

Le piante

Sono organismi pluricellulari eucarioti, autotrofi fotosintetici, con ciclo biologico aplo-diplonte



Perché studiare le piante?

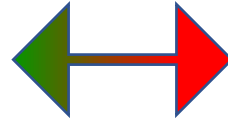
Lo studio sulle piante migliora la conoscenza della vita e l'ambiente in cui viviamo

Per sfruttare al meglio l'abilità delle piante nel fornirci cibo, medicine ed energia
Per aiutare la conservazione di piante e ambienti a rischio
Per scoprire di più sul mondo naturale

La diffusione delle piante ha portato alla nascita della Botanica e allo sviluppo di molte altre scienze fondamentali per l'evoluzione dell'uomo

La Botanica si basa su una contrapposizione di tutti gli organismi viventi in due categorie fondamentali

Vegetali



Animali

Organismi autotrofi (fotosintesi)

Organismi eterotrofi (ingestione)

Organismi sessili (mobilità limitata a gameti, spore e semi)

Organismi solitamente mobili.



Sviluppo delle superfici esterne (radici e foglie)

Sviluppo delle superfici interne (intestino, polmoni, reni)

Accrescimento indefinito

Accrescimento finito

Nessun sistema nervoso centrale

Sistema nervoso centrale



Circolazione aperta

Circolazione chiusa

Ectotermia (la temperatura corporea dipende dall'ambiente esterno)

Ectotermia o Endotermia





L'importanza di essere pianta

Vivono di luce: sono organismi verdi e fotosintetici



Sono espressione di vita: anche se non possono muoversi sono capaci di instaurare profonde e complesse relazioni con l'ambiente circostante (sanno compiere movimenti, rispondere agli stimoli, comunicare)

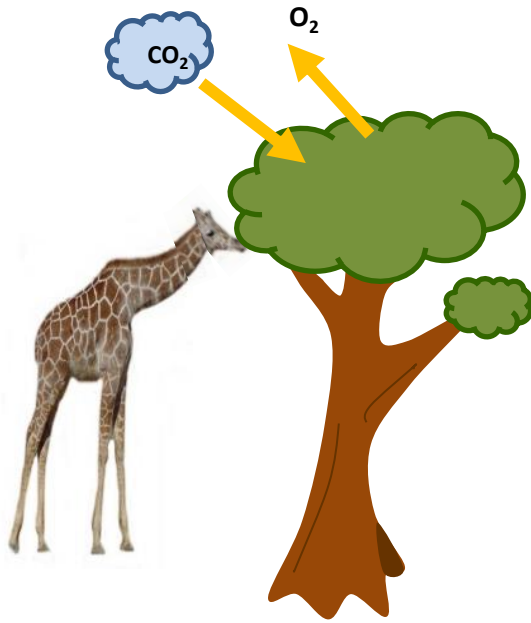


Garantiscono la sopravvivenza a tutti i viventi: forniscono servizi di *supporto* (formazione del suolo, ciclo dei nutrienti, produzione di sostanza organica), di *approvvigionamento* (acqua, cibo, legname, fibre) di *regolazione* (clima, maree, depurazione dell'aria, controllo dei patogeni) e *culturali* (estetici, spirituali, ricreativi)



Non possiamo vivere senza piante

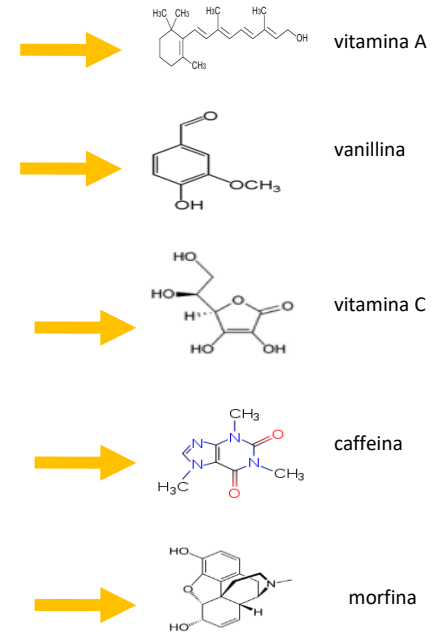
Le piante producono ossigeno



Sono fonte di cibo



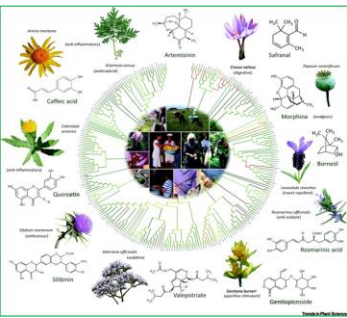
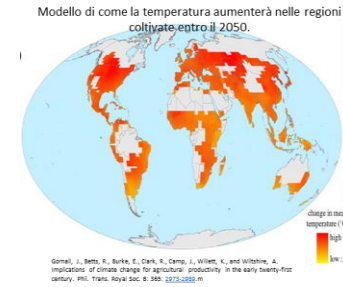
Producono composti chimici utili



Fonte di Biodiversità



Il mondo della ricerca e le piante



- Aumentare la produzione di cibo (malnutrizione e fame nel Mondo)
- Fare fronte ai cambiamenti climatici
- Migliorare l'efficienza dell'uso di acqua (WUE) e nutrienti (NUE)
- Aumentare le qualità nutrizionali
- Produrre metaboliti e fibre
- Produrre biocombustibili ed energia rinnovabile




Più Nutrienti
Più Produttive
Resistenti agli stress abiotici
Resistenti agli stress biotici

Riso normale



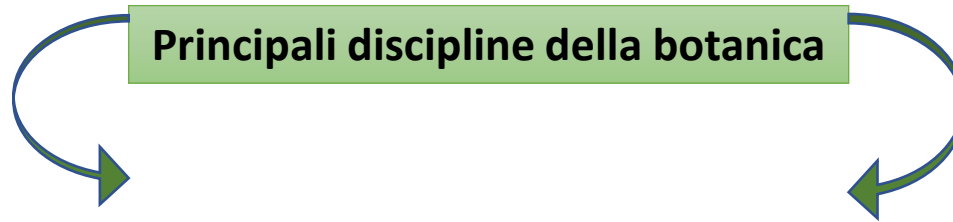
Riso dorato contenente β -carotene, ottenuto tramite ingegneria genetica

Riso ingegnerizzato geneticamente per contenere β -carotene.

 P.J. Russell - S.L. Wolfe - P.E. Hertz - C. Starr - B. McMillan
 Genetica Agraria
 EdiSES

Ogni pianta è il risultato di due fattori:

- Il materiale genetico contenuto in ogni cellula
- L'ambiente in cui la pianta cresce



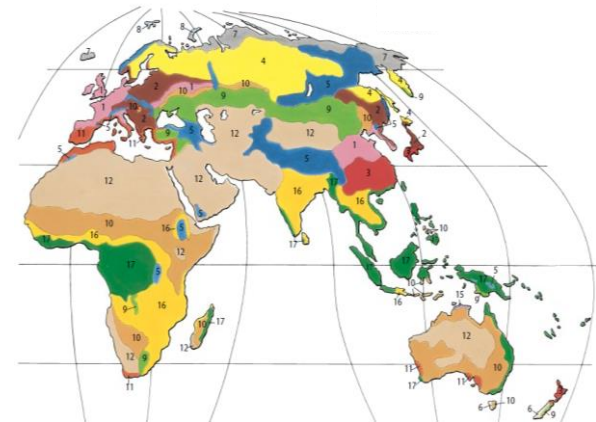
La **Genetica agraria** che studia l'ereditarietà dei caratteri

Gameti (polline)

	$\frac{1}{4}$ R Y	$\frac{1}{4}$ R y	$\frac{1}{4}$ r Y	$\frac{1}{4}$ r y
$\frac{1}{4}$ R Y	$\frac{1}{16}$ RR YY	$\frac{1}{16}$ RR Yy	$\frac{1}{16}$ Rr YY	$\frac{1}{16}$ Rr Yy
$\frac{1}{4}$ R y	$\frac{1}{16}$ RR Yy	$\frac{1}{16}$ RR yy	$\frac{1}{16}$ Rr Yy	$\frac{1}{16}$ Rr yy
$\frac{1}{4}$ r Y	$\frac{1}{16}$ Rr YY	$\frac{1}{16}$ Rr Yy	$\frac{1}{16}$ rr YY	$\frac{1}{16}$ rr Yy
$\frac{1}{4}$ r y	$\frac{1}{16}$ Rr Yy	$\frac{1}{16}$ Rr yy	$\frac{1}{16}$ rr Yy	$\frac{1}{16}$ rr yy

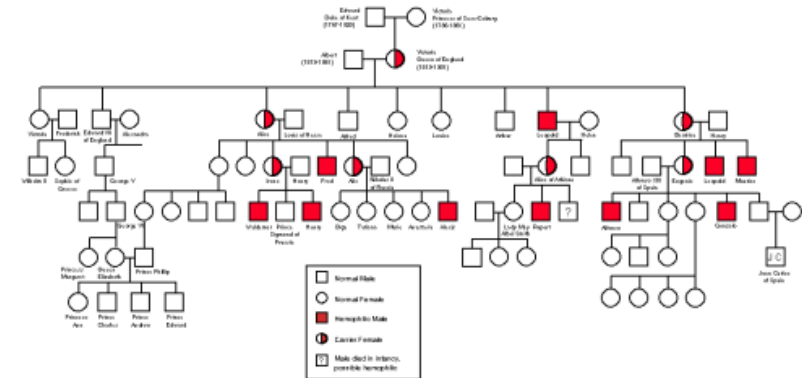
Rapporto fenotipico: 9 lisci, gialli : 3 lisci, verdi : 3 rugosi, gialli : 1 rugoso, verde

L'**Ecologia vegetale** che studia gli effetti delle pressioni ambientali sulle piante

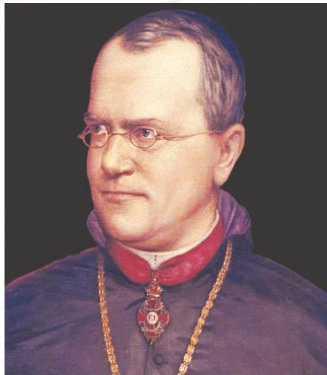


Gli studi di Mendel sui piselli rivelarono le leggi dell'ereditarietà

...che ci aiutano a comprendere le innumerevoli malattie che hanno cause genetiche come l'anemia falciforme e l'emofilia



Albero genealogico di una famiglia affetta da emofilia



Gregor Mendel (1822-1884), il fondatore della genetica.

P.J. Russell - S.L. Wolfe - P.E. Hertz - C. Starr - B. McMillan
Genetica Agraria
EdISES

Il lavoro di Mendel gettò le basi per la scienza della genetica vegetale e per l'agronomia



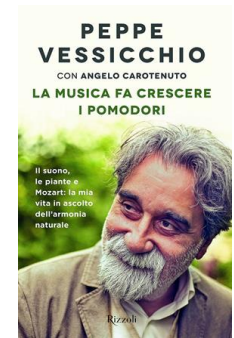
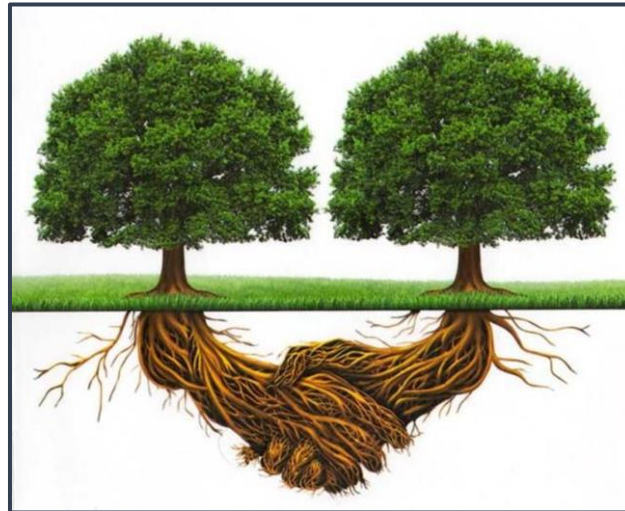
Il coltivatore Norman Borlaug
1914-2009, premio Nobel nel 1970



L'intelligenza delle piante

Le piante consumano pochissima energia, hanno un'architettura modulare, un'intelligenza distribuita e nessun centro di comando. Non solo posseggono, se pur in modo diverso, i nostri cinque sensi ma ne sviluppano moltissimi altri

Le piante percepiscono variazioni ambientali esterne e modificano di conseguenza il proprio stato e comportamento



“You can smell the defense chemistry of a forest under attack. Something is being emitted and plants and animals perceive that and change their behaviors”

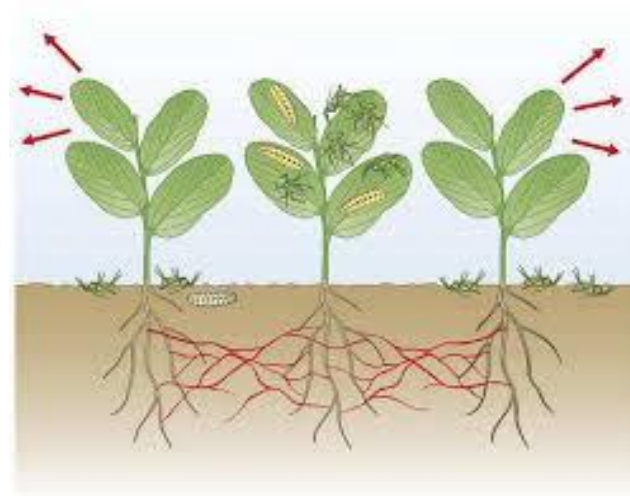
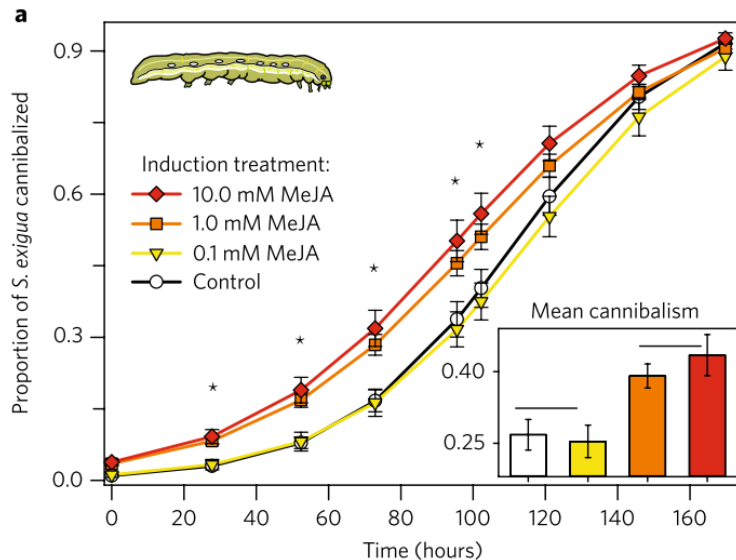


Induced defences in plants reduce herbivory by increasing cannibalism

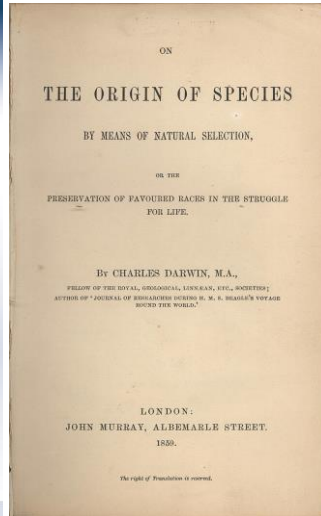
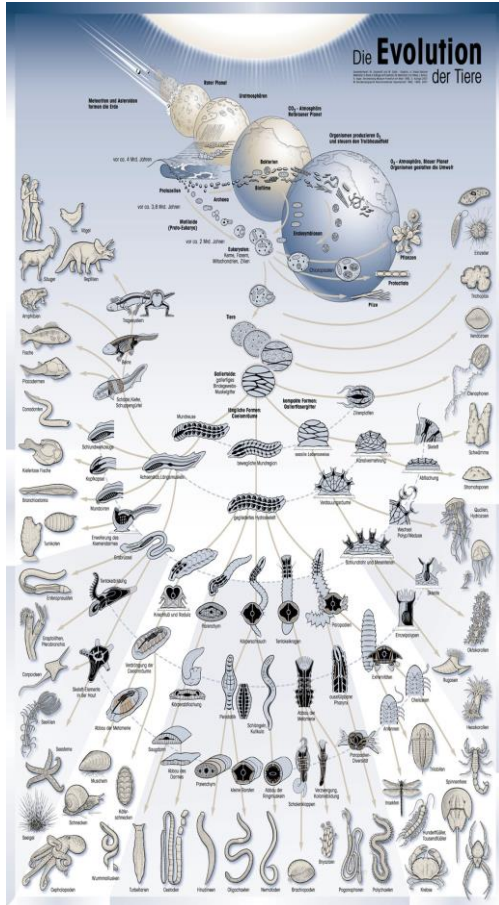
John Orrock*, Brian Connolly and Anthony Kitchen

Le piante sono attaccate da una miriade di erbivori, e molte piante sono in grado di difendersi attivando meccanismi anti-erbivori.

