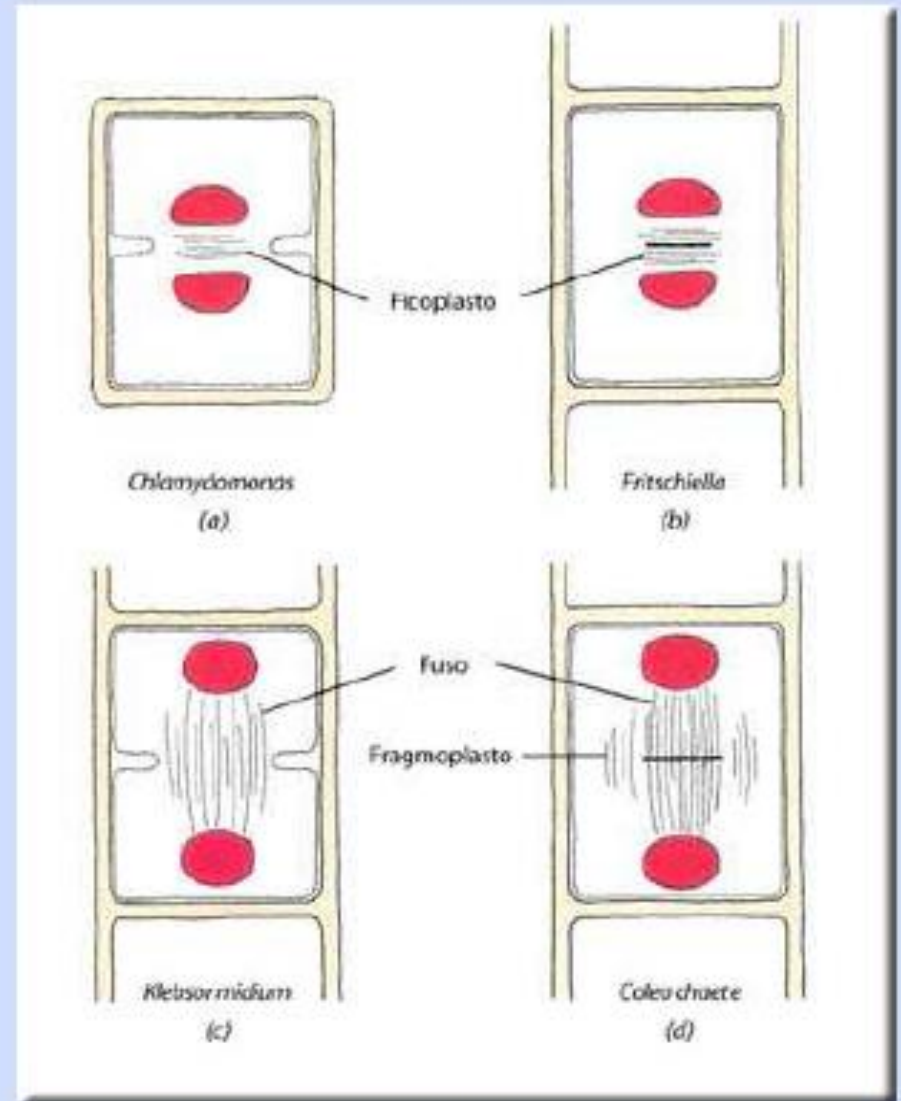
Alghe rosse appartenenti all'ordine delle Corallinali, hanno pareti impregnate di carbonato di calcio.

Divisione nucleare nelle alghe

In alcune alghe e funghi primitivi la mitosi avviene all'interno della membrana nucleare, che rimane integra per tutta la durata della divisione. La duplicazione del DNA e la migrazione dei cromosomi ai poli avvengono all'interno della membrana, limitando gli scambi tra nucleosoma e citoplasma.

Questo tipo di mitosi è detta **MITOSI CHIUSA**.

In alcune alghe verdi la divisione cellulare prevede la formazione del fragmoplasto. Nelle altre alghe si organizza il **FICOPLASTO**, un sistema di microtubuli che si sviluppa parallelamente al piano di divisione cellulare.



Come si riproducono?

La maggior parte si riproduce sia sessualmente che vegetativamente

- La riproduzione vegetativa o asessuale:
 - scissione (alghe unicellulari)
 - frammentazione del tallo (alghe coloniali e pluricellulari)
 - produzione di mitospore (sporulazione) flagellate (zoospore) o non (aplanospore)

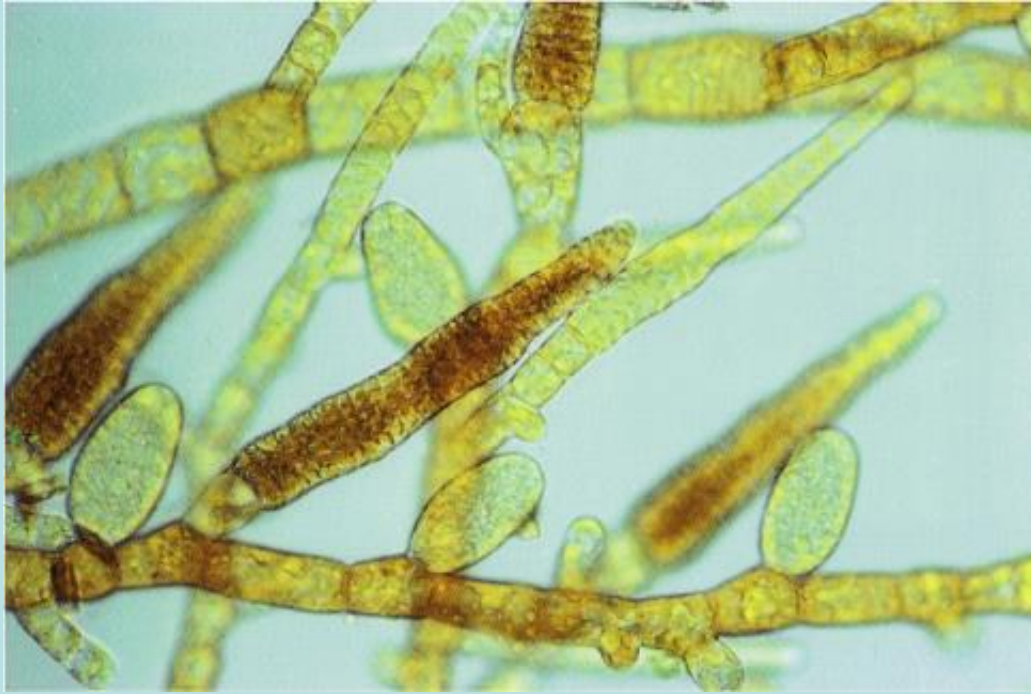
Riproduzione sessuata

- gametogamia (Iso-Aniso-Oogama)
- coniugazione (Ologamia o somatogamia)

Nelle alghe primitive mancano forme di riproduzione sessuale; in tutte le altre alghe che si riproducono sessualmente si può

riscontrare :
ciclo aplonte
ciclo aplodiplonte
ciclo diplonte

Esempio: Alga bruna



Ectocarpus ha sporocisti uniloculari che contengono le meiospore (ciclo sessuale) e sporocisti pluriloculari che contengono mitospore (riproduzione agamica)

Le alghe assassine.....

- Diversi generi si riproducono velocemente dando luogo a fioriture dette **MAREE ROSSE**
- Dannose sono le maree formate da specie produttrici di tossine (neurotossine o tossine che causano problemi intestinali) che determinano avvelenamenti ai molluschi ai pesci e all'uomo.





Marea rossa dovuta ad un'abbondante fioritura di alghe unicellulari - Dinoflagellati



Fioritura algale dovuta ad una elevata densità di microalghe - diatomee.

Alcuni dinoflagellati durante la fioritura possono emettere energia luminosa nel visibile, Fenomeno noto come bioluminescenza

Bioluminescenza è la produzione e l'emissione di luce da parte di un organismo vivente. Fotoproteine sono responsabili dell'emissione della luce.



Le Alghe Verdi

Pylum *Chlorophyta*

Classe *Chlorophyceae* (la classe più numerosa)

Classe *Ulvophyceae* (sono essenzialmente marine)

Classe *Charophyceae* (includono membri con caratteri affini alle piante superiori)

Le alghe verdi comprendono almeno 17.000 specie e sono organismi diversi da tutte le altre alghe sia per la morfologia che per il ciclo riproduttivo.

- Vivono in prevalenza nelle acque dolci, ma ce ne sono anche di acqua salata, alcune sono terrestri e vivono sui tronchi degli alberi;
- Presentano cloroplasti con tilacoidi riuniti in gruppi di 2-6 membrane, hanno clorofilla a e b e luteina (carotenoide);
- Il composto di riserva è l'amido (accumulato nei cloroplasti), **ma compaiono anche gli amiloplasti;**
- Numerose specie vivono in simbiosi con altri organismi a formare licheni, ma anche in associazioni con celenterati marini, spugne.

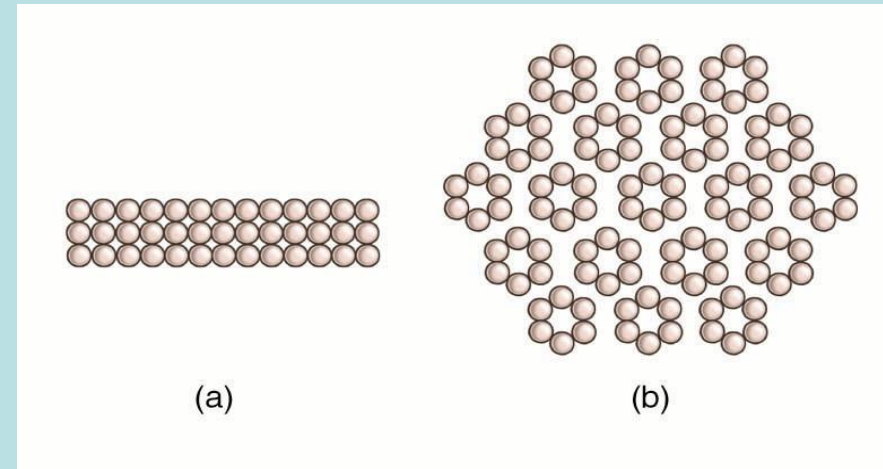
La parete cellulare delle alghe verdi è costituita da una frazione fibrillare immersa in una matrice amorfa.

La parete delle forme non flagellate è di natura prevalentemente cellulosa.

La cellulosa-sintasi inserita nella membrana plasmatica può essere:

(a) allineate in file multiple (Chlorophyceae e Ulvophyceae)

(b) aggregate a rosetta (Charophyceae)



La cellulosa sintasi disposta in file genera microfibrille di cellulosa di dimensioni più grandi.

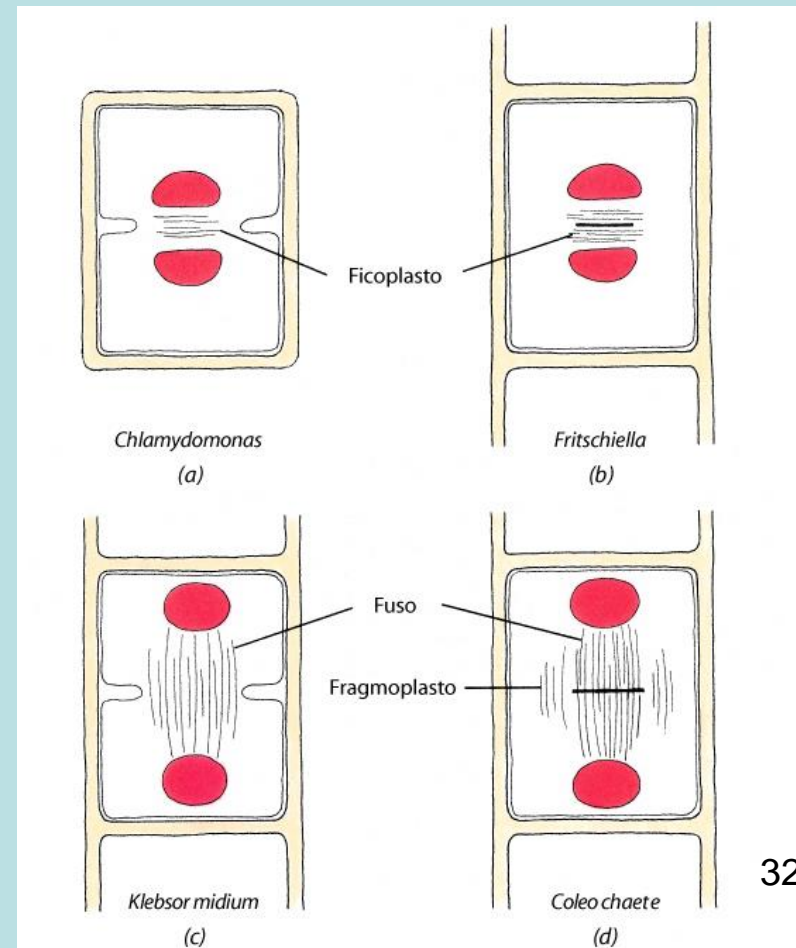
Le forme unicellulari e coloniali presentano esternamente un rivestimento di **SPOROPOLLENINA.**

Le modalità di divisione cellulare variano tra le alghe verdi.

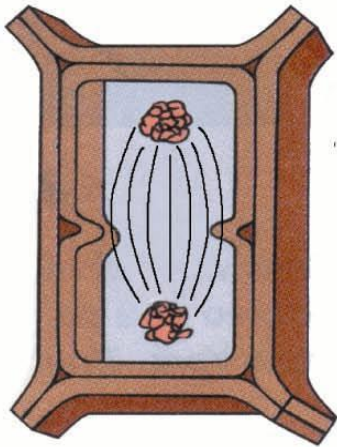
Nelle *Chlorophyceae* compare il FICOPLASTO.

Il fuso mitotico collassa alla telofase e un ficoplasto si sviluppa parallelo al piano di divisione cellulare. Il ficoplasto è costituito da un assetto microtubulare, simile al fragmoplasto, che assicura che il solco di divisione passi esattamente fra i due nuclei figli.

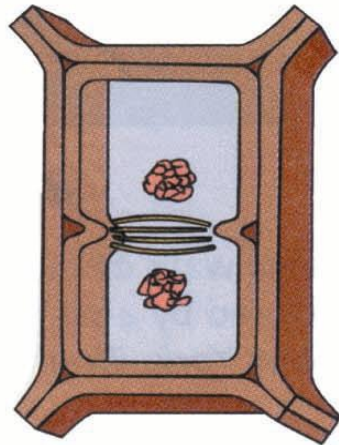
Nelle *Charophyceae* più evolute, durante la citodieresi, si organizza un **fragmoplasto** simile a quello delle piante superiori.



