



***Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e
Ambientali***

Università di Perugia

Fondamenti di Biologia

Prof. Giuseppe Frenguelli

- La biologia (dal greco βιολογία, composto da βίος, bíos = "vita" e λόγος, lògos = nel senso di "studio") è la scienza che studia tutto ciò che riguarda la vita.



Insegnamenti che necessitano di conoscenze di Biologia

- **Botanica, Fisiologia vegetale, Genetica, Biochimica**
- **Agronomia, Ecologia agraria**
- **Microbiologia, Biotecnologie**
- **Zootecnica**
- **Coltivazioni piante erbacee e piante arboree**
- **Difesa delle colture**
- **Produzione di biomasse**
- **Protezione di piante e animali**
- **Trasformazione e conservazione dei prodotti alimentari**
- **Commercializzazione dei prodotti**

Cosa è un essere vivente?

- Gli organismi viventi possono essere considerati come «complessi di molecole che obbediscono alle leggi fondamentali della *termodinamica* e della *cibernetica*»;
- cioè un insieme di molecole soggette ad essere attraversate da un flusso di materiali, energia ed informazioni.
- *Termodinamica: parte della fisica che studia le trasformazioni di calore in lavoro e viceversa e i fenomeni e le proprietà dei sistemi a esse collegati;*
- *Cibernetica: scienza che studia i fenomeni di autoregolazione e comunicazione, sia negli organismi viventi e negli altri sistemi naturali (quanto nei sistemi artificiali).*

Cosa è un essere vivente?

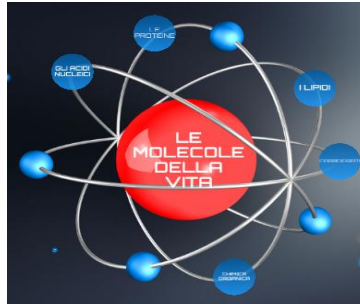
- Un organismo vivente è un'entità soggetta alle leggi naturali, le stesse che controllano il resto del mondo fisico, ma tutti gli organismi viventi, comprese le loro parti, vengono controllati anche da una seconda fonte di causalità: i programmi genetici.
- L'assenza o la presenza di programmi genetici indica il confine netto tra l'inanimato e il mondo vivente (*E. Mayr*)

Cosa è un essere vivente?

- Ogni organismo vivente è un sistema di materiali organizzato secondo informazioni precise. Quanto più un sistema è organizzato, tanto più elevata è la quantità di energia necessaria a mantenere questa organizzazione e riprodurre la stessa organizzazione per una nuova generazione.



Materiali



+



Informazioni

+

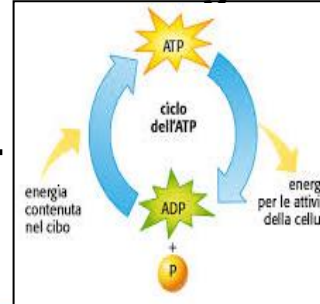


+



Energia

+

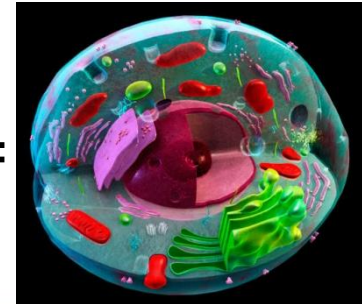


=



Prodotto

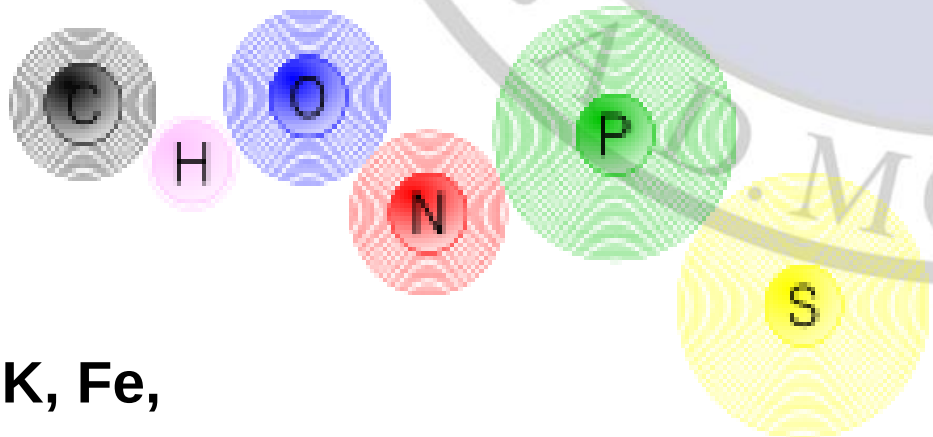
=



Cos'è la materia?

- La “materia” è tutto ciò che ha una “massa” e occupa uno spazio;
- è costituita da elementi organizzati tra loro in modo complesso ed efficiente.
- La “materia vivente” è formata da parti
 - inorganiche (acqua e sali minerali),
 - organiche (soprattutto proteine, acidi nucleici, lipidi, carboidrati e numerose altre molecole con specifiche funzioni).

- La chimica degli organismi viventi si basa sulla molecola del carbonio essendo formati da sostanza organica.
- Tra le sostanze inorganiche indispensabili alla vita una delle più importanti è l'acqua.
- I cicli biologici conosciuti si sviluppano intorno ai seguenti elementi:



- oltre a Ca, Mg, K, Fe,
- e in misura minore: Cl, Na, Zn, Cu, Mo, Ni, Mn, Si, B.
- *Possono esistere altre serie di elementi attorno alle quali possano crearsi sistemi di vita alternativi.*

I livelli di organizzazione biologica

- Livello “chimico”: atomi, molecole, macromolecole;
- Livello “cellulare”: diversi atomi e molecole formano una cellula (il più semplice componente della materia vivente in grado di svolgere tutte le attività necessarie per la vita);
- Tessuti: insieme di più cellule che svolgono la stessa funzione (muscolare, epidermico, ecc.);
- Organi: insieme di tessuti (cuore, foglia, ecc.);
- Sistemi di organi: gruppi di organi coordinati (digerente, riproduttivo, ecc.);
- Organismi: sistemi di organi che funzionano insieme.

Un organismo è molto più dei sistemi di organi che lo compongono: il “tutto” è più della somma delle sue parti

Conoscenze di base che saranno esaminate

- **1. Le molecole della vita:** la base chimica della vita, le proprietà dell'acqua, le principali biomolecole.
- **2. Organizzazione della cellula:** cellula procariotica ed eucariotica, le membrane e gli organuli citoplasmatici.
- **3. Il metabolismo energetico:** respirazione e fotosintesi.
- **4. La divisione cellulare e la riproduzione degli organismi:** mitosi, meiosi e fecondazione.
- **5. La biodiversità:** procarioti, protisti, piante, funghi e animali.

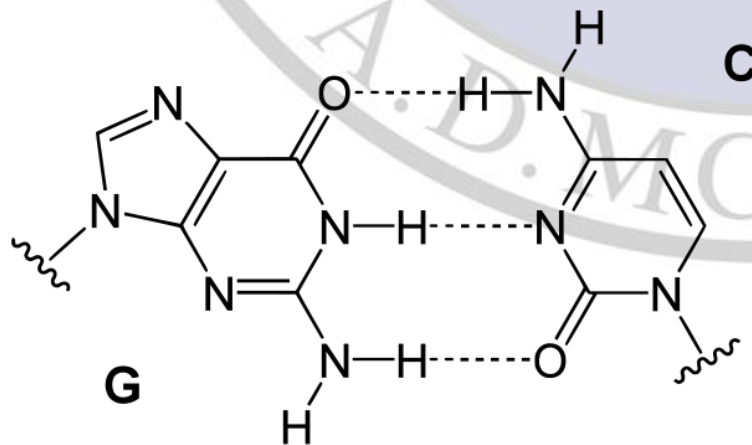
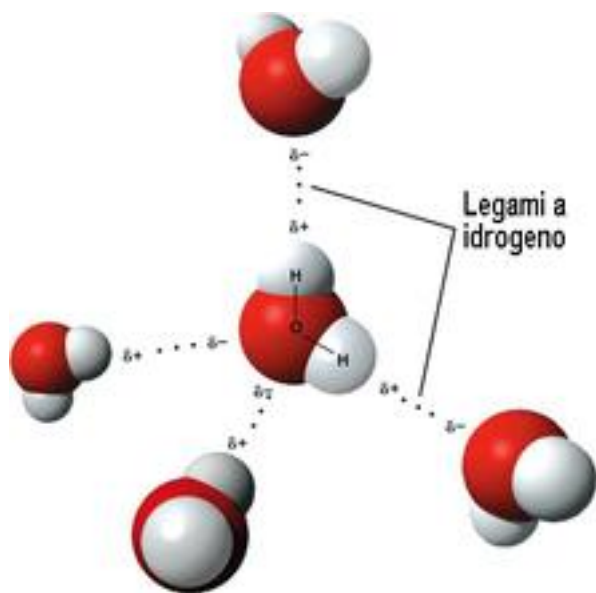
1. Le molecole della vita: la base chimica della vita, le proprietà dell'acqua, le principali biomolecole

L'acqua è l'ambiente della vita

- L'acqua (H_2O) è la componente presente in maggior quantità ed è la più importante:
- rappresenta il 70-95% del peso di ogni essere vivente.
- Può trovarsi in forma “libera” nelle cellule dove si svolgono le reazioni metaboliche,
- o in forma “combinata”, legata a proteine o altre macromolecole mediante legami idrogeno:
- forma legami idrogeno tra le sue molecole (alta tensione superficiale): coesione,
- o con sostanze che presentano regioni ioniche o polari: adesione.
- Le 3 principali caratteristiche sono:
 - capacità di sciogliere moltissimi composti,
 - mantenersi liquida in un ampio intervallo di temperatura,
 - formare deboli legami idrogeno tra le proprie molecole e con molecole di altro tipo.

Legami idrogeno:

attrazione elettrostatica tra un atomo di H recante una parziale carica elettrica positiva e un doppietto elettronico di un elemento fortemente elettronegativo (F, O o N).



Composti organici più importanti (prodotti primari)

- La maggior parte dei composti organici rinvenuti nei sistemi viventi può essere classificata in quattro famiglie:
- acidi nucleici
- carboidrati
- lipidi
- proteine

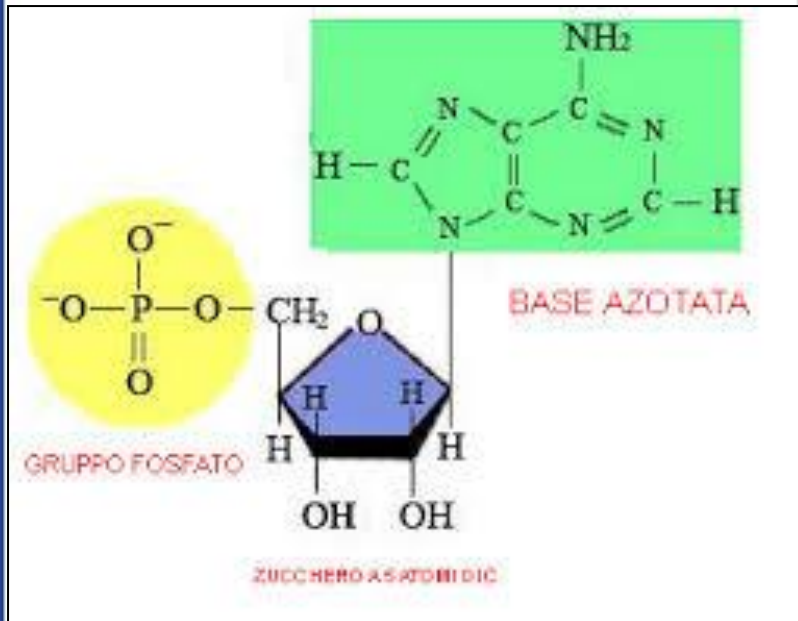
Prodotti “secondari”

- Si definiscono “secondari” i prodotti del metabolismo presenti solo in alcuni tipi di cellule specializzate e differenziate, essenziali per le cellule stesse, ma sono utili all’organismo nel suo insieme;
- alcuni esempi: terpeni, terpenoidi, alcaloidi, fenoli, glicosidi, acidi grassi, steroidi, olii essenziali, glicosidi, ecc.

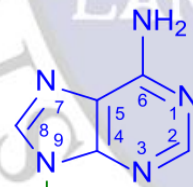
Gli acidi nucleici

- Se ne conoscono 2 tipi: DNA (acido deossiribonucleico) e RNA (acido ribonucleico);
- entrambi sono polimeri lineari di *nucleotidi*;
- ogni nucleotide è formato da:
- uno zucchero semplice pentoso (5 atomi di C) legato a
- un gruppo fosfato e a
- una molecola a singolo o doppio anello detta “base azotata”.
- I nucleotidi si differenziano in funzione delle loro “basi”.

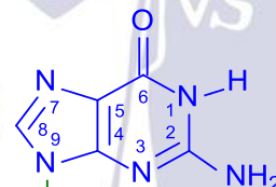
Nucleotide e basi azotate



Basi puriniche

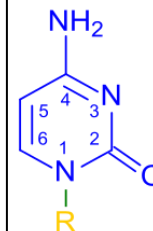


Adenina

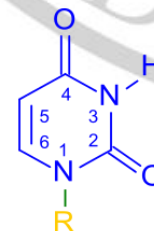


Guanina

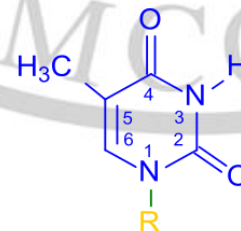
Basi pirimidiniche



Citosina



Uracile

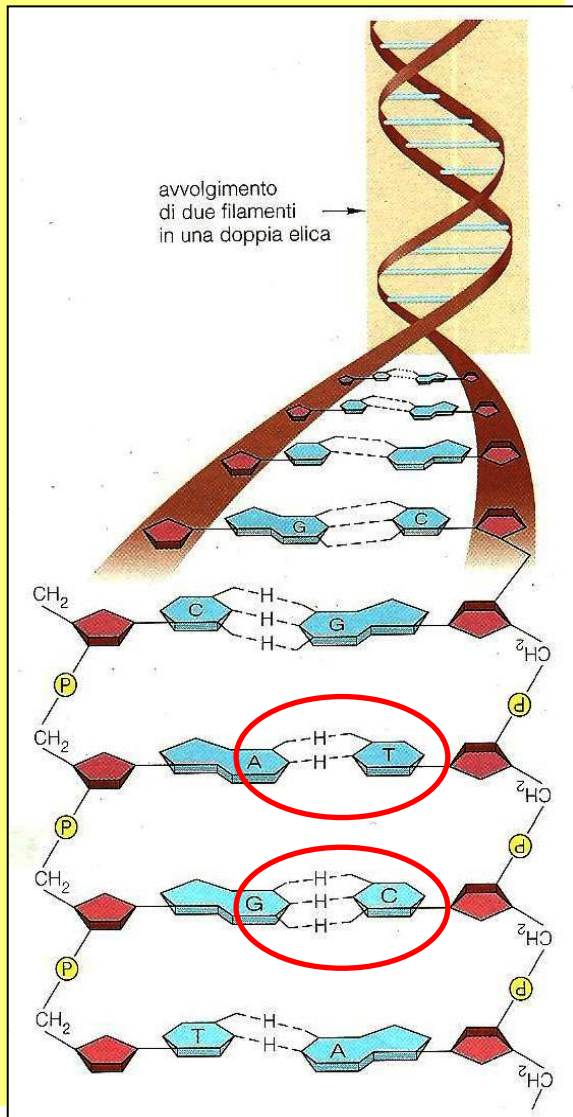


Timina

Nel DNA: adenina, guanina, citosina e timina

Nel RNA: adenina, guanina, citosina e uracile

Legami H tra basi: adenina/timina o uracile – citosina/guanina



DNA: due catene di nucleotidi unite da legami H e avvolte a formare una doppia elica.

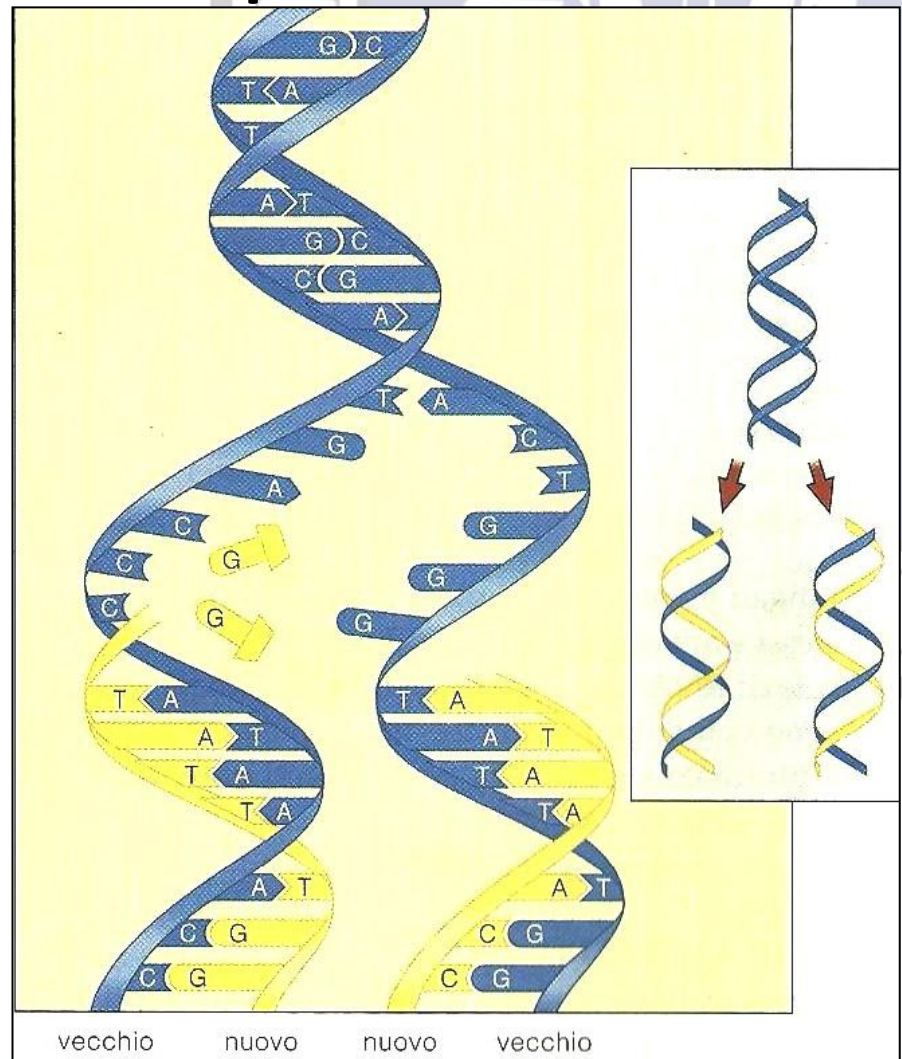
Il DNA immagazzina informazioni genetiche nella sua sequenza di basi nucleotidiche;

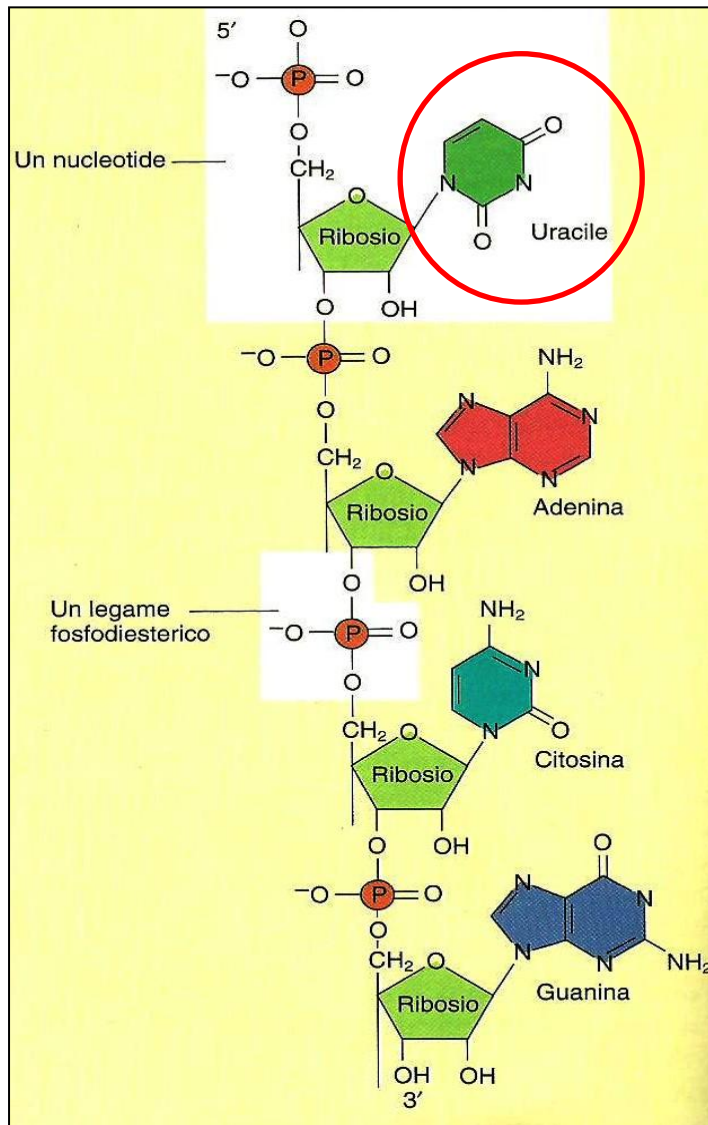
L'ordine delle basi (es.; ACTGC.....) è cruciale per le sue funzioni;

Normalmente ogni molecola di DNA è formata da milioni di nucleotidi

DNA e sua replicazione

- Il filamento di DNA originale serve come uno stampo per la formazione di un nuovo filamento di DNA.

