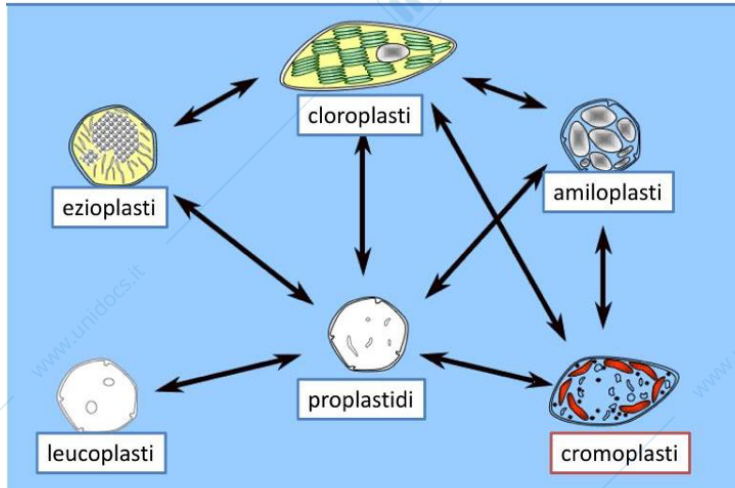


## I Plastidi

I plastidi sono organuli caratteristici della cellula vegetale e ne esistono di vari tipi che differiscono per funzione, colore, forma e struttura. Tutte queste tipologie di plastidio derivano dalla stessa

### Plastidi



forma embrionale, il **protoplastidio**, ed entro certi limiti i plastidi possono trasformarsi l'uno nell'altro.

In base al colore e alla loro funzione i plastidi maturi possono essere suddivisi in:

- **Cloroplasti**, organuli di colore verde contenenti clorofille e carotenoidi e

che svolgono fotosintesi;

- **Cromoplasti**, plastidi che possono essere di colore rosso, arancione e giallo dato che contengono carotenoidi e xantofille e danno colore a fiori, frutti e foglie senescenti;
- **Leucoplasti**, organuli incolori che svolgono una funzione di riserva.

A loro volta i leucoplasti possono essere classificati in base alla sostanza che accumulano:

- Gli **amiloplasti** accumulano amido secondario;
- I **proteinoplasti** accumulano proteine;
- I **lipidoplasti** accumulano lipidi.

Se i plastidi sono tenuti al buio si trasformano in **ezioplasti**, una forma che se esposta alla luce solare si differenzia in cloroplasti.

### Caratteristiche dei plastidi

La divisione dei plastidi non dipende dalla divisione della cellula ma si dividono per **scissione binaria**.

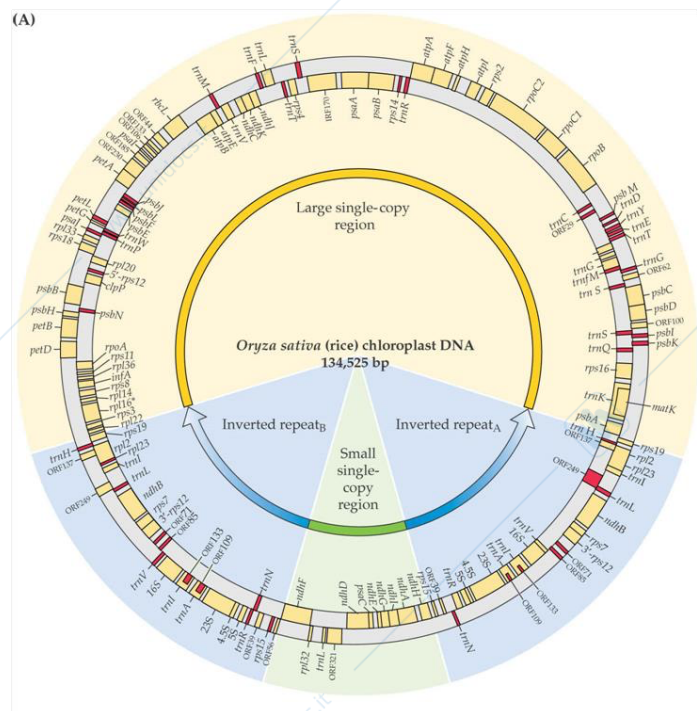
In una cellula del mesofillo fogliare si possono trovare tra i **20 e i 50** cloroplasti con un massimo di **80**.