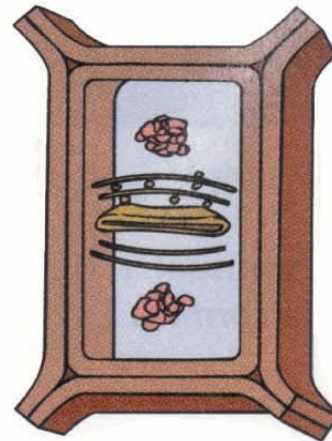
- (a) *Ulvophyceae* (fuso)
- (b) e (c) *Chlorophyceae* (ficoplasto, b con solco, c con piastra)
- (d) *Charophyceae* (fuso e fragmoplasto)



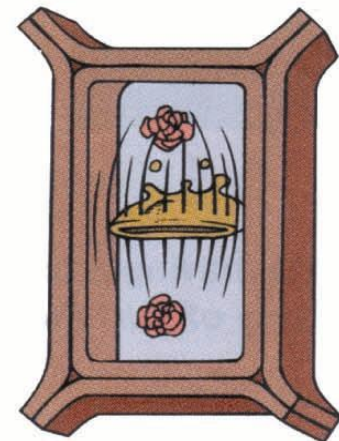
(a)



(b)



(c)

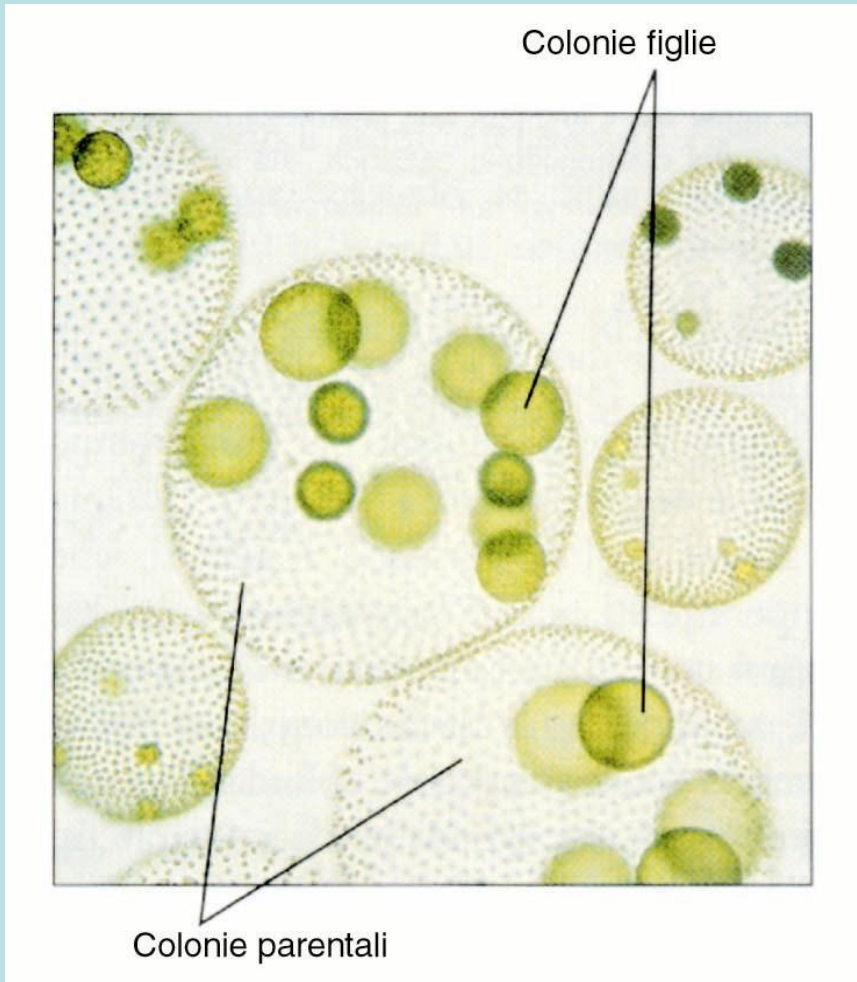


(d)

**E' da sottolineare la comparsa del
fragmoplasto e dei plasmodesmi**

Tipi di organizzazione

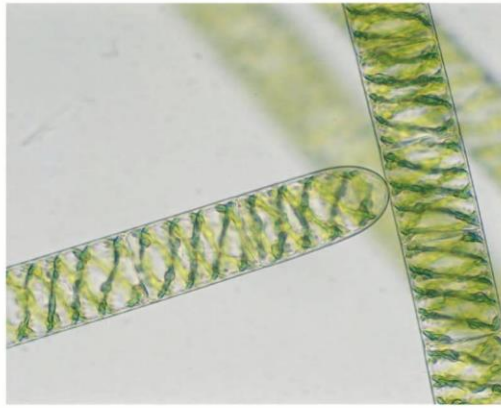
Volvox (coloniale)



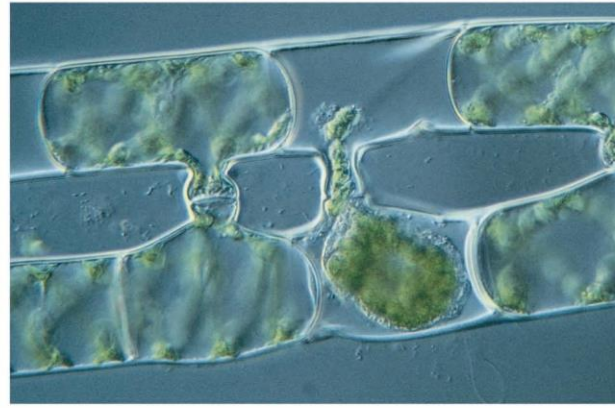
È costituita da una sfera cava contenente da 500-60.000 cellule vegetative biflagellate, interconnesse, che effettuano la fotosintesi e da un minor numero di cellule più grandi non flagellate specializzate nella riproduzione.

La riproduzione sessuale è oogama.

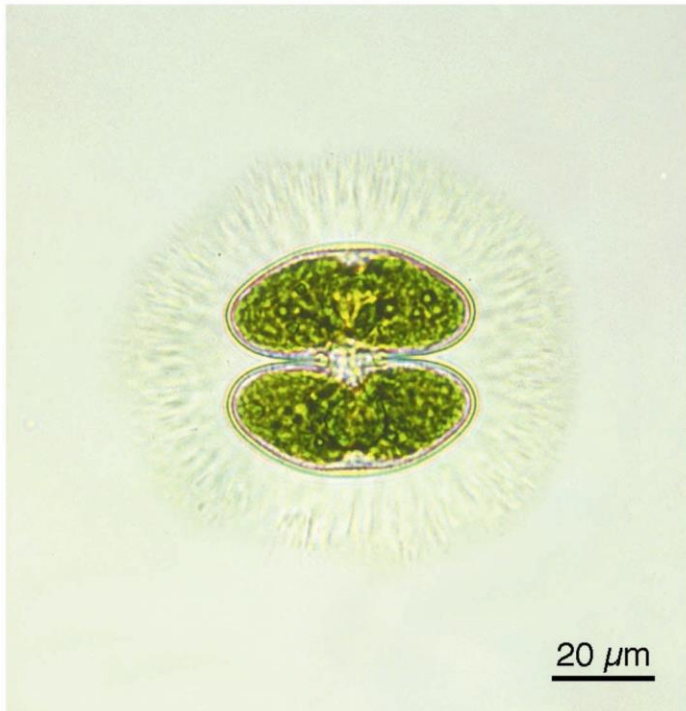
Esempi di tallo *Chlorophyceae*



(a)



(b)



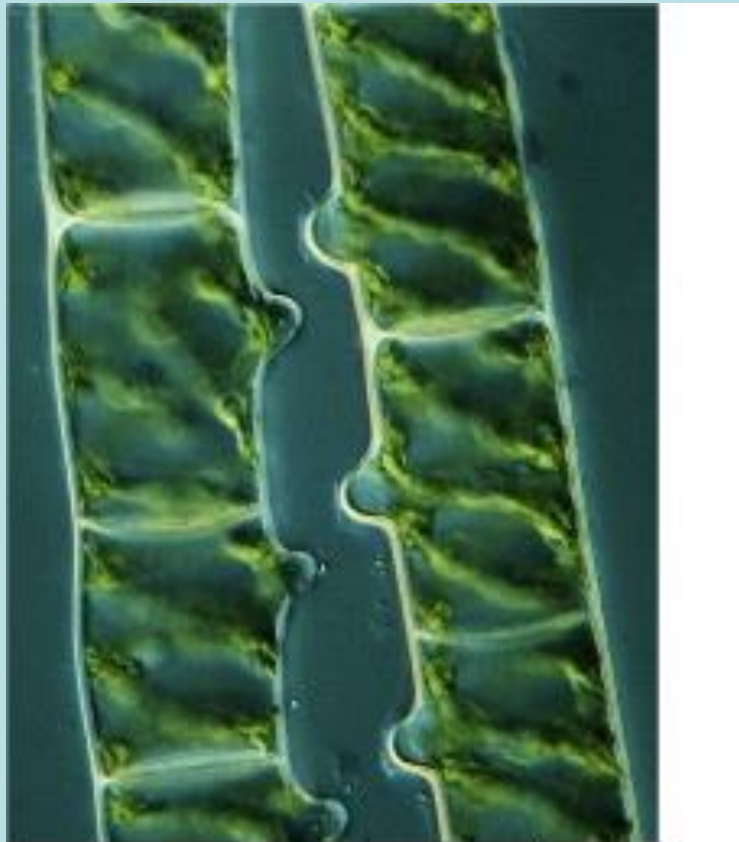
(c)

Spirogyra (tricale). Le cellule dopo la formazione possono rimanere unite da collegamenti secondari.

Cosmarium (unicellulare a due semicelle)

Spirogyra è formato da un filamento semplice, spesso forma masse galleggianti in acque dolci. Ogni filamento è circondato da una guaina mucillaginosa.

Il nome è dato dalla disposizione elicoidale del/dei cloroplasti nastriformi con molti pirenoidi all'interno di ciascuna cellula uninucleata. La riproduzione vegetativa avviene per frammentazione.

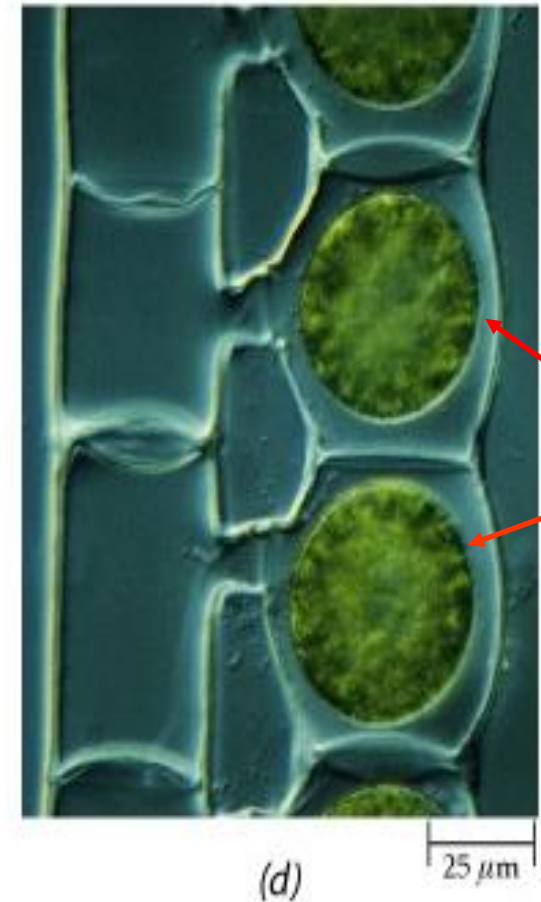
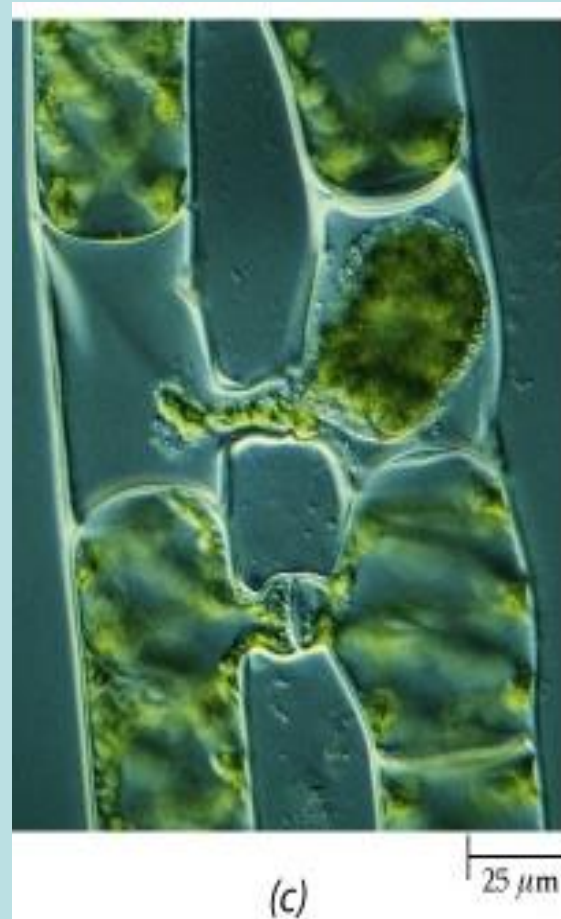


(a)

25 μm

La riproduzione sessuale avviene mediante la formazione di un tubo di coniugazione tra due filamenti adiacenti. I contenuti delle due cellule adiacenti fungono da isogameti.

Lo zigote si circonda di sporopollenina.



La meiosi è zigotica quindi il ciclo biologico è aplonte.

Ulvophyceae

Possono avere tallo filamentoso o laminare

Gli organismi appartenenti a questa classe hanno un'alternanza di generazione aplodiplonte con meiosi sporica (all'interno di sporocisti si formano le meiospore) o con ciclo vitale diploide, quelli più evoluti, con meiosi terminale.

, Ulva o lattuga di mare (tallo laminare bistratificato)



Il tallo è
ancorato al
substrato tramite
una ventosa

Hanno una mitosi chiusa, in cui l'involucro nucleare non scompare, così come il fuso, durante la citodieresi.

