



Corso :
Elementi di
Miglioramento Genetico
e
Conservazione della
Biodiversità Orticola
Nadia Ficcadenti

Dirigente di Ricerca
Centro di Ricerca Orticoltura e Florovivaismo

Via Salaria 1, Monsampolo del Tronto (A.P.)

email : nficcadenti@unite.it ; nadia.ficcadenti@crea.gov.it

Programma del Corso

Anno Accademico 2022-2023

Argomenti delle Lezioni

- Elementi di biologia della riproduzione delle piante e loro assetto genetico;
- Analisi dell'entità, natura genetica della variabilità nelle popolazioni vegetali
- Metodi di miglioramento genetico delle piante prevalentemente autogame
- Metodi di miglioramento genetico delle piante prevalentemente Allogame
- Biodiversità:
- Biodiversità di interesse agrario con focus sulle risorse genetiche agrarie, la loro salvaguardia nel breve e lungo periodo e la loro conservazione e utilizzazione sostenibile

TESTI CONSIGLIATI

- 1) Miglioramento Genetico delle Piante Agrarie
(Lorenzetti, Falcinelli, Veronesi, Edagricole)
- 2) Maxted N, Ford-Lloyd BV, Kell SP, Iriando JM, Dulloo E, Turok J 2007 Crop wild relative-conservation and use. CABI, Wallingford, UK
- 3) La Biodiversità – Marcello Buiatti- Mulino editore

Che cos'è la biologia ?

La **biologia** è la scienza che studia la vita.



Per distinguere gli esseri viventi da ciò che è vivo da ciò che non lo è.

I biologi hanno identificato un insieme di proprietà comuni a tutti gli esseri viventi:

1. sono costituiti da **cellule**;
2. hanno una **struttura organizzata**;
3. sono capaci di **autoregolarsi**;
4. reagiscono agli **stimoli**;
5. si **riproducono**;
6. ricavano **energia** da fonti esterne;
7. si accrescono e si **sviluppano**;
8. **evolvono** nel tempo.

Gli organismi sono fatti di cellule

La **cellula** è l'unità strutturale e funzionale degli organismi viventi vegetali e animali.



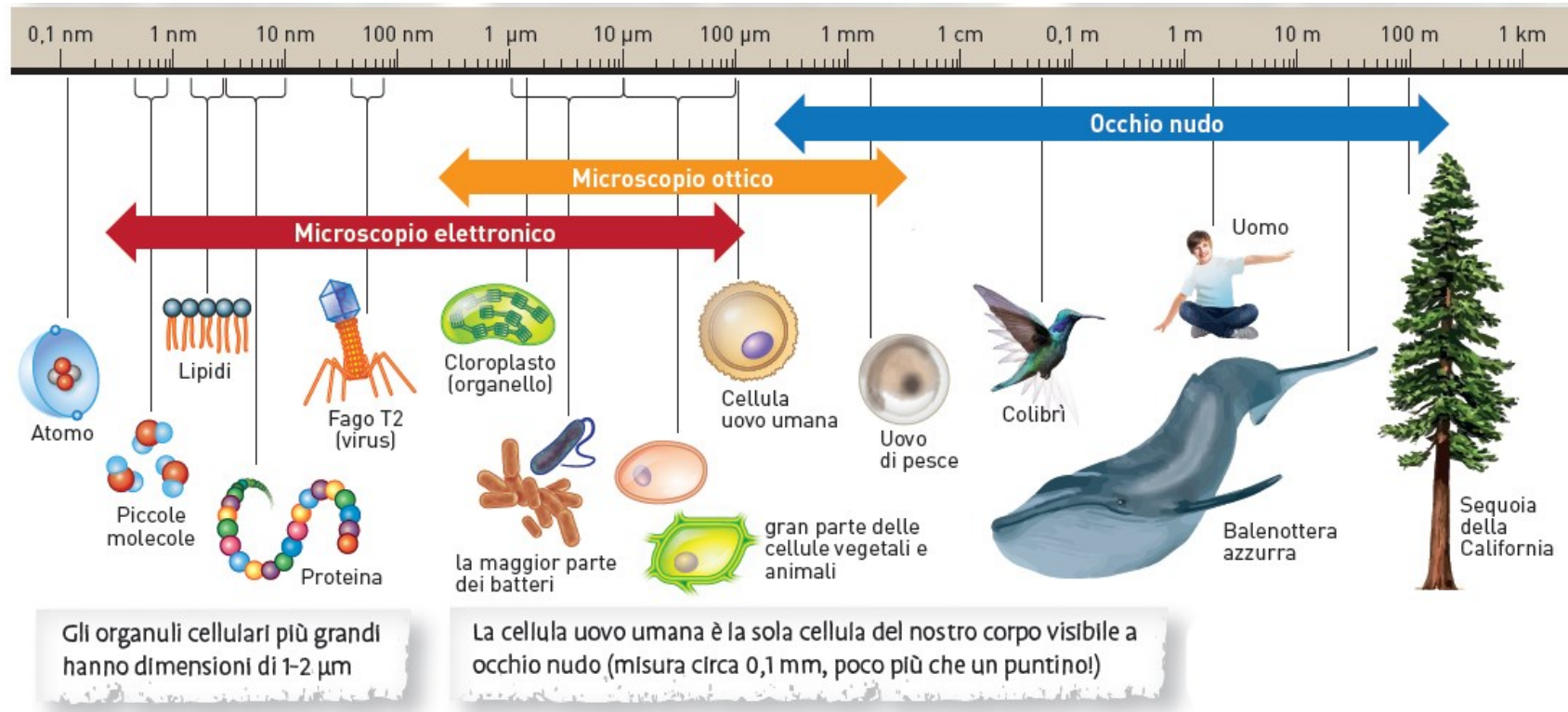
È la struttura più semplice dell'organismo, ma è capace di svolgere tutte le funzioni vitali.



Gli organismi sono fatti di cellule: sono **unicellulari** se sono formati da una sola cellula, **pluricellulari** se sono composti da più cellule.

La dimensione delle cellule

Le cellule hanno dimensioni molto varie, sebbene siano sempre **minuscole** e, a parte poche eccezioni, osservabili solo al microscopio. Per svolgere in modo ottimale le proprie funzioni, la cellula deve mantenere un buon **rappporto superficie-volume**; ciò spiega il motivo per cui le cellule mantengono sempre dimensioni ridotte.

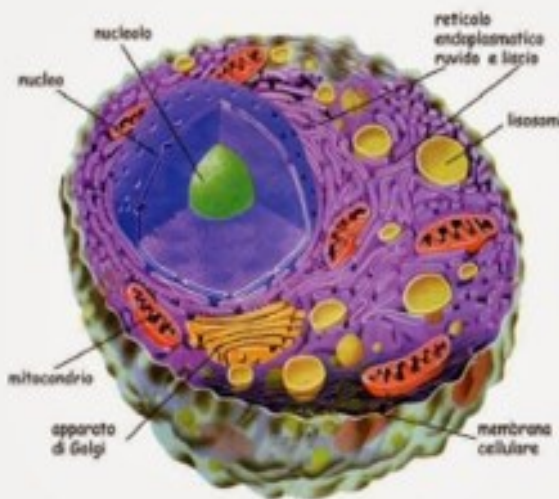


LE CELLULE VENGONO SUDDIVISE
IN DUE TIPI FONDAMENTALI:

CELLULA EUCARIOTE,
il nucleo è provvisto
di membrana nucleare
e possiede più cromosomi

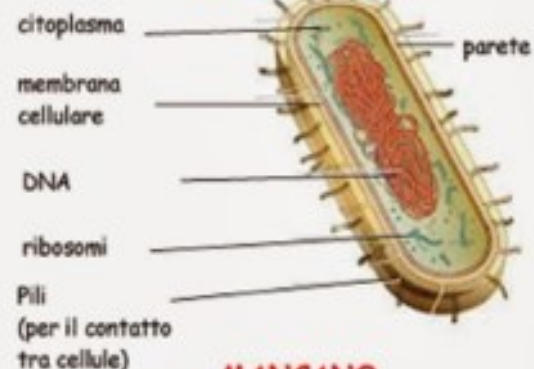
CELLULA PROCARIOTE,
il nucleo è privo
di membrana nucleare
e possiede un solo cromosoma
immerso direttamente nel citoplasma

CELLULE EUCARIOTE



SONO EUCARIOTI
cellule delle piante
cellule degli animali
cellule dell'uomo

**CELLULE PROCARIOTE
SENZA NUCLEO**



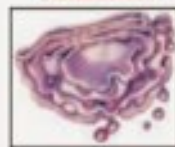
MANCANO



Nucleo



Reticolo endoplasmatico



Apparato di Golgi



Mitocondri

SONO PROCARIOTI :



