

# BOTANICA (dal greco βοτάνη = pianta)

studia le forme di vita del mondo vegetale (il regno delle Piante), in rapporto alla loro citologia, istologia, anatomia, fisiologia, classificazione, utilità ed ecologia

## Vegetali



## Animali

Organismi autotrofi (fotosintesi)

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

Sviluppo delle superfici esterne (radici e foglie)

Accrescimento indefinito

Nessun sistema nervoso centrale

Circolazione aperta

Ectotermia (la temperatura corporea dipende dall'ambiente esterno)

Organismi eterotrofi (ingestione)

Organismi solitamente mobili

Sviluppo delle superfici interne (intestino, polmoni, reni)

Accrescimento finito

Sistema nervoso centrale

Circolazione chiusa

Ectotermia o Endotermia



# Le piante

Sono organismi pluricellulari eucarioti autotrofi



## *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



## L'importanza di essere pianta

Esistono più di 390.000 specie di piante

***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)



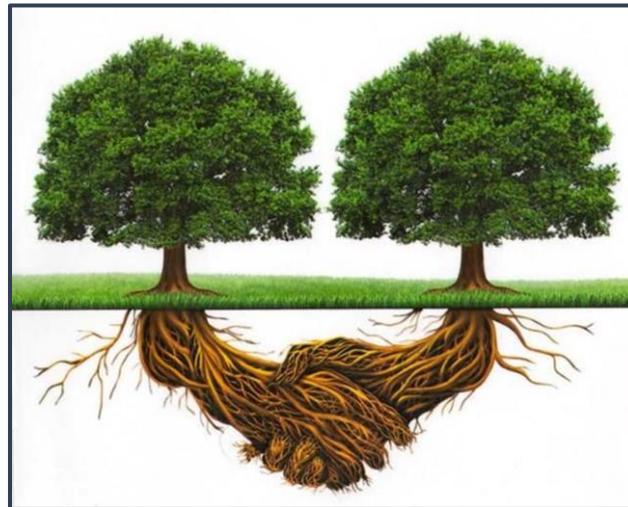
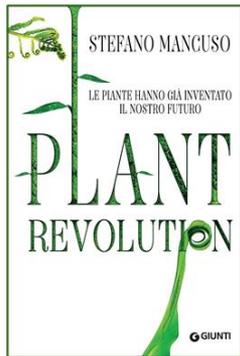
***Garantiscono la sopravvivenza a tutti i viventi:*** forniscono servizi di *supporto* (formazione del suolo, ciclo dei nutrienti, produzione di sostanza organica), di *approvvigionamento* (acqua, cibo, legname, fibre) di *regolazione* (clima, maree, depurazione dell'aria, controllo dei patogeni) e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



# 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”

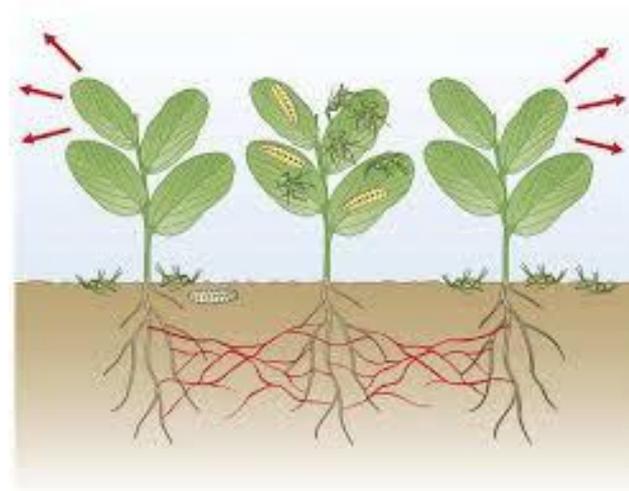
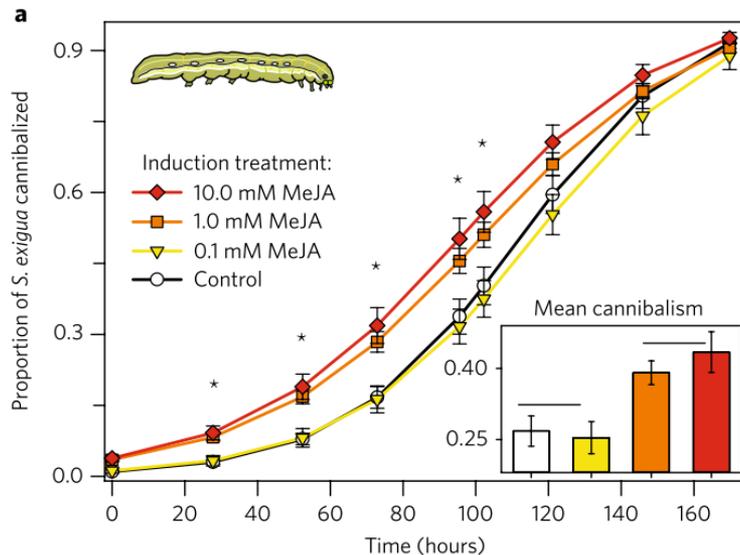


