



UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE  
DIPARTIMENTO SCIENZE DELLA VITA E DELL'AMBIENTE  
Corso di Laurea in Scienze Biologiche

*CHANGING CONCEPTS OF A PLANT: CURRENT  
KNOWLEDGE ON PLANT DIVERSITY AND EVOLUTION*

Tesi di laurea di:  
Luca Galluzzo

Docente referente:  
Prof.ssa Cecilia Maria Totti

Anno Accademico 2023/2024

# INTRODUZIONE

Fotosintesi ossigenica → caratteristica comune tra cianobatteri, alghe e piante terrestri

Il fenomeno dell'endosimbiosi è il processo chiave per comprendere l'evoluzione e la diversificazione algale.



# ORGANISMI FOTOSINTETIZZANTI

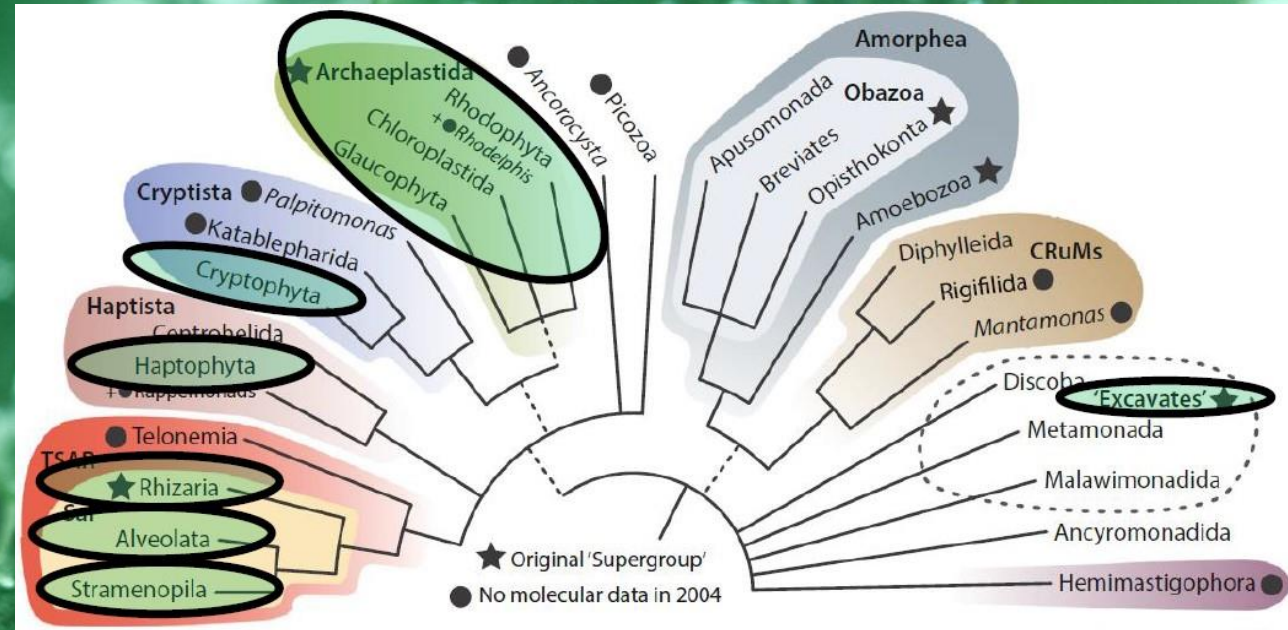
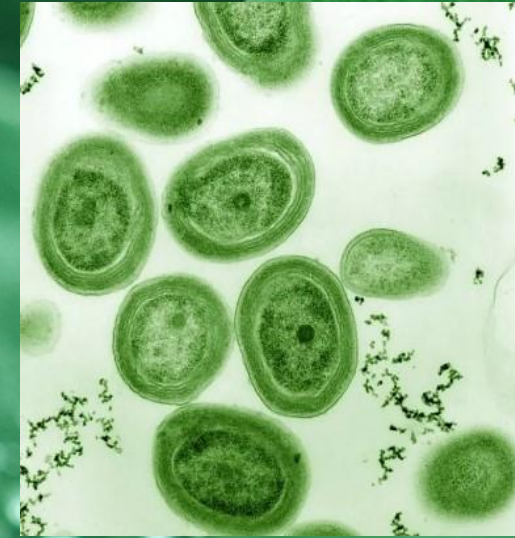
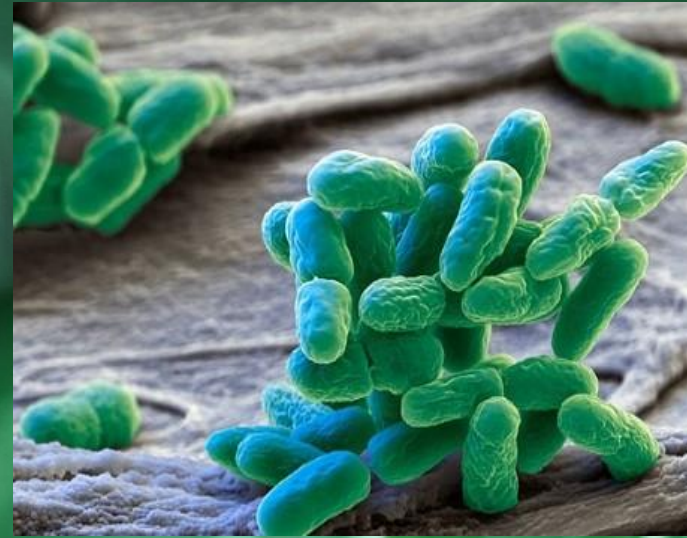
Procarioti → Cianobatteri