Durante la scissione binaria il plastidio originale assume una forma **a manubrio** e in seguito la costrizione centrale si restringe in maniera progressiva fino a che i due plastidi figli non si separano. Il restringimento è causato dalla contrazione di **due strutture anulari** concentriche associate alla zona di costrizione.

I plastidi contengono un tipo di DNA detto **cpDNA** o **plastoma** che, rispetto al DNA nucleare, rappresenta il **10%-20%** ma è superiore rispetto a quello del mitocondrio ad eccezione del mais.

Il plastoma può essere attaccato ai **tilacoidi** o alla **membrana più interna** che delimita il cloroplasto. Il cpDNA **non presenta istoni** ed è **circolare**, simile a quello dei procarioti.

Il cpDNA è costituito da quattro regioni: una grande con geni a singola copia denominata **LSC**, una regione piccola con geni a singola copia detta **SSC** e due zone **inverted repeat** che separano LSC e SSC.



Alcuni geni all'interno del plastidio sono legati alla fotosintesi, altri alla trascrizione, altri sono per le proteine ribosomiali...

Se avviene la sintesi proteica nei cloroplasti ci serviranno dei ribosomi: sono presenti **ribosomi 70S**.

Però, la maggior parte dei genomi plastidiali codifica **solo una piccola frazione** delle proteine plastidiali, mentre le altre vengono codificate dal DNA nucleare e importate nel plastidio tramite le traslocasi.

Si ipotizza che i plastidi abbiano la stessa **origine endosimbiontica** del mitocondrio: un cianobatterio, organismo procurate in grado di

svolgere fotosintesi, sia stato inglobato ma non assorbito da una cellula proto-eucariote.

### Cloroplasti

I cloroplasti sono plastidi in grado di formare **clorofilla e altri pigmenti** e sono quindi in grado di compiere **fotosintesi**.

Nelle alghe abbiamo un solo, grande plastidio per cellula detto **cromatoforo** mentre nelle forme più evolute sono presenti più cloroplasti di grandezza compresa tra i **4 e i 10  $\mu\text{m}$**  per cellula.

I cloroplasti **sono capaci di muoversi** per intercettare una maggiore quantità di luce e **addossandosi sul plasmalemma** diminuiscono lo spazio di diffusione dell'anidride carbonica.

Al contrario delle membrane della maggior parte delle cellule eucariotiche quella dei cloroplasti è **povera di fosfolipidi e ricca di galattolipidi**. La membrana esterna è dotata di **porine** che formano dei canali per renderla permeabile a molecole di dimensioni ridotte.

La clorofilla presente nei cloroplasti è sintetizzata dall'enzima **protoclorofilla ossidoreduttasi** il quale necessita **luce e NADPH**.

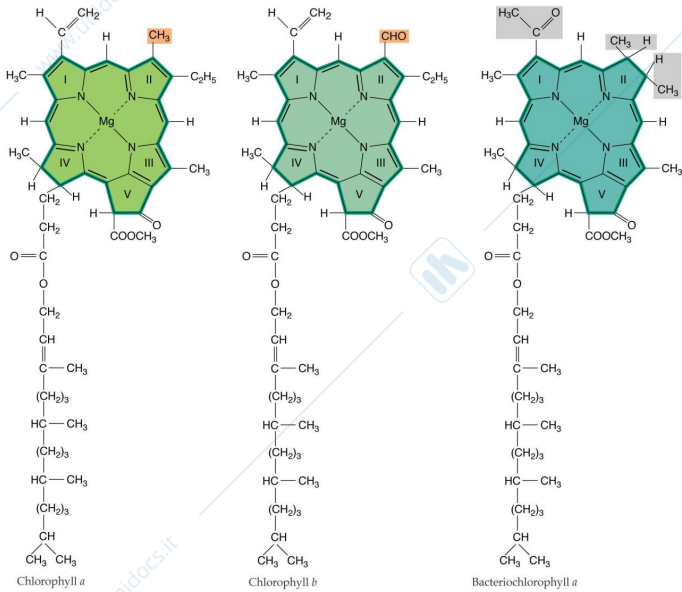
I cloroplasti sono formati da vescicole dette **tilacoidi** che possono essere strobili se attraversano gli **stromi**, o possono formare delle colonne dette **grana** il cui numero è proporzionale alla quantità di luce. I grana sono generalmente **30-40**, ma in condizioni poco luminose possono arrivare ad essere 100.

