

# REGNO PLANTAE

Una pianta è un eucariote pluricellulare complesso che presenta cellule con pareti cellulari di cellulosa, plastidi con clorofilla a e b, amido come prodotto di riserva.

Il regno Plantae comprende oggi centinaia di migliaia di specie diverse, adattate ad habitat diversi, che variano moltissimo in dimensioni

Le piante terrestri derivano da un gruppo di alghe verdi chiamate *caroficee*

## *ADATTAMENTI DELLE PIANTE*

Il rivestimento ceroso, la **cuticola**, sulle parti aeree delle piante aiuta a prevenire la disidratazione.

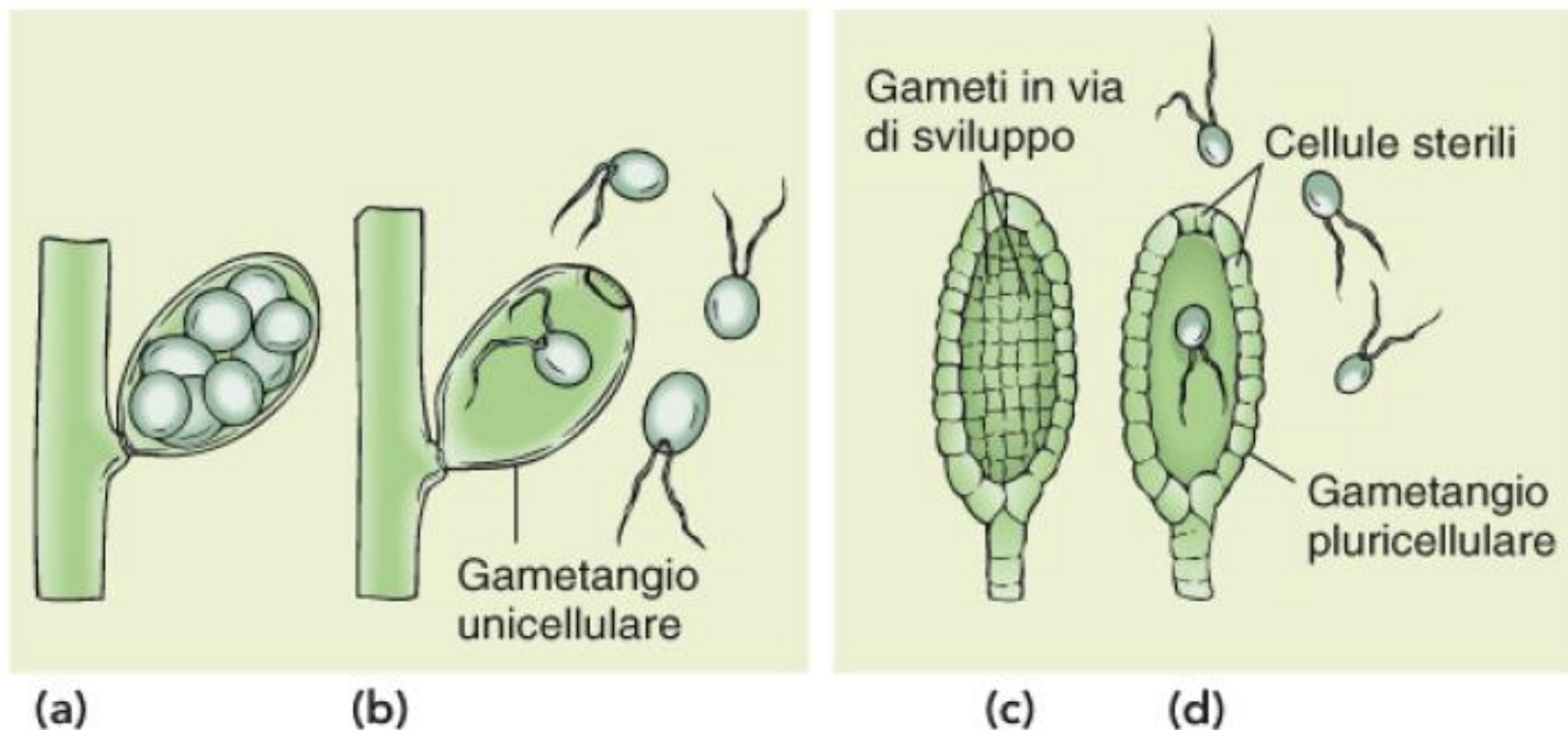
Per facilitare gli scambi gassosi hanno dei pori sulle foglie e fusti detti **stomi**.

Un punto chiave nell'evoluzione delle piante vascolari è stata la capacità di produrre **lignina** che permette alla pianta di crescere in altezza per massimizzare la captazione della luce.

In tutte le piante si sviluppano embrioni pluricellulari che sono contenuti in tessuti materni, a differenza delle alghe.

Per questa loro caratteristica vengono definite **embriofite**.

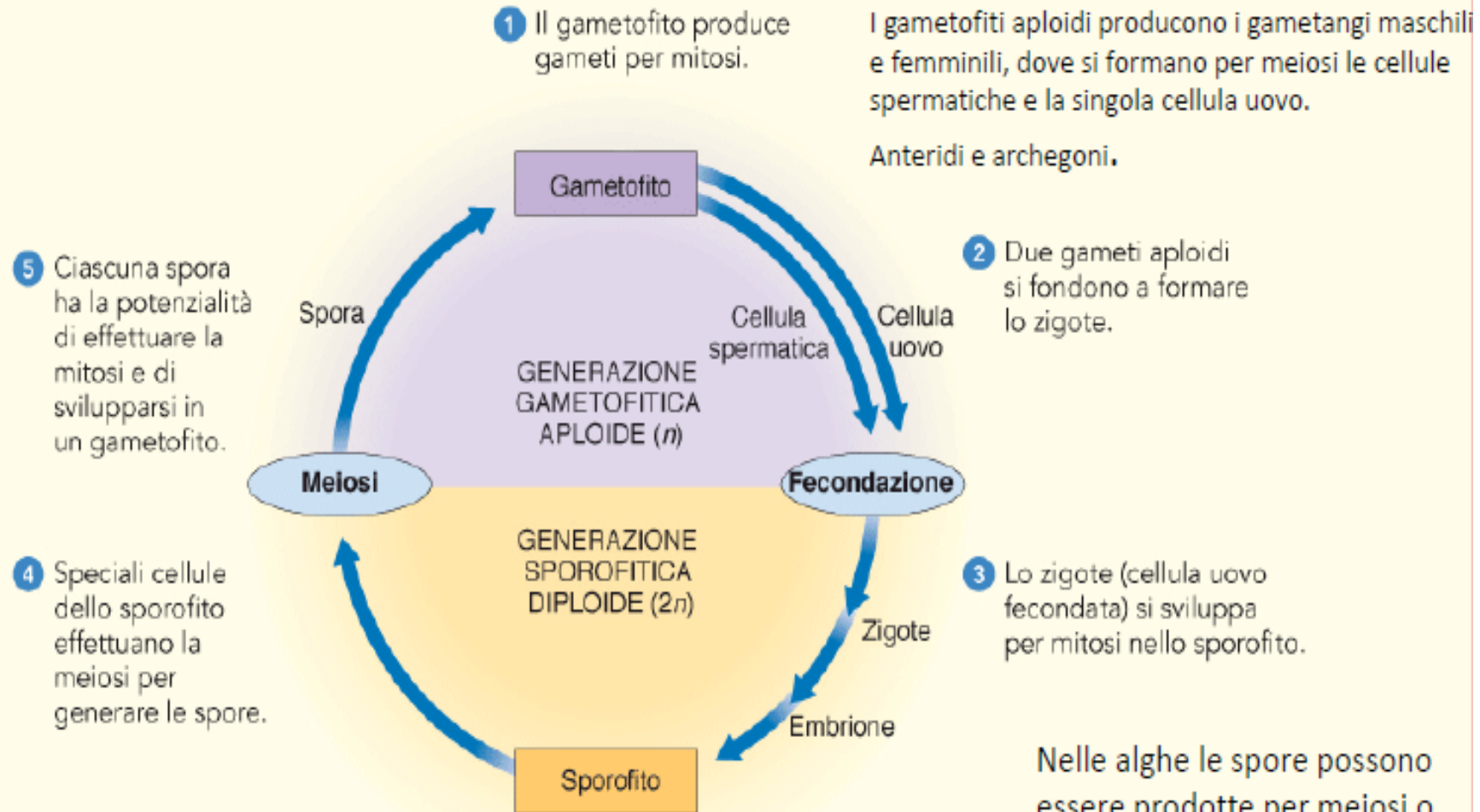
Le piante hanno organi di riproduzione pluricellulari detti **gametangi** (anteridi i maschili, archegoni quelli femminili).



**FIGURA 27-1** Strutture riproduttive generalizzate di alghe e piante

(a, b) Nelle alghe, i gametangi sono generalmente unicellulari. Con il rilascio dei gameti, della cellula originale rimane solo la parete cellulare. (c, d) Nelle piante, i gametangi sono invece pluricellulari, ma solo le cellule interne diventano gameti. I gameti sono circondati da uno strato protettivo di cellule sterili (non riproduttive).

Le piante sono caratterizzate da un'alternanza di generazioni, gametofitica aploide e sporofitica diploide.



La generazione sporofitica termina quando nello sporangio cellule sporogeniche, anche dette cellule madri delle spore per meiosi generano spore aploidi

Nelle alghe le spore possono essere prodotte per meiosi o per mitosi, nelle piante sempre per meiosi



Piante non vascolari con una generazione gametofitica dominante (briofite)

- Phylum Bryophyta (muschi)
- Phylum Hepatophyta (epatiche)
- Phylum Anthocerochyta (antocerote)



Piante vascolari con una generazione sporofitica dominante

#### **Piante senza semi**

- Phylum Lycopodiophyta (licopodi)
- Phylum Pteridophyta (felci ed affini, ovvero psilofite ed equiseti)

#### **Piante con semi**

##### **Piante con semi nudi (gimnosperme)**



- Phylum Coniferophyta (conifere)
- Phylum Cycadophyta (cicadee)
- Phylum Ginkgophyta (ginkgoine)
- Phylum Gnetophyta (gnetofite)

##### **Semi racchiusi in un frutto**



- Phylum Anthophyta (angiosperme o piante con fiore completo)
  - Classe Dicotyledones (dicotiledoni)
  - Classe Monocotyledones (monocotiledoni)

**-BRIOFITE** Muschi, Epatiche, Antocerote  
(440 milioni di anni fa)

**-PIANTE VASCOLARI SENZA SEMI:**  
Felci, Equiseti, Psilofite, Licopodi  
(420 milioni di anni fa)

**-PIANTE VASCOLARI CON SEMI:**  
**GIMNOSPERME:** conifere, cicadee,  
ginkgo, gnetacee (360 milioni di anni fa)

**ANGIOSPERME** (semi racchiusi in un frutto),  
monocotiledoni, dicotiledoni, 130 milioni di anni fa



# Piante senza semi

## FELCI

(11000 specie) hanno una generazione sporofitica dominante.



Ed Heschke

(a) **Fronde.** La felce di Natale (*Polystichum acrostichoides*) fotografata nelle Great Smoky Mountains del Tennessee, ha fronde che crescono fino a sei metri di lunghezza.



© Dinosize

(b) **Estremità a testa di violino.** Alcune di queste sono commestibili.



John Amaki

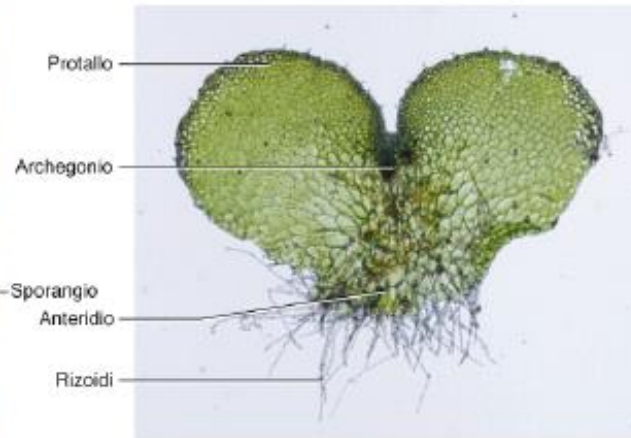
(c) **Sori.** Questi sori circolari della felce *Polypodium aureum* sono disposte in due file prominenti sulla parte inferiore della foglia.



Teck Resources/Photo Researchers, Inc.

(d) **Sporangi.** Immagine MES di sporangi in un soro di felce (*Dryopteris filix-mas*).

100  $\mu$ m

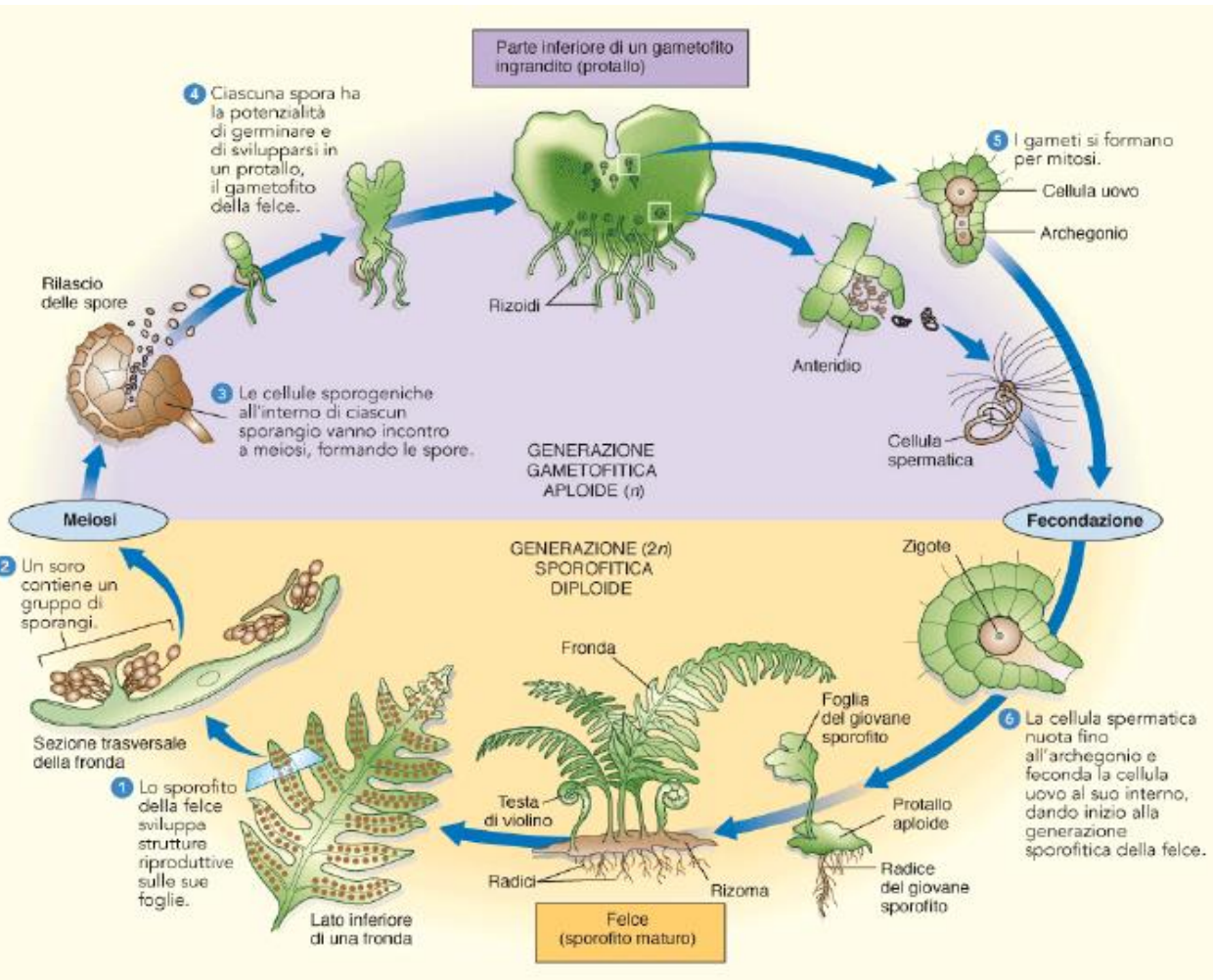


© Carolina Biological Supply Company/PhotoDisc, all rights reserved

(e) **Protallo.** Il protallo è la generazione gametofitica di una felce.