La lattuga di mare ha un'alternanza di generazione isomorfa, ciclo aplodiplonte

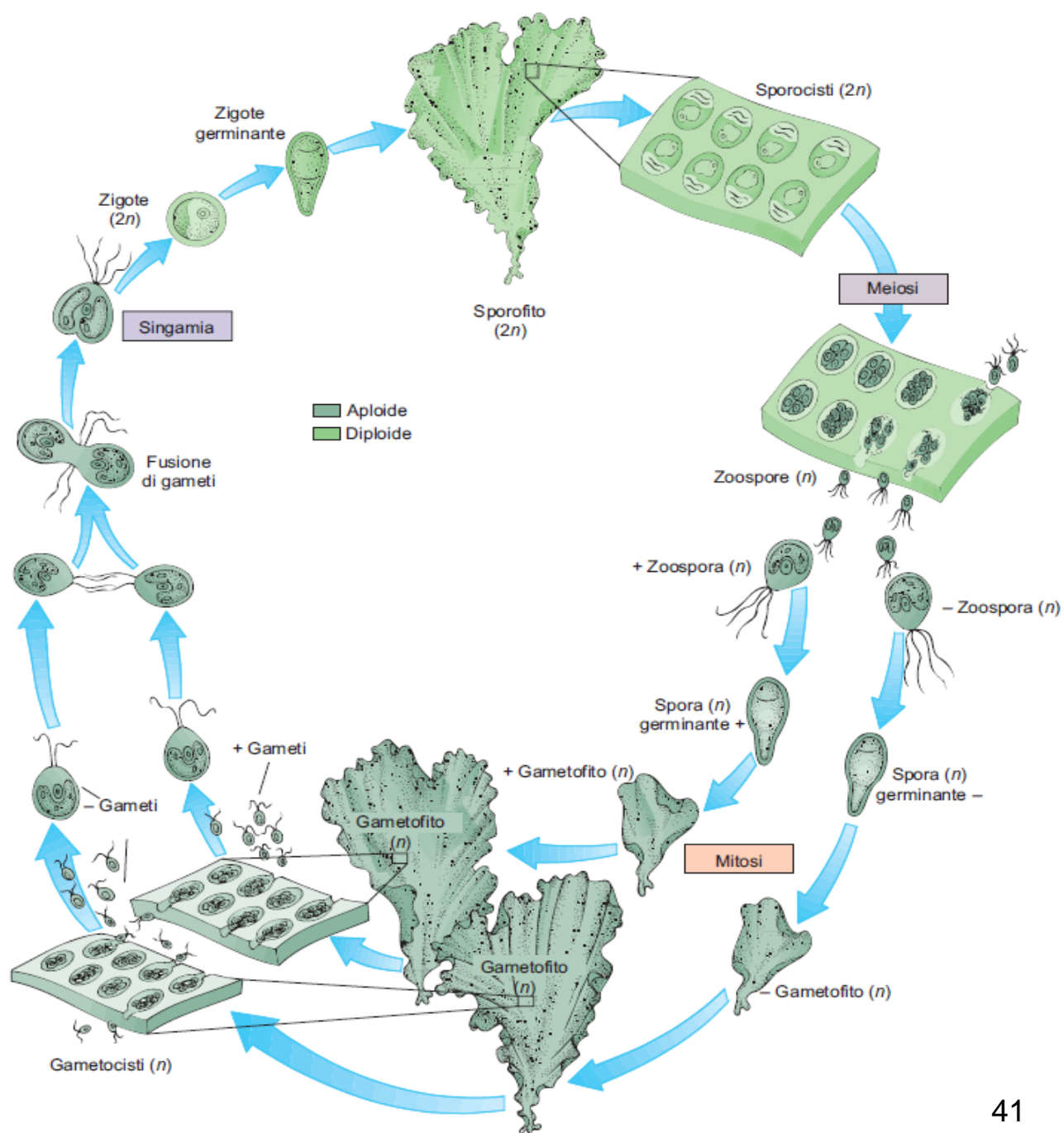
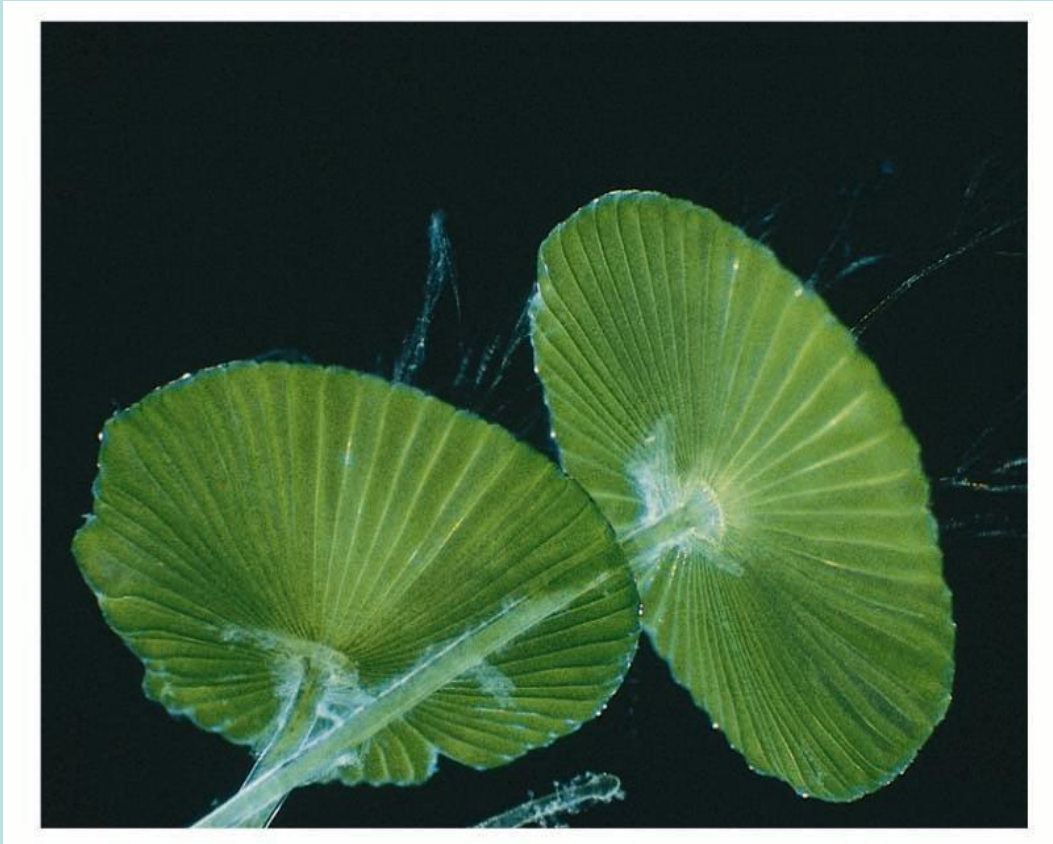


Figura 19.17 Il ciclo di *Ulva* è digenetico aplo-diploide isomorfo. Vedi dettagli nel testo.

Acetabularia (organizzazione sifonale) una cellula gigante ancorata al substrato con rizoidi



**Alga unicellulare
cenocitica**

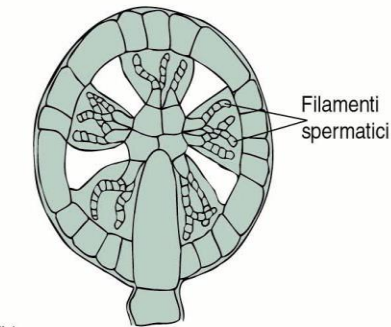
Charophyceae

Chara (tallo macroscopico con “nodi ed internodi” e verticilli di “rami”)

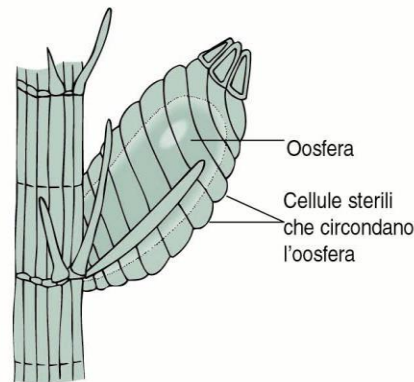
Globulo, struttura contenete i filamenti spermatici (gameti maschili) con rivestimento di cellule sterili



(a)



(b)



(c)

Presentano divisione cellulare e riproduzione simili alle piante superiori.

Inizio di formazione dei plasmodesmi e fragmoplasto.

Gli zigoti sono circondati da sporopollenina.

Nucula, struttura contenete l'oosfera avvolta da cellule protettive sterili.

- Studi biochimici ed ultrastrutturali hanno evidenziato una stretta relazione fra alghe verdi (*Classe Charophyceae*) e piante superiori. Le alghe verdi sono considerate i diretti progenitori delle piante superiori.

Lumaca di mare fotosintetizzante



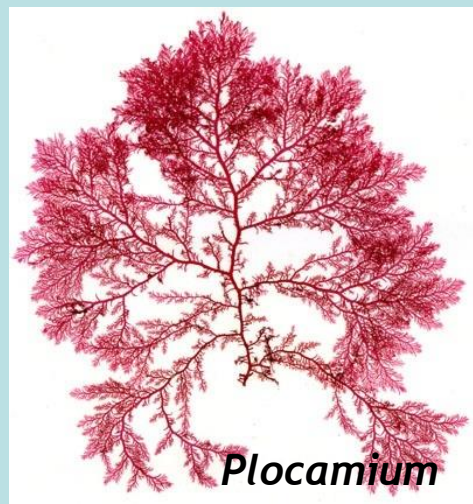
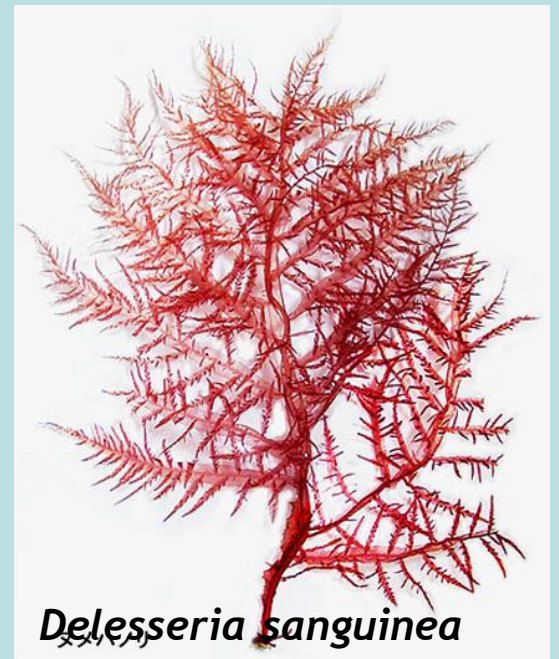
Il processo di fotosintesi avviene **all'interno** dei **cloroplasti** che *Elysia chlorotica* riesce a **rubarli** alle **alghe verdi** di cui si nutre, appartenenti alla specie *Vaucheria litorea*. Il processo di acquisizione dei cloroplasti da parte del gasteropode viene definito **cleptoplastia**, dal greco *kleptes*, "ladro", e *plastòs*, che fa riferimento appunto ai cloroplasti.

RHODOPHYTA

Le *Rhodophyta* sono alghe di colore da rosso vivo fino a violetto, rosso-porpora, rosso-bruno, raramente anche verde-blu o verde-oliva

Mancano forme o stadi flagellati ed organismi unicellulari sono presenti solo nelle *Bangiophycidae*, un gruppo relativamente isolato dal punto di vista filogenetico

I talli di queste alghe sono prevalentemente tricali o pseudoparenchimatici.

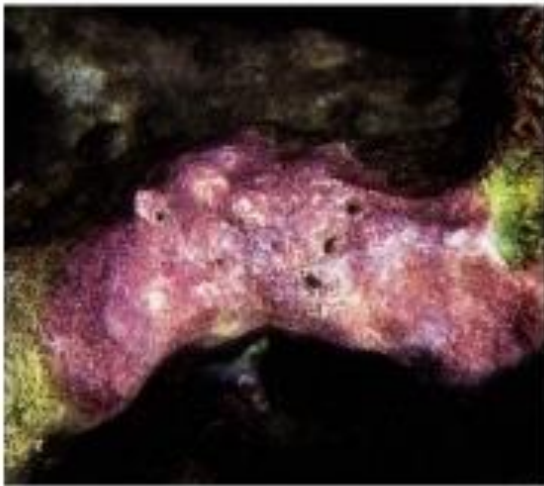




(a)



(b)



(c)



(d)

Alge rosse
marine,
coralline

Sono organismi per lo più marini, vivono in acque calde tropicali, alcune anche in acque fredde.

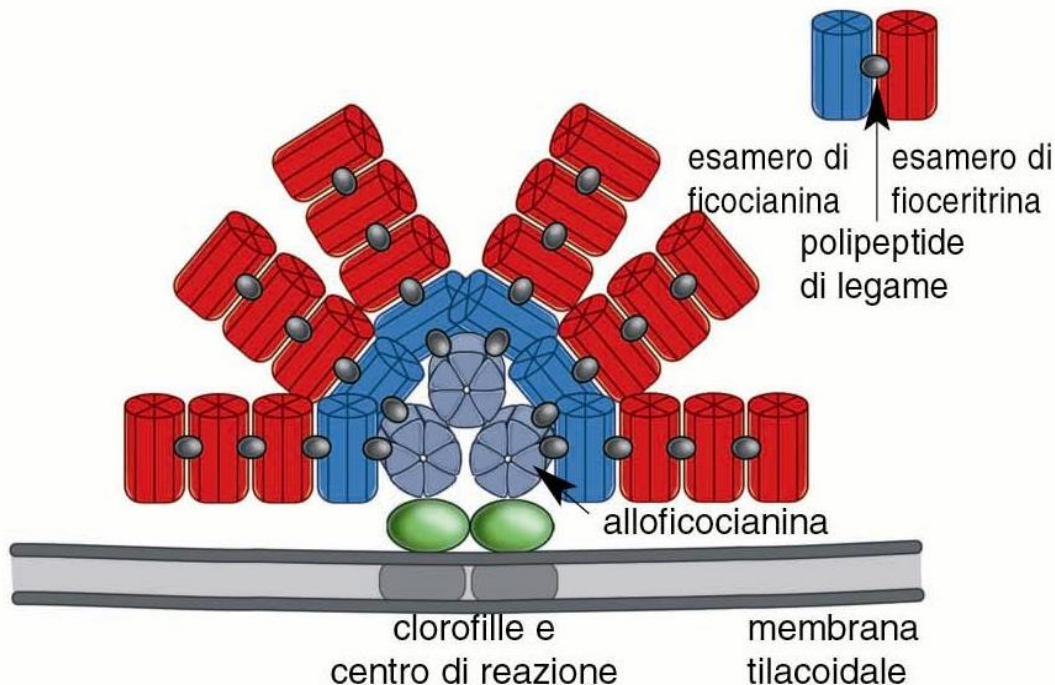
I talli possono essere filamentosi, con filamenti singoli o aggregati a formare talli pseudoparenchimatici più o meno massicci.

Il cloroplasto delle alghe rosse contiene ficobiline che mascherano il colore della clorofilla a e conferiscono i brillanti colori delle tonalità del rosso.

Questi pigmenti sono ben adattati all'assorbimento della luce blu e verde che penetra nelle profondità marine

I pigmenti fotosintetici, clorofilla a e ficobiline come ficocianina e ficoeritrina, in queste alghe sono associati a proteine a formare ficobiliproteine.

I ficobilisomi sono disposti su ambo i lati delle membrane tilacoidali. Svolgono una funzione antenna, captano la luce e la convogliano al centro di reazione inserito nella membrana tilacoidale.



Unità base del ficobilisoma formata da esameri di ficobiliproteine.

Alcune alghe rosse vivono in ambienti quasi estremi

- Acque calde (55°C) e acide (pH 2-4!!!) preclusi ad altri organismi autotrofi fotosintetici;
- La maggior parte sono autotrofe, alcune eterotrofe (parassite obbligate di altre alghe rosse).