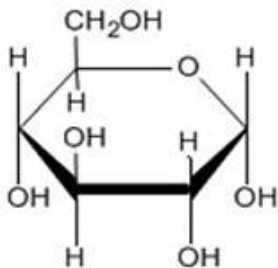




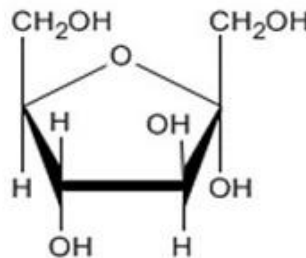
**Molecola di RNA
(acido ribonucleico)
(generalmente 1
catena di
nucleotidi):
i nucleotidi,
ciascuno con una
specifica base,
sono legati tra loro
mediante legami
*fosfodiesterici***

I carboidrati

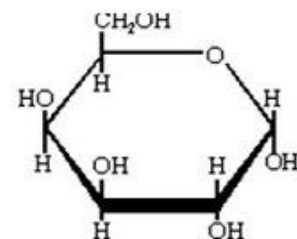
- Comprendono zuccheri semplici, oligosaccaridi e polisaccaridi;
- gli *zuccheri semplici* sono formati da C, O e H nella proporzione $C_n H_{2n} O_n$ ($n=3-7$);
- gli *oligosaccaridi* sono piccole catene di 2 o più zuccheri semplici;
- i *polisaccaridi* sono lunghe catene di oligosaccaridi, alcuni con funzione strutturale (cellulosa) altri immagazzinano energia (amido, glicogeno);
- gli zuccheri immagazzinano energia perché sono ricchi di energia libera, cioè energia disponibile per compiere un lavoro



Glucosio

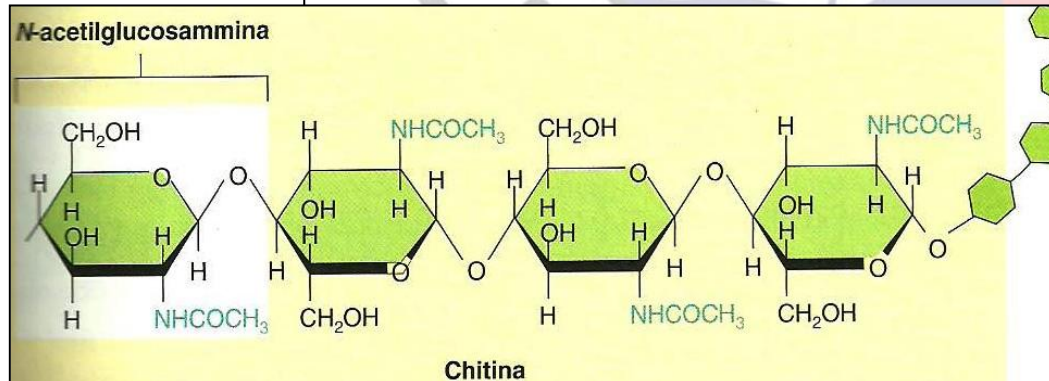
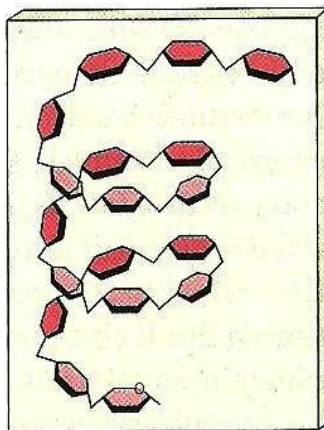
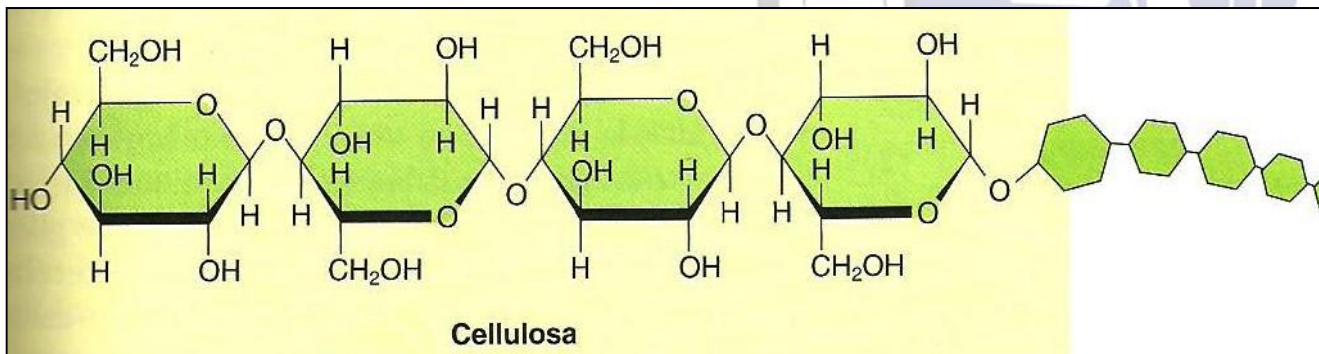


Fruttosio

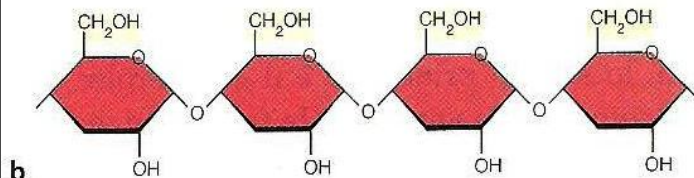


Galattosio

Polisaccaridi

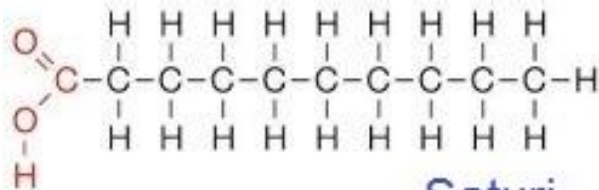


Amido



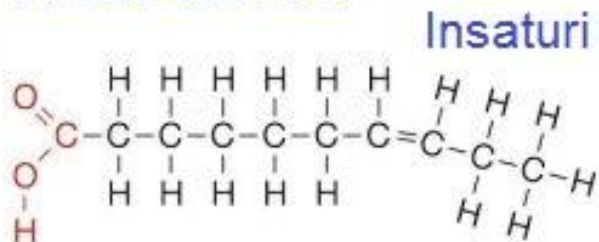
I lipidi

- Sono sostanze apolari, insolubili in acqua, soprattutto fosfolipidi e glicolipidi che, associati, formano sottili lamine, basi strutturali per le membrane;
- gli steroli sono idrocarburi policiclici che si sciolgono nella parte idrofobica della membrana;
- i trigliceridi (tre acidi grassi legati ad una molecola di glicerolo) sono utilizzati per immagazzinare energia perché la loro ossidazione rilascia grandi quantità di energia libera spendibile



Saturi

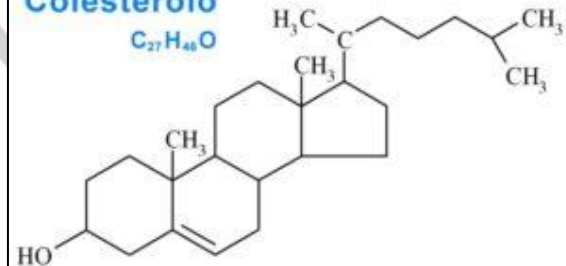
ACIDI GRASSI



Insaturi

Colesterolo

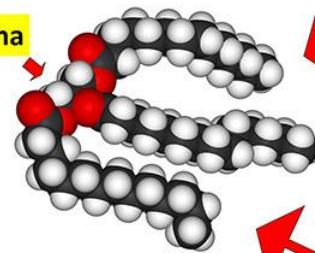
$\text{C}_{27}\text{H}_{48}\text{O}$



Trigliceride

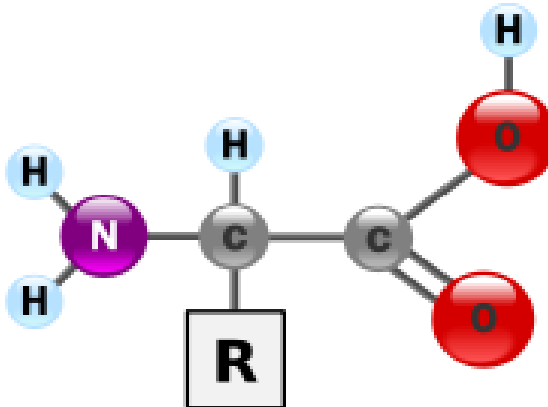
Glicerina

Acidi grassi

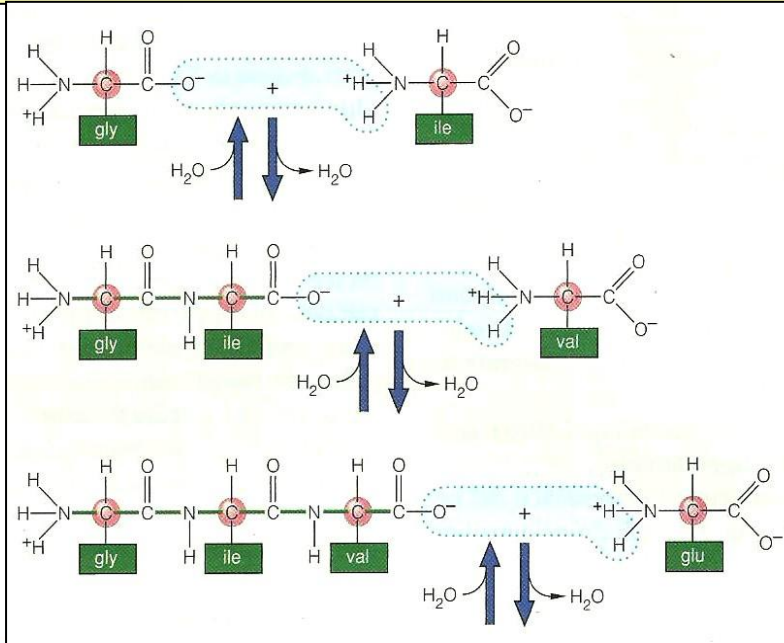
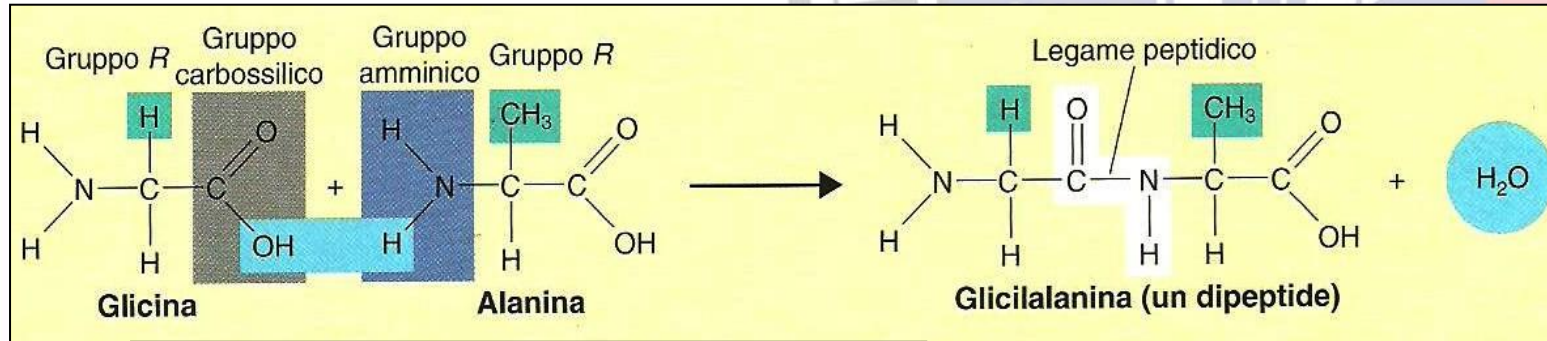


Le proteine

- Sono grandi molecole formate da lunghe catene lineari costituite da centinaia di amminoacidi;
- ognuno è formato da uno scheletro che contiene un gruppo amminico, un C centrale e un gruppo carbossilico.
- Nelle proteine si trovano 20 differenti tipi di amminoacidi, ognuno con lo stesso scheletro, ma ognuno ha un diverso residuo laterale legato al carbonio centrale;
- il gruppo amminico di uno si lega al gruppo carbossilico di un altro e così via (legami peptidici).



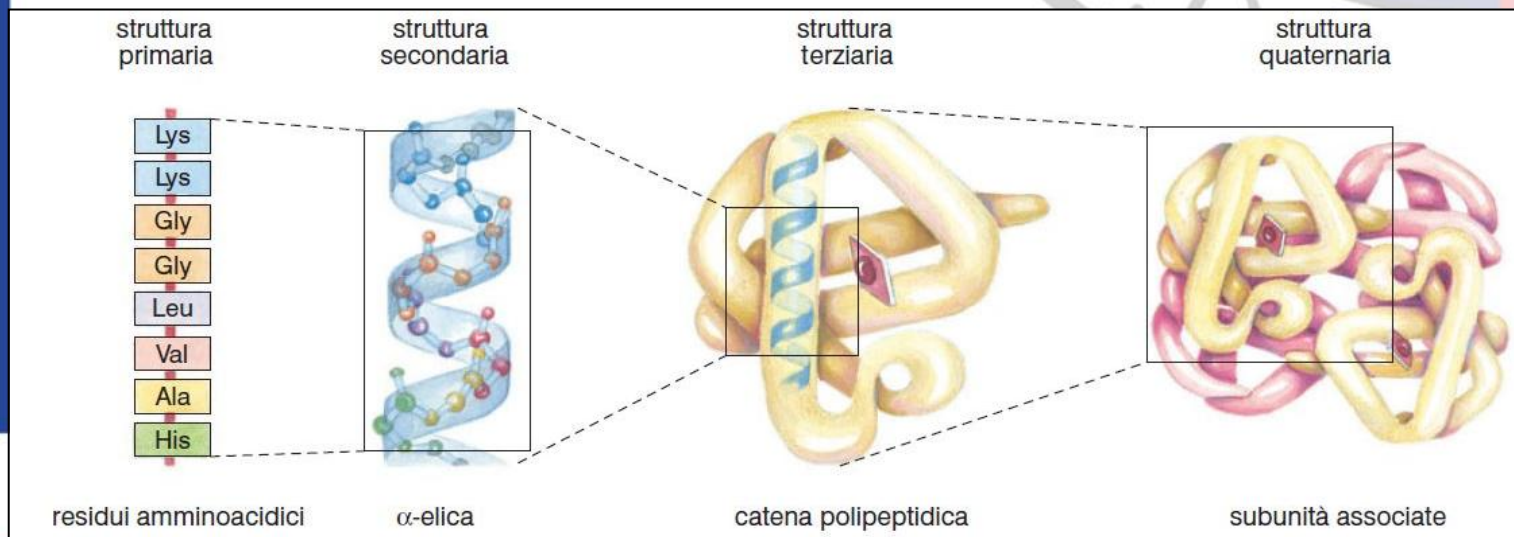
Il legame peptidico: rimozione di 1 molecola di acqua dal carbossile di un aminoacido e dal gruppo amminico di un altro



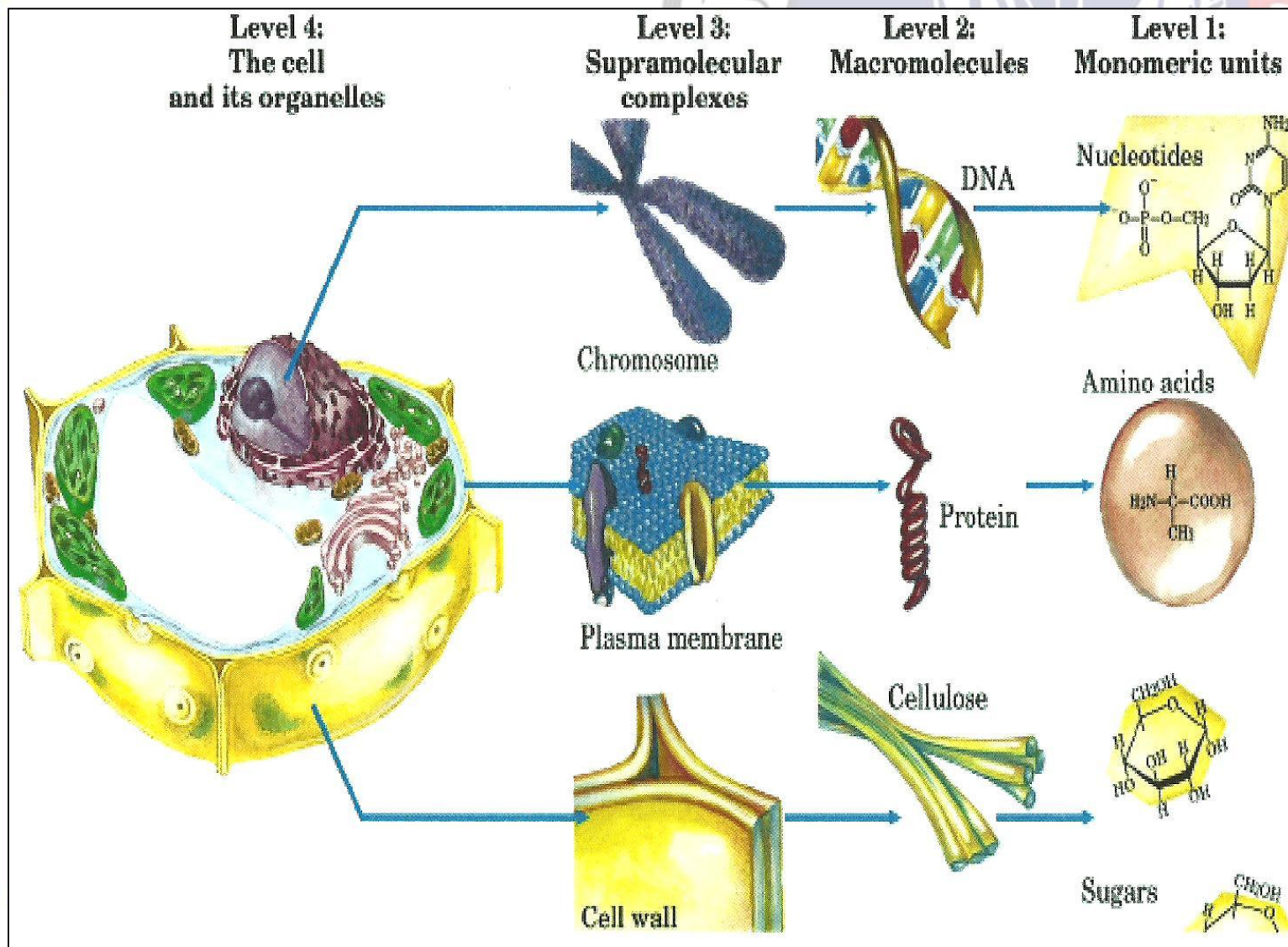
Si possono aggiungere altri aminoacidi per formare una lunga catena polipeptidica

Proprietà delle proteine

- Sono i grandi complessi proteici a definire l'aspetto della cellula, a dirigere i movimenti all'interno di essa o a fornire un'impalcatura per le reazioni chimiche.
- Tutti gli enzimi sono proteine;
- inoltre, sono composti altamente energetici;
- a circa 50°C si "denaturano" perdono cioè la struttura tridimensionale;
- la funzione è determinata dalla configurazione tridimensionale e la forma dipende dalla sequenza degli aminoacidi,
- dunque, le informazioni che guidano il susseguirsi di amminoacidi sono un elemento chiave della vita;
- questa informazione è contenuta negli "acidi nucleici".



2. Organizzazione della cellula: cellula procariotica ed eucariotica, le membrane e gli organuli citoplasmatici



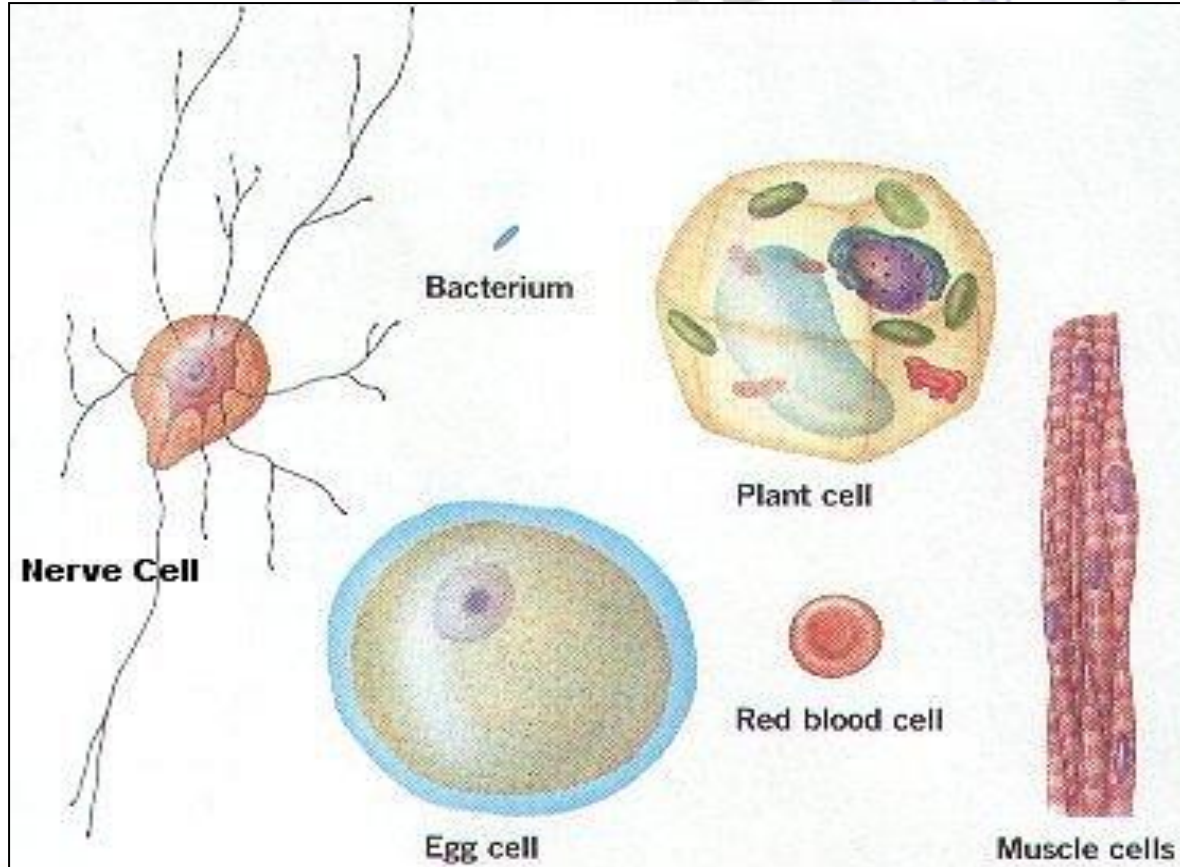
Le caratteristiche della vita: la teoria cellulare

- Tutti gli esseri viventi sono composti da 1 (unicellulari) o più cellule (pluricellulari);
- la cellula è l'unità fondamentale di tutti gli esseri viventi, cioè la più piccola unità in grado di svolgere tutte le attività vitali;
- tutte le cellule derivano da altre cellule pre-esistenti.
- La cellula è un'entità chiusa ed autosufficiente, in grado di assumere nutrienti e di convertirli in energia, di svolgere funzioni specializzate e di riprodursi.
- Esistono fondamentalmente due tipi di cellule: procariotiche (Regni: Bacteria, Archaea) (Monera) ed eucariotiche (Regni: Protista, Plantae, Animalia, Fungi).