3 mm

Il protallo è piccolo, non ha tessuti vascolari e mostra piccoli rizoidi con funzione ancorante. La cellula spermatica flagellata usa l'acqua per arrivare all'archegonio. Il protallo si secca quando lo sporofitico diventa una pianta.



Rizoma, fusto orizzontale sotterraneo.

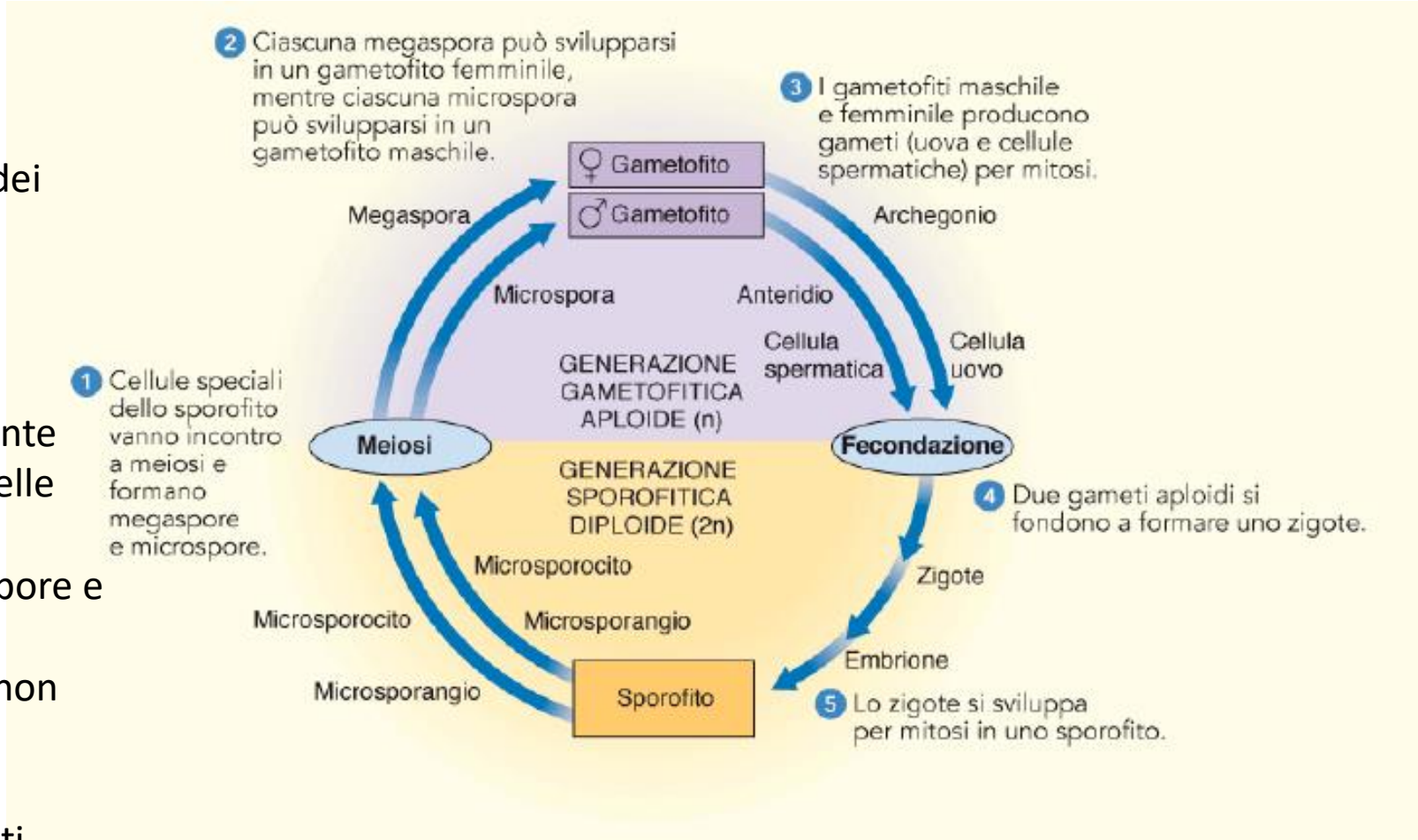
Le fronde sono generalmente composte (lamina divisa in numerose foglioline).

Spesso nelle fronde gli sporangi sono raggruppati in strutture dette SORI.

Alcune felci e lycopodi presentano **eterosporia**.

L'eterosporia ha avuto un ruolo fondamentale nell'evoluzione delle piante perché ha preceduto il processo evolutivo che ha portato alla formazione dei semi

Lo sviluppo dei gametofiti maschili e femminili avviene rispettivamente all'interno delle pareti delle microspore e megaspore. I gametofiti non sono liberi a differenza dei gametofiti delle altre piante non vascolari





## PIANTE VASCOLARI CON SEMI

I due gruppi di piante con semi sono dominanti nella maggior parte degli ambienti terrestri

Possiedono tessuti vascolari, xilema per il trasporto di acqua e sali minerali e floema per il trasporto degli zuccheri in soluzione

Sebbene anche le Gimnosperme e le Angiosperme producano spore, la loro principale modalità di riproduzione e diffusione è rappresentata dal seme, che rappresenta un importante adattamento per la vita sulla terraferma.

-mentre la spora è una cellula singola, il seme prima di essere rilasciato è sufficientemente avanti nello sviluppo

-i semi contengono abbondanti riserve di nutrimento di cui si nutre l'embrione finché non diventa autonomo

-il seme protetto dall'involucro seminale pluricellulare, può vivere per lunghi periodi in condizioni di metabolismo ridotto germinando solo quando le condizioni diventano favorevoli

I semi facili da conservare e ricchi di proteine, carboidrati e lipidi hanno da sempre rappresentato un'importante fonte di cibo per l'uomo



Le piante con seme presentano **alternanza di generazioni**

Tuttavia la generazione sporofitica è dominante

la generazione gametofitica è di dimensioni molto ridotte e completamente dipendente dallo sporofito

I gametofiti non sono liberi come nelle Felci

Sono tutte **eterosporee**, requisito per la formazione dei semi

**Ovuli (macrosporangio)** racchiusi da tegumenti che sono strati di tessuto sporofitico.

Dopo la fecondazione l'ovulo si sviluppa in seme e i tegumenti diventeranno l'involucro seminale

Nelle Gimnosperme l'ovulo a differenza delle Angiosperme non è circondato dall'ovario (una struttura che contiene più ovuli). Il seme può quindi essere totalmente esposto o sostenuto dalle scaglie di coni

Nelle Angiosperme i semi sono protetti all'interno di un frutto (ovario maturo)

# Gimnosperme

Eterosporee

Cono maschile, pollinico  
composto da sporofilli alla cui  
base

ci sono due microsporangi  
con numerosi microsporociti  
che per meiosi generano 4  
microspore aploidi  
che originano il gametofito  
aploide

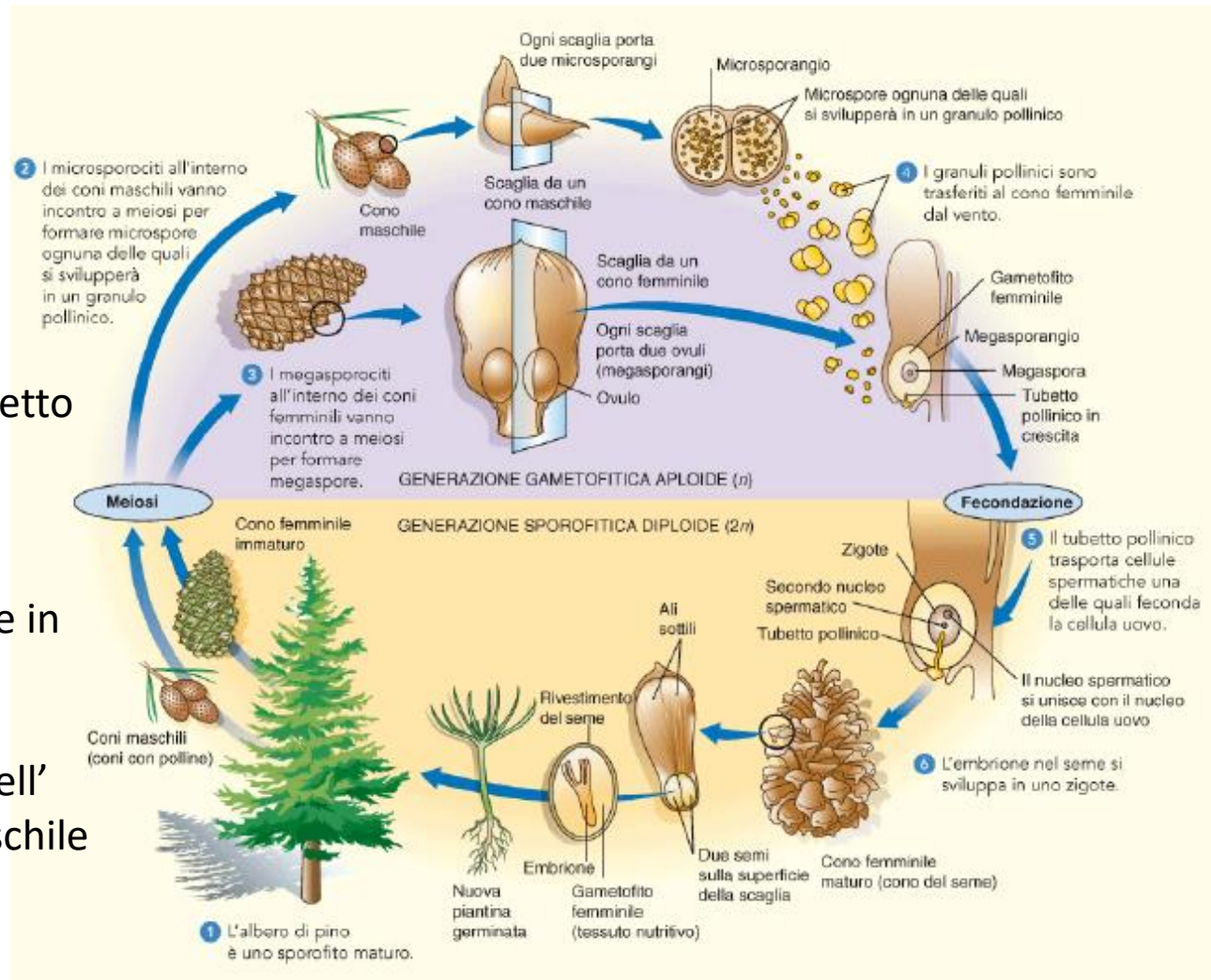
costituito dalla cellula del tubetto  
pollinico e dalla cellula  
germinativa

Le altre due degenerano.

La cellula germinativa si divide in  
due cellule  
spermatiche.

La cellula uovo è contenuta nell'  
archegonio, il gametofito maschile  
date le sue ridottissime  
dimensioni

non produce anteridi



## ANGIOSPERME

Le **piante a fiore** (es cereali, querce, ciliegi, nocio, cotone , lino, tabacco, caffè, caucciù.....235000 specie) enorme varietà

Riproduzione attraverso la formazione di fiori e un processo di doppia fecondazione.

Semi contenuti in un frutto.

Elementi vasali ed elementi del tubo cribroso.



**(a) Monocotiledoni.** *Trillium erectum*, al pari della maggioranza delle monocotiledoni, possiede parti floreali in numero di tre o multipli di tre. Da notare i tre sepali verdi, tre petali rossi, sei stami e tre stigmi (il pistillo composto consiste di tre carpelli fusi).



**(b) Eudicotiledoni.** Nella maggior parte delle dicotiledoni, gli elementi floreali sono presenti in numero di quattro o cinque o multipli di essi. In questo *Tacitus* si osservano cinque petali, dieci stami e cinque pistilli separati. Sono presenti anche cinque sepali, che però sono difficilmente distinguibili sullo sfondo verde.

# Monocotiledoni

(65000 specie Graminacee, gigli, orchidee, palme)

piante erbacee con foglie lunghe strette e nervature parallele

I semi presentano un unico cotiledone e il tessuto nutritivo endosperma è presente nel seme maturo

Gli elementi dei fiori si presentano in trimeri e loro multipli

# Dicotiledoni

(170000 molto eterogenee Querce rose cactus mirtilli, girasoli)

Le foglie hanno forme diverse, in genere con nervature reticolate, più grandi delle foglie delle monocotiledoni.

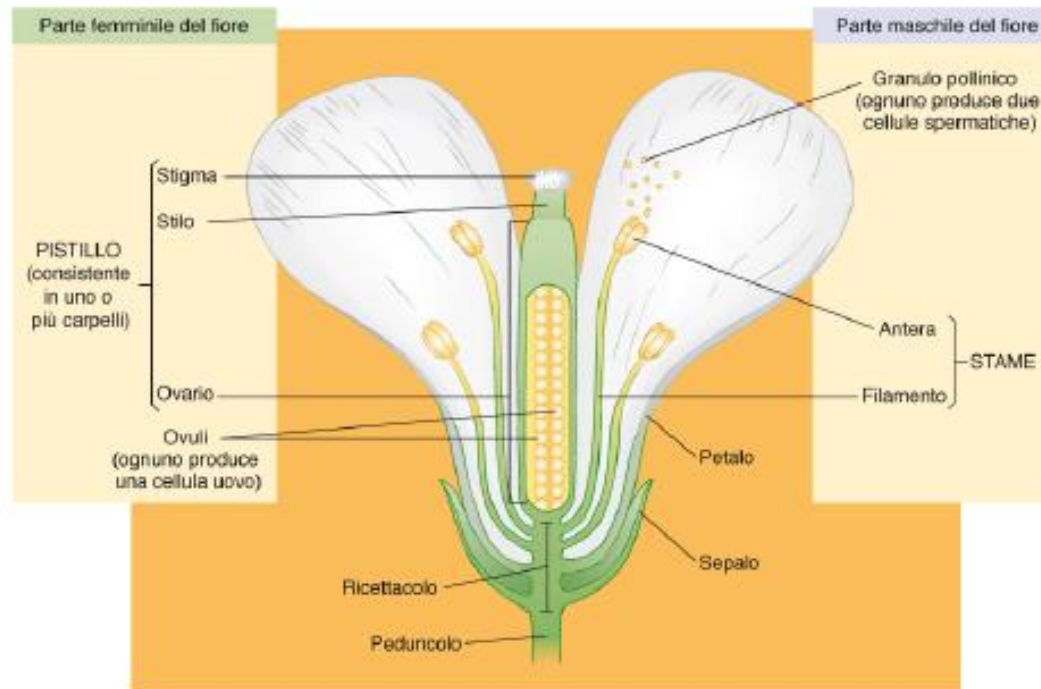
Gli elementi dei fiori sono in tetrameri o in pentameri o in multipli di essi.

Il seme presenta due cotiledoni ma non endosperma, venendo assorbito dai due cotiledoni prima della germinazione





(a) Un fiore di *Arabidopsis thaliana*.



(b) Questa sezione di un fiore di *Arabidopsis* mostra i dettagli della struttura florale di base. Ogni fiore presenta quattro sepalì (ne sono mostrati due), quattro petalì (ne sono mostrati due), sei stami ed un solo lungo pistillo. Dei sei stami, quattro sono lunghi e due sono corti (ne sono mostrati due lunghi e due corti). I granuli di polline si sviluppano all'interno di sacchi delle antere. In *Arabidopsis*, il pistillo composto è costituito da due carpelli, ciascuno contenente numerosi ovuli.