Le alghe rosse mancano di stadi flagellati

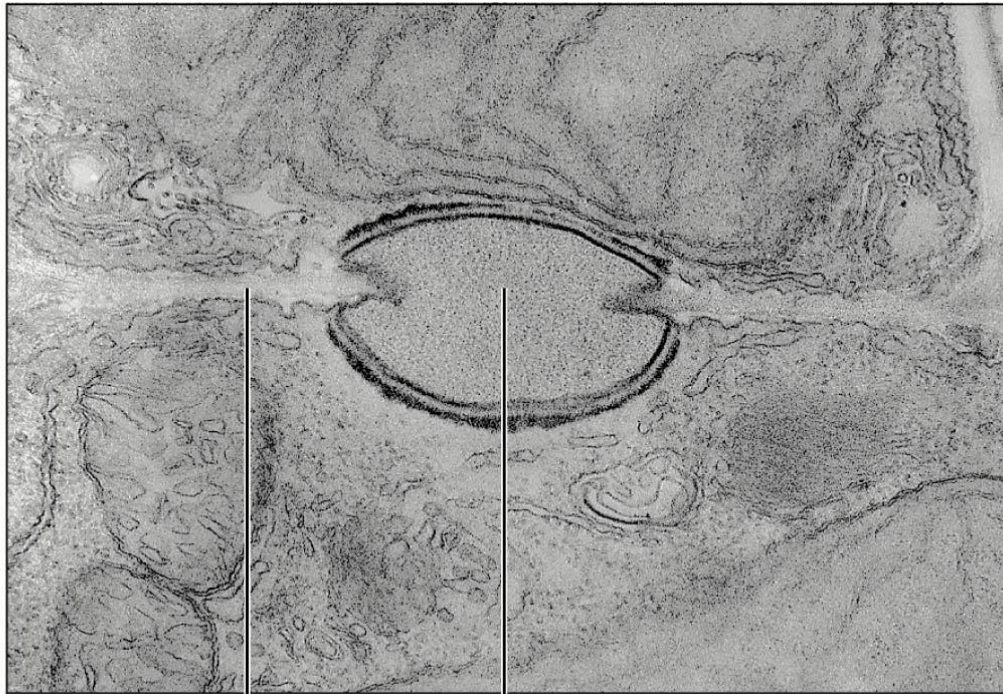
- La sostanza di riserva è l'amido delle floridee (polimero di glucosio ramificato), accumulano anche floridoside, un glucoside con funzione di osmoregolazione.

La citodieresi è interessante

- Avviene per formazione di un solco di separazione (invaginazione ad anello del plasmalemma) che si riempie di polisaccaridi di parete e non si completa al centro (il foro è detto PIT CONNECTION)
- Il foro si riempie presto con un tappo proteico (PIT-PLUG)

Le pareti trasversali delle alghe rosse presentano un foro centrale chiuso da un tappo proteico

Le cellule sono interconnesse da punti di connessione primari che si formano al momento della citodieresi, ma si possono formare anche fra filamenti adiacenti nel momento in cui vengono a contatto.



Parete di separazione Tappo di punteggiatura

La mitosi è chiusa

Le pareti cellulari della maggior parte delle alghe rosse hanno una componente rigida interna, formata da microfibrille di cellulosa e uno strato esterno mucillaginoso costituito da polimeri solforati del galattosio, l'agar e la carragenina (polimero del D-galattosio).

Il ciclo riproduttivo trimetagenetico

Alcune alghe rosse hanno un ciclo biologico complesso, che spesso coinvolge l'alternanza di tre distinte generazioni, gametofito, carposporofito e tetrasporofito.

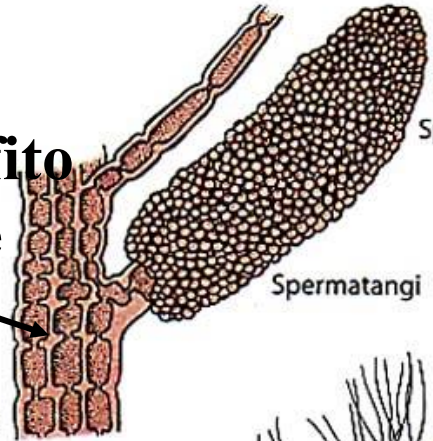
- 1) Gametofio aploide
- 2) Carposporofito diploide
- 3) Tetrasporofito diploide

GAMETI

Gametofito maschile

Spermazi (n)

Spermazio (n)



Spermatangi

Tricogino
Cellula uovo
(porzione basale
del carpogonio con nucleo)
(n)

Fecondazione

ZIGOTE

Gametofito femminile (n)

Gametofito maschile (n)

Ramo carpogoniale

Cellula ausiliaria (n)

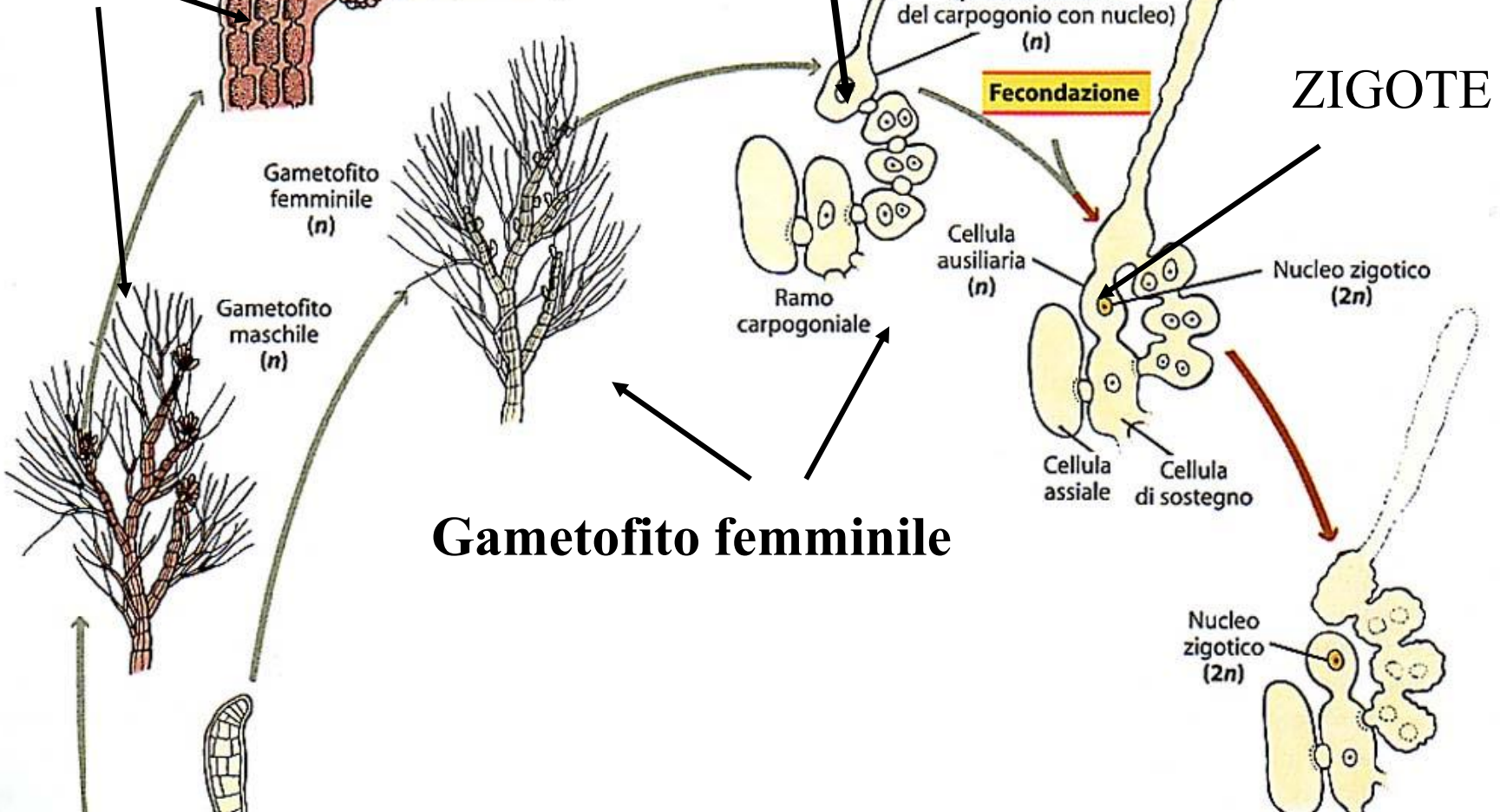
Nucleo zigotico (2n)

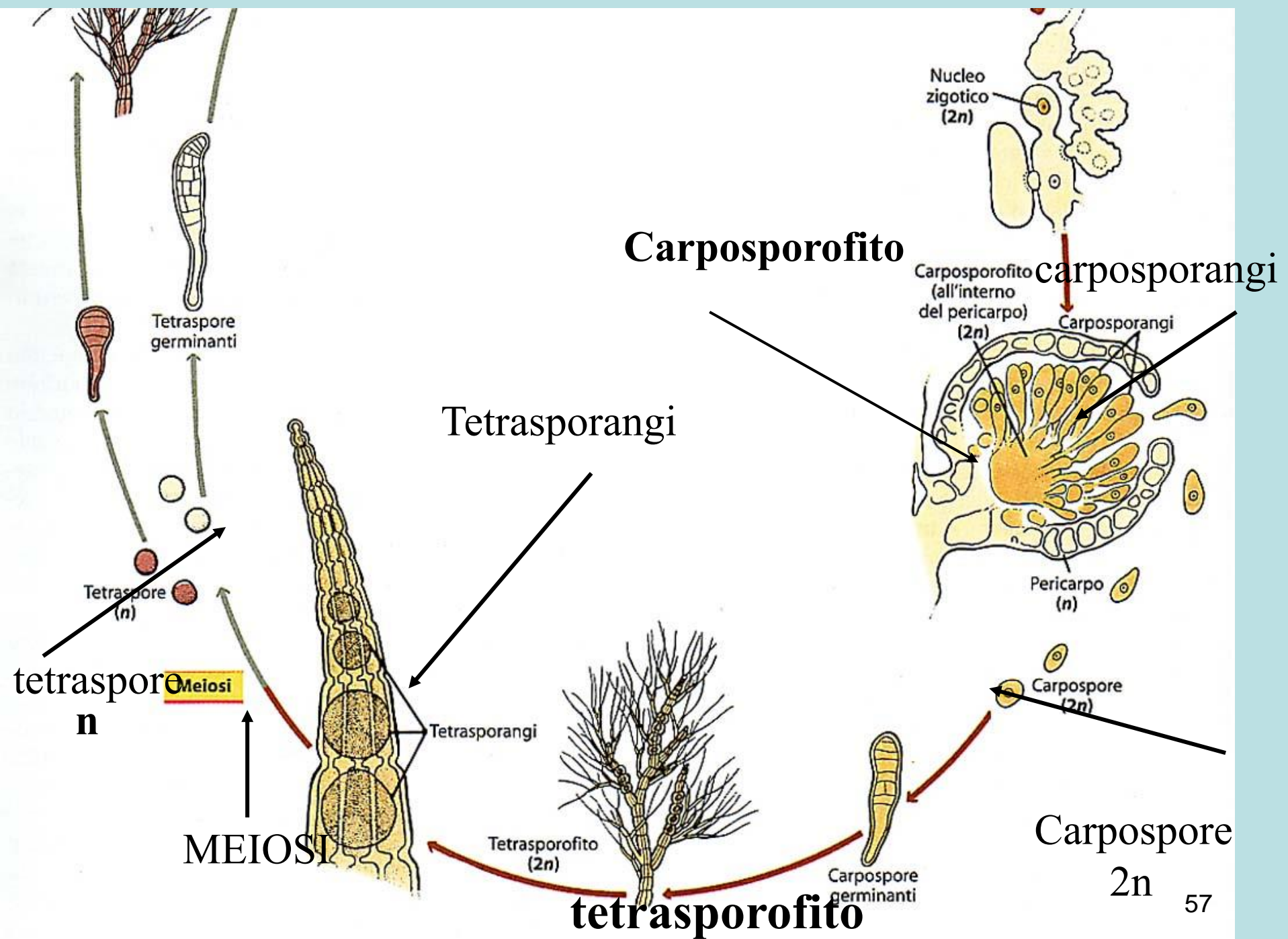
Cellula assiale

Cellula di sostegno

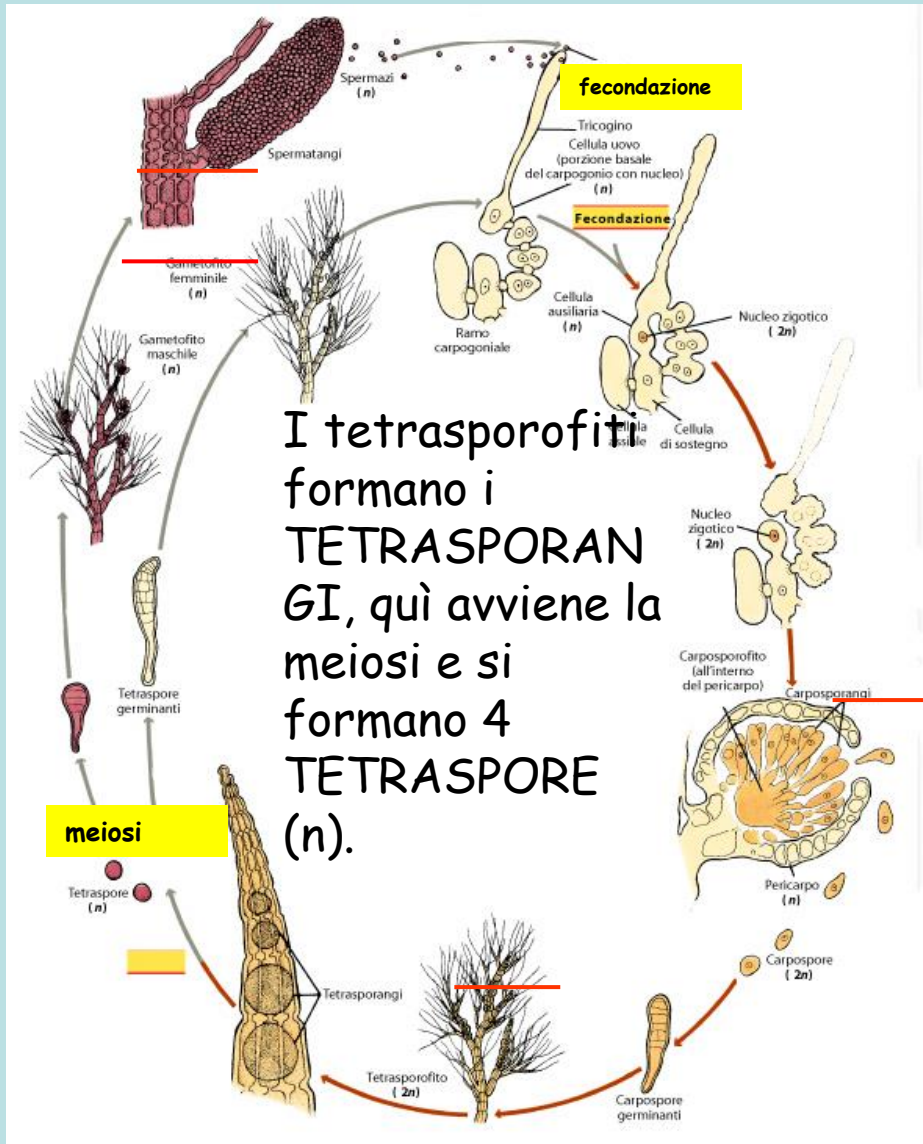
Nucleo zigotico (2n)

Gametofito femminile





CICLO di Polysiphonia



I tetrasporofiti formano i TETRASPORANGI, qui avviene la meiosi e si formano 4 TETRASPORE (n).