La cellula

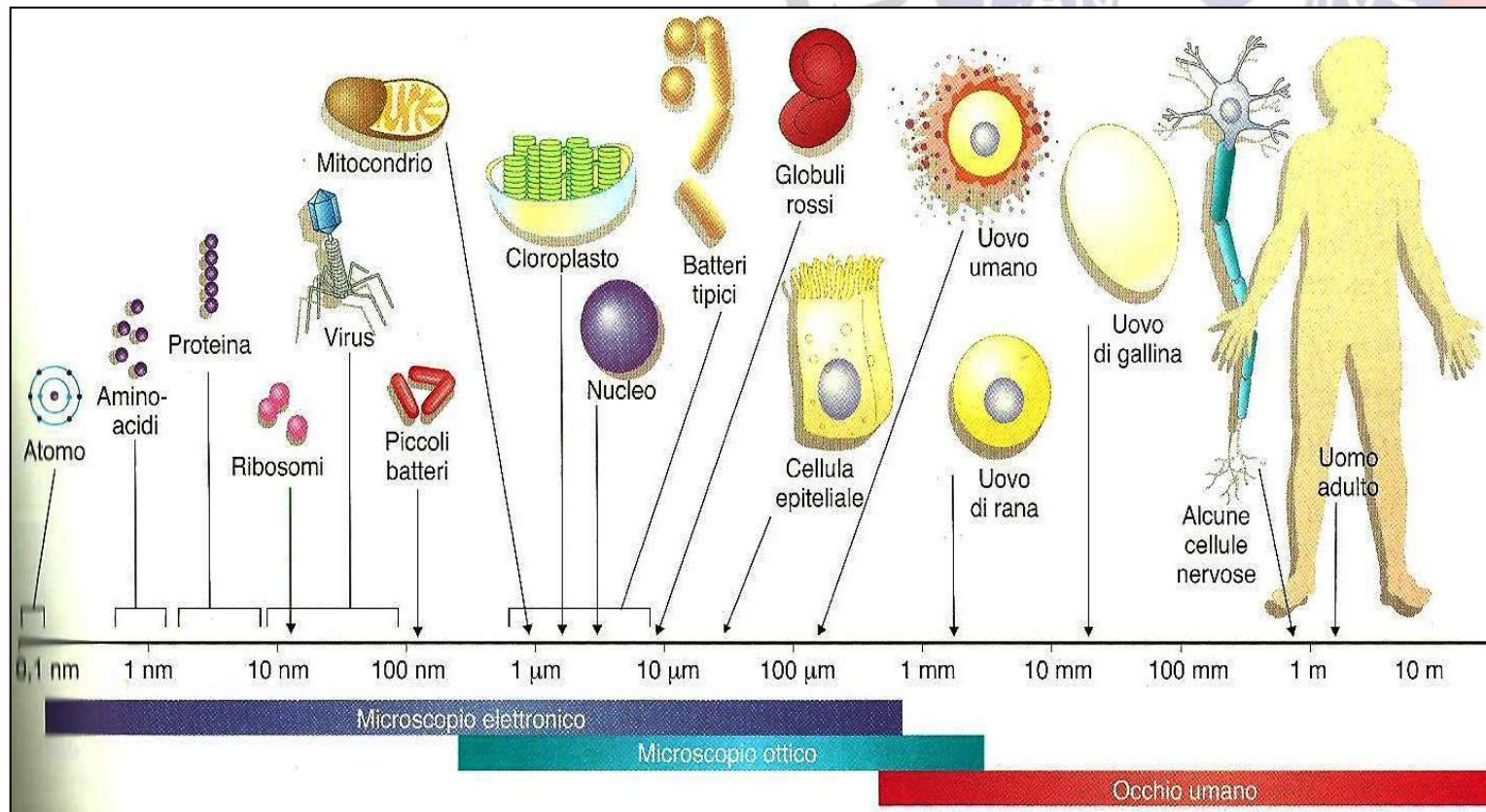
- **Contiene tutti quei componenti fisici e chimici necessari per il mantenimento, la crescita e la divisione;**
- **la maggior parte dei Procarioti e molti Protisti e Funghi sono costituiti da una singola cellula;**
- **al contrario, la maggior parte delle Piante e Animali (e alcuni Funghi) è formata da milioni di cellule che costituiscono le unità di base dell'organismo multicellulare.**
- **Per svolgere il “lavoro cellulare”, ogni cellula deve scambiare materiale ed energia con l'ambiente.**

Le cellule sono fondamentalmente simili tra loro, ma al tempo stesso possono subire modifiche tali da permettere lo svolgimento di funzioni molto specializzate.



Dimensioni biologiche e diversità delle cellule

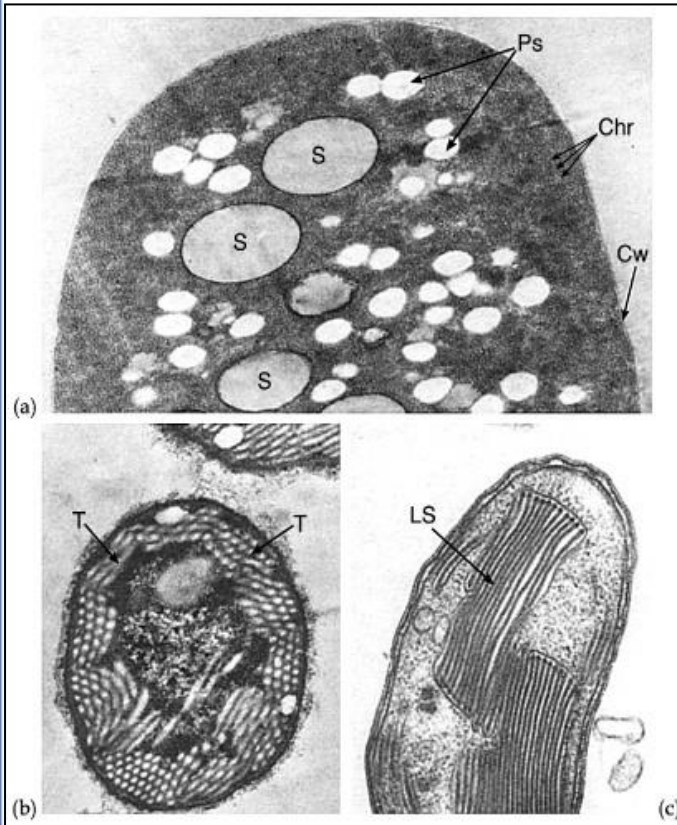
(1 nm=0,001 μ m; 1 μ m=0,001mm; 1 mm=0,001m)



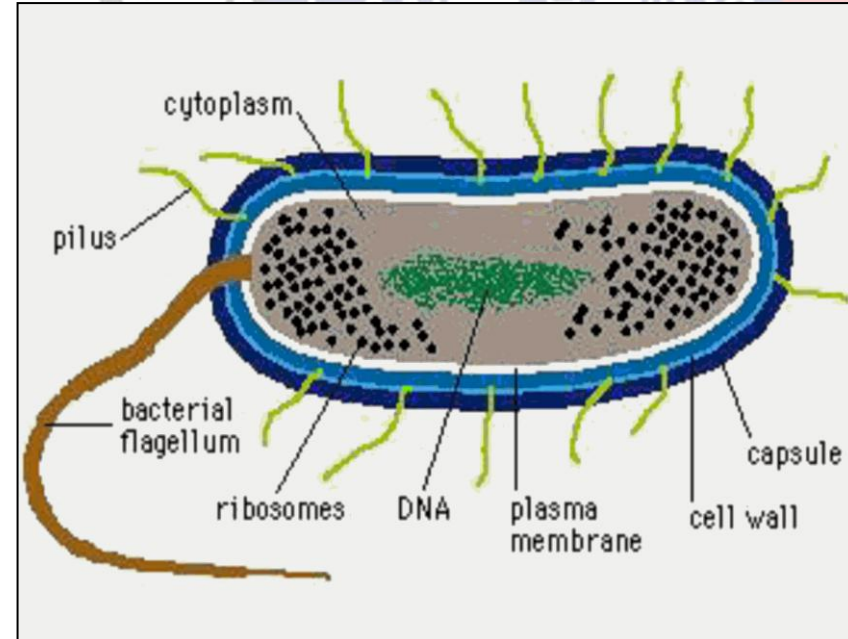
Organizzazione di una cellula

- Le cellule sono soggette a continui cambiamenti del loro ambiente circostante,
- e devono quindi compiere un continuo lavoro per mantenere l'omeostasi, cioè una condizione interna costante per svolgere le varie funzioni.
- La cellula deve quindi essere separata dall'esterno da una barriera, la membrana plasmatica, che al tempo stesso deve consentire uno scambio di materiali ed energia con l'ambiente circostante.
- Ogni cellula possiede strutture interne , gli organuli cellulari, specializzati nello svolgere le varie funzioni metaboliche.
- Tutte le cellule possiedono le istruzioni genetiche codificate nel DNA.

La cellula procariotica non ha un vero nucleo e possiede organuli molto semplici



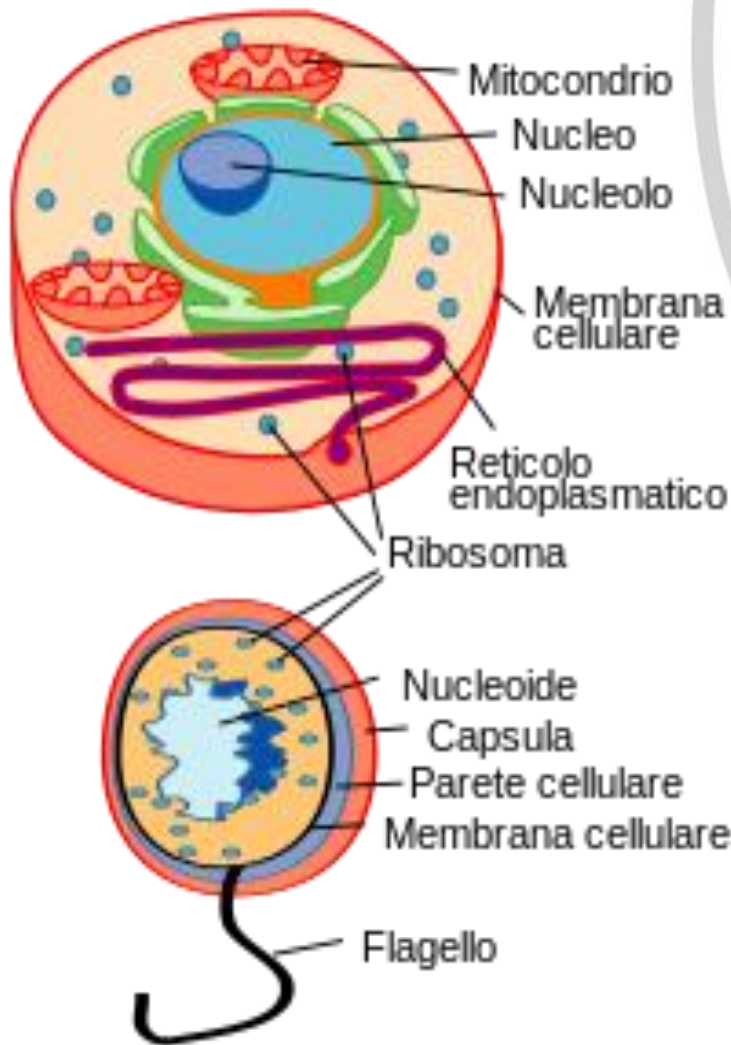
Batteri purpurei (Ps, polisaccaridi; S, zolfo; T, membrane fotosintetiche; Cw, parete)



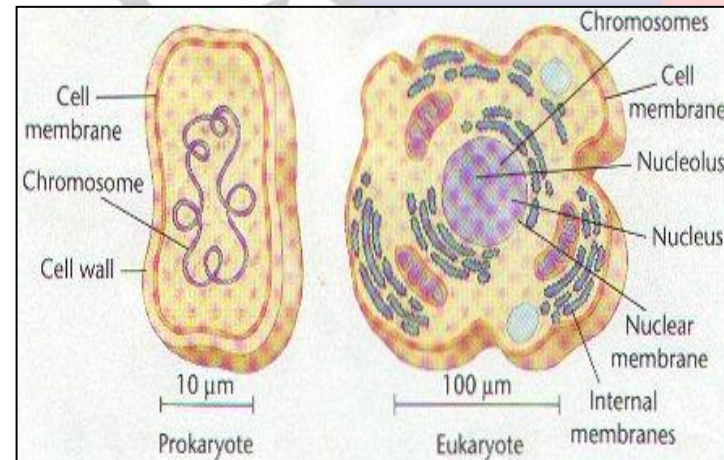
Schema di cellula procariotica

Cellule eucariotiche

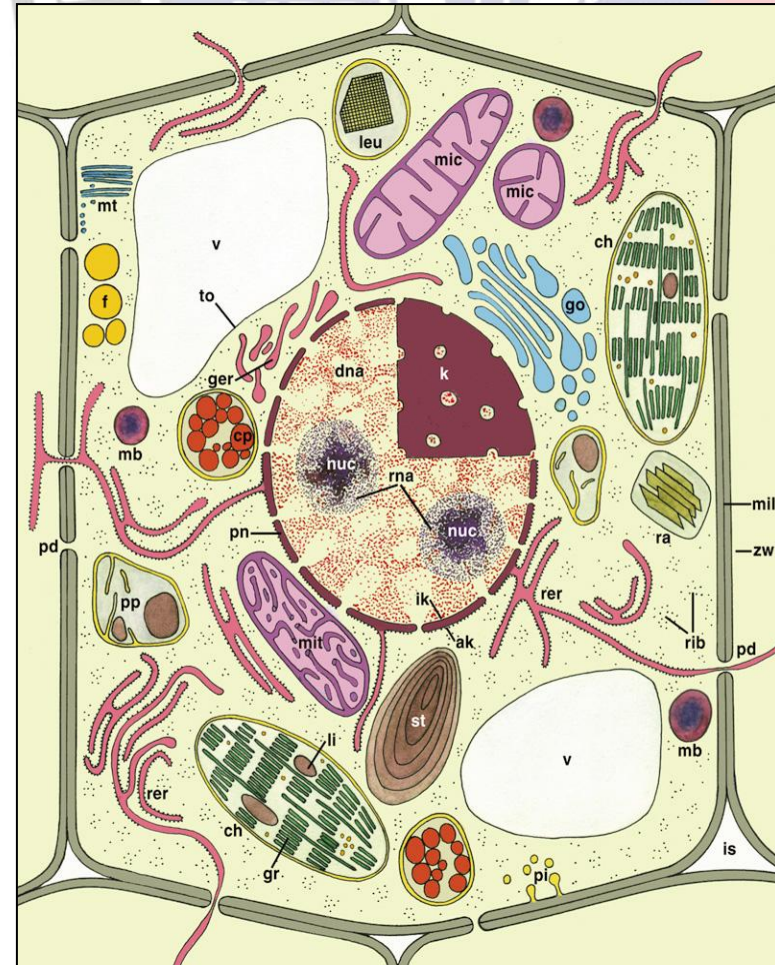
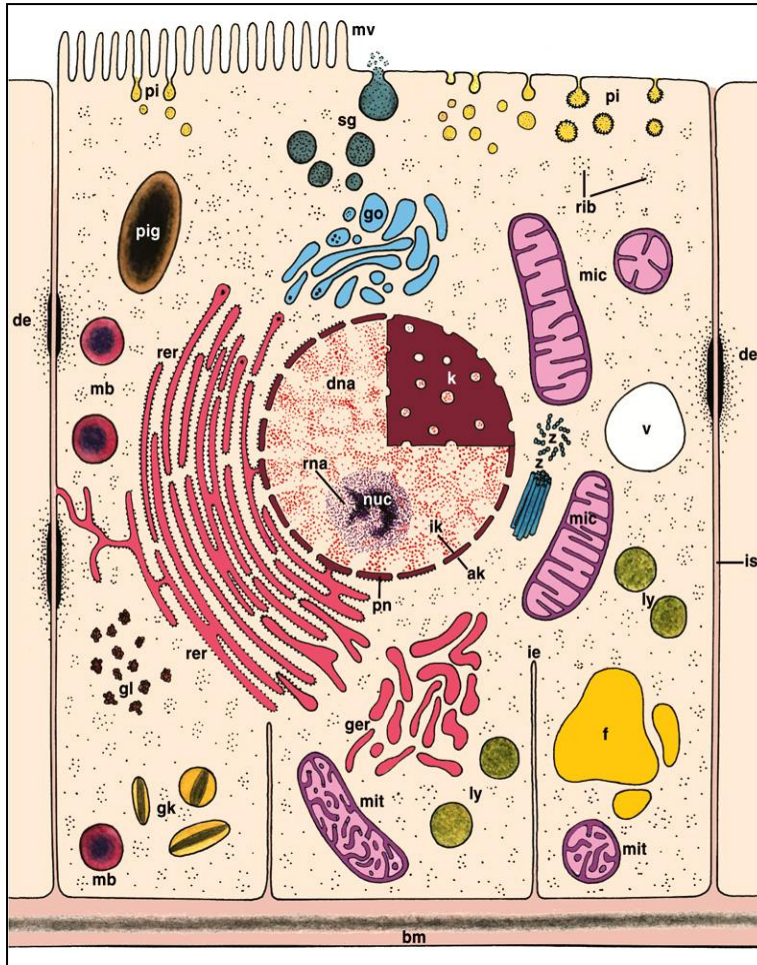
- Sono caratterizzate dalla presenza di “organuli cellulari” delimitati da membrane e altamente specializzati: “compartimentazione” della cellula;
- il nucleo contiene DNA ed è delimitato da membrane;
- il termine protoplasma indica il complesso di sostanze contenute nella cellula e circondate dalla membrana plasmatica o cellulare;
- è composto di un insieme di piccole molecole come ioni, amminoacidi, monosaccaridi e acqua e da grandi molecole come proteine, lipidi, polisaccaridi e acidi nucleici.
- La parte del protoplasma esterna al nucleo è detta citoplasma (organuli sospesi nel citosol), mentre quella interna si chiama nucleoplasma.