Batteri

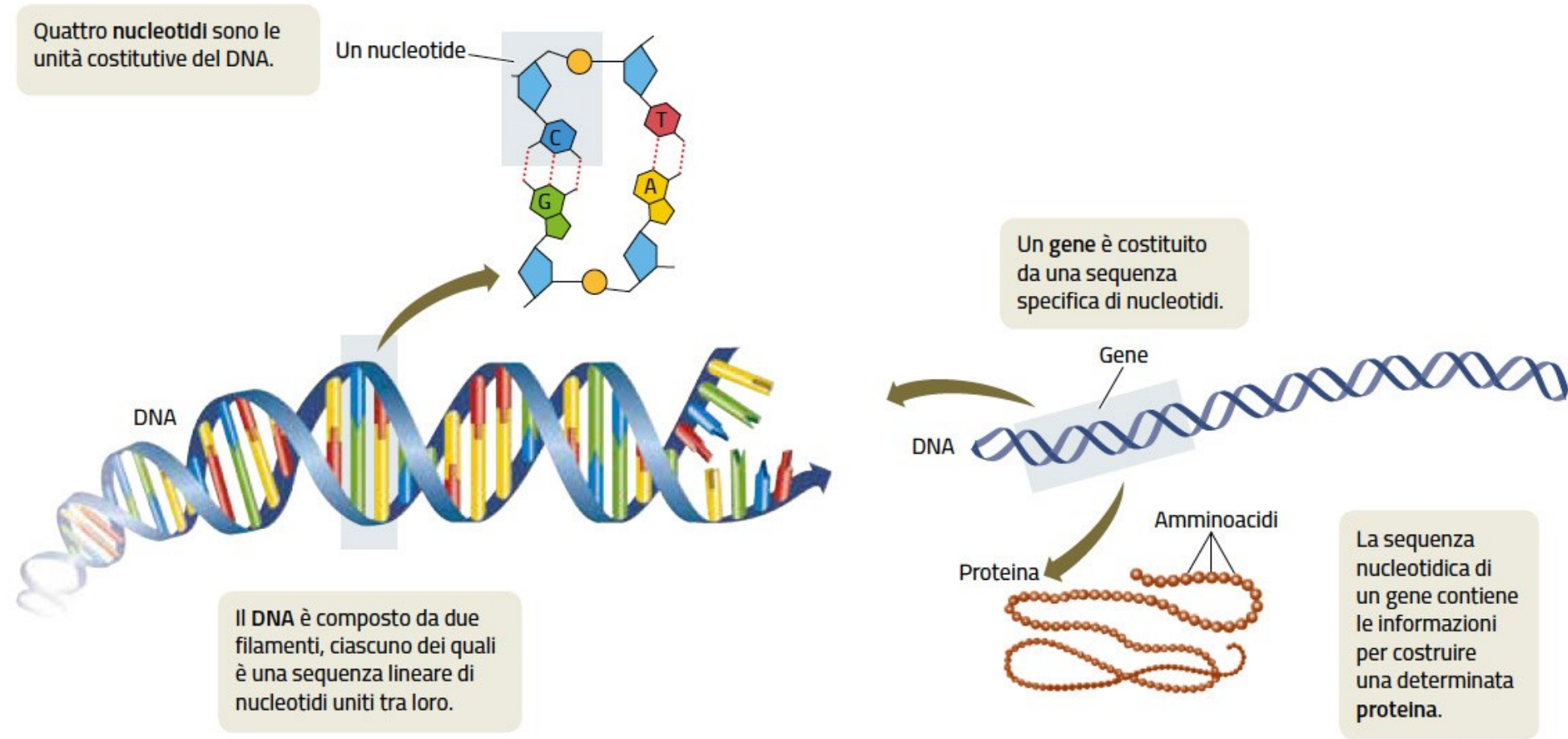


Alghie azzurre
Gli organismi più antichi della Terra

Differenze tra cellula procariotica e cellula eucariotica

Caratteristiche	Procariote	Eucariote
Nucleo	assente	presente
Diametro cell.	1 μm	10-100 μm
Citoscheletro	assente	presente
Organelli citoplasmatici	assenti	presenti
Contenuto in DNA (bp)	$1 \times 10^6 - 5 \times 10^6$	$1,5 \times 10^7 - 5 \times 10^9$
Organizzazione del DNA	Unica molecola di DNA circolare	Molecole multiple di DNA lineare

Le cellule contengono informazioni ereditarie



Il **genoma** di un organismo è l'insieme di tutti i suoi geni.

Che cos'è la biologia vegetale?

- La biologia vegetale studia i processi vitali (forma e funzione) che riguardano il mondo dei vegetali
 - ❖ Morfologia (forma) e fisiologia (funzioni)
 - ❖ Accrescimento (metabolismo)
 - ❖ Interazioni (tra vegetali o tra vegetali ed animali)
 - ❖ Riproduzione



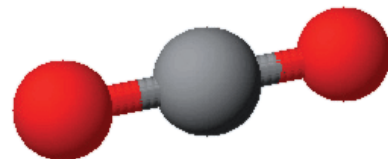
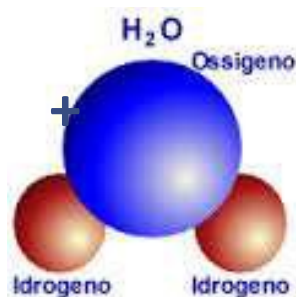
Caratteristiche fondamentali della vita vegetale: Alimentazione

Tutti gli esseri viventi sono costituiti da **molecole organiche** (zuccheri, grassi, proteine..): lunghe catene di carbonio a cui sono legati atomi di altri elementi

Tutti gli esseri viventi sintetizzano le proprie molecole organiche a partire da altre molecole, spesso più semplici, che vengono «rielaborate»

Gli animali, i funghi e molti microorganismi (batteri) sintetizzano le proprie molecole organiche **solo a partire da altre molecole organiche** contenute negli alimenti

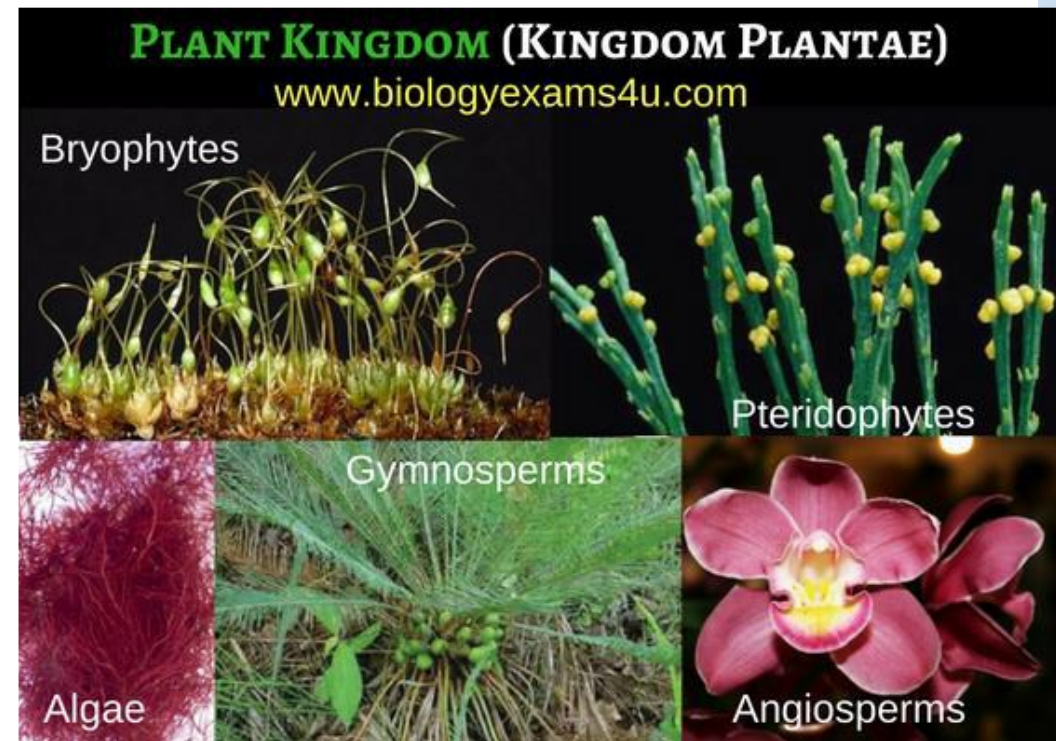
Le **piante verdi NON HANNO** questo bisogno: **sintetizzano le proprie molecole organiche a partire da semplici molecole inorganiche:**



= Glucosio : $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$

Le Piante (Regno **Plantae**)

- Eucarioti pluricellulari **autotrofi**, adattati alla vita terrestre
- Possiedono un organello esclusivo, il **cloroplasto**, nel quale avviene la fotosintesi
- La loro parete cellulare contiene cellulosa e, nelle forme più evolute, lignina
- Il loro ciclo vitale è caratterizzato da **alternanza di generazione**



Le piante hanno un metabolismo molto particolare che le distingue nettamente dagli animali

Sono organismi **AUTOTROFI** cioè sono in grado di produrre autonomamente sostanze organiche al contrario degli **Eterotrofi**

❖ Cosa consumano le piante

Luce
Ossigeno
Acqua
Anidride carbonica
Sali minerali



Tutti elementi
rinnovabili e
ubiquitari

Sostanze organiche attraverso la fotosintesi

Produttori primari alla base delle catene alimentari

Cosa producono le piante :

Sostanze organiche

Ossigeno

Vapor acqueo

Anidride carbonica (CO₂)