Eucarioti:

- Archaeplastida
- Excavata
- Stramenopili
- Alveolata
- Rhizaria
- Cryptista
- Haptista

La fotosintesi:

- Cianobatteri → in un sistema di membrane interne
- Alghe e piante terrestri → nel cloroplasto



# ENDOSIMBIOSI PRIMARIA

L'endosimbiosi del cianobatterio viene chiamata endosimbiosi primaria:

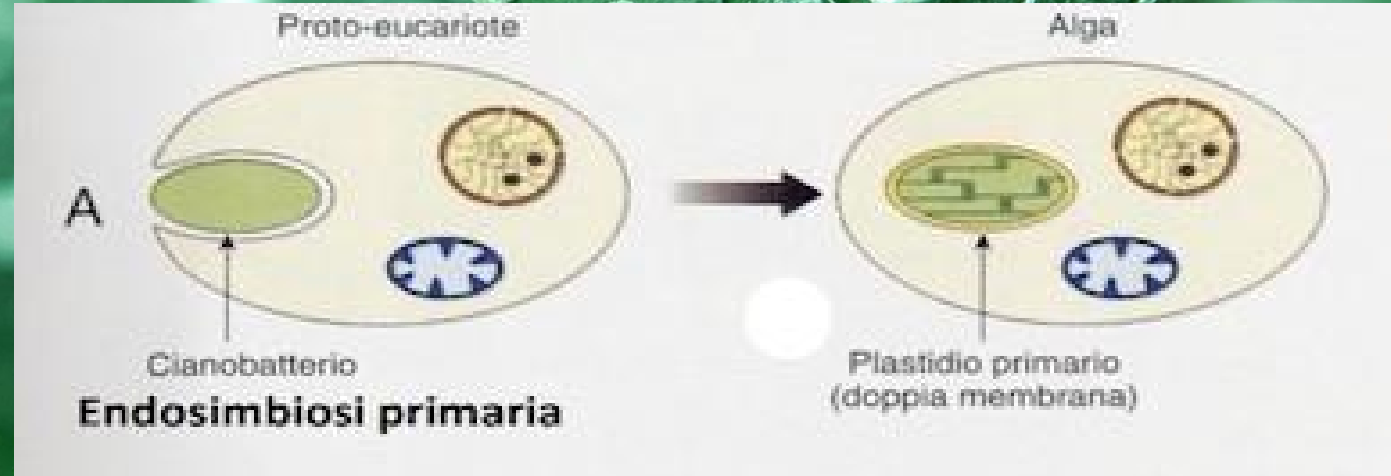
- Un cianobatterio viene inglobato da una cellula eterotrofa, si stabilisce una simbiosi
- Il cianobatterio si trasforma nel plastidio della cellula

Il plastidio che si forma, detto plastidio primario, risulta delimitato da 2 membrane:

- Membrana interna del cianobatterio
- Membrana esterna del cianobatterio

L'endosimbiosi primaria dà origine a tre gruppi algali, definiti "piante primarie":