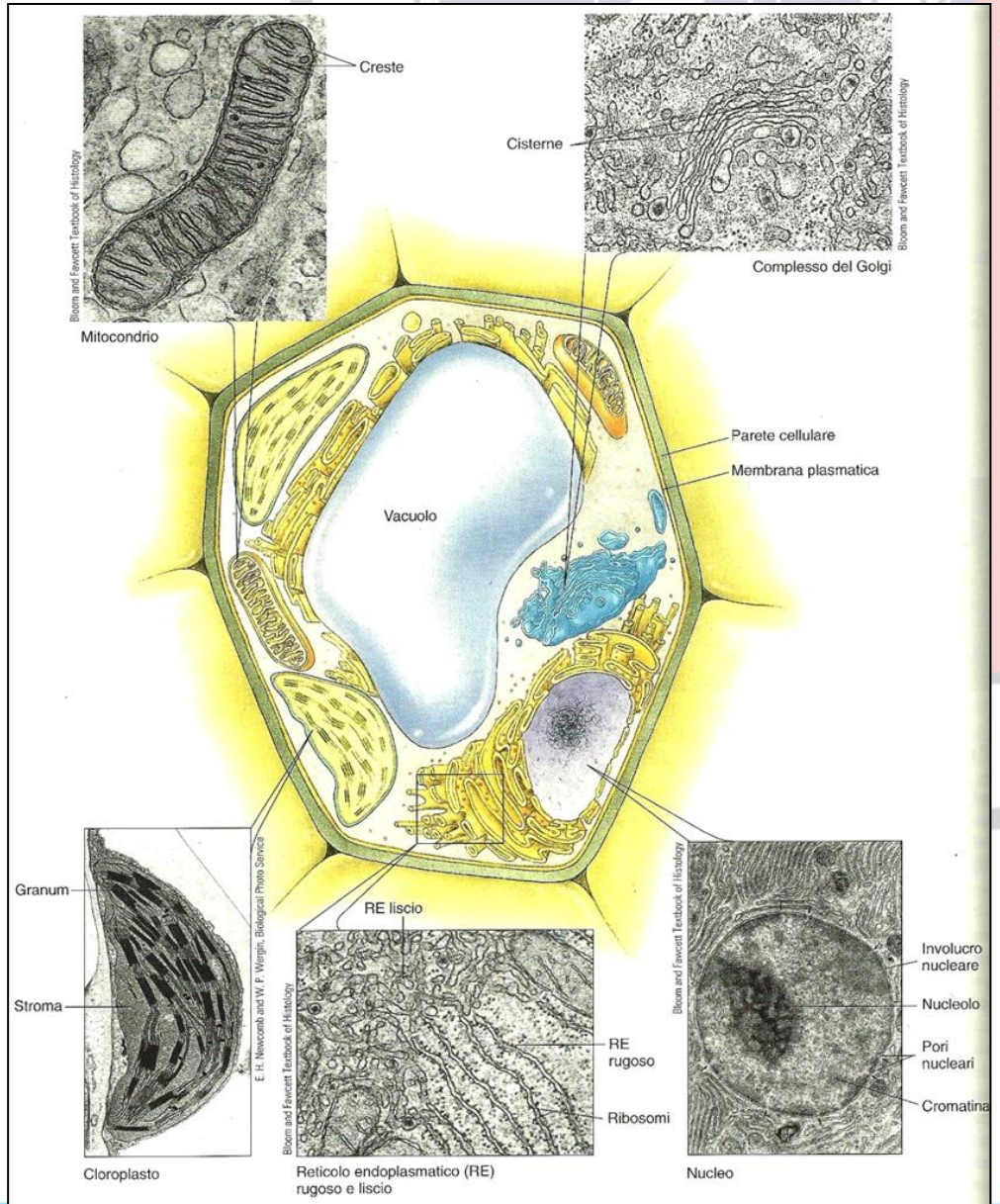
Confronto tra i due tipi cellulari



Cellule eucariotiche: a sinistra, animale e, a destra, vegetale; entrambe hanno un “vero” nucleo



Schema di una cellula vegetale con particolari al TEM degli organuli cellulari

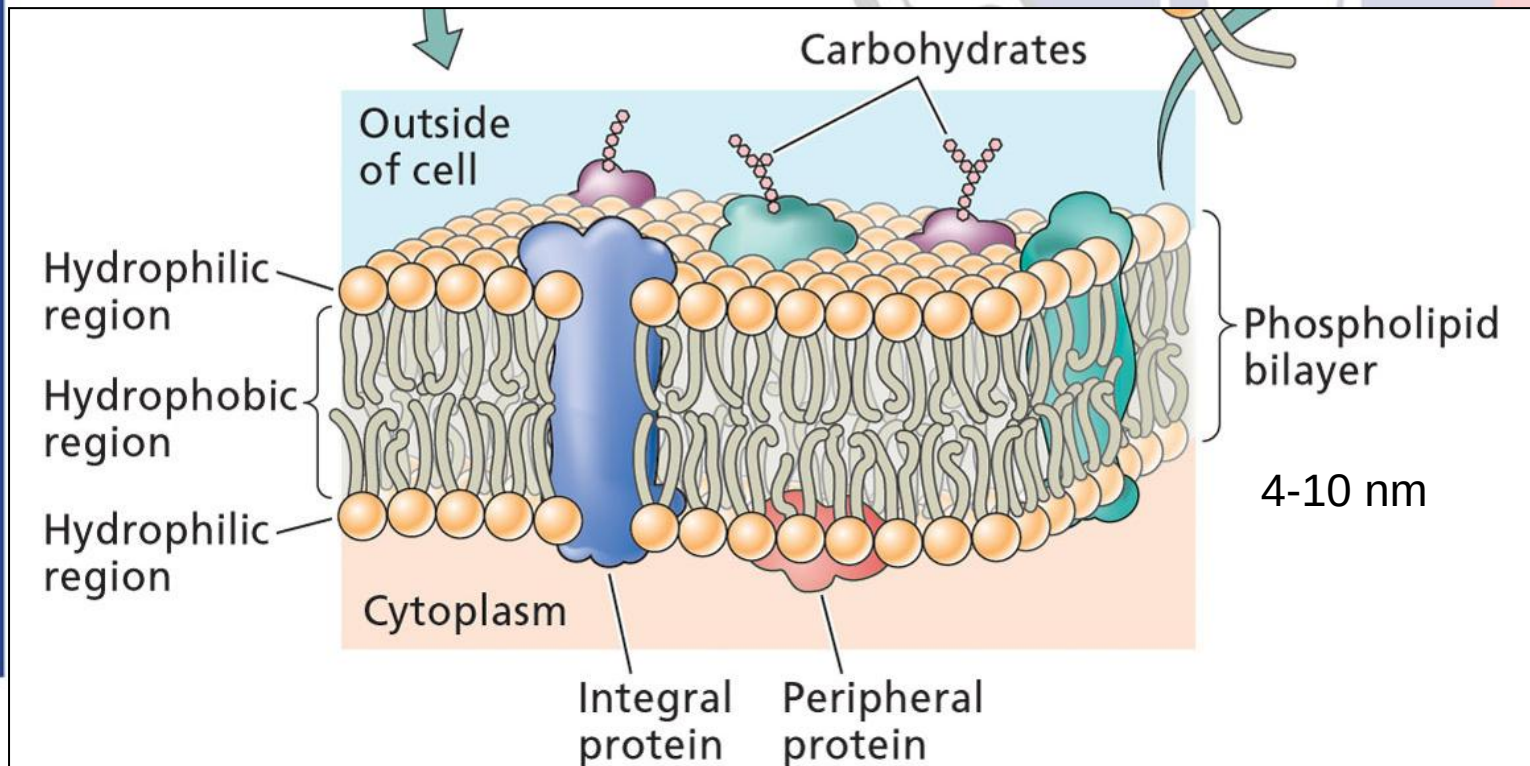


Le membrane cellulari

- Hanno funzione selettiva e di trasporto, regolando tutti gli scambi tra interno ed esterno della cellula e dei singoli organuli;
- separano compartimenti con differente pH e differente composizione chimica;
- riconoscono messaggi esterni grazie a “recettori di membrana”;
- possono svolgere un lavoro grazie agli enzimi legati ad esse.

Le membrane cellulari

Per tutte è valido il modello a *mosaico fluido*: un complesso di proteine immerse in un “mare” di lipidi. Questi ultimi sono organizzati in due strati con le parti idrofobiche rivolte verso l'interno



Il citoplasma

- Il citoplasma è costituito da una matrice acquosa complessa contenente molte molecole, alcune delle quali in sospensione colloidale, nella quale sono anche presenti molti organuli delimitati da membrana.
- Normalmente si usa il termine citosol per definire la fase solubile del citoplasma in cui sono sospesi:
 - gli organuli cellulari,
 - particelle come i ribosomi,
 - elementi strutturali del citoscheletro,
 - membrane del reticolo endoplasmatico.

Il nucleo

- I nuclei hanno, mediamente, un diametro compreso tra 5 e 30 μm e sono circondati da una doppia membrana chiamata *membrana nucleare o involucro nucleare*.
- La membrana esterna è fusa con quella interna in zone chiamate *pori nucleari*
- che interrompono la doppia membrana per formare un canale attraverso il quale l'RNA può passare dal nucleo al citoplasma.
- I nuclei presentano anche dei piccoli corpi: i *nucleoli*, sede della sintesi di RNA ribosomale e dell'assemblaggio dei ribosomi,
- scompaiono durante la divisione cellulare.

Anatomy of the Nucleus

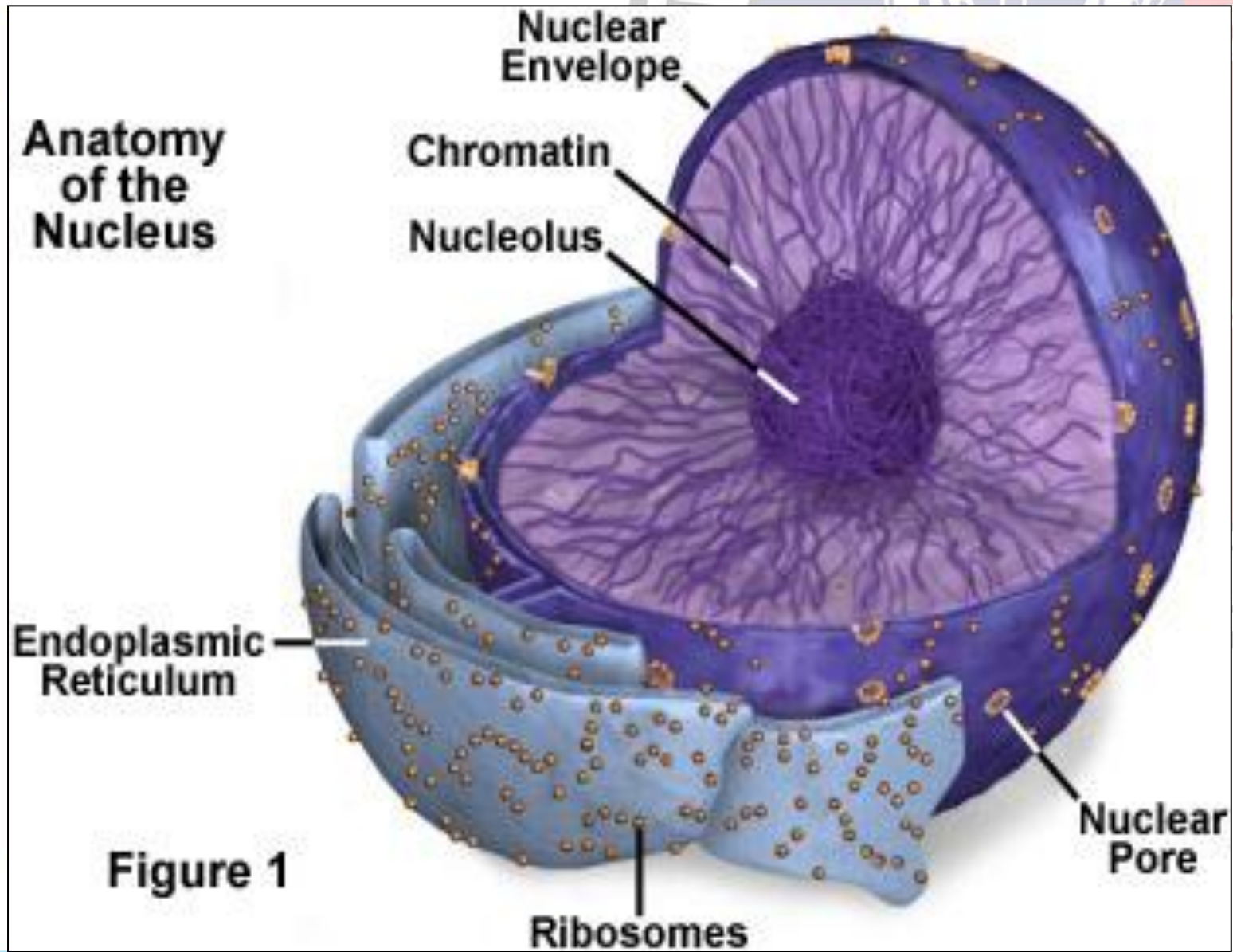


Figure 1

Organuli, particelle, elementi strutturali

- **Ribosomi**: funzione è quella di sintetizzare le proteine.
- **Reticolo endoplasmatico liscio e rugoso**: contiene vari enzimi in grado di catalizzare numerose reazioni. formazione di zuccheri e lipidi, sintesi e assemblaggio delle proteine.
- **Complesso del Golgi**: modifica le proteine e forma altre molecole biologiche come polisaccaridi e, negli animali, sintetizza i lisosomi.
- **Lisosomi (animali)**: distruggono batteri o loro frammenti, ma anche gli organuli cellulari per riutilizzare i loro componenti;

Organuli, particelle, elementi strutturali

- **Mitocondri**: trasformano l'energia chimica dei composti organici in ATP, forma di energia chimica utilizzabile da tutte le cellule.
- **Microcorpi**: ricchi di proteine, entrano nella regolazione del metabolismo ossidativo.
- **Vacuoli (vegetali)**: regolano gli scambi osmotici dell'acqua e la crescita cellulare, svolgono funzioni "lisosomiali" e di accumulo di composti sia organici che inorganici (una cellula immersa in una soluzione ipotonica assume acqua, ma se immersa in una soluzione ipertonica perde acqua).
- **Plastidi (vegetali)**: cloroplasti (fotosintesi), leucoplasti (riserva), cromoplasti.
- **Parete (vegetali)**: conferisce rigidità e capacità di mantenimento della forma; è una barriera agli agenti esterni e consente la vita di relazione mediando le funzioni metaboliche della cellula.

Mitocondri: sede della respirazione aerobica negli Eucarioti

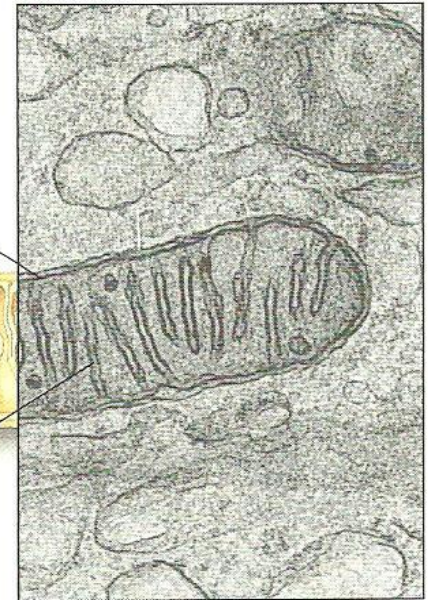


Membrana
esterna

Membrana
interna

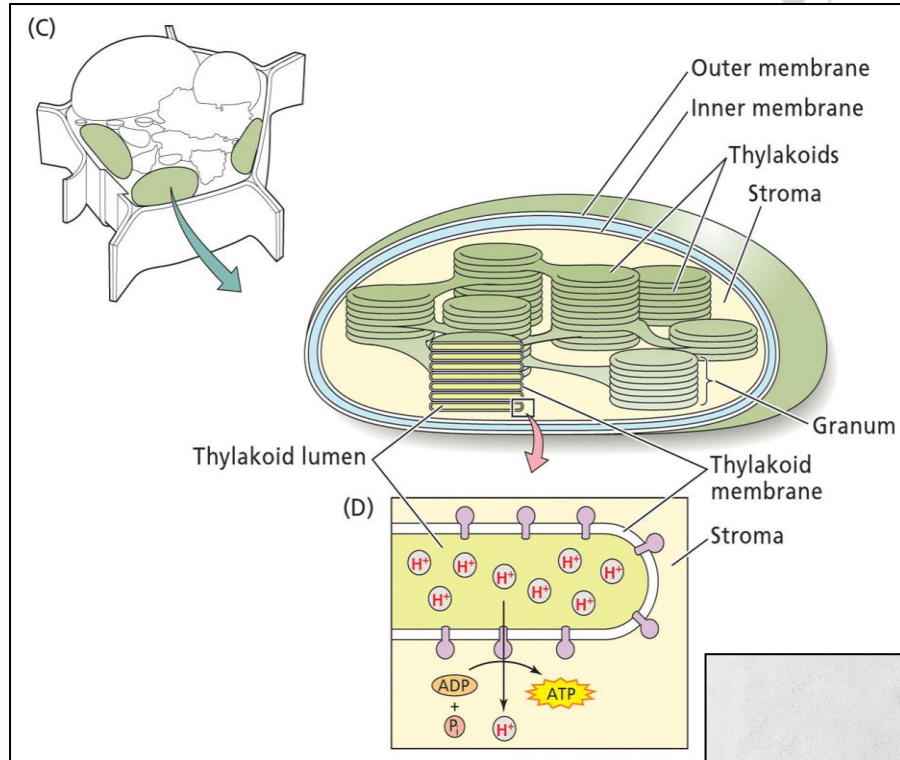
Matrice

Creste



0,25 μm

Plastidi: cloroplasti



3. Il metabolismo energetico: respirazione e fotosintesi

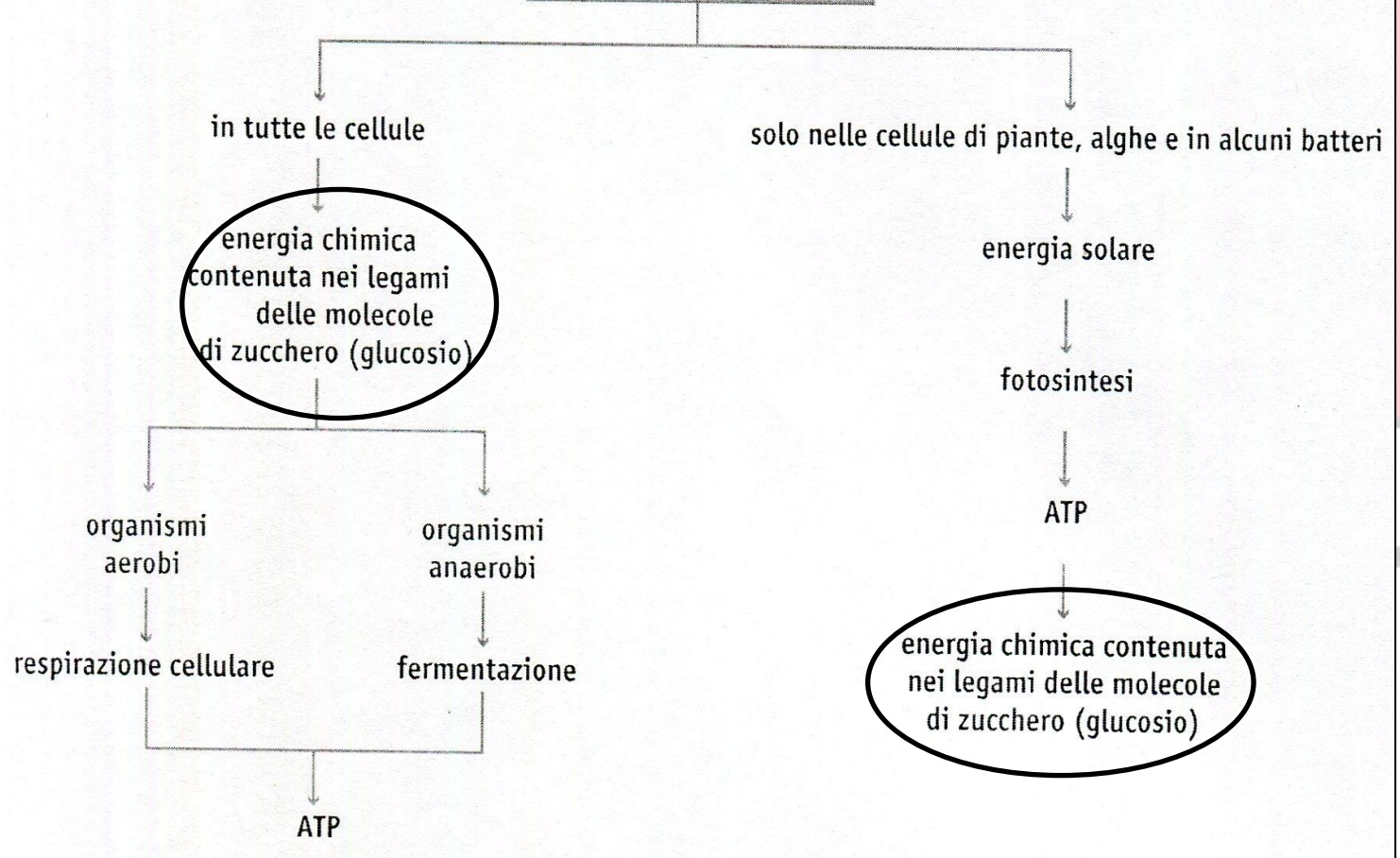
Catabolismo: processi che rilasciano energia per scissione di molecole complesse in molecole più piccole;

Anabolismo: sintesi di molecole complesse a partire da composti più semplici

L'energia della vita

- Negli organismi viventi l'energia viene immagazzinata sotto forma di legami chimici delle molecole,
- cioè sotto forma di energia chimica,
- che può essere rilasciata e resa disponibile mediante reazioni chimiche (reazioni di ossidoriduzione),
- e conservata sotto forma di molecole di ATP (adenosina trifosfato) che rappresenta la maggiore fonte di energia utilizzabile dai processi cellulari.