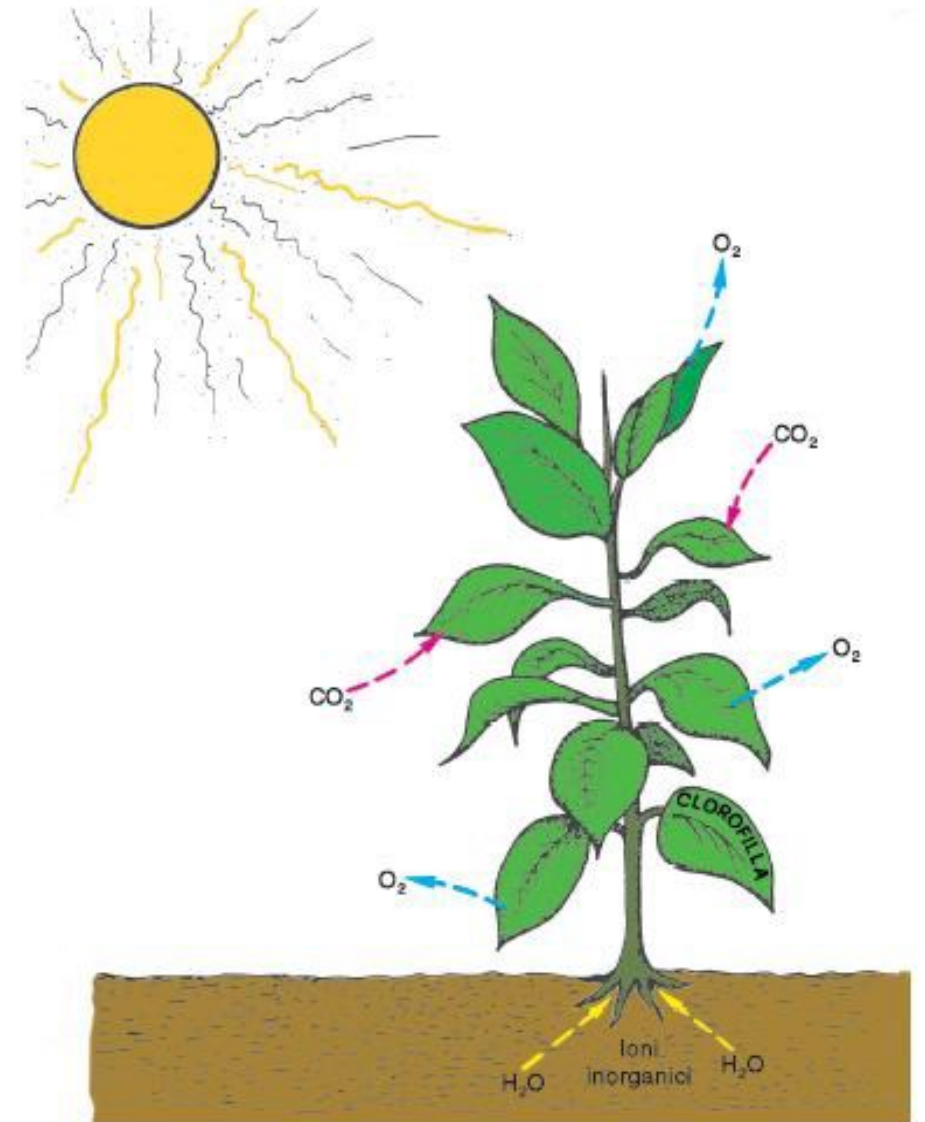
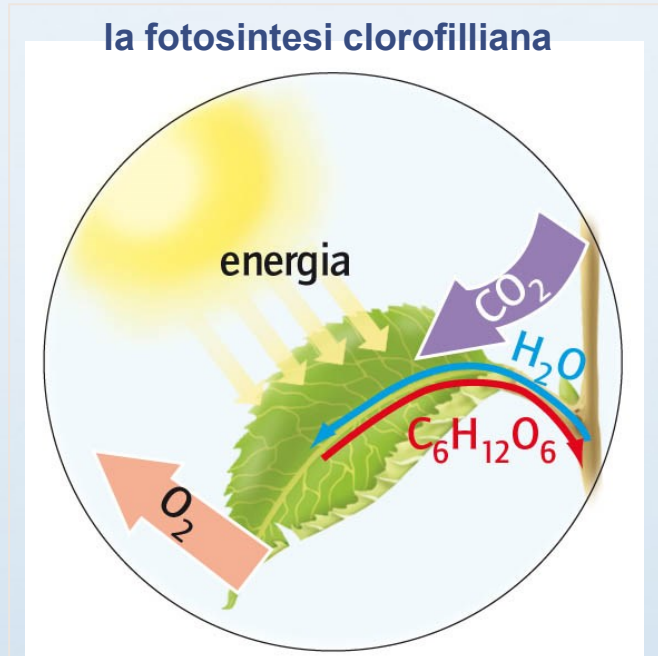


Figura 1.1 Solo le piante sono capaci di sintetizzare molecole organiche, partendo da molecole inorganiche, utilizzando il sole come fonte energetica. (Da *Caldera L., Burti E., Manuale di Chimica-Biochimica e Chimica clinica*, Piccin Nuova Libreria, Padova 1996; modificata.)

Come fanno le piante per nutrirsi?



I vegetali assorbono dall'ambiente soltanto **sostanze inorganiche**: acqua e diossido di carbonio (ossia anidride carbonica).

In parte le distribuiscono direttamente alle proprie cellule.

In parte le usano nelle **foglie** per fare la **fotosintesi clorofilliana** con cui producono **sostanze organiche**.

Così le piante fanno da sé il proprio cibo.

gli <i>ingredienti</i> per la fotosintesi	i <i>prodotti</i> della fotosintesi
dal terreno: acqua (H ₂ O)	ossigeno (O ₂): un gas che è rilasciato nell'atmosfera
dall'aria: diossido di carbonio (CO ₂)	zuccheri : sostanze organiche come il glucosio (C ₆ H ₁₂ O ₆)
dalla luce solare: energia	

Dipendenza dell'uomo e degli animali dalle piante

Le piante sono fonte di molteplici prodotti utili per la società umana:

- ❖Cibo
- ❖Profumi
- ❖Coloranti
- ❖Bevande
- ❖Legname
- ❖Carta
- ❖Tessuti



piante come fonte di cibo
per l'uomo
direttamente...





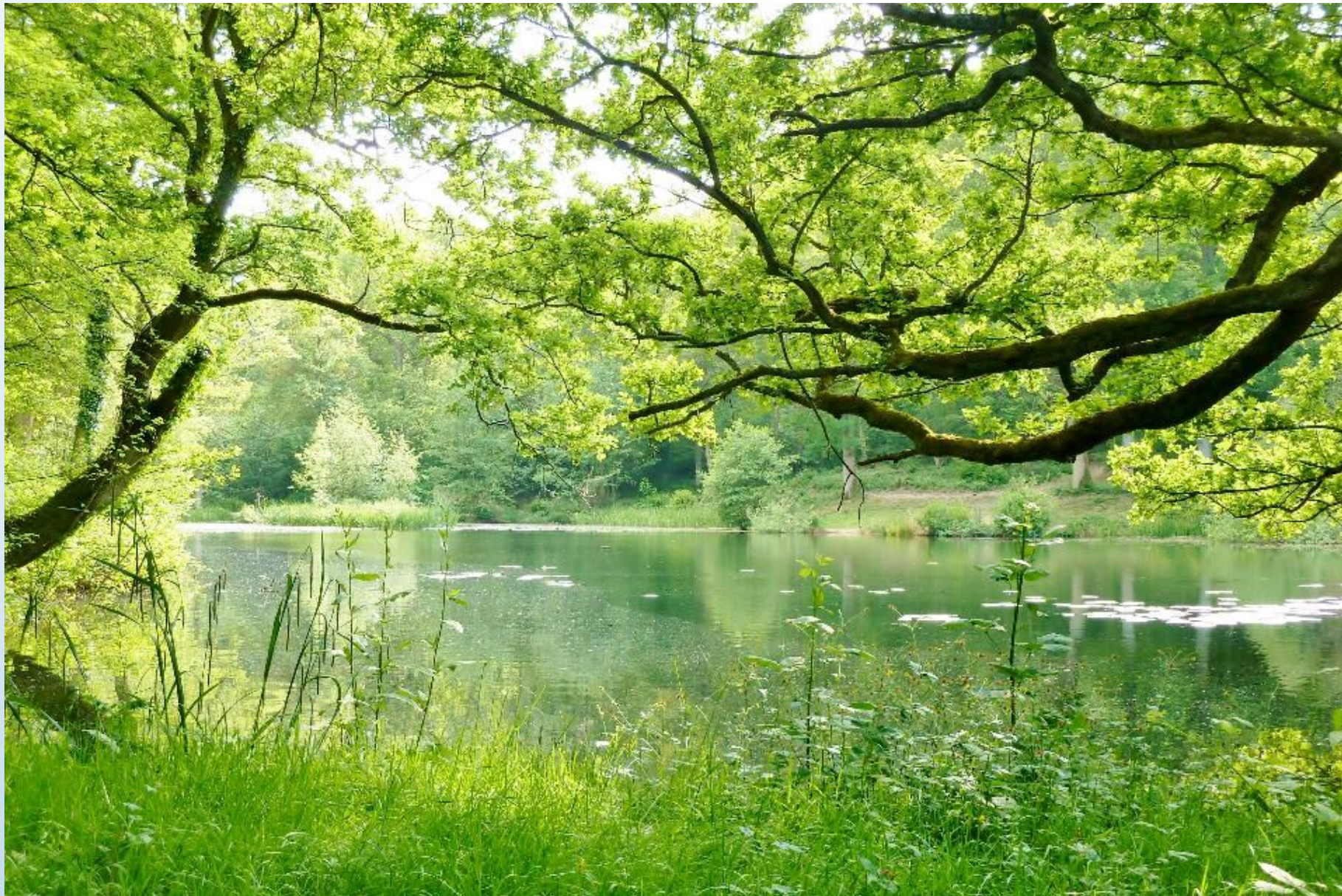
... e indirettamente

Le Piante: non solo cibo, ma anche

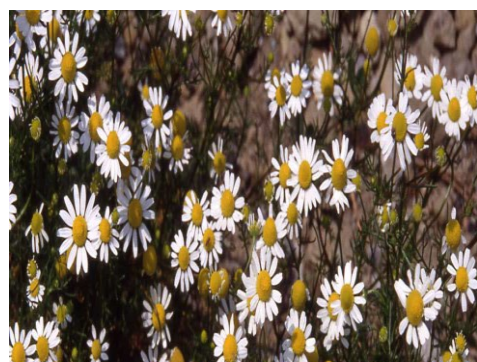


Le Piante: non solo cibo, ma anche





Le Piante: non solo cibo, ma anche



Le piante sono indispensabili
per la vita sulla terra



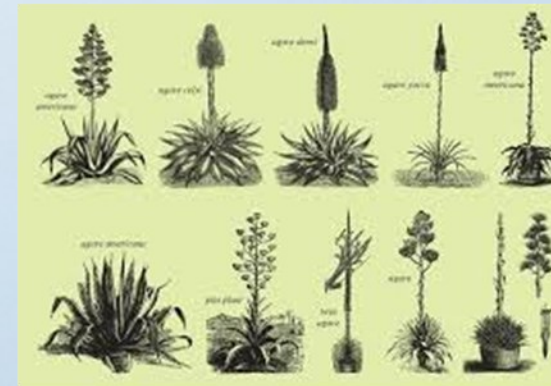
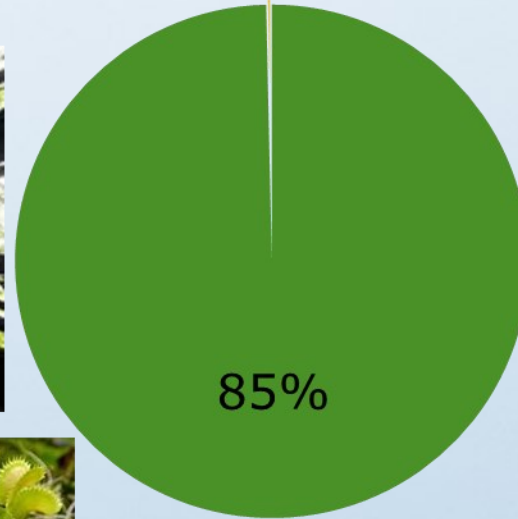
XXII Esposizione Internazionale della Triennale di Milano Broken Nature: Design Takes on Human Survival - 2019



**NOI NON SIAMO LA COSA
PIU' EVOLUTA DEL PIANETA
siamo qui solo da 300000 anni**



0,3%



PIANTE



I **vegetali** sono diversi dagli animali perché:

- durante la vita **non si spostano** dal luogo in cui sono nati;
- le cellule sono avvolte da una **parete cellulare** molto resistente;
- compiono la **fotosintesi** e sono organismi **autotrofi**;
- si possono riprodurre sia in modo **sessuato** sia per via **vegetativa**.



