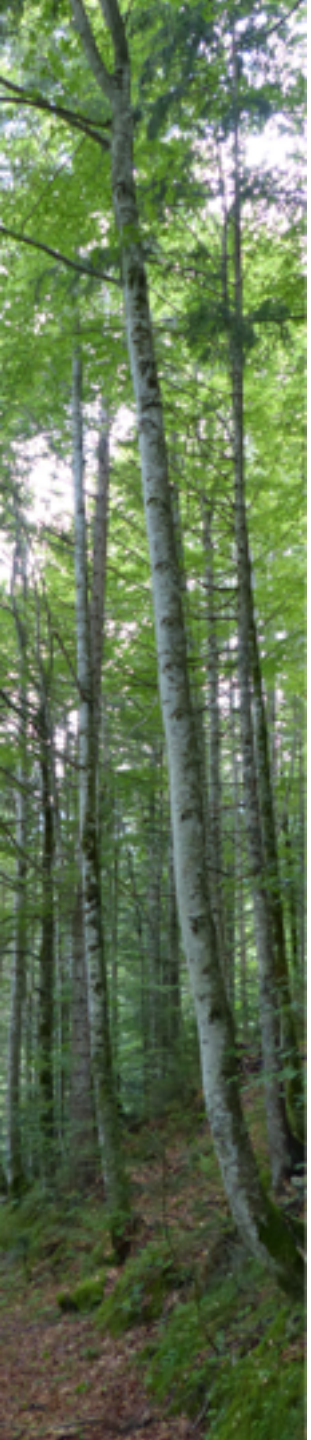
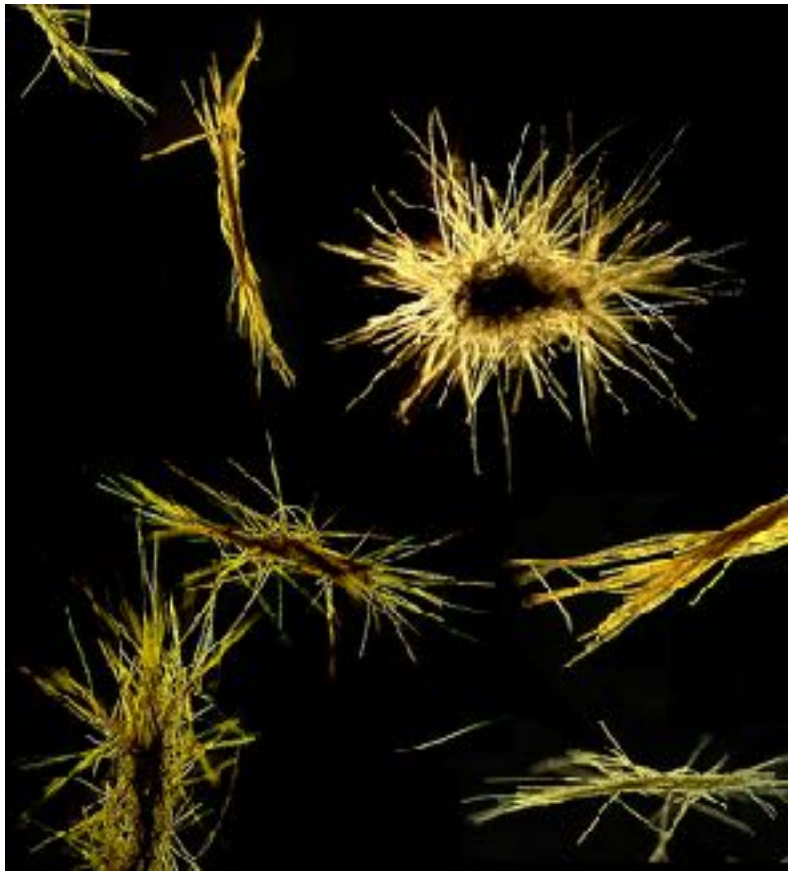
BIOLOGIA VEGETALE

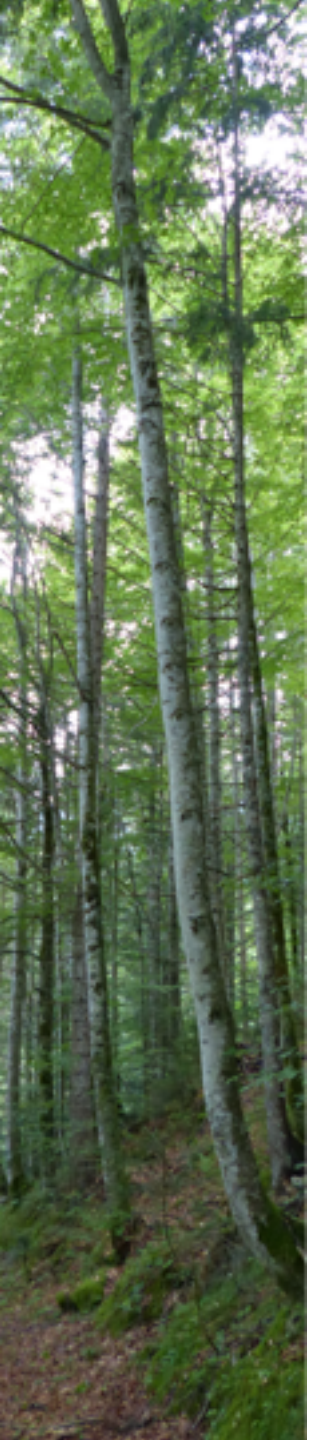




Per alcuni ecosistemi l'approvvigionamento di azoto da parte dei cianobatteri è fondamentale.

Si è dimostrato ad es. che il cianobatterio planctonico *Trichodesmium marinum* è la più importante fonte di azoto per la zona eufotica (=illuminata) dell'Atlantico tropicale.





Importanza evolutiva ed ecologica dei cianobatteri

➢Precambriano (4,6 bya till 541 mya)

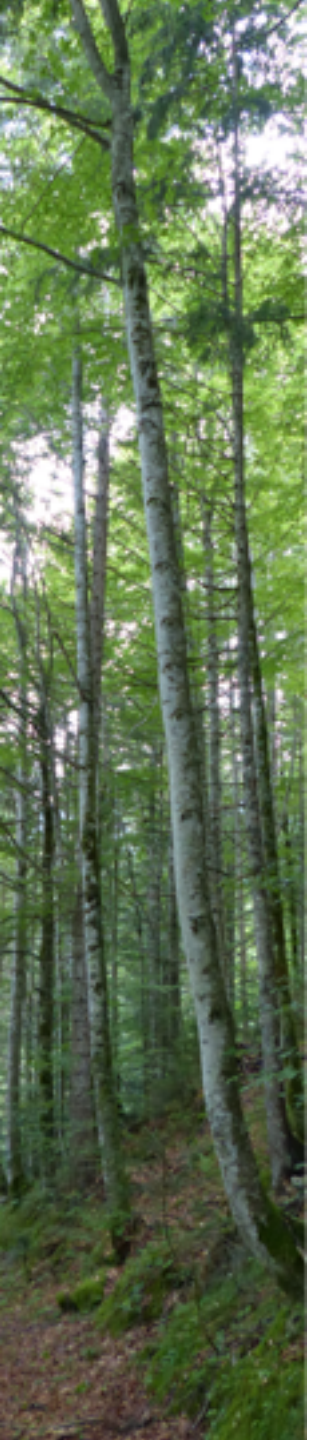
➢**Stromatoliti**: rocce calcaree sedimentarie, stratificate, formate da batteri e cianobatteri

➢**Teoria endosymbiontica** [Lynn Margulis (1967) *On the Origin of Mitosing Cells* →Gray (2017) *Lynn Margulis and the endosymbiont hypothesis: 50 years later.*

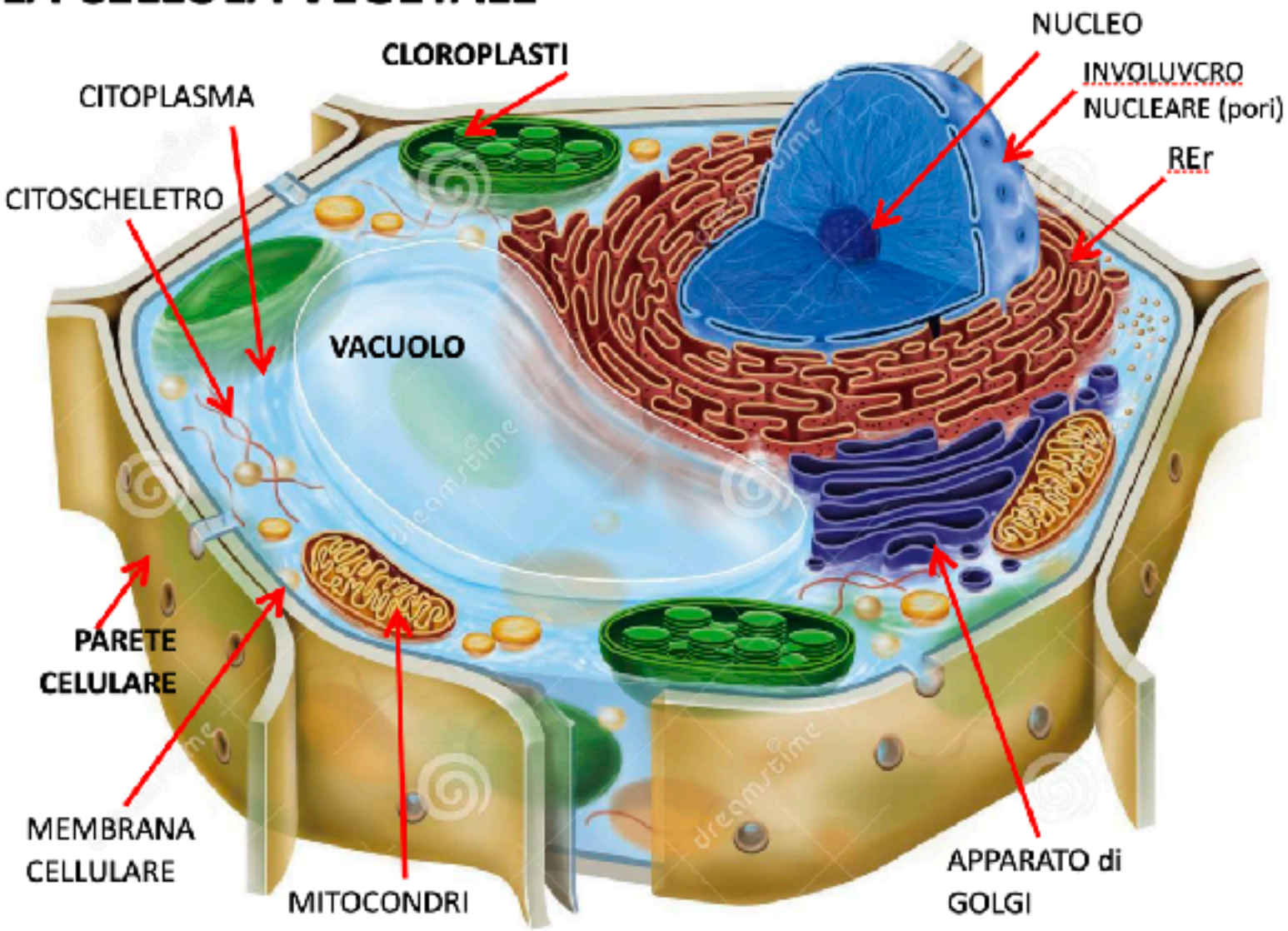
➢Cianobatteri come **epibionti** (sul tallo di macroalghe)

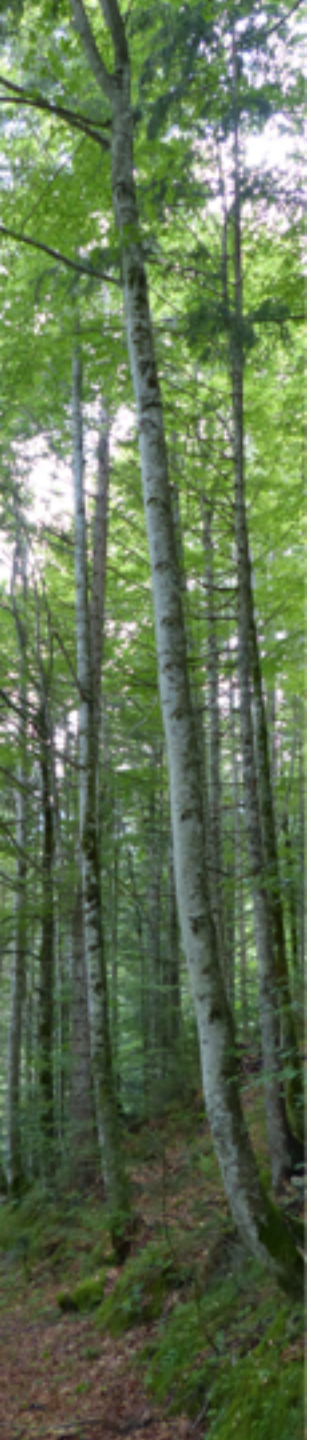
➢Cianobatteri come **simbionti** (ectobionti) in licheni, briofite, felci, angiosperme, diatomee, spugne, coralli, amebe

➢Sintesi di **micosporine** (MAA, *microbial sunscreens*) → assorbimento di radiazioni UV alte → schermo/protezione; protezione da stress ossidativo e desiccamento



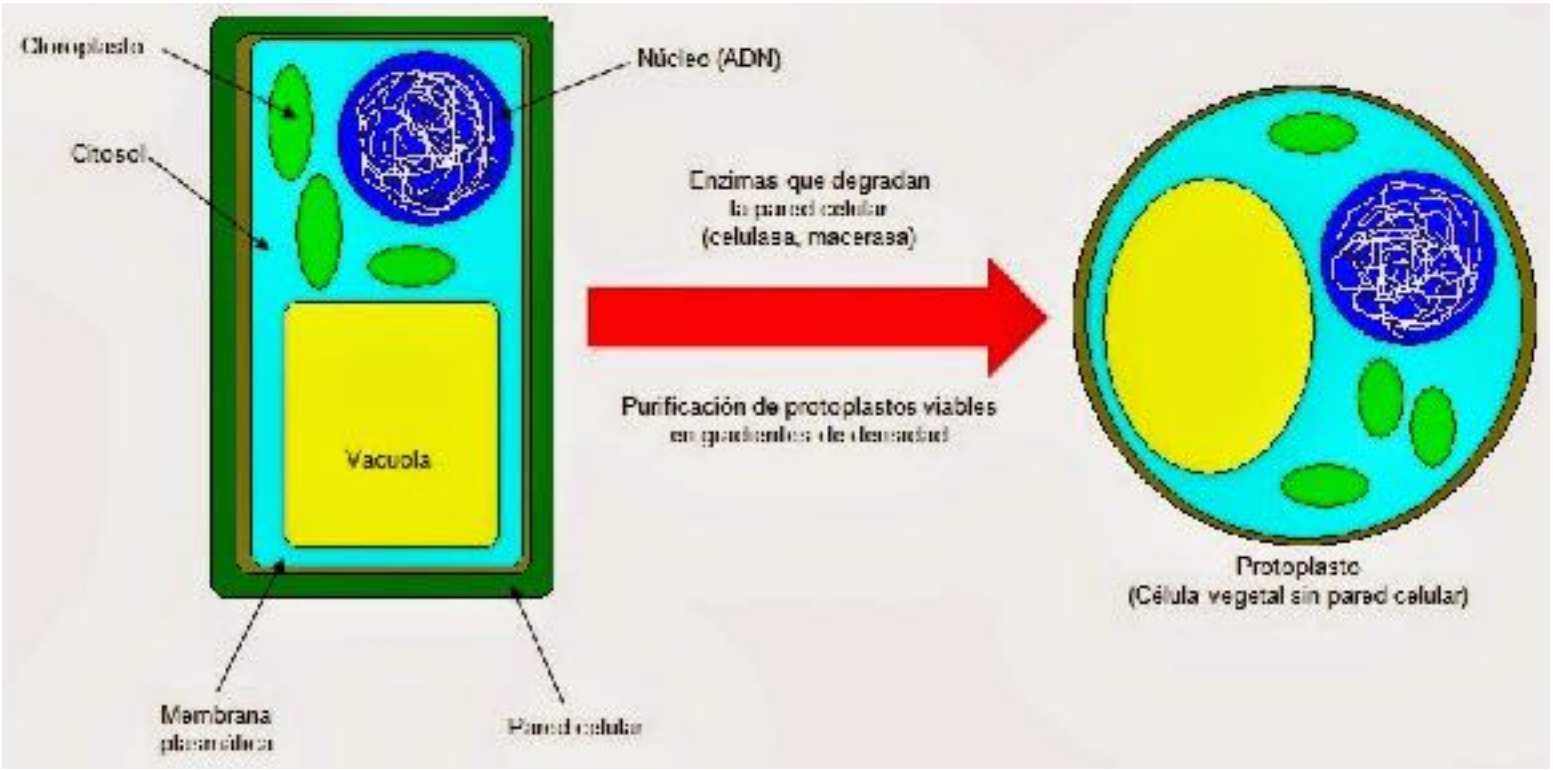
LA CELLULA VEGETALE

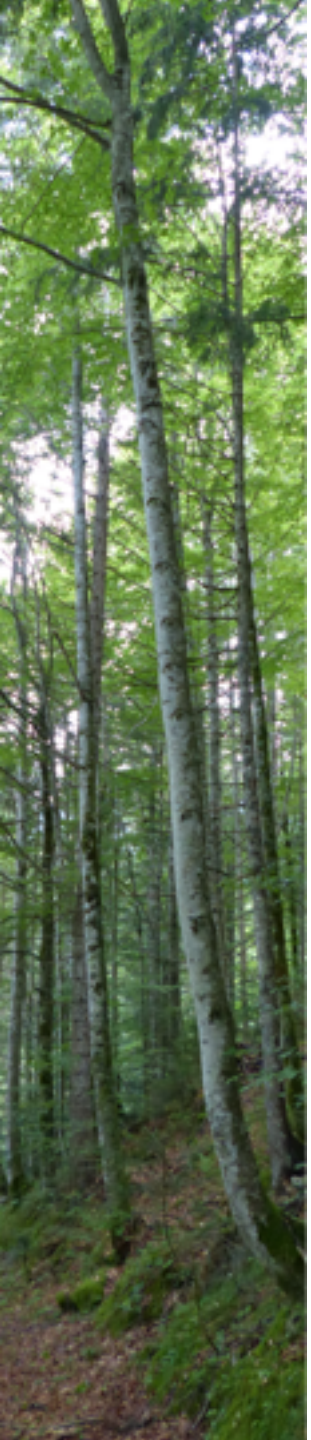




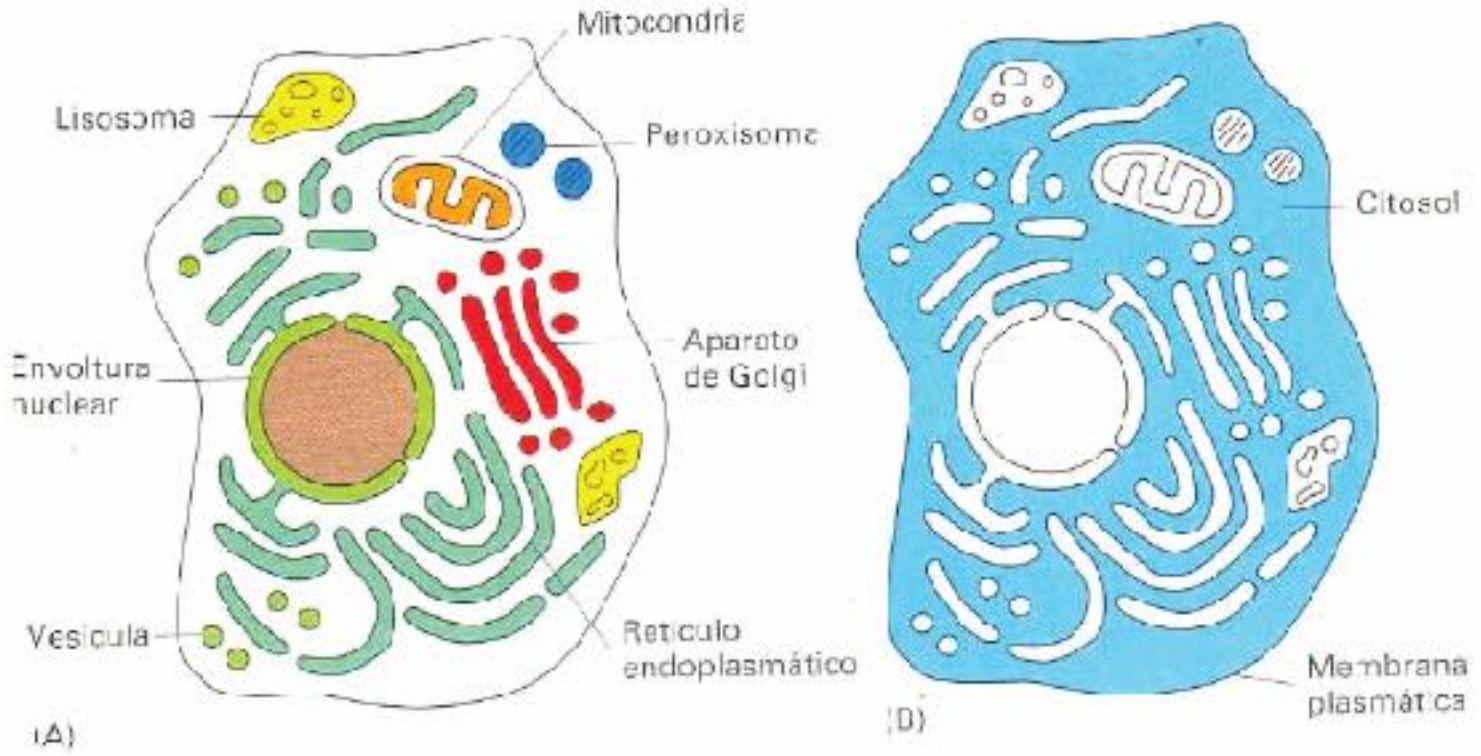
PROTOPLASTO: cellula vegetale priva di parete delimitata solo dalla membrana cellulare.