# Induced defences in plants reduce herbivory by increasing cannibalism

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

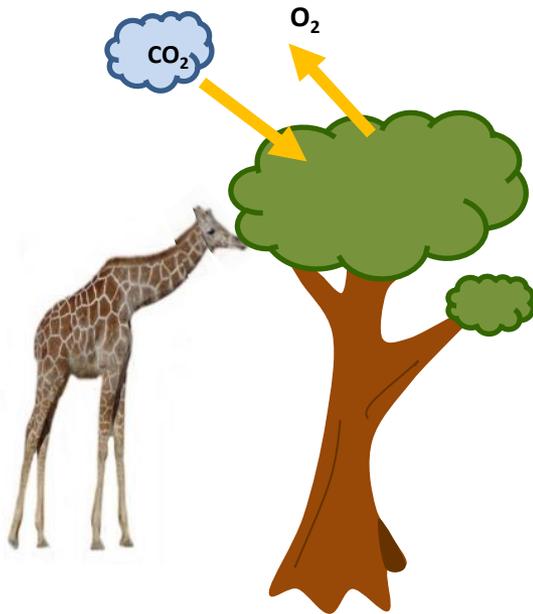


# Perché studiare le piante?

.....per migliorare la conoscenza della vita e dell'ambiente in cui viviamo

Non possiamo vivere senza piante.....

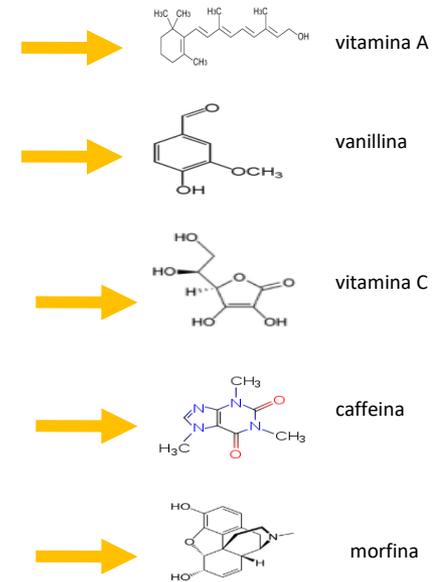
Producono ossigeno



Sono fonte di cibo



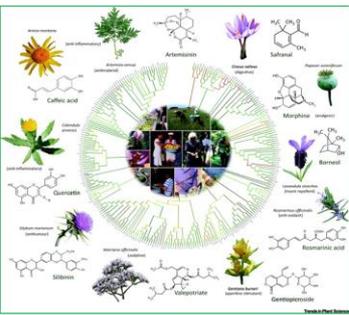
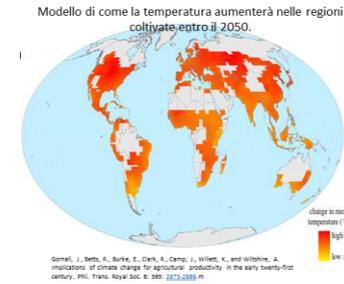
Producono composti chimici utili