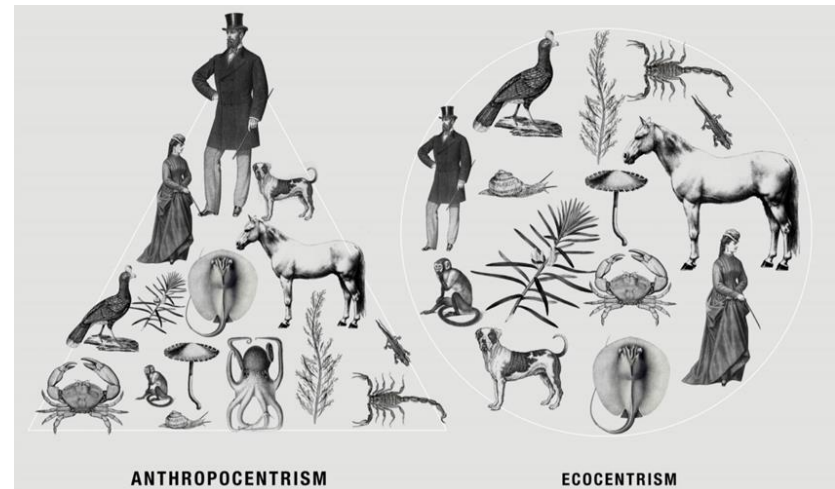
L'induzione dei meccanismi di difesa in piante di pomodoro incoraggia gli insetti a mangiare altri membri della loro specie



Origine delle specie - Biodiversità



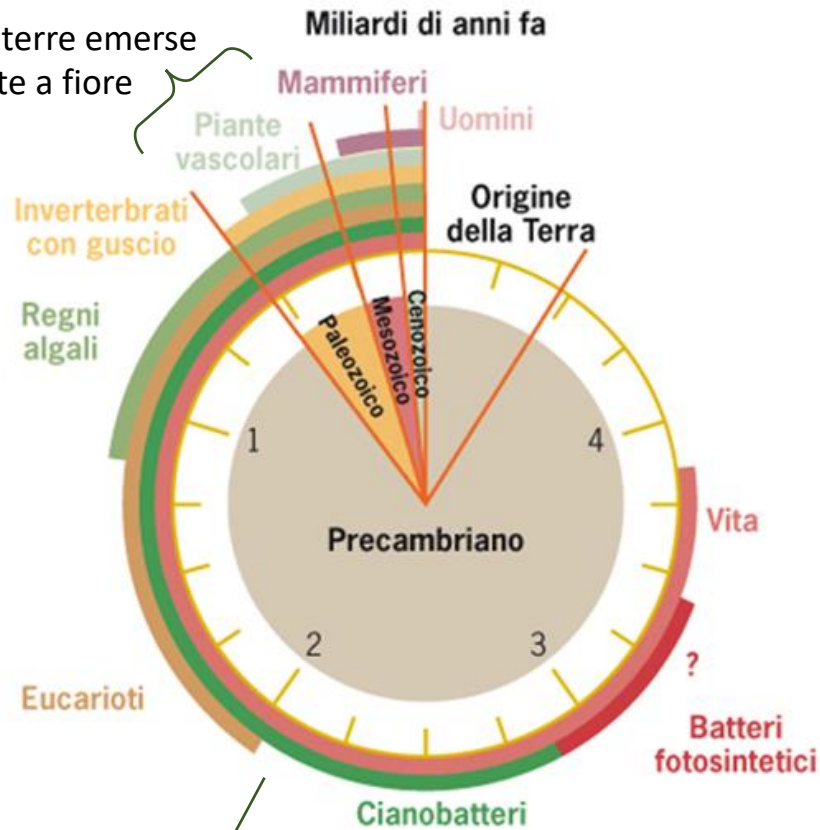
On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the preservation of Favoured Races in the Struggle for Life



La vita sulla Terra è espressione di miliardi di anni di storia evolutiva. L'adattamento, la selezione naturale, la coevoluzione hanno guidato i fenomeni di speciazione e di estinzione e, conseguentemente, l'espansione della biodiversità sul pianeta

Orologio biologico della terra

Le piante conquistano le terre emerse
Comparsa delle piante a fiore

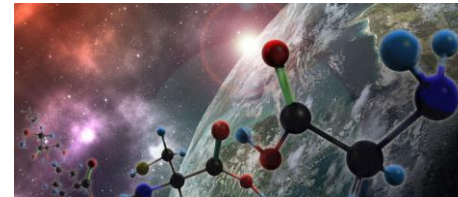


Ossigeno libero nell'atmosfera

Per la maggior parte dei suoi 4,6 miliardi di anni, la Terra è stata un luogo brullo e ostile



Comparsa di organismi filamentosi simili batteri – **PROCARIOTI**
(3,5 miliardi di anni fa)

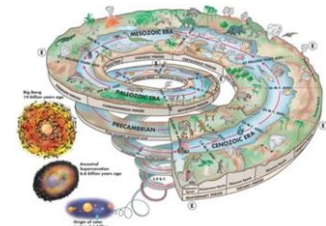


Comparsa di organismi più complessi – **EUCARIOTI**
(2,1 miliardi di anni fa)



Comparsa di **Organismi pluricellulari**
(650 milioni di anni fa)

Primi stadi evolutivi di piante, funghi e animali



Charles Burrows, la spirale del tempo



Aqueous microdroplets enable abiotic synthesis and chain extension of unique peptide isomers from free amino acids

Dylan T. Holden, Nicolás M. Morato, and R. Graham Cooks

Contributed by R. Graham Cooks; received July 22, 2022; accepted August 27, 2022; reviewed by Veronica Bierbaum and Euan Williams

October 3, 2022 | 119 (42) e2212642119 | <https://doi.org/10.1073/pnas.2212642119>

La chimica della vita

Nelle gocce d'acqua (confine acqua-aria) hanno avuto luogo rapide reazioni chimiche che hanno consentito agli amminoacidi primordiali di unirsi a formare molecole più complesse



Fig. 1.33 → Una roccia sedimentaria dell'Ordoviciano con Dasycladaceae fossili (*Cyclocrinus*). (DSB Univ. di Messina).

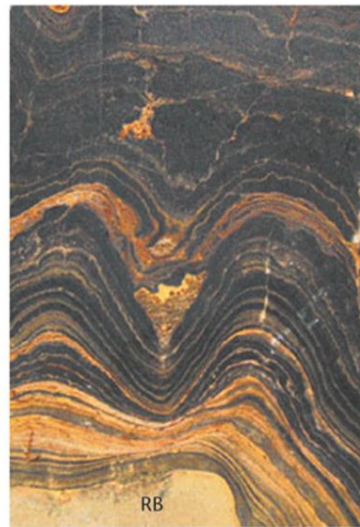


Fig. 1.6 → Una sezione verticale di uno stromatolite: sulla roccia di base (RB) sono evidenti gli strati di origine biologica. (Precambriano della Bolivia, DSB Univ. di Messina).

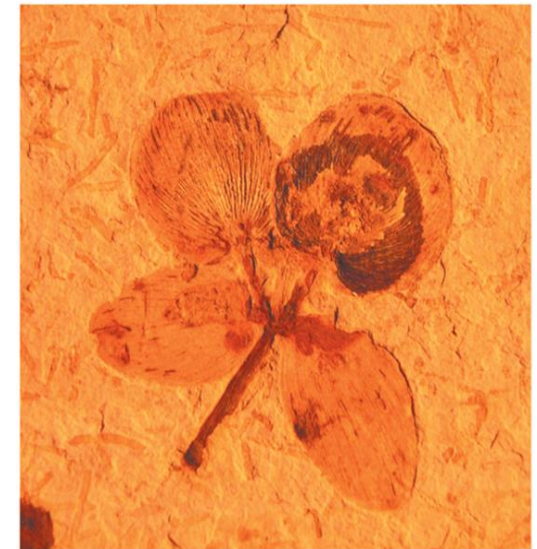


Fig. 5.1 → L'impronta di un fiore in una arenaria del Terziario. (D.S.B. Univ. di Messina).

“Probabilmente tutti gli esseri viventi che sono vissuti su questa Terra discendono da una forma primordiale nella quale la vita comparve”

(Sull'origine della specie, Charles Darwin)

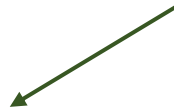
ETEROTROFI: organismo che ricava energia da una fonte esterna di molecole organiche (animali, funghi, alcuni organismi unicellulari)



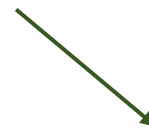
AUTOTROFI: organismi capaci di produrre le molecole necessarie per la sopravvivenza

AUTOTROFI FOTOSINTETICI
(cianobatteri, alghe: eucarioti vegetali monocellulari)

Produzione di Ossigeno libero



Formazione dello strato di Ozono
(450 milioni di anni fa)



Respirazione
(impiego delle molecole organiche prodotte
dalla fotosintesi)

La vita inizia a diversificarsi ed evolversi

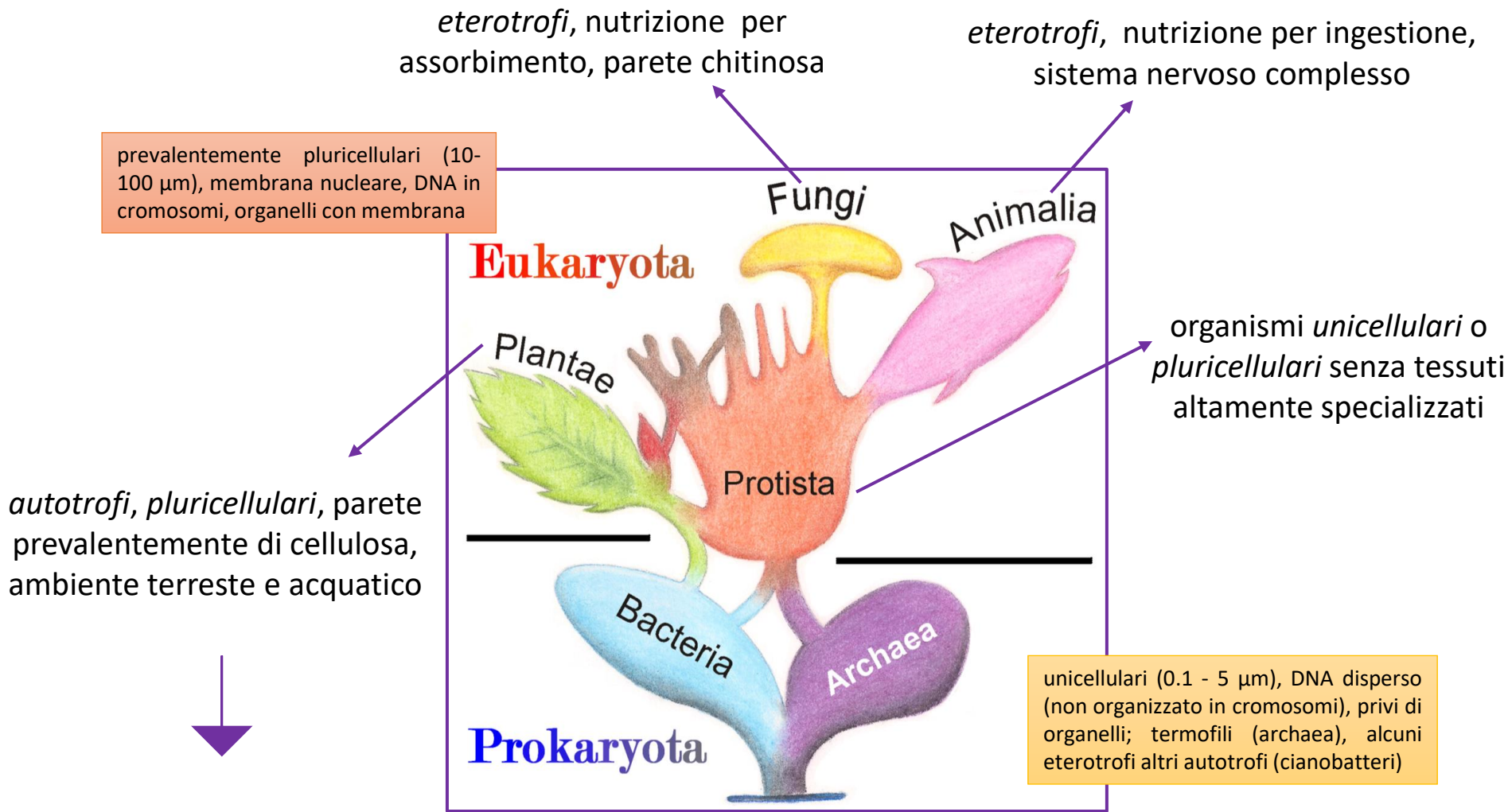


Foto dal Web

Alghe Rosse e Alghe Verdi

Briofite (muschi e organismi affini)

Pteridofite (felci e organismi affini)