Una volta prodotto il glucosio questo viene subito convertito in **amido primario** che, dopo essere stato traslocato in zone di riserva è detto **amido secondario**.

Il tilacoide è **cavo** all'interno e ci sono strettamente inseriti gli elementi necessari per la fotosintesi.

### Clorofilla

I principali pigmenti sono le clorofille, i carotenoidi e le ficobiline. Le clorofille si dividono in diversi tipi, ma le più comuni sono la **clorofilla A**, di colore blu-verde, e la **clorofilla B**, di colore giallo-verde.



La quantità di clorofilla A contenuta è generalmente **il doppio o il triplo** rispetto alla quantità di clorofilla B.

La molecola di clorofilla è formata da **quattro anelli pirrolici** intorno a un **magnesio** formando un anello a quattro nuclei detto **porporina** e da una catena idrocarburica detta **fitolo** è attaccata all'anello.

Altri tipi di clorofilla sono:

- **Clorofilla C1**, è il sostituto della clorofilla b nelle alghe brune e nelle alghe gialle;
- **Clorofilla C2**, è il sostituto della clorofilla b nelle alghe rosse;
- **Clorofilla D**, è presente nei cianobatteri;
- **Clorofilla F**, è presente nei cianobatteri.

## Fotosintesi

La fotosintesi è volgarmente divisa in **fase luminosa**, dipendente dalla luce, e **fase oscura**, che invece non dipende dalla luce. Gli enzimi che catalizzano la fase oscura sono situati nello stoma.

La fotolisi avviene in  **$10^{-12}$  secondi** e durante la fase oscura il **ruboloso-1,5-bisfosfato (RUBP)** viene carbossilato a **3-fosfoglicerato** producendo anidride carbonica e il 3-fosfoglicerato viene ridotto in **trioso fosfato** grazie all'energia dell'ATP e all'elettrone del NADPH.

Il trioso fosfato viene trasferito dallo stoma del cloroplasto al citosol grazie a un **trasportatore del trioso fosfato** che si trova nell'involucro interno, dove andrà nella sintesi del saccarosio.

Le piante si dividono in tre tipi di fotosintesi: le **C3** formano una molecola con tre atomi di carbonio, le **C4** formano una molecola a quattro atomi di carbonio e le **CAM** hanno una separazione

temporale tra la cattura dell'anidride carbonica e la produzione di glucosio.