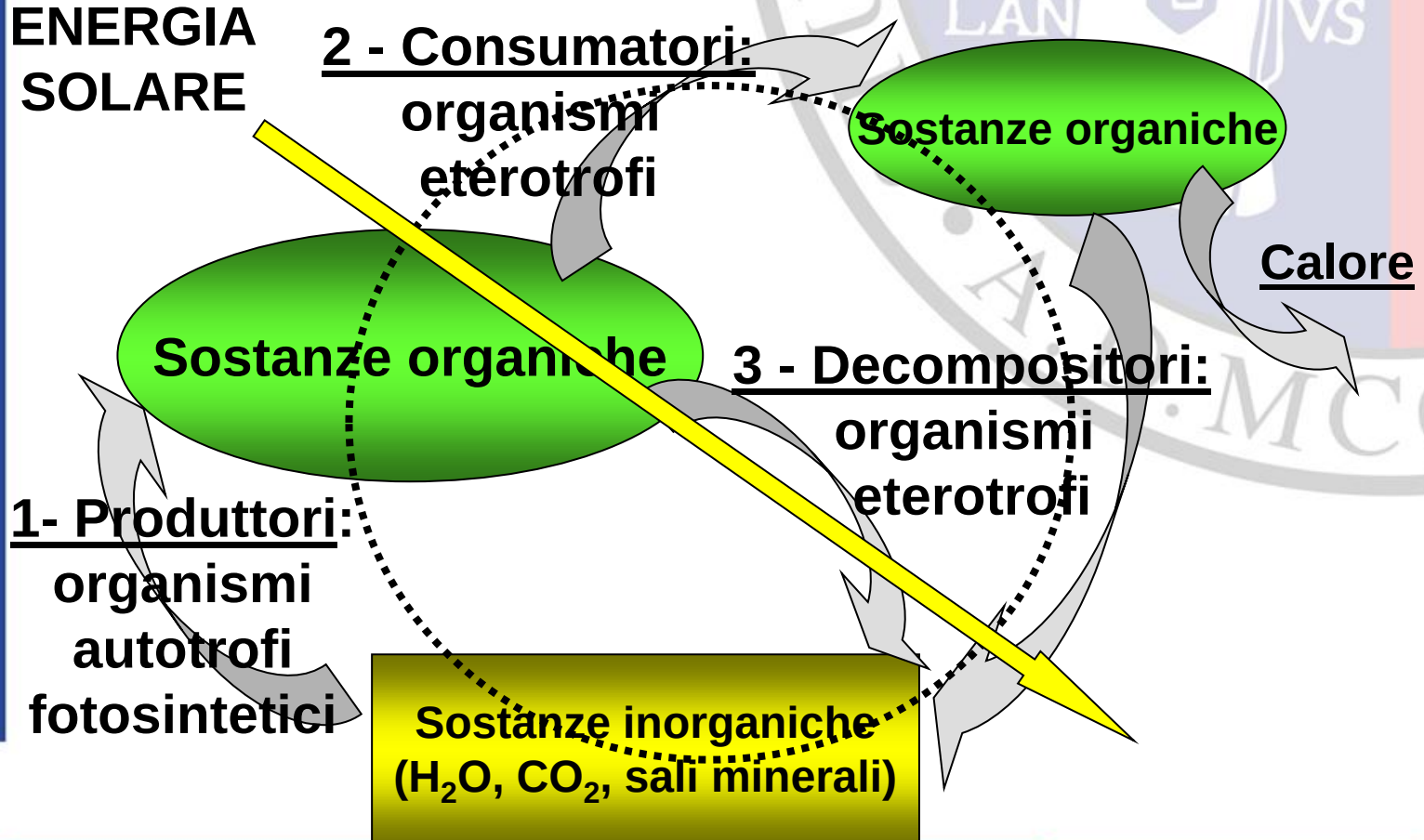
Le trasformazioni energetiche



L'energia della vita

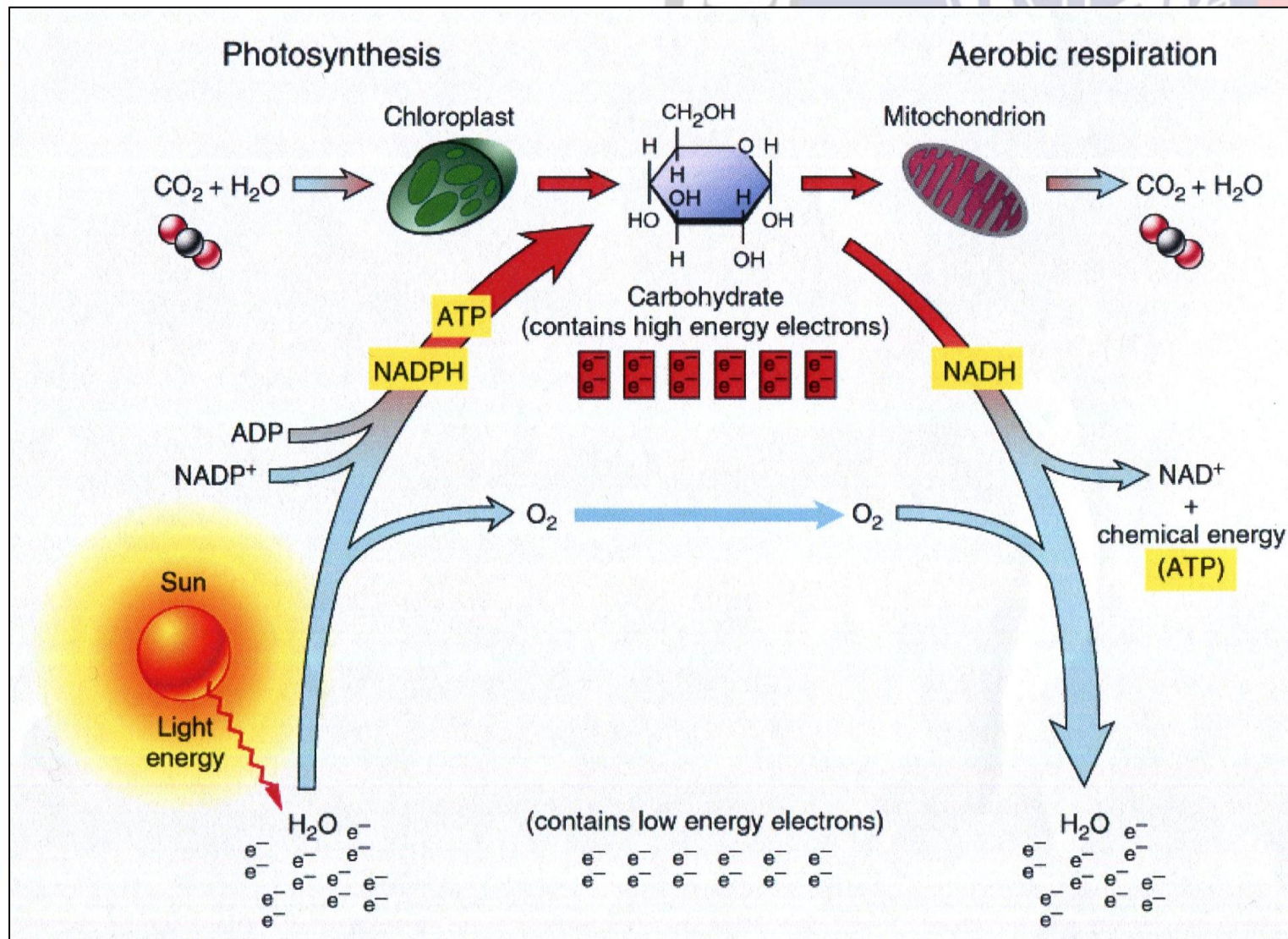
- **La vita dipende dall'energia emanata dal sole in quanto l'attività di ogni cellula e quindi di ogni organismo richiede energia;**
- **l'energia sostiene tutte le attività metaboliche essenziali per la crescita, sostentamento e riproduzione.**
- **In un ecosistema la materia circola ininterrottamente tra gli esseri viventi e non viventi mentre l'energia va a senso unico:**
- **il cammino della materia può essere simboleggiato con un cerchio, quello dell'energia con una linea retta**

Ecosistema: insieme costituito da una comunità di essere viventi e dall'ambiente inanimato che li circonda



L'energia è essenziale per il mantenimento e riproduzione della vita

- **Per il mantenimento della vita ogni essere vivente deve assorbire dall'ambiente continuamente nuovi materiali (cibo) ed avere a disposizione energia;**
- **per avere energia sono state sviluppate essenzialmente due strategie:**
 - **fotosintesi**, che tra energia dal sole
 - **respirazione**, che tra energia da sostanze organiche, soprattutto zuccheri, ma anche acidi grassi, aminoacidi, ecc.



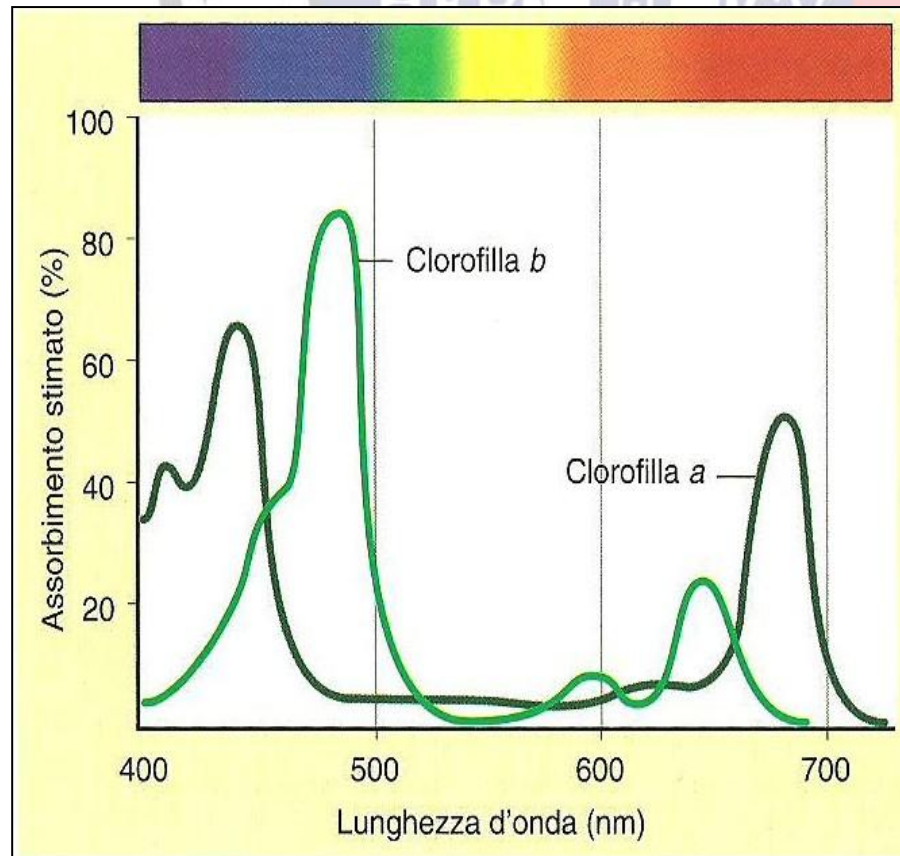
Equazione fondamentale della fotosintesi

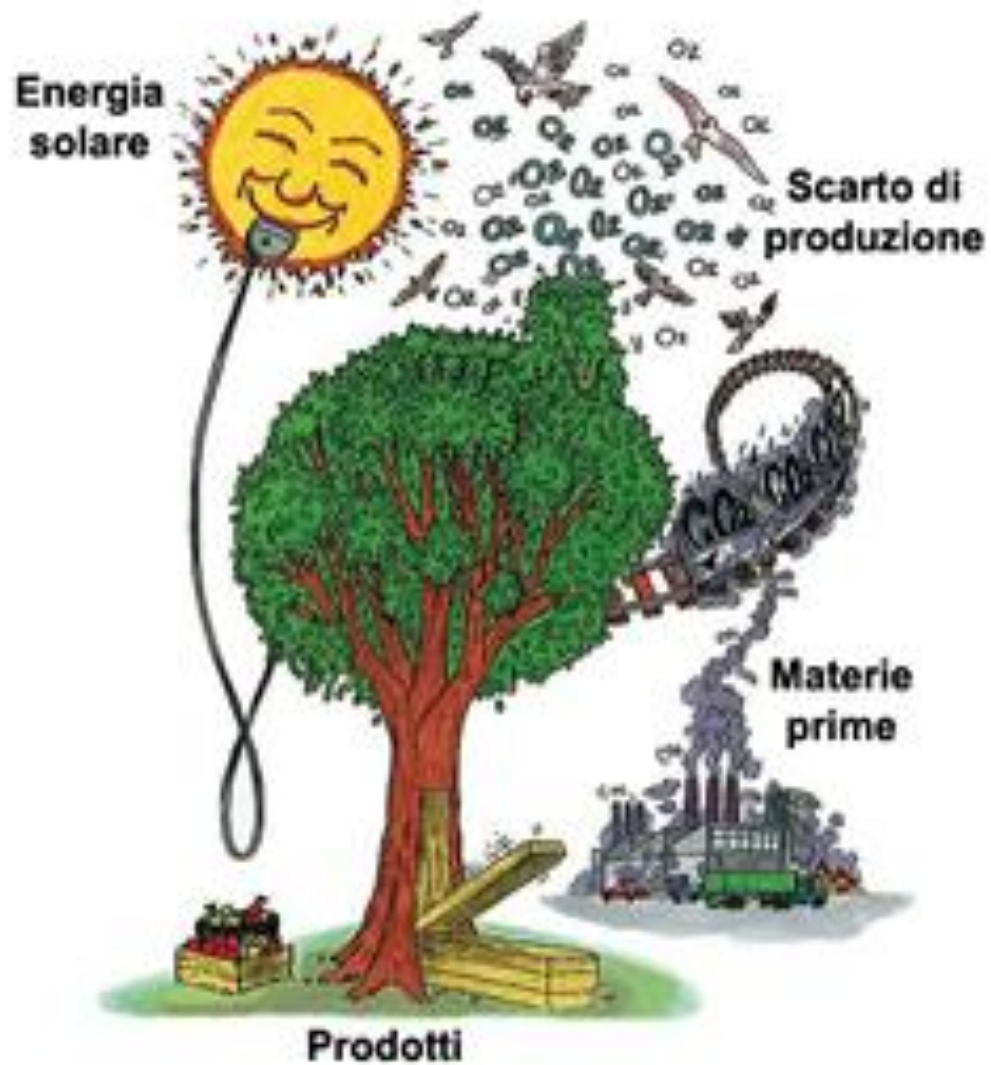


- Nei cloroplasti, avviene un processo di ossidazione-riduzione, endoergonico che quindi richiede energia fornita dal sole; si divide in due fasi:
- 1. fase luminosa o di raccolta della luce solare (nei tilacoidi): eccitazione dei pigmenti da parte dell'energia luminosa, ossidazione di acqua (che perde elettroni), liberazione di ossigeno (processo ossigenico), formazione di ATP e NADPH (energia chimica);
- 2. fase di assimilazione della CO₂ o reazioni del carbonio (nello stroma): riduzione di anidride carbonica con formazione di sostanze organiche utilizzando l'energia chimica (ATP e NADPH) fornita dalla fase luminosa.

Spettri di assorbimento delle clorofille *a* e *b*

- Le clorofille assorbono la luce nel blu e nel rosso;
- accettano energia da altri pigmenti presenti nei cloroplasti, come i carotenoidi;
- una volta eccitate si possono ossidare e cedere elettroni ad altri substrati, riducendoli.

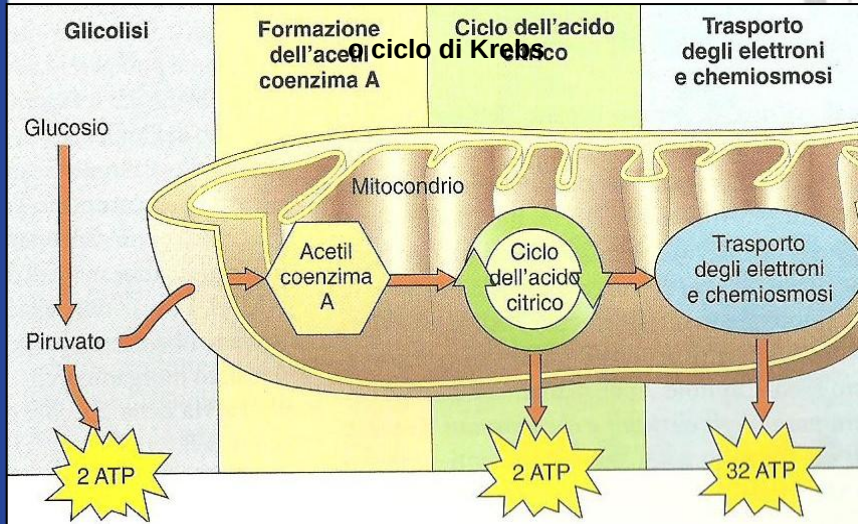




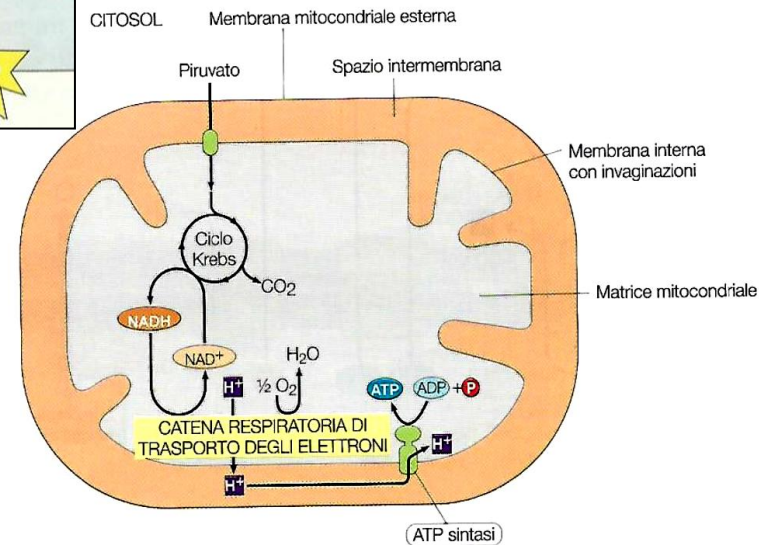
Ruolo della respirazione

- Nei mitocondri, la respirazione consiste in una serie di vie metaboliche attraverso le quali il glucosio è ossidato (e l'ossigeno ridotto):
- $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 6\text{CO}_2 + 12\text{H}_2\text{O} + \text{energia}$
- $\Delta G^\circ = -2869 \text{ kJ mol}^{-1}$
- L'ossidazione avviene in 3 fasi separate (glicolisi, ciclo dell'acido citrico e catena respiratoria di trasporto degli elettroni) così il rilascio dell'energia libera può essere controllato e l'energia conservata in forme utili: ATP.

Schema delle fasi della respirazione aerobia in una cellula



L'idrolisi di ATP (adenosina trifosfato) è una reazione esoergonica con un $\Delta G^\circ = -32,2 \text{ kJ/mol}$

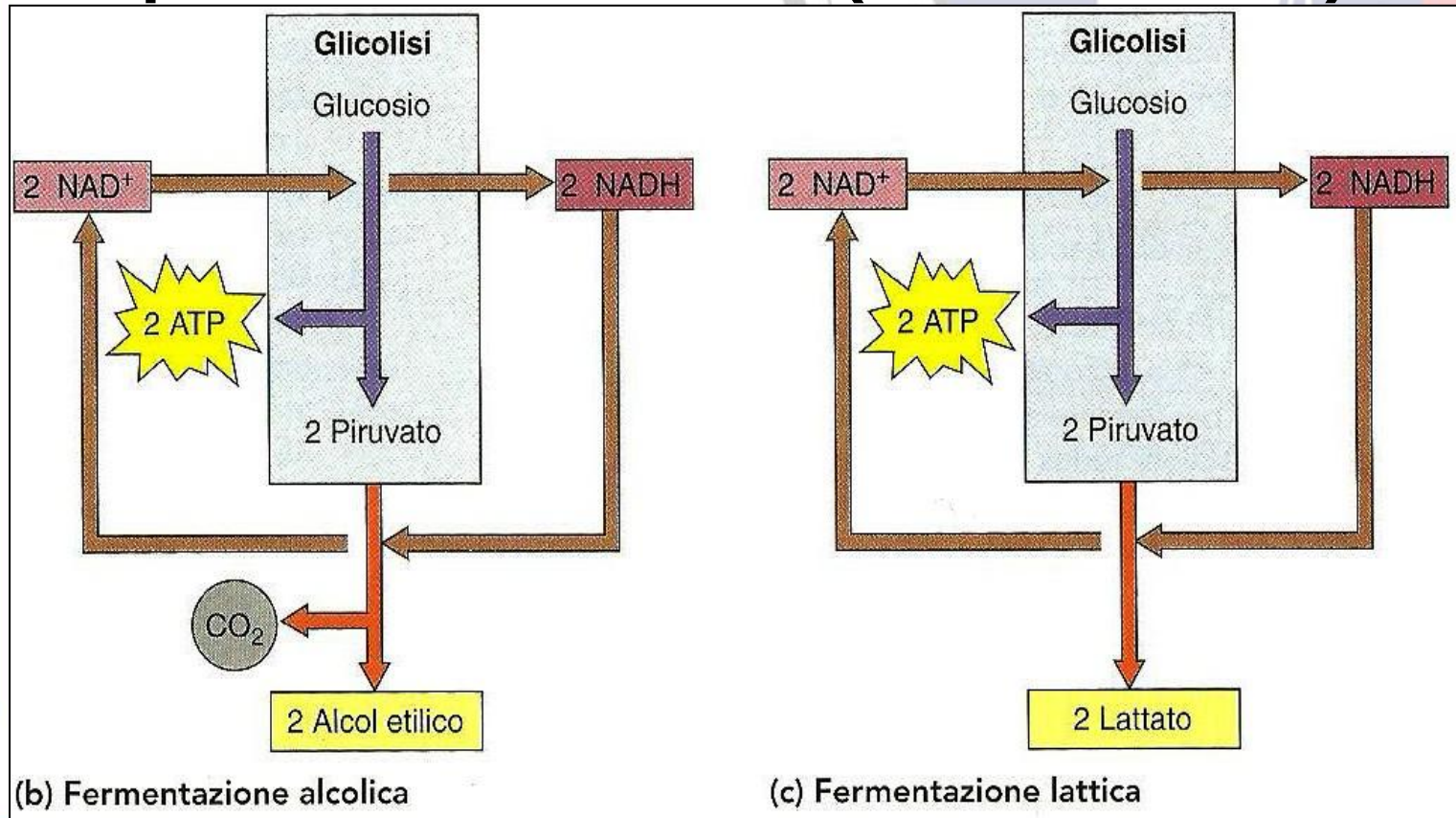


La respirazione anaerobica

- **Alcuni batteri vivono in ambienti privi di ossigeno,**
- **e la catena di trasporto di elettroni usa come accettore finale un composto ossidato diverso dall'ossigeno come**
- **nitrati, solfati o carbonati.**
- **I prodotti finali sono: ATP, CO₂ e sostanze inorganiche ridotte.**

Fermentazione: processo ossidativo anaerobio.