Parete cellulare: impone la forma e conferisce resistenza. Mantiene plasticità solo durante la crescita cellulare.

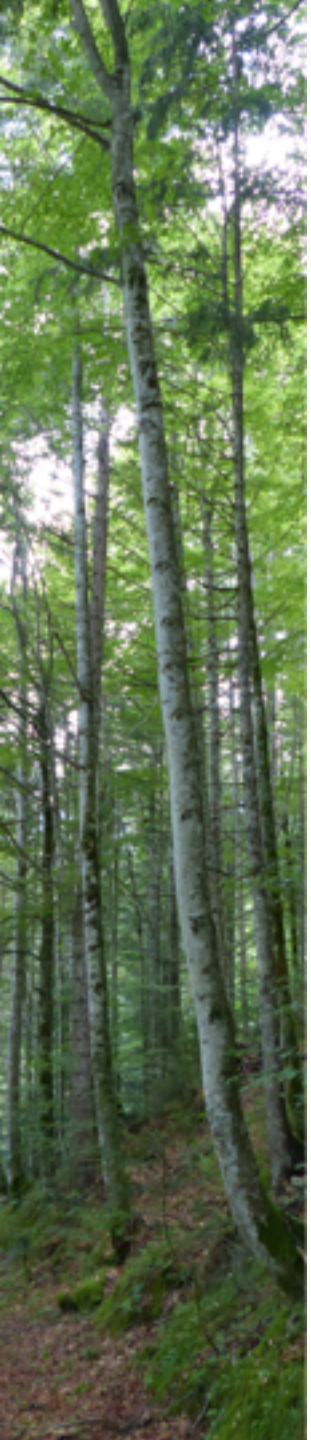




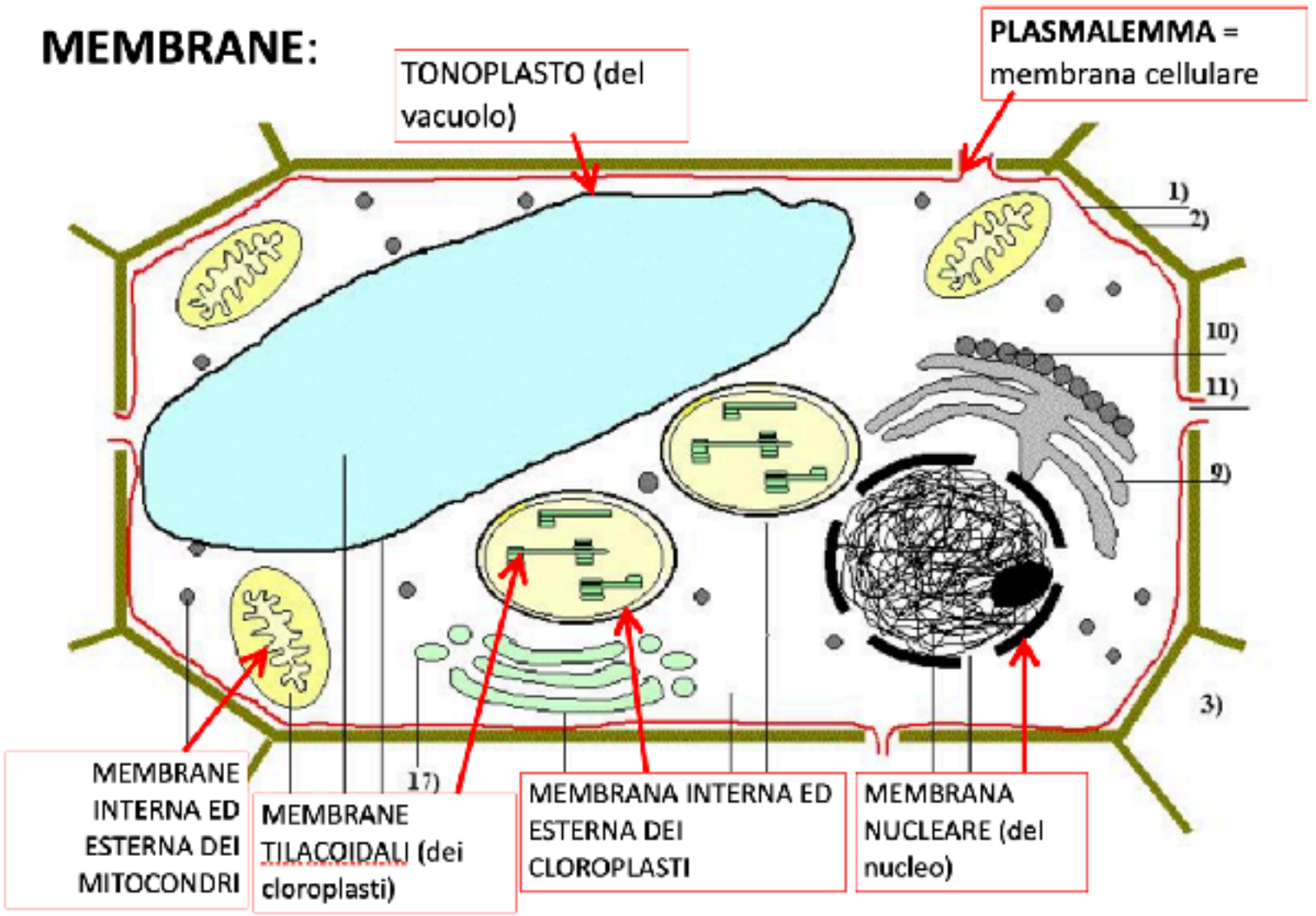
CITOSOL: porzione del protoplasto escludendo compartimenti ed organelli circondati da membrana, soluzione colloidale di proteine strutturali ed enzimatiche, zuccheri, nucleotidi, ormoni.

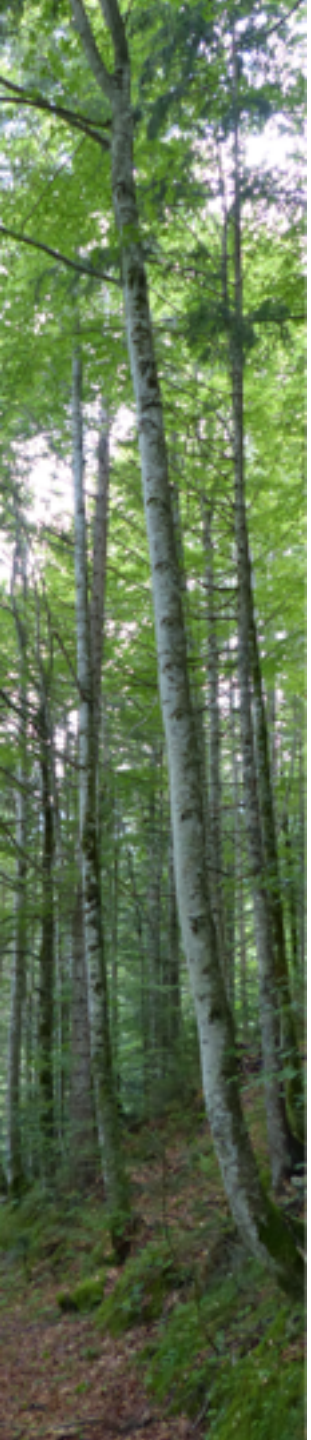


CITOPLASMA = organelli cellulari delimitati da membrana + citosol

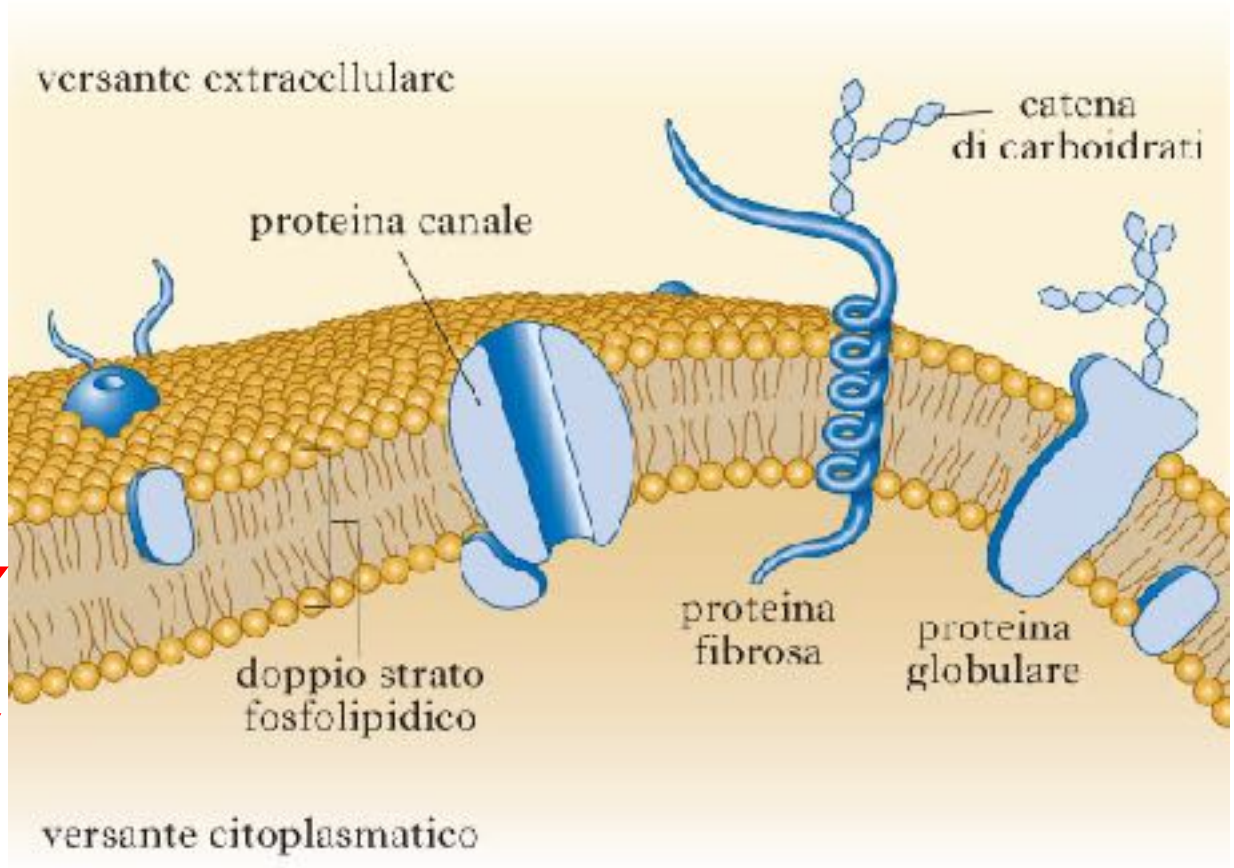


MEMBRANE:

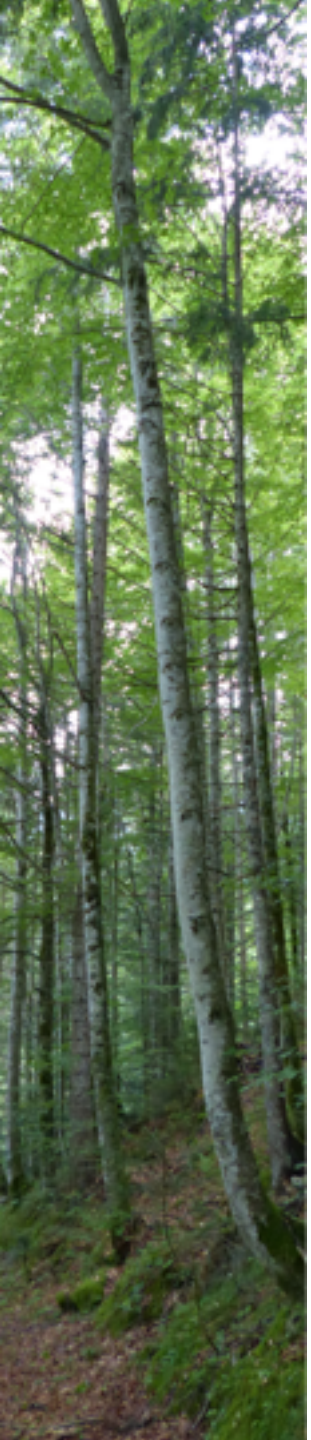

TONOPLASTO (del vacuolo)
PLASMALEMMA = membrana cellulare
1)
2)
10)
11)
9)
3)
17)
MEMBRANE INTERNA ED ESTERNA DEI MITOCONDRI
MEMBRANE TILACOIDALI (dei cloroplasti)
MEMBRANA INTERNA ED ESTERNA DEI CLOROPLASTI
MEMBRANA NUCLEARE (del nucleo)



MEMBRANA: NON è una struttura statica (manca di legami covalenti!) ma **DINAMICA** →libertà di movimento dei suoi componenti (flip-flop →**modello a mosaico fluido**, diffusione laterale), creata per fissione e crescita di quelle esistenti; a doppio strato; selettivamente permeabile.

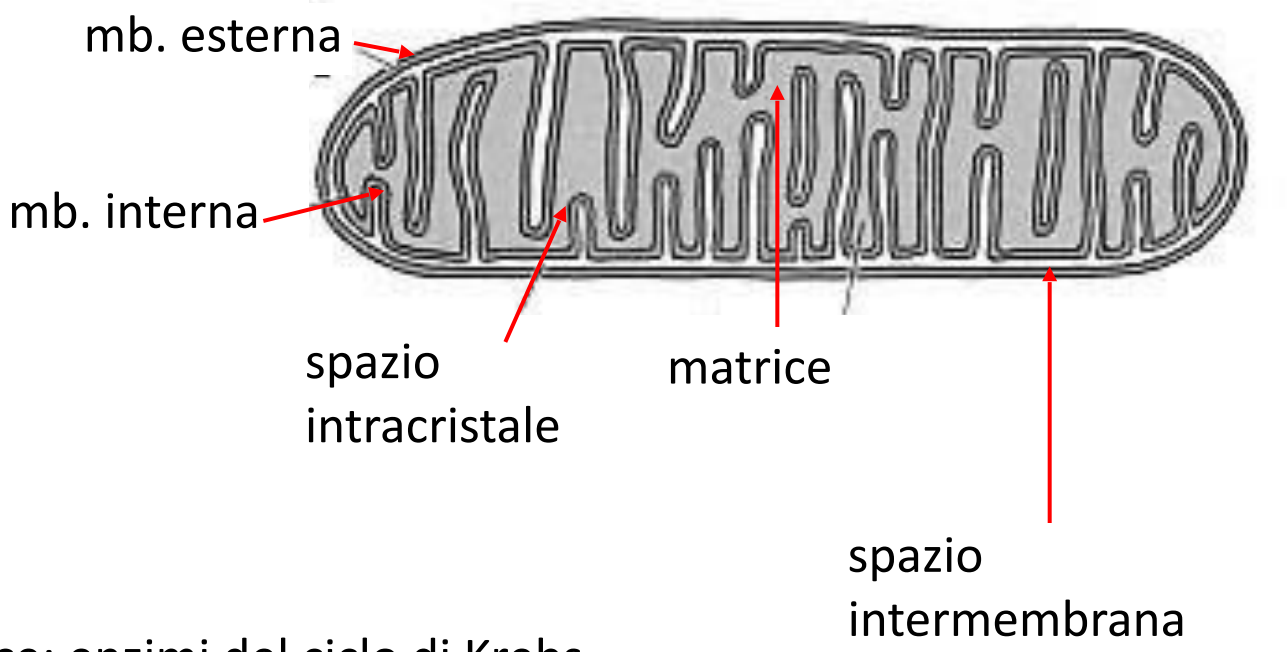


Rapporto lipidi : proteine : carboidrati = 40:40:20

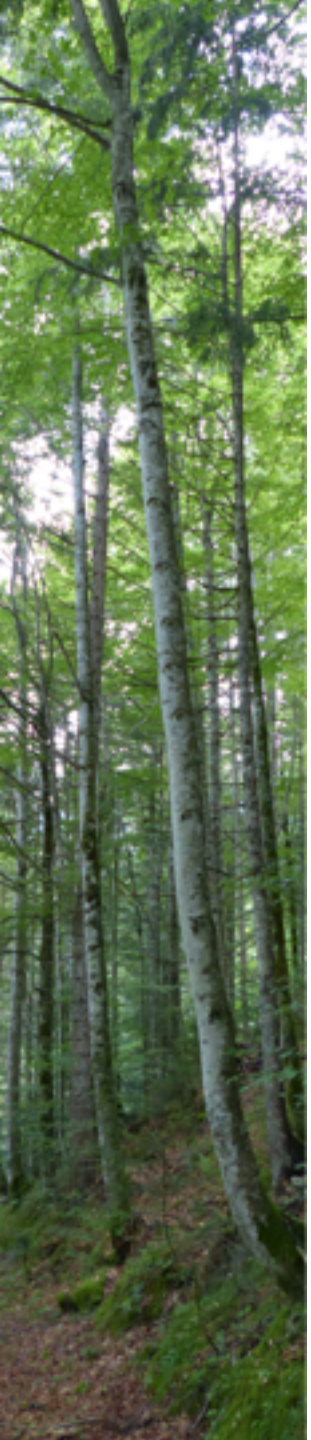


MITOCONDRI

Morfologia identica in cellule animali e vegetali, DNA e ribosomi propri
Riproduzione per scissione
Origine batterica (endosimbiontica)
Pleomorfi: soggetti a rapidi cambiamenti di forma
Delimitati da due membrane con funzioni diverse: membrana esterna (con porine) e membrana interna complessa, formata da **creste mitocondriali**, delimita la **matrice**