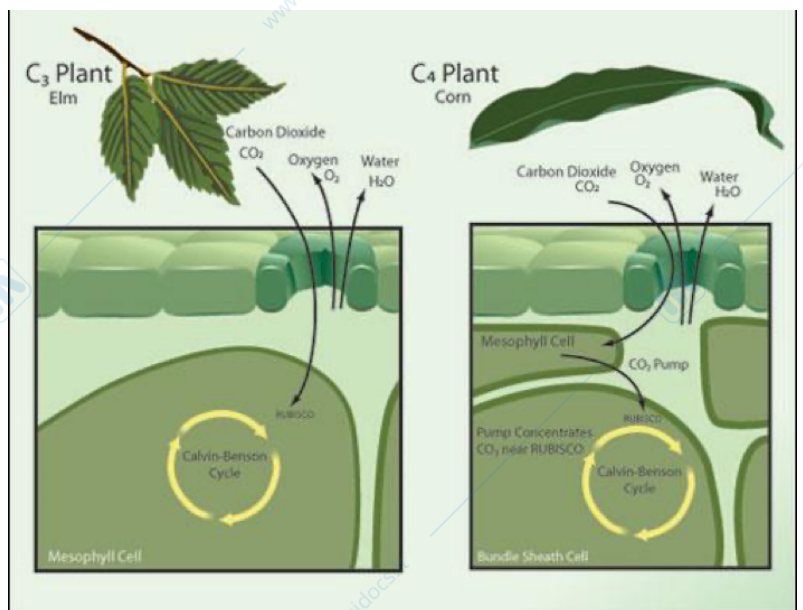
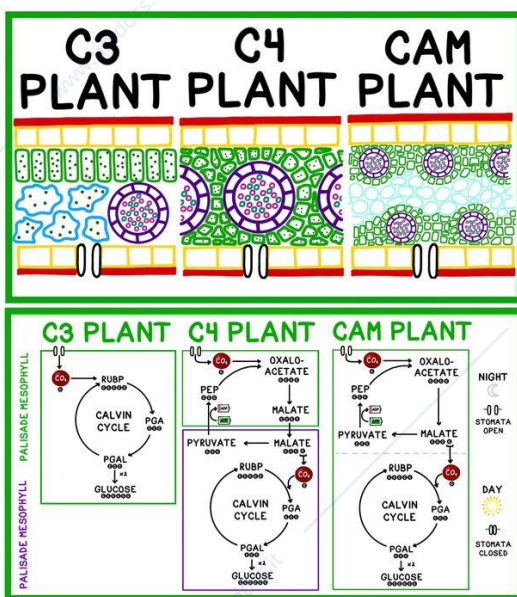
Le C4 e le CAM sono degli adattamenti che impediscono il problema della **fotorespirazione** e prevengono il **distacco**. La prima la ritroviamo infatti in piante come il mais che vivono in pieno sole e la seconda è tipica delle piante grasse.

L'enzima **RuBisCO** funziona solo con un'alta concentrazione di anidride carbonica, altrimenti ha un'azione di **ossigenasi** e produce anidride, reazione che **deve essere impedita** il più possibile.

La C4 avviene grazie alla **separazione spaziale** tra la fissazione dell'anidride carbonica e viene catturata dalla **PEP carbossilasi**. Nelle ore più calde le foglie di queste piante chiudono gli stomi.

La fotosintesi CAM consiste nell'**entrata di anidride carbonica atmosferica durante la notte**, quando si aprono gli stomi, che viene catturata dalla PEP carbossilasi che la converte in acidi organici e la stocca nei vacuoli. Per questo il succo di alcuni cactus è caustico.

Le piante C4 presentano spesso l'**anatomia di Kranz**: intorno ai fasci vascolari è presente una guaina di cellule fotosintetiche nei cui cloroplasti è contenuta tutto l'enzima RuBisCO della foglia.



## Leucoplasti

Il termine "leucoplasto" indica qualsiasi plastidio **incolore**. Questi vengono classificati in base alle prodotte e/o accumulate e sono tipici dei **tessuti di riserva** come il midollo dei fusti, le radici e organi sotterranei, semi e frutti.

Sono caratterizzati da un involucro esterno costituito da due membrane e da uno stoma ricco di sostanze di riserva. Hanno un **sistema di membrane molto ridotto**.