Spermatofite (piante a seme) Gimnosperme e Angiosperme

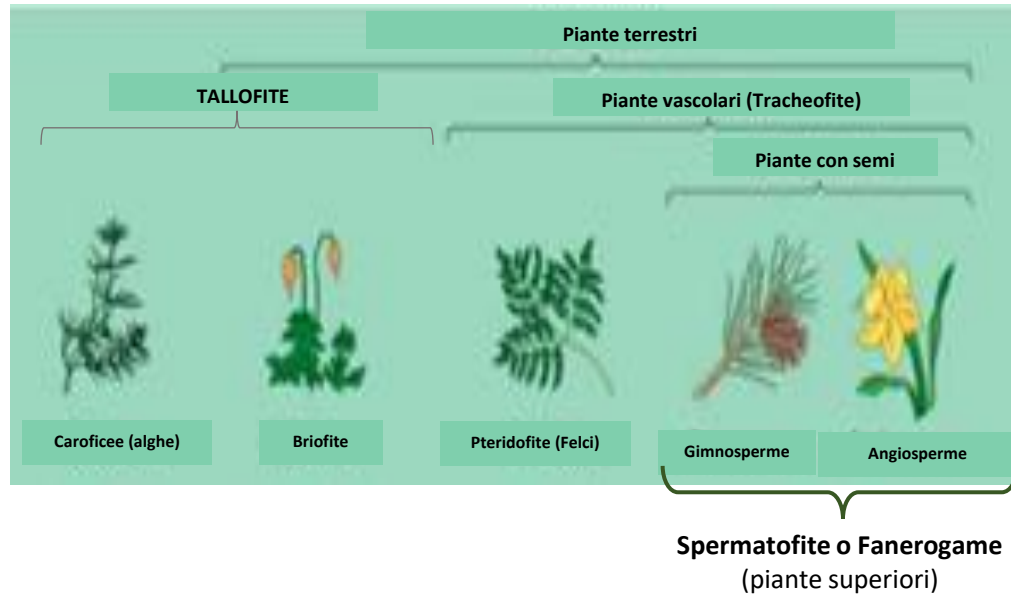


Foto dal Web

TALLOFITE

(corpo = TALLO = pseudo-tessuti, formati da filamenti cellulari intrecciati; funzioni NON differenziate)
vita acquatica

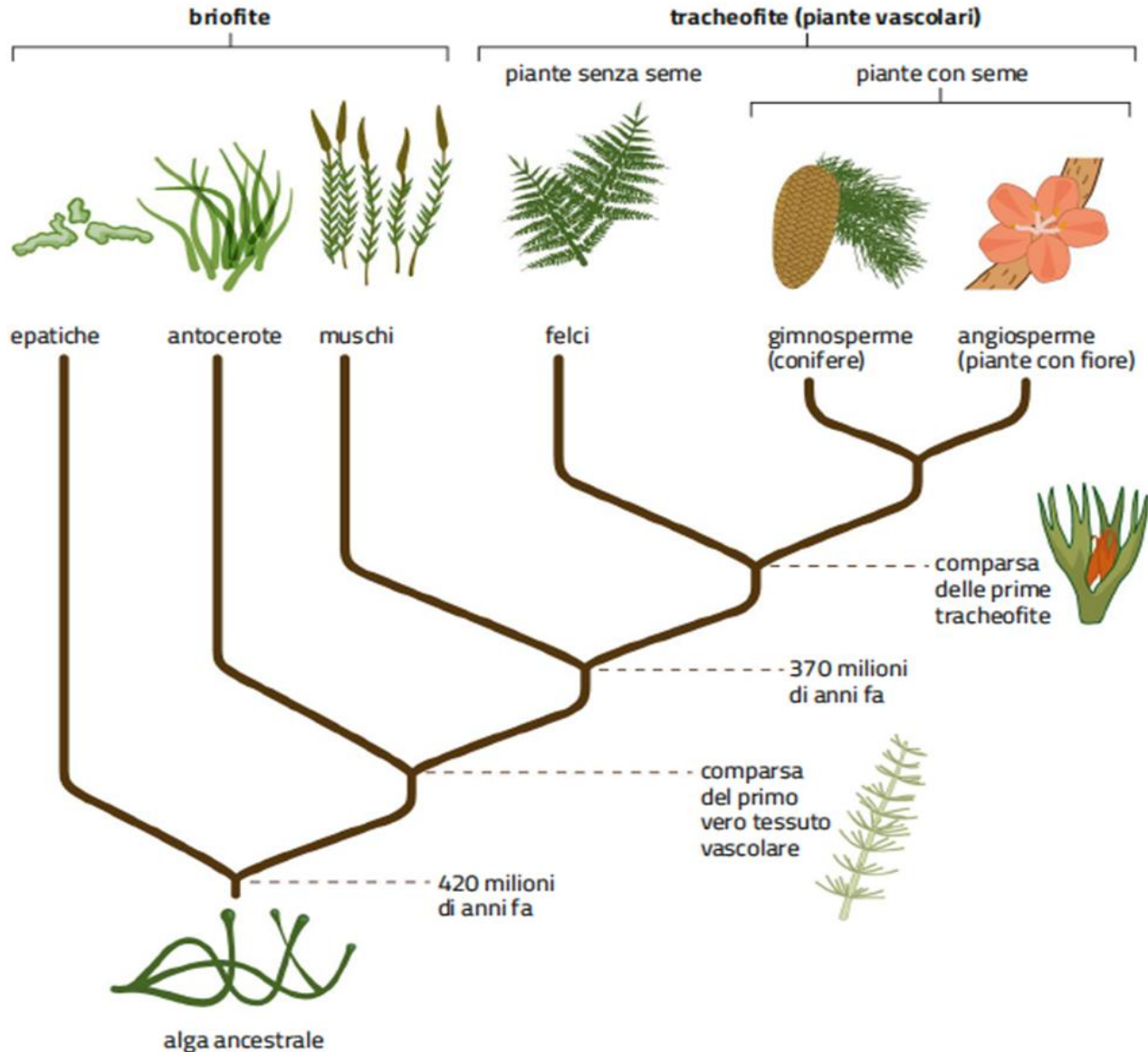
CORMOFITE

(corpo = CORMO = radice, fusto, foglie; funzioni differenziate)
vita sulla terraferma

Posizione intermedia

Muschi (Briofite) con corpo formato da un tallo, ma con alcune strutture tipiche del cormo

Le piante terrestri si sono evolute oltre 500 milioni di anni fa da alghe caroficee



Vi sono più di 390.000 specie di piante

Le alghe

Protisti eucarioti

Principalmente marine o di acque dolci

Dimensioni diverse: da singola cellula a 30m come le alghe brune (Kelp)

Il tallo è costituito da cellule tutte uguali non organizzate in tessuti

Presenza di tutti e tre i tipi di cicli vitali:
aplobionte, diplobionte, aplo-diplobionte

Viridiplantae = alghe verdi e piante terrestri discendenti

TABELLA 15.1 Caratteristiche comparate dei protisti (continua)

Gruppo	Numero di specie	Pigmenti fotosintetici	Carboidrati di riserva	Flagelli	Superficie cellulare	Habitat
Dinoflagellate	4000	Assenti in molte o clorofille a e c; carotenoidi, principalmente peridrina	Amido	Assenti (eccetto che nei gameti) o 2 disuguali; laterali (uno trasversale, uno longitudinale)	Hanno uno strato di vescicole sotto la membrana plasmatica, con o senza placche di cellulosa	Generalmente marine, molte di acqua dolce; alcune simbiotici
Diatomee* (Bacillariophyceae)	10 000-12 000 riconosciute	Assenti o clorofille a e c; carotenoidi, principalmente fucoxantina	Crisolaminarina	Nessuno o 1; solo nei gameti maschili delle centriche; apicale; con appendici laterali	Silice	Marine e di acqua dolce
Alghe dorate* (Chrysothyceae)	1000	Nessuno, o clorofille a e c; carotenoidi, principalmente fucoxantina	Crisolaminarina	Nessuno o 2; apicali; quello rivolto in avanti con appendici laterali, quello rivolto all'indietro liscio	Scaglie di silice; nelle scaglie di alcune presenza di cellulosa	Principalmente di acqua dolce, alcune marine
Alghe giallo-verdi* (Xanthophyceae)	600	Clorofille a e c; carotenoidi ma senza fucoxantina	Olio	Nessuno o 2; quello rivolto in avanti con appendici laterali, quello rivolto all'indietro liscio	Cellulosa, talvolta con silice	Essenzialmente di acqua dolce o terrestri, poche marine
Alghe brune* (Phaeophyceae)	1500	Clorofille a e c; carotenoidi, principalmente fucoxantina	Laminarina; mannitolo (trasportato)	2; solo nelle cellule riproduttive; laterali, quello rivolto in avanti con appendici laterali, quello rivolto all'indietro liscio	Cellulosa immersa in una matrice di alginina mucillaginosa; plasmodesmi in alcune	Quasi tutte marine, per lo più di regioni temperate e polari, abbondanti nelle acque fredde degli oceani
Alghe rosse (Rhodophyta)	6000	Clorofilla a, ficobiline; carotenoidi	Amido delle floridee	Assenti	Microfibrille di cellulosa immerse in una matrice (generalmente galattani); in molte depositi di carbonato di calcio	Principalmente marine, circa 100 specie di acqua dolce; molte specie tropicali
Alghe verdi	17 000	Clorofille a e b; carotenoidi	Amido	Assenti o 2 (o più); apicali o subapicali; uguali o diversi; lisci	Glicoproteine, polisaccaridi non cellulose o cellulosa; in alcune plasmodesmi	Per lo più acquatiche, di acqua dolce o marine; molte sono componenti di simbiosi
Oomiceti* (Oomycota)	700	Assenti	Glicogeno	2; solo nelle zoospore e nei gameti maschili; apicali o laterali; quello rivolto in avanti con appendici laterali, quello rivolto all'indietro liscio	Cellulosa o tipo cellulosa	Marini, di acqua dolce e terrestri (ma in condizioni di umidità)
Muffe mucillaginose plasmodiali (Myxomycota)	700	Assenti	Glicogeno	Normalmente 2; apicali, disuguali; solo nelle cellule riproduttive; lisci	Membrana plasmatica e una guaina viscosa; spore rivestite con cellulosa; plasmodio	Terrestri
Muffe mucillaginose cellulari (Dictyosteliomycota)	50	Assenti	Glicogeno	Assenti (ameboidi)	Membrana plasmatica e guaina viscosa sulle mixoamebe e sulle lamache; una spessa parete cellulare ricca di cellulosa sulle macrocisti mature	Terrestri

* Stramenopili



Alternanza di generazioni

ciclo aplo-diplonte

Importante adattamento all'ambiente terrestre

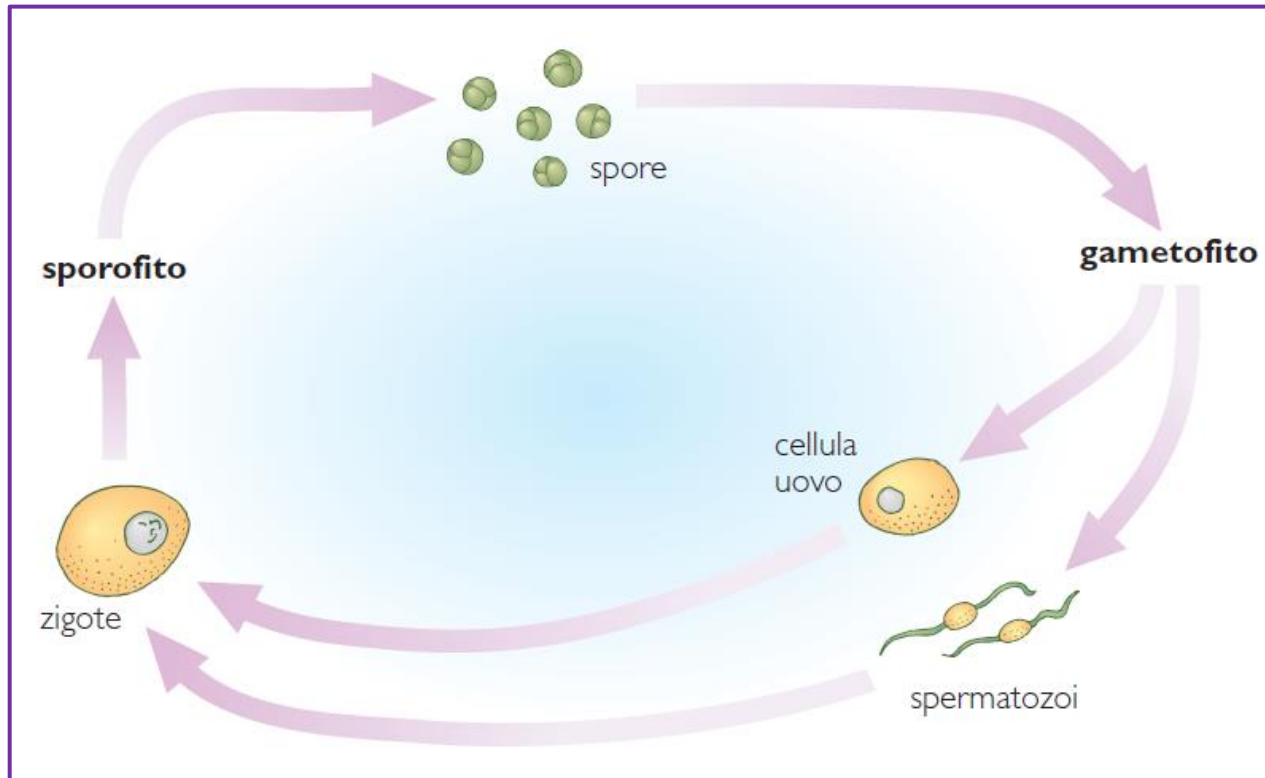
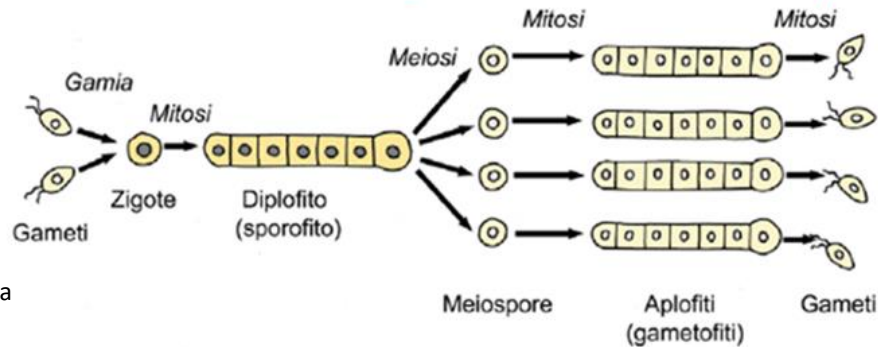


Foto dal Web: La varietà delle piante



Le Briofite

Piante di transizione tra le alghe verdi cariofitee e le piante vascolari
Prime piante colonizzatrici delle terre emerse (Ordoviciano)

Piccole dimensioni

presenza di lignina, cuticola e stomi

Luoghi umidi (Acqua per imbibizione)

Strutture "simili" a tessuti e radice primitiva (rizoide)

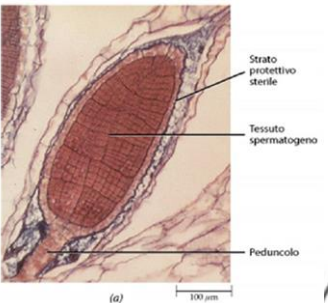
Riproduzione in acqua; aplodiplonti con
predominanza aploide (gametofito)