Il piruvato forma sostanze organiche parzialmente ridotte (lattato, alcool)

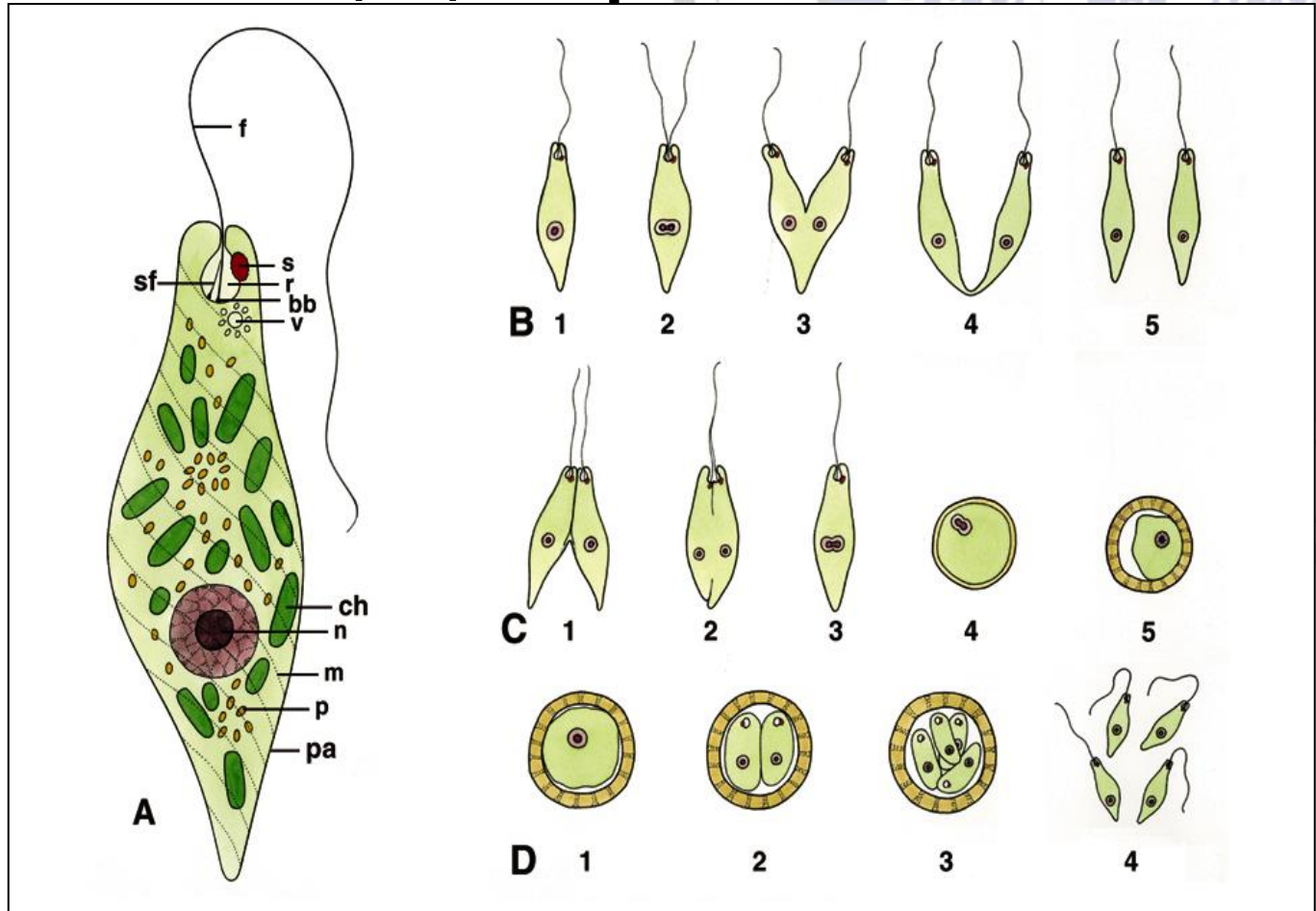


4. La divisione cellulare e la riproduzione degli organismi: mitosi, meiosi e fecondazione

Le caratteristiche della vita

- Tutti gli esseri viventi si riproducono:**
- ciascun essere vivente deriva solo da un altro essere vivente (tutte le cellule traggono origine da altre cellule):**
- la riproduzione può essere: sessuata (o gamica) o asessuata (o agamica).**

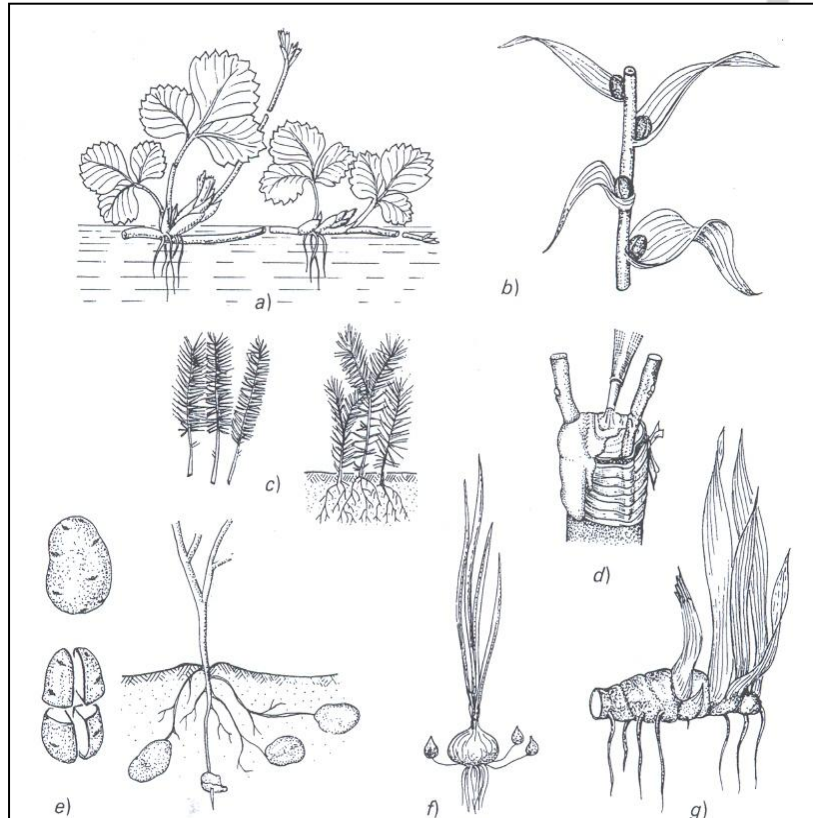
Euglena: protozoo (A). B, riproduzione asessuale; C, D riproduzione sessuale



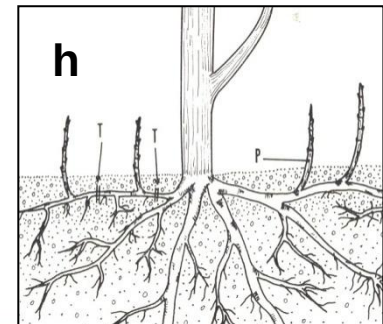
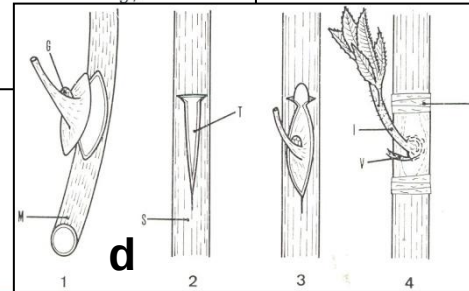
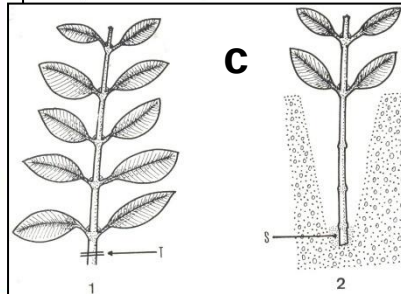
Riproduzione

- Nella riproduzione asessuata, un singolo genitore dà origine a due o più individui, le cellule figlie sono prodotte per *mitosi* e i loro geni sono quindi identici a quelli dei genitori.
- Nella riproduzione sessuata, si ha l'unione di due cellule sessuate specializzate, i gameti, per formare un'unica cellula: lo zigote.
 - Si ha variabilità genetica in quanto si originano individui non identici ai genitori
 - ogni gamete deve avere la metà del numero di cromosomi dell'individuo genitore per evitare un continuo raddoppiamento ad ogni atto gamico.

Riproduzione asexuata nelle Angiosperme

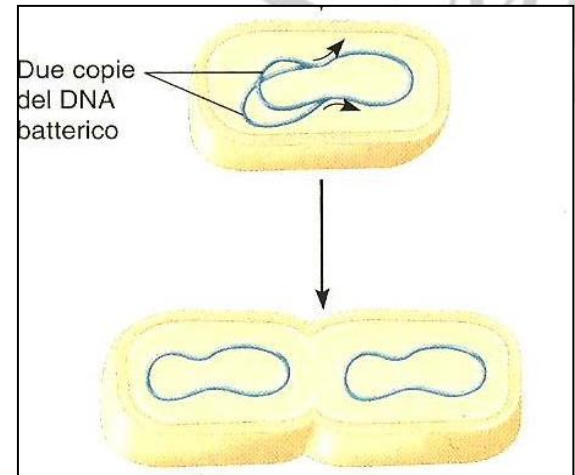


- a – frammentazione di stoloni;
- b – bulbilli ascellari;
- c – talee;
- d – innesto;
- e – frammentazione di tuberi;
- f – bulbi;
- g – rizomi;
- h – polloni (da gemme dormienti o avventizie).



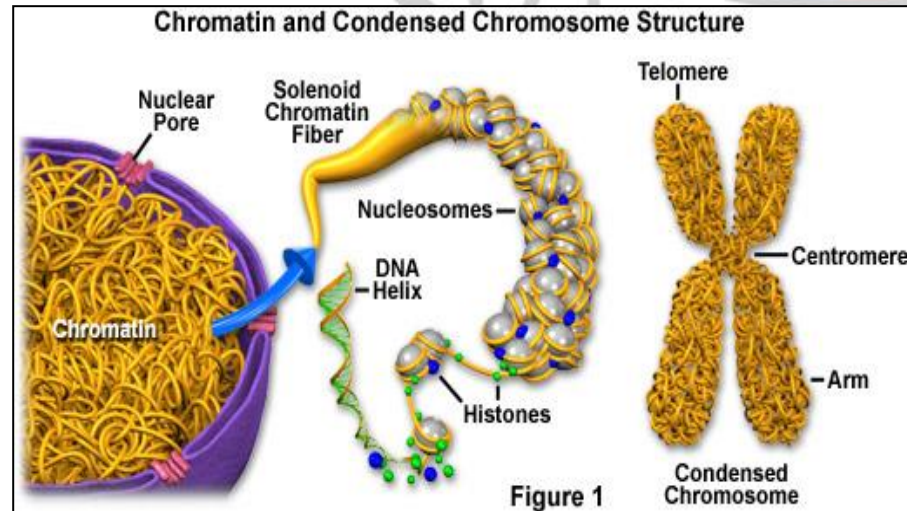
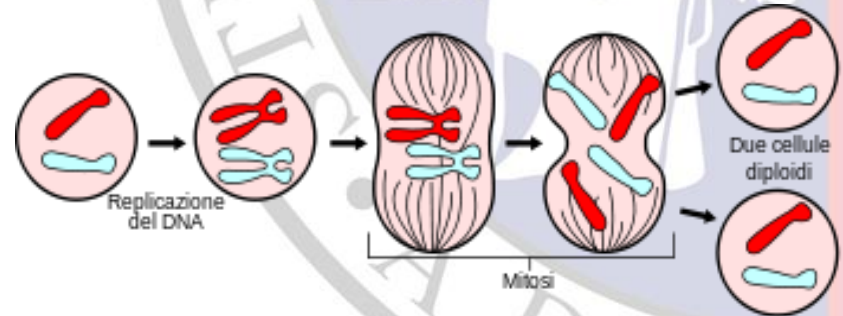
Con la mitosi si ottengono due cellule geneticamente identiche alla cellula madre che le ha generate

- Ogni cellula somatica di un individuo ha lo stesso tipo e numero di cromosomi;
- organuli come i mitocondri e, nelle piante, i plastidi, si dividono durante l'interfase seguendo lo stesso modo della divisione delle cellule procariotiche.



Tutte le cellule si originano dalla divisione di cellule preesistenti (*omnis cellula e cellula*) e così ogni organismo può crescere e riprodursi

- Quando una cellula si divide l'informazione contenuta nel DNA deve essere **duplicata** e le copie **trasmesse** alle cellule figlie.
- Prima di ogni divisione, la lunga molecola di DNA è “impacchettata” con proteine e assemblata a formare i cromosomi.

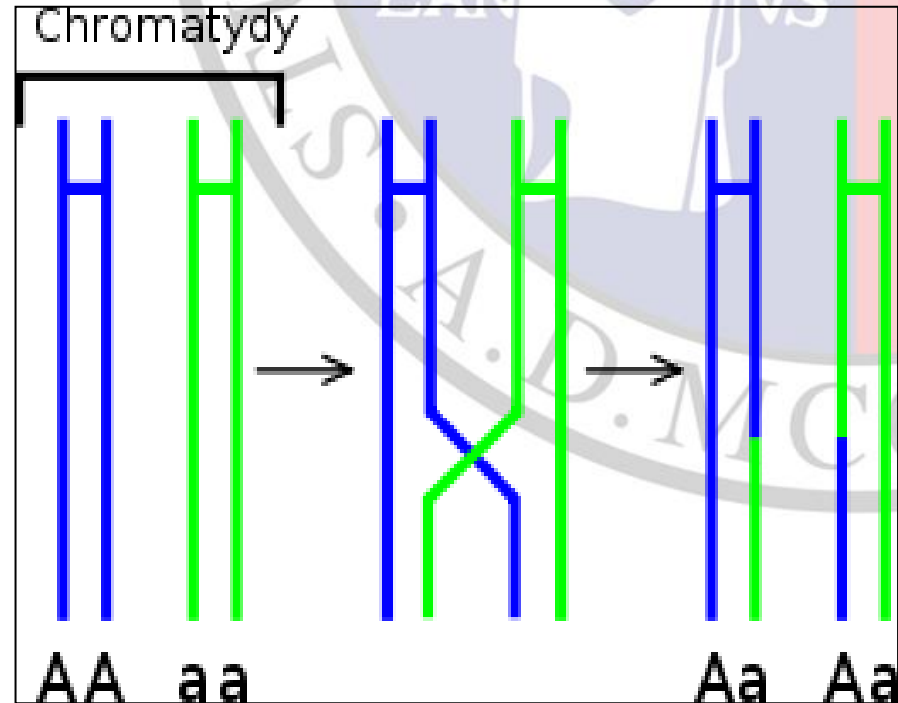


Meiosi

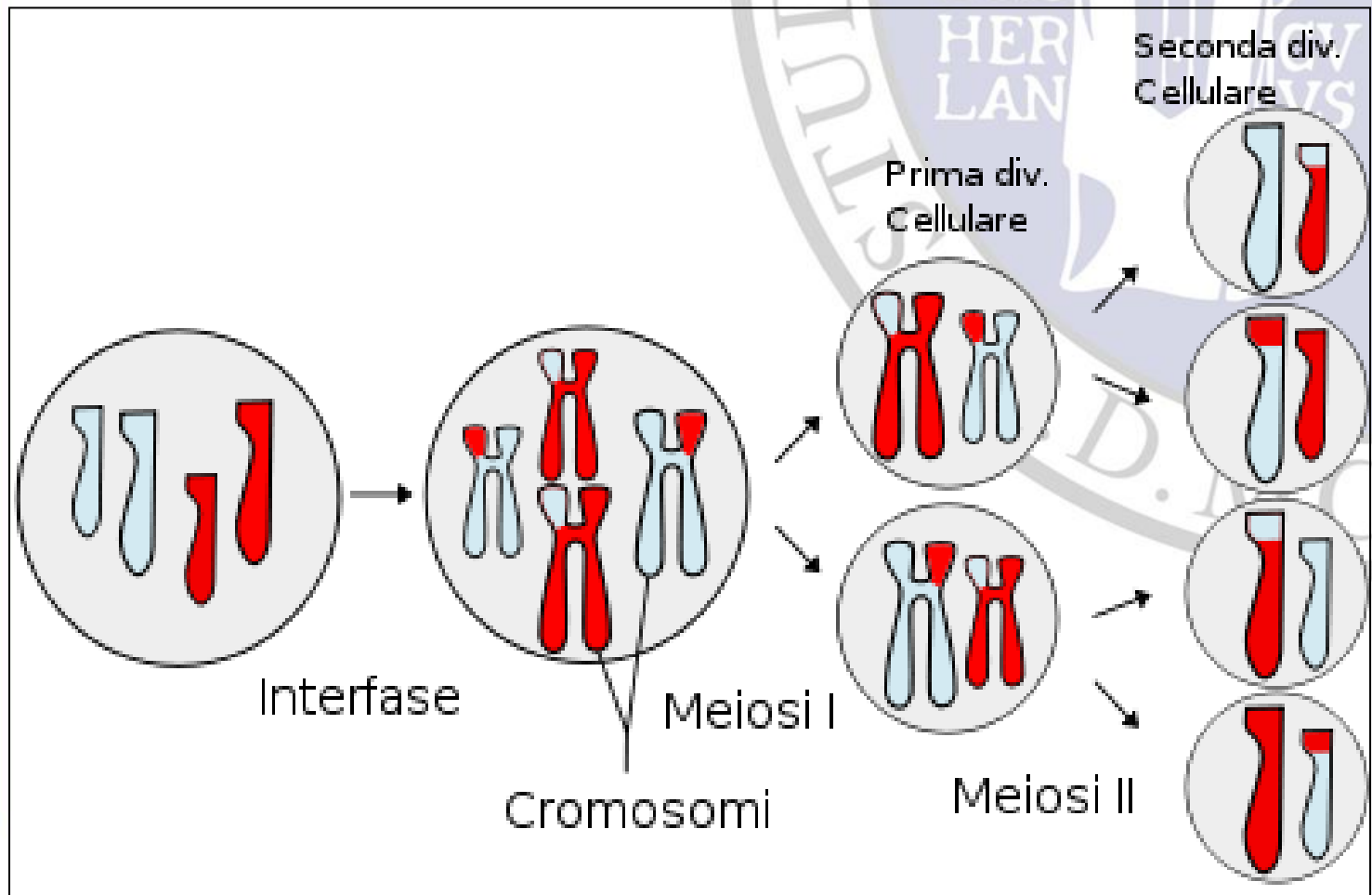
- La meiosi è un processo mediante il quale una cellula eucariote con corredo cromosomico diploide ($2n$) dà origine a quattro cellule con corredo cromosomico aploide (n).
- Al contrario della mitosi, tramite il *crossing-over* (scambio di materiale genetico) è prodotta la ricombinazione genica.
- Nella meiosi, ad una iniziale duplicazione del materiale genetico, seguono due divisioni nucleari: prima divisione meiotica o meiosi I e seconda divisione meiotica o meiosi II.

- Scambio di porzioni omologhe di materiale genetico, che avviene tra due cromatidi appartenenti a due cromosomi diversi di una coppia di omologhi.
- All'inizio ogni cromosoma è formato da due cromatidi, poiché il DNA si è già duplicato.
- Prima che i cromatidi si separino nelle cellule figlie avviene lo scambio di materiale genetico tra cromosomi omologhi.