‘sono sessili...si sono evolute in corpi modulari, senza organi singoli, una soluzione molto accorta che permette loro di essere potate o mangiate dagli erbivori senza morire.’ (S. Mancuso)

<https://www.doppiozero.com/materiali/metafisica-delle-piante>

VIDEO: <https://www.youtube.com/watch?v=RVGEesXA-AU>

(le piante come modello di organizzazione sostenibile- Stefano Mancuso)

La botanica come scienza

- Inizialmente l'interesse per le piante è stato funzionale per usi pratici.
 - ❖ Lo scopo era la produzione di cibo, fibre, carburante e medicinali.
- Successivamente l'interesse divenne culturale e scientifico che conduce alla nascita della botanica nella Grecia antica (dal greco “βοτάνη” , pianta).
 - ❖ Come scienza comporta l'osservazione, la registrazione, l'organizzazione e la classificazione delle informazioni.

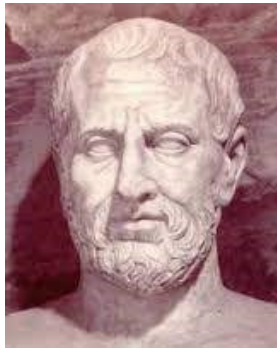
Diversificazione dello studio delle piante

- **Morfologia e Anatomia Vegetale**
 - ❖ Riguarda principalmente la struttura esterna e interna delle piante.
- **Fisiologia Vegetale**
 - ❖ Riguarda le funzioni delle piante.
- **Sistematica e Tassonomia Vegetale**
 - ❖ Sistematica Vegetale – Come si raggruppano le piante
 - ❖ Tassonomia vegetale: descrizione denominazione e classificazione

Sviluppo del sistema di nomenclatura a due nomi

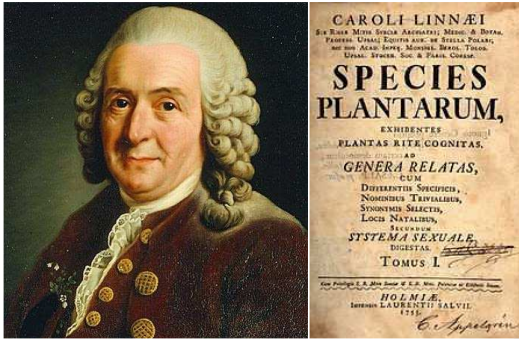
Teofrasto per primo tentò di organizzare e classificare le piante nel IV secolo a.C.

Classificò circa 500 piante sulla base delle caratteristiche delle foglie.
-verso l'inizio del XVIII secolo, negli schemi di classificazione vennero utilizzati dettagli sulla struttura del frutto e del fiore, oltre alla loro forma.



Theophrasto (371-287 A.C.), fu discepolo di Aristotele e “padre” della scienza botanica.

I «botanici» sono stati spesso all'avanguardia nel progresso delle scienze



C. Linneo (1707-1778): padre della nomenclatura scientifica moderna

Linneo (1753) classificò le piante conosciute e gli animali in accordo al loro genere di appartenenza.

Genere specie primo descrittore

Allium cepa L.



G. Mendel (1822-1884) : fondatore delle leggi della Genetica

Genetica

❖ Scienza dell'ereditarietà

-Un enorme potenziale per lo sviluppo di piante migliori per l'agricoltura, la medicina ed altri usi.

-Ingegneria genetica e OGM

Quante piante esistono attualmente?

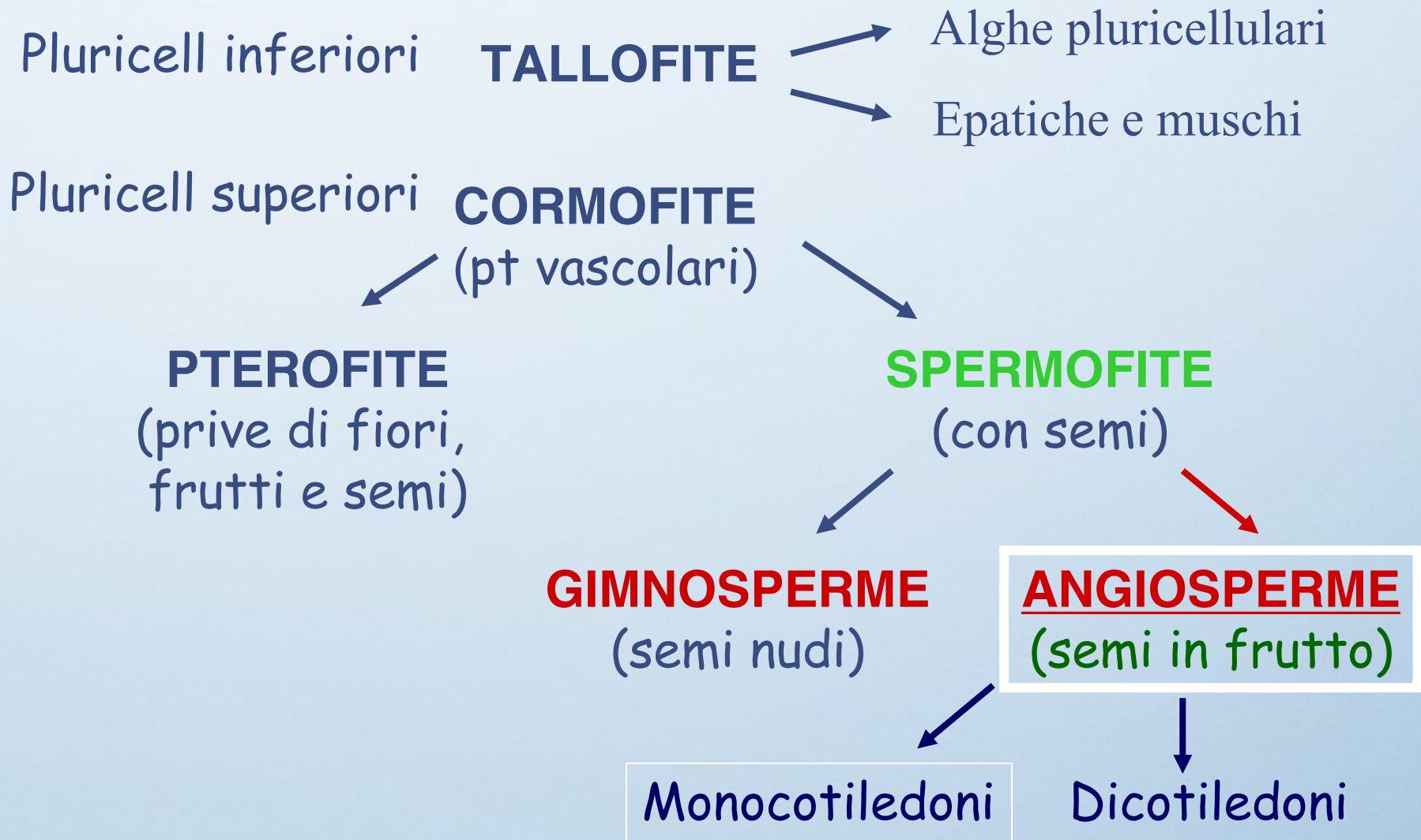
Category	Species	Totals
Vertebrate Animals		
Mammals	5,490	
Birds	9,998	
Reptiles	9,084	
Amphibians	6,433	
Fishes	31,300	
Total Vertebrates		62,305
Invertebrate Animals		
Insects	1,000,000	
Spiders and scorpions	102,248	
Molluscs	85,000	
Crustaceans	47,000	
Corals	2,175	
Others	68,827	
Total Invertebrates		1,305,250
Plants		
Flowering plants (angiosperms)	281,821	
Conifers (gymnosperms)	1,021	
Ferns and horsetails	12,000	
Mosses	16,236	
Red and green algae	10,134	
Total Plants		321,212
Others		
Lichens	17,000	
Mushrooms	31,496	
Brown algae	3,067	
Total Others		51,563
TOTAL SPECIES		1,740,330

- 300.000** • **Specie vegetali nel mondo**
- 30.000** • **Specie utili per l'alimentazione od altri scopi**
- 3.000** • **Utilizzati per l'alimentazione o altri scopi**
- 300** • **Coltivate**
- 30** • **Specie molto importanti**
- 3** • **60% di tutte le calorie derivanti da piante mais, riso, frumento**

Caratteristiche uniche delle piante (organismi eucarioti multicellulari)

- ✓ Capacità di effettuare la fotosintesi
- ✓ Totipotenza delle cellule
- ✓ Ermafroditismo e capacità di riprodursi sia sessualmente che a sessualmente
- ✓ Doppia fecondazione
- ✓ Alternanza di generazioni