I **fiori** sono coinvolti nella riproduzione sessuata, sono germogli riproduttivi, costituiti da 4 elementi:

Sepali, petali, stami e pistilli o carpelli disposti in un fusto accorciato detto peduncolo, ingrossato in cima nel

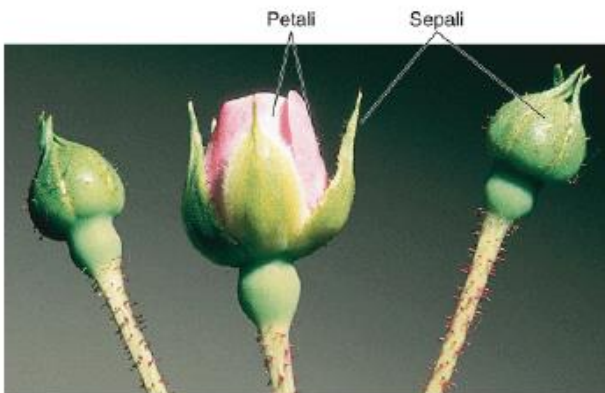
ricettacolo. Fiore singolo, o infiorescenza. Completo o incompleto. Perfetto o imperfetto.

L'insieme dei sepali è detto calice, sembrano foglie, spesso verdi. Proteggono le altre parti del fiore quando è allo

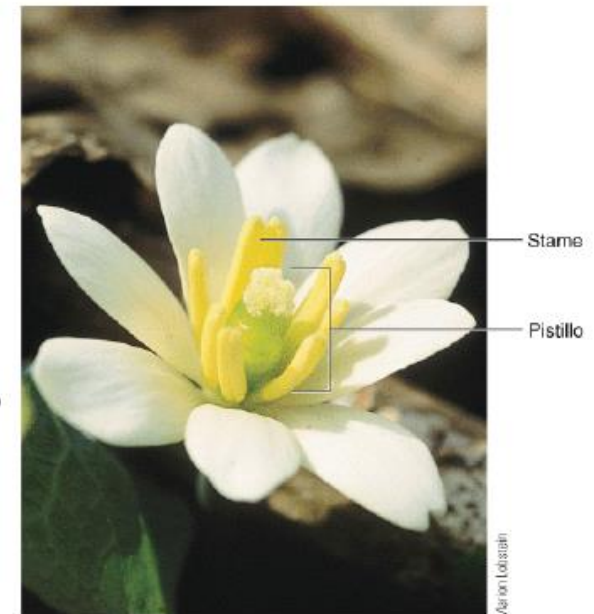
stadio di gemma. Elementi successivi del fiore sono i petali che insieme formano la corolla.

Schiacciati e sottili possono avere aspetto vario e brillanti colori per attrarre gli animali impollinatori.

Ogni stame è costituito da un peduncolo detto filamento e un sacco detto antera dove le microspore per meiosi daranno origine ai granuli pollinici. Ogni granulo pollinico produce due cellule, rivestite da parete dura, la cellula germinativa e la cellula del tubetto pollinico.

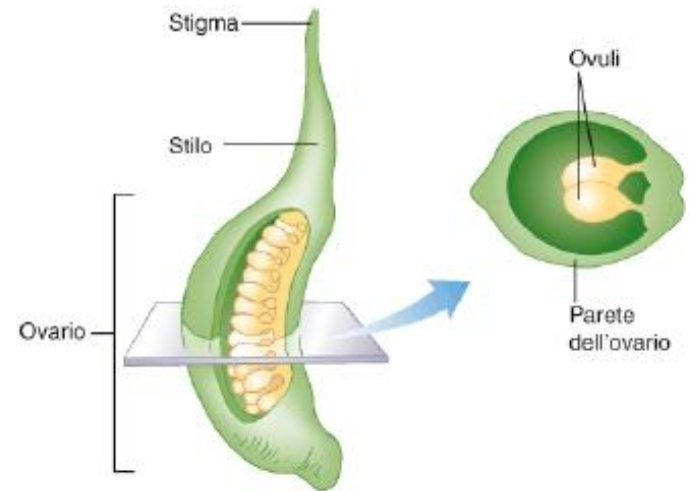


(a) I sepali simili a foglie di un bocciolo di rosa (*Rosa* sp.) racchiudono e proteggono le parti più interne del fiore.

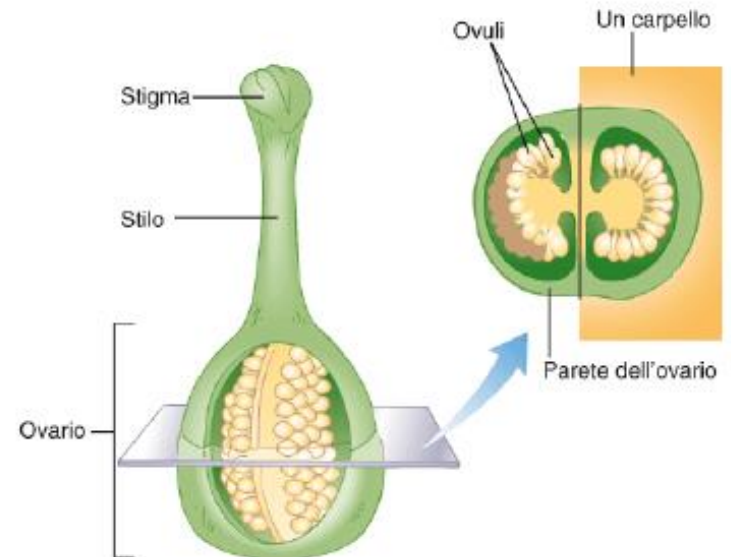


(b) Un fiore di una *Jeffersonia diphylla* possiede

Nel centro del fiore si trovano uno o più carpelli che contengono gli ovuli con la potenzialità di diventare semi. La parte femminile del fiore è detta anche pistillo, semplice o composto. Ogni pistillo è composto da uno **stigma**, su cui si posa il polline, **stilo**, una struttura affusolata dove cresce il tubetto pollinico e un **ovario**, che contiene più ovuli. Ogni **ovulo (megasporangio)** contiene il gametofito femminile che dà origine alla **cellula uovo**, **due nuclei polari ed altre cellule aploidi**.



(a) **Pistillo semplice.** Questo pistillo semplice consiste in un singolo carpello.



(b) **Pistillo composto.** Questo pistillo composto ha due carpelli fusi. Nella maggioranza dei fiori con pistilli singoli, i pistilli sono composti, formati da due o più carpelli fusi.

Il ciclo vitale delle piante a fiore è caratterizzato dalla doppia fecondazione

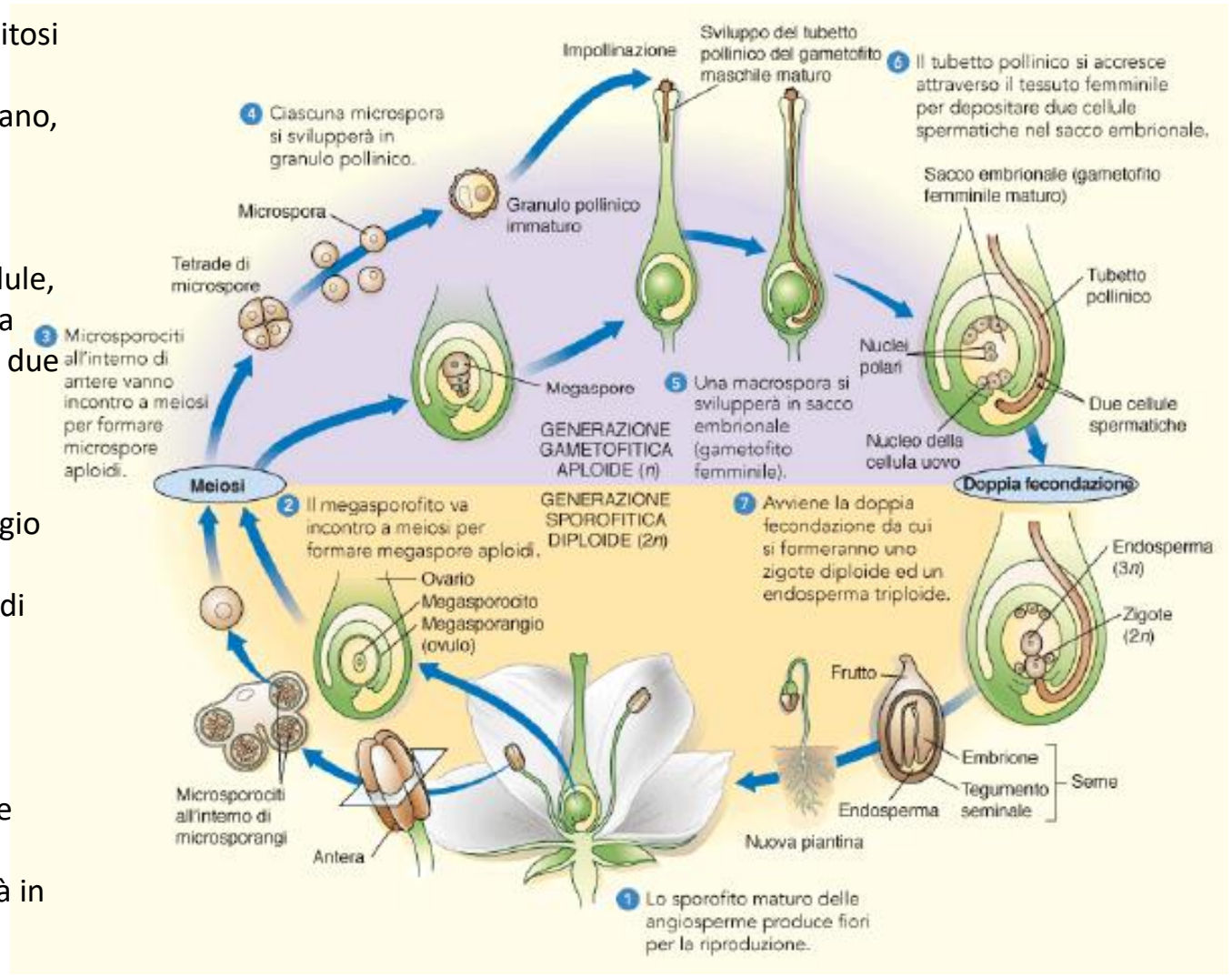
La riproduzione sessuata avviene nel fiore

Generazione gametofitica ridotta (poche cellule) e dipendente dallo sporofito che rappresenta la generazione dominante.

Nell'ovulo il megasporocito per mitosi dà origine a 4 megaspore, 3 degenerano, una si svilupperà nel gametofito femminile detto anche **sacco embrionale**.

In genere è costituito da sette cellule, sei con singolo nucleo compresa la cellula uovo, ed una al centro con due nuclei detti nuclei polari. Le altre 5 cellule (sinergidi) degenerano.

Nel sacco pollinico o microsporangio per meiosi vengono generate dai microsporociti 4 microspore aploidi che danno origine al gametofito maschile immaturo detto **granulo pollinico** costituito dalla cellula del tubetto pollinico e dalla cellula germinativa, che si dividerà in due cellule spermatiche





## Caratteristiche

### Gimnosperme



### Angiosperme



Tipologia di crescita

Alberi o arbusti legnosi

Legnose o erbacee

Cellule conduttrici nello xilema

Tracheidi

Elementi vasali e tracheidi

Strutture riproduttive

Coni (generalmente)

Fiori

Trasferimento del polline

Vento (generalmente)

Animali o vento

Fecondazione

Cellula uovo e cellula spermatica  
→ zigote

Doppia fecondazione: cellula uovo  
e cellula spermatica → zigote;  
due nuclei polari e cellula sperma-  
tica → endosperma

Semi

Esposti o presenti sulle scaglie  
dei conifere

Racchiusi nel frutto derivante  
dall'ovario

Materiale nutritivo

Gametofito femminile

Endosperma

Numero di specie

Circa 840

Più di 300.000

Distribuzione geografica

In tutto il mondo

In tutto il mondo

### Caratteristiche

### Monocotiledoni

### Dicotiledoni

Parti floreali

Generalmente in numero di 3

Generalmente in numero di 4 o 5

Granuli pollinici

Un solco o poro

Tre solchi o pori

Nervatura fogliare

Generalmente parallela

Generalmente ramificata

Fasci vascolari nella  
sezione trasversale  
del fusto

Generalmente sparsi o  
in disposizione complessa

Disposti in circolo (ad anello)

Radici

Sistema di radici fibrose

A fittone

Semi

Embrione con un cotiledone

Embrione con due cotiledoni

Crescita secondaria  
(legno e corteccia)

Assente

Spesso presente

Il corpo di una pianta è costituito da un sistema aereo e un sistema radicale

Le **radici** formano il **sistema radicale** della pianta.

L'apparato radicale àncora la pianta al suolo, assorbe e trasporta i minerali e l'acqua, e immagazzina le sostanze nutritive.

Il **sistema aereo** della pianta comprende i fusti, le foglie e gli organi per la riproduzione, che nelle angiosperme sono i fiori.

Il fusto è la parte della pianta che in genere si trova al di sopra del suolo e che porta le foglie e i fiori.

Le piante hanno cellule organizzate in tessuti e specializzate per struttura e funzione

La maggior parte delle cellule vegetali presenta tre strutture uniche tra le cellule eucariotiche:

- i cloroplasti, sede della fotosintesi;

- un vacuolo centrale ripieno di liquido, che contribuisce a mantenere il turgore cellulare;

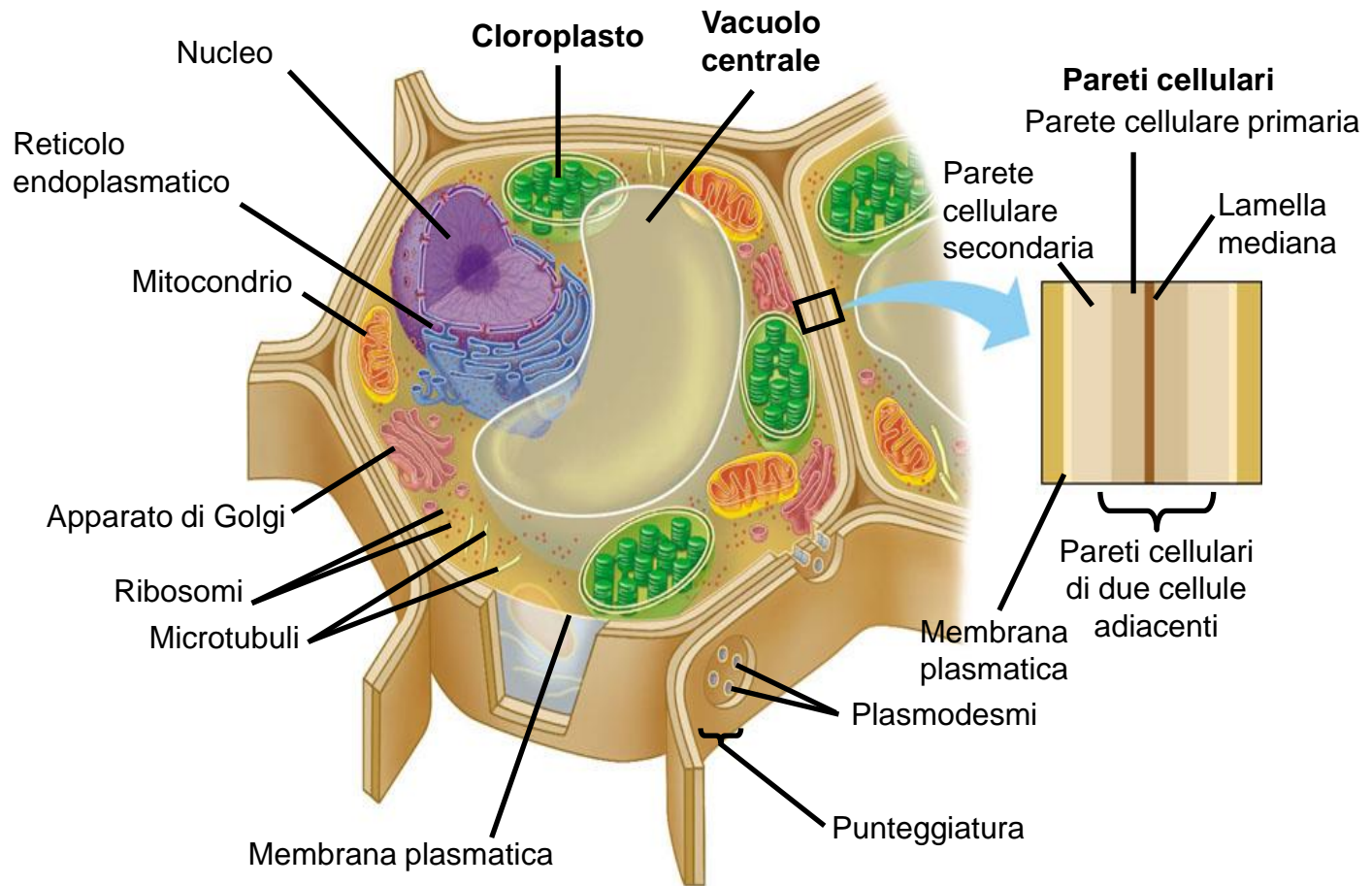
- una parete cellulare che circonda esternamente la membrana plasmatica.