Simbiosi con funghi e cianobatteri che collaborano
all'assunzione dei nutrienti

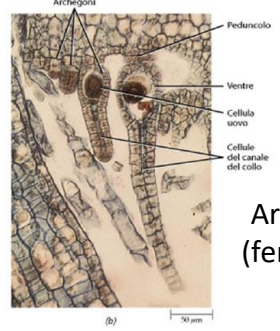
TABELLA RIASSUNTIVA Riassunto comparato delle caratteristiche dei phyla delle Bryophyta				
Phylum	Numero delle specie	Caratteristiche generali del gametofito	Caratteristiche generali dello sporofito	Habitat
Marchantiophyta (epatiche)	5200	Dominante; autotrofo; talloide o foglioso. Presenza di pori in alcune specie talloidi; rizoidi unicellulari; cellule generalmente con numerosi cloroplasti; frequente produzione di gemme; stadio di protonema raro; crescita mediante un meristema apicale	Piccolo e dipendente nutrizionalmente dal gametofito; non ramificato; costituito generalmente di un piede, di una breve seta e di uno sporangio, solo di un piccolo sporangio, in qualche genere; composti fenolici nelle pareti delle cellule epidermiche; assenza di stomi	Per lo più regioni umide, temperate e tropicali; frequentemente epifitico; raramente acquatico
Briophyta (muschi)	12 800	Dominante; autotrofo; foglioso; rizoidi pluricellulari; cellule generalmente con numerosi cloroplasti; frequente produzione di gemme; stadio protonemico che si accresce mediante un meristema marginale, seguito, in <i>Sphagnum</i> , da un'ulteriore crescita a partire da un meristema apicale; crescita mediante un meristema apicale soltanto nelle Bryidae; presenza, talvolta, di leptoidi e idroidi non lignificati	Piccolo e dipendente nutrizionalmente dal gametofito; non ramificato; costituito di un piede, di una lunga seta e di uno sporangio nelle Bryidae; presenza di composti fenolici nelle pareti delle cellule epidermiche; talvolta presenza di leptoidi e idroidi non lignificati	Per lo più regioni umide, temperate e tropicali; raramente regioni artiche e antartiche; frequentemente ambienti aridi; raramente acquatici
Anthocerotophyta (antocerote)	300	Dominante; autotrofo; talloide; rizoidi unicellulari; cellule generalmente con un solo cloroplasto	Piccolo e dipendente nutrizionalmente dal gametofito; non ramificato; costituito di un piede e di un lungo sporangio cilindrico, con un meristema tra il piede e lo sporangio; presenza di cuticola e di stomi; assenza di tessuti conduttori specializzati	Regioni umide, temperate e tropicali



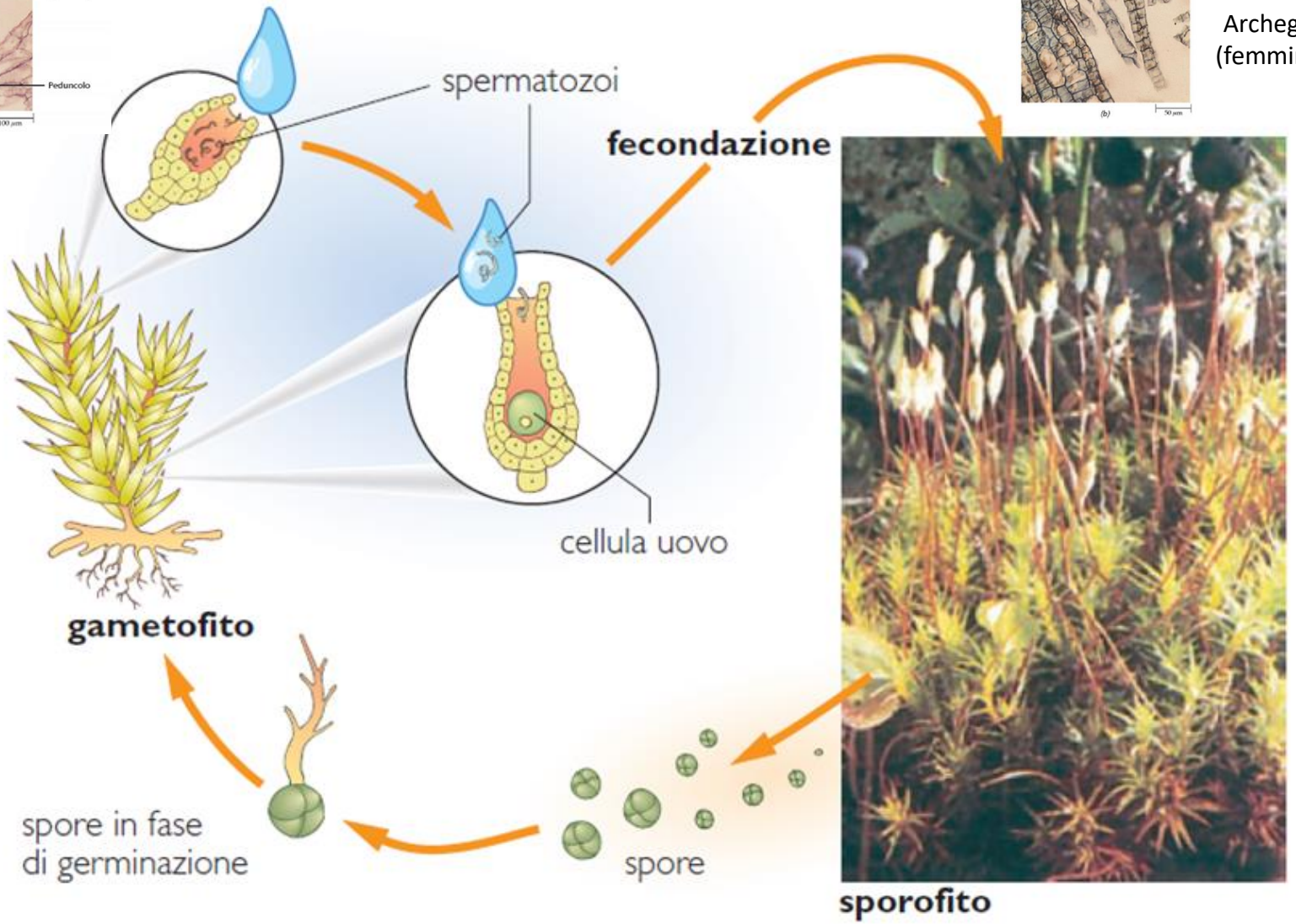
Ciclo vitale delle Briofite



Anteridi (maschile)

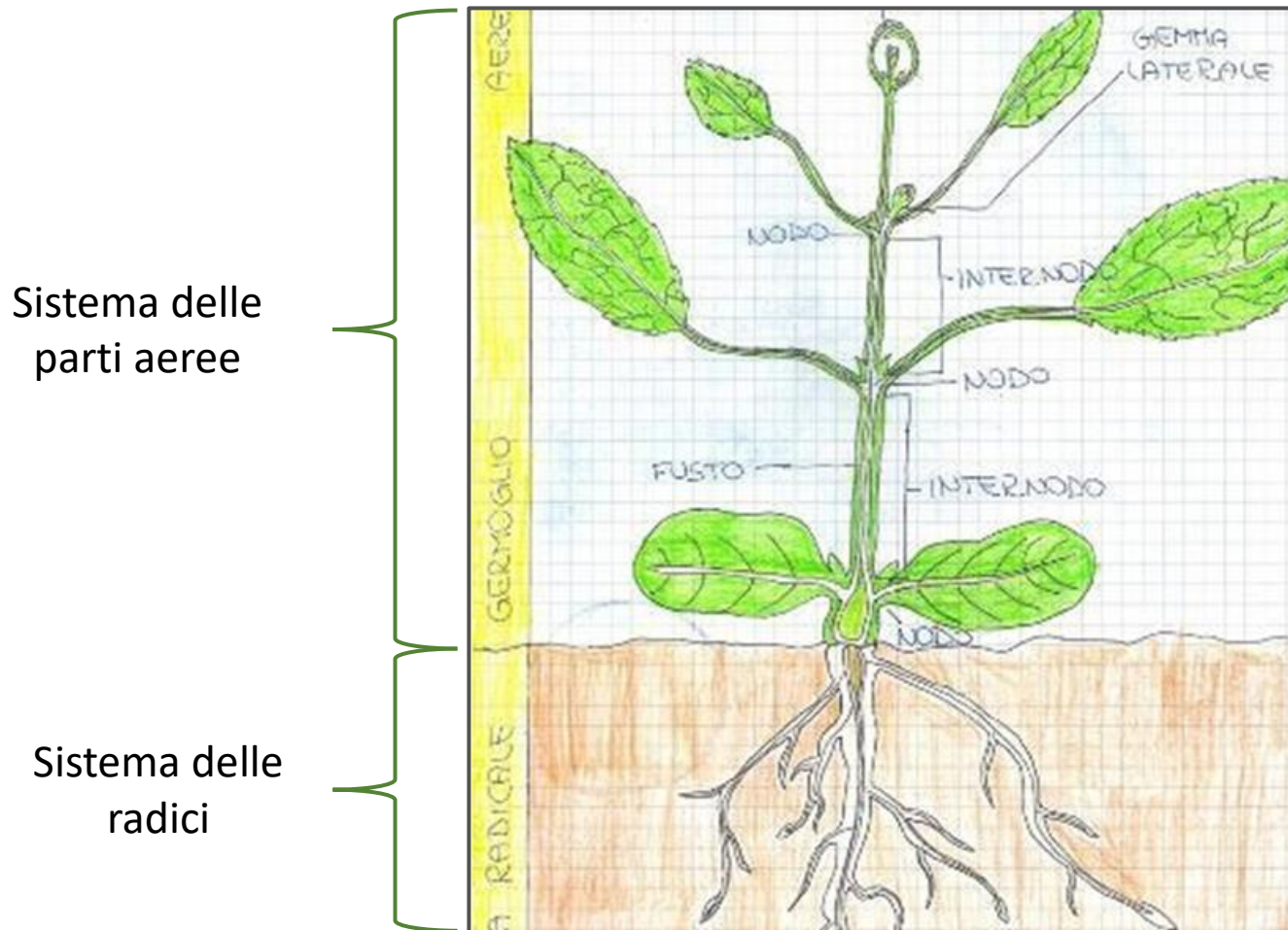


Archegoni (femminile)



Le piante terrestri (tracheofite, vascolari)

Organismi pluricellulari che svolgono la fotosintesi clorofilliana



Le tracheofite (piante vascolari)

Evolute dalle Briofite (Devoniano)

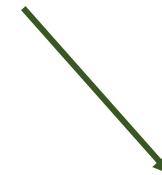
Piante dotate di tessuti specializzati
(sostegno, conduzione, fotosintesi, traspirazione)

Il corpo delle tracheofite è differenziato in organi
(radice, fusto, foglie)



PTERIDOFITE
(Crittogame vascolari)
Devoniano inferiore
(408 e 387 mln di anni fa)

SPERMATOFITE o CORMOFITE
Comparsa del seme (vantaggio evolutivo)
Ordoviciano (510 – 439 mln di anni fa)



Gimnosperme
seme "nudo"

Angiosperme
seme "protetto"

PTERIDOFITE
(Crittogame vascolari)
Licopodi, Equiseti, Felci

Piante non a seme

Differenziazione in tessuti (conduttori e sostegno)

Presenza della cuticola e degli stomi (impermeabilità e scambi gassosi)

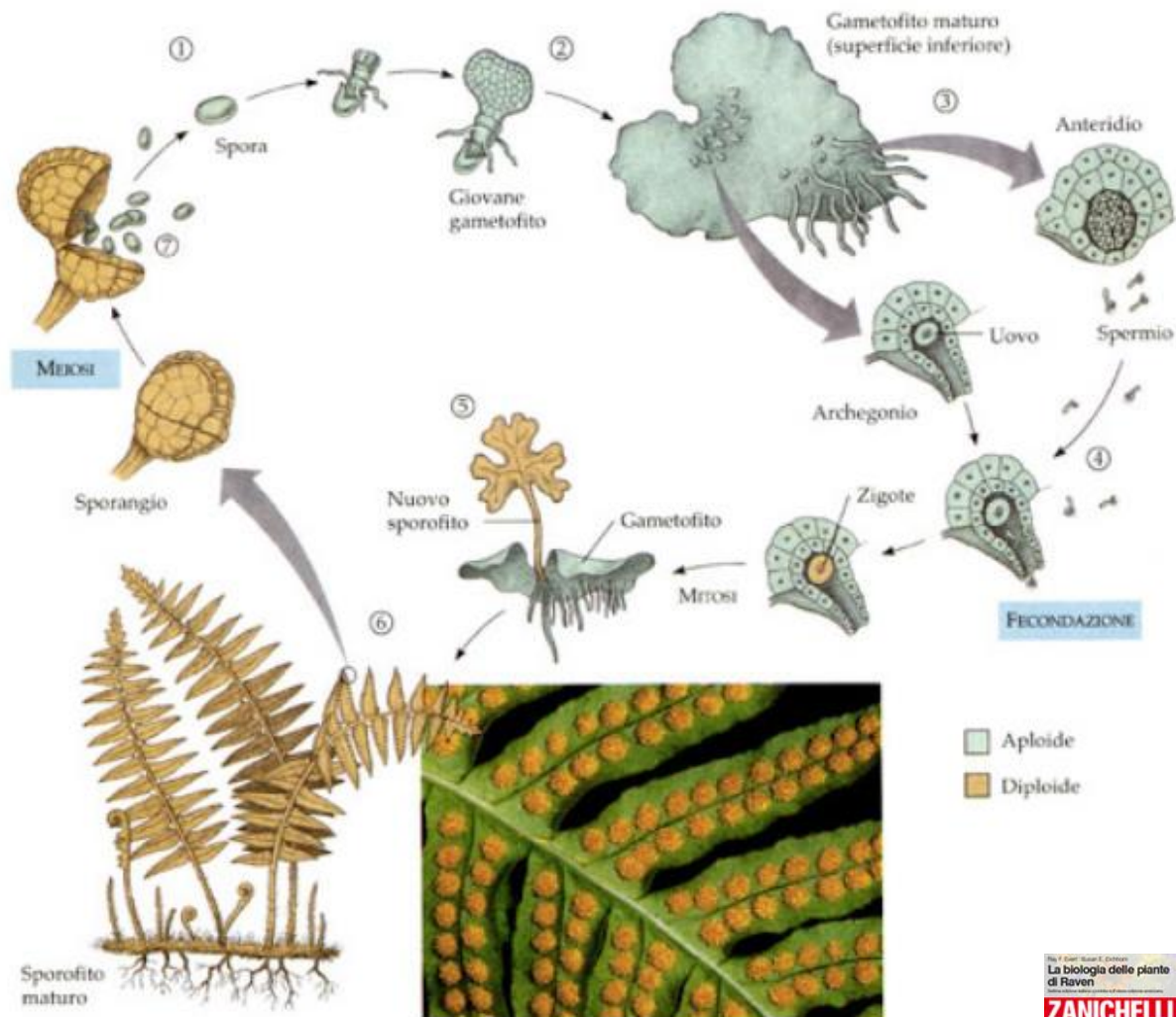
Riproduzione asessuata e sessuata; predominanza diploide (sporofito)

Fecondazione in acqua

Legate ad ambienti umidi, prediligono il sottobosco

Foto: La biologia delle piante di Raven - Zanichelli





La diffusione nell'ambiente è garantita dalle spore (prodotte negli sporangi)

SPERMATOFITE

Piante superiori vascolari con seme

GIMNOSPERME: piante a "seme nudo" (conifere, cicadee, *Ginkgo biloba*)

ANGIOSPERME: piante a "seme protetto" (300.000 specie)