I gametofiti maschili producono gli **spermatangi** che liberano gli **spermazi**. I gameti femminili si formano sul gametofito femminile in strutture dette **carpogoni**. La parte basale ingrossata del carpogonio contiene il nucleo che funge da cellula uovo e la parte superiore si allunga a formare il tricogino attraverso cui uno spermazio raggiunge il nucleo femminile. Si fondono e si origina lo zigote che produce le spore diploidi, Carpospore (2n).

Queste vengono liberate, germinano e formano il TETRASPOROFITO (2n).

Esempio del tallo gametofitico con carposporofiti



Le alghe eteroconte

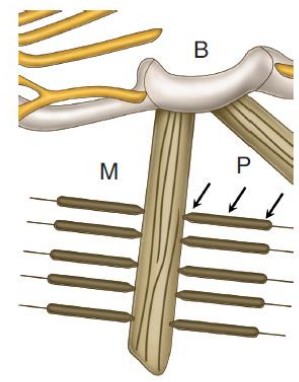
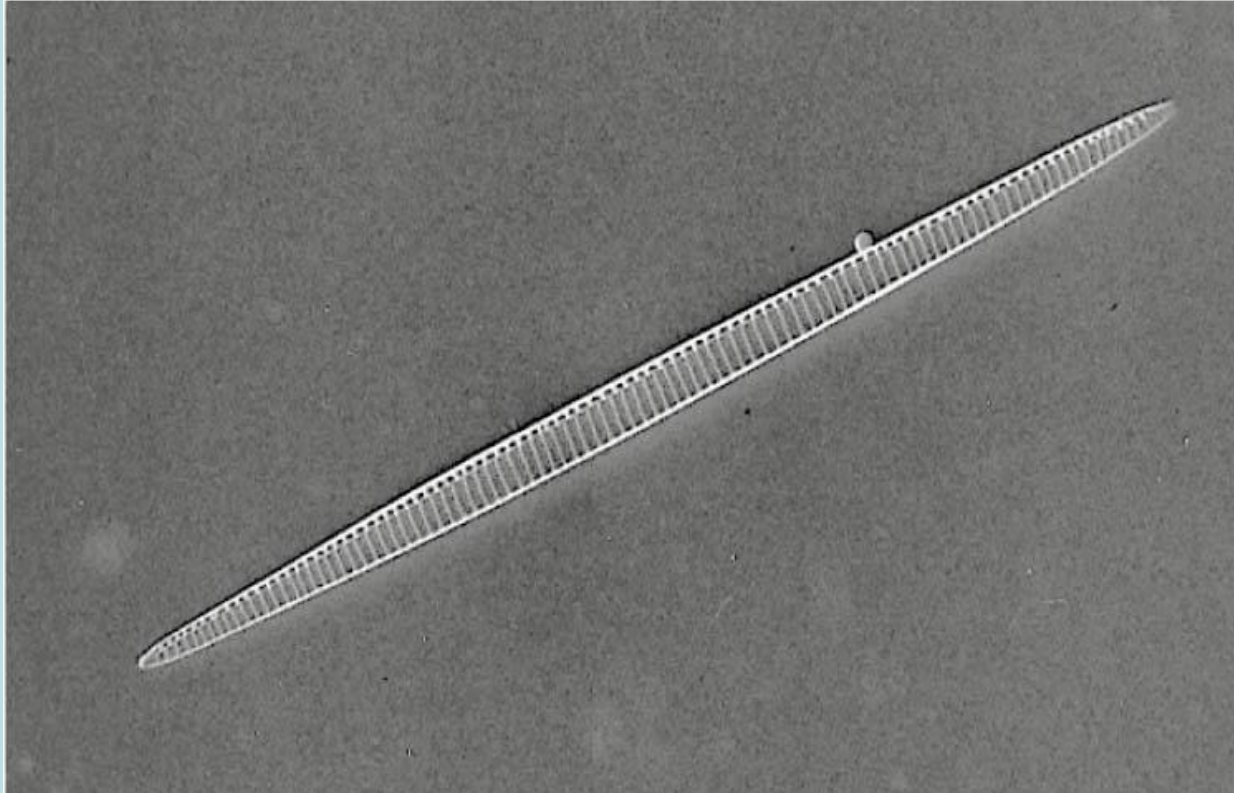


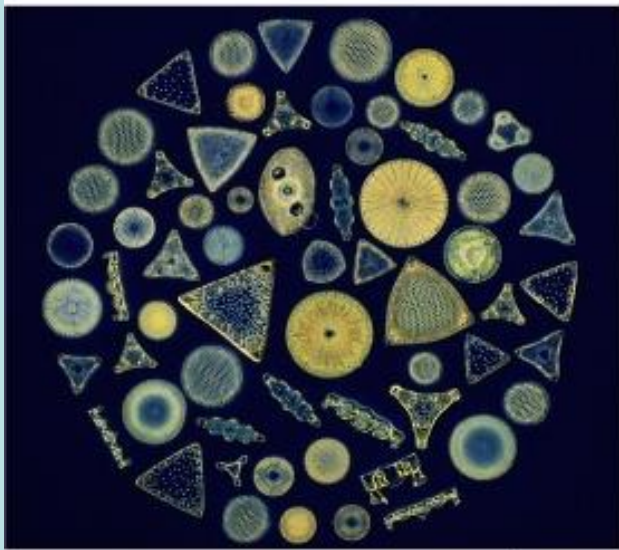
Figura 19.28 Flagello pleuronematico con mastigonemi tripartiti. (B = base; M = tubulo; P = pelo).

- Comprendono alghe unicellulari come le diatomee o pluricellulari come le alghe brune (tipiche di mari freddi)
- Hanno tutte forme flagellate con due flagelli diversi fra loro
- Il cloroplasto è avvolto da 4 membrane ed i tilacoidi sono in gruppi di 3
- Le clorofille sono: a, c1 e c2, fra le xantofille è presente la fucoxantina
- La principale sostanza di riserva è la crisolaminarina (vacuolare).

Bacillariophyta o diatomee

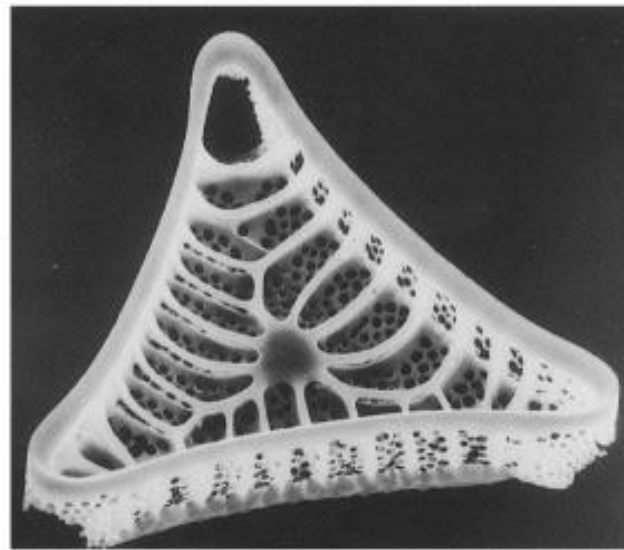


Sono importanti costituenti del fitoplancton



(a)

0,3 mm

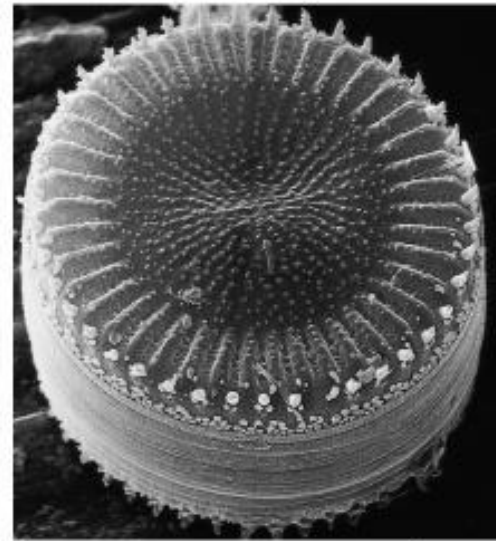


(b)

30 μ m

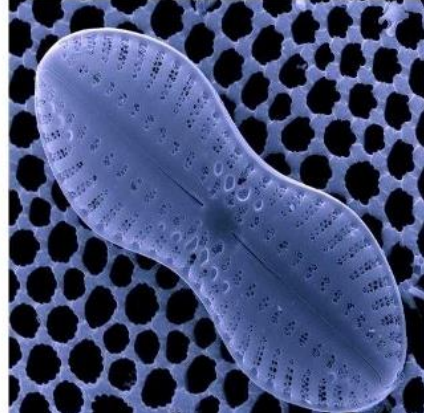
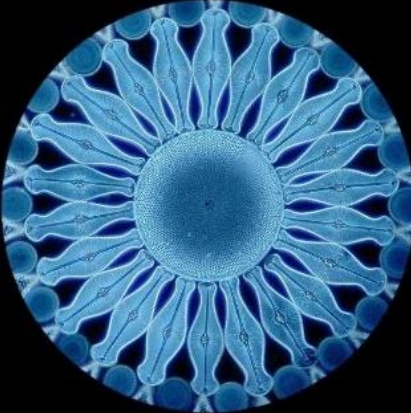
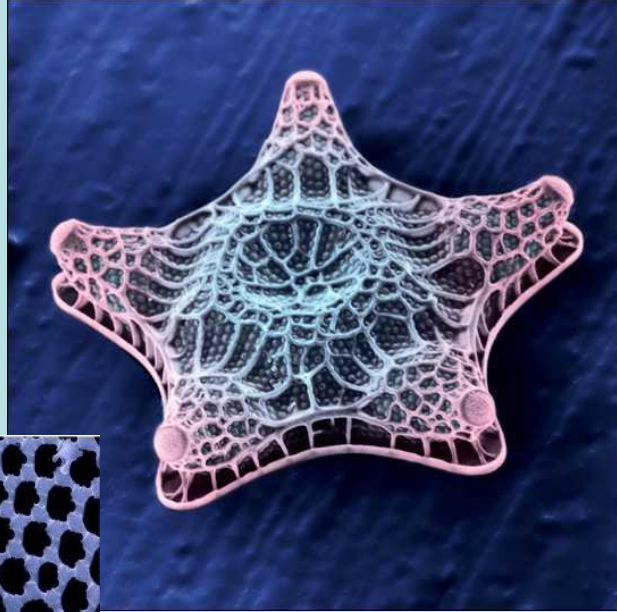
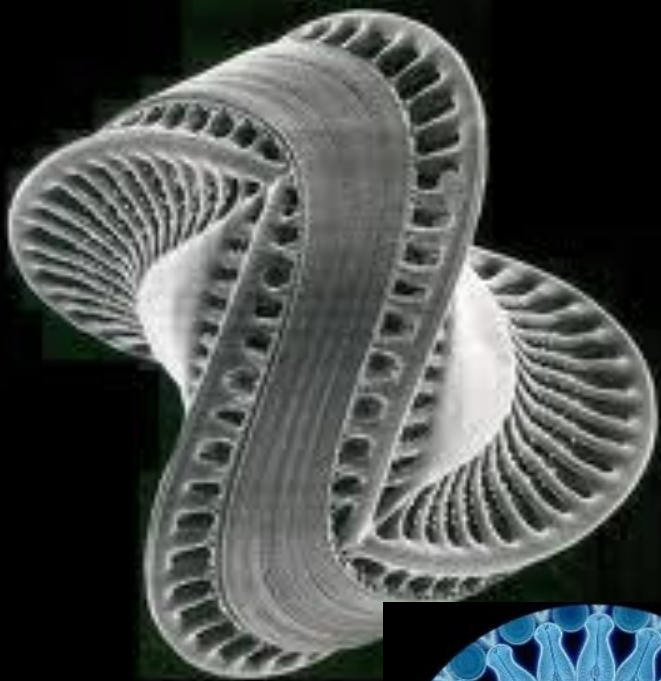
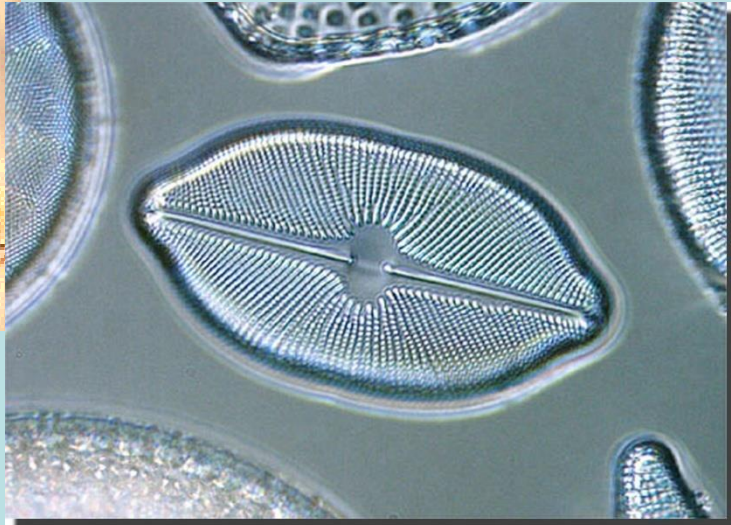
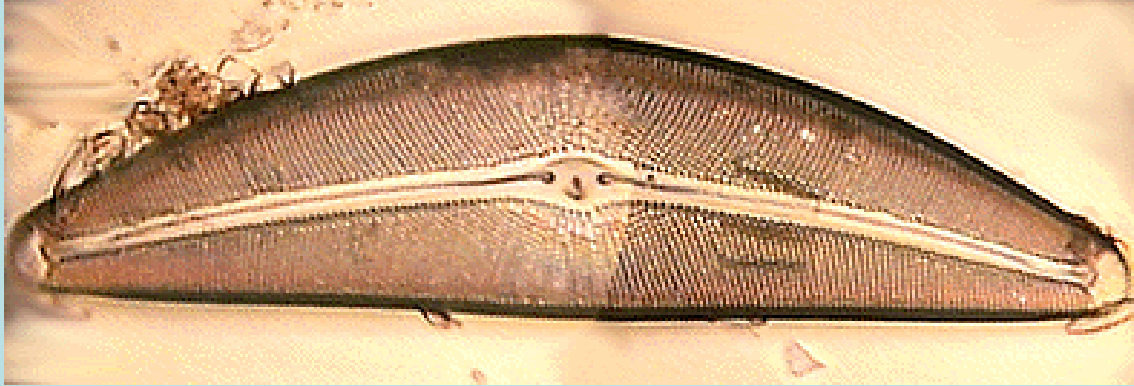


(c)



(d)

5 μ m



Alghe unicellulari, talvolta coloniali

- Presenti in acqua dolce, marina, salmastra, ma anche terricole
- Spesso endosimbionti di foraminiferi e spugne
- Parete cellulare (**frustulo**) silicizzata e divisa in due valve.
- **Ciclo sessuale diplonte**