## Semi, radici e foglie

- I semi, strutture complesse costituite dall'embrione della nuova pianta e da un rivestimento esterno.
- Le radici, una struttura specializzata nell'ancoraggio e nell'assorbimento di acqua.
- La foglia, specializzata nella fotosintesi.



# Struttura di una cellula vegetale:



## Plasmalemma

L'ambiente interno di un organismo differisce chimicamente da quello esterno

Esistono e devono esistere microambienti fisicochimicamente differenti nell'ambito della stessa cellula

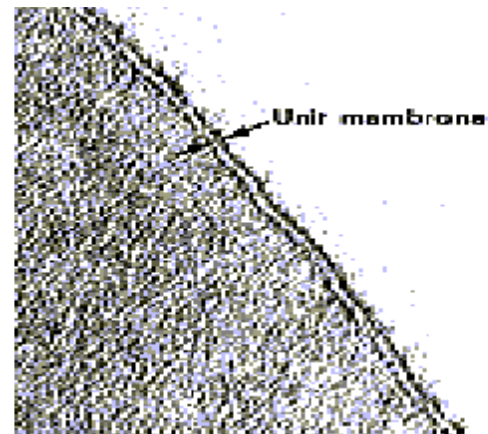
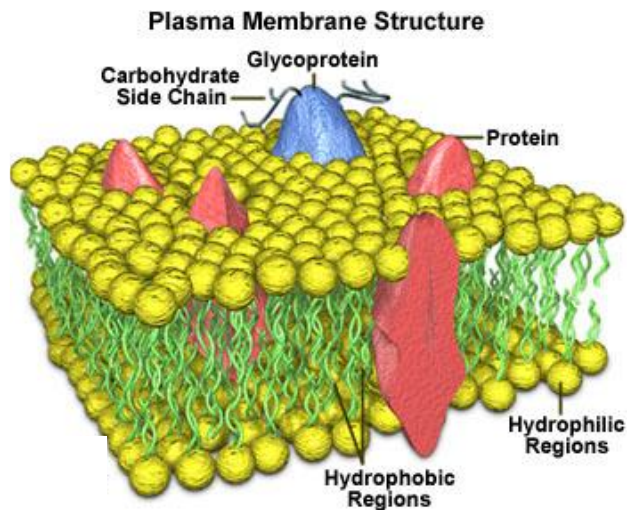
Per poter svolgere tali funzioni una membrana deve esercitare selettività differenti nei confronti delle differenti molecole

Robertson 1960:

Concetto di membrana unitaria > struttura proteine-lipidi –proteine per tutte le membrane cellulari

Le proteine non formano uno strato continuo sulla superficie

Il rapporto proteine/lipidi può variare nelle membrane Aspetto tripartito caratterizzato da due strati scuri e uno chiaro internamente



Modello del Mosaico fluido (Singer & Nicolson 1972): mosaico di proteine affondato in un bilayer lipidico Rende ragione delle proprietà meccaniche e fisiologiche

Bilayer lipidico: fosfolipidi, glicolipidi e steroli (stigmasterolo)

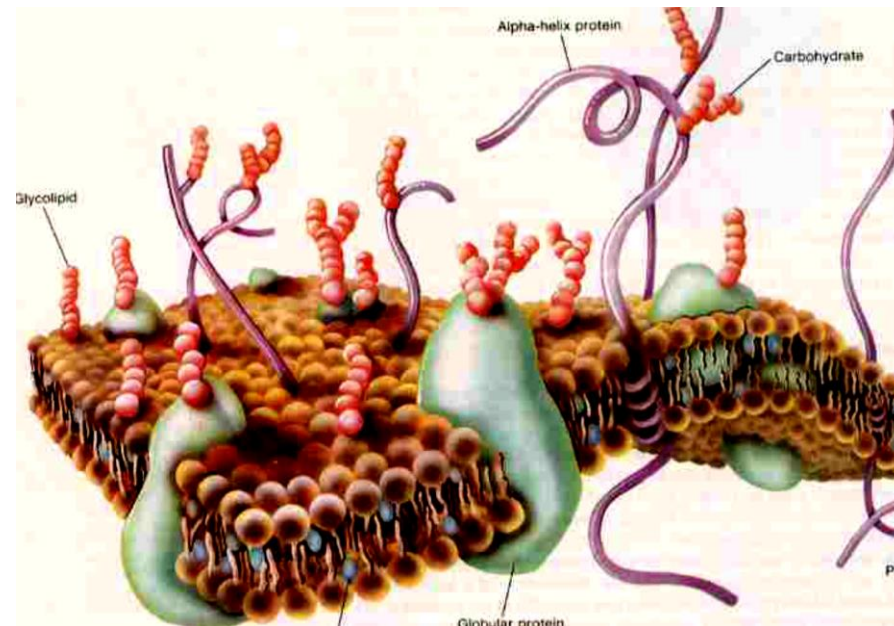
In ambiente acquoso: micella e bilayer Il bilayer è alla base della proprietà di formare compartimenti chiusi

E' impermeabile alla quasi totalità di molecole polari idrosolubili

Dinamicità dei fosfolipidi e delle proteine all'interno del bilayer

Proteine transmembrana: alcune libere di flottare altre più fisse, legate al citoscheletro

Proteine periferiche: legate alle porzioni polari dei lipidi o alle proteine integrali I due strati del bilayer differiscono nel tipo e nella quantità di lipidi Glicolipidi > fosfolipidi con corte catene glucidiche attaccate alla testa polare



Lipidi 40%

Proteine 40%

Carboidrati 20%

## **Funzioni:**

Delimitazione dei confini cellulari e protezione dell'integrità della cellula

Mantenimento delle condizioni necessarie alle attività metaboliche

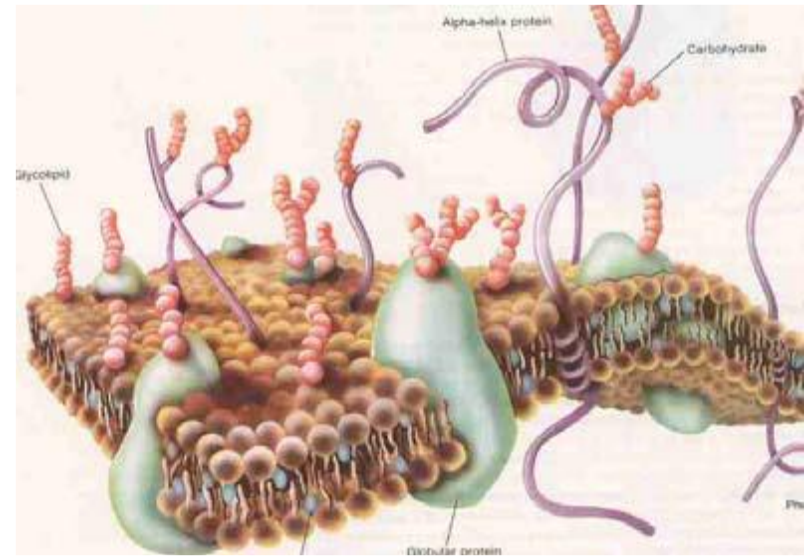
Barriera contro la diffusione delle molecole idrosolubili

Supporto fisico per le **proteine di membrana:**

Glicoproteine

Lipoproteine

Proteoglicani



Ogni cellula ha una membrana plasmatica separata collegata alle altre mediante canali proteici (gap junctions)

In compartecipazione con speciali domini del RE presenta plasmodesmi: provvedono a una comunicazione diretta fra cellule adiacenti

## **Proteine di membrana:**

**pompe ioniche:** generazione e mantenimento di potenziali elettrochimici

**enzimi biosintetici :** biosintesi della parete

**trasportatori e trasduttori:** trasporto passivo, facilitato e trasduzione del segnale

**recettori di membrana:** ormoni, oligosaccarine, peptidi, tossine

**proteine che interagiscono con la parete cellulare:** ancoraggio del citoscheletro a molecole della parete cellulare



# Nucleo

## Funzioni

Dirige lo svolgimento delle attività cellulari controllando la biosintesi delle molecole  
Racchiude il patrimonio genetico della cellula e lo trasmette alle cellule figlie

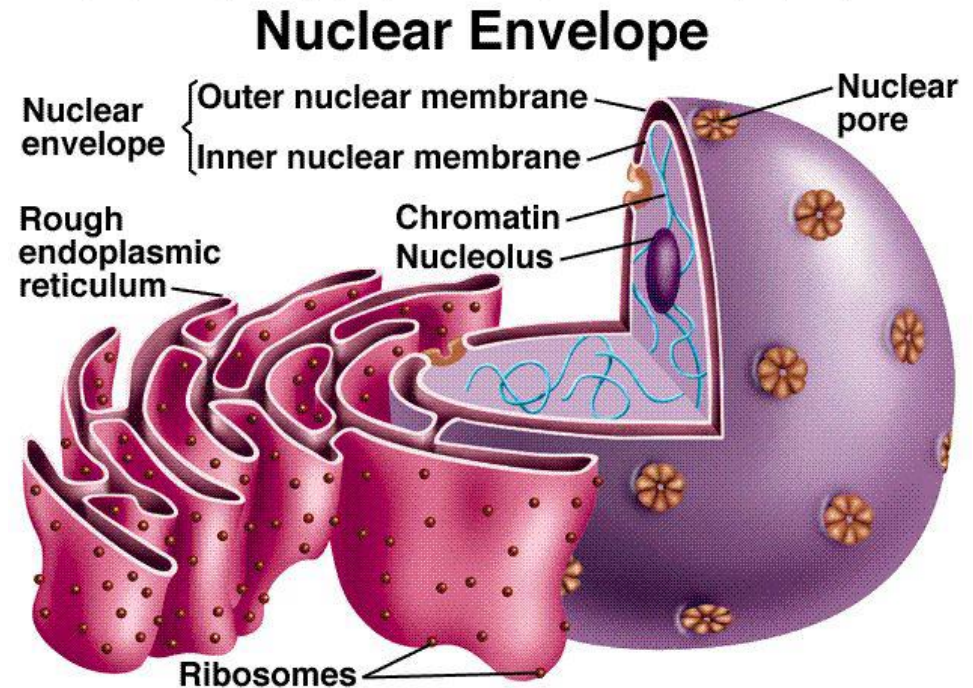
## Nucleolemma :

(circa 100 nm) provvisto di pori dotati di struttura complesse

In corrispondenza dei pori la membrana esterna e interna del nucleolemma si uniscono

La membrana esterna del nucleo è in connessione con il RER, pertanto può essere considerata un compartimento specializzato del suddetto organello

Randy Moore, Dennis Clark, Darrel Vodopich, Botany Visual Resource Library © 1998 The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.





## Nucleoplasma

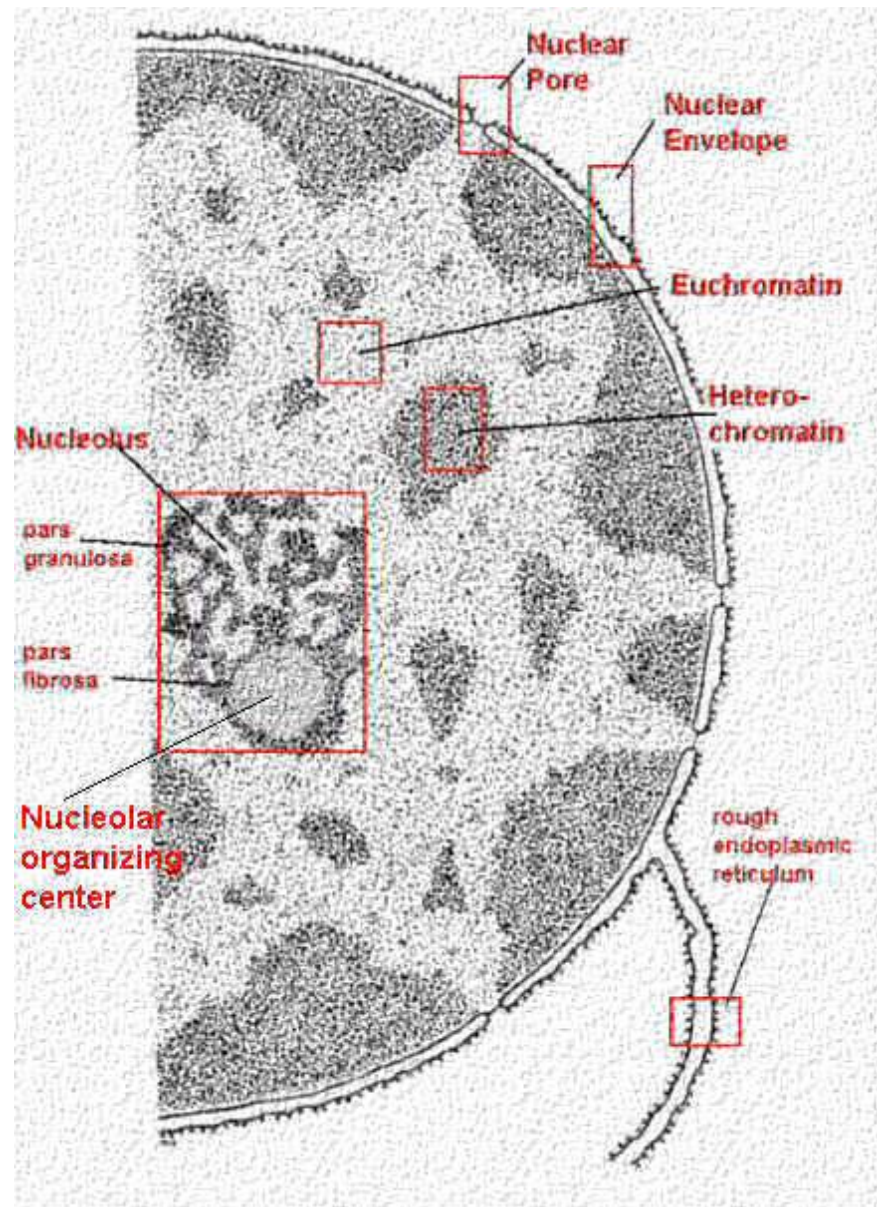
Euromatina, eterocromatina, cromosomi

Cromatina: DNA, istoni, proteine non istoniche

Nucleolo:

corpuscoli di forma sferica, generalmente uno per corredo cromosomico

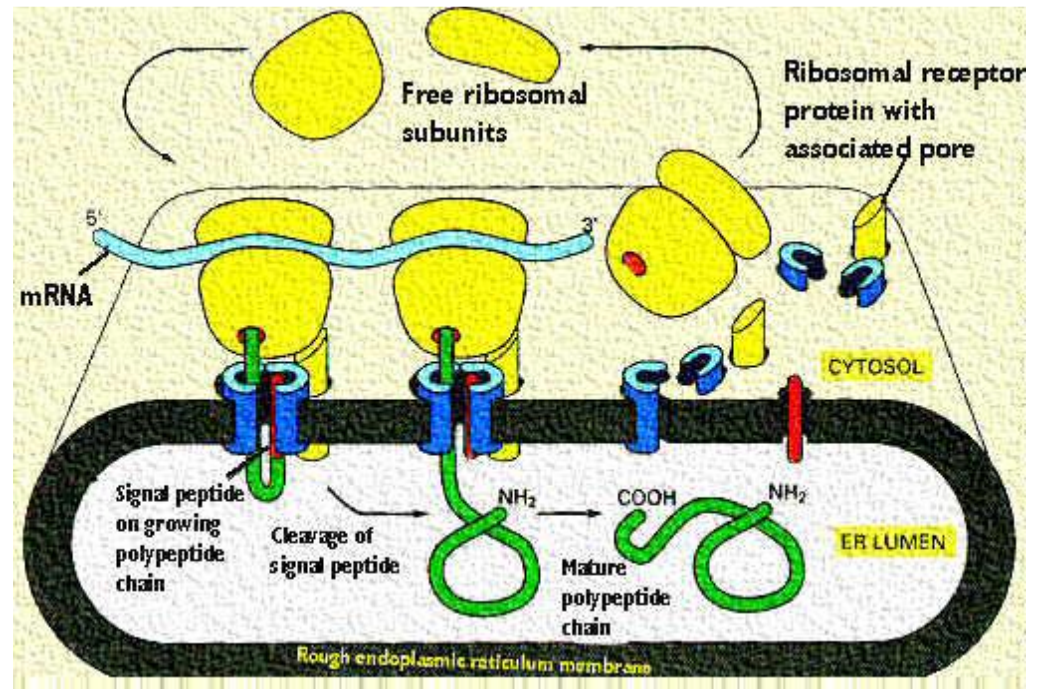
Larghe anse di Dna (organizzatore nucleare )  
associate a Rna e proteine > siti di formazione  
delle subunità ribosomiali estruse poi dai pori  
nucleari