PIANTE



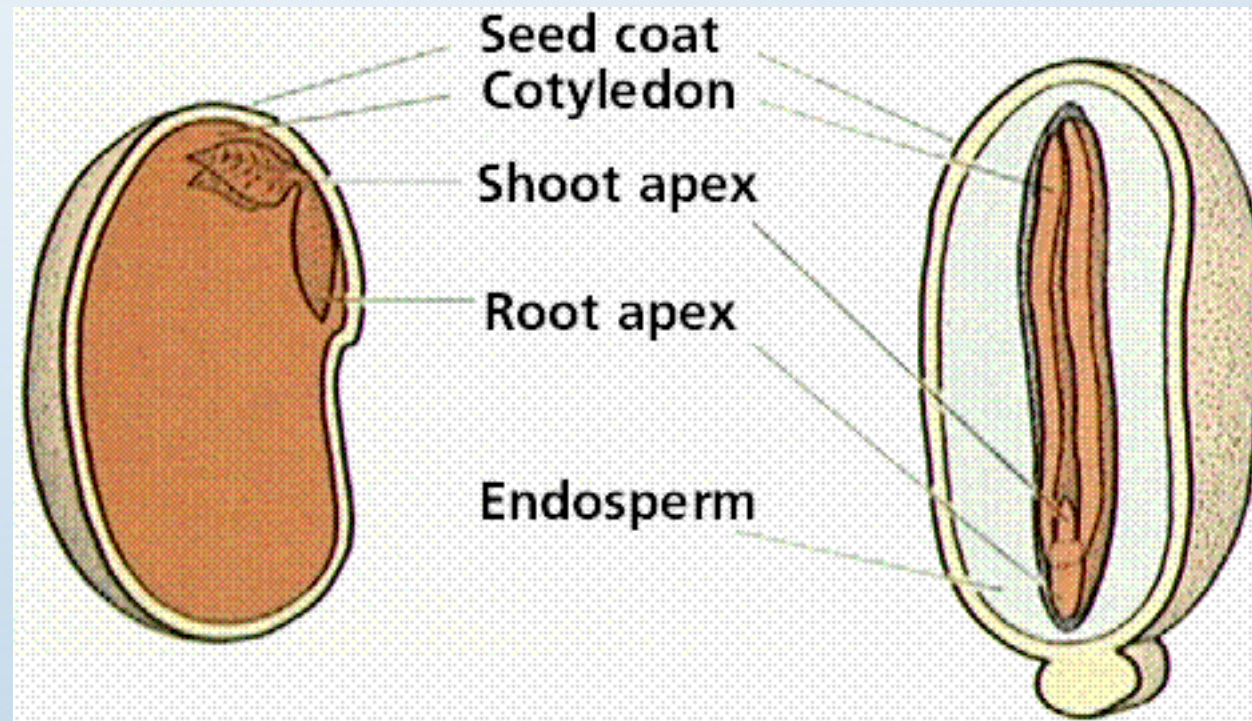
Angiosperme

- Seme racchiuso da ovario, che è parte della struttura riproduttiva , il fiore
- Le angiosperme sono le piante più diffuse e costituiscono la maggior parte delle piante coltivate

Diversità nelle Angiosperme

- Erbacee e legnose
- Cicli di poche settimane o di secoli
- Di dimensioni molto variabili
- Adattate a climi estremi
- La maggior parte terrestri, ma anche acquatiche
- La maggior parte autotrofe, ma anche saprofiti e parassiti

I **cotiledoni** sono le foglioline prodotte dall'embrione che servono per assorbire il nutrimento accumulato nel seme fino a quando il germoglio non produce le sue prime foglie vere e non comincia a sintetizzare



Nelle **dicotiledoni** l'**endosperma** viene quasi interamente riassorbito e le sostanze di riserva vengono immagazzinate nei cotiledoni degli embrioni. Nelle **monocotiledoni** l'endosperma permane

MONOCOTILEDONE




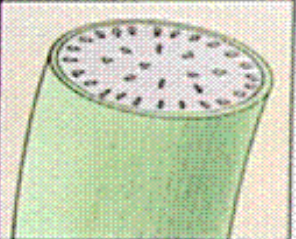


DICOTILEDONE

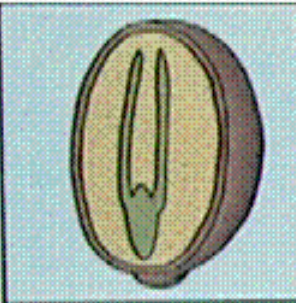

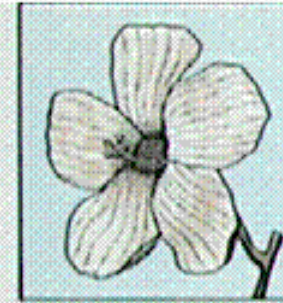
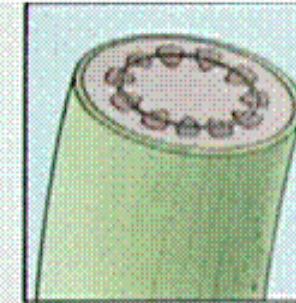
Nel mais la parete esterna dell'endosperma differenzia l'**aleurone** che può accumulare pigmenti, conferendo colorazione alla cariosside

Classi di Angiosperme

Monocotiledoni

MONOCOTS			
Cotyledons	Veins in leaves	Flower parts	Arrangement of primary vascular bundles in stem
			
One cotyledon	Usually Parallel	Usually in multiples of three	Scattered

Dicotiledoni

DICOTS			
Two cotyledons	Usually netlike	Usually in fours or fives	In a ring
			

PIANTE DI INTERESSE ECONOMICO

Monocotiledoni

- Graminaceae (frumento, mais, riso, segale, avena)
- Palmaceae
- Musaceae
- Liliaceae

Dicotiledoni

- **Leguminosae** (da granella e foraggere)
- **Solanaceae** (pomodoro, patata, peperone, melanzana)
- **Brassicaceae** (cavolo, rapa, ravanello)
- **Rosaceae** (melo, pero, pesco, ciliegio)
- **Compositae** (lattuga, indivia, carciofo)
- **Cucurbitaceae** (zucchino, cocomero, cetriolo)
- **Chenopodiaceae** (barbabietola)
- **Umbellifloreae** (carote)

Le piante **si** possono riprodurre in due modi diversi

riproduzione vegetativa
o **asessuata**: non richiede
l'incontro tra due sessi diversi



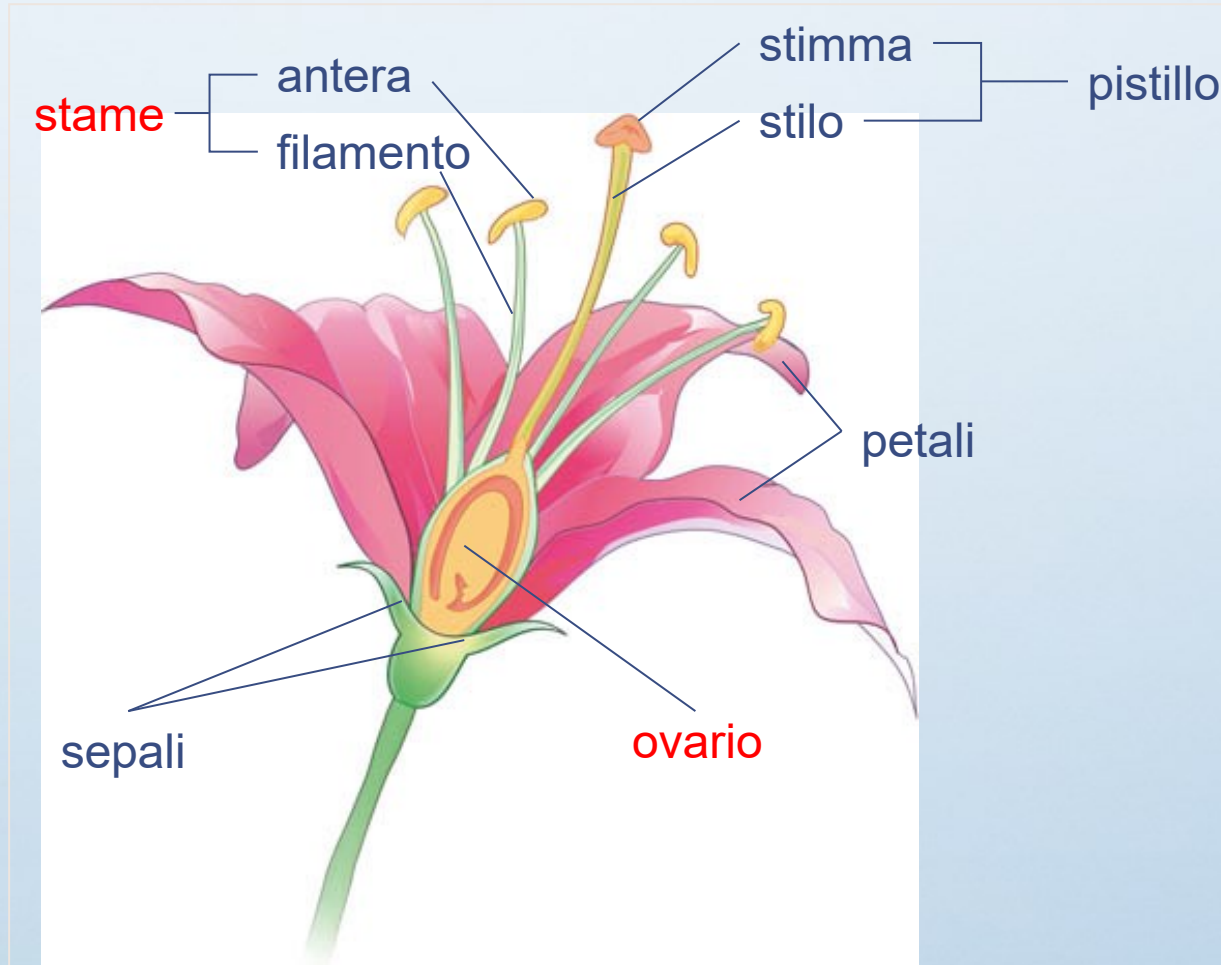
un esempio di **talea**: da un ramo
reciso si sviluppano nuove radici

riproduzione sessuata:
richiede la **fecondazione**,
cioè la fusione di due cellule sessuali,
gamete maschile e **gamete femminile**



l'organo dove avviene la riproduzione
sessuata è il **fiore**

Nelle piante superiori (le più diffuse sulla Terra)
la **riproduzione sessuata** avviene dentro il **fiore**.