Crossing-over

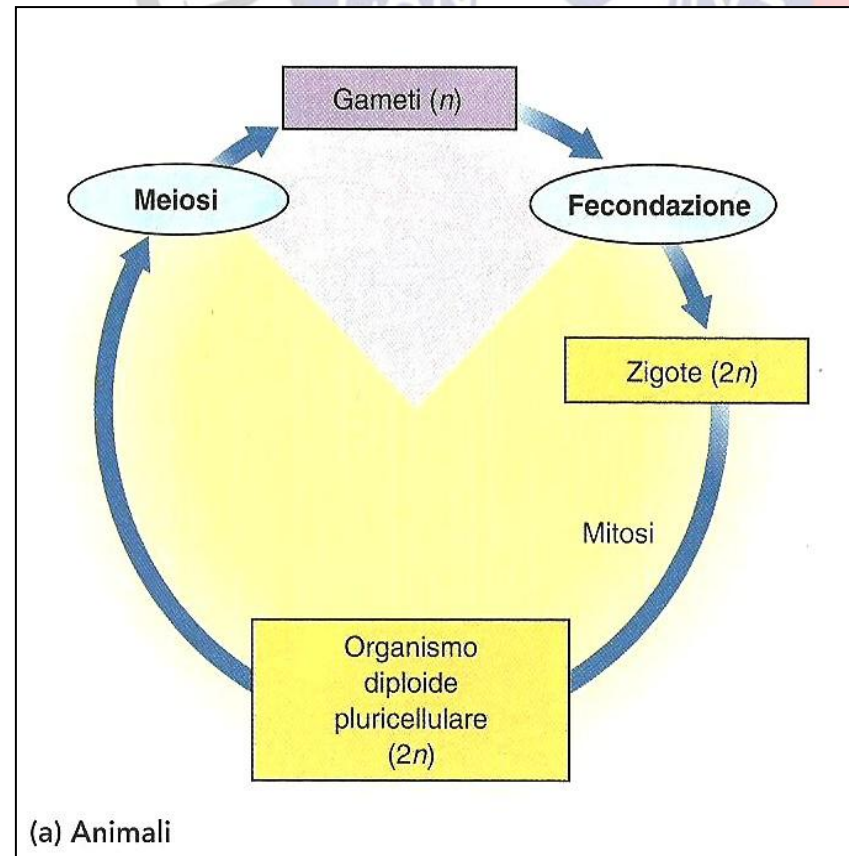


Eventi caratterizzanti la meiosi

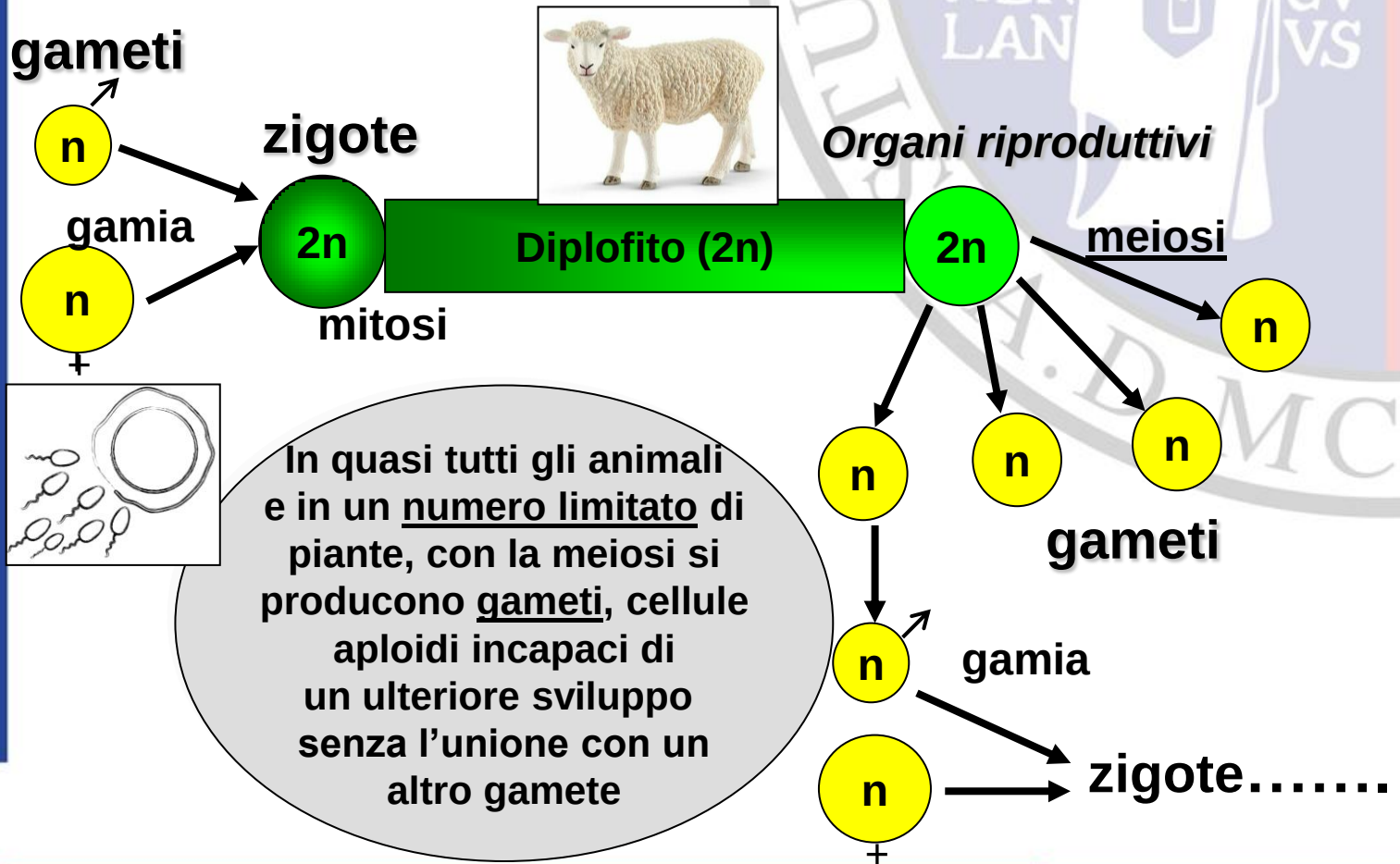


- La riproduzione sessuata prevede la fusione di 2 cellule sessuali aploidi (n), gameti:
- si forma così uno zigote diploide ($2n$), prima cellula somatica del nuovo individuo.
- Quindi, la meiosi deve avvenire prima che si formino i gameti per impedire un continuo raddoppio del numero di cromosomi.
- Negli animali la meiosi forma direttamente i gameti: gametogenesi.

Quando avviene la meiosi? (ciclo diplonte)

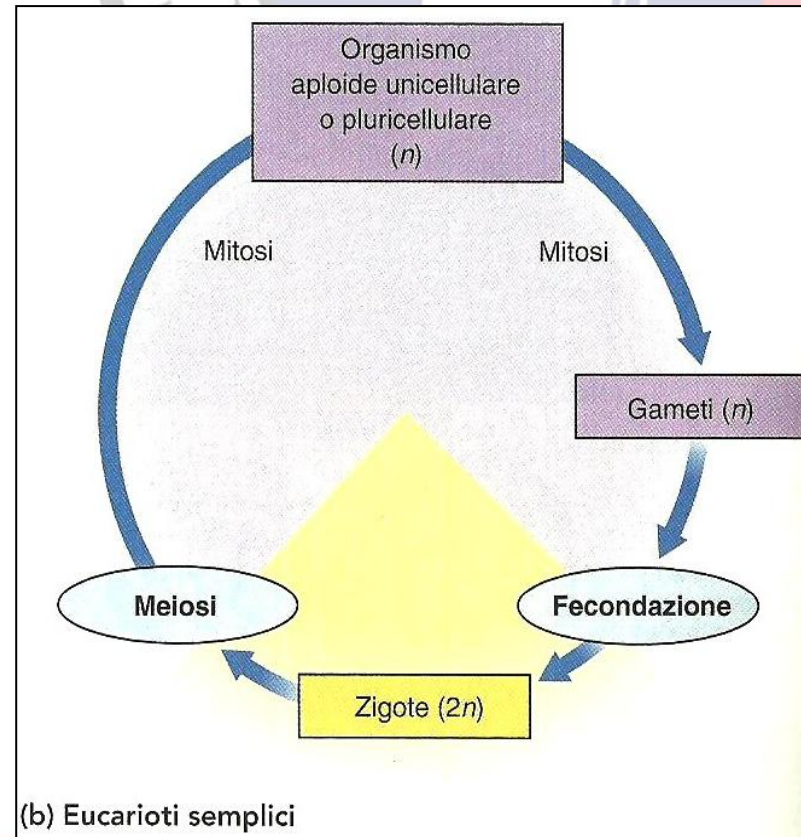


Schema di ciclo diplonte (con alternanza di fase nucleare)

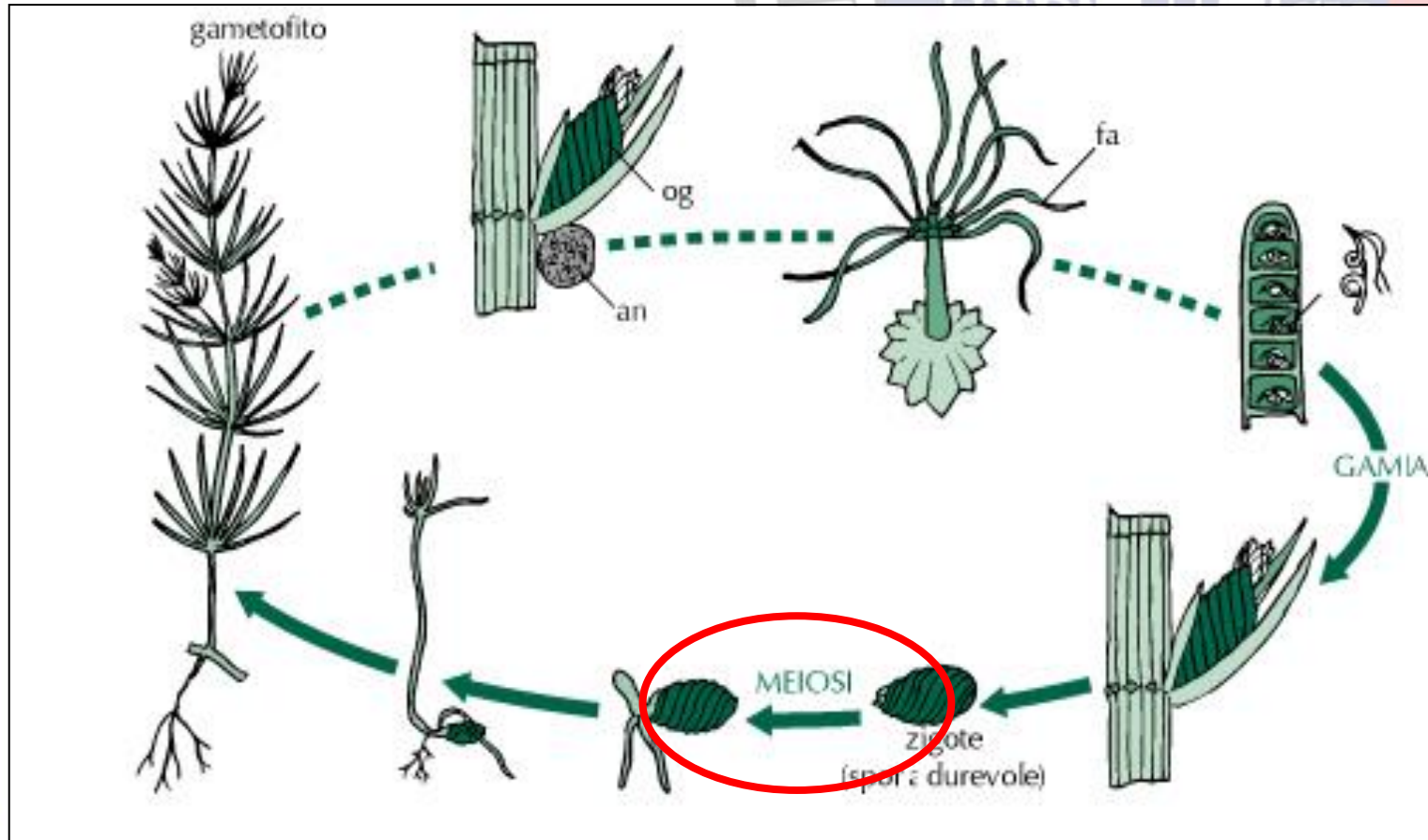


- Molti eucarioti semplici, come alcuni funghi e alghe, le cellule aploidi che si formano con la meiosi rimangono aploidi e si dividono per mitosi;
- ad un certo momento dello sviluppo, si formano i gameti che daranno origine ad uno zigote,
- questo subisce meiosi e si ripristina lo stato aploide.

Quando avviene la meiosi? (ciclo aplonte)



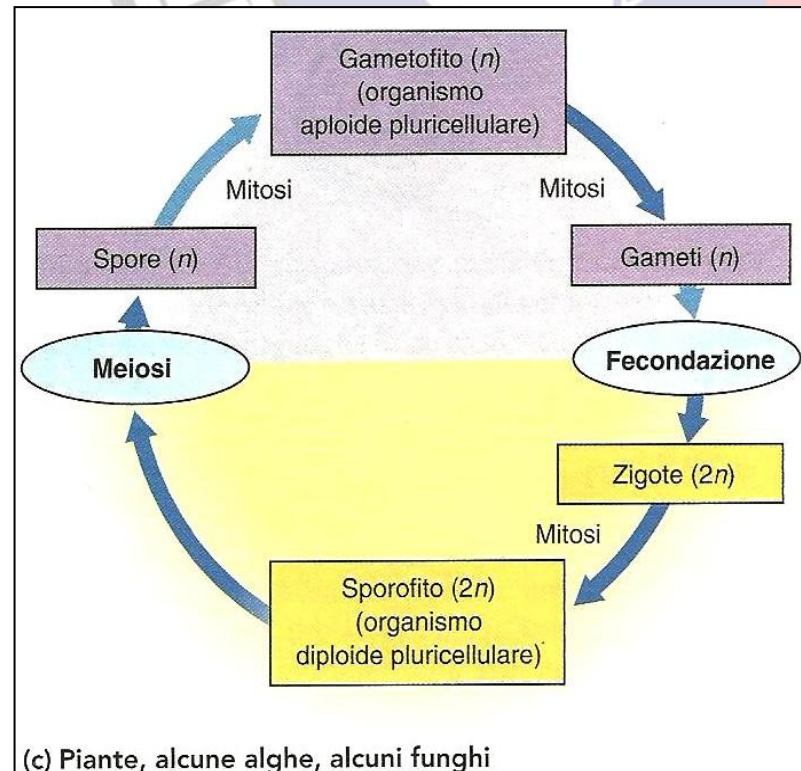
Ciclo aplonte di *Chara* (alga verde)



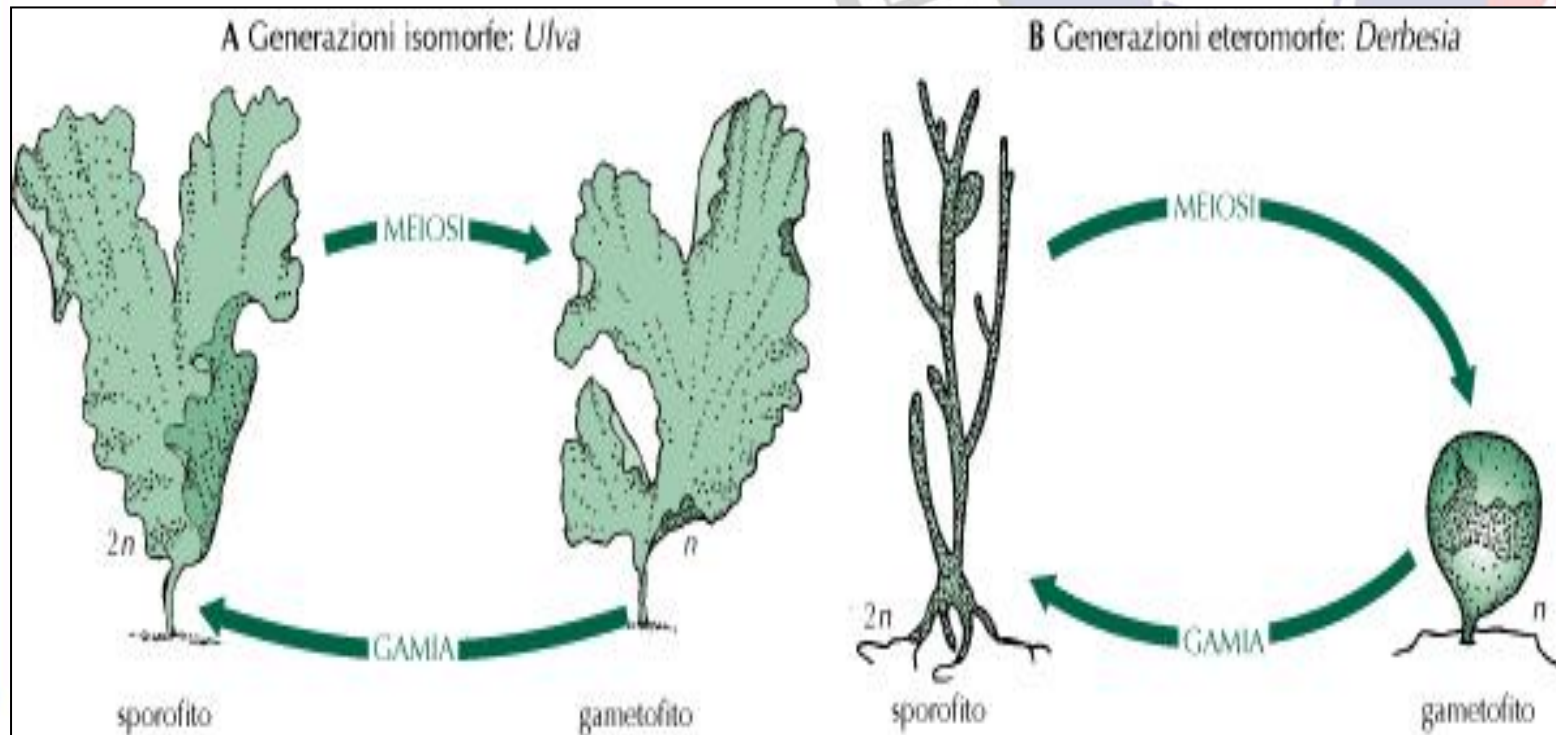
Og, oogonio; an, anteridio i cui filamenti (fa) liberano anterozoidi

- Nelle piante i cicli sono caratterizzati da una *alternanza di generazione* che consiste in:
- uno stato diploide pluricellulare detto “generazione sporofitica”,
- uno stato aploide pluricellulare detto “generazione gametofitica”.
- La generazione sporofitica per meiosi genera “spore aploidi” che *per mitosi* generano gametofiti,
- la generazione gametofitica per mitosi produce “gameti (aploidi)” che *fondendosi* danno origine ad una nuova generazione sporofitica.

Ciclo riproduttivo nelle piante (ciclo aplo-diplonte)



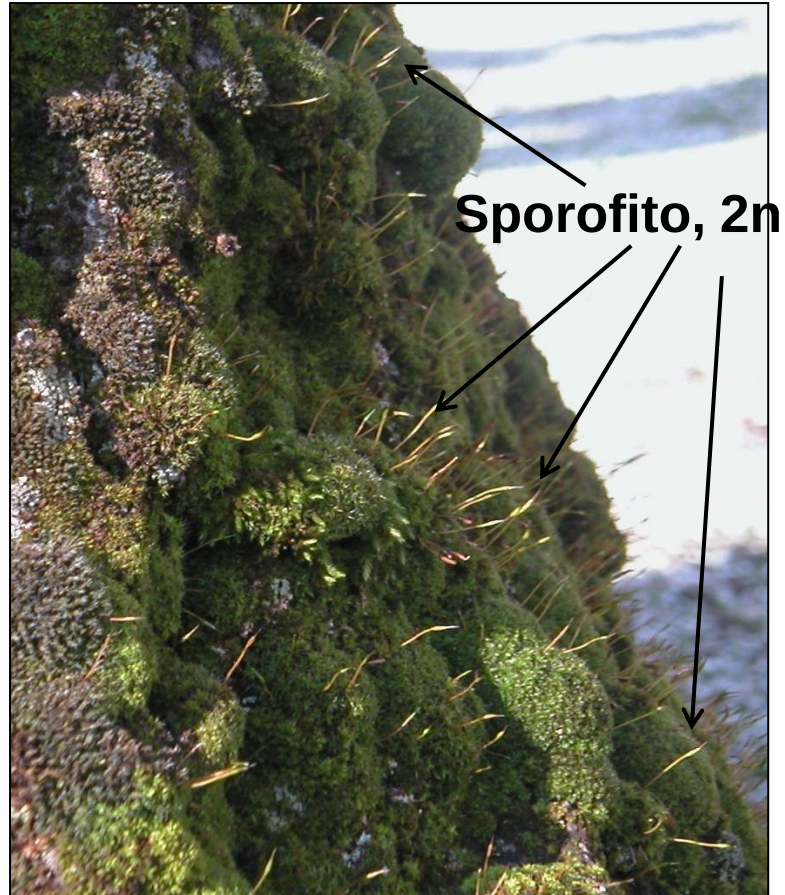
Alternanza di fase e di generazione nelle alghe verdi *Ulva*, a sinistra, e *Derbesia*, a destra



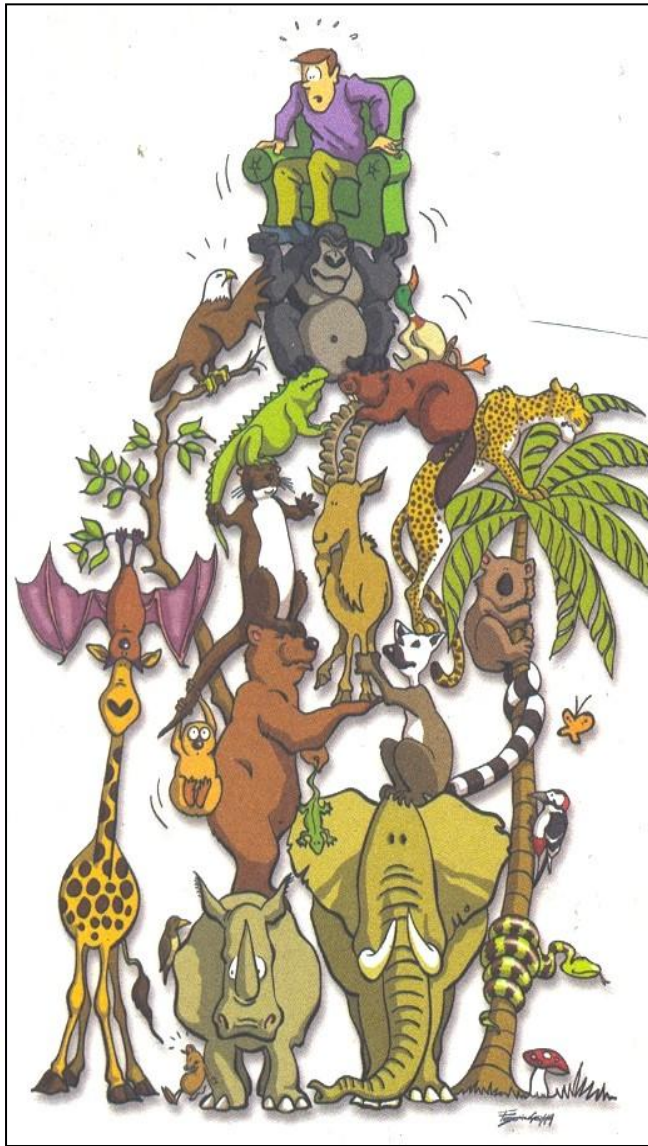
Generazioni simili

Generazioni differenti

Alternanza di fase e di generazione nelle Briofite (muschi)



5. La biodiversità: procarioti, protisti, piante, funghi e animali



■ La biodiversità è alla base della vita umana svolgendo un ruolo centrale per il funzionamento della biosfera e per la sua evoluzione sostenibile a lungo termine.

■ Tra le cause della perdita della biodiversità c'è il successo demografico della specie umana che si appropria del 25% della disponibilità di energia fissata nella materia organica dai vegetali con conseguenti alterazioni, ad esempio, del ciclo del carbonio registrato negli ultimi decenni.