Due sub-unità sintetizzate nel nucleo e trasportate nel citoplasma dove vengono assemblate in ribosomi

Liberi nel citosol o legati alle membrane del RE: polisomi

Funzione: sintesi proteica, siti di legame degli AA durante la sintesi





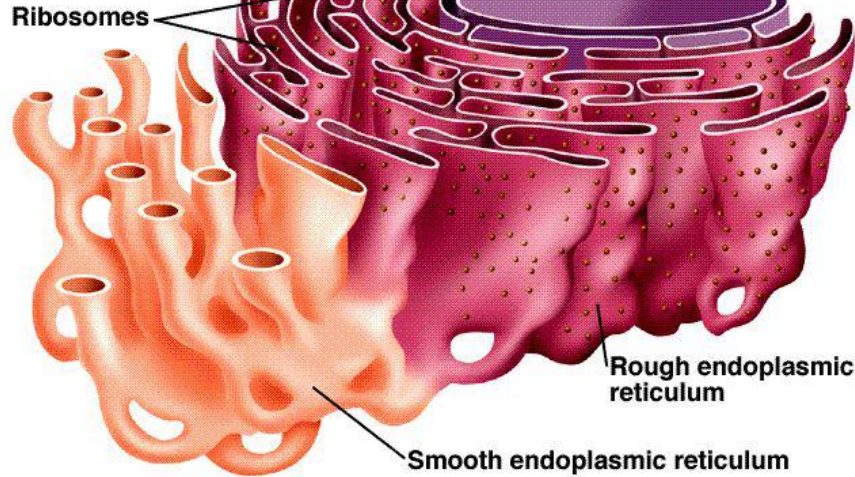
# Sistema di endomembrane cellulari

Il più ampio e versatile organello della cellula eucariotica

Network tridimensionale di tubuli e sacculi appiattiti sviluppati nel citoplasma sotto il plasmalemma  
Connessi al nucleolemma, non connessi al plasmalemma

Randy Moore, Dennis Clark, and Darrell Vodopich, Botany Visual Resource Library © 1998 The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.

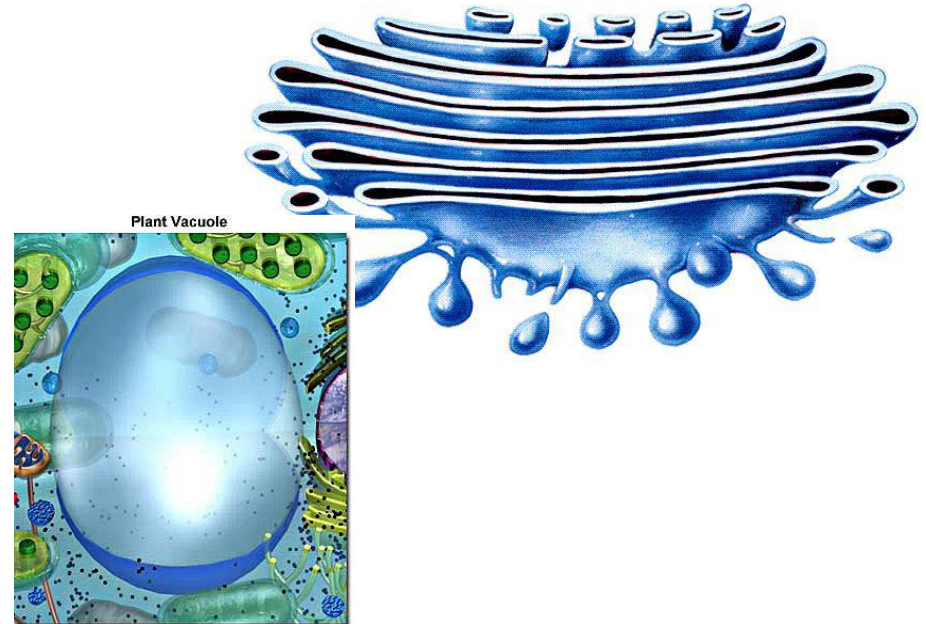
## Three-Dimensional Endoplasmic Reticulum



Sistema di endomembrane a lume comune:  
Involucro nucleare  
RER  
REL

Randy Moore, Dennis Clark, and Darrell Vodopich, Botany Visual Resource Library © 1998 The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.

## Three-dimensional Representation of a Dictyosome (Golgi Body)



Sistemi in comunicazione tramite vescicole  
Golgi  
Plasmalemma  
Vacuoli

# Reticolo Endoplasmico

Complesso sistema tridimensionale di membrane costituita da cisterne tubuli e vescicole

I due sistemi coesistono e sono interconnessi fra loro

L'estensione del RE varia in funzione del tipo di cellula

RER: cisterne appiattite con ribosomi adesi

REL: tubuli privi di ribosomi

**Funzioni:** sistema di intercomunicazione intracellulare per il trasporto di proteine e lipidi

Sintesi, processamento e targeting di proteine destinate alle membrane

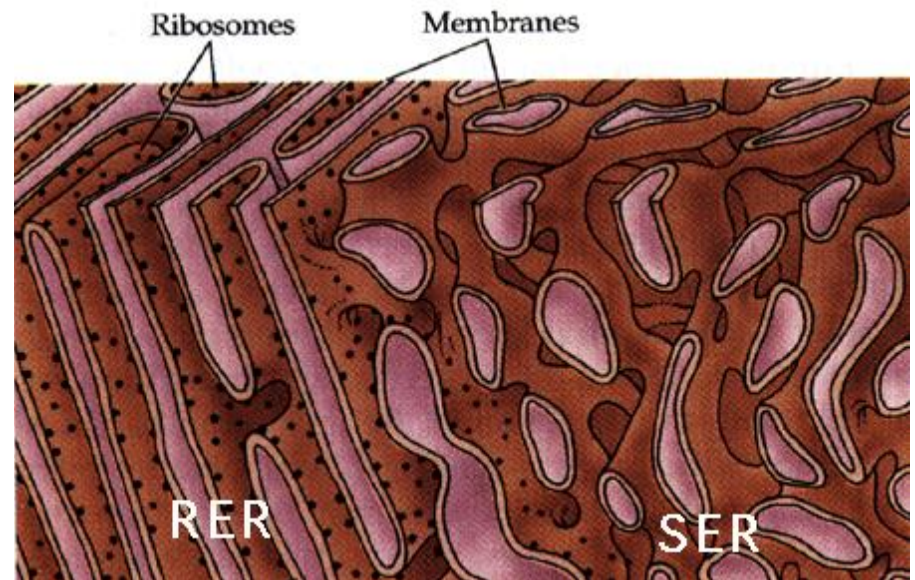
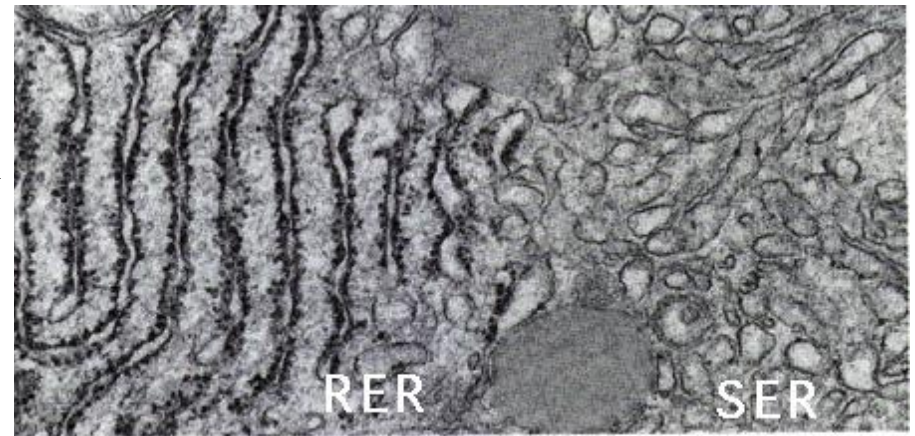
Sintesi di vacuoli

Glicosilazione delle proteine

Sintesi di molecole lipidiche

Siti di ancoraggio per fasci actinici adibiti a guidare correnti citoplasmatiche

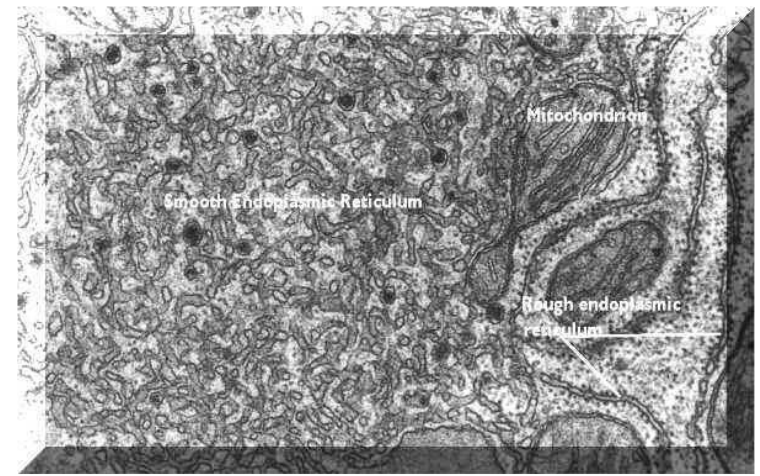
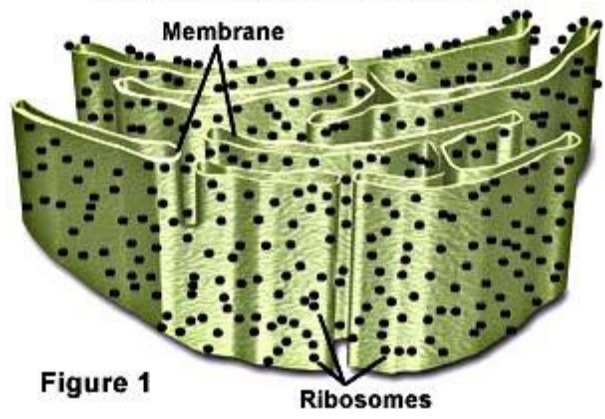
Controllo della [ ] del  $\text{Ca}^{++}$





# RER Subdomini con funzioni differenti

REL



Sintesi, processamento e targeting di proteine destinate alle membrane  
Glicosilazione delle proteine

Sintesi di molecole lipidiche  
Sintesi di vacuoli

## RER Corticale

Ancoraggio e stabilizzazione del citoscheletro,  
Regolazione del livello del  $Ca^{++}$  nel citosol  
Connessione ai plasmodesmi che attraversano le pareti cellulari

Domini del REL destinati al riciclo lipidico (a contatto con il plasmalemma)  
Domini del REL destinati alla formazione dei tonoplasti vacuolari (vicini al vacuolo)

Domini del RER a contatto con i mitocondri  
Domini del RER a contatto con fasci di microfilamenti  
Domini del RER destinati all'ancoraggio alla membrana plasmatica (a contatto con essa)



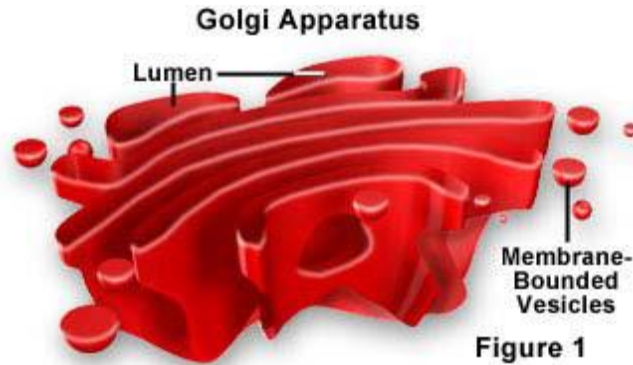
## Apparato del Golgi o Dittiosoma

Pile di sacculi appiattiti o cisterne ramificate ai margini in una complessa rete di tubuli

Da 10 a 20 per cellula da 4 a 8 cisterne per dittiosoma

Sistema polarizzato e dinamico Faccia di formazione o cis, faccia di maturazione o trans:

Compartimenti distinti strutturalmente e biochimicamente



Funzioni:

Glicosilazione e secrezione di proteine e lipidi provenienti dal RE per l'esportazione extracellulare

Sintesi e secrezione di polisaccaridi non cellulose

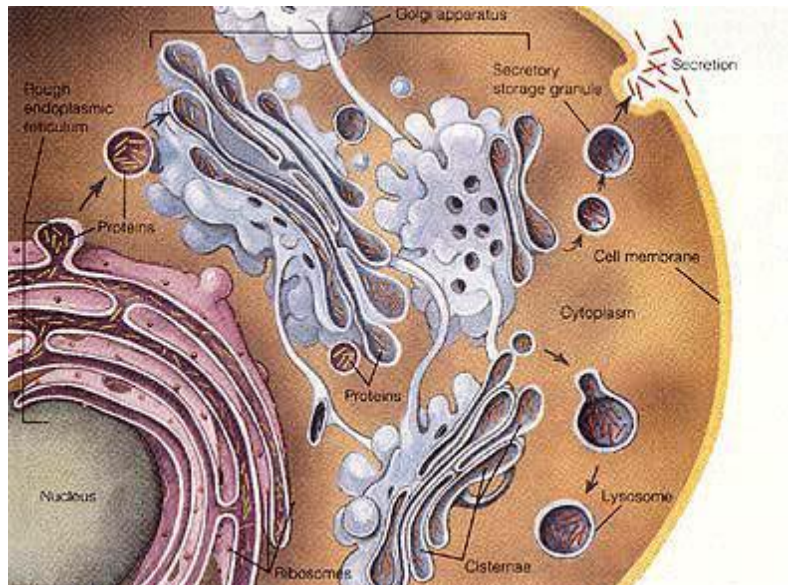
Produzione dei lisosomi

## Trasferimento dal RER e REL alla faccia cis del golgi

Migrazione attraverso vescicole di transizione alla faccia trans poi targeting al vacuolo o al plasmalemma

Le proteine vacuolari di nuova formazione sono impacchettate a livello del reticolo trans del golgi in vescicole ricoperte con clatrina

Le glicoproteine e i polisaccaridi destinati all'esportazione sono impacchettate in vescicole non ricoperte che poi si fondono con il plasmalemma



### Recircolo delle membrane

Le vescicole di transizione trasportano nuovo materiale di membrana dal RE al golgi

Le vescicole di secrezione derivanti dal trans del golgi trasportano nuovo materiale al plasmalemma e al tonoplasto

Il plasmalemma con l'endocitosi restituisce membrane al RE

## Perossisomi

Organelli sferici delimitati da singola membrana

Organuli sferici di 0,5-1,5  $\mu\text{m}$  circondati da membrana singola

Matrice interna granulare: (enzimi della fotorespirazione e del catabolismo dei grassi)