Matrice: enzimi del ciclo di Krebs



PEROSSISOMI

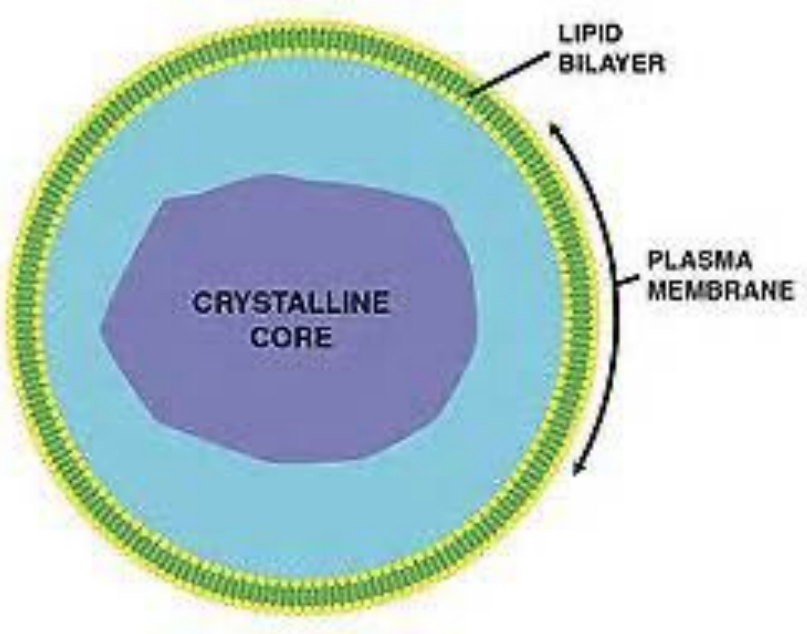
➢Compartimenti metabolici, enzimi ossidativi

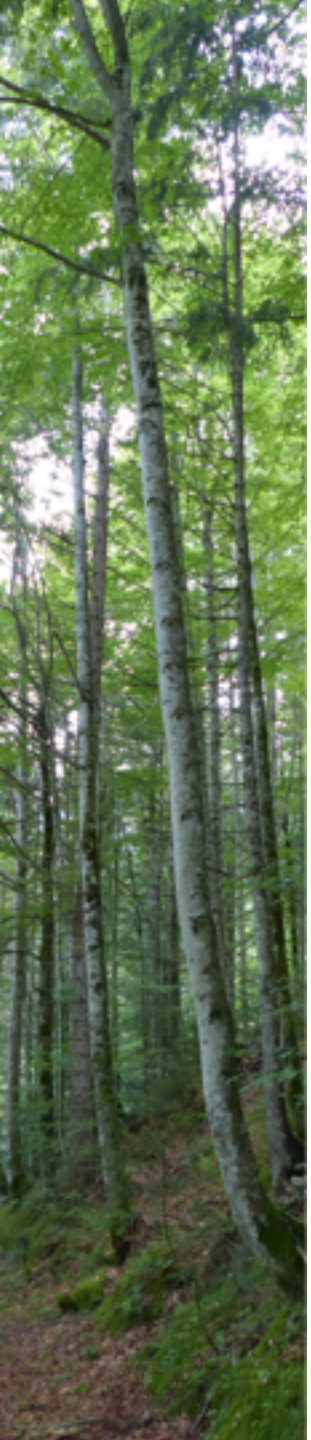
➢Originano dal RE

➢Forma sferica, circondati da membrana propria (doppio strato fosfolipidi), **nucleoide** (inclusi cristallini o fibrillari, amorfi o densi)

➢**Perossidasi – catalasi:** Degradano il perossido di idrogeno (H_2O_2) in H_2O ed O_2: $2\ H_2O_2 \rightarrow O_2 + 2\ H_2O$

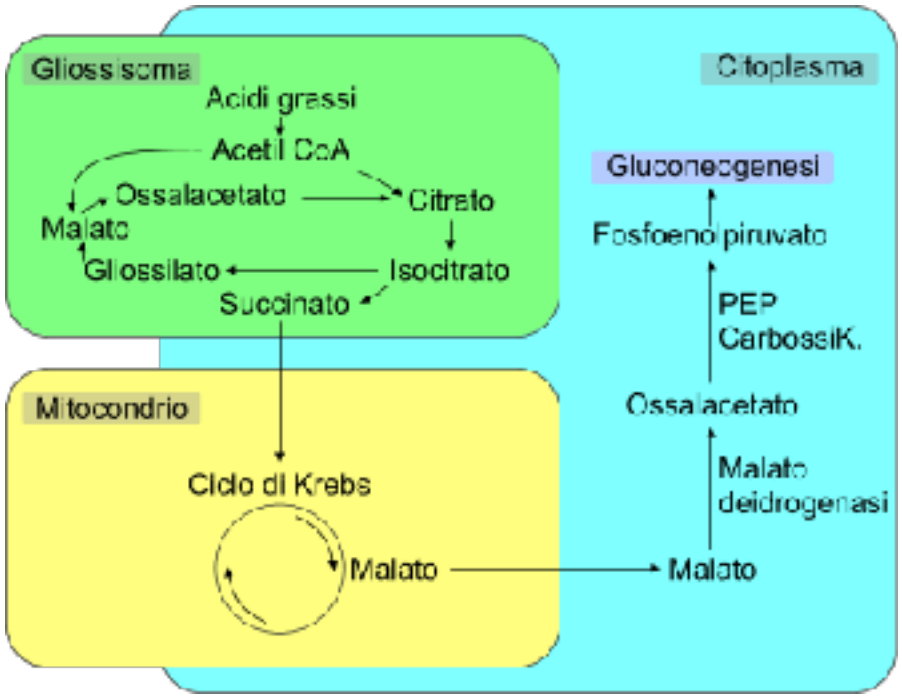
➢**Ossidasi**: degradano acidi grassi o altre sostanze formando H_2O_2 altamente tossico per la cellula

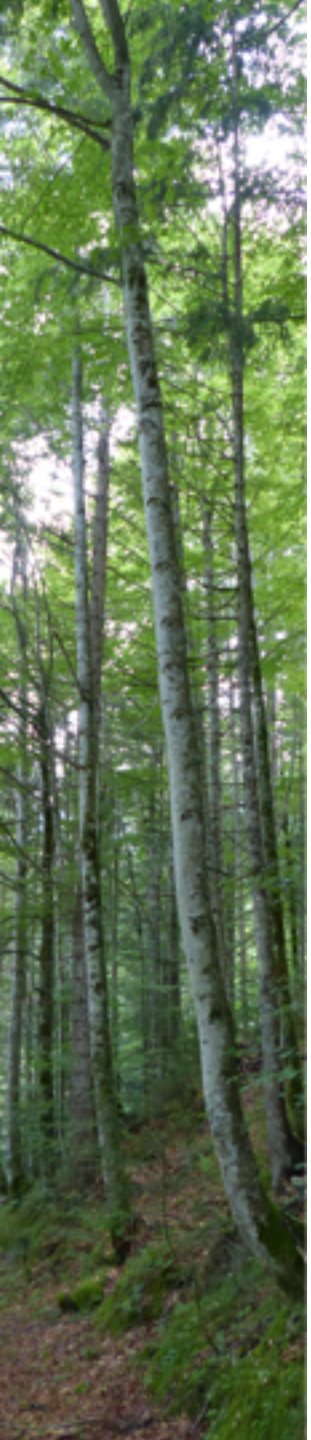




PEROSSISOMI FOGLIARI: in organi fotosintetici

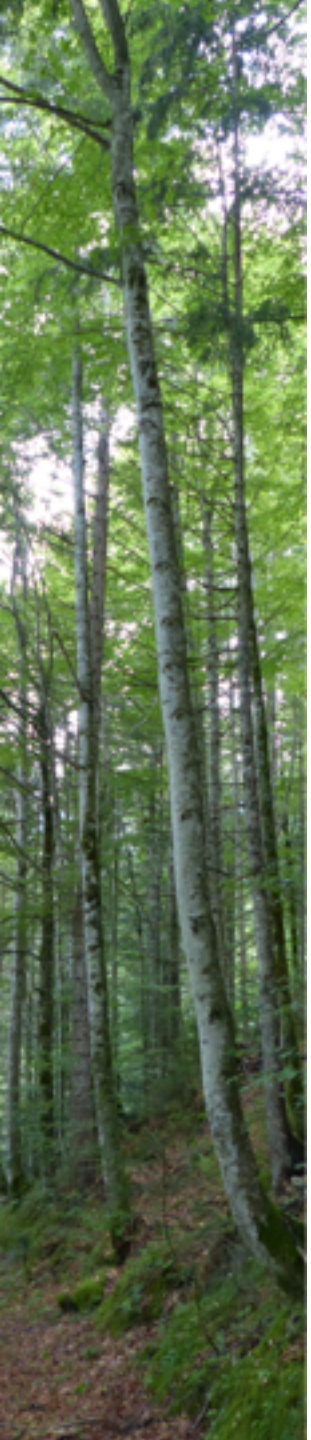
GLIOSSISOMI: ciclo del gliossilato, nei tessuti di riserva e dei semi oleaginosi, con enzimi per la produzione di carboidrati da lipidi (catalisi lipidica)



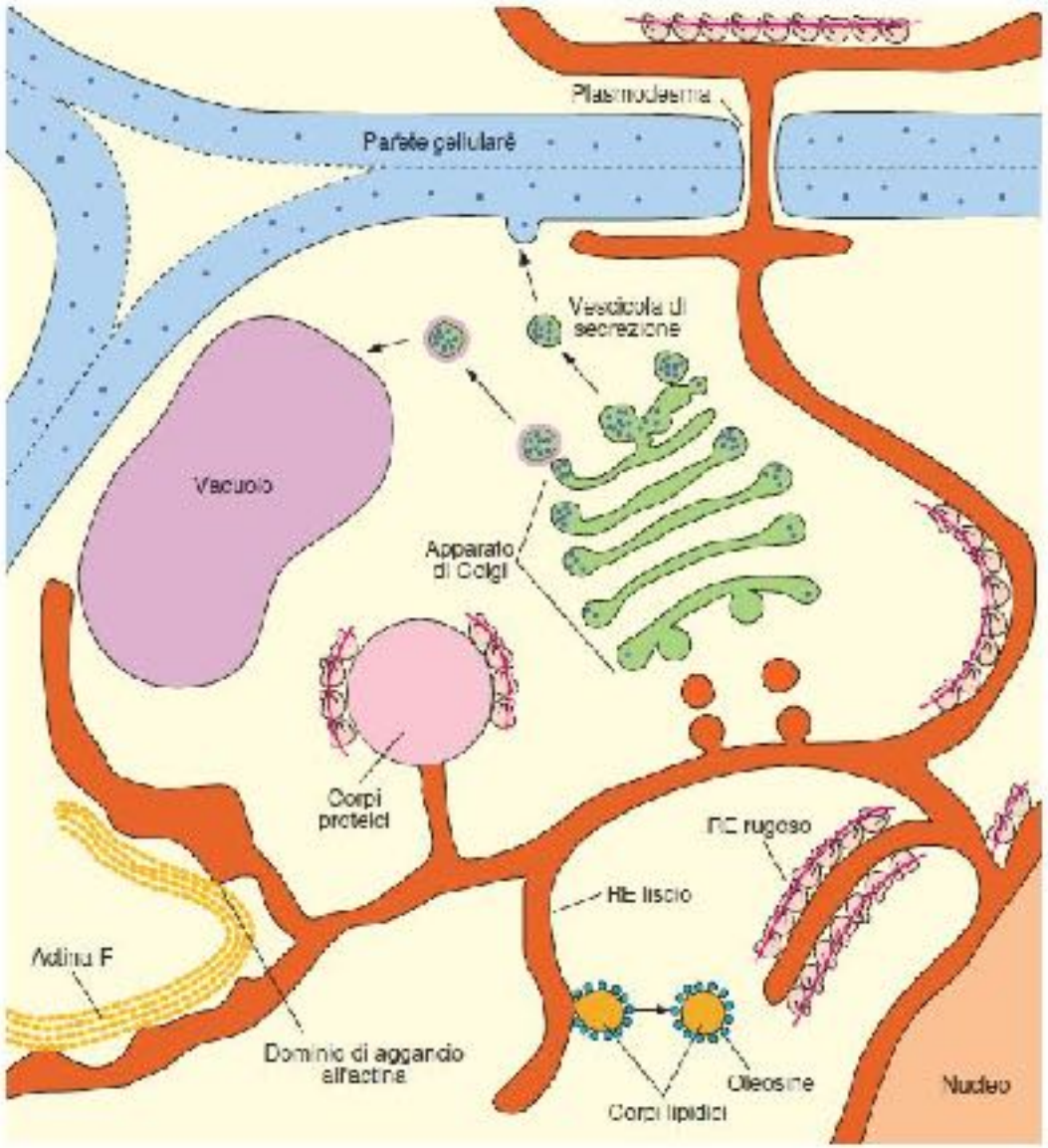


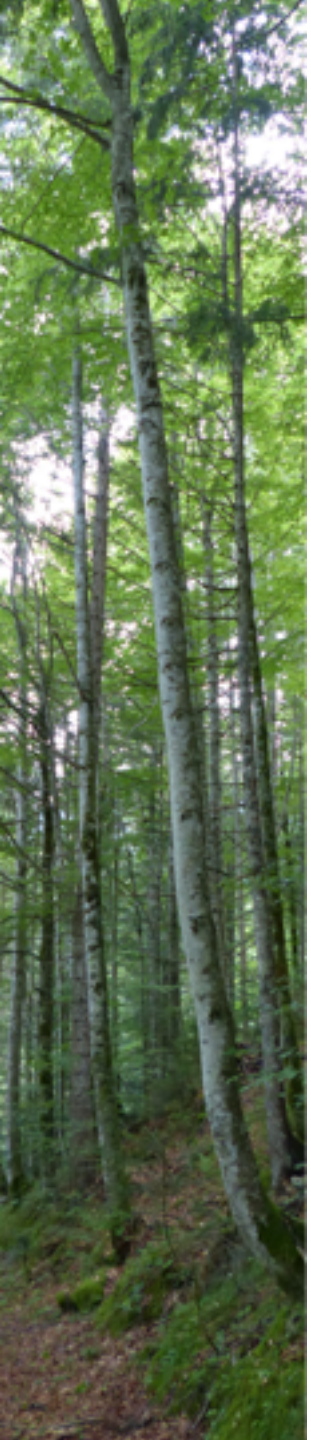
SISTEMA DI ENDOMEMBRANE: RETICOLO ENDOPLASMATICO + APPARATO DI GOLGI + VACUOLO + MB. PLASMATICA





Nelle piante, il reticolo endoplasmatico ha la peculiarità di attraversare i plasmodesmi (giunzioni cellulari), creando un continuum tra cellule adiacenti.

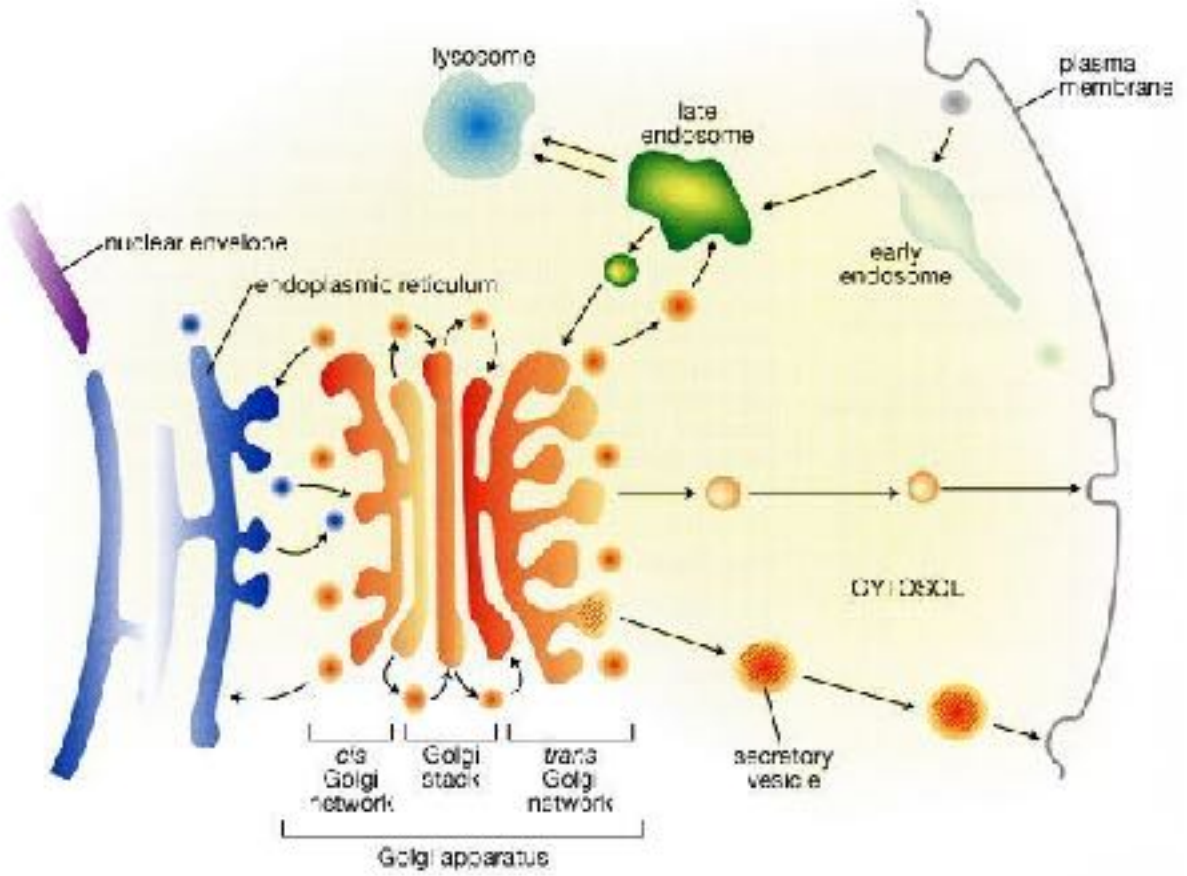




APPARATO DI GOLGI

• Le cisterne sono distribuite in tutto il citoplasma, mentre nelle cellule animali vi è solo un complesso perinucleare.

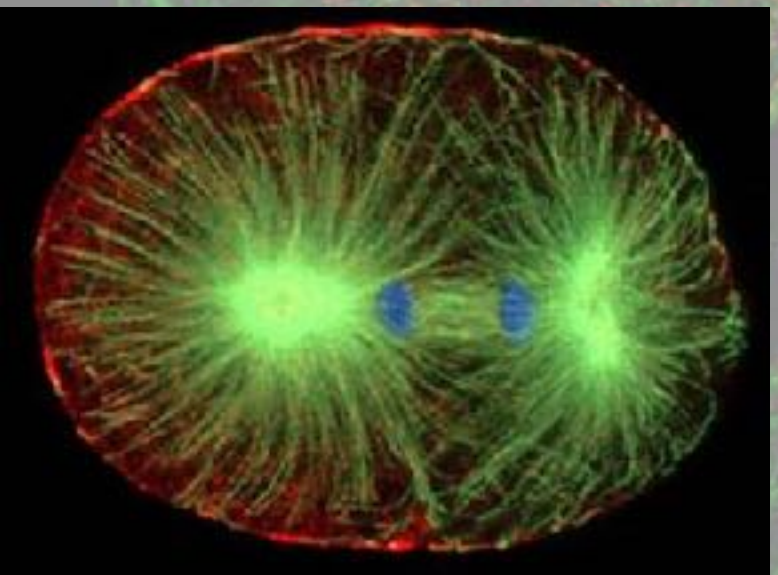
• Sintesi dei glicolipidi di plasmalemma e tonoplasto, e dei polisaccaridi della parete cellulare.