- Glaucophyta: plastidi primitivi, simili a un cianobatterio
- Rhodophyta (alghe rosse): cloroplasti con tilacoidi isolati, non associati a lamelle
- Chlorophyta e Streptophyta (alghe verde e piante terrestri): cloroplasti formati da più tilacoidi, formano i grana



# ENDOSIMBIOSI SECONDARIA

Le "piante secondarie", sono il risultato di un endosimbiosi secondaria:

- Un eucariote eterotrofo fagocita un alga unicellulare eucariote provvista di plastidi primari
- L'alga unicellulare si riduce e si trasforma nel plastidio della cellula
- I plastidi che si formano risultano avere 3 o 4 membrane

Alghe con plastidi secondari :

- Alghe con plastidi verdi, l'alga con plastidi primari inglobata era un alga verde unicellulare:
  - Chlorarachniophyta
  - Euglenophyta
- Alghe con plastidi rossi, l'alga con i plastidi primari inglobata era un alga rossa unicellulare:
  - Cryptophyta
  - Haptophyta
  - Heterokontophyta
  - Dinophyta



# ENDOSIMBIOSI → INTEGRAZIONE

Integrazione nella cellula:

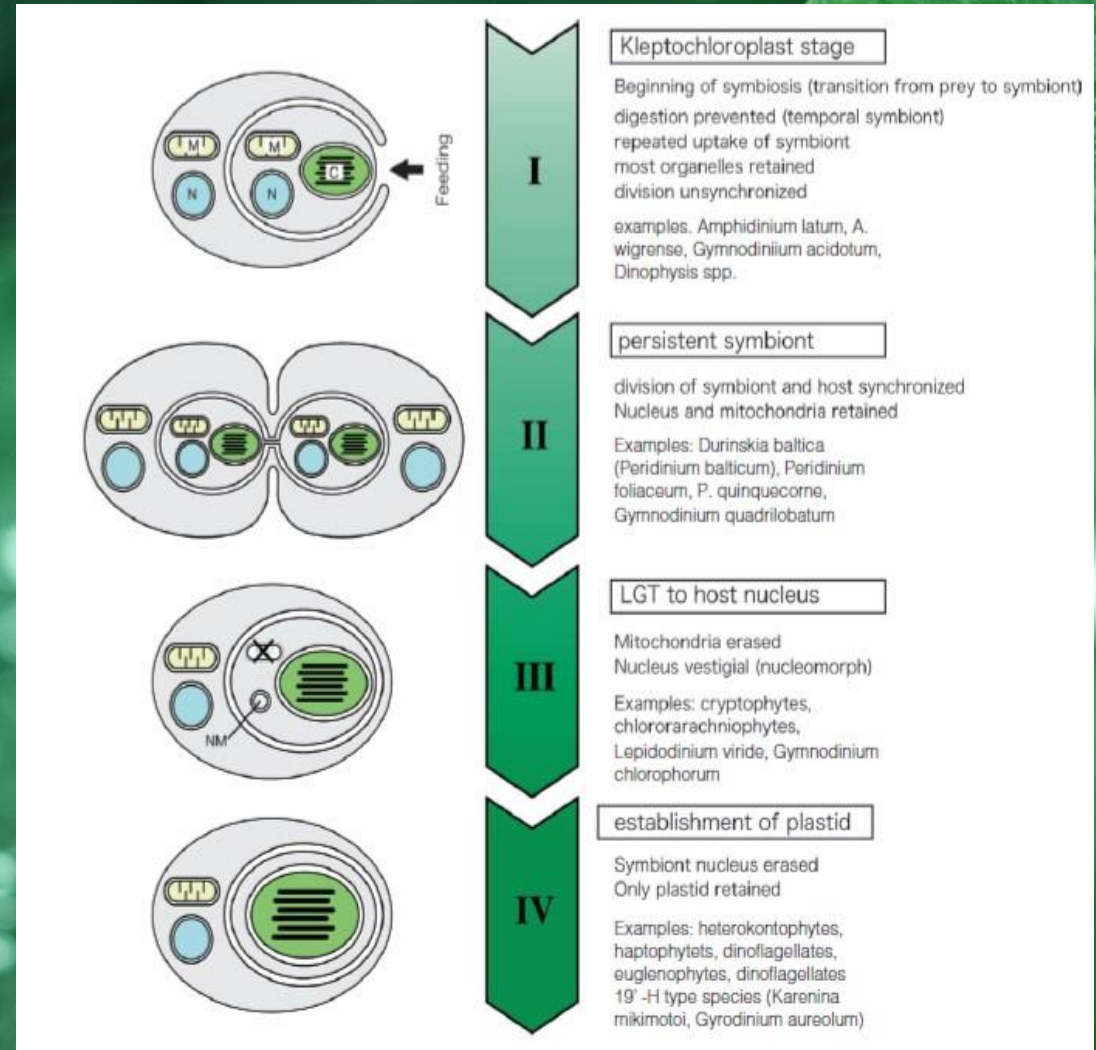
- Trasferimento laterale dei geni dal simbionte al nucleo dell'ospite
- Istituzione di un meccanismo di trasporto delle proteine