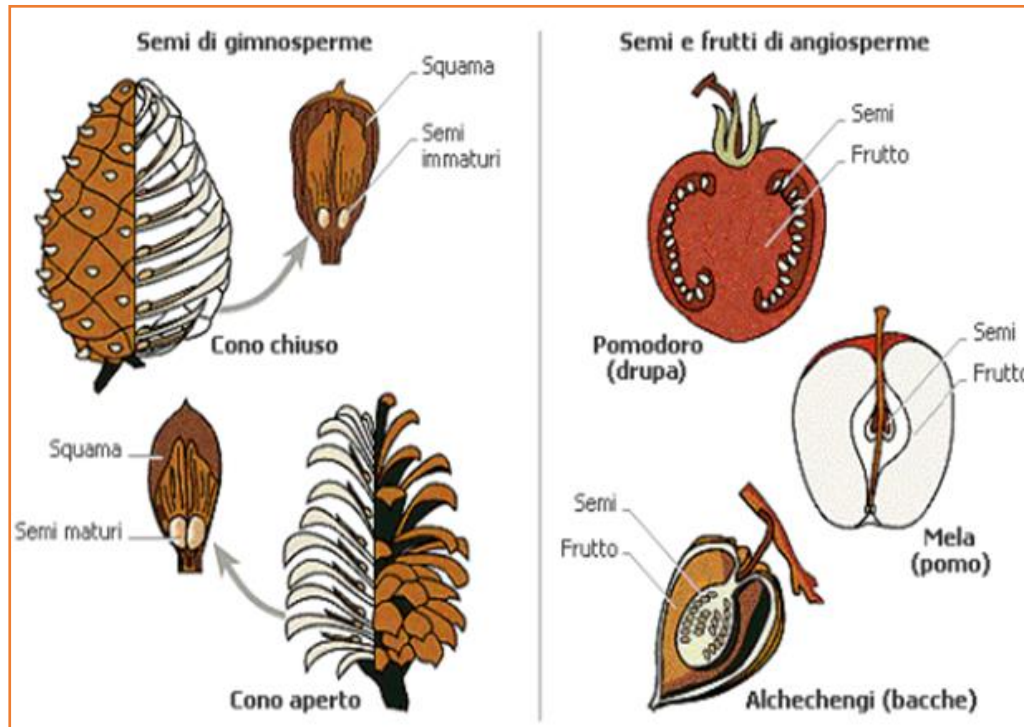


Foto dal Web

Il seme contiene l'embrione pluricellulare
I granuli di polline e l'ovulo sono i gametofiti

GIMNOSPERME

Carbonifero

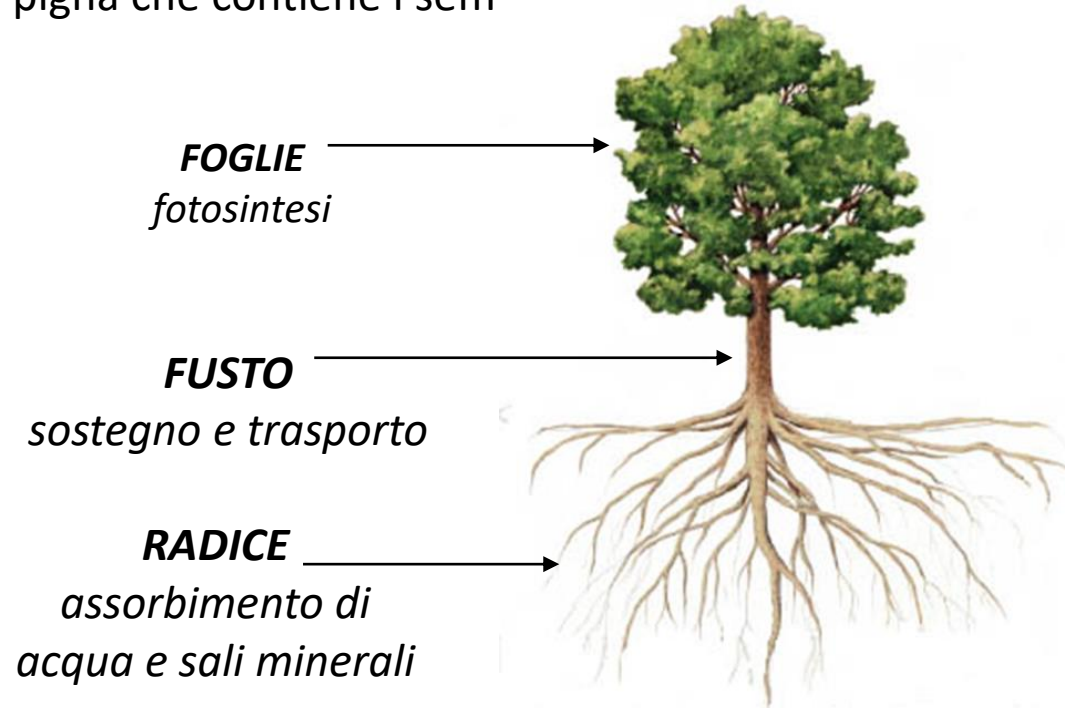
Dominanti negli ambienti terrestri
(completo abbandono ambiente acquatico)

Piante a seme nudo (a vista tra le squame della pigna)

Gameti protetti da squamette verdi (CONI) che diventano legnose (PIGNE)

Presenza di organi e tessuti specializzati

Il frutto è una pigna che contiene i semi



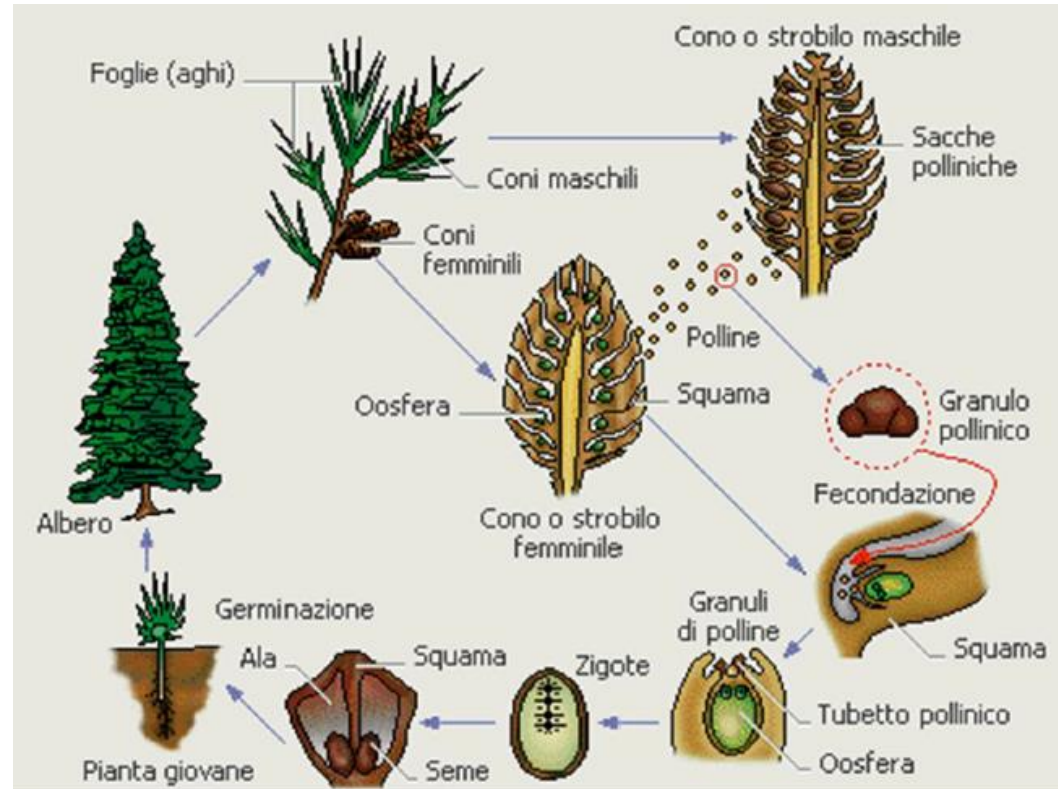
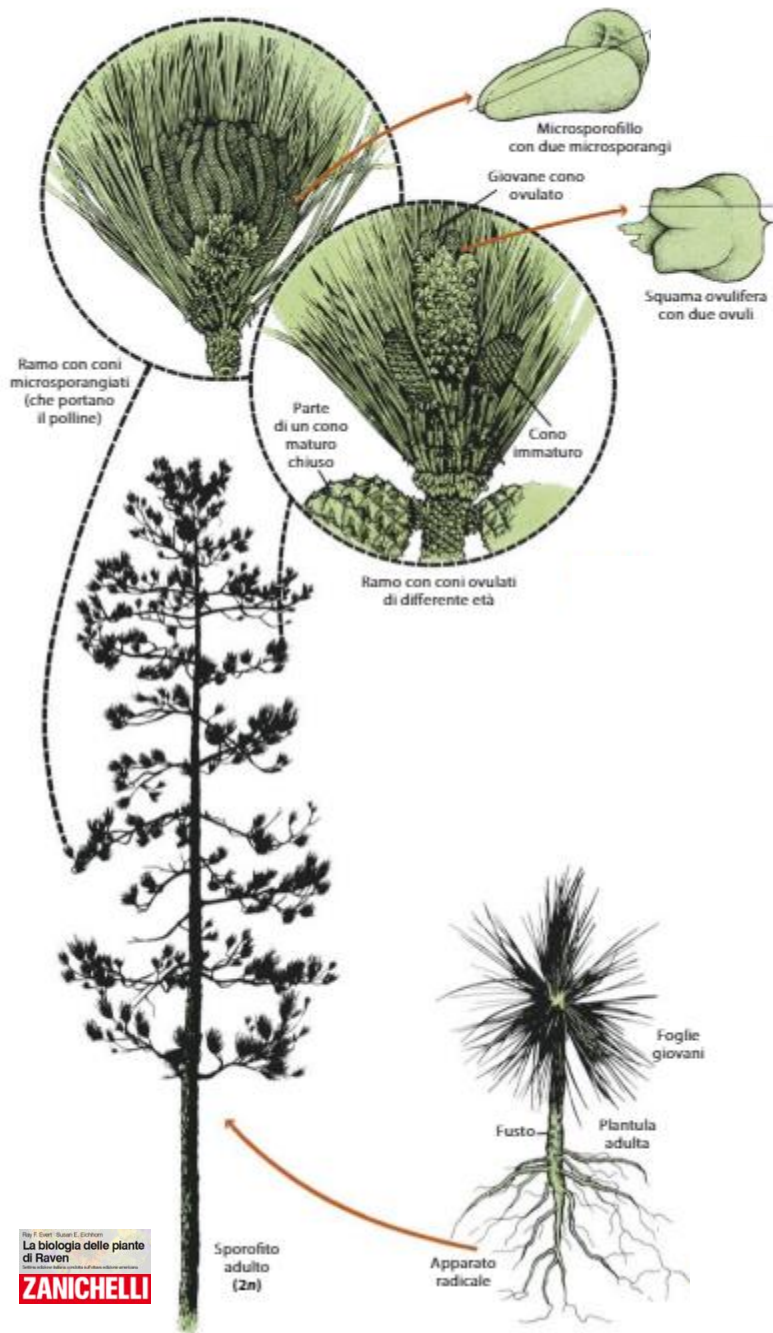


Foto dal Web

L'impollinazione è anemofila (vento)
Lo spostamento è effettuato dal polline

ANGIOSPERME CRETACEO



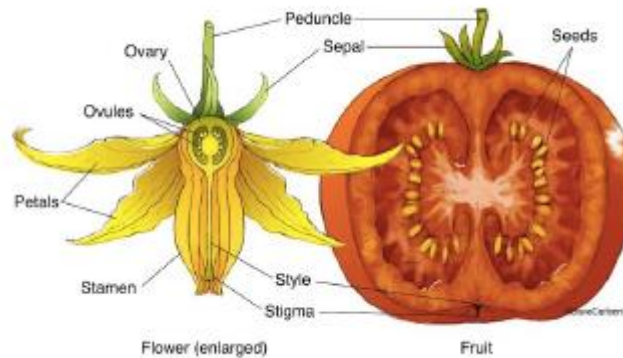
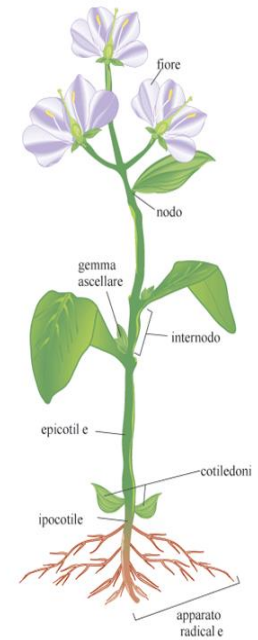
Spermatofite più evolute e diffuse (monofiletiche)

Piante a seme protetto (frutto derivato dall'ovario fecondato)

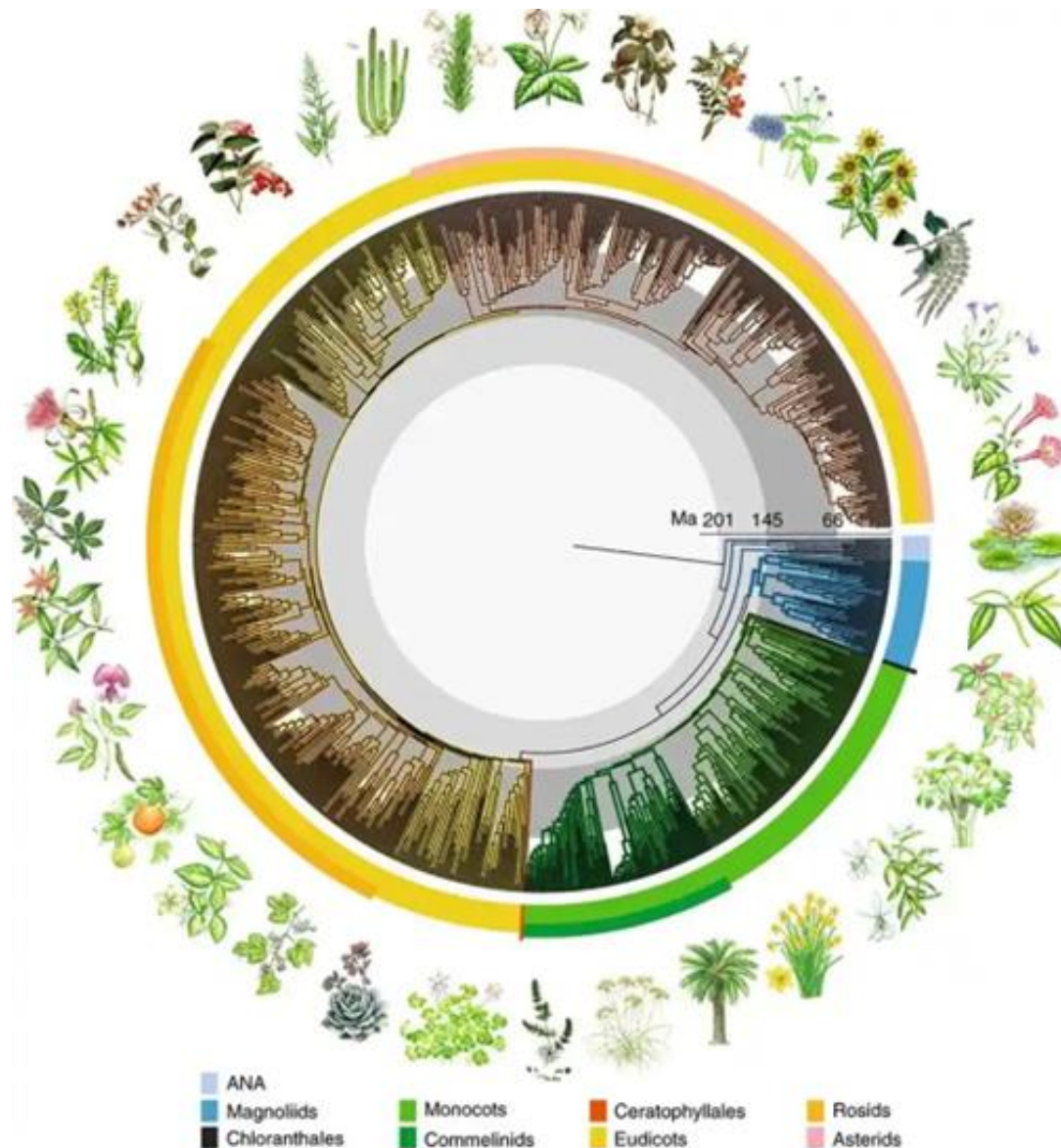
Il FIORE deriva da foglie modificate e ospita l'ovario e l'ovulo