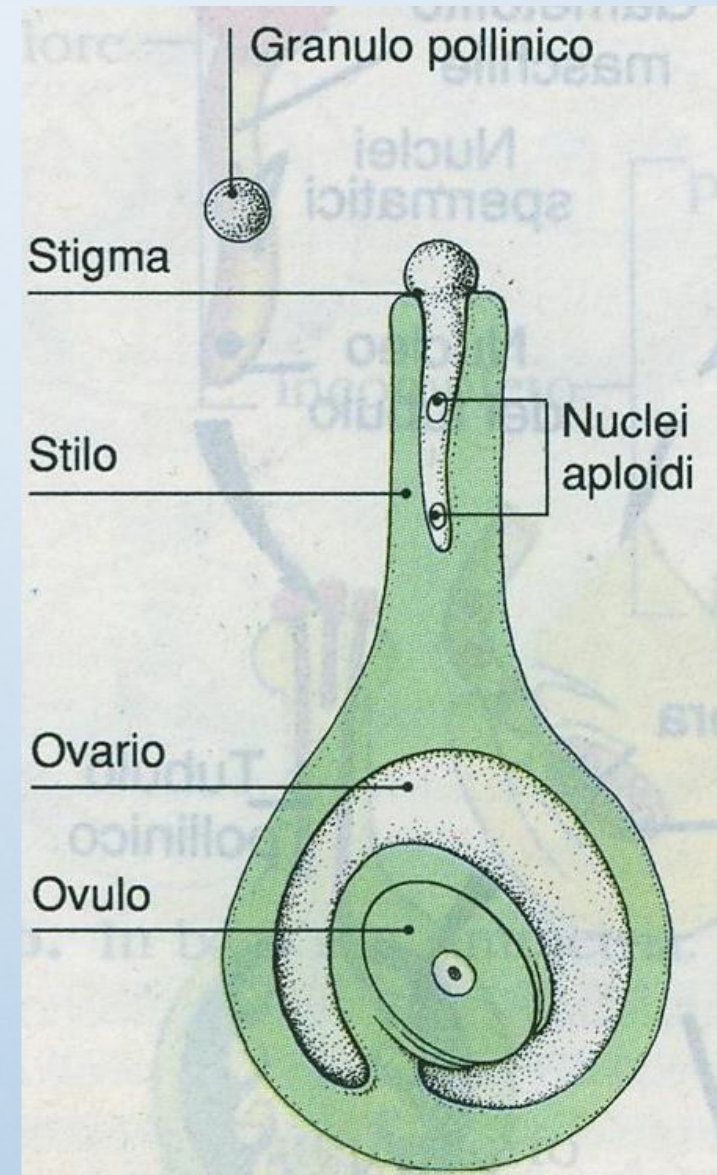
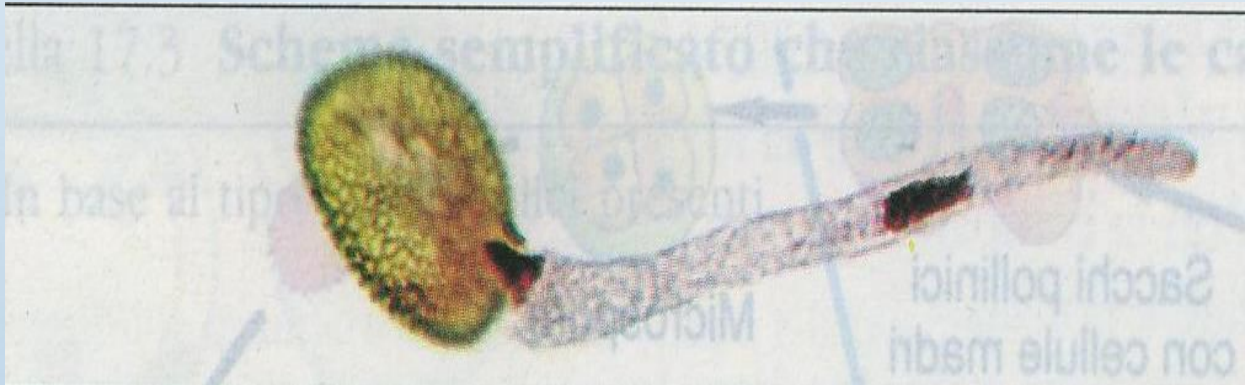


Lo **stame** contiene
i granuli di **polline**
(gameti maschili).

L'**ovario** contiene
la **cellula-uovo**
(gamete femminile).

Perché avvenga la FECONDAZIONE è necessaria l'IMPOLLINAZIONE, cioè il granulo pollinico deve essere trasportato da un vettore e aderire allo stigma.

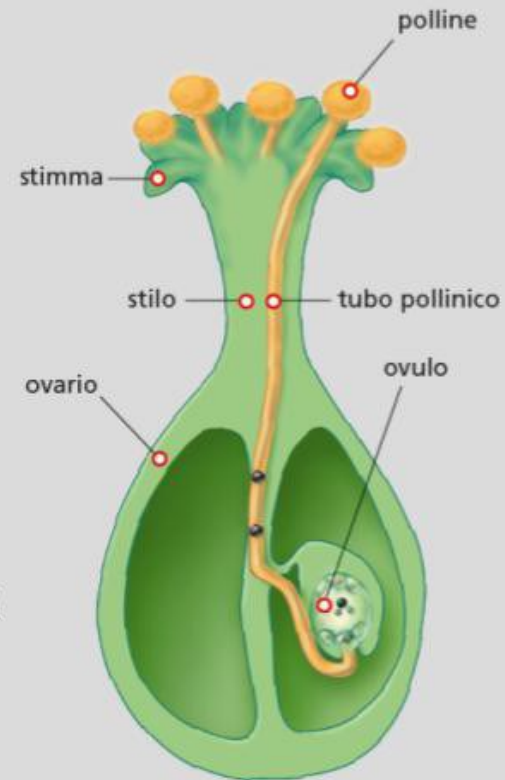
Il granulo pollinico germina, grazie alla proliferazione della cellula del tubetto pollinico, producendo un TUBETTO POLLINICO che penetra nell'ovario attraverso lo stilo. Permettendo ai due spermatozoi di raggiungere il sacco embrionale.

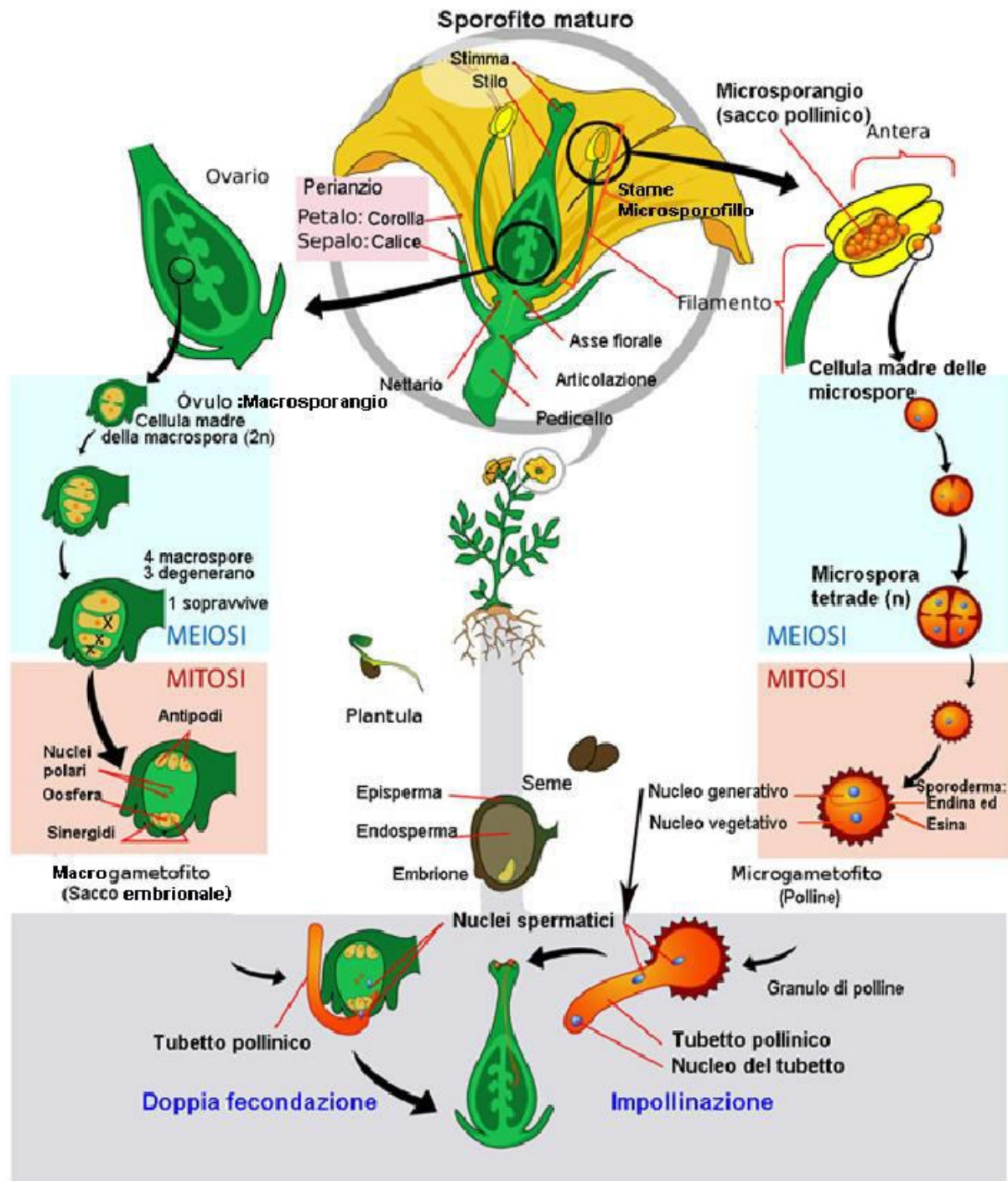


FECONDAZIONE

Il ciclo riproduttivo delle angiosperme

Quando il polline arriva sullo stamma del pistillo, forma un tubetto pollinico, che penetra nell'ovario e raggiunge l'ovulo, **fecondandolo**. La cellula fecondata si moltiplica velocemente e sviluppa il seme, che contiene l'embrione. Il seme protegge l'embrione e gli fornisce le sostanze nutritive. Anche l'ovario subisce una trasformazione: si ingrossa e si trasforma in **frutto**, che ha la funzione di proteggere il seme, nutrirlo e favorire la sua dispersione.