Passaggi:

- Un protista inghiotte un alga
- Il protista non riesce a digerire l'alga e la trattiene all'interno (I)
- Sincronizzazione dei cicli cellulari
- Trasferimento laterali dei geni (II)
- Organuli del simbionte iniziano a degenerare. A volte viene mantenuto il nucleo del simbionte, detto nucleomorfo (III)
- Il nucleomorfo rimane fino a quando il controllo da parte dell'ospite non è completamente stabilito (IV)



- Riduzione autonomia simbionte
- Ospite integra il simbionte come un organulo



# NUCLEOMORFO

## Nucleomorfo:

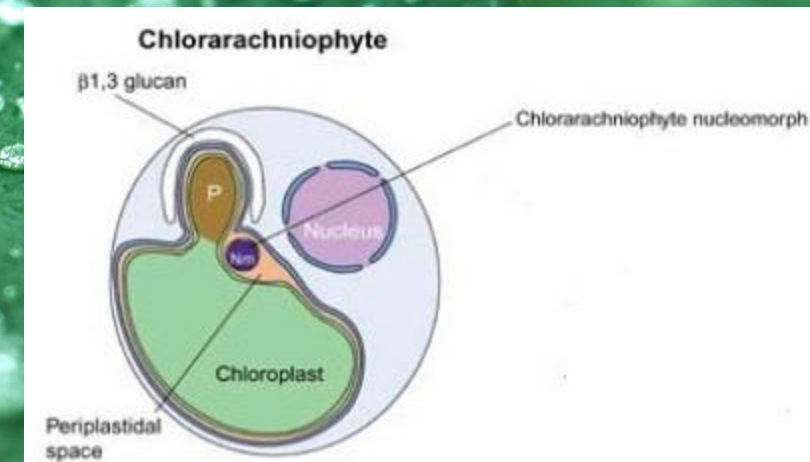
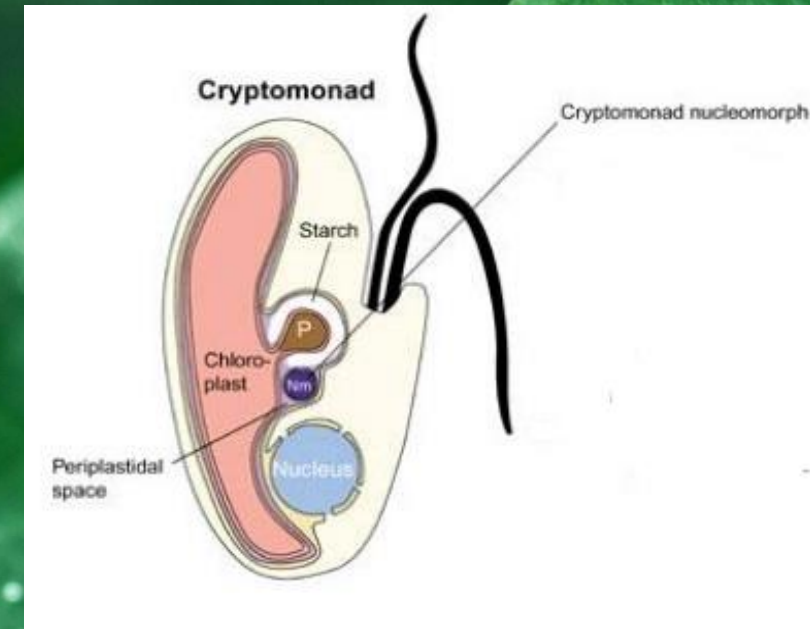
- Riscontrato in alcune Cryptophyte e Chlorarachniophyta
- Genoma ridotto, gran parte dei geni sono trasferiti al nucleo della cellula ospite
- Funzioni ridotte, ma essenziali