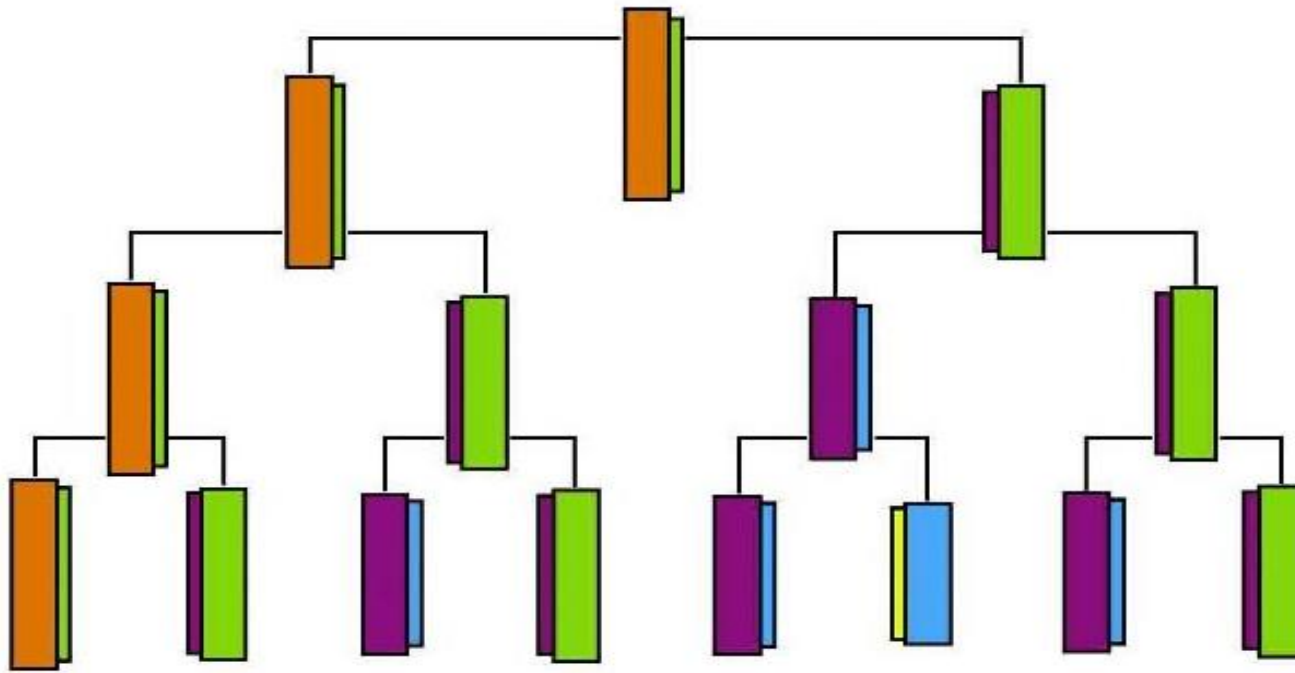
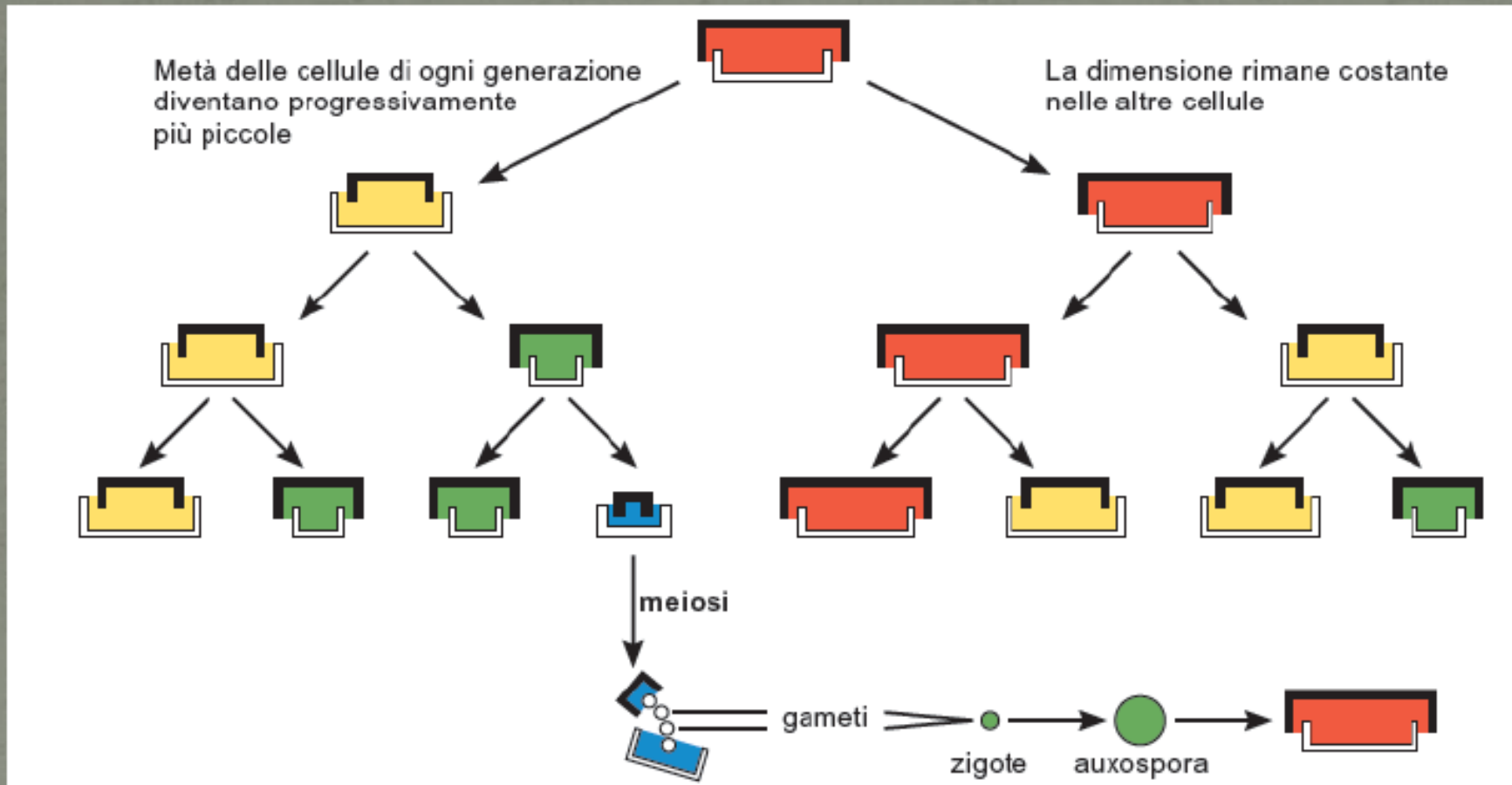


Figura 18.68

Moltiplicazione vegetativa delle diatomee (disegno di G.P. Felicini).

La riproduzione è prevalentemente vegetativa.

Durante ogni divisione ogni cellula figlia riceve metà frustolo della madre, di conseguenza le cellule figlie sono sempre più piccole delle cellule madri. Raggiunta la dimensione critica si riproducono sessualmente.



Auxospora: cellula $2n$ di grandi dimensioni



Cava di farina fossile in California. Il colore bianco è dovuto all'elevata presenza di frustuli di diatomee, accumulati a partire dal Mesozoico.

In Italia c'è un'importante cava di farina fossile in Toscana.

Utilizzo: agenti filtranti per impianti di depurazione di acque di piscine, abrasivi nella pasta dentifricio, deodoranti e decoloranti.

Phaeophyceae o Alghe brune

Durvillea antarctica



(a)

Laminaria

Visibili le ventose basali per l'ancoraggio al substrato



(b)



(c)

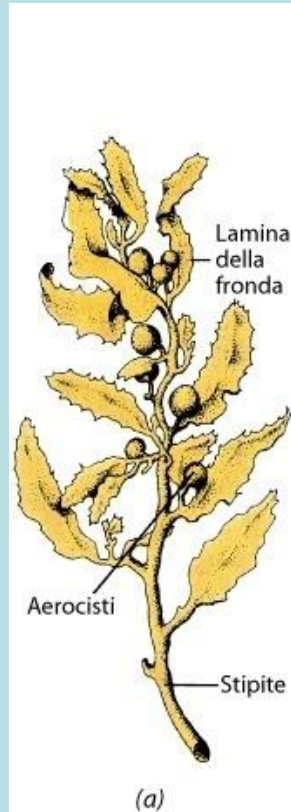
Fucus vesiculosus

Le cisti sono piene d'aria e servono per spostare le fronde verso l'alto per permettere di captare meglio la luce.

Vivono nelle acque delle regioni temperate, boreali e polari.

Le alghe brune dominano le coste rocciose delle regioni più fredde del globo. Tuttavia sono presenti anche nei mari tropicali come l'oceano Atlantico a nord dei Caraibi.

Il Mar dei Sargassi prende il nome da enormi distese di alghe brune: **i Sargassi**.



(a)



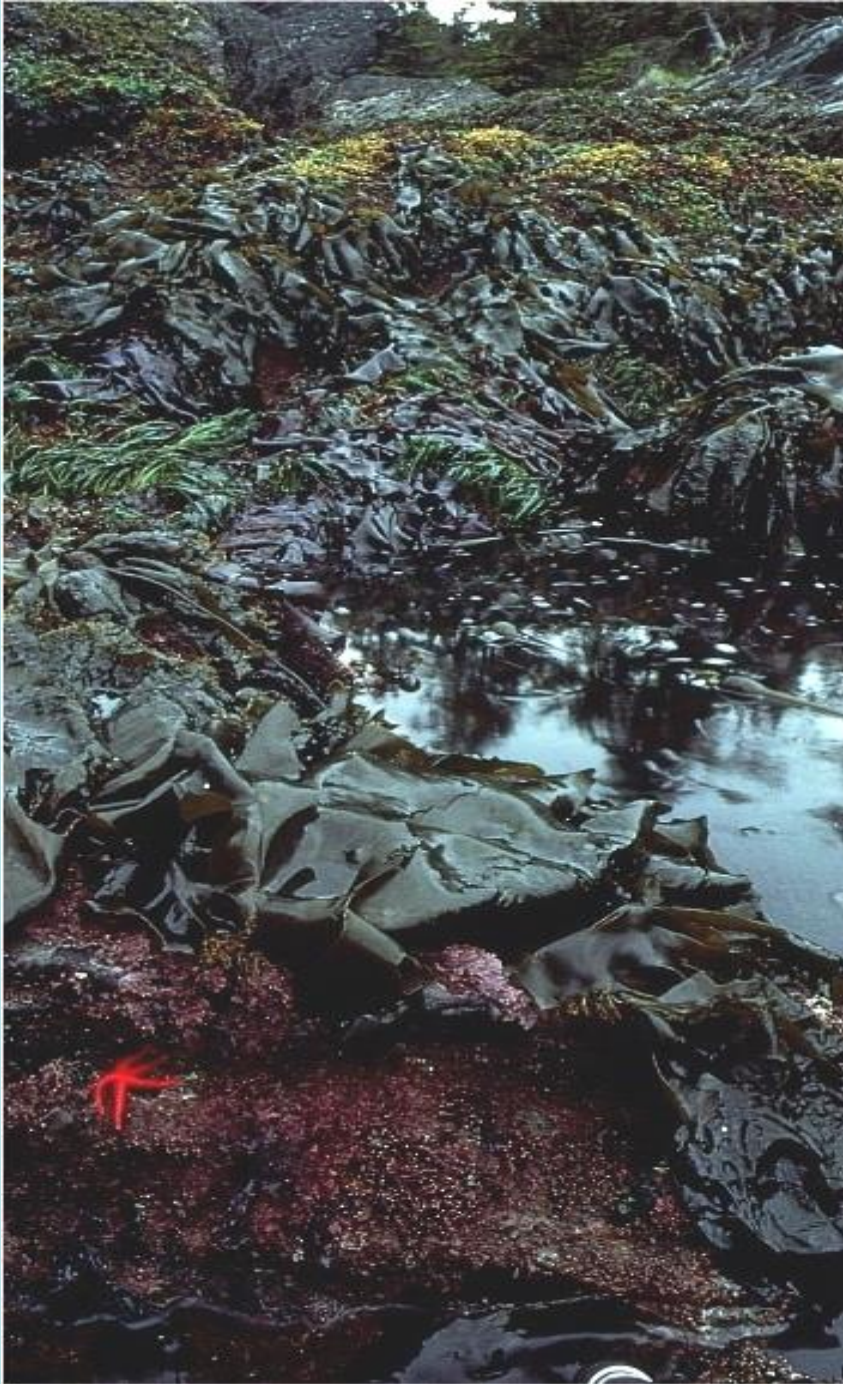
(b)

Sargassum
appartiene
all'ordine *Fucales*

Il tallo delle alghe brune

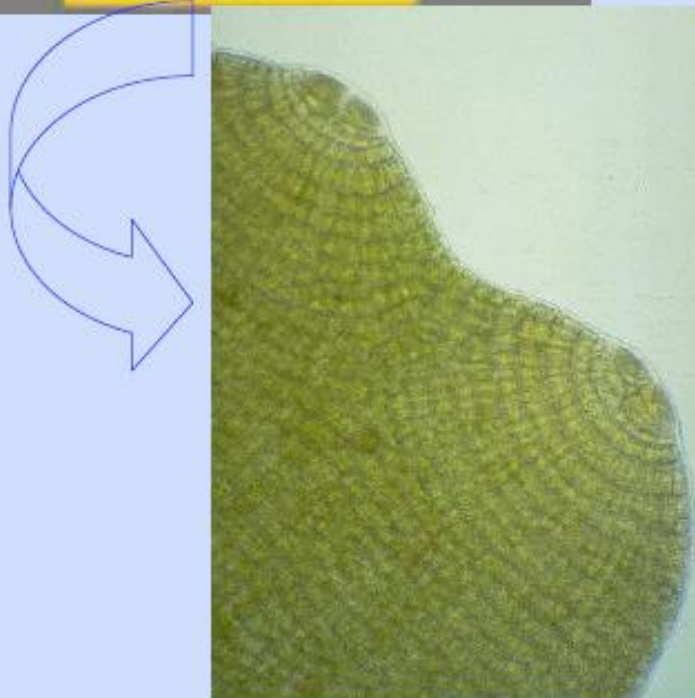
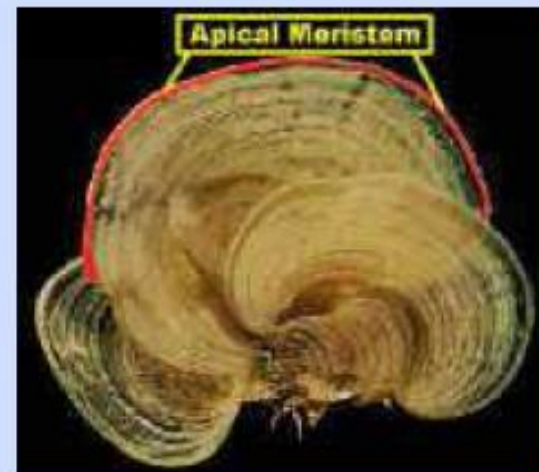
- Le alghe brune sono quasi tutte marine e pluricellulari
- Il tallo può essere costituito da filamenti semplici ramificati oppure essere più complesse, in cui i filamenti si aggregano in **pseudoparenchimi**.