Biodiversità di specie di interesse agrario e forestale

- La biodiversità degli organismi vegetali raggiunge cifre altissime. Sono infatti circa 390 mila le specie vegetali vascolari conosciute;
- di queste, nel corso della storia, l'agricoltura ne ha utilizzate circa 3000;
- ma, attualmente sono coltivate meno di 200 specie,
- e di queste, circa 20 sono quelle maggiormente utilizzate e forniscono oltre l'80% del fabbisogno calorico per l'uomo.
- La bassa biodiversità che si registra nell'attività agricola è dovuta all'inevitabile scelta e selezione di specie più idonee per soddisfare le esigenze alimentari dell'uomo e degli animali.
- E' necessario conservare un'alta biodiversità come riserva di materiale genetico.

Origine della vita (abiogenesi)

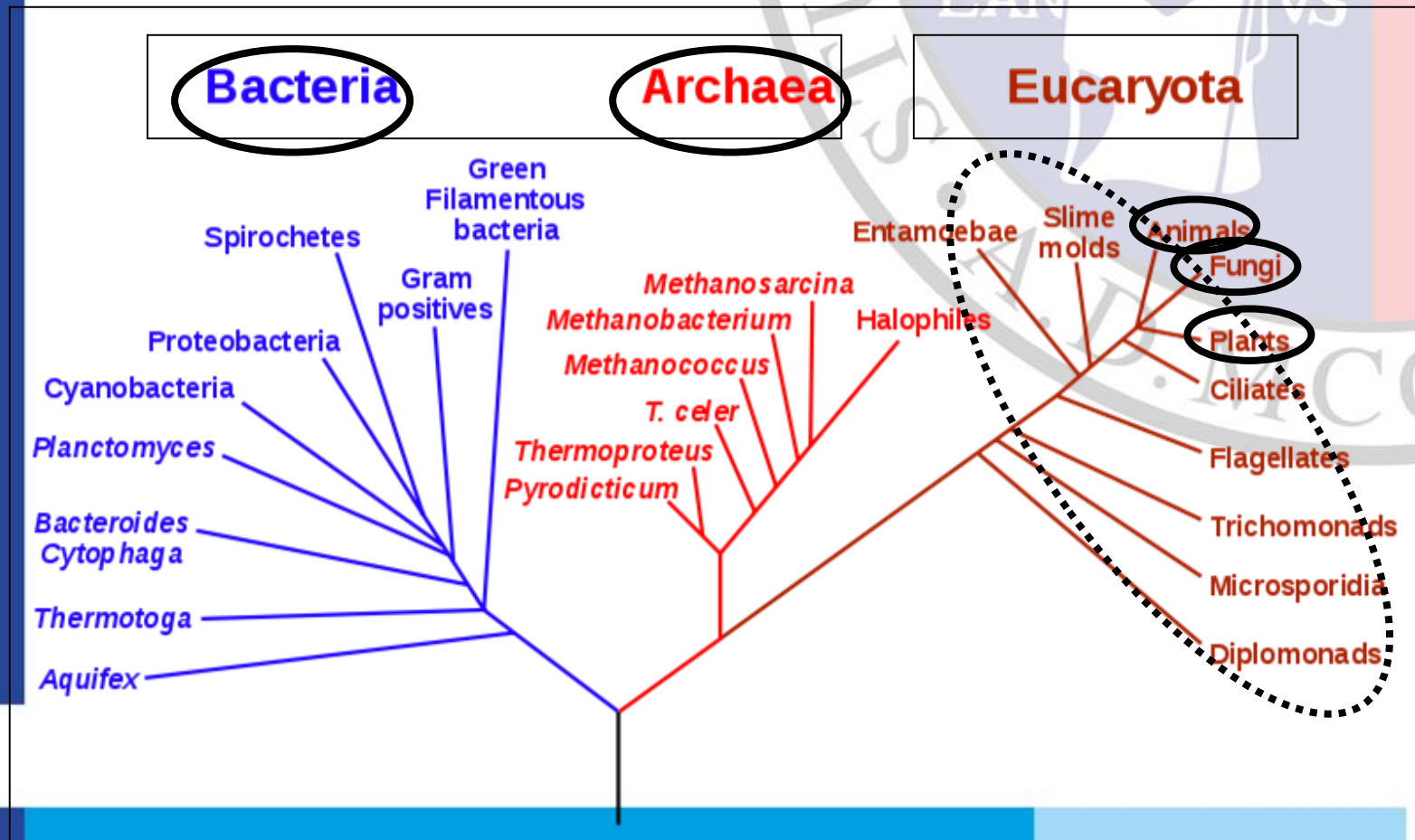
- **Processo naturale con il quale la vita si è originata a partire da materia non vivente.**
- **Il materiale vivente avrebbe avuto origine, circa 2,7 miliardi di anni fa, in seguito a un processo graduale di aumento di complessità del sistema in seguito alle ripetute reazioni chimiche di diverse “materie prime” presenti sulla terra:**
 - **metano, ammoniaca, azoto, idrogeno, acqua, ossigeno, anidride carbonica;**
 - **i primi sistemi viventi si sarebbero formati in acqua (brodo primordiale) in seguito a reazioni tra molecole inorganiche, con l’energia di scariche elettriche e radiazioni UV, che avrebbero prodotto composti organici sempre più complessi.**

Evoluzione della vita



L'albero della vita, secondo Woese (1990) comprende 3 domini e 6 regni:

2 di procarioti (monera) con 2 regni (Bacteria e Archaea) e 1 di eucarioti con 4 regni (Protista, Plantae, Fungi, Animalia)



Concetto di “specie”

- Una specie consiste di un gruppo di popolazioni i cui membri sono interfecondi e producono prole fertile.
- Nel tempo si possono accumulare un certo numero di cambiamenti (nel DNA, mutazioni) tra popolazioni separate geograficamente tale da dare origine a nuove specie.
- Nuove specie si evolvono quando popolazioni precedentemente interfeconde diventano isolate dal punto di vista riproduttivo.
- L'evoluzione di nuove specie è definita come speciazione.

Dominio Bacteria

- **I batteri (eubatteri) sono microrganismi unicellulari, procarioti di dimensioni di solito dell'ordine di pochi micron, ma che possono variare da circa 0,2 μm dei micoplasmi fino a 30 μm di alcune spirochete.**
- **Hanno una parete cellulare, al di sotto della quale è presente la membrana cellulare: su di essa si trovano quasi tutti gli enzimi che svolgono le reazioni metaboliche.**

Dominio Archaea

- **Gli archei (Archaea o Archaeobacteria) sono organismi procarioti, costituiti da singole cellule;**
- **hanno caratteristiche (metaboliche, genetiche, strutturali) simili agli eucarioti;**
- **In base al DNA, gli archei sono raggruppati in tre *phylum*:**
 - **Crenarchaeota, termofili,**
 - **Euryarchaeota, i meglio conosciuti ed includono i metanoproductori e gli alofili**
 - **Korarchaeota, poco noti.**

Dominio Eukaryota

- Regno Protista: protozoi, alghe, muffe d'acqua, muffe mucillaginose (uni o pluricellulari); alcuni sono fotosintetici;



Dictyosteliomycota

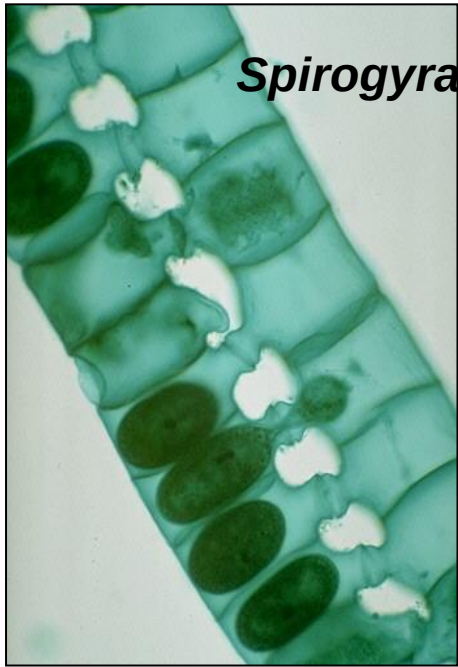


Volvox



Trypanosoma brucei

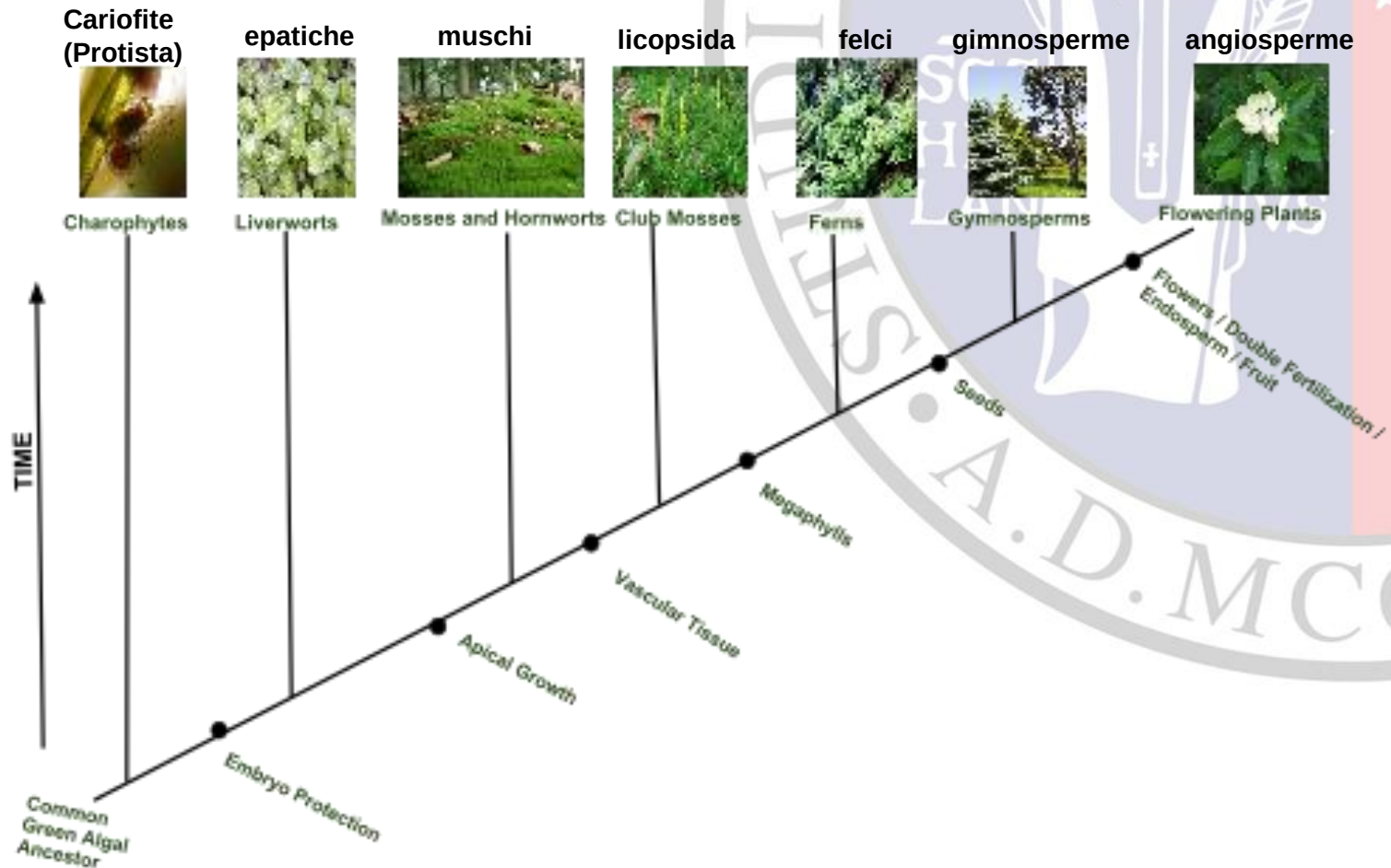
- Regno Fungi: lieviti, muffe e funghi; non sono fotosintetici;
- Regno Plantae: piante terrestri vascolarizzate o no (muschi), fotosintetiche (autotrofe);
- Regno Animalia: pluricellulari, altamente specializzati, eterotrofi.



Alghe



- Eucarioti privi di veri tessuti, in massima parte fotosintetizzanti, vivono in acqua o in ambienti molto umidi;
- La morfologia è molto variabile: alcune unicellulari e microscopiche, altre macroscopiche che possono raggiungere dimensioni di decine di metri;
- La differenziazione del tallo è sempre limitata;
- Si distinguono per lo più tre grandi stipiti: alghe rosse, brune e verdi, oltre ad un certo numero di classi intermedie, con differenze che riguardano, tra l'altro, il tipo di pigmenti legati alla fotosintesi.



Circa 400-500 milioni di anni fa alcune specie provarono a vivere in ambiente subaereo



Ganoderma
sul tronco di un
albero

Funghi

- Non formano mai veri tessuti;
- Sono eterotrofi;
- Si presentano in due forme principali:
 - 1, tipo lievito, con cellule isolate ovali o sferiche che a volte formano catenelle;
 - 2, tipo filamentoso, con il corpo formato da cellule allungate e ramificate (ife) che nel complesso formano un “micelio”;
- Si possono suddividere in 4 classi: Ficomiceti, Ascomiceti, Basidiomiceti, Deuteromiceti.



Aspergillus



Classificazione regno Animalia

- ❖ Sottoregno **PARAZOI**: Phylum Poriferi (es. *spugne*)
- ❖ Sottoregno **EUMETAZOI**

Divisione RADIATI: Phylum Cnidari (es. *meduse, coralli*)

Divisione BILATERI:

Sottodivisione PROTOSTOMI

Sez. **ACELOMATI**:

Sez. **PSEUDOCELOMATI**:

Sez. **EUCELOMATI** (Schizocelomati)

Phyla **PLATELMINTI** Nemertini

Phyla **NEMATODI** Rotiferi

Phylum **MOLLUSCHI**

Phylum Anellidi

Phylum **ARTROPODI**

Sottodivisione DEUTEROSTOMI:

sez. (Eucelomati - Enterocelomati)

Phylum Echinodermi

Phylum Emicordati

Phylum CORDATI

Subphy Urocordati

Subphy Cefalocordati

Subphy. VERTEBRATI

Classe Ciclostomi

Classe Condritti

Classe Osteitti

Classe **ANFIBI**

Classe **RETTILI**

Classe **UCCELLI**

Classe **MAMMIFERI**



Regno Plantae

Divisione Bryophyta

Divisione Pteridophyta

Superdivisione Spermatophyta

Divisione Cycadophyta

Divisione Ginkgophyta

Divisione Gnetophyta

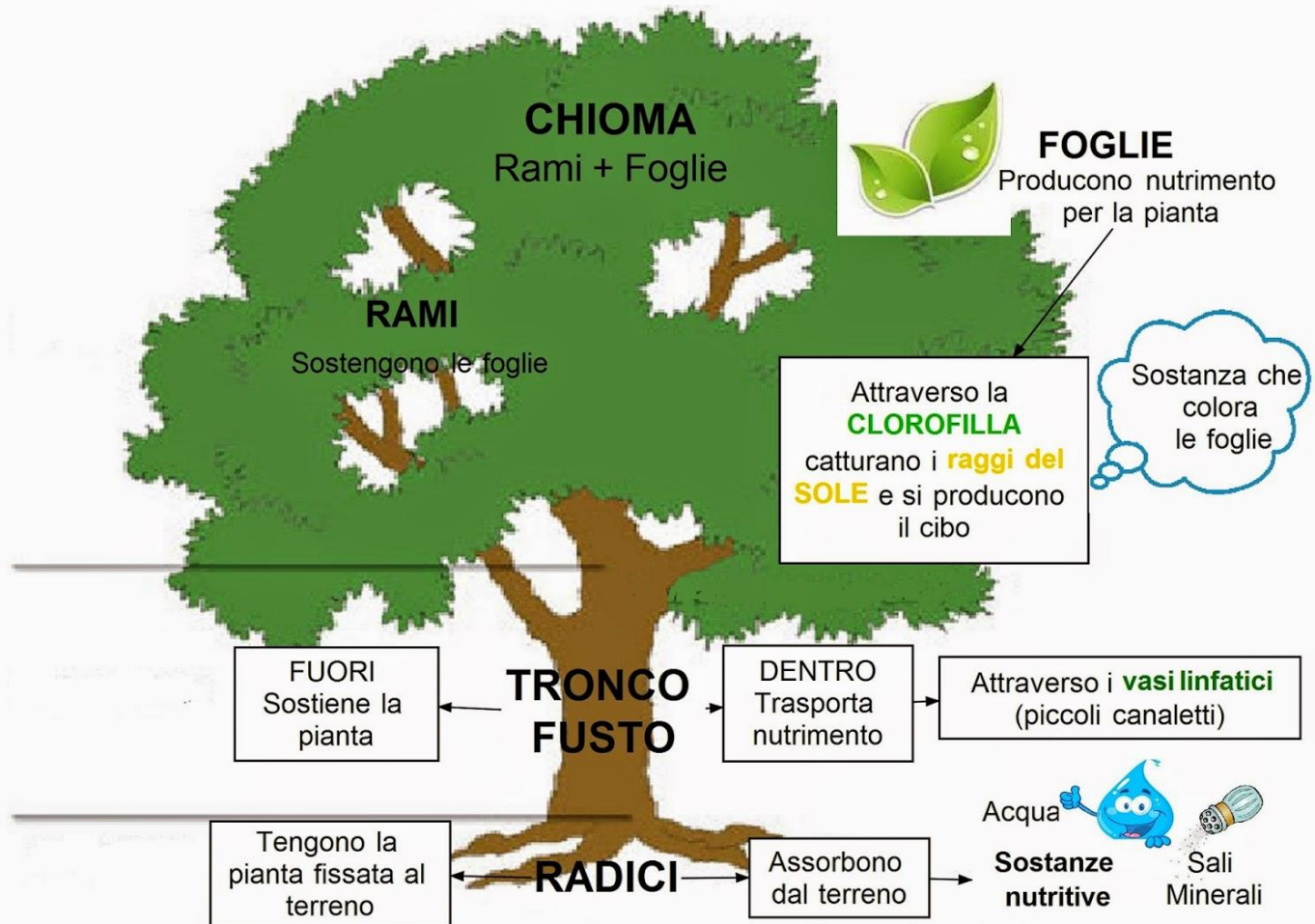
Divisione Pinophyta (conifere)

**Divisione Magnoliophyta
(angiosperme)**

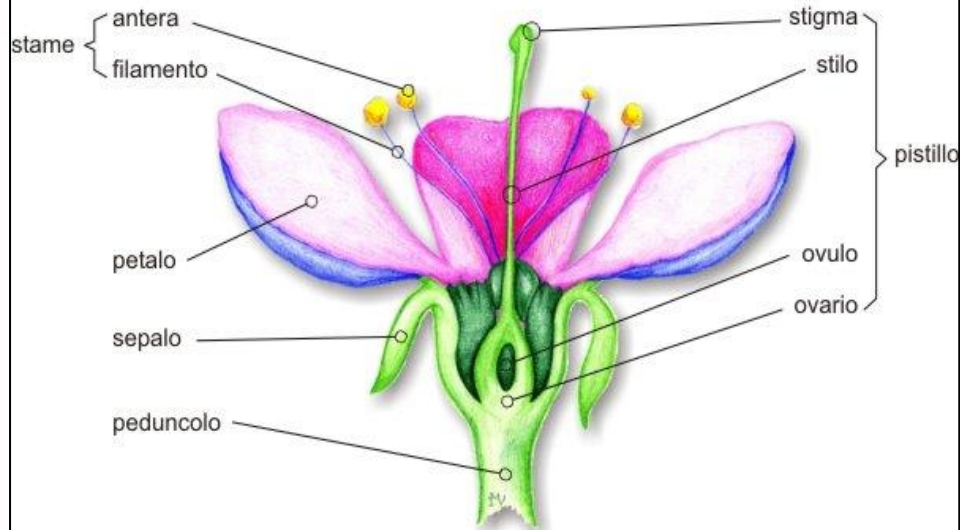
Habitus delle piante

- L'habitus, riguarda l'aspetto, il portamento di una pianta, il suo ciclo vitale e altre caratteristiche; possiamo distinguere:
- in base all'aspetto: *piante erbacee* (es. frumento), che non sviluppano tessuti legnosi aerei (annuali, biennali e perenni);
- e piante *legnose* a lor volta suddivise in *arbustive*, con fusto legnoso alla base e con ramificazione che parte dal basso (es. ginepro, alloro) e *arboree*, con fusto legnoso ben identificabile e ramificato da una certa altezza; entrambe possono essere “*sempreverdi*”, o a foglie persistenti (es. abete), o “*caducifoglie*”, o a foglie decidue (es. pioppo);
- in base al ciclo vitale: *piante annue* (es. girasole), *biennali* (es. cipolla) e *perenni o pluriennali* (es. quercia);
- in base ad altre caratteristiche: *piante grasse, acquatiche, rampicanti, sclerofille, carnivore, parassite, ecc.*

LE PARTI DELLA PIANTA



Parti del Fiore



Infiorescenze



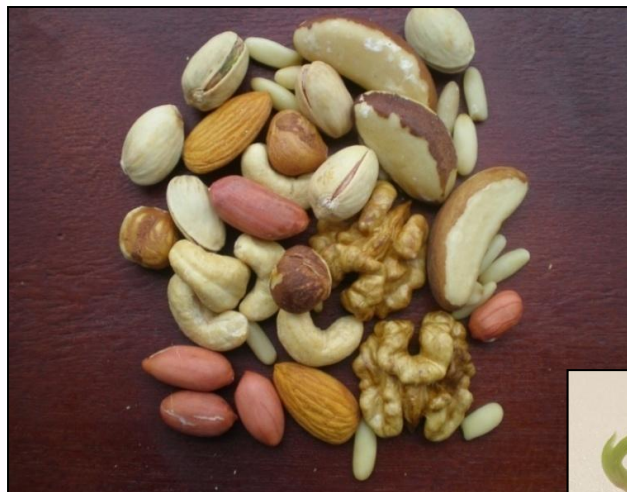


I frutti





I semi





Biologia