## Amiloplasti

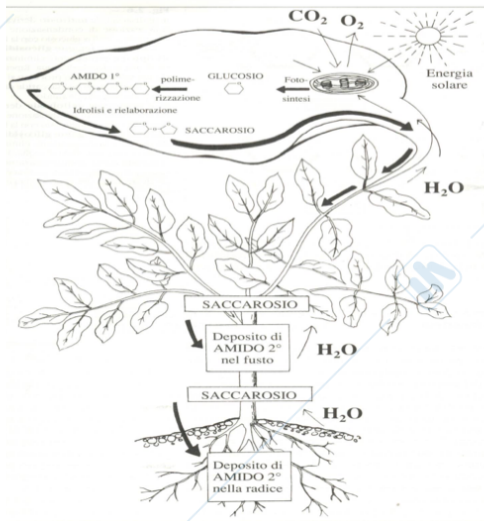


Fig. 2.7  
Ciclo dell'amido. Il glucosio prodotto durante la fotosintesi viene polimerizzato in una forma insolubile (amido primario), sostanza inerte e poco ingombrante. Lo stesso deve essere necessariamente traslocato, attraverso il sistema conduttore della pianta (floema) in una forma solubile (saccarosio) per poi essere ripolimerizzato una volta giunto agli organi di riserva (amido secondario).

Gli amminoplasti immagazzinano l'**amido secondario**, composto da **amilosio e amilopectina**, come sostanza di riserva a lungo termine.

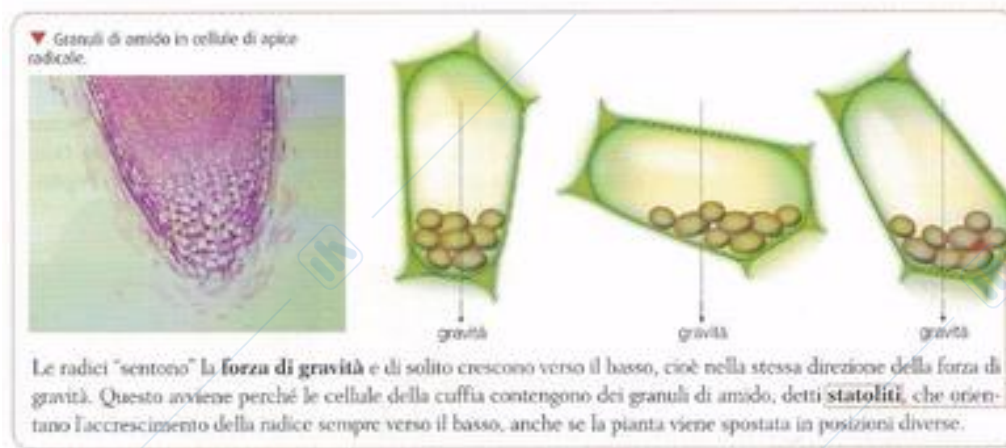
I granuli di amido secondario vengono depositi all'interno degli amiloplasti a partire da un centro proteico detto **ILO** attorno al quale l'amido viene depositato in strati concentrici.

Questi granuli possono essere semplici o composti e variare **di specie in specie**.

In una radice se osserviamo l'apice nella parte più esterna troveremo dei granuli di amido addossati sullo stesso lato di tutte le cellule. Questi granuli d'amido sono fatti di amido sedimentato che non viene più idrolizzato e sono detti **statoliti**. Sono il motivo per cui le piante hanno un **gradiente di gravità**, poiché gli statoliti si spostano per gravità (sono mobili).

## Cromoplasti

I cromoplasti sono plastidi contenenti **xantofille e carotenoidi** i quali gli conferiscono i colori giallo, arancione e rosso.



Generalmente si differenziano a partire dai **cloroplasti**, come avviene nella fase di maturazione dei frutti, ma possono anche derivare **da proplastidi o da leucoplasti** come nel caso della barbabietola o della carota.

I cromoplasti **non svolgono fotosintesi** e i loro pigmenti possono essere o **associati alla membrana** o essere nello **stoma** sottoforma di cristalli, corpi filamentosi o goccioline.

### Ezioplasti

In **assenza di luce** si formano gli ezioplasti, che posseggono un corpo paracristallino formato da un corpo prolamellare composto da elementi tubulari membranali da cui si prolungano nello stoma membrane lamellari dette protilacoidi.

L'ezioplasto è una forma **reversibile**: se viene portato alla luce si sviluppa in un classico cloroplasto.