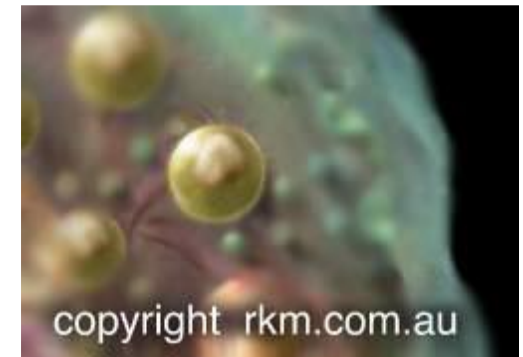
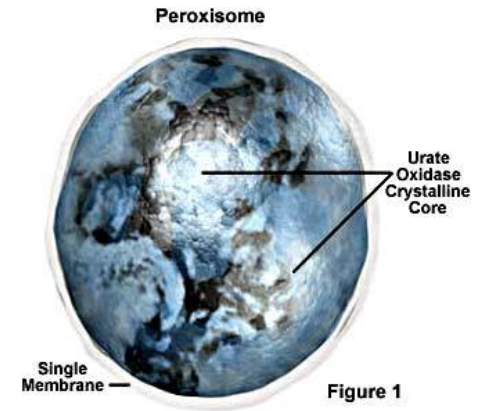
Associati a cisterne del RE sono capaci di autoduplicarsi ma devono importare i materiali necessari

## Sferosomi

Corpi sferici di aspetto amorfo non delimitati da membrana

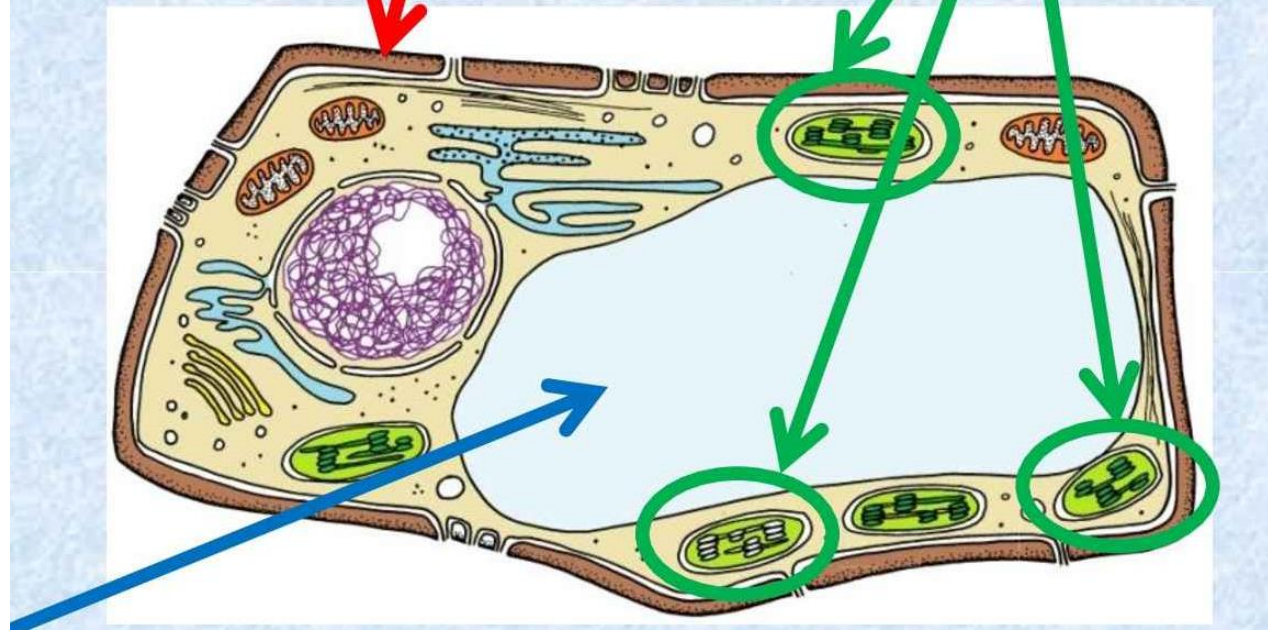
Circa il 45% del peso dei frutti e semi è costituito da cellule ripiene di sferosomi oleosi

Si originano dal REL, principale sito di sintesi dei lipidi



**Parete Vegetale**

**Plastidi**



**Vacuolo**



**Il Vacuolo è una cisterna tondeggianti** rivestita da una membrana unitaria detta **tonoplasto** e contiene una soluzione acquosa detta **succo vacuolare**.

A maturità un singolo vacuolo occupa la quasi totalità dello spazio intracellulare. La cellula vegetale immatura contiene tipicamente numerosi piccoli vacuoli che, durante la fase di crescita per distensione, aumentano di dimensioni e si fondono in un singolo vacuolo.

I vacuoli sono compartimenti che svolgono diverse funzioni, riguardanti l'omeostasi cellulare, il turgore cellulare, i processi di detossificazione, le funzioni di riserva.

**Il tonoplasto è una membrana lipoproteica bistratificata.**

Il doppio strato lipidico del tonoplasto presenta prevalentemente fosfolipidi.

La membrana del tonoplasto è morfologicamente asimmetrica per la diversa distribuzione delle proteine di membrana. La superficie protoplasmatica è più ricca di proteine intramembrana rispetto alla superficie luminale.

Le proteine intramembrana sono per la maggior parte proteine carriers, pompe protoniche, proteine canale ed enzimi. Spesso si tratta di glicoproteine, cioè proteine associate a residui oligosaccaridici.

Tra le [pompe protoniche](#) molto importanti sono le H<sup>+</sup>-ATPasi e H<sup>+</sup>-PPasi le quali idrolizzano adenosina trifosfato (ATP) e pirofosfato inorganico (PPi) **generando una forza protonica per il trasporto di ioni e metaboliti attraverso il tonoplasto**

## Succo Vacuolare

Il succo vacuolare è acido (pH compreso tra 4 e 5) e può presentarsi incolore o colorato per la presenza di pigmenti idrosolubili come i flavonoidi.

Il componente principale è l'acqua, e contiene numerose sostanze:

carboidrati – mono- di- e polisaccaridi

amminoacidi e proteine

sali inorganici – tipo e concentrazione dipendono dall'ambiente (Ca<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, fosfati, nitrati, ecc.)

acidi organici- acido citrico (nei frutti immaturi), acido malico, acido succinico, acido ossalico, spesso in cristalli

flavonoidi – pigmenti rossi e blu (antociani) o gialli (flavoni)

alcaloidi – sostanze basiche probabilmente con funzione di difesa (morfina, cocaina, nicotina, stricnina)

altri metaboliti – terpeni, tannini, glucosidi, resine, gomme, oli essenziali, ecc

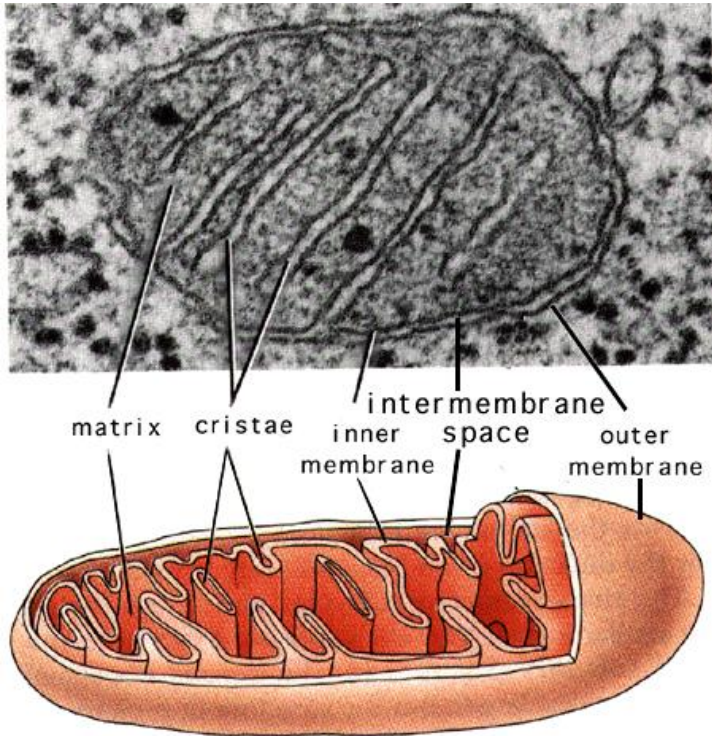
Il vacuolo insieme alla parete determina la rigidità della cellula vegetale.

In ambiente ipotonico la pressione dell'acqua nel vacuolo viene controbilanciata dalla rigidità della parete cellulare che determina la **pressione di turgore** responsabile della rigidità di tessuti non lignificati (es. foglie, giovani fusti), i quali, quando la pressione di turgore diminuisce, avvizziscono.

Fenomeno opposto al turgore si verifica in ambiente ipertonico, dove la perdita di acqua da origine alla **plasmolisi**: il vacuolo perde acqua, quindi si contrae e di conseguenza la riduzione del volume di tutto il protoplasto porta al distacco della membrana plasmatica dalla parete cellulare. Il processo si può invertire trasferendo successivamente la cellula in una soluzione ipotonica.

La plasmolisi generalmente causa prima la perdita di turgore e poi, se prolungata nel tempo, la morte della cellula

# Mitocondri



Organelli oblunghi, circa 500 nm, da 100 a 1000 per cellula delimitati da due membrane

Membrana esterna

Membrana interna > creste mitocondriali > aumento della superficie utile > enzimi della catena di trasporto degli elettroni

Matrice mitocondriale:

DNA , RNA, ribosomi , enzimi della Glicolisi e del ciclo di Krebs

Funzione:

Organuli responsabili della respirazione aerobica > conversione aerobica del glucosio in ATP

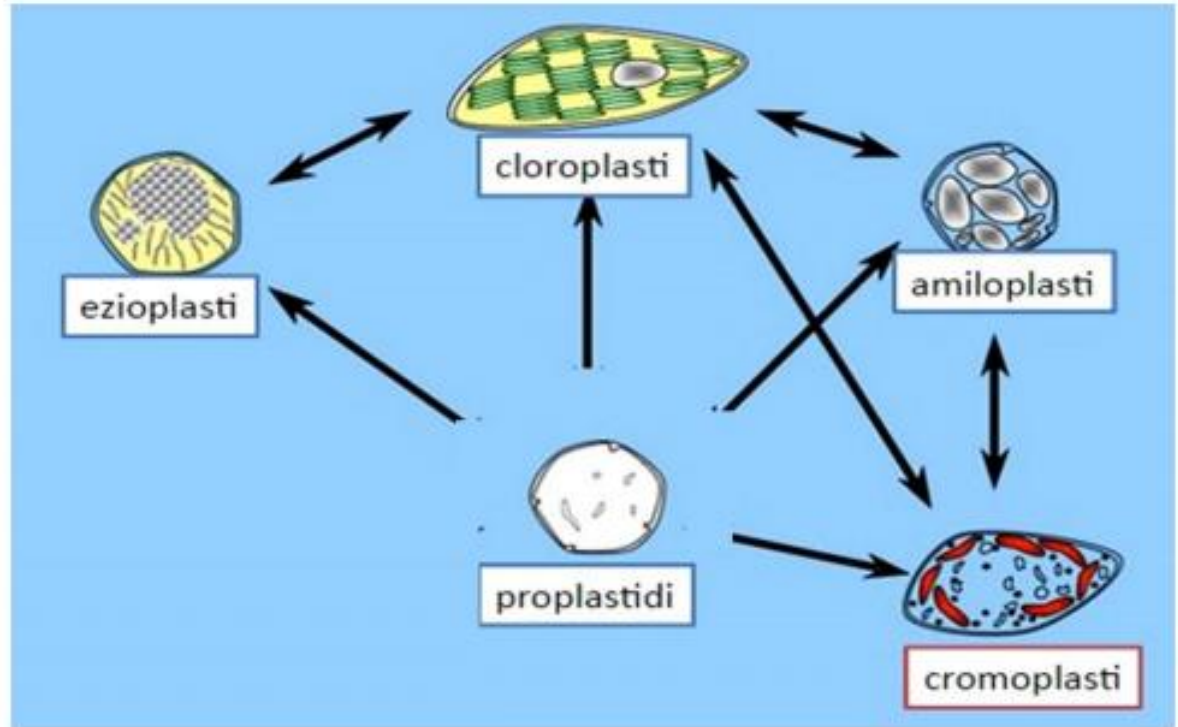
Organuli in costante movimento, si localizzano dove c'è necessità di ATP

Riproduzione per scissione binaria - Ipotesi endosimbiontica

# PLASTIDI

**Proplastidi:** organuli piccoli e indifferenziati che maturando danno origine ai plastidi elencati sotto.

Il differenziamento di un proplastidio può essere determinato da vari fattori; luce, temperatura, ormoni, sostanze nutritive, genoma ecc.



**Cloroplasti:** contengono i **tilacoidi** con la clorofilla, pigmento **fotosintetico**, che dà il colore verde alle piante

**Cromoplasti:** privi di tilacoidi, contengono **pigmenti** non fotosintetici, si trovano nei fiori e nei frutti

**Leucoplasti** : privi di tilacoidi e di pigmenti, sono quindi plastidi incolori, essi **accumulano sostanze di riserva**, a seconda del contenuto si distinguono diversi sottotipi:

**Amiloplasti:** accumulano amido

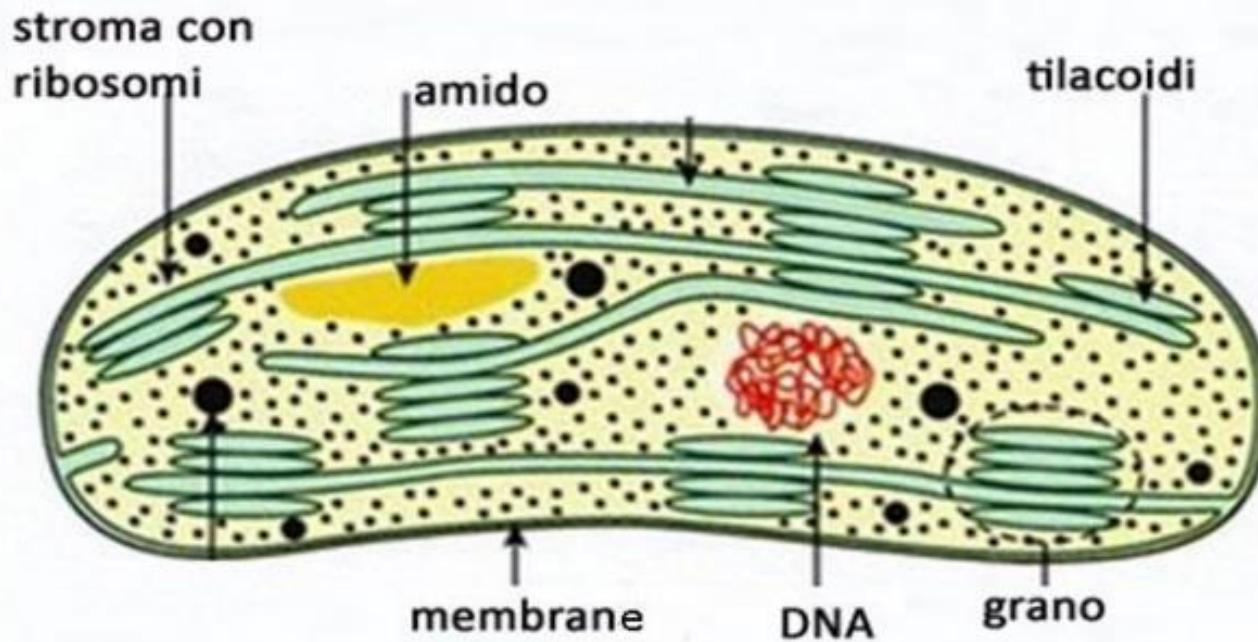
**Lipidoplasti:** accumulano lipidi

**Proteoplasti:** accumulano proteine



# CLOROPLASTO

## struttura:



Amido: riserva più importante di zuccheri nelle piante, equivalente al glicogeno delle cellule animali

## FOTOSINTESI



Fase luminosa: TRASDUZIONE DI ENERGIA. L'energia luminosa, viene captata dalla clorofilla sui tilacoidi e trasformata in energia chimica, mediante la sintesi di ATP e la riduzione del NADP<sup>+</sup> ossidato in NADPH ridotto, utilizzando acqua e liberando ossigeno.