CITOSCHELETRO

Polimeri proteici filamentosi:

- **Microtubuli**
- **Filamenti di actina**
- **Filamenti intermedi**



Funzioni:

➢Ciclo cellulare (apparato interfasico di microtubuli corticali, banda preprofasica, fuso mitotico, formazione del fragmoplasto)

➢Polarità cellulare

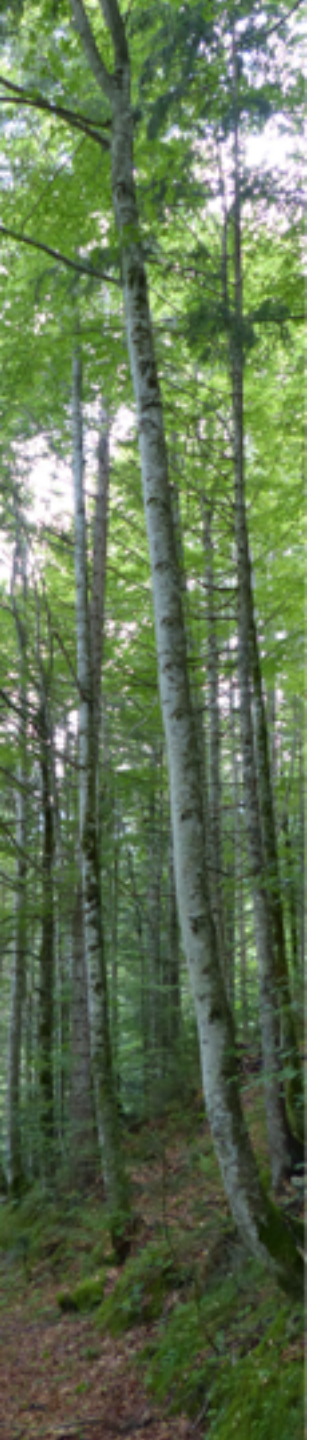
➢Espansione cellulare

➢Accrescimento apicale

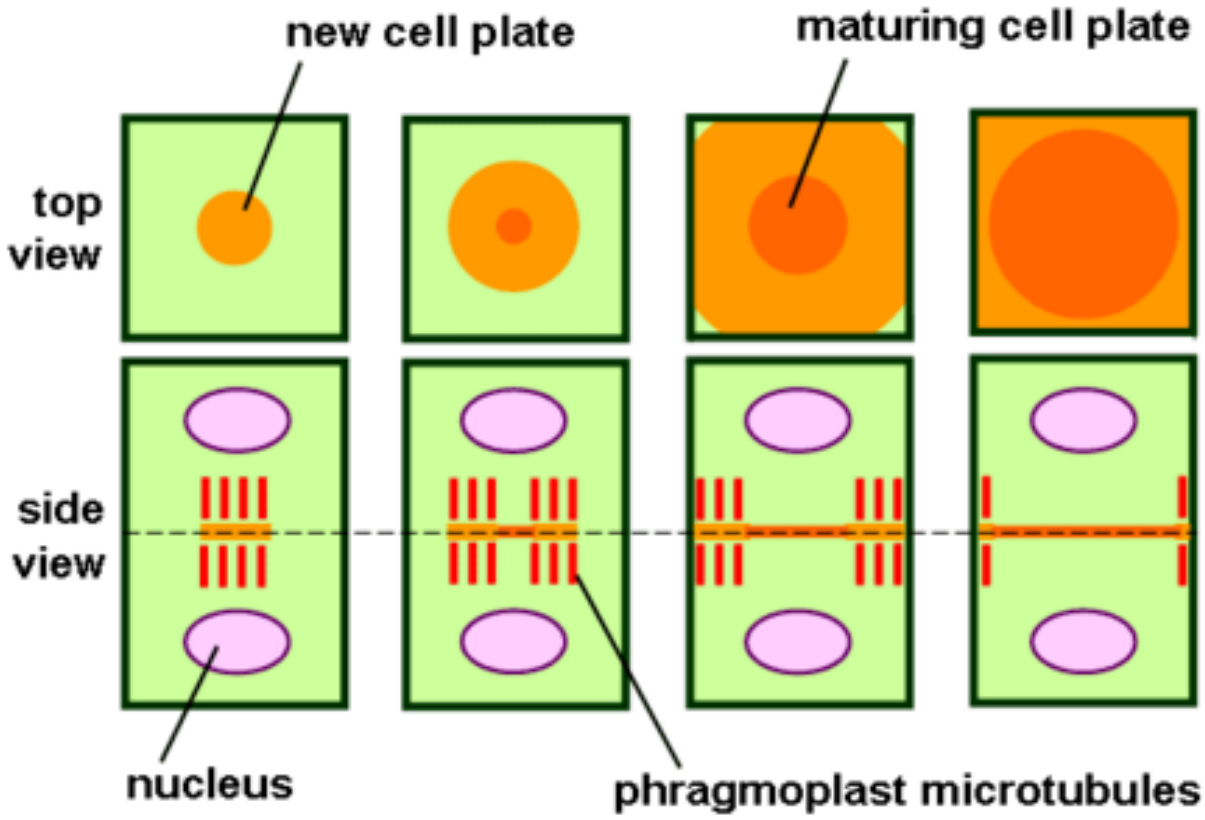
➢Comunicazione cellulare (attraverso i plasmodesmi)

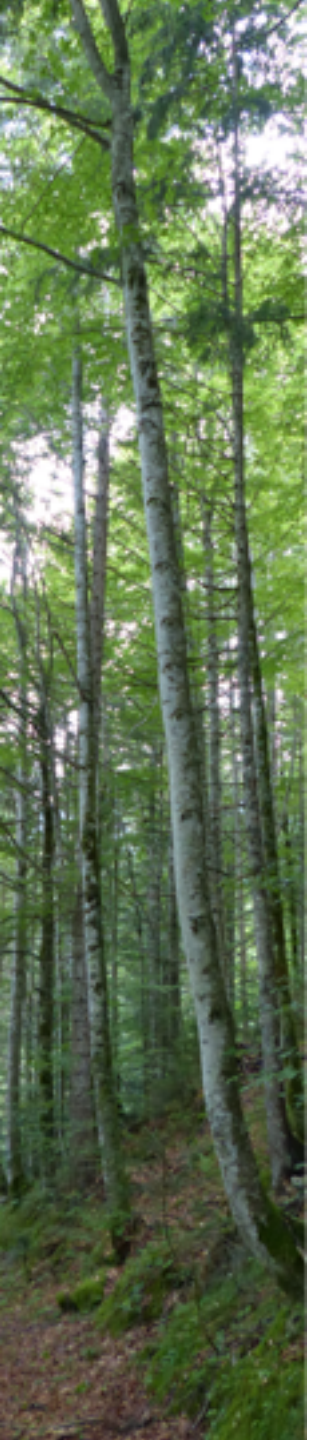
➢Differenziamento elementi di conduzione

➢Interazioni (sim)biotiche

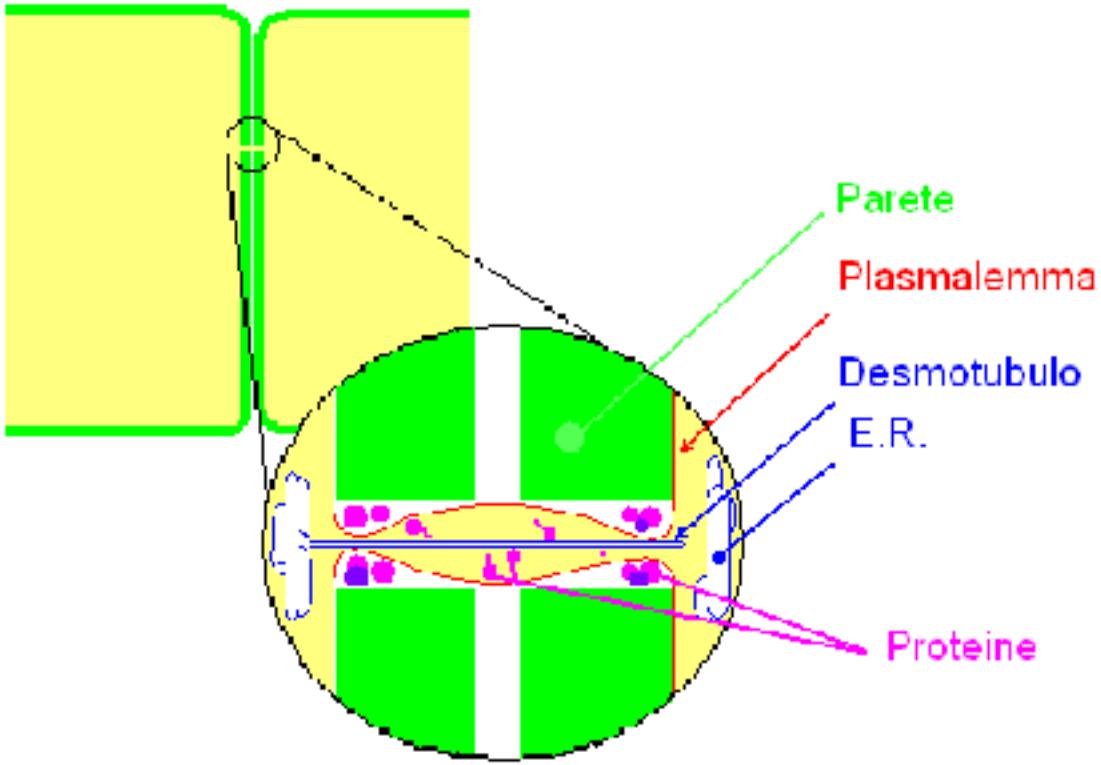


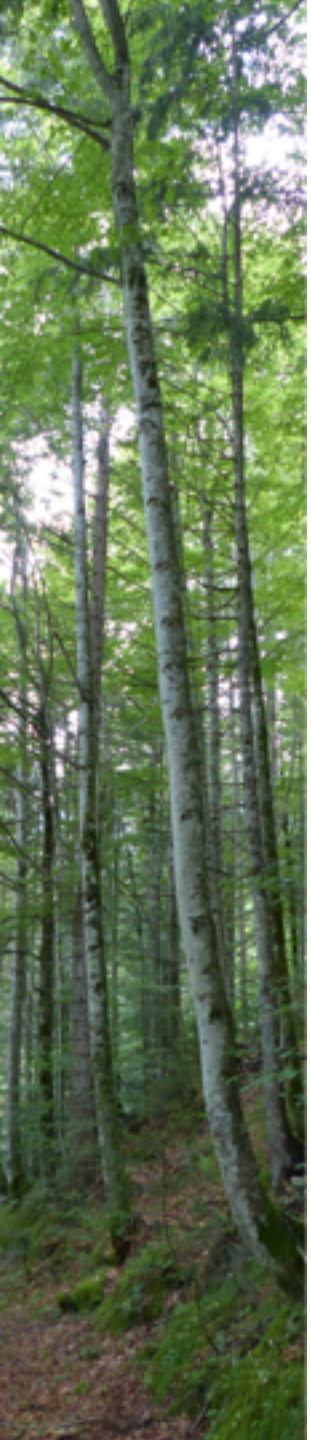
Formazione del fragmoplasto durante la divisione cellulare



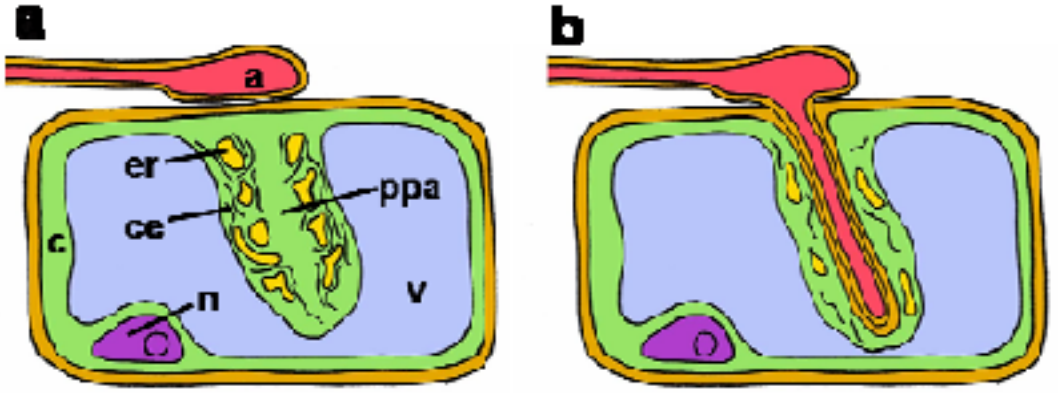


Comunicazione cellulare: nei plasmodesmi i filamenti di actina controllano il trasporto





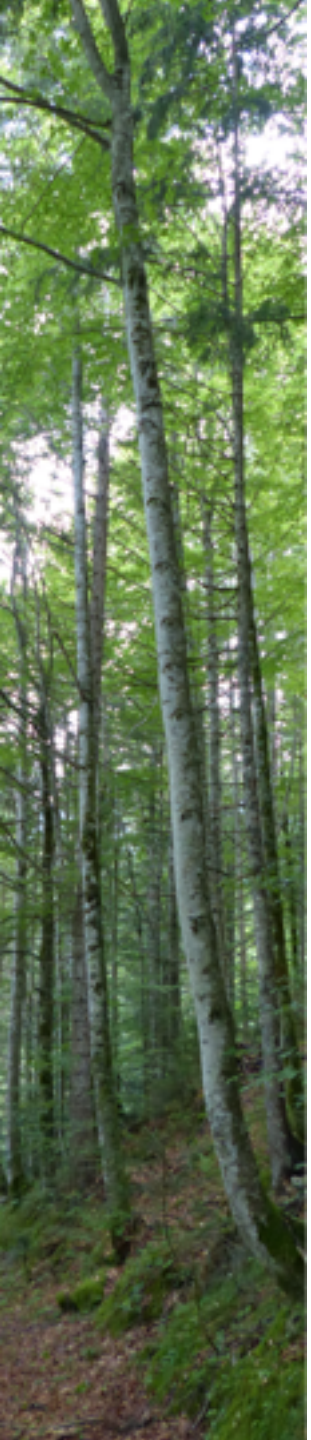
Interazioni (sim)biotiche: formazione di arbusculum in micorrize





PLASTIDI


proplastid
etioplast
leucoplast
chromoplast
amyloplast
elaioplast
proteinoplast



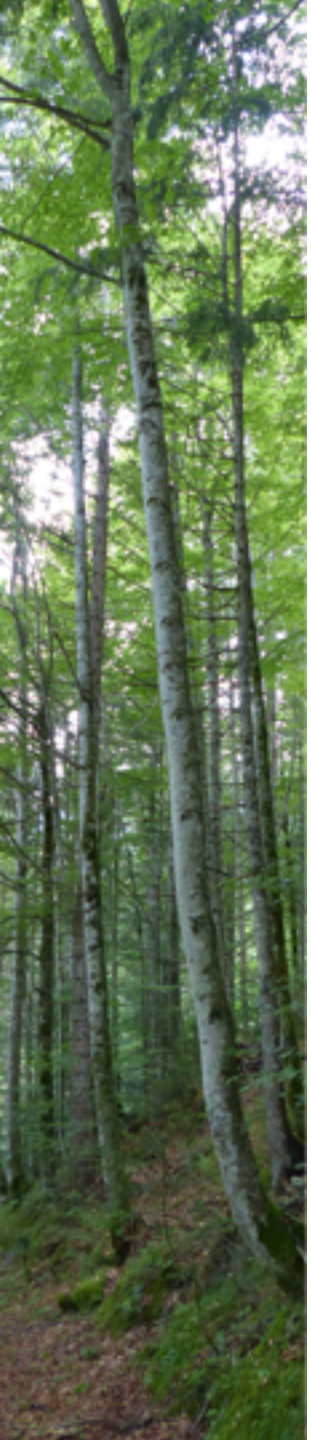
CARATTERISTICHE DEI PLASTIDI:

1) DNA EXTRANUCLEARE circolare (detto "**PLASTOMA**", cioè il genoma dei plastidi), responsabile di parte dell'ereditarietà extranucleare della cellula;

2) ribosomi 70S tipo procariotico (nel citoplasma ribosomi 80S tipo eucariotico) e della macchina di trascrizione e traduzione proteica;

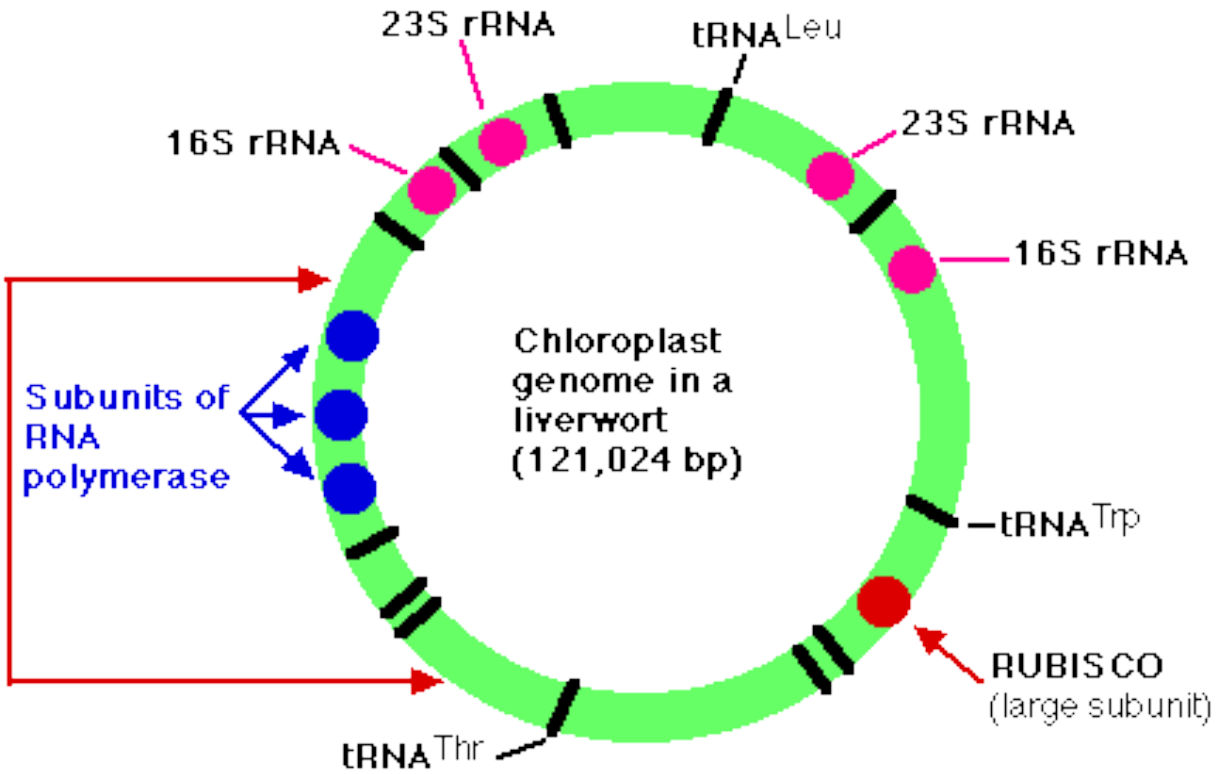
3) due membrane (come nei mitocondri!): membrana esterna e membrana interna;

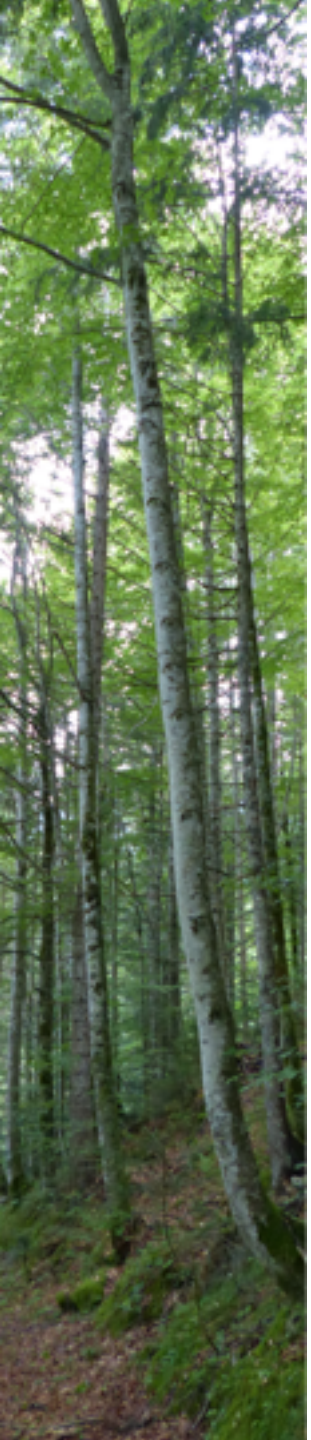
4) sviluppo di ulteriori membrane chiuse, **tilacoidi**, delimitanti spazi interni che originano dalla membrana interna per un processo di evaginazione.