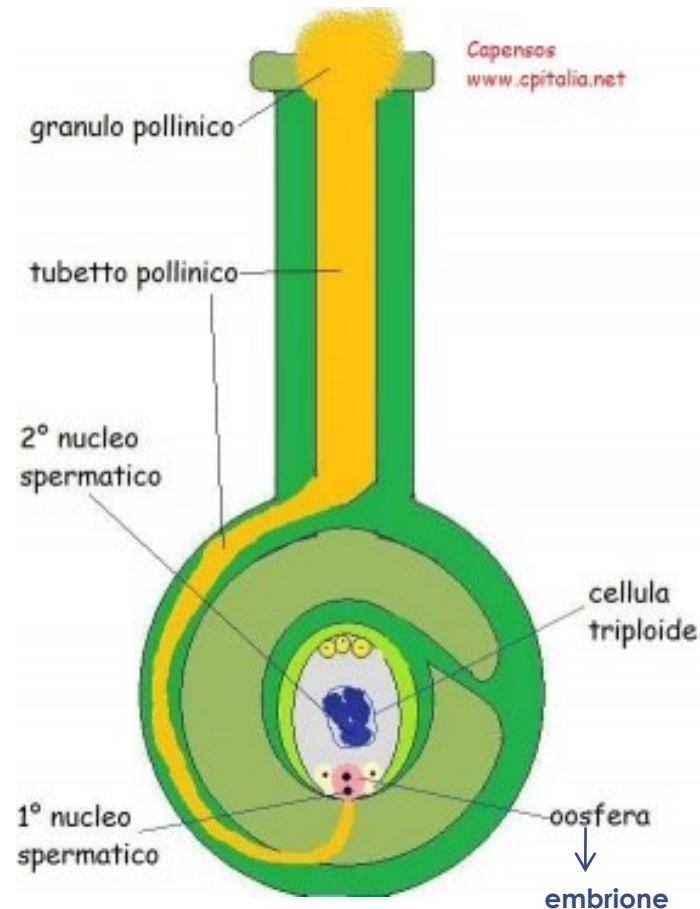


Fecondazione

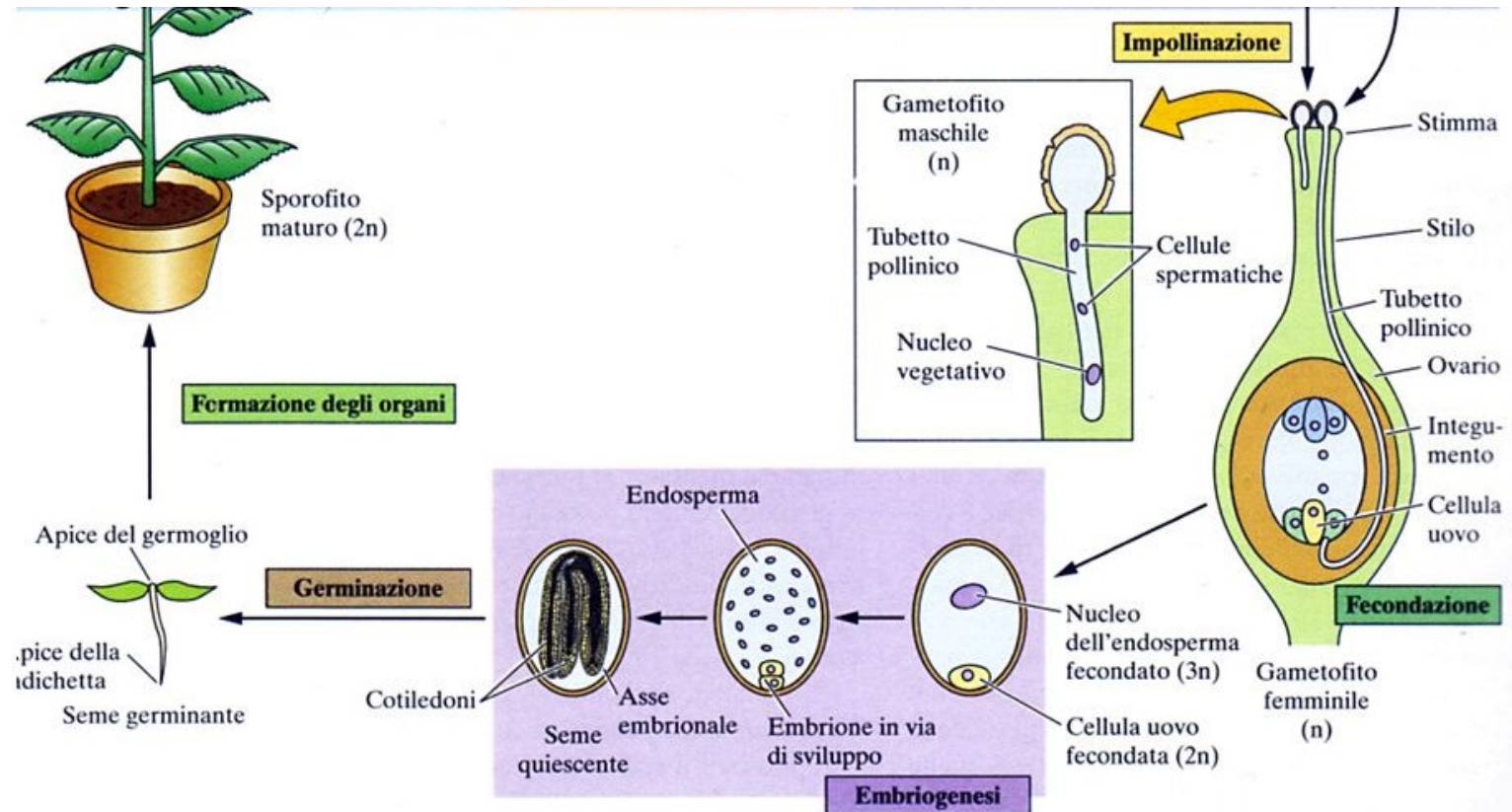
- Le angiosperme hanno un unico processo di fecondazione detto doppia fecondazione che interessa 2 cellule spermatiche
- Una volta che il granulo di polline raggiunge lo stimma di un fiore (impollinazione) inizia a formarsi il tubetto pollinico che arriva all'ovario percorrendo lo stilo; il granulo di polline 2 nuclei spermatici che entrano nell'ovulo dove è localizzata la cellula uovo

Doppia fecondazione

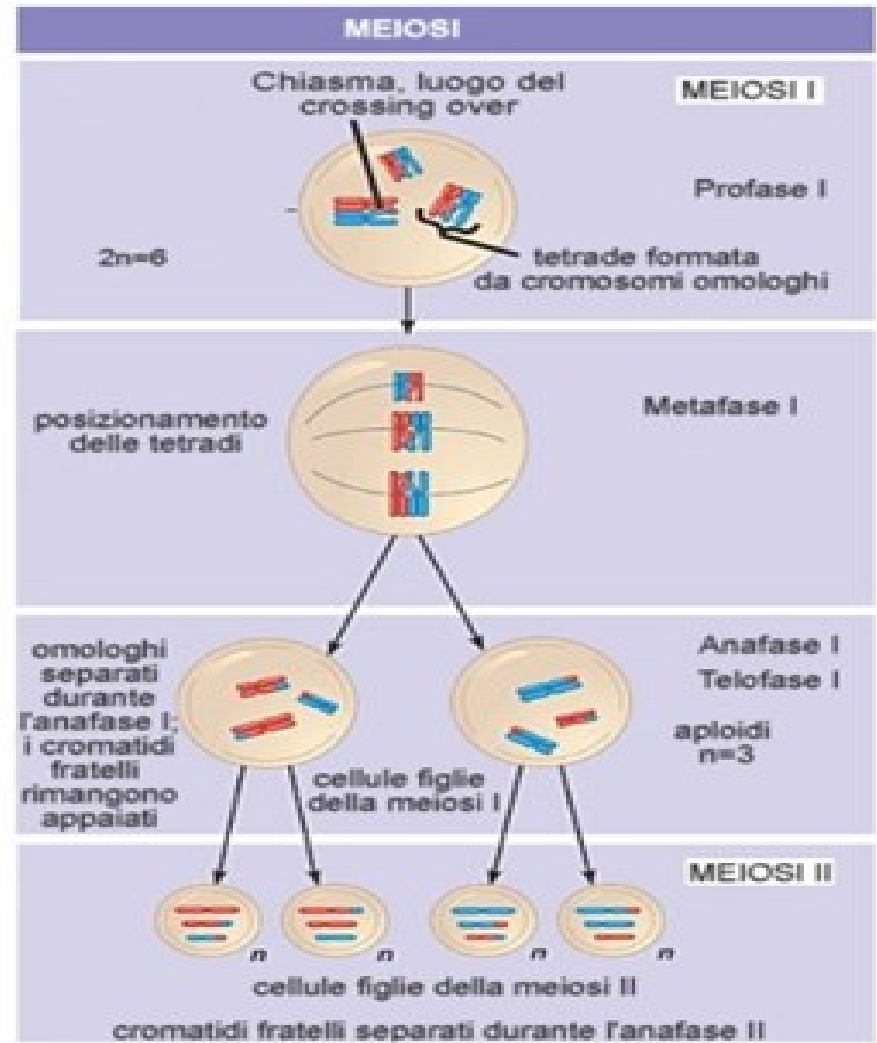
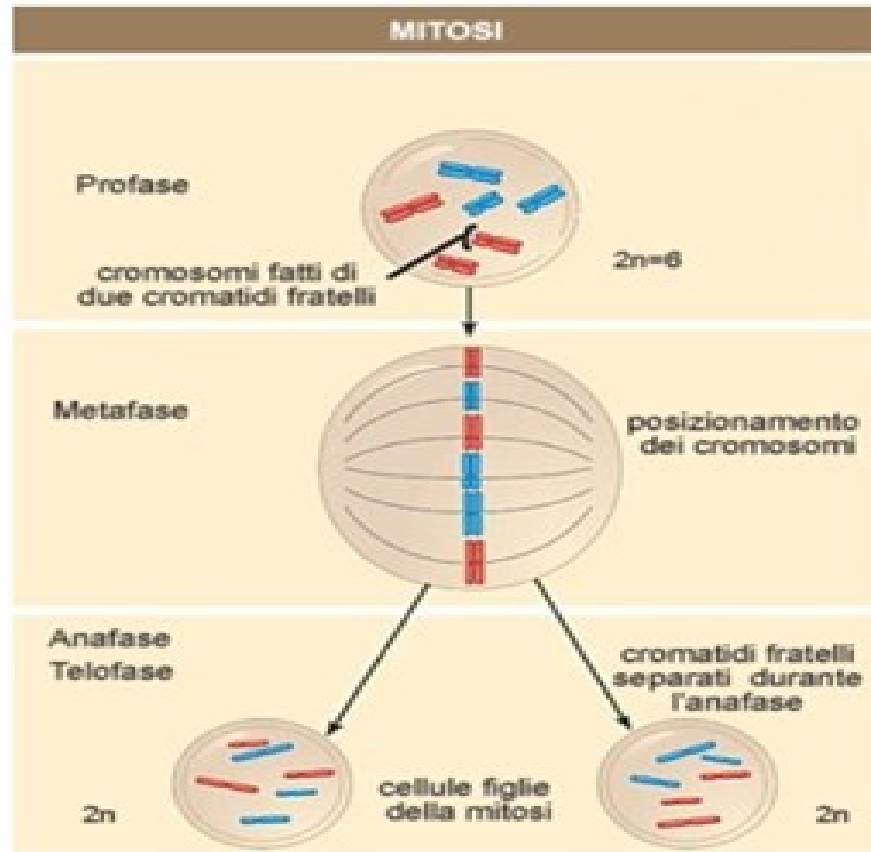
- Un nucleo si fonde con la cellula uovo e forma lo zigote (fecondazione)
- L'altro si fonde con il nucleo secondario e forma l'endosperma, tessuto di riserva dell'embrione