Fase al buio (ciclo di Calvin): FISSAZIONE DEL CARBONIO. L'ATP e il NADPH forniscono l'energia chimica e il potere riducente per sintetizzare glucosio a partire da CO<sub>2</sub>.

- I cloroplasti sono presenti in tutti organismi vegetali e sono localizzati nelle cellule dei tessuti esposti alla luce (foglie, fusti erbacei, gemme, boccioli di fiori, frutti acerbi ecc.).
- Hanno un diametro di circa 4-6 µm.
- In una cellula vegetale si possono avere fino a 40-50 cloroplasti.
- La forma dei cloroplasti varia; nelle alghe sono solitamente allungati, possono essere nastriformi, spiraliformi; nelle piante superiori sono ellissoidali.

# GENOMA DEI CLOROPLASTI

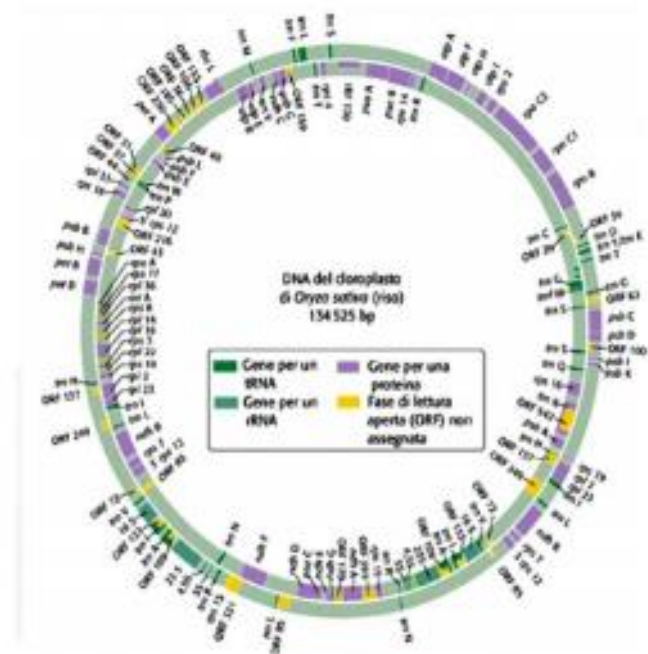
MOLECOLA CIRCOLARE

CIRCA 100 GENI SUDDIVISI IN DUE GRUPPI:

- geni per la sintesi di RNA
- geni per la sintesi delle proteine sulle membrane dei tilacoidi.

Analogamente a quanto avviene nei mitocondri:

- Alcune delle proteine sono codificate dal DNA nucleare, sintetizzate nel citoplasma e poi trasportate nel cloroplasto.
- Altre proteine, invece, sono codificate e nel DNA plastidiale e sintetizzate nel cloroplasto stesso.



# Citoscheletro

Complesso reticolo di filamenti proteici che si estende nel citosol

Microtubuli

Filamenti di actina

Funzioni:

Crescita della parete cellulare durante la distensione e il differenziamento attraverso il controllo dell'allineamento delle fibrille di cellulosa

Orientamento delle vescicole di secrezione per l'esocitosi  
Fibre del fuso mitotico e della piastra metafasica

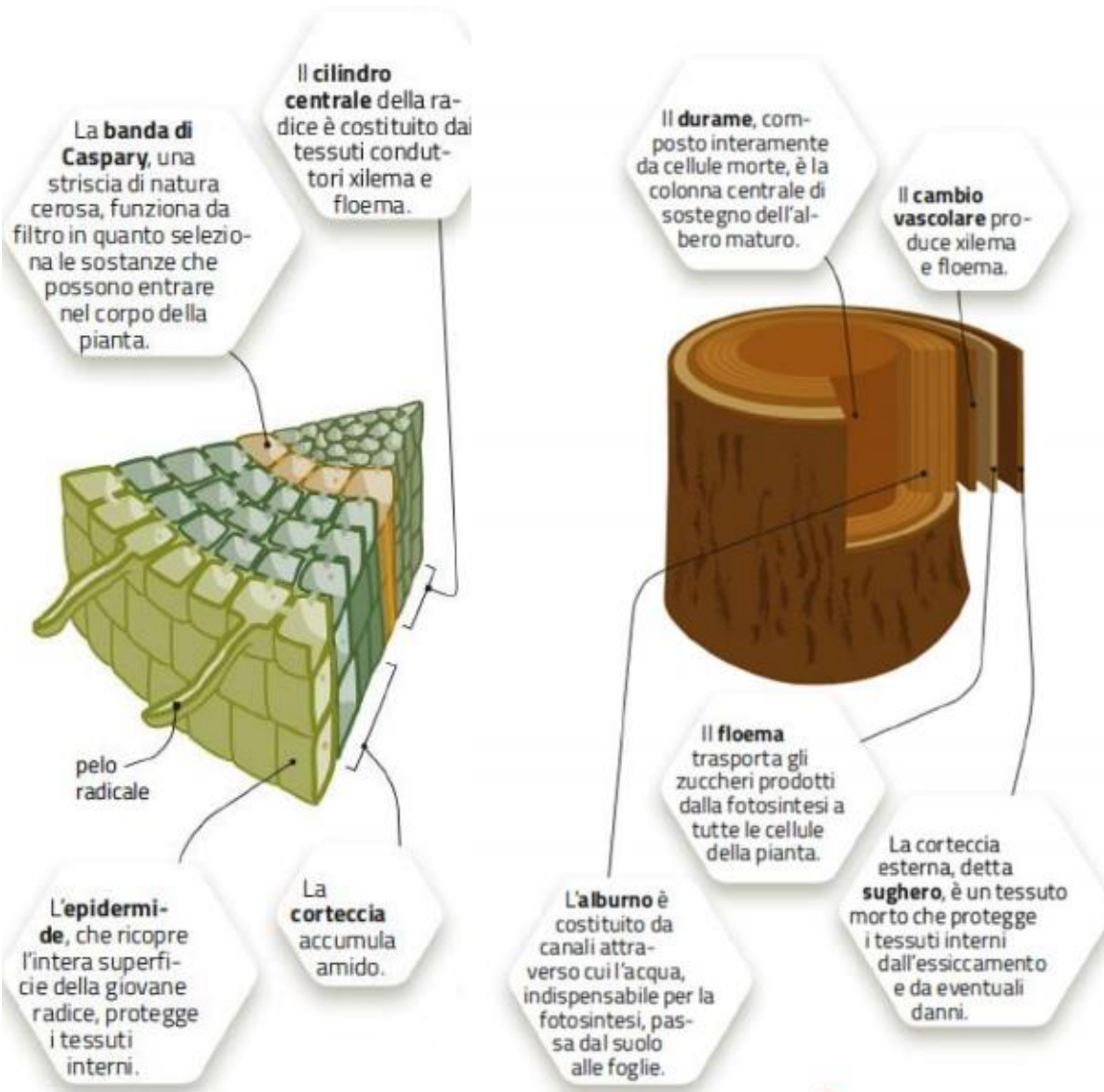
Microtubuli

Filamenti cilindrici di circa 25 nm formati da 13 protofilamenti disposti verticalmente ad elica intorno ad una porzione cava o core

Protofilamento: struttura polarizzata formata da dimeri di  $\alpha$  e  $\beta$  tubulina orientati nello stesso verso

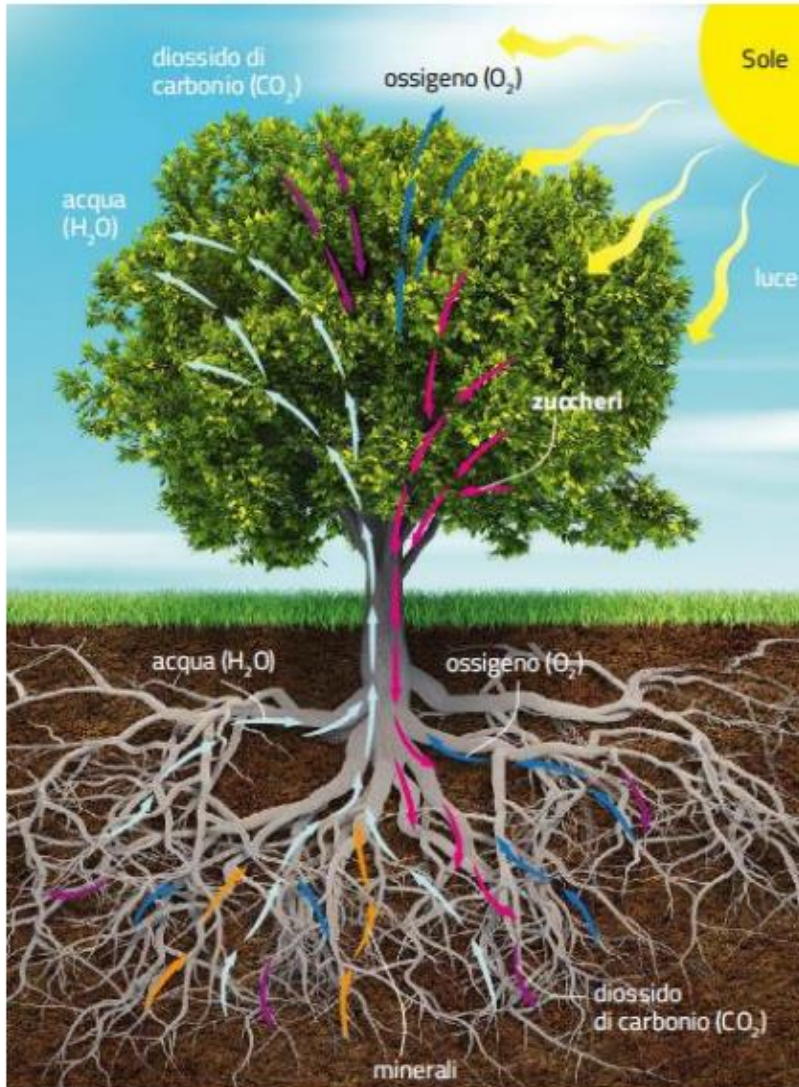


# La radice e il fusto



- Le **radici** ancorano la pianta e assorbono dal suolo acqua e sali minerali.
- Il **fusto** sostiene la pianta e consente il trasporto delle sostanze.

# I vasi conduttori

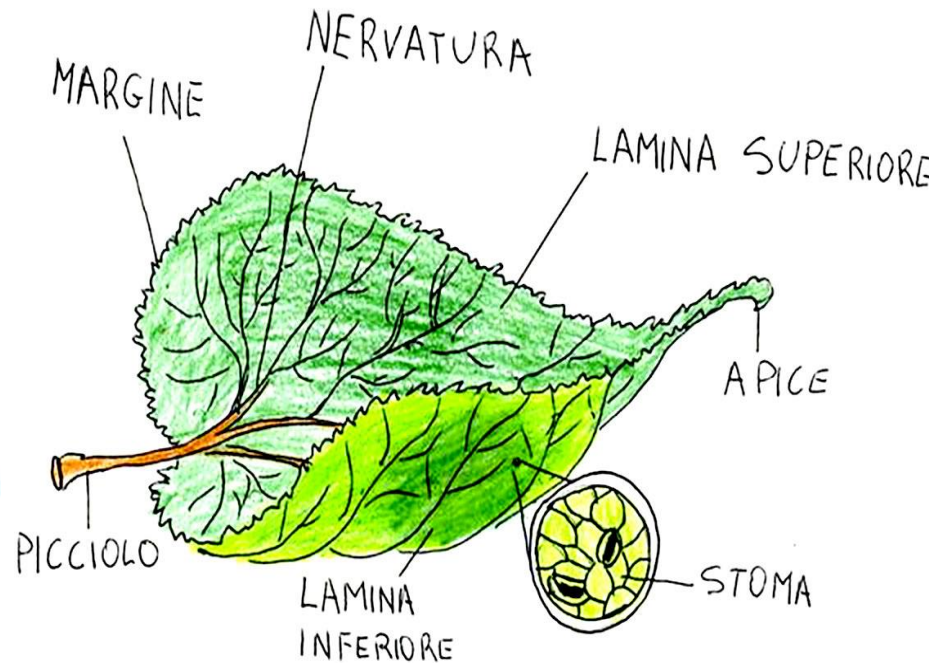


- **Xilema:** trasporta acqua e sali minerali dalle radici alle foglie.
- **Floema:** trasporta zucchero e altri prodotti della fotosintesi dalle foglie alle cellule non fotosintetiche della pianta.



# La foglia

• Nelle foglie verdi avviene la **fotosintesi clorofilliana**, cioè la sintesi di zuccheri in presenza di luce solare e anidride carbonica ( $\text{CO}_2$ ) con liberazione di ossigeno ( $\text{O}_2$ ) nell'ambiente. Il passaggio di gas avviene grazie agli *stomi*.



La foglia è uno dei tre organi costituenti il corpo della pianta ed assieme al fusto forma il germoglio. Le sue principali funzioni sono la **fotosintesi** e la **traspirazione**.

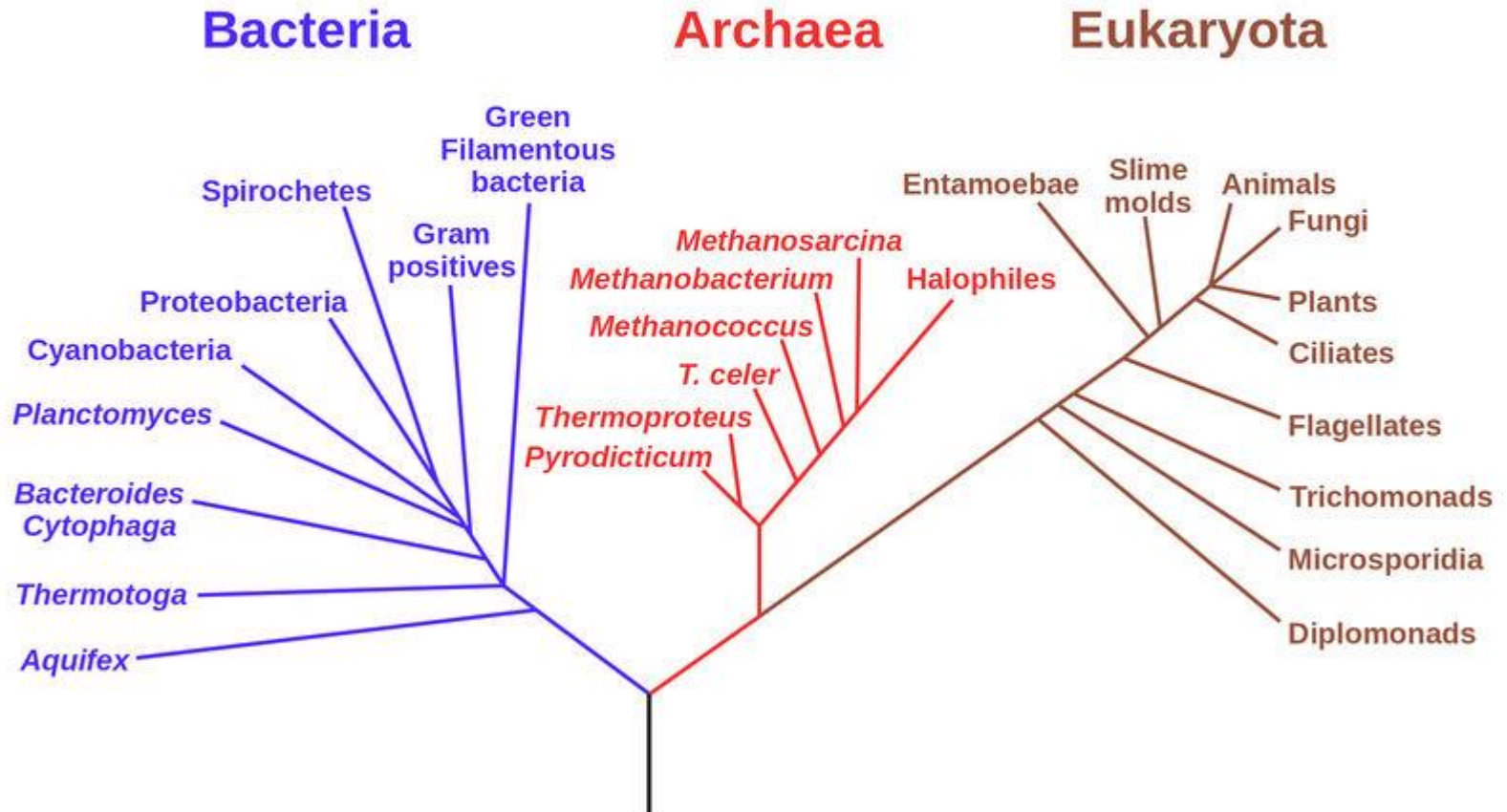
La **forma fogliare** più vantaggiosa per adempiere a queste funzioni è quella laminare, poiché ha un alto rapporto superficie/volume: quanto più ampia è la superficie sviluppata dall'organo, tanto più intensi sono gli scambi di sostanze gassose (vapor d'acqua, anidride carbonica e ossigeno) tra ambiente interno ed esterno, inoltre, in una foglia sottile gran parte dei tessuti possono essere raggiunti dalla luce.