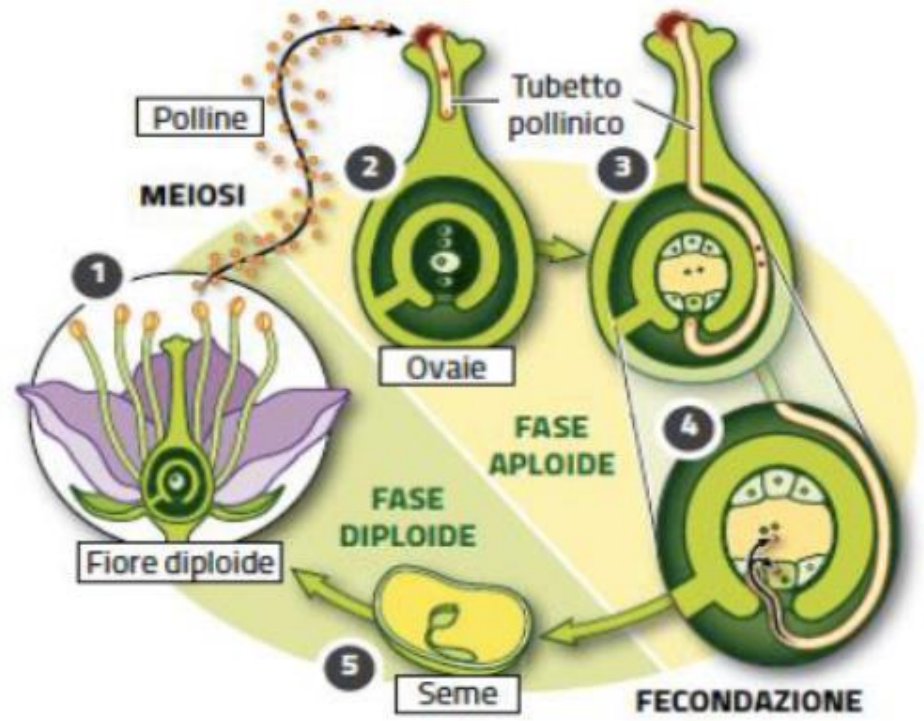
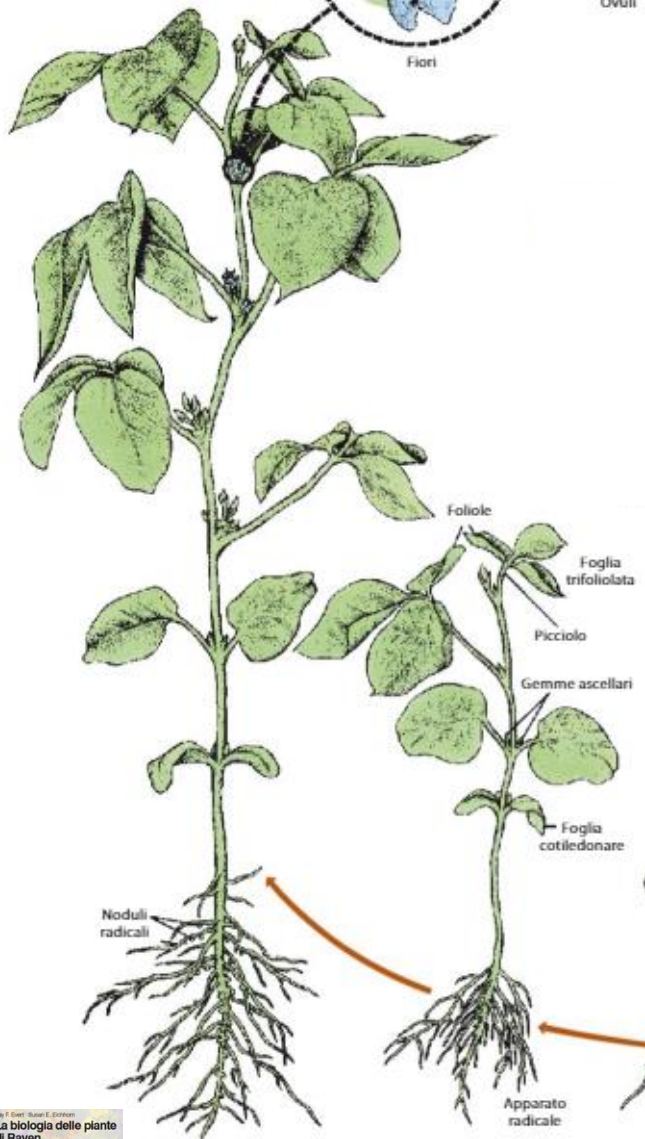
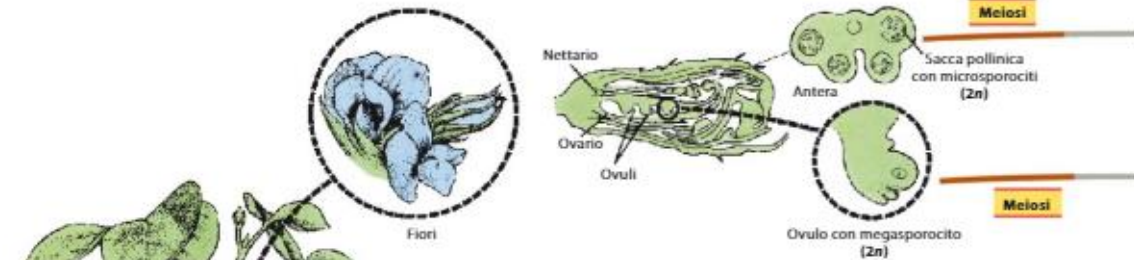
Presenza di organi e tessuti efficienti

Maggiormente Autotrofe ma esistono specie parassite o saprofiti



Charles Darwin definiva la comparsa delle angiosperme come un *"mistero abominevole nella documentazione fossile"*





ZANICHELLI

Impollinazione anemofila, entomofila e zoofila

54 Famiglie (90.000 specie)

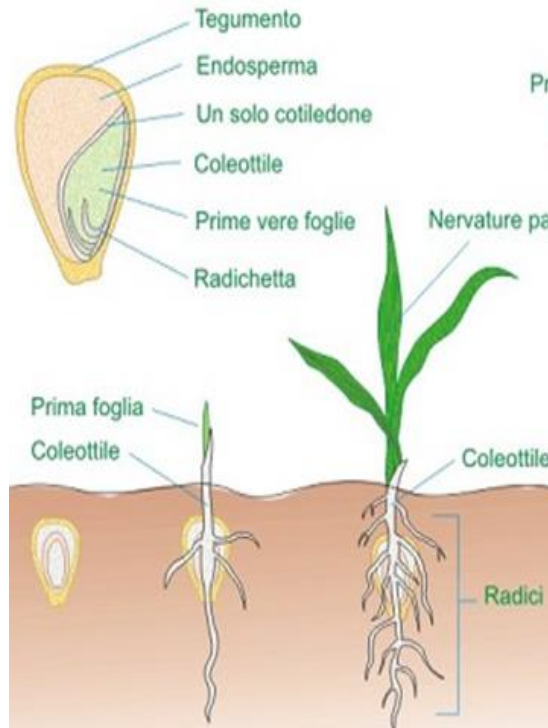
Poaceae: frumento, riso, mais

Palmaceae: cocco, dattero

Musaceae: banana

Liliaceae: cipolla, porro, aglio

MONOCOTILEDONI



EUDICOTILEDONI

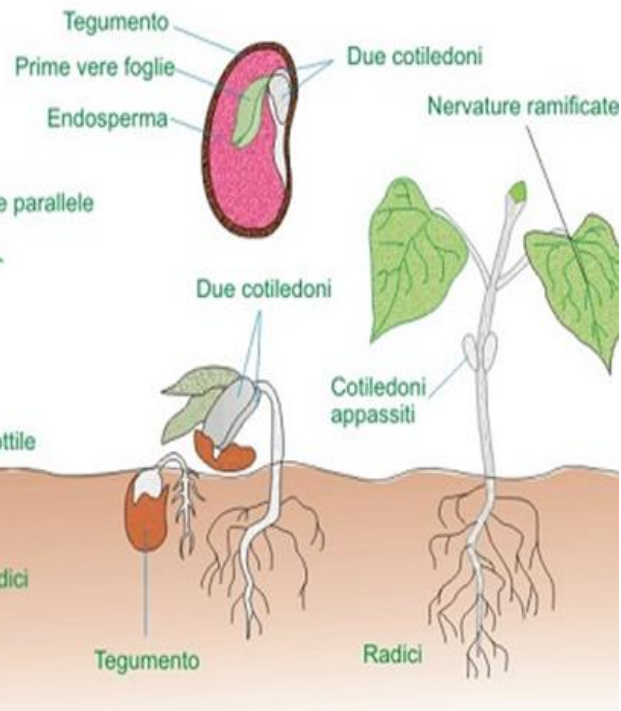


Foto dal Web

I cotiledoni (o foglie seminali) sono **foglie embrionali** presenti nel seme
Sono le prime ad emergere e fungono da **riserva energetica** per l'embrione

250 Famiglie (200.000 specie)

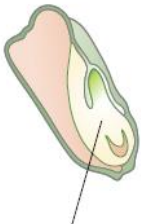




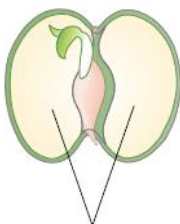




Fabaceae: fagiolo

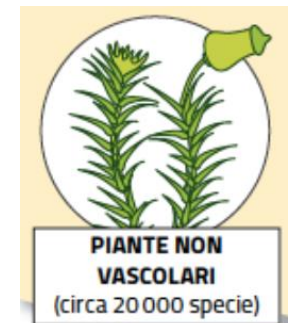
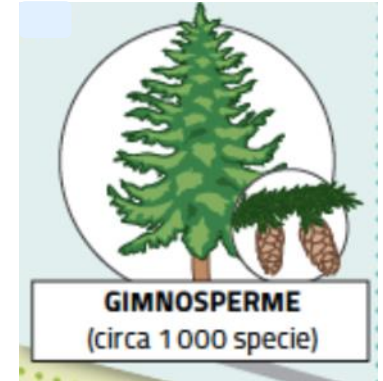
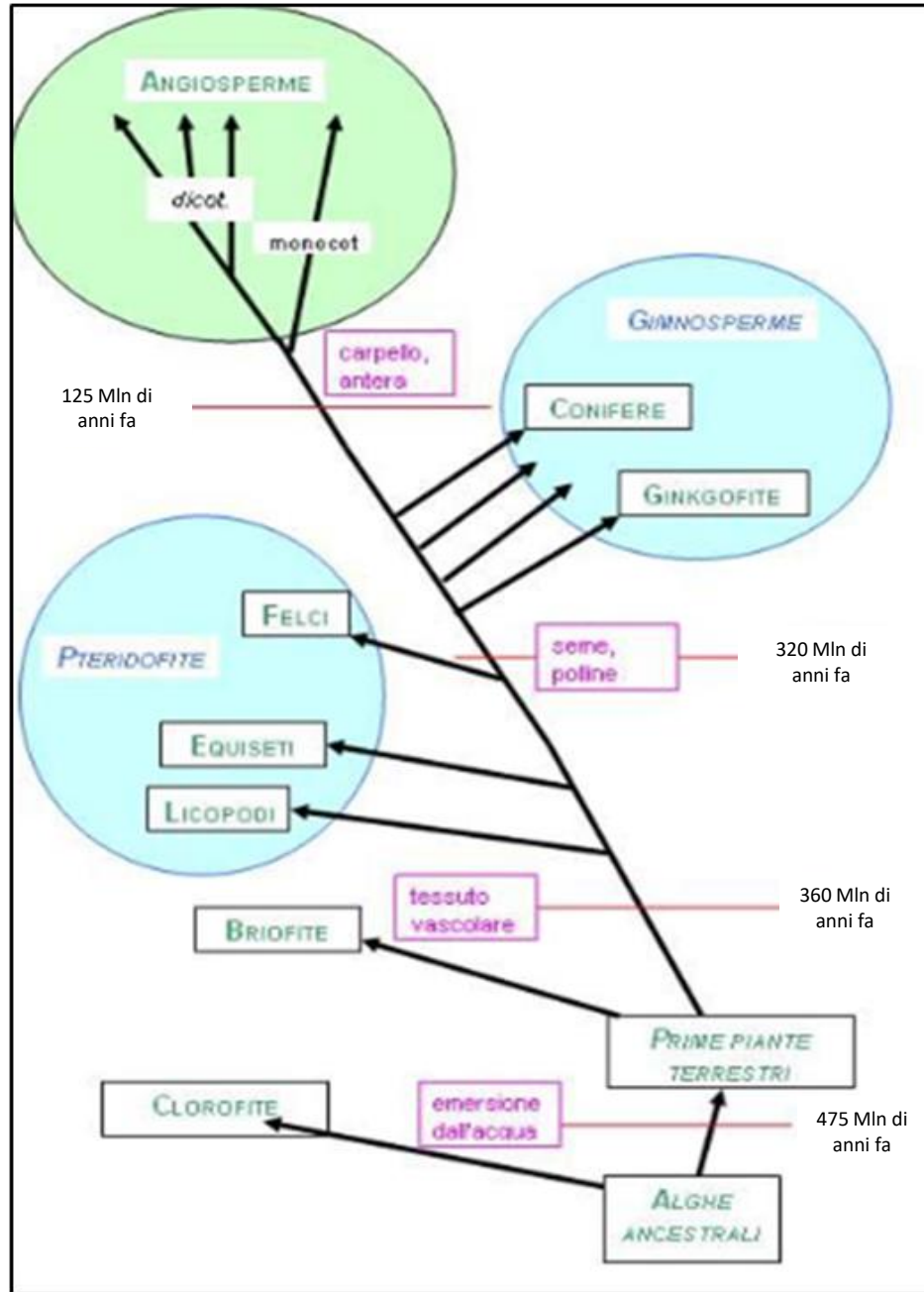
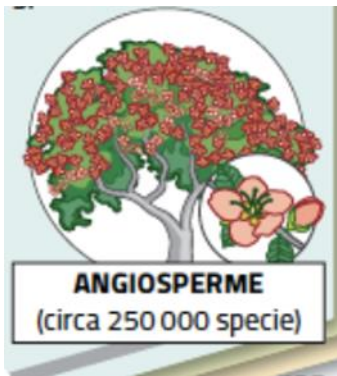
Solanaceae: pomodoro, melanzana