Ci sono forme gigantesche che raggiungono i 60 m di lunghezza.

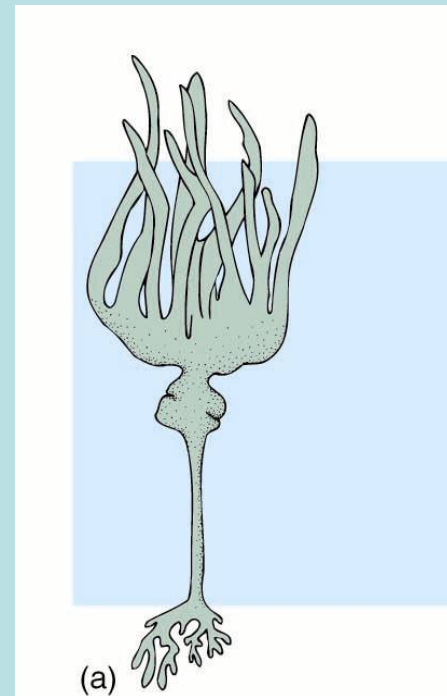


Alghe brune ancorate alle rocce, fotografate durante una bassa marea.

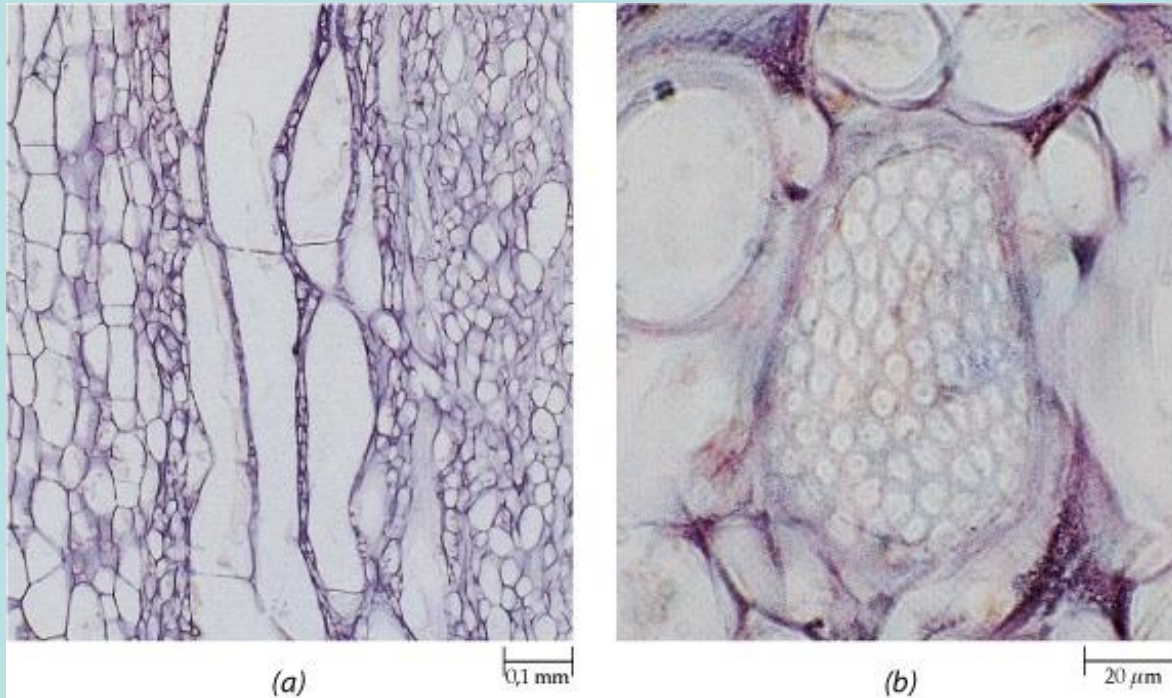
Modelli di crescita del tallo delle alghe brune



- Nelle Laminariali il tallo è diviso in **apteri** (strutture di attacco al substrato), **stipite** e **lamina**
- La crescita è assicurata da uno strato pseudomeristemato fra lamina e stipite
- Lamina e stipite sono costituiti da strati di cellule ‘pseudomidollari’ circondati da cellule di tipo ‘pseudocorticali’ delimitati da uno strato superficiale a funzione fotosintetica e da un meristema detto meristoderma.
- Nelle laminarie giganti il “midollo” è attraversato da ife a trombetta o cellule “cribrose”



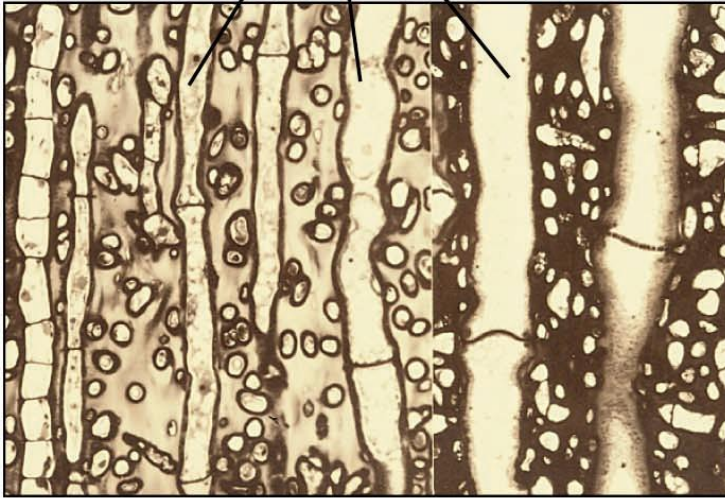
*Macrocystis
integrifolia*



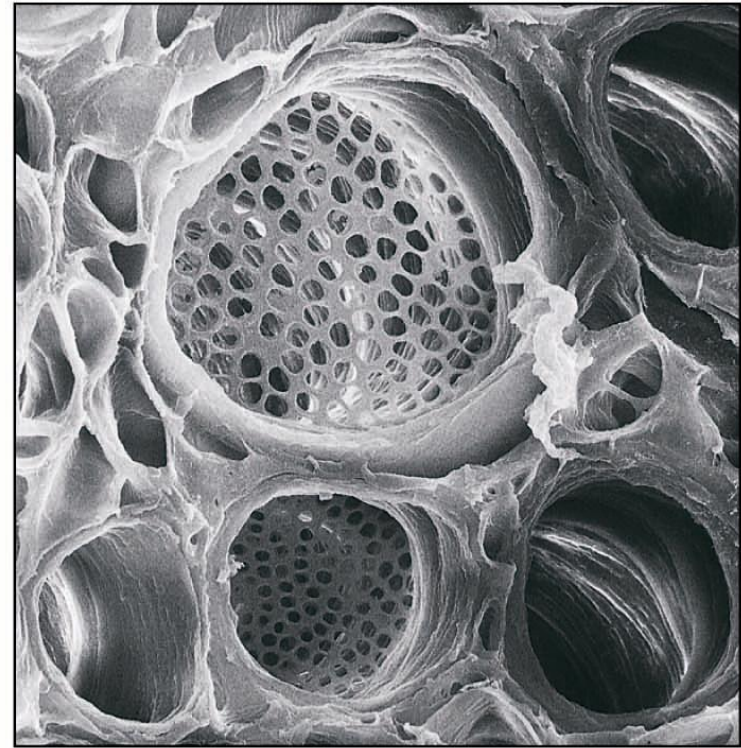
Nello stipite di alcune *Laminariales* sono presenti **le ife a trombetta** che somigliano ai tubi cribrosi perchè posseggono placche cribrose come nelle piante e con simile funzione di trasporto

•Le cellule possono essere collegate da prolungamenti citoplasmatici.

lfe a trombetta



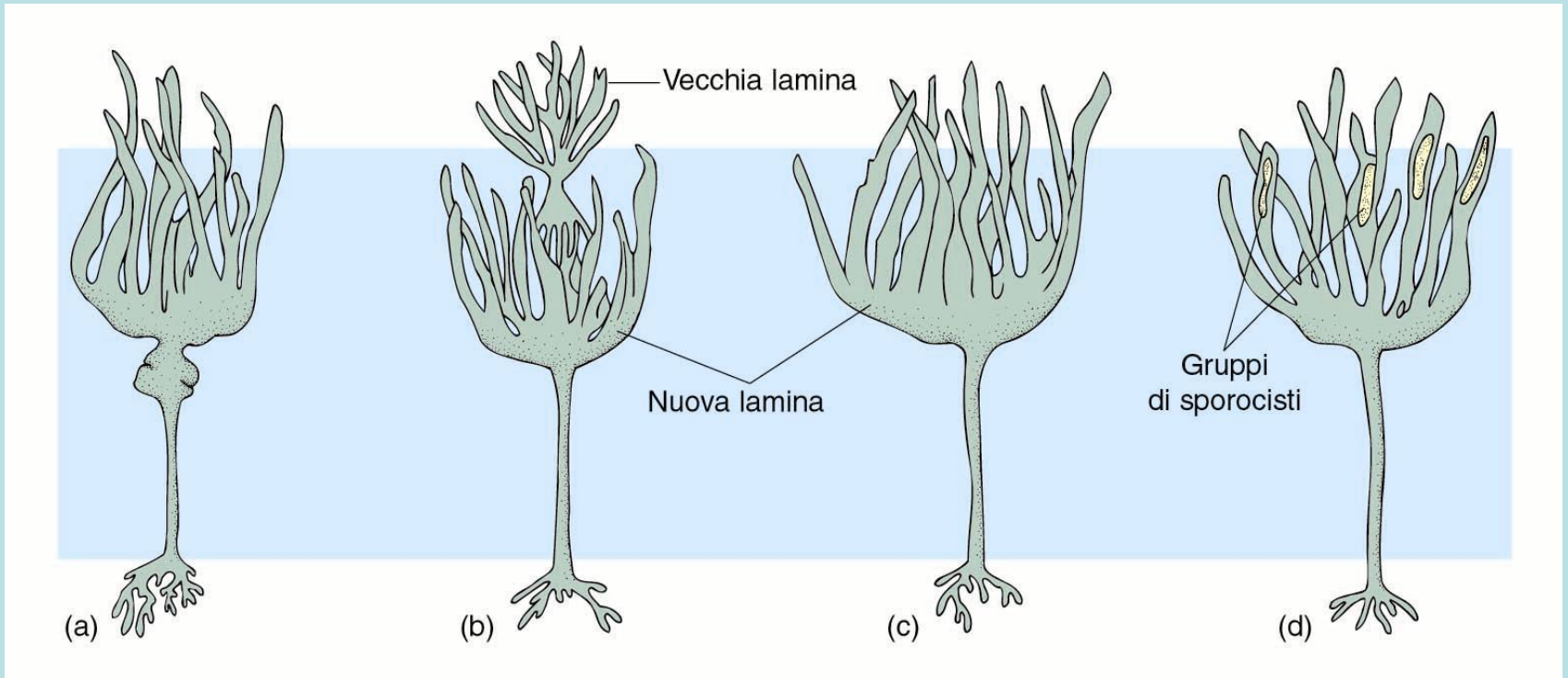
(a)



(b)

Attraverso le placche i prodotti della fotosintesi vengono trasportati da una cellula all'altra. I composti traslocati sono soprattutto mannitolo ed aminoacidi

Il mannitolo ha anche una funzione osmoregolatrice⁷⁵



Macrocyctis ha una lamina annuale, mentre lo stipite e gli apteri sono perenni. La lamina si forma ogni anno per attività di un "meristema" alla base della lamina vecchia. L'attività del meristema spinge verso l'alto la vecchia lamina⁷⁶ fino al distacco.

Le cellule contengono numerosi cloroplasti.

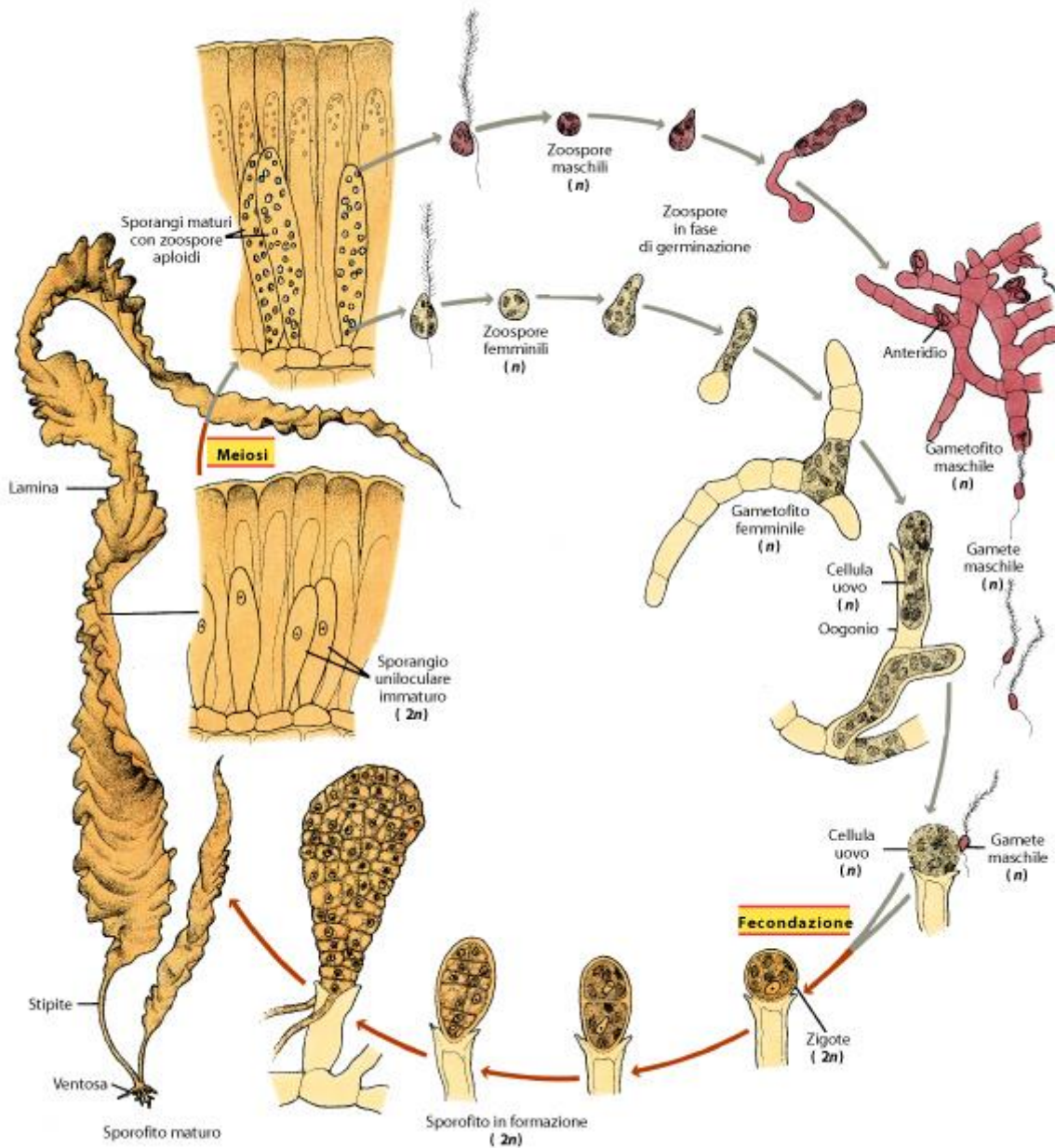
I pigmenti sono la clorofilla a, c e carotenoidi come fucoxantina che conferisce a questi organismi il colore brunastro tipico.