PLASTOMA

In mais (*Zea mais*, i plastidi più intensamente indagati) il plastoma codifica per circa 100 proteine (= 1/3-1/2 del totale delle proteine presenti nel plastidio).
Sono presenti diverse copie per cloroplasto (che può essere considerato "poliploide", con 40-100 copie di ptDNA).



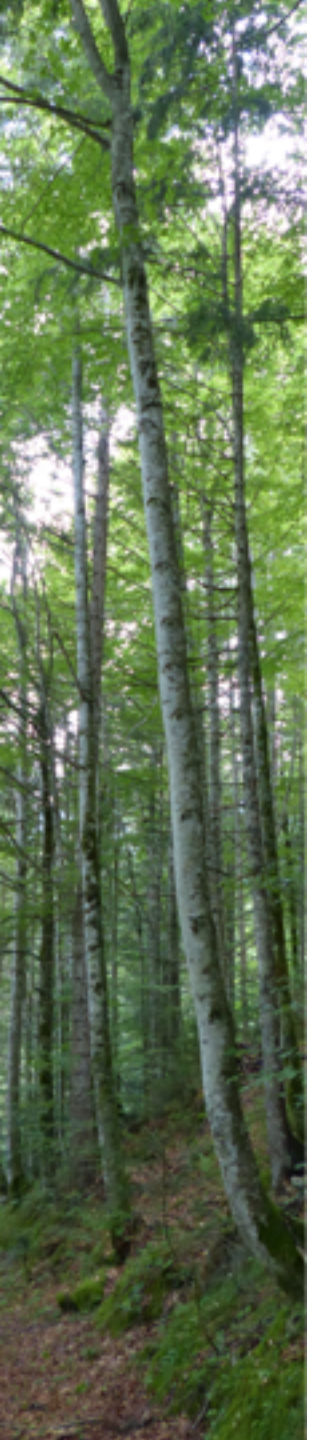


Affinità "**procariotica**":

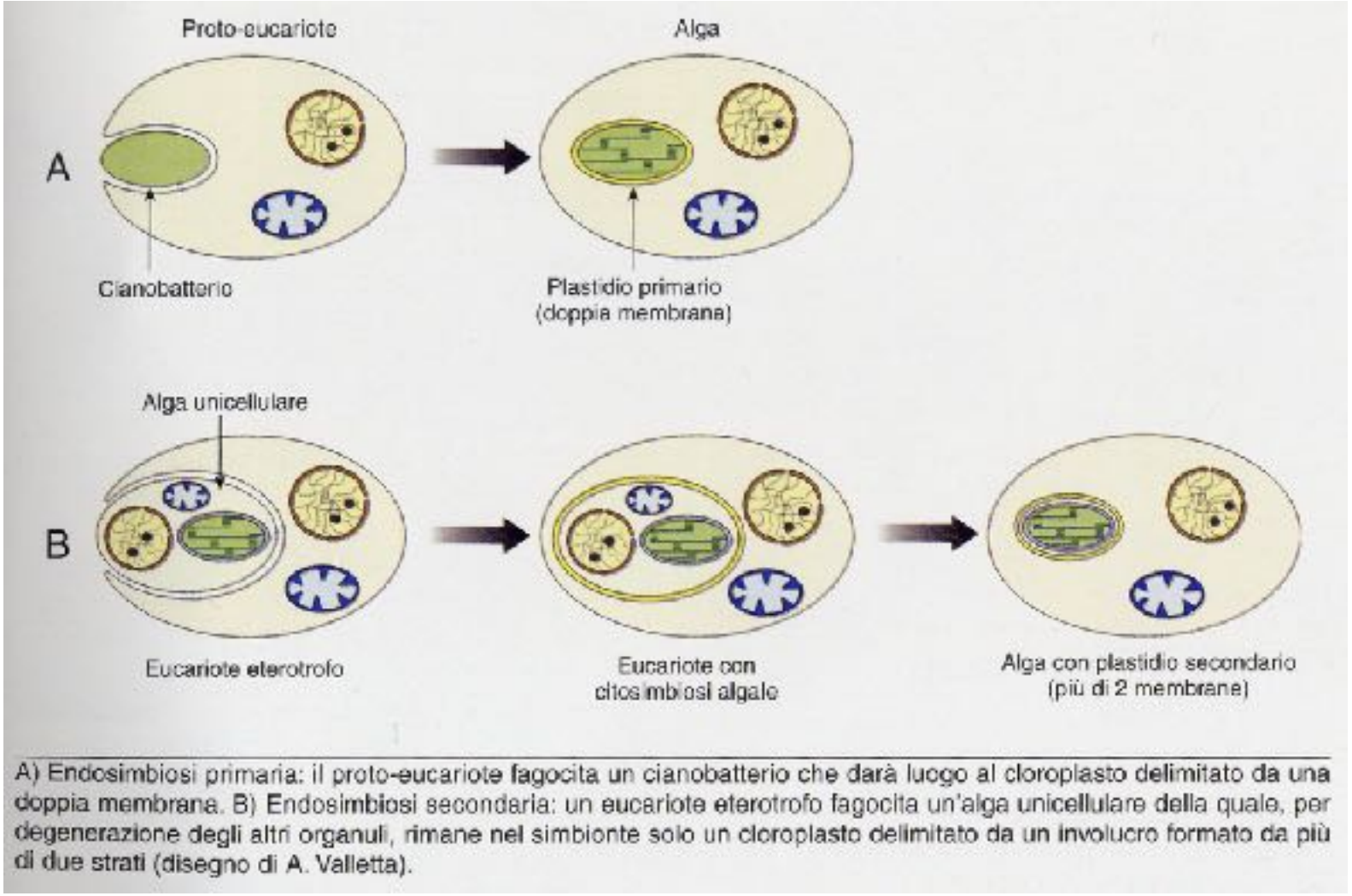
- struttura circolare
- mancano sequenze ripetitive

Affinità "**eucariotica**":

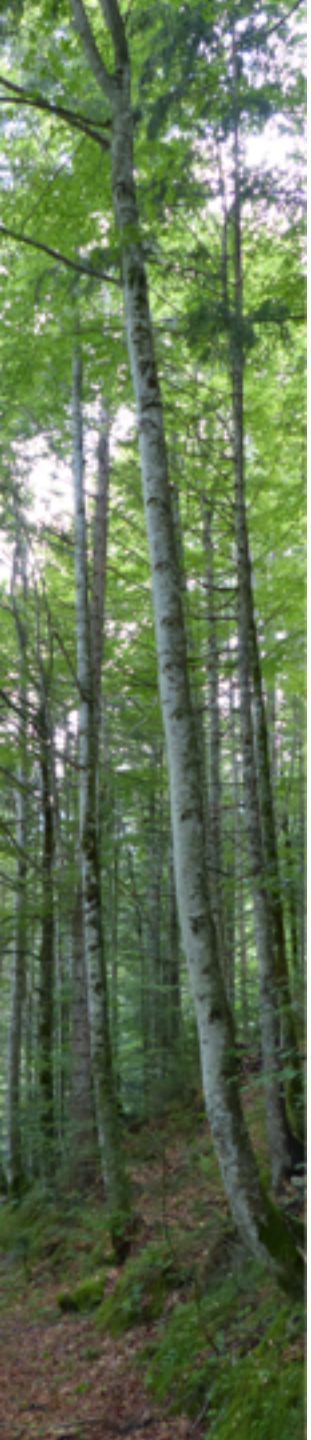
- esistono introni
- complessi multienzimatici codificati almeno in parte dal genoma nucleare

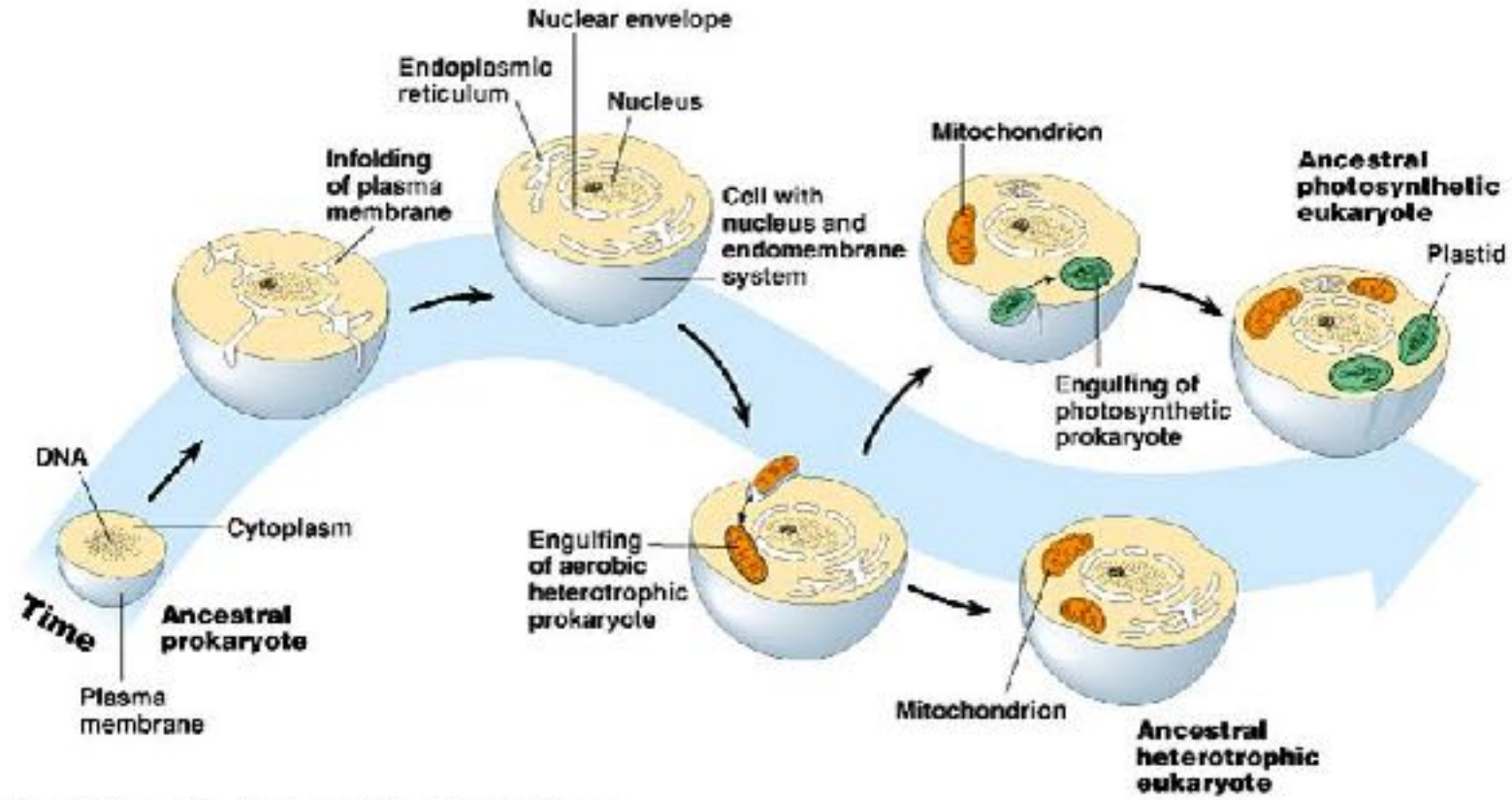


Teoria endosimbiontica

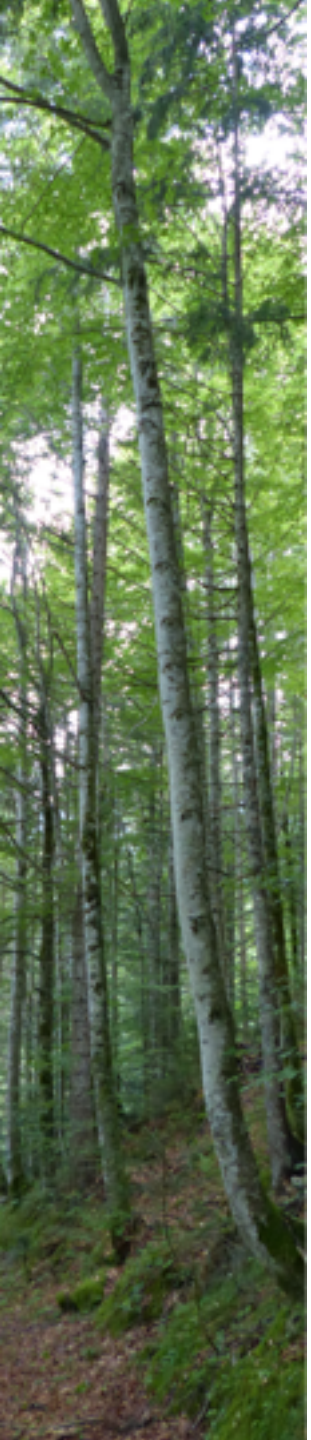


A) Endosimbiosi primaria: il proto-eucariote fagocita un cianobatterio che darà luogo al cloroplasto delimitato da una doppia membrana. B) Endosimbiosi secondaria: un eucariote eterotrofo fagocita un'alga unicellulare della quale, per degenerazione degli altri organuli, rimane nel simbionte solo un cloroplasto delimitato da un involucro formato da più di due strati (disegno di A. Valletta).



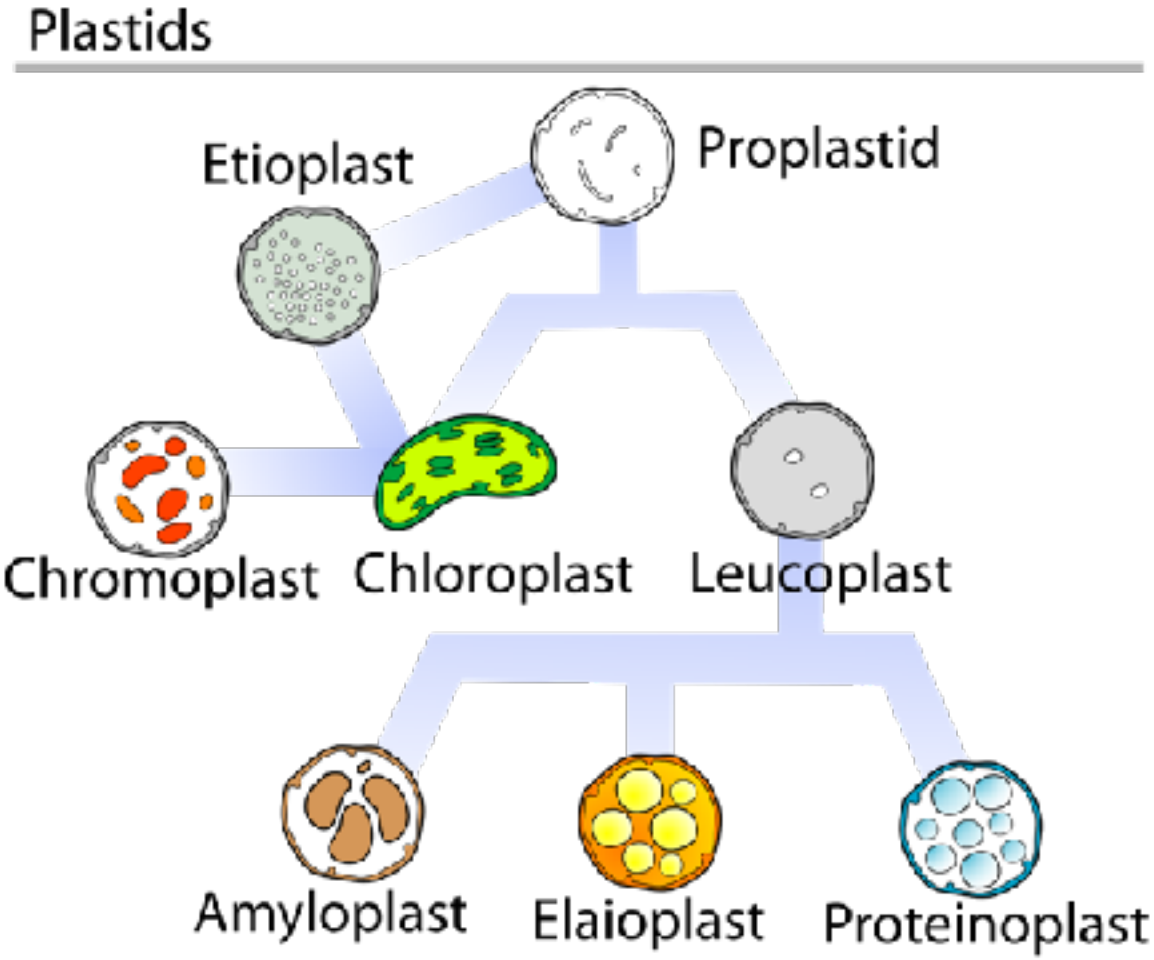


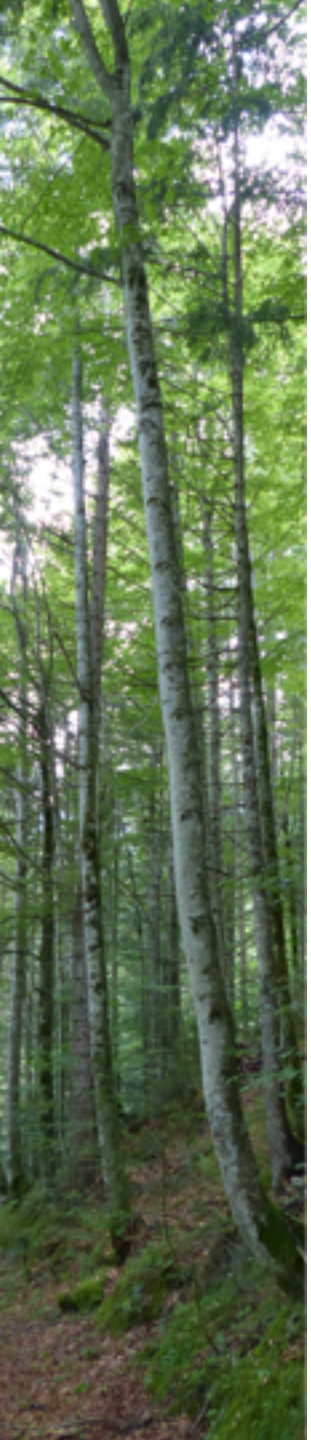
Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.



PROPLASTIDI → → → plastidi

PROPLASTIDI: dimensioni molto ridotte, presenti in citoplasma delle cellule dei tessuti meristematici (= in attiva divisione).