Brassicaceae: cavolo, ravanella

Rosaceae: melo, pesco

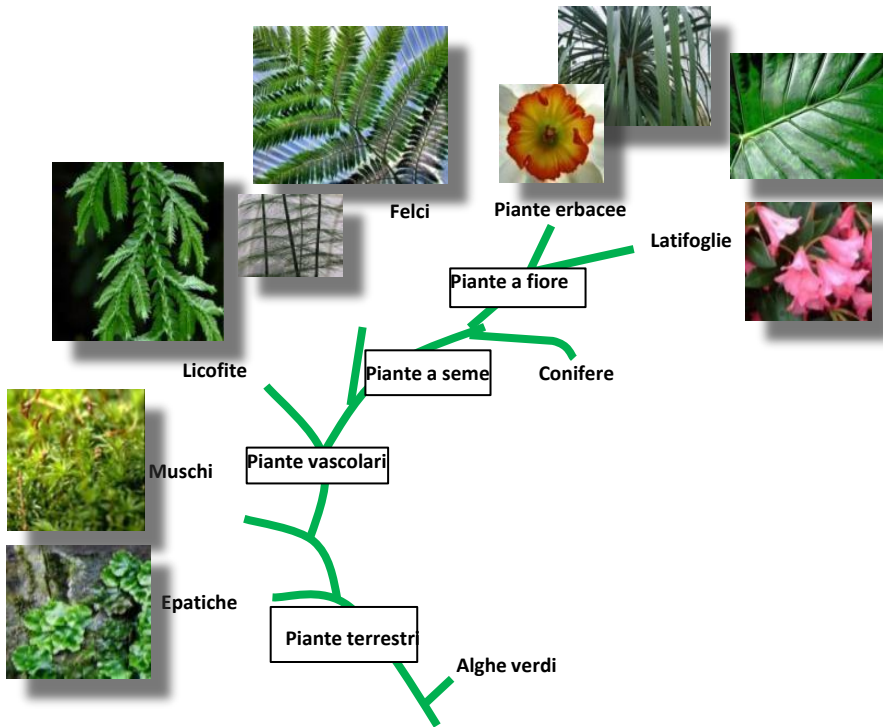
Compositae: lattuga, carciofo

	numero di cotiledoni	struttura della radice	disposizione dei vasi conduttori	nervature delle foglie	struttura del fiore
monocotiledoni	 <p>un cotiledone</p>	 <p>fascicolata</p>	 <p>vasi con disposizione sparsa</p>	 <p>nervature di solito parallele</p>	 <p>di solito presenti in numero di tre</p>
dicotiledoni	 <p>due cotiledoni</p>	 <p>a fittone</p>	 <p>vasi con disposizione radiale</p>	 <p>nervature di solito reticolate</p>	 <p>di solito presenti in numero di quattro o cinque</p>

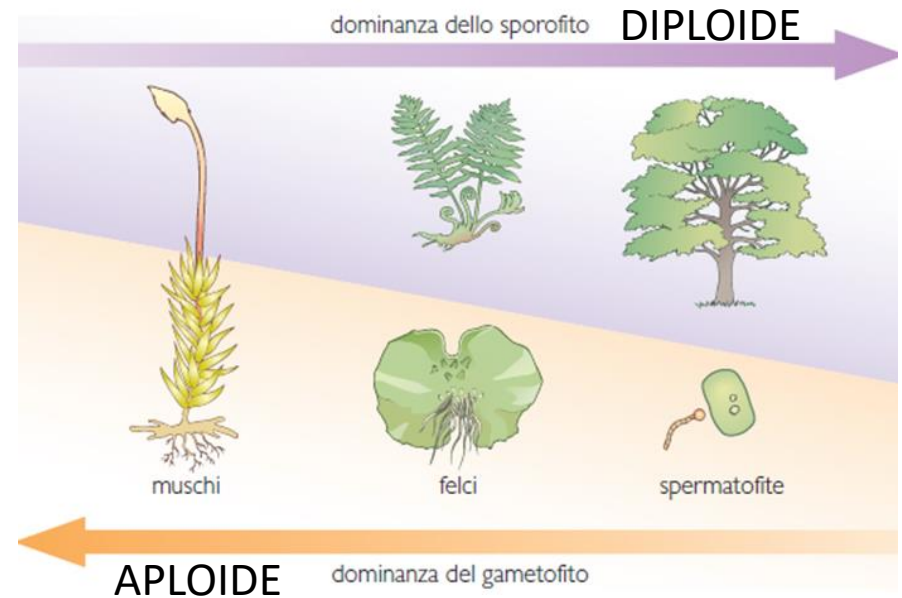


Le piante hanno evoluto la capacità di colonizzare ambienti terrestri differenti grazie a specifici adattamenti

*Le piante non sono tutte uguali:
sono organismi affascinanti*



- Approvvigionamento di acqua
- Trasporto dell'acqua e nutrienti
- Sostegno
- Protezione dei gameti
- Vettori per la fecondazione
- Fotosintesi



Chlamydomonas
Volvox
Ostreococcus



Mesostigma
viride



Klebsormidium
nitens



Nitella
mirabilis



Coleochaete
orbicularis



Spirogyra
pratensis



Marchantia
polymorpha



Physcomitrella
patens



Selaginella
moellendorffii



Arabidopsis
thaliana



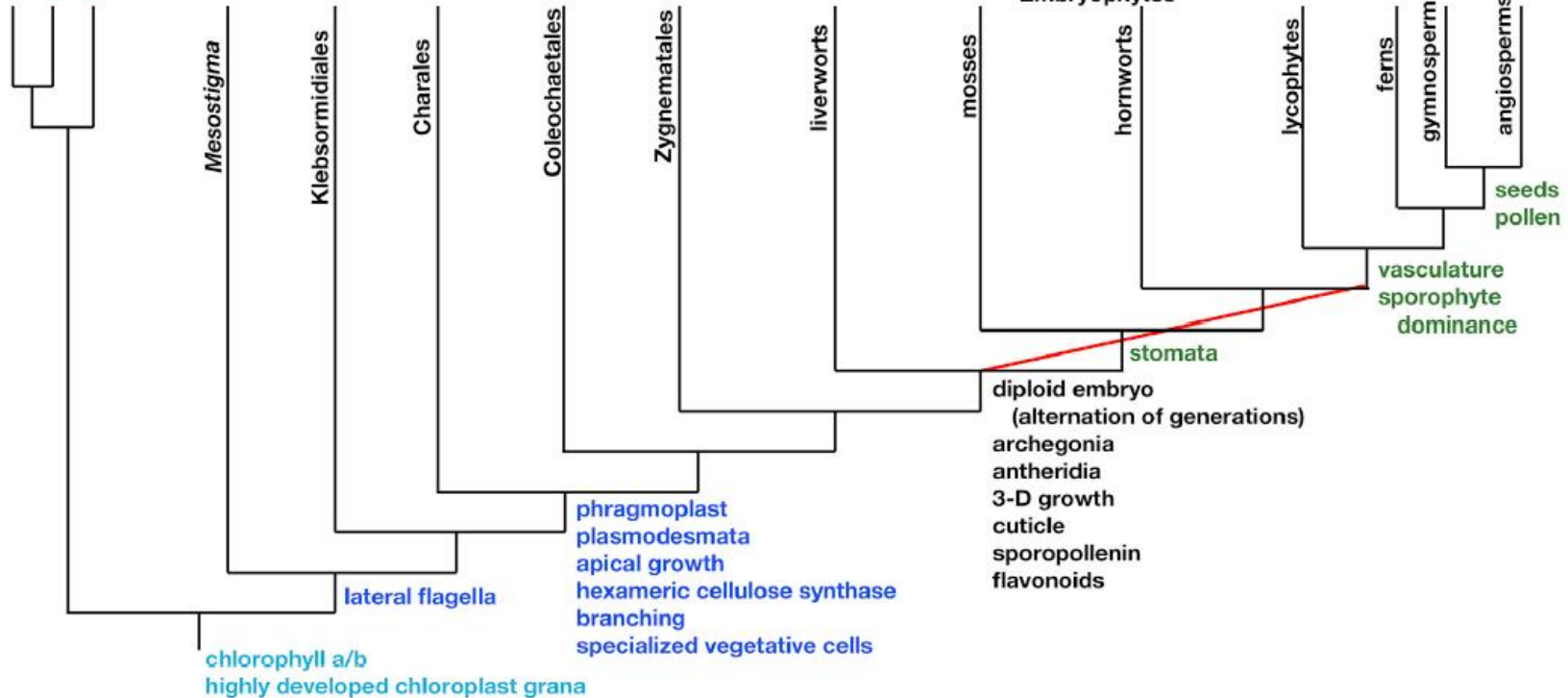
bryophytes

vascular plants

Chlorophytes

charophycean algae

Embryophytes



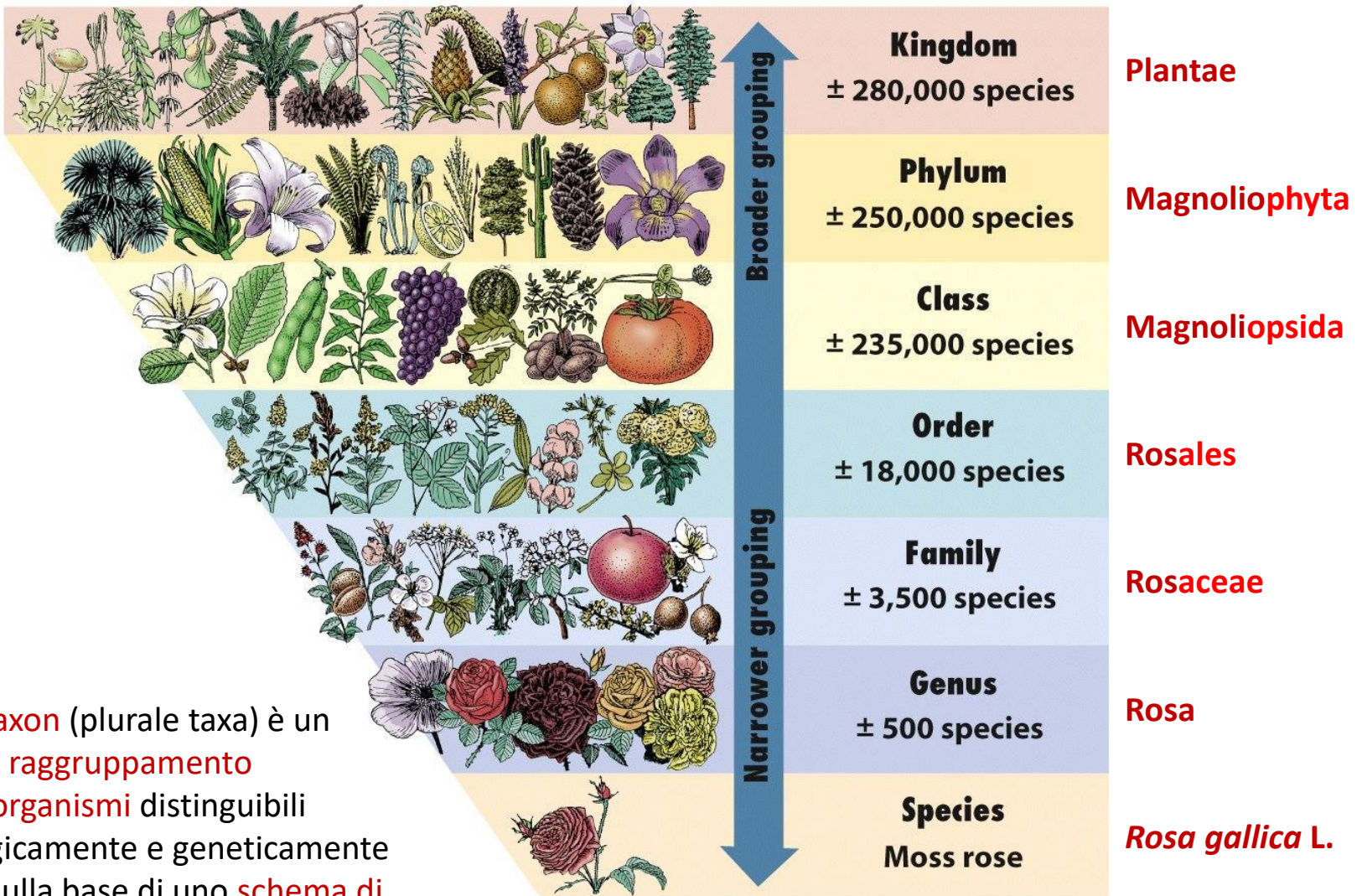
Insights into Land Plant Evolution Garnered from the *Marchantia polymorpha* Genome

Bowman et al., 2017, Cell 171, 287-304
October 5, 2017 © 2017 The Author(s). Published by Elsevier Inc.
<https://doi.org/10.1016/j.cell.2017.09.030>

CellPress

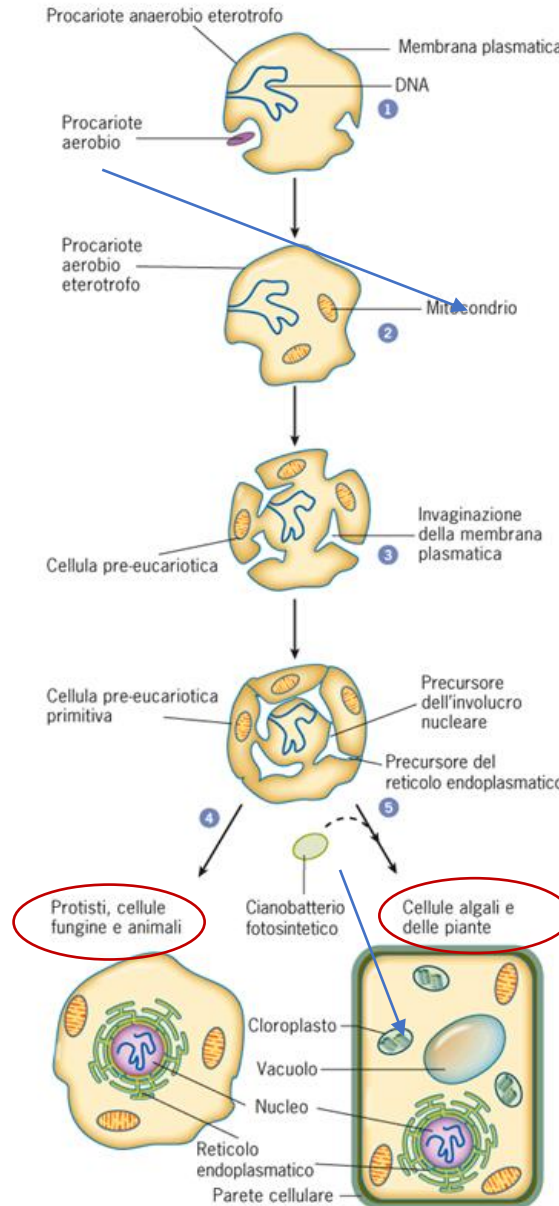
Tassonomia delle piante

Identificazione, denominazione, classificazione delle specie



Un **taxon** (plurale taxa) è un **raggruppamento** di **organismi** distinguibili morfologicamente e geneticamente da altri sulla base di uno **schema di classificazione**