Il composto di riserva delle alghe brune è la **laminarina** (polimero del glucosio con legami β 1-3), un carboidrato che si accumula nei vacuoli.

La metagenesi nelle alghe brune

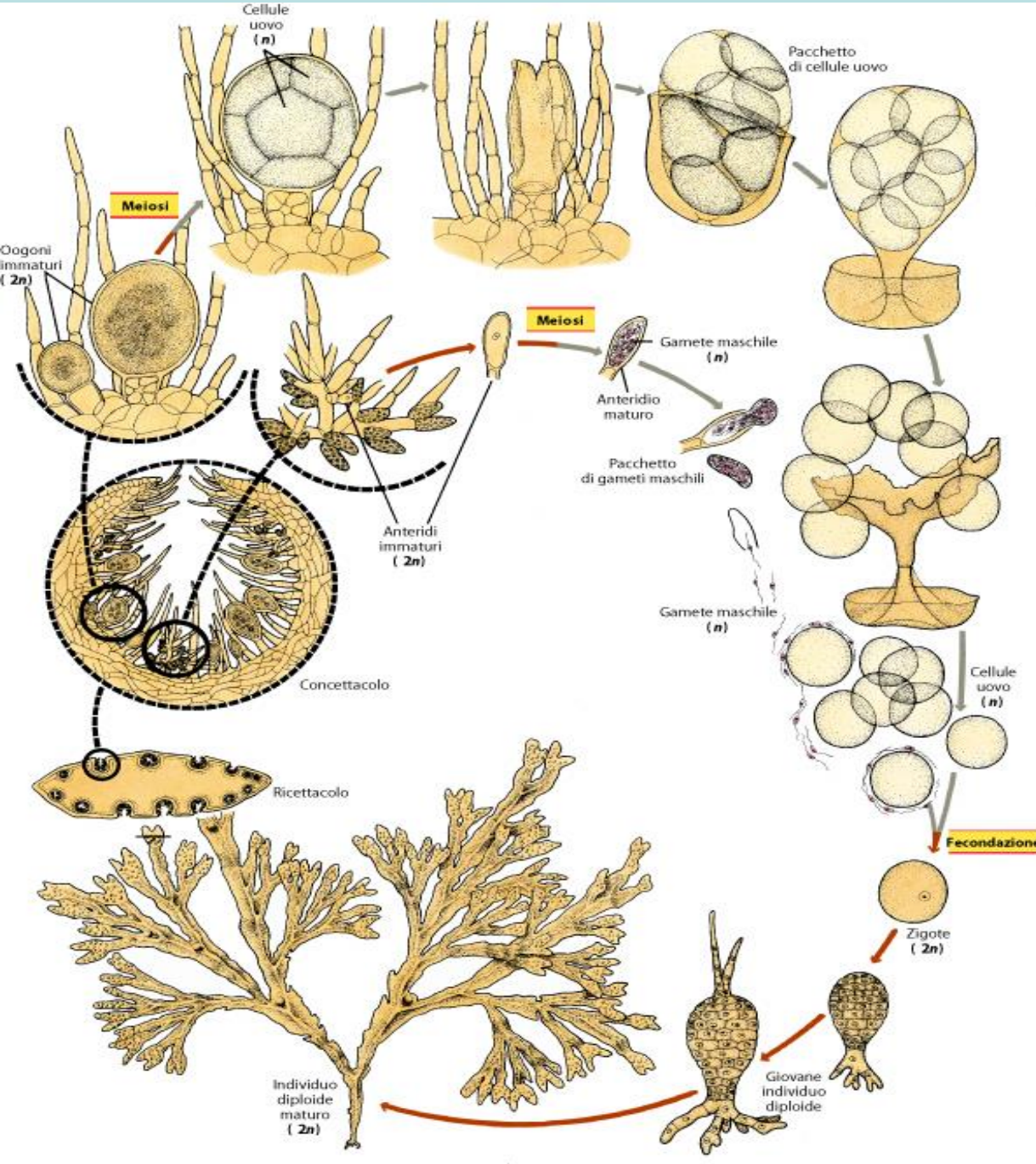
- Ciclo aplo-diploide (meiosi intermedia)
- Ciclo diploide (meiosi finale)

Ciclo di Laminaria



Il ciclo biologico è caratterizzato da **meiosi sporica** o **intermedia** quindi il ciclo metagenetico è **Aplo-diploide**.

Ciclo di Fucus



Il ciclo biologico di Fucus è caratterizzato da **meiosi terminale** è quindi il ciclo metagenetico è **Diploide o Diplonte.**

Diffusione clorofille altri pigmenti molecole di riserva

Rhodophyta Alghe rosse	4000 specie ca.	Clorofilla <i>a</i> e <i>d</i>	ficobiline caroteni xantofille	Amido delle floridee
Phaeophyta Alghe brune	2000 specie ca.	Clorofilla <i>a</i> e <i>c</i>	β -carotene fucoxanti na	Laminarina
Chlorophyta Alghe verdi	6700 specie ca.	Clorofilla <i>a</i> e <i>b</i>	caroteni xantofille	Amido
Charophyta Alghe a candelabro	300 specie ca.	Clorofilla <i>a</i> e <i>b</i>	β -carotene xantofille	Amido



Applicazioni biotecnologiche delle alghe

Produzione di alghe per utilizzo agro-industriale ed industriale ai fini alimentari e cosmetici.

In molti paesi del mondo, in particolare in Estremo Oriente le alghe rosse e brune rappresentano un'importante fonte alimentare, si consumano come le nostre verdure. Vengono anche coltivate.

Il valore nutritivo è però basso considerato che l'uomo come altri animali non degradano i componenti della parete. Tuttavia le alghe marine sono ricche di sali, vitamine e oligoelementi.

Le alghe brune vengono utilizzate per la loro ricchezza in sali di iodio e di potassio in molti processi industriali. Vengono anche trasformate in concime.

Gli alginati, ricavati da *Macrocystis*, vengono utilizzati come agenti emulsionanti e stabilizzanti degli alimenti dalle industrie alimentari o nell'industria di tessuti, cosmetici, medicinali.

Dal materiale mucillaginoso delle pareti cellulari di alcune alghe rosse si **estrae l'agar**. L'agar viene utilizzato dalle industrie farmaceutiche per la preparazione di capsule per farmaci, come materiale per impronte dentarie e come base per cosmetici.

Si utilizza nella panificazione per prevenirne il disseccamento, nella preparazione di gelatine e dessert.

L'agar è ampiamente utilizzato in laboratori di ricerca.

Il carragenano, un prodotto simile all'agar viene utilizzato per stabilizzare emulsioni di vernici, cosmetici e prodotti caseari.

Per la produzione di carragenano su ampia scala, nelle Filippine viene coltivata una particolare alga rossa, *Eucheuma*.

Altri settori di impiego:

- depurazione di reflui civili e agro-zootecnici mediante utilizzo di microalghe (*Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus obliquus*, *Chlamydomonas*) al fine di ottenere acque purificate, utilizzabili per uso domestico ed industriale (es. l'irrigazione),

- utilizzo delle microalghe nel settore di energia rinnovabile, ad esempio per la produzione di biogas (*Scenedesmus*);

- progettazione e costruzione di impianti per la produzione di alghe al fine alimentare per l'uomo e per la preparazione di mangimi per l'alimentazione animale.

Le microalghe come bio-fabbriche per composti ad elevato valore aggiunto.

Le microalghe sono organismi utilizzati per produrre una vasta gamma di molecole interessanti, dai trigliceridi utilizzabili per la produzione di biodiesel, a molecole ad azione nutraceutica, come i carotenoidi o gli acidi grassi omega-3 a catena lunga.

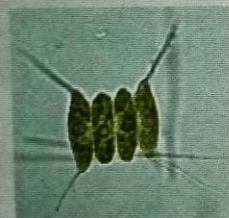
La loro elevata produttività, la crescita in terreni di coltura sterili, i costi limitati di produzione, la domanda crescente per alcune di queste molecole, rendono le microalghe molto interessanti per applicazioni nel campo della chimica, della nutraceutica, della produzione di farmaci.

Le nuove frontiere delle microalghe

*alimenti funzionali, energia pulita, acque depurate
e biofertilizzanti*

Microalgae in Human Nutrition

General composition of different human food sources and microalgae
(% of dry matter)



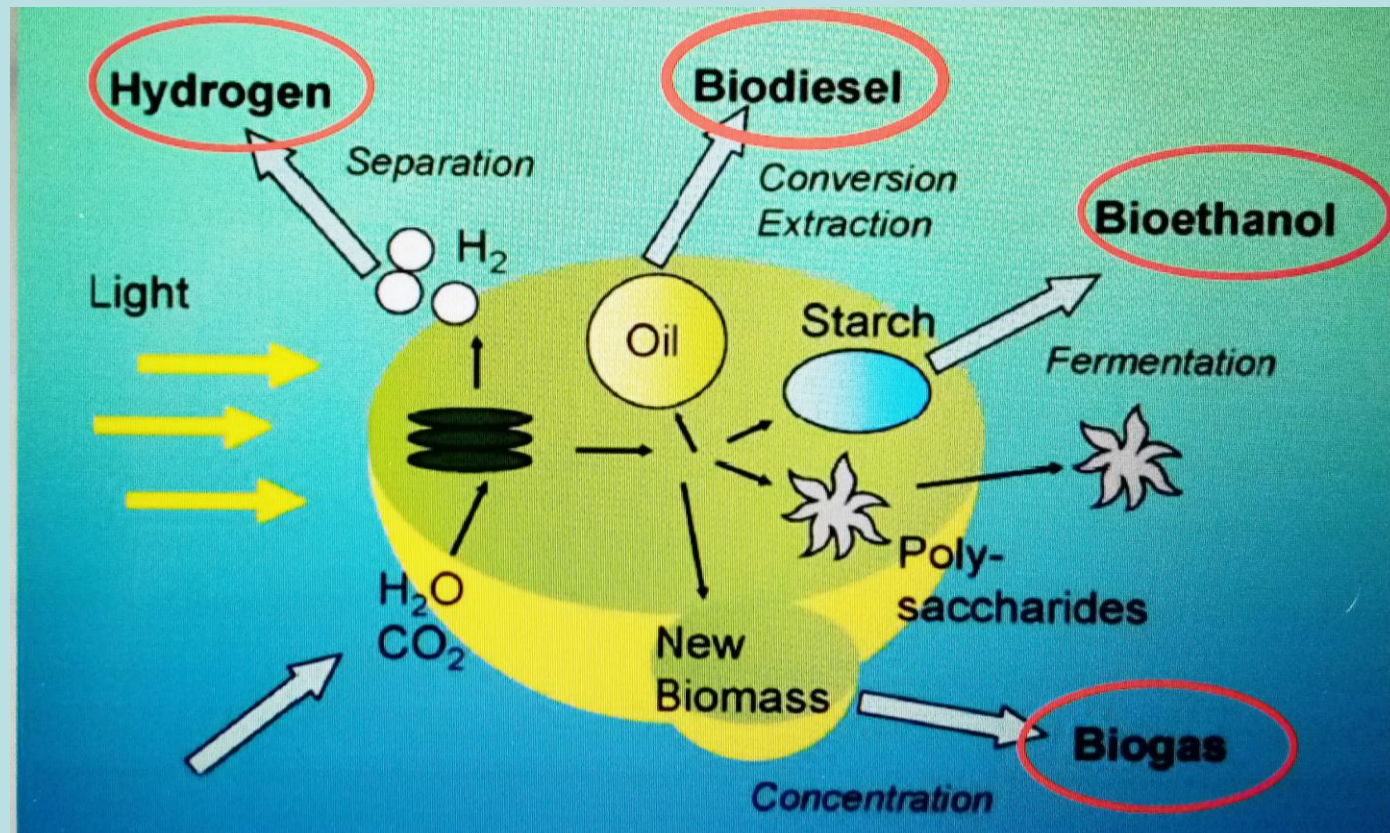
Commodity	Protein	Carbohydrate	Lipid	Ash	Dietary fibre	Caloric content (kcal g ⁻¹)
Meat	43	1	34	-	-	5.66
Milk	26	38	28	-	-	5.68
Fish	55	-	38	-	-	6.67
Egg	49	3	45	-	-	7.10
Soybean	37	30	20	-	12.2	5.23
<i>Arthrospira</i> sp.	65	13	6	8	7.1	4.81
<i>Chlorella vulgaris</i>	52	21	13.5	5	8	5.10
<i>Scenedesmus obliquus</i>	53	14	11.5	7.9	6.8	4.68
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>	66	20	7.3	6.5	5	5.28
<i>Tetraselmis</i> sp.	53	13	19	14.4	-	5.33
<i>Nannochloropsis</i> sp.	28	14	39.3	14.8	-	5.84
<i>Isochrysis</i> (T-ISO)	46	12	32.7	9.2	-	6.17

Bio-fertilizzanti

' Uno strumento indispensabile per un'agricoltura sostenibile'

Biocombustibili da microalghe

....energia pulita e sostenibile

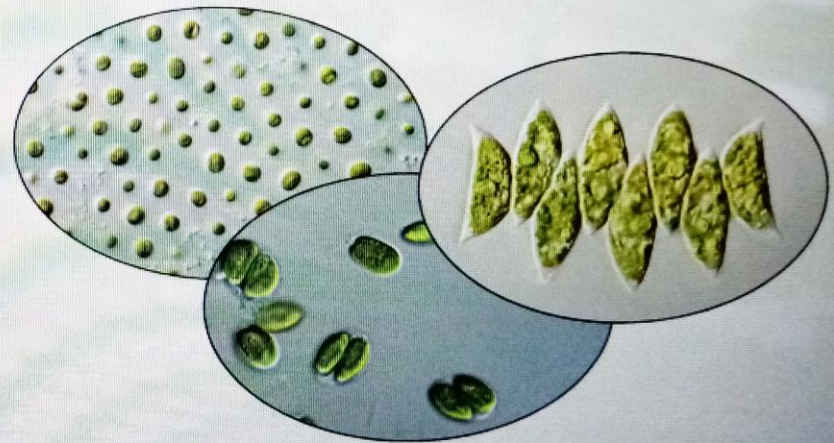


Tipiche materie prime vegetali



La ricerca è impegnata a sviluppare sistemi che permettano l'uso delle **microalghe** per la produzione di biodiesel

- Colza
- Mais
- Girasole
- Soia
- Olio di Palma
- **MICROALGHE.....**



Fotobioreattore