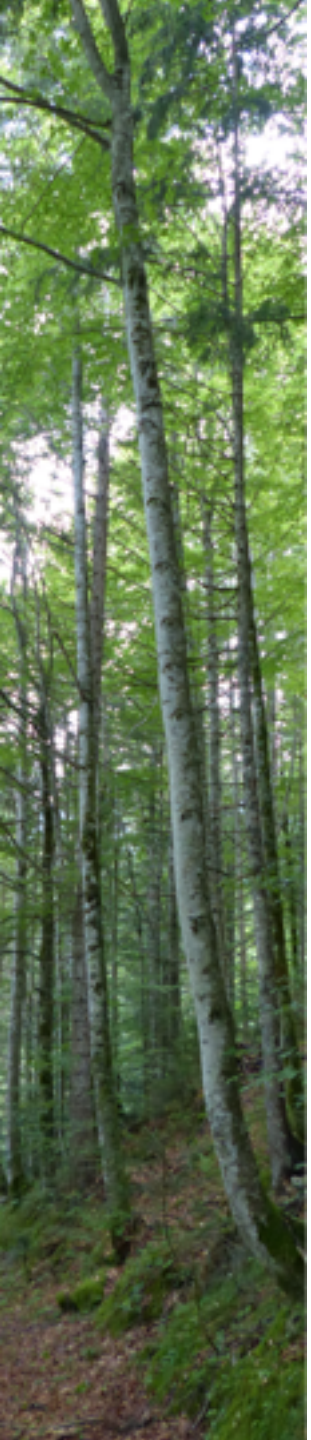


Nello zigote i proplastidi sono in genere di **derivazione materna** (portati dal citoplasma della cellula uovo).

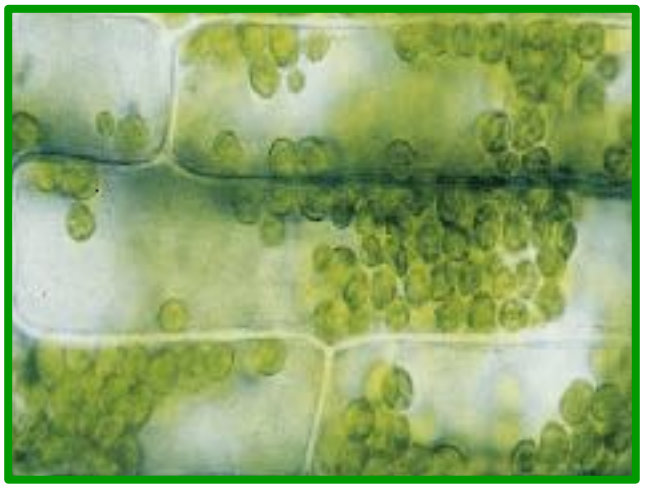
Differenziazione cellulare → sviluppo/"destino" del proplastide in organulo di riserva o di assimilazione (→ulteriore differenziamento in organuli di riserva)

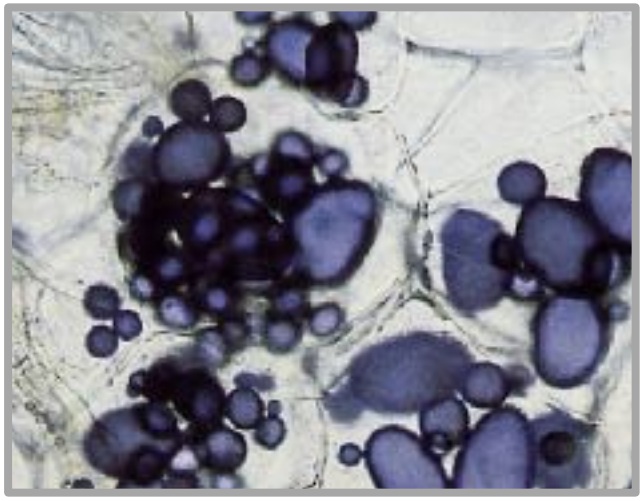
I plastidi sono una famiglia di organuli propri degli organismi fotoautotrofi ossigenici eucarioti.

Essi hanno molteplici funzioni.



Cloroplasti: assimilazione della CO_2 (fotosintesi) e molto altro…

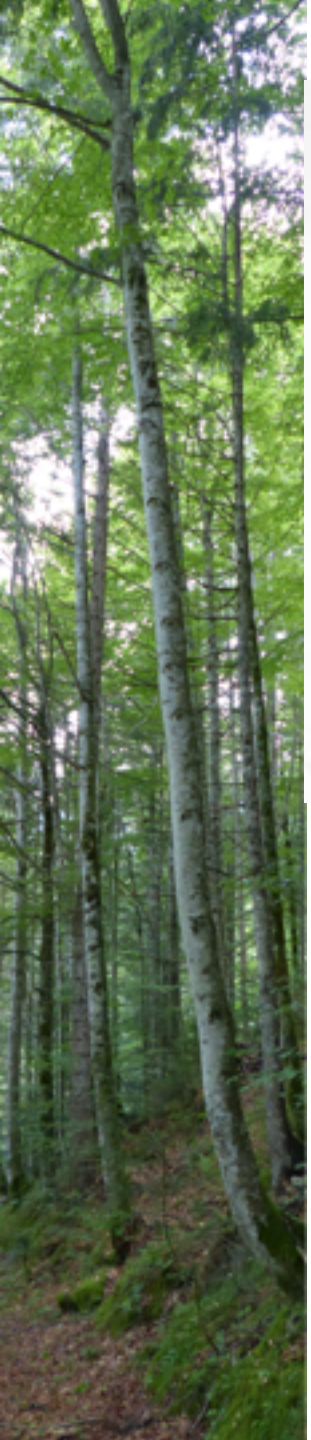




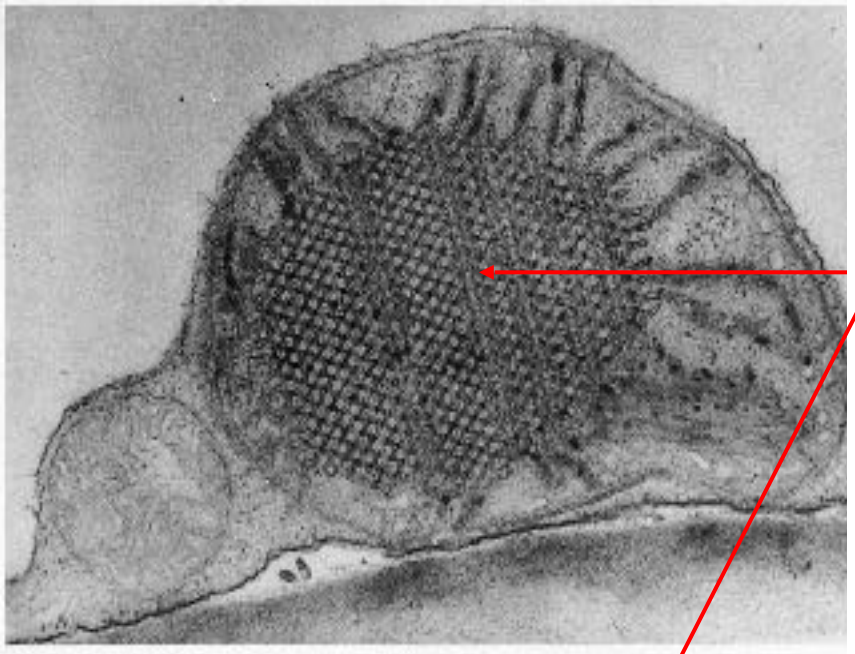
Leucoplasti: accumulo di sostanze di riserva

Cromoplasti: accumulo di pigmenti lipofili (per colorare i tessuti, ma talvolta anche come sostanze di riserva)





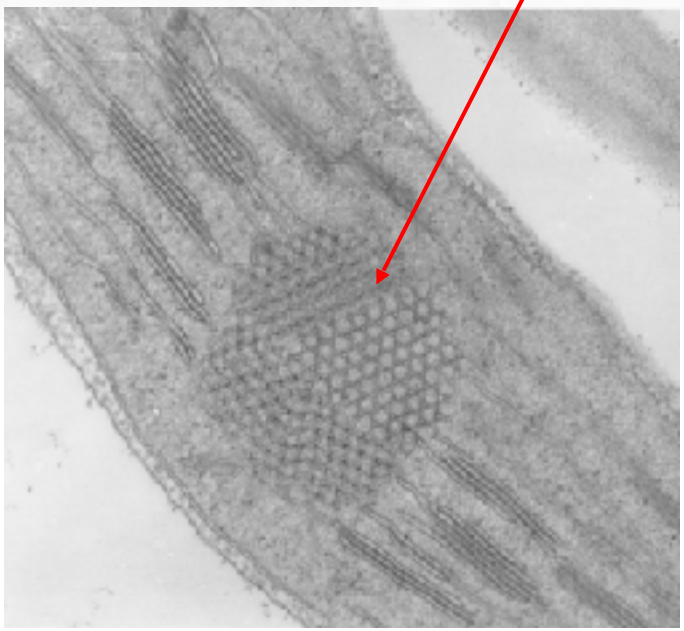
EZIOPLASTI

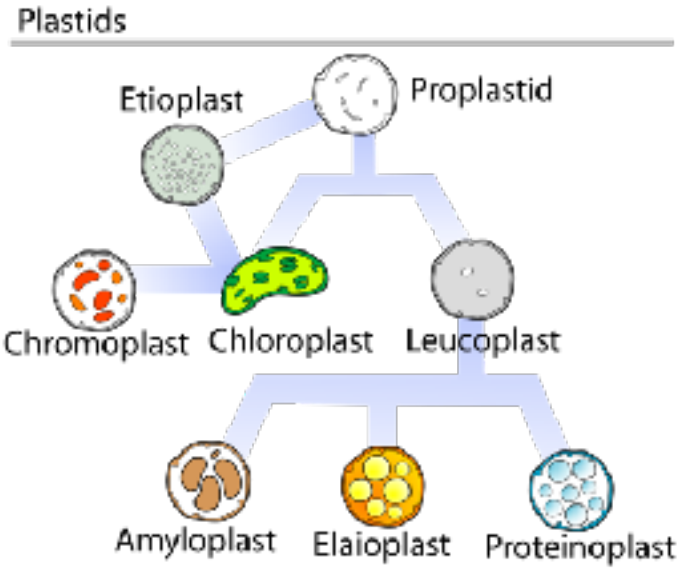


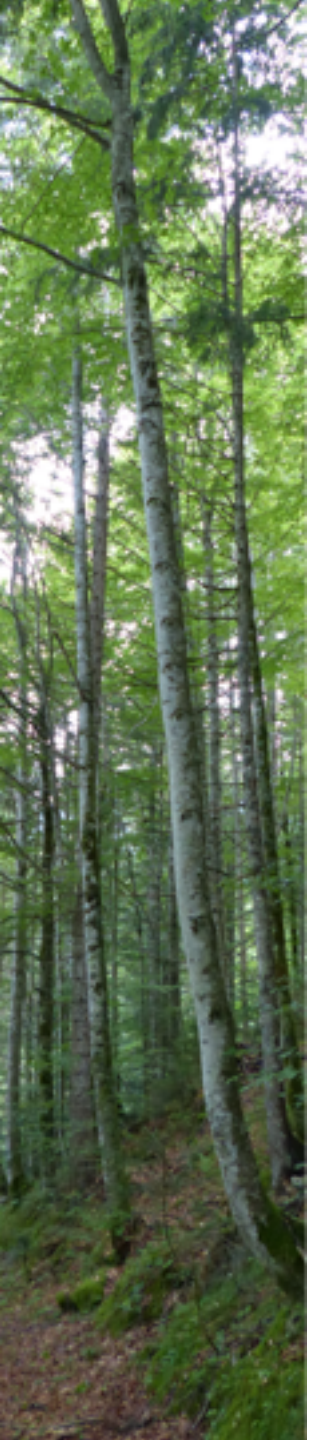
Pianta tenuta al buio:
Eziolamento

Corpo prolamellare: tubuli disposti regolarmente

Luce → disgregazione del corpo prolamellare







PLASTIDI DI RISERVA

i)in tessuti di riserva degli organi di riserva (tuberi, bulbi, bulbotuberi, radici tuberizzate),

ii)nella parte corticale di alcuni cauli (subito sotto lo strato verde più esterno),

iii)nelle radici.

•granuli di amido → **AMILOPLASTI**

• cristalli di proteine → **PROTEOPLASTI**

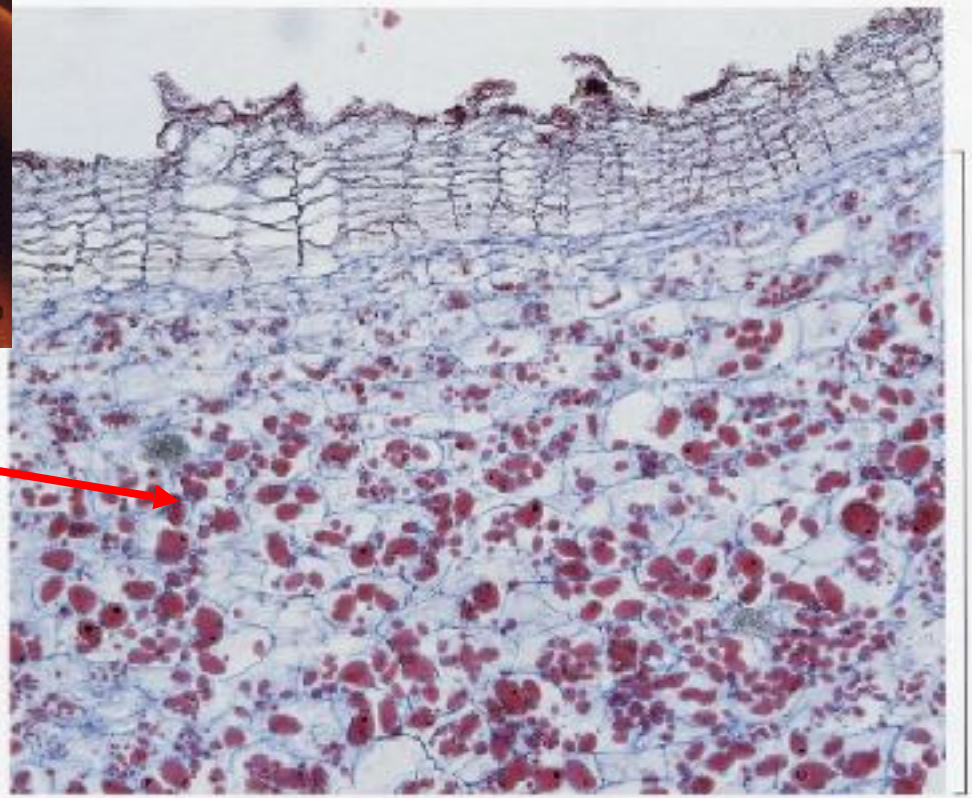
• olii o grassi → **ELAIOPLASTI**



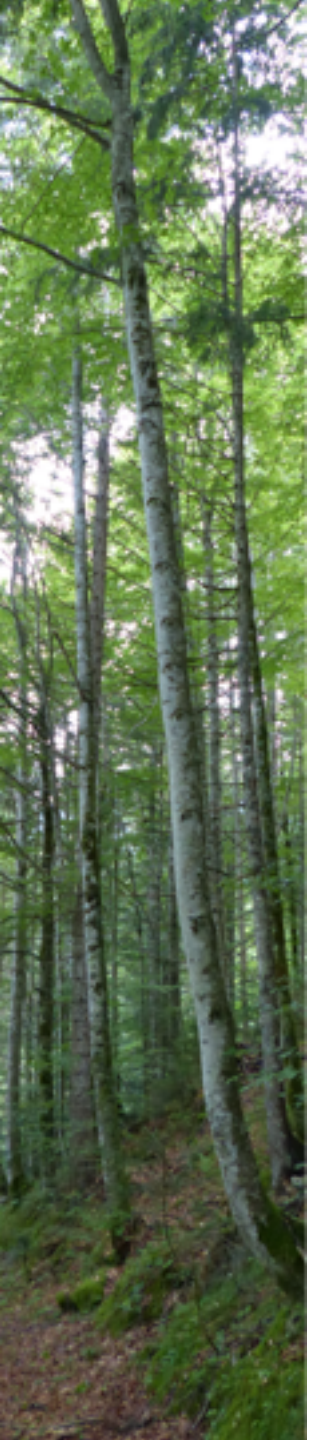
TUBERO DI PATATA



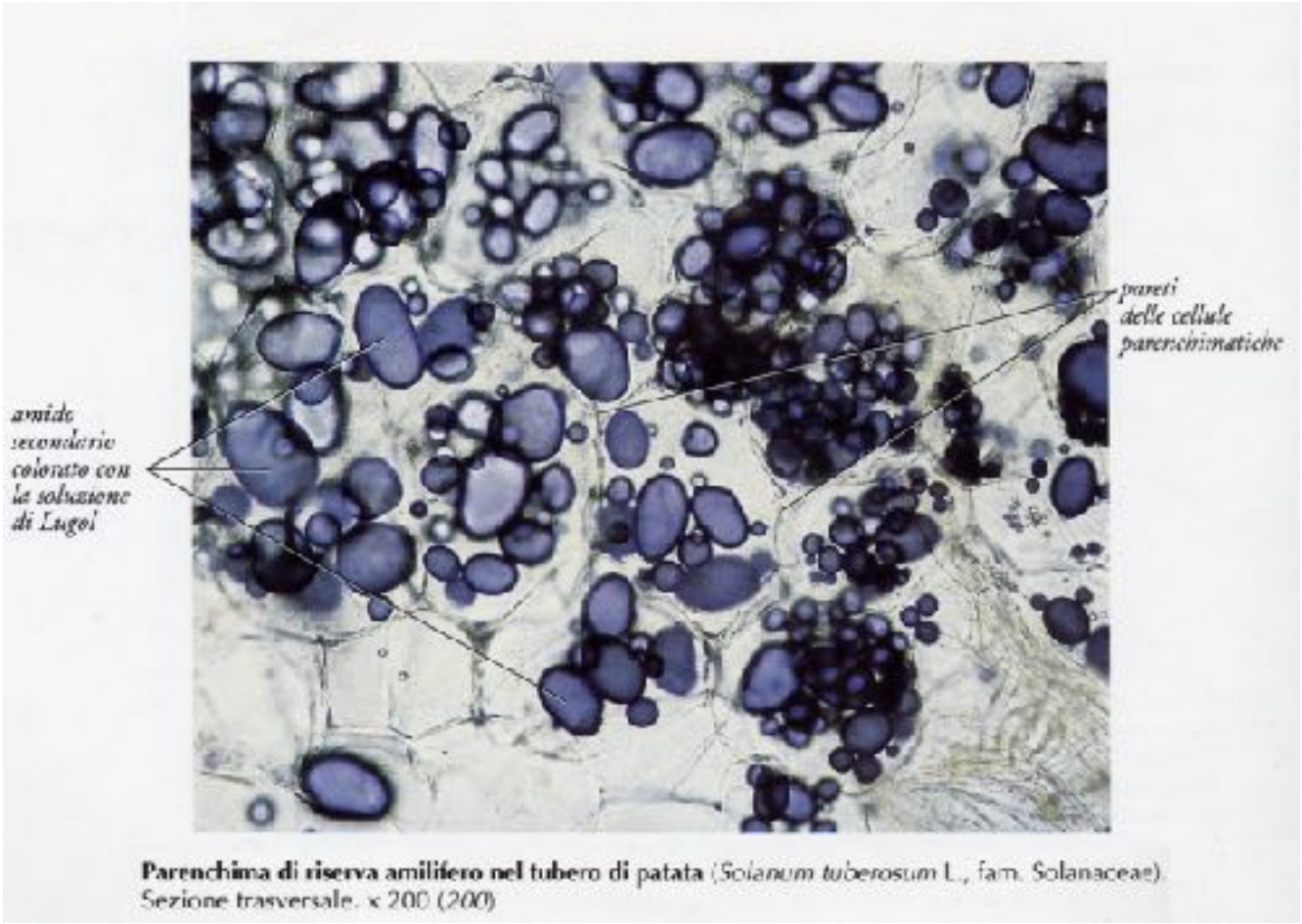
Parenchima amilifero
con **amido secondario**



Parenchima di riserva amilifero nel tubero di patata (*Solanum tuberosum* L., fam. Solanaceae
Sezione trasversale. x 100 (100)
Il caso più comune è quello del parenchima cosiddetto amilifero, in cui la sostanza immagazzinata è amido (secondario), contenuto nei leucoplasti.