La parete esterna delle cellule epidermiche è impermeabilizzata, tuttavia gli scambi gassosi possono avvenire attraverso le **aperture stomatiche**. Per evitare un'eccessiva traspirazione, gli stomi sono generalmente molto più numerosi sulla pagina inferiore della foglia, in quanto meno interessata dall'irradiazione solare e dalle correnti d'aria. In alcune piante di ambienti moderatamente umidi gli stomi si trovano indifferentemente sulla faccia superiore e inferiore, mentre in molte altre sono del tutto assenti sulla pagina superiore.

Sulla superficie fogliare, da alcune cellule epidermiche si differenziano spesso dei peli (o **tricomi**), che possono svolgere diverse funzioni: difesa chimica e meccanica, prevenzione dagli effetti di un'eccessiva traspirazione e irradiazione solare, ecc

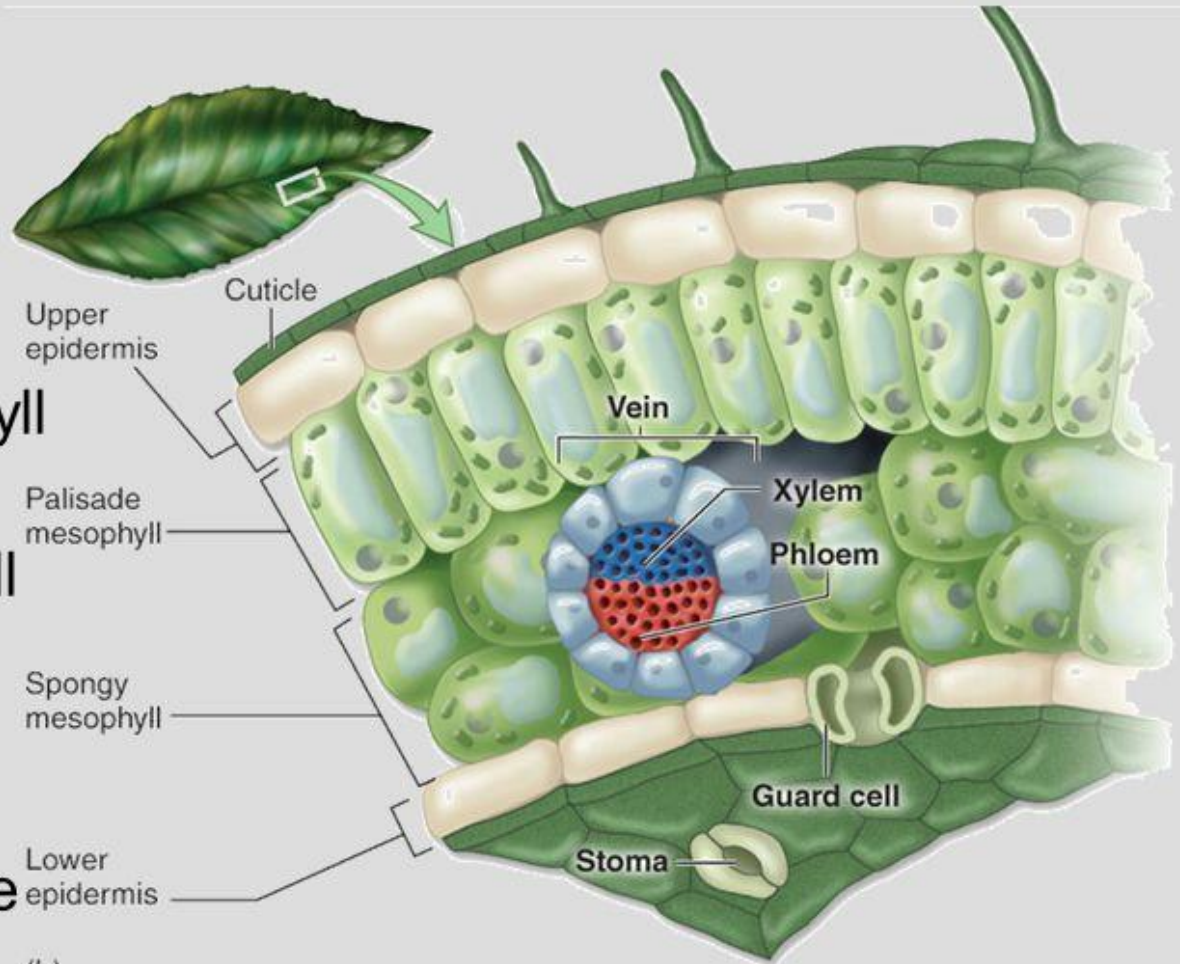


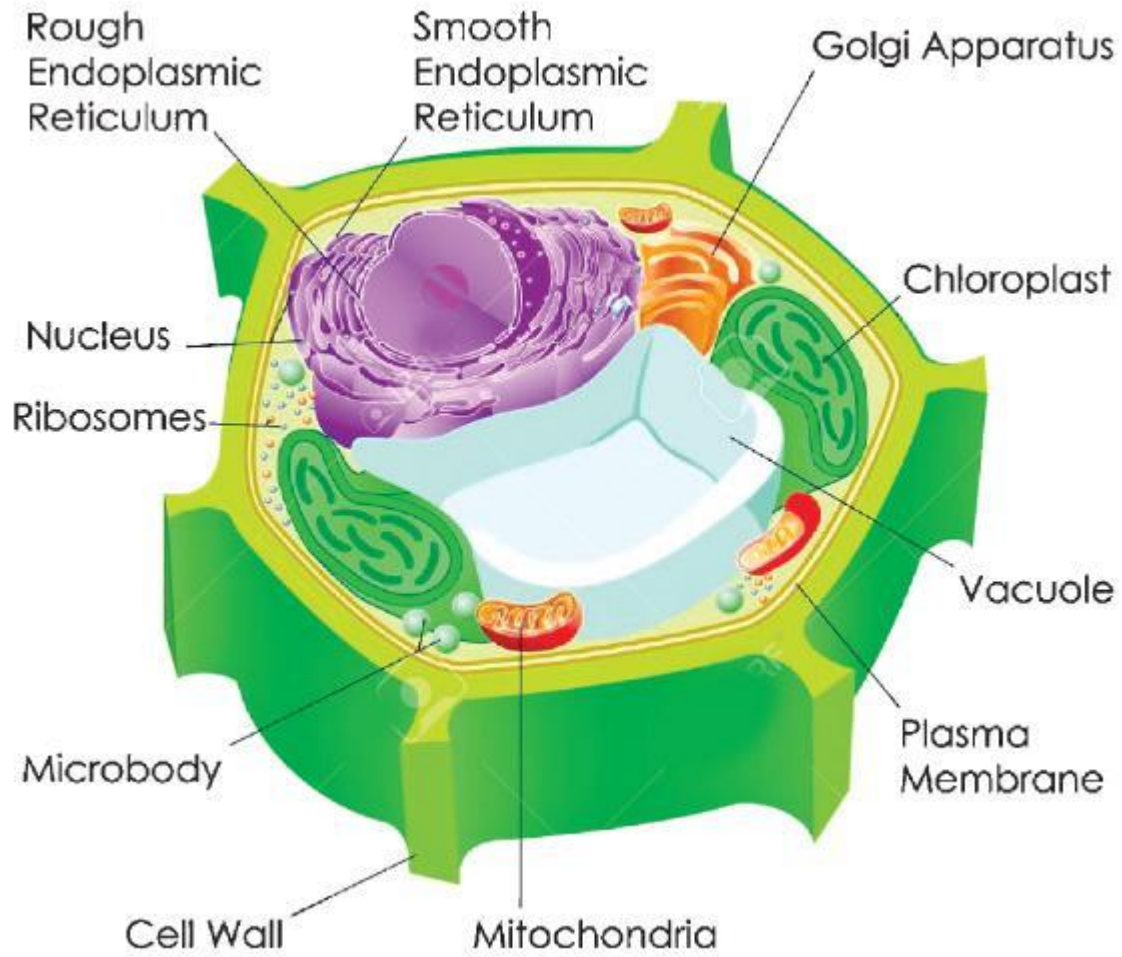
# Phylogenetic Tree of Life

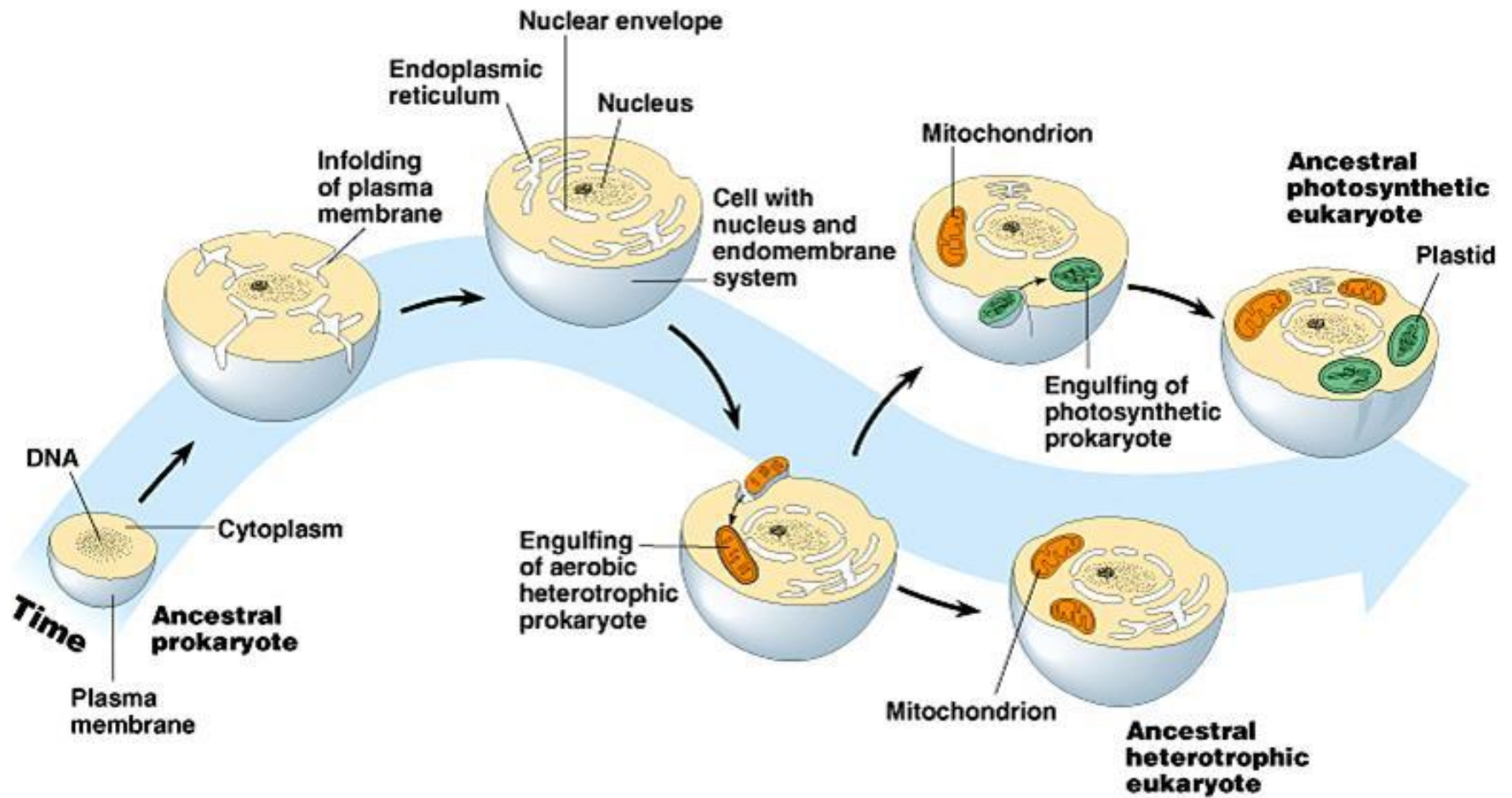


# Leaves – Structure and Development

- Most dicots have 2 types of mesophyll
  - Palisade mesophyll  
high photosynthesis
  - Spongy mesophyll  
air spaces for gas & water exchange
- Monocot leaves have 1 type of mesophyll





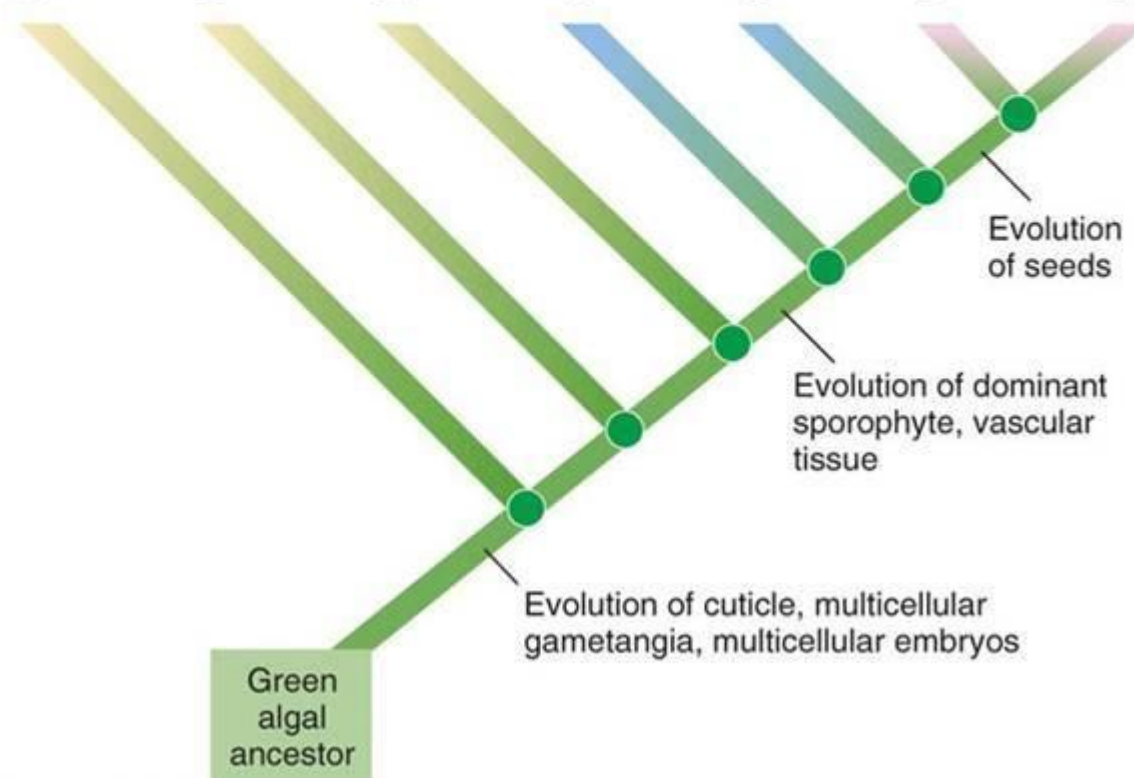




NONVASCULAR BRYOPHYTES      VASCULAR SEEDLESS PLANTS      VASCULAR SEED PLANTS



Hornworts      Liverworts      Mosses      Club mosses      Ferns      Gymnosperms      Angiosperms



### Monocotyledon (corn)

### Dicotyledon (bean)