## Peptidi di transito:

- Sequenze segnale che indirizzano le proteine sintetizzate dal genoma dell'ospite verso il nucleomorfo

## Esempi:

- Proteine ribosomiale S9 in *Cryptomonas paramecium*
  - o codificata nel nucleo dell'ospite e indirizzata dal peptide di transito al nucleomorfo
  - o Necessaria per il funzionamento del ribosoma del nucleomorfo
- FCP (Fucoxanthin Chlorophyll a/c Protein) in *Guillardia Theta*
  - o Proteine essenziali per la fotosintesi, codificate dal nucleo dell'ospite
  - o Peptidi di transito indirizzano le proteine dal citoplasma dell'ospite al plastidio



# TRASPORTO PROTEINE

Il passaggio delle proteine è mediato dal sistema TIC/TOC:

- TOC, traslocamento dalla membrana esterna, riconosce e trasferisce i composti sintetizzati all'interno
- TIC, traslocamento dalla membrana interna, regola il flusso dei metaboliti

Toc75 → componente del canale TOC del cloroplasto

SynToc75 → proteina omologa a Toc75 trovata in *Synechocystis*, un cianobatterio

SynToc75 è il traslocatore nel cianobatterio → omologia tra le due membrane dei plastidi e le due membrane dei cianobatteri

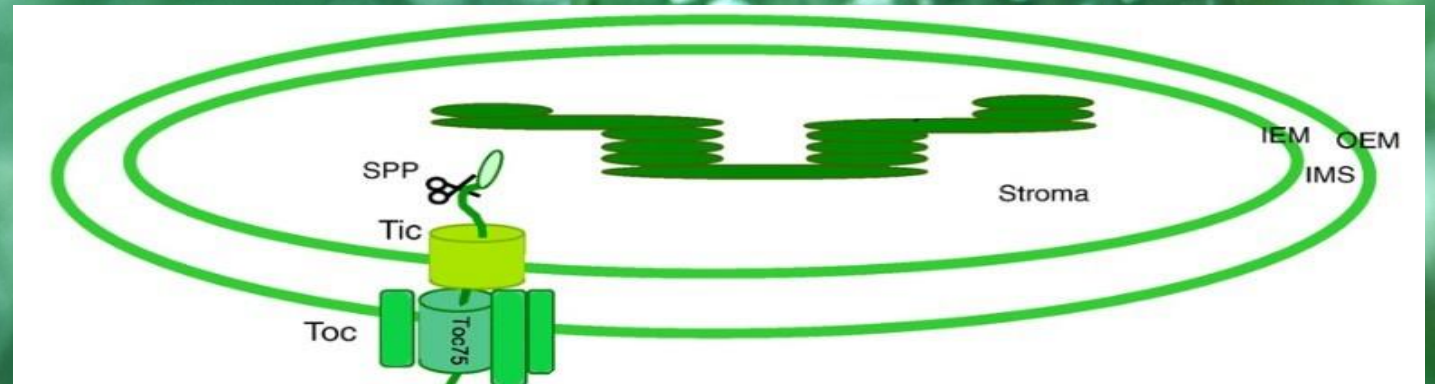
I peptidi di transito sono stati individuati in tutte le piante primarie



I plastidi di queste alghe e delle piante terrestri hanno lo stesso meccanismo di importazione delle proteine



Origine comune → Endosimbiosi





Le alghe rappresentano i produttori primari dominanti del pianeta, attraverso il processo della fotosintesi clorofilliana.

È grazie alle alghe e ai cianobatteri che la Terra è diventata com'è ora, in quanto ne hanno cambiato le condizioni rendendola abitabile.

Le alghe includono sia le origini algali verdi delle piante terrestri sia una serie diversificata di altri taxa come eteroconti, rodofite, criptofite, clorococci, dinoflagellate e aptofite.

Studiare le interrelazioni e le origini di queste linee filogenetiche è interessante nella biologia evuzionistica in quanto capire l'origine dei loro plastidi offre l'opportunità di ottenere delle informazioni sulle varie sfaccettature dell'endosimbiosi.

Le conoscenze attuali sostengono in maniera netta l'origine cianobatterica dei plastidi, con l'inclusione stabile di molti dei geni dell'endosimbionte nel genoma ospite.

Questi e altri dati recenti riguardo le origini delle alghe e dei loro plastidi formano un punto d'inizio dal quale è possibile capire meglio l'origine del mondo vegetale e la sua importanza.

**GRAZIE PER L'ATTENZIONE**