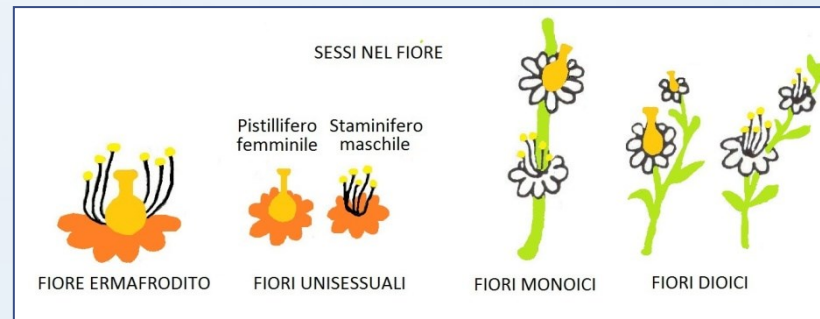
Doppia fecondazione



Divisione cellulare



La sessualità nelle piante



Le piante possono essere:

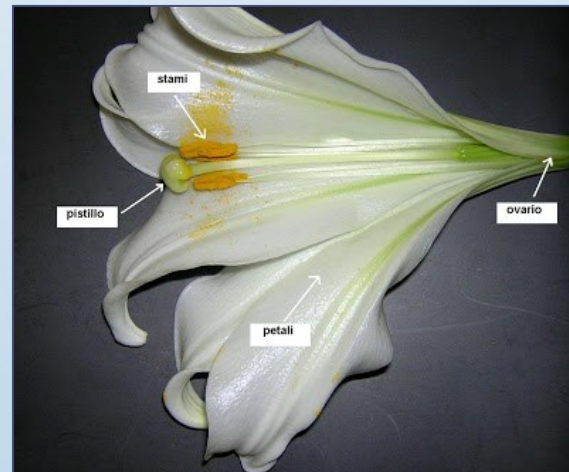
ERMAFRODITE, tutti i fiori sono ermafroditi e quindi hanno gineceo e androceo.

DIOICHE: i fiori sono o solo maschili (solo androceo) o solo femminili (solo gineceo) e si trovano su piante diverse.

MONOICHE: sulla stessa pianta ci sono fiori solo maschili e fiori solo femminili.

POLIGAME: sono presenti sulla stessa pianta fiori ermafroditi e fiori unisessuali.

ERMAFRODITE



PIANTE DIOICHE

kiwi



brionia

PIANTE MONOICHE



Larice, conifera monoica.
-coni gialli maschili
-coni viola femminili,
portati come entità separate sullo
stesso individuo.



Mais (*Zea mays* – Fam.
Poaceae)
-fiori, maschili (a panicolo,
in alto)
-fiori femminili (a ciuffo, più
in basso), portati da due
differenti strutture della
stessa pianta

PIANTE MONOICHE



Fiori di zuccina (*Cucurbita pepo* – Fam. Cucurbitaceae).
i fiori, maschile e femminile,
sono presenti nella stessa
pianta come strutture
distinte.

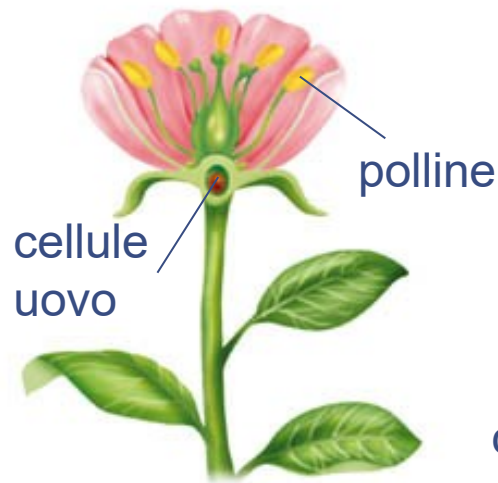
In alto, fiore femminile con
pistillo quadripartito;
in basso a sin.: fiore
maschile,
in basso a dx.: evidente la
differenza tra i fiori maschili
(sterili) e quelli femminili,
che hanno legato il frutto

frutto

Alcune piante hanno fiori **ermafroditi** (cioè con entrambi i gameti, maschile e femminile). In altre specie invece i fiori hanno solo gli stami o solo i pistilli.

Nelle diverse specie vegetali i gameti possono essere:

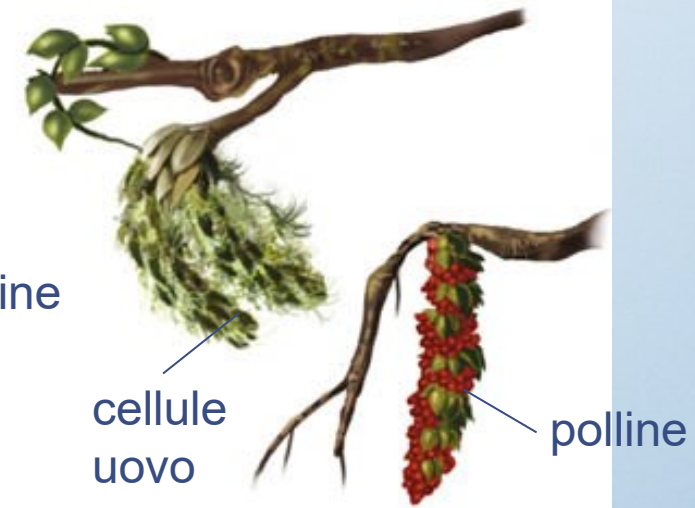
nello stesso fiore



**su fiori diversi
nella stessa pianta**



su piante diverse



Per avere la fecondazione ci vuole un sistema di **impollinazione** così che il polline dalle antere possa raggiungere lo stigma.

Tipi di impollinazione

- Ci sono 2 tipi di impollinazione
 - **Autoimpollinazione**; avviene quando il polline di un'antera raggiunge lo stigma del medesimo fiore
 - **Impollinazione incrociata**; avviene quando il polline di un'antera raggiunge lo stigma di un altro fiore



La colorazione e il profumo della corolla attraggono gli **insetti impollinatori**.

Mentre succhia il nettare, l'insetto «si impolvera» di polline, che porterà poi sui pistilli di altri fiori.

Altre piante invece per l'**impollinazione** sfruttano il **vento**.



Il vento disperde il polline dei fiori di questa graminacea.

In modo casuale alcuni granelli si poseranno sugli stami di altri fiori e li feconderanno.

Con la **disseminazione** le piante diffondono i propri semi per riprodursi e garantire così la sopravvivenza della propria specie.



La disseminazione con il **vento**

Le piante che sfruttano il vento per spargere i propri semi:

- producono un numero grandissimo di semi;
- producono frutti e semi leggerissimi.

La **disseminazione**: le piante diffondono i propri semi per riprodursi e garantire così la sopravvivenza della propria specie.



La disseminazione mediante l'**acqua**

Le piante che vivono vicino all'acqua hanno semi ben protetti, che possono stare a lungo in ambienti molto umidi senza marcire.

La **disseminazione**: le piante diffondono i propri semi per riprodursi e garantire così la sopravvivenza della propria specie.



La disseminazione
tramite **gli animali**

Spesso i semi germinano
dove gli animali li hanno nascosti
come scorta per la stagione fredda.

In molti casi gli animali
mangiano i semi insieme ai frutti
e poi li diffondono con gli escrementi.

Dal **fiore** al **frutto** e al **seme**



Dopo l'impollinazione e la fecondazione i petali, i pistilli e gli stami hanno esaurito il loro compito: perciò seccano e cadono.

L'ovario allora si trasforma nel **pericarpo**, che è l'insieme della buccia, della polpa e dei tessuti del **frutto**, in cui sono immersi i **semi**.

LA CLASSIFICAZIONE DEI FRUTTI

bacche mirtillo, uva, pomodoro, peperone

peponidi zucca, melone, anguria

esperidi limone, arancia e pompelmo

drupe pesca, albicocca, ciliegia

frutti aggregati mora, lampone

falsi frutti mela, pera, fragola, fico

Il **seme** è l'organo che racchiude l'**embrione** della pianta.

Il seme contiene **sostanze nutritive** zuccherine, come l'**amido**, che l'embrione potrà utilizzare per le prime fasi della sua vita.



Nei semi delle graminacee, come il grano, l'amido è contenuto nell'**endosperma**.



Nei semi delle leguminose, come il fagiolo, l'amido è contenuto nei **cotiledoni**.

L'embrione, i cotiledoni e l'endosperma sono avvolti da una «buccia» chiamata **tegumento**.

Per poter **germinare**, cioè passare a una vita attiva, il seme deve trovare le **condizioni ambientali giuste**:

- sufficiente **umidità**, per poter rifornire d'acqua le cellule disidratate del seme
- una **temperatura adatta**, che varia per le diverse specie ma di solito è intorno ai 20 °C
- una buona disponibilità di **aria**: l'ossigeno è indispensabile per la respirazione cellulare.



Ciclo vitale dei vegetali

Piante annuali: compiono il loro ciclo vitale in quello che viene definito un anno, ma che è in realtà una sola stagione vegetativa. Caratteristico delle piante erbacee

Piante bienni: compiono il loro ciclo vitale nell'arco di due anni.

1° anno: sviluppo vegetativo e accumulo di riserve

2° anno: fioritura, fruttificazione e, dopo la disseminazione, morte della pianta (prezzemolo, carota, digitale, ecc.)

Piante perenni: hanno una vita di un numero indefinito di anni. Caratteristico di tutte le legnose e delle erbacee fornite di organi sotterranei (rizomi, bulbi, ecc.)