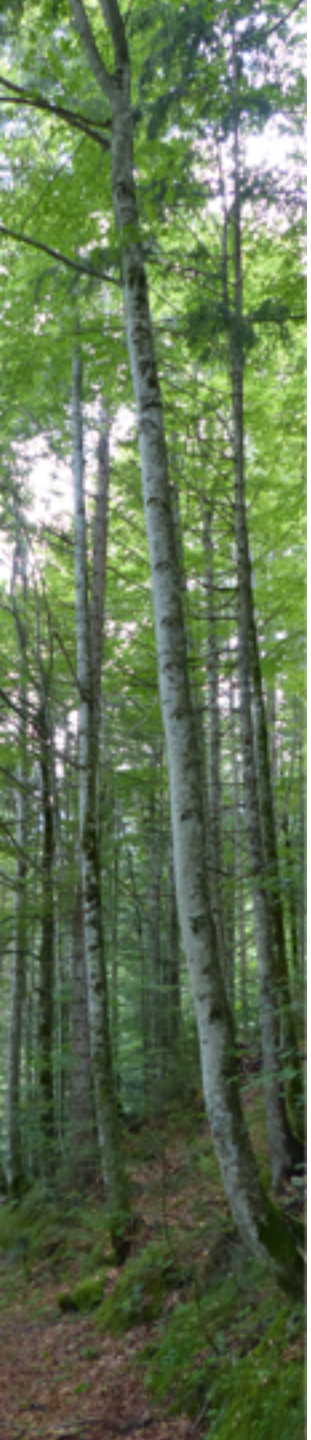


AMILOPLASTI

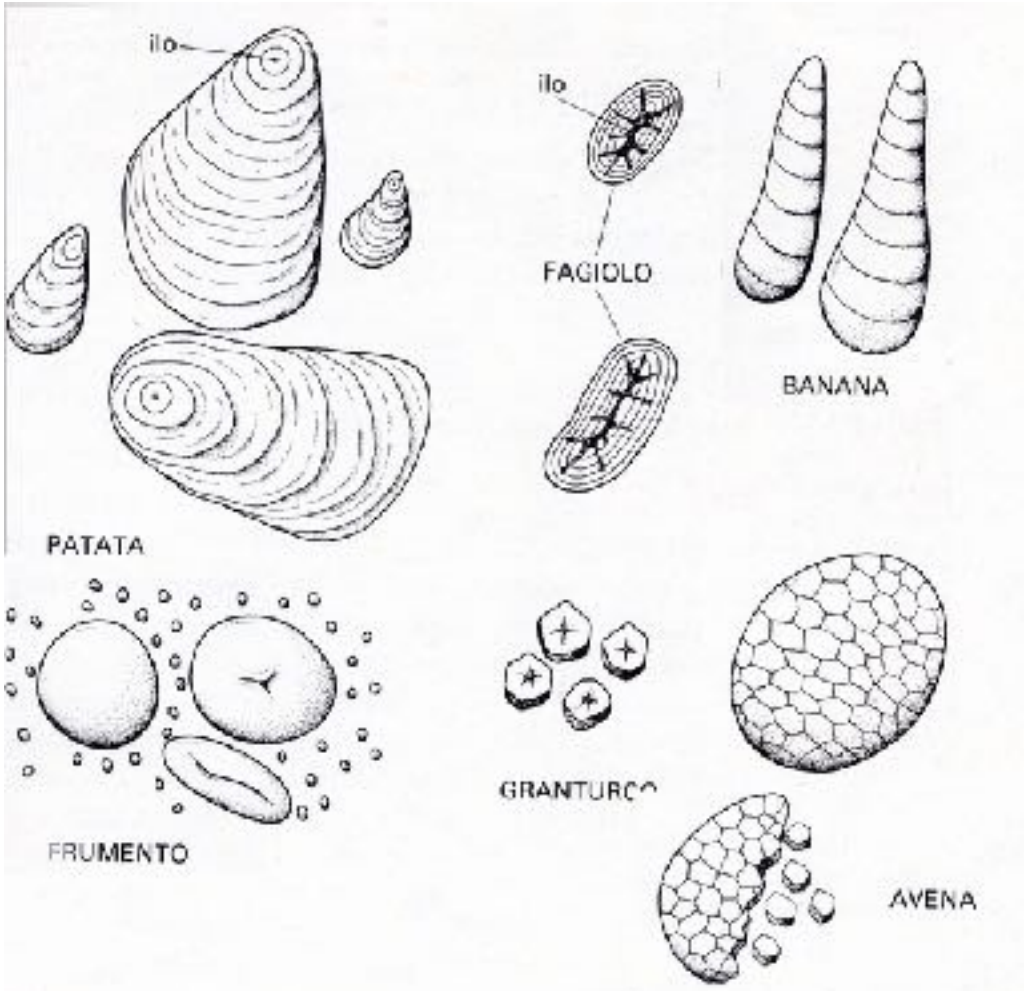


Parenchima di riserva amilifero nel tubero di patata (*Solanum tuberosum* L., fam. Solanaceae).
Sezione trasversale. × 200 (*200*)

NB: amido primario è quello che si trova in tessuti attivi dal punto di vista fotosintetico; amido secondario è quello che si trova nei tessuti di riserva.

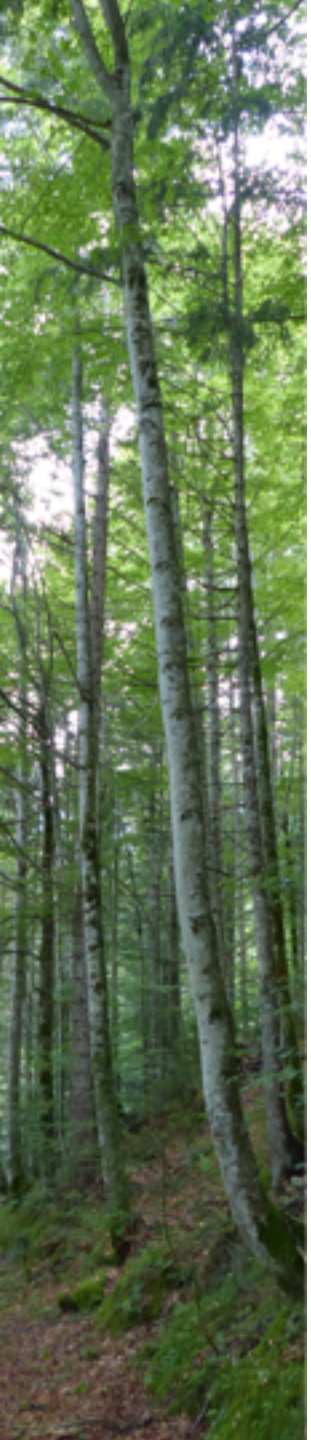


ilo: centro di aggregazione dell' amido; la deposizione dell'amido avviene in senso centrifugo a partire da esso, con l'apposizione di strati concentrici.



Granuli d'amido in alcune piante coltivate visti al microscopio ottico. All'interno di alcuni di essi si distingue una zona particolare chiamata ilo in cui comincia a formarsi l'amido. Successivamente l'amido si deposita intorno all'ilo sotto forma di strati concentrici ben visibili nei granuli della patata, del fagiolo, della banana. Alcuni granuli d'amido, per esempio quelli del riso e dell'avena, sono compositi, cioè sono formati da tanti granuletti riuniti insieme.

CROMOPLASTI

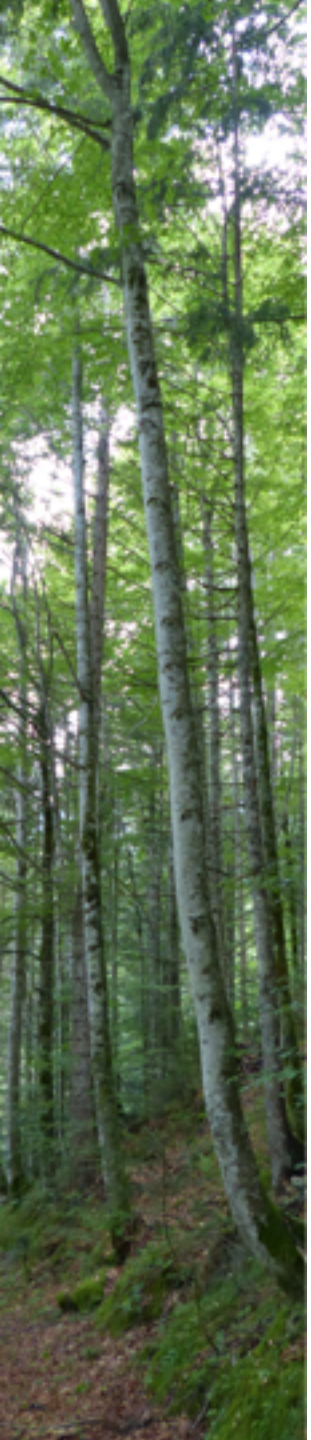










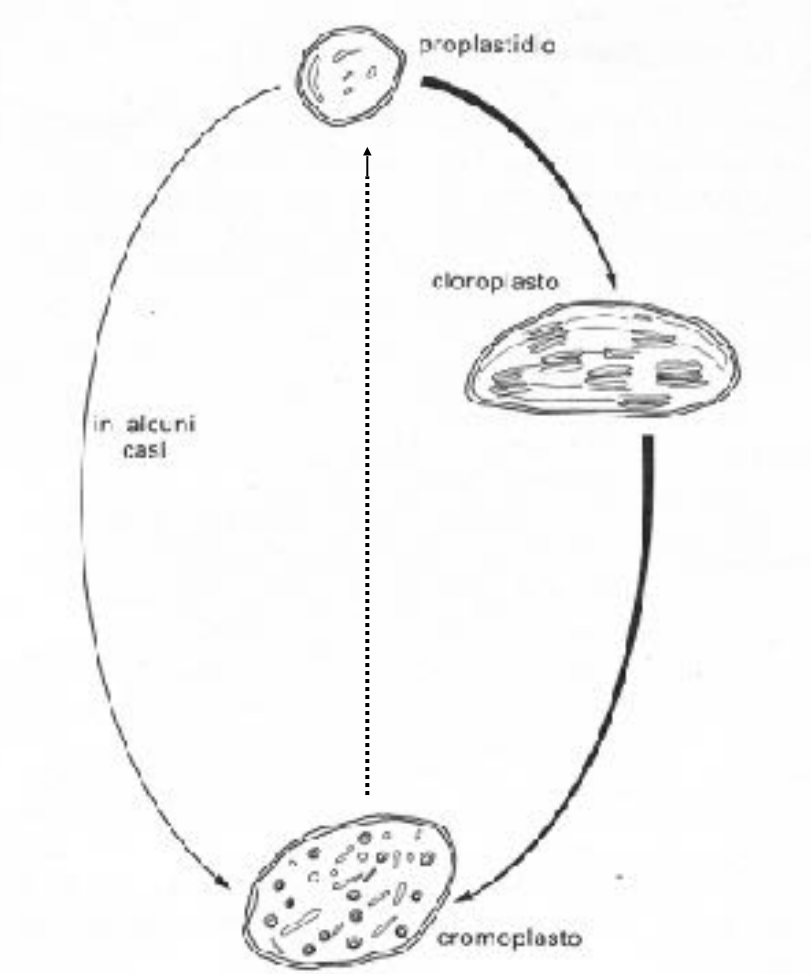


•La differenziazione in cromoplasti segue un preciso piano di sviluppo, può anche essere reversibile (trasformazione inversa).

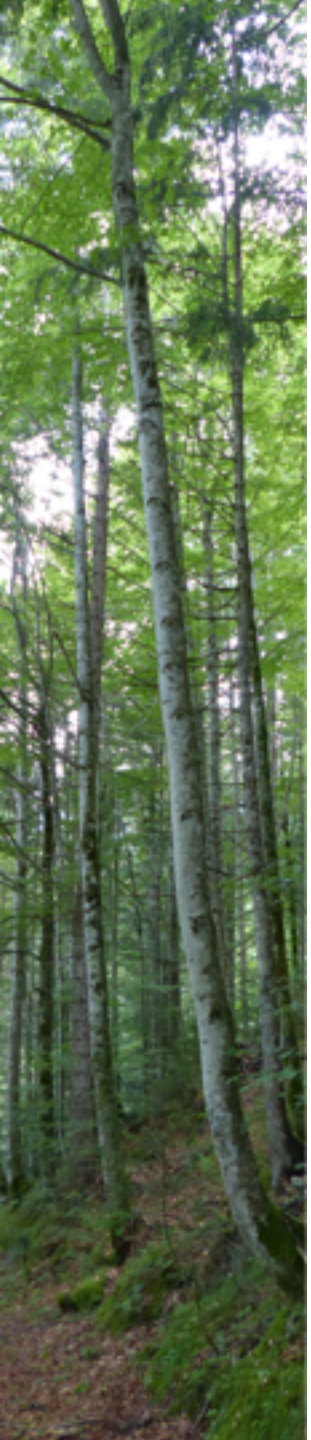
•Geni nucleari regolatori della cromoplastogenesi sono correlati con la biosintesi dei carotenoidi.

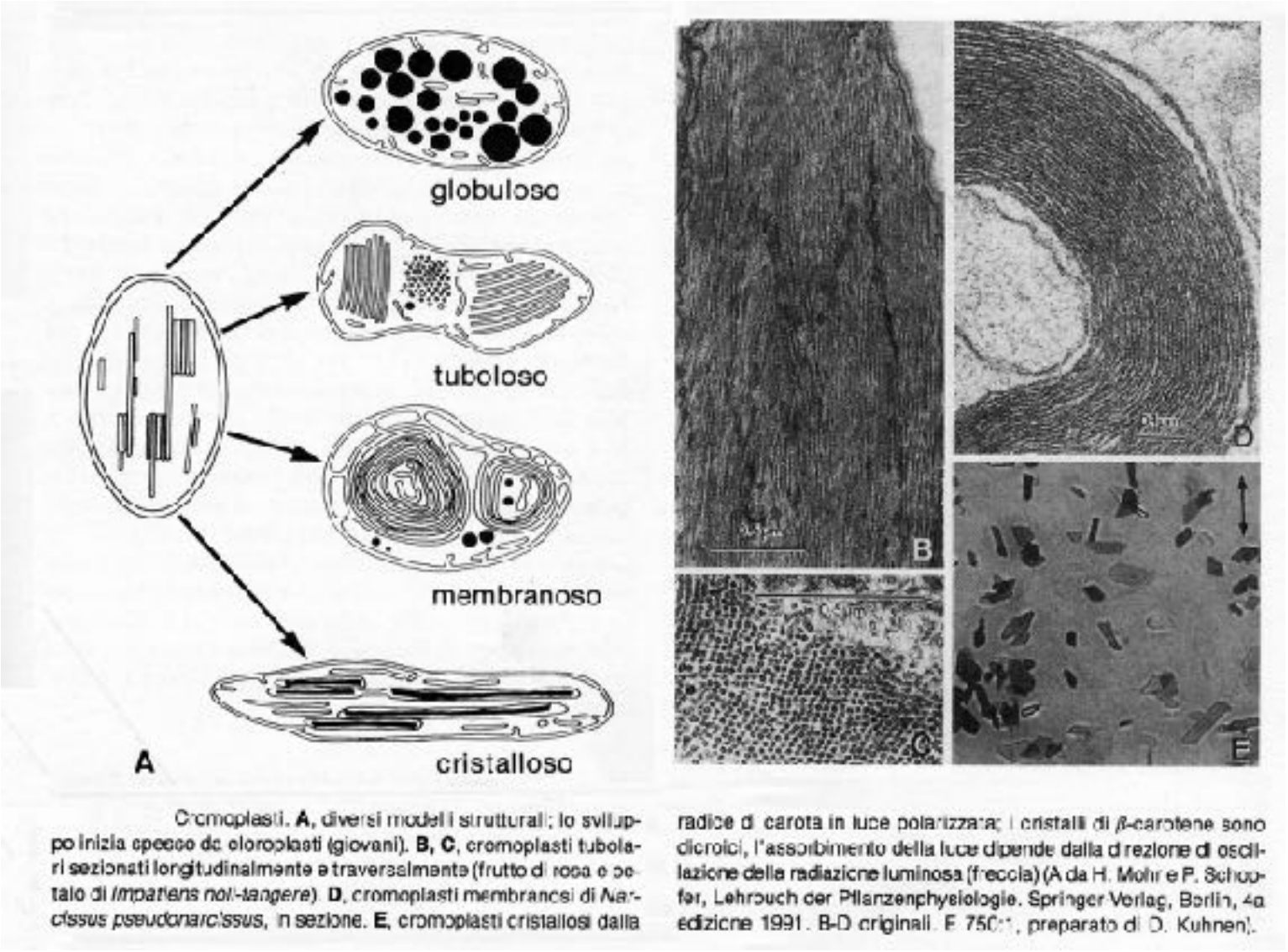
•Fattori eso- ed endogeni agiscono su differenziamento (fitormoni con funzione antagonista).



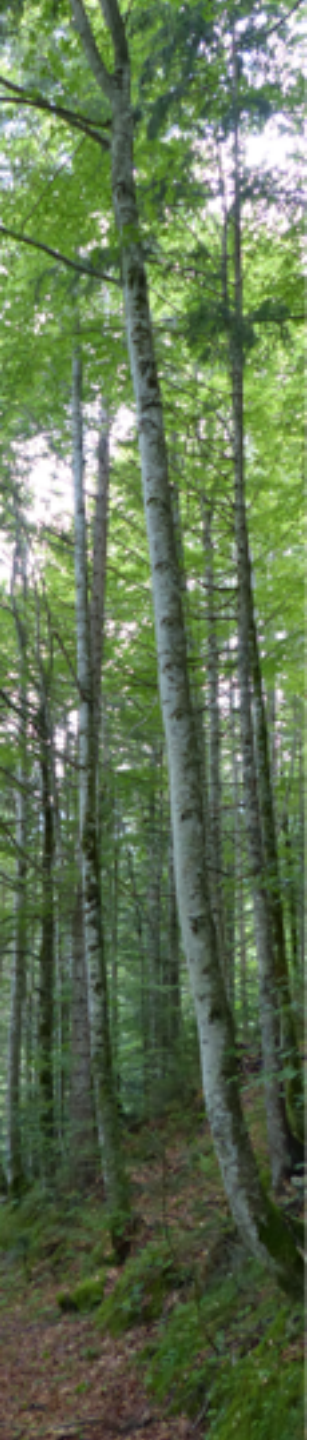


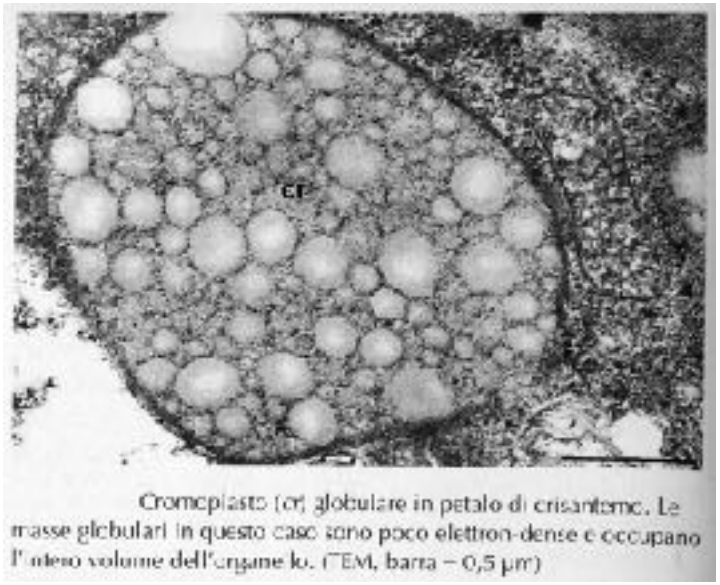
Questo schema illustra in quali modi i diversi tipi di plastidi possono trasformarsi l'uno nell'altro. È evidente che tutti i plastidi derivano direttamente o indirettamente dai proplastidi.