Evoluzione cellulare e altri processi



Confronto tra cellule procariotiche ed eucariotiche

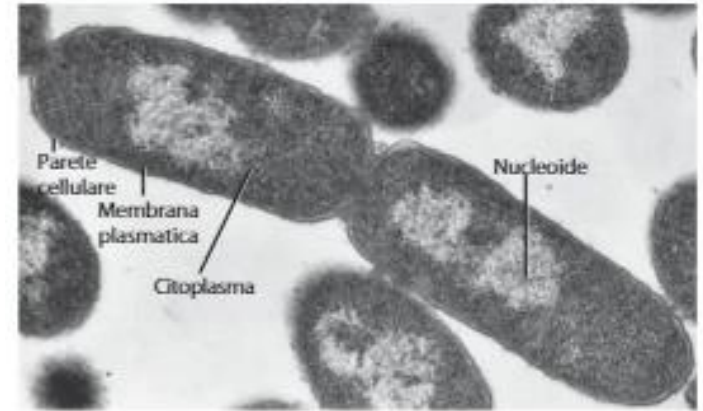
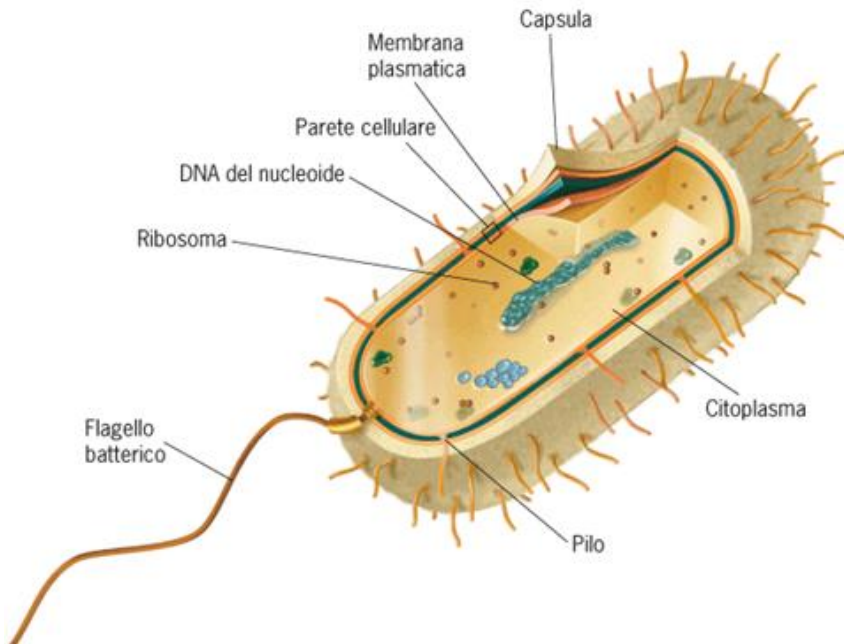
Caratteristiche comuni ai due tipi di cellule:

- Membrana plasmatica di struttura simile
 - Informazione genetica codificata dal DNA che usa lo stesso codice genetico
 - Meccanismi simili per la trascrizione e la traduzione dell'informazione genetica, compresi ribosomi simili
 - Vie metaboliche condivise (ad esempio, glicolisi e ciclo degli ATC)
 - Apparato simile per la conservazione dell'energia chimica sotto forma di ATP (localizzato nella membrana plasmatica dei procarioti e nella membrana mitocondriale degli eucarioti)
 - Meccanismi simili di fotosintesi (tra cianobatteri e piante verdi)
 - Meccanismo simile per la sintesi e l'inserzione delle proteine di membrana
 - Proteasomi (strutture che digeriscono le proteine) di struttura simile tra archeobatteri ed eucarioti
-

Caratteristiche delle cellule eucariotiche che non si trovano nei procarioti:

- Divisione della cellula in nucleo e citoplasma, separati da un involucro nucleare contenente pori di struttura complessa
 - Cromosomi complessi formati da DNA e proteine associate, capaci di compattarsi in strutture mitotiche
 - Organelli citoplasmatici membranosi complessi (comprendenti reticolo endoplasmatico, complesso del Golgi, lisosomi, endosomi, perossisomi e gliossisomi)
 - Organelli citoplasmatici specializzati per la respirazione aerobia (mitocondri) e per la fotosintesi (cloroplasti)
 - Sistema citoscheletrico complesso (comprendente microfilamenti, filamenti intermedi e microtubuli) e proteine motore associate
 - Flagelli e ciglia complessi
 - Capacità di ingerire materiale particolato mediante la formazione di vescicole per introflessione della membrana plasmatica (fagocitosi)
 - Pareti cellulari contenenti cellulosa (nelle piante)
 - Divisione cellulare che utilizza un fuso mitotico contenente microtubuli per separare i cromosomi
 - Presenza di due copie dei geni per ogni cellula (diploidia), ognuna derivante da ciascun genitore
 - Presenza di tre diversi enzimi deputati alla sintesi di RNA (RNA polimerasi)
 - Riproduzione sessuale richiedente meiosi e fecondazione
-

Cellula procariotica batterica



0,5 μm

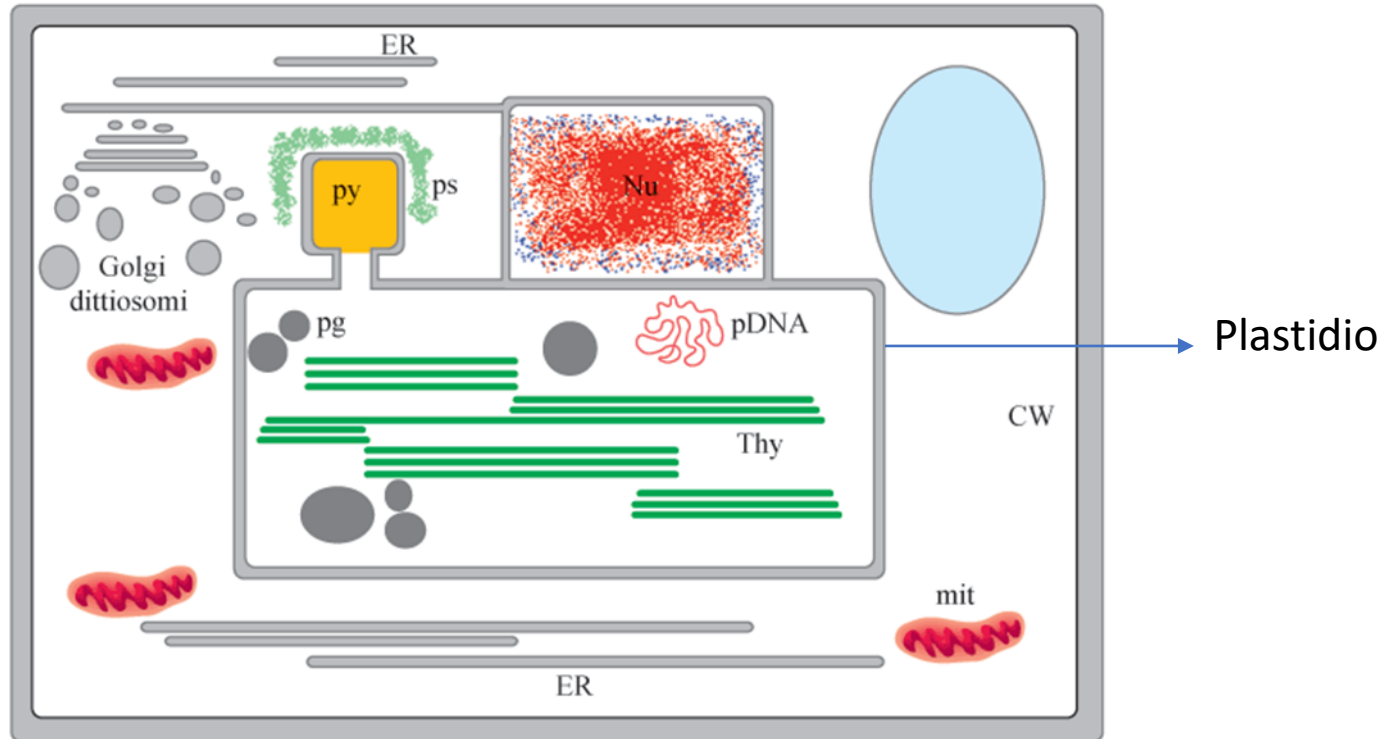
Ray F. Ewert, Susan E. Eichhorn
La biologia delle piante di Raven
Settima edizione italiana, condotta sull'ultima edizione americana

ZANICHELLI



Gerard Karp
Biologia Cellulare e Molecolare
EdiSES

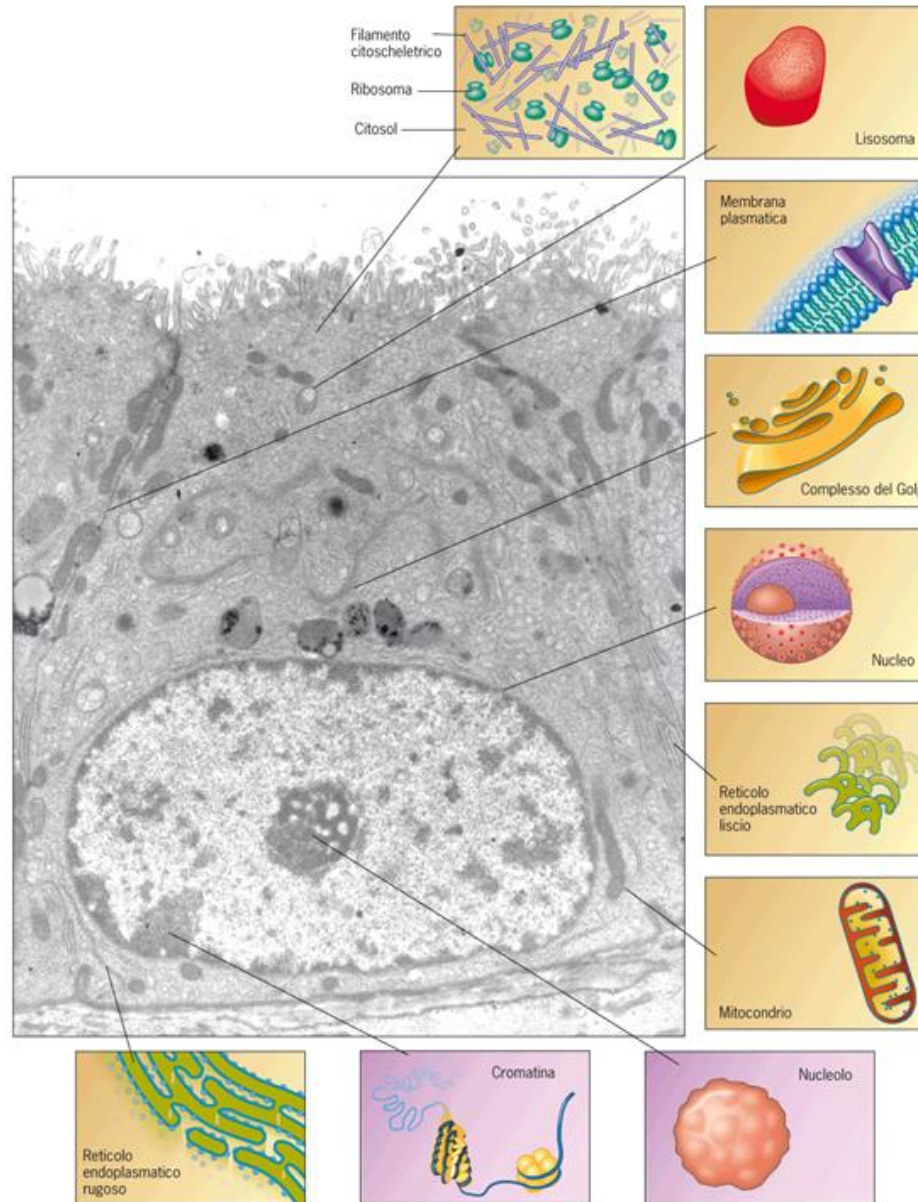
Cellula delle alghe brune (protisti eucarioti)



Giacomo Tripodi
Introduzione alla Botanica sistematica
Edises

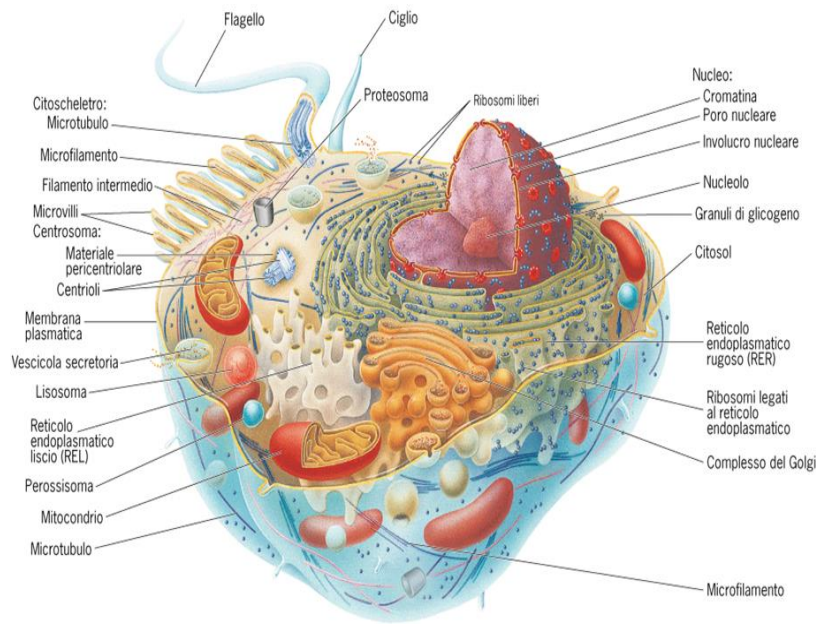
ER = Reticolo endoplasmatico
Nu = Nucleo
Thy = Tilacoidi
cw = Parete cellulare
mit = Mitocondrio

Struttura della cellula eucariotica

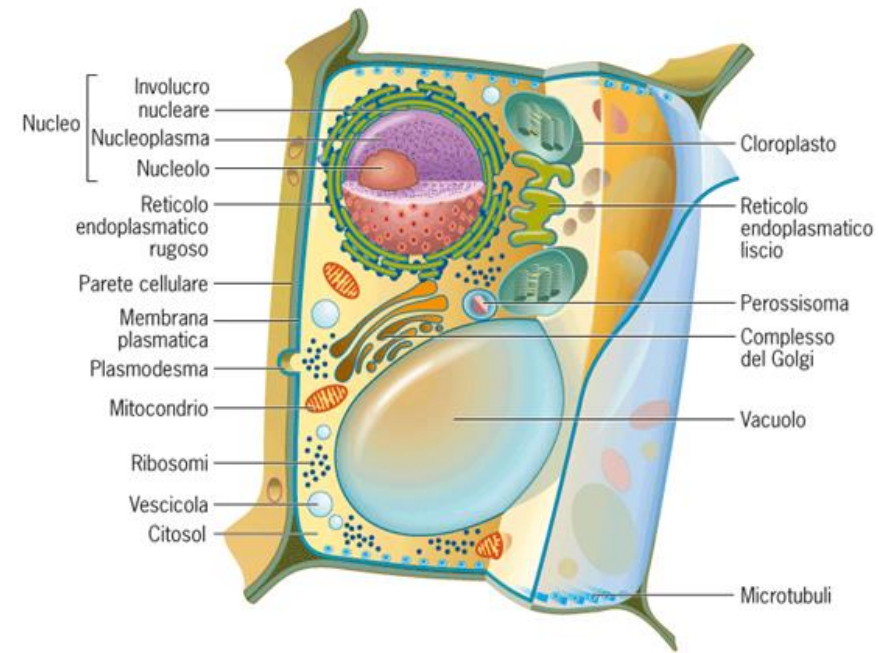


Le piante sono organismi eucarioti come gli animali

L'evoluzione da organismi semplici a complessi porta a una forma cellulare **'tipica'** delle piante: ha forma geometrica, è immobile e se adulta non può cambiare forma (parete cellulare), contiene soprattutto acqua (sistema vacuolare molto esteso), è autotrofa (presenza dei plastidi)



Cellula eucariotica ANIMALE



Cellula eucariotica VEGETALE

Peculiarità della cellula vegetale

- *Parete cellulare* con plasmodesmi (canali citoplasmatici)
- *Plastidi*: vari ruoli metabolici (es. cloroplasti, amiloplasti, cromoplasti)
- *Vacuolo*: grande scomparto di accumulo (70 – 80 % del volume cellulare)