Cromoplasti. **A**, diversi modelli strutturali; lo sviluppo inizia spesso dai cloroplasti (giovani). **B, C**, cromoplasti tubolari sezionati longitudinalmente e trasversalmente (frutto di rosa e petalo di *Impatiens noli-tangere*). **D**, cromoplasti membranosi di *Narcissus pseudonarcissus*, in sezione. **E**, cromoplasti cristallosi dalla radice di carota in luce polarizzata; i cristalli di *β*-carotene sono dicroici, l'assorbimento della luce dipende dalla direzione di oscillazione della radiazione luminosa (freccia) (A da H. Mohr e P. Schopfer, Lehrbuch der Pflanzenphysiologie. Springer Verlag, Berlin, 4a edizione 1991. B-D originali. E 750×, preparato di D. Kuhnen).





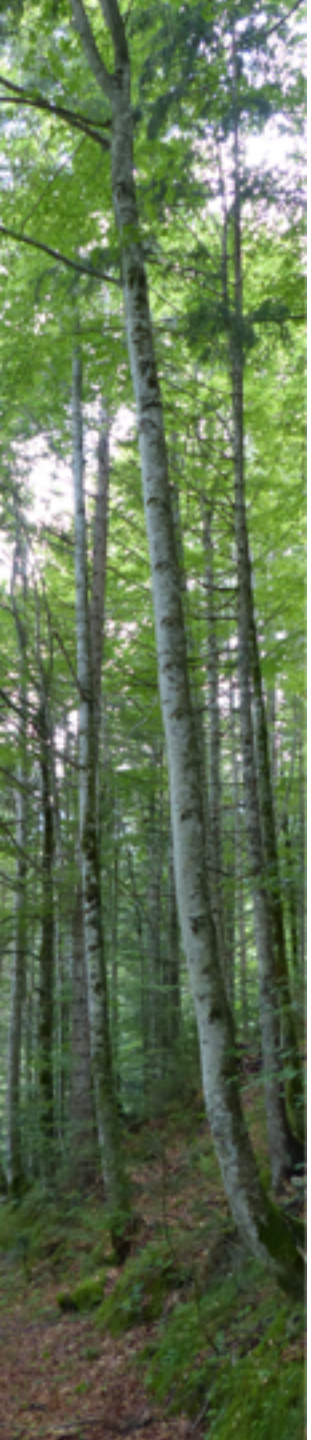
Cromoplasto (cr) globulare in petalo di crisantemo. Le masse globulari in questo caso sono poco elettron-dense e occupano l'intero volume dell'organo lo. (TEM, barra = 0,5 µm)



Cromoplasti **globulari:** i più primitivi, in frutti (es. arancia, pesca) e in alcuni fiori (es. *Ranunculus*). Le vescicolette interne sono delimitate da un monostrato di lipidi e proteine.

Cromoplasti **membranosi**: i più poveri di pigmenti (3% di carotenoidi), fortemente apolari; nei petali del narciso e nel frutto del peperone.

Cromoplasti **cristallini**: accumulano cristalli di beta carotene (radice di carota) o di licopene (frutto del pomodoro).



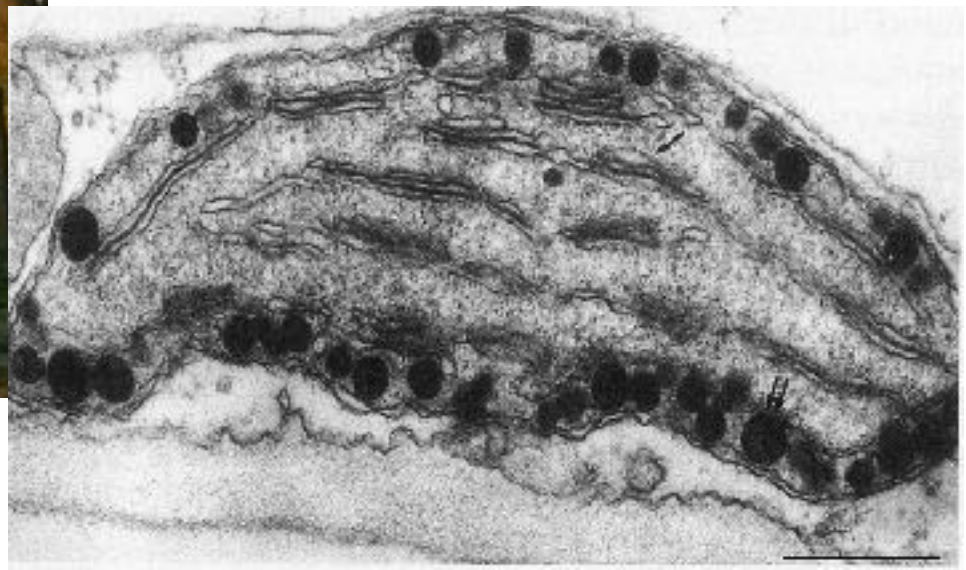
GERONTOPLASTI

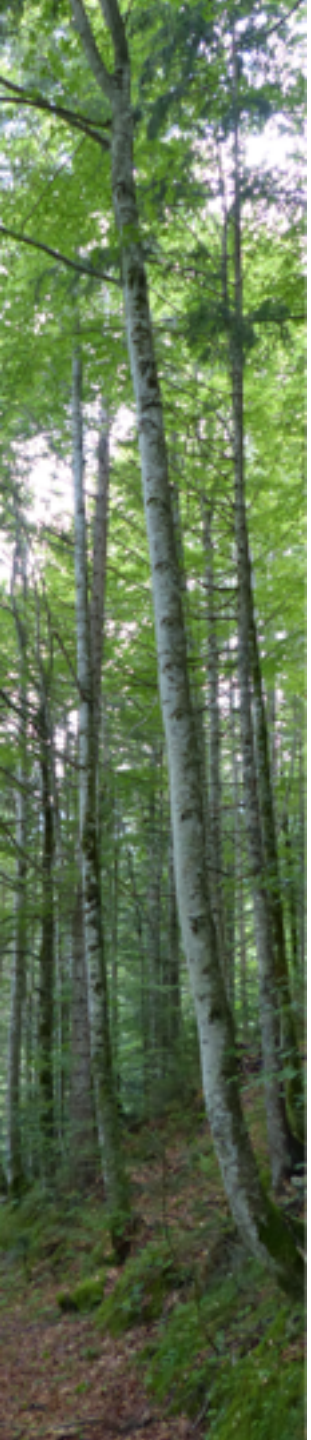
La sintesi ex novo di elevate quantità di carotenoidi è l'evento che definisce i veri cromoplasti.



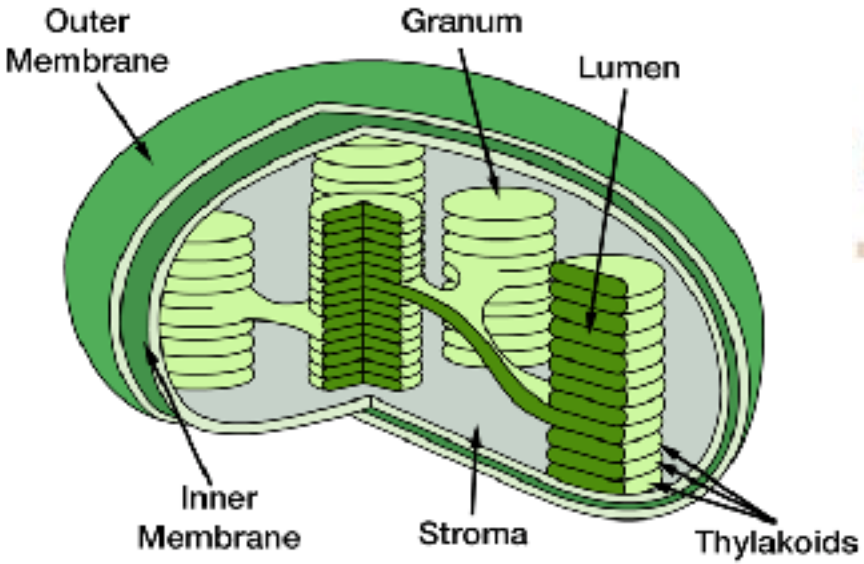
In foglie senescenti o in tessuti verdi attaccati da patogeni (es. funghi) vi è degenerazione dei cloroplasti con degradazione delle clorofille e dei tilacoidi, per cui i pigmenti verdi non mascherano più i carotenoidi già presenti

plastidi senescenti = gerontoplasti



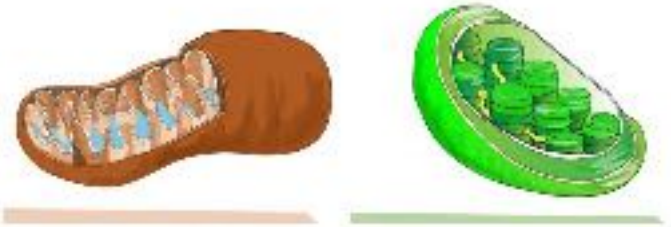


Chloroplast

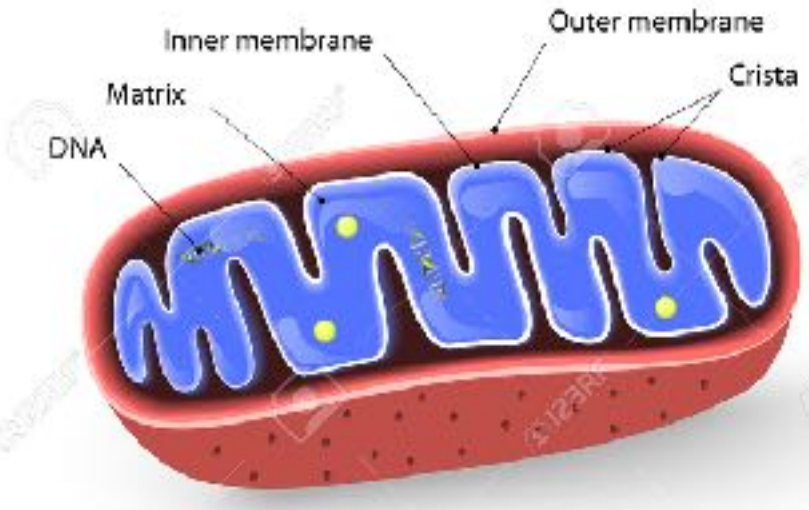


Mitochondria vs. Chloroplast

Key Differences and Similarities



MITOCHONDRION




FOTOSINTESI



$$6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow{\text{Luce}} C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 6O_2$$

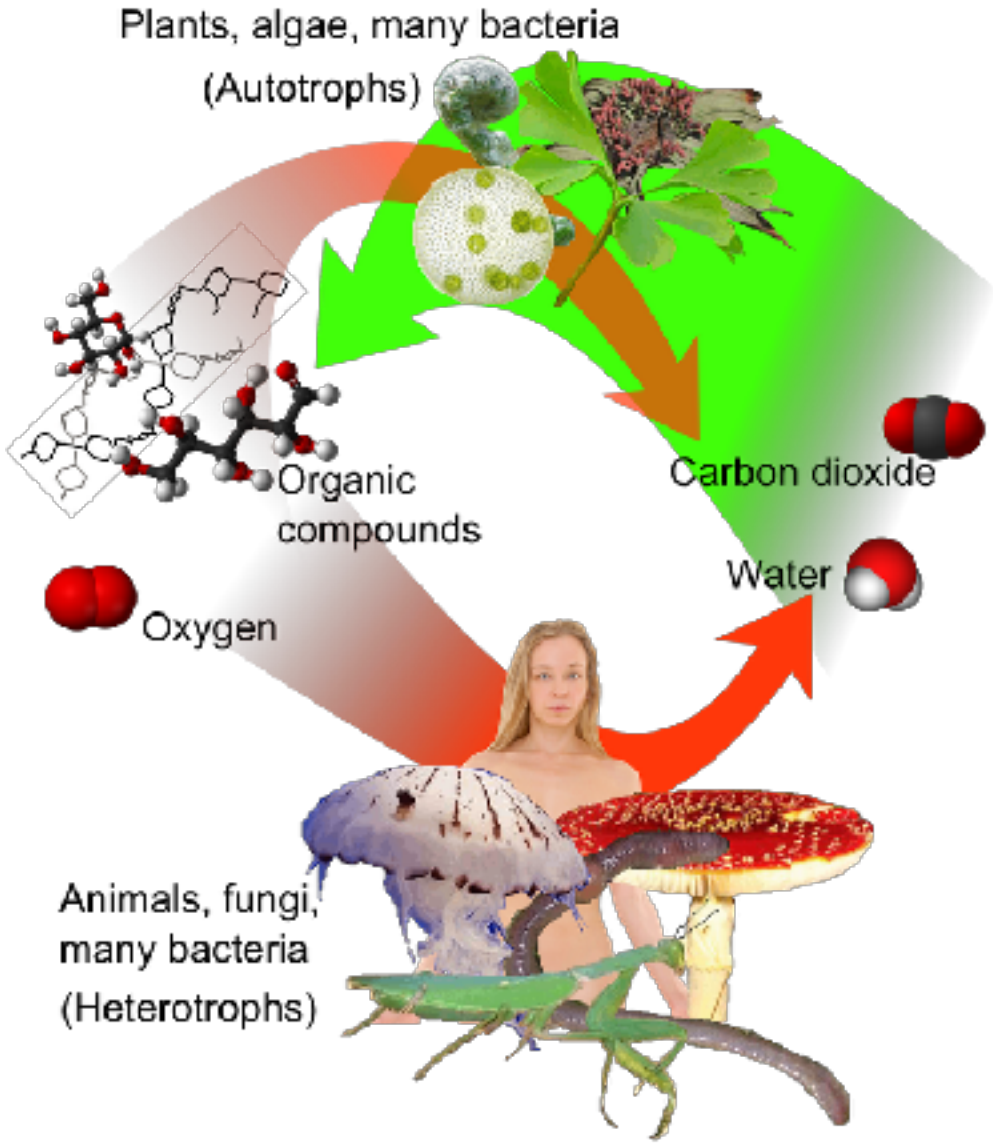


Gran parte della vita sulla Terra come la conosciamo oggi dipende dai prodotti delle reazioni della fotosintesi che fissano la CO_2 in composti organici. In molti casi, questo processo libera ossigeno molecolare come "rifiuto".

Si tratta di processo complesso, presente solo in alcuni gruppi di batteri, nelle alghe e nelle piante superiori.

L'evoluzione della fotosintesi è stata la causa della trasformazione dell'atmosfera primordiale della terra da ambiente riducente a ossidante.

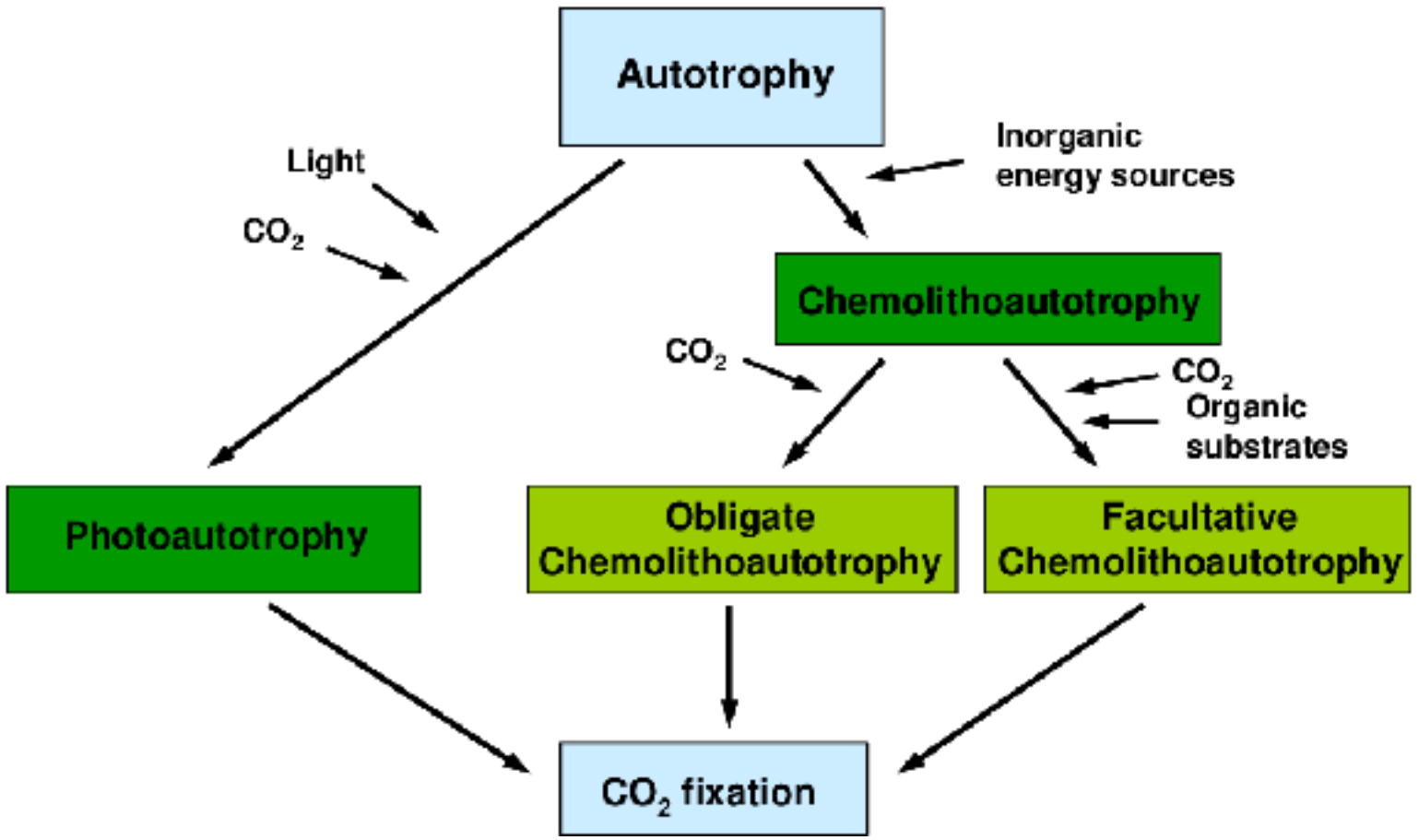



Plants, algae, many bacteria
(Autotrophs)
Organic
compounds
Carbon dioxide
Water
Oxygen
Animals, fungi,
many bacteria
(Heterotrophs)



Differenze tra autotrofi e eterotrofi		
	Autotrofi	**Eterotrofi**
Fonte di energia	Luce solare Composti inorganici ridotti	Carboidrati, proteine e grassi
Fonte del materiale da costruzione	Composti inorganici	Composti organici
Organismi	Piante Alghe Cianobatteri Batteri fotosintetizzanti	Animali Funghi Piante parassite La maggior parte dei batteri




Autotrophy
Light
CO_2
Inorganic
energy sources
Chemolithoautotrophy
CO_2
CO_2
Organic
substrates
Photoautotrophy
Obligate
Chemolithoautotrophy
Facultative
Chemolithoautotrophy
CO_2 fixation



CHEMOLITHOTROPHY

•**Chemolithotrophs**-These microbes obtain electrons for the electron transport chain from the oxidation of inorganic molecules rather than NADH generated by the oxidation of organic nutrients.

•The acceptor is usually O2, but sulfate and nitrate are also used.

•The most common electron donors are hydrogen, reduced nitrogen compounds, reduced sulfur compounds, and ferrous iron (Fe2).

Bacteria	Electron Donor	Electron Acceptor
Alcaligenes, Hydrogenophaga, and *Pseudomonas* spp.	H_2	O_2
Nitrobacter	NO_2^-	O_2
Nitrosomonas	NH_4^+	O_2
Thiobacillus denitrificans	S^0, H_2S	NO_3^-
Thiobacillus ferrooxidans	Fe^{2+}, S^0, H_2S	O_2



Si noti che le piante sono autotrofe solo dopo che sono emerse dal suolo. Nella fase precoce di sviluppo i germogli si nutrono del contenuto dei cotiledoni.