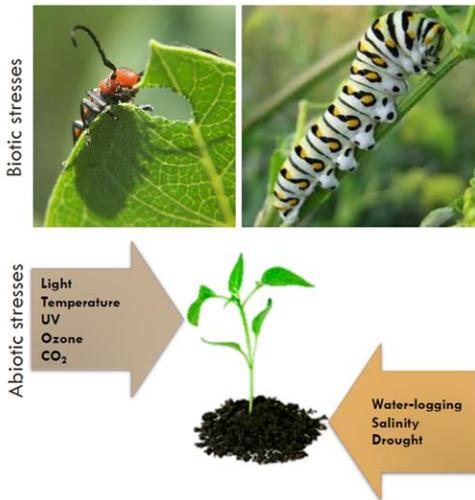
Fonte di Biodiversità



# 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  $\beta$ -carotene, ottenuto tramite ingegneria genetica

Riso ingegnerizzato geneticamente per contenere  $\beta$ -carotene.



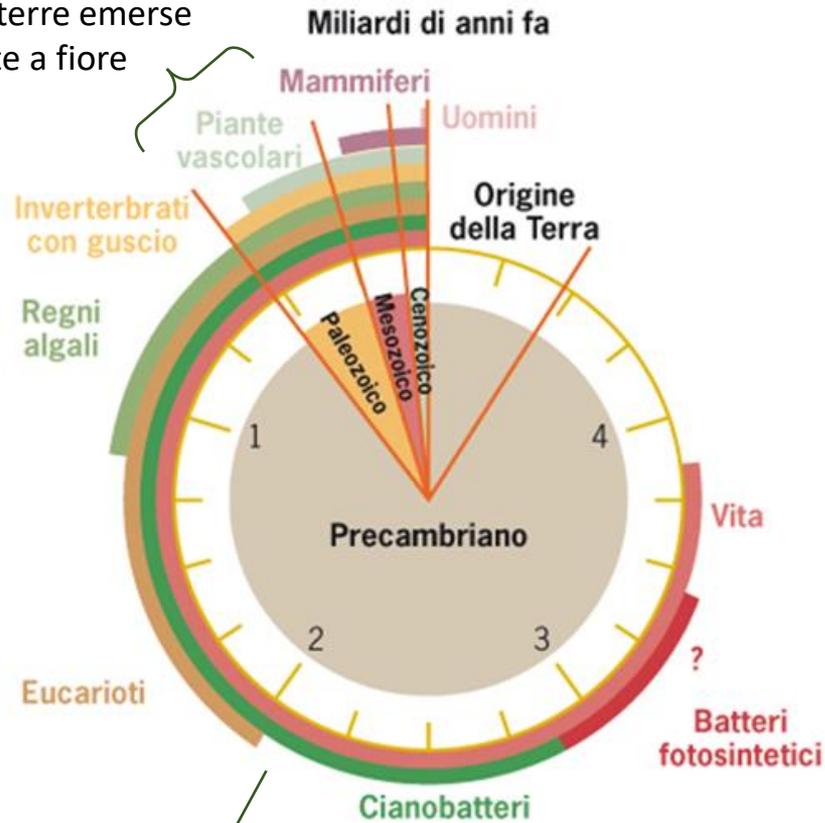
P.J. Russell - S.L. Wolfe - P.E. Hertz - C. Starr - B. McMillan  
 Genetica Agraria

EdiSES

# Comparsa ed evoluzione delle piante

## *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)

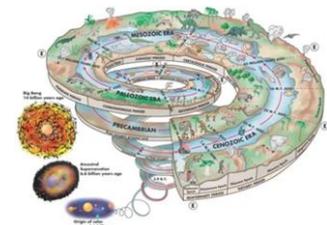


Comparsa di organismi più complessi – **EUCARIOTI**  
(2,1 miliardi di anni fa)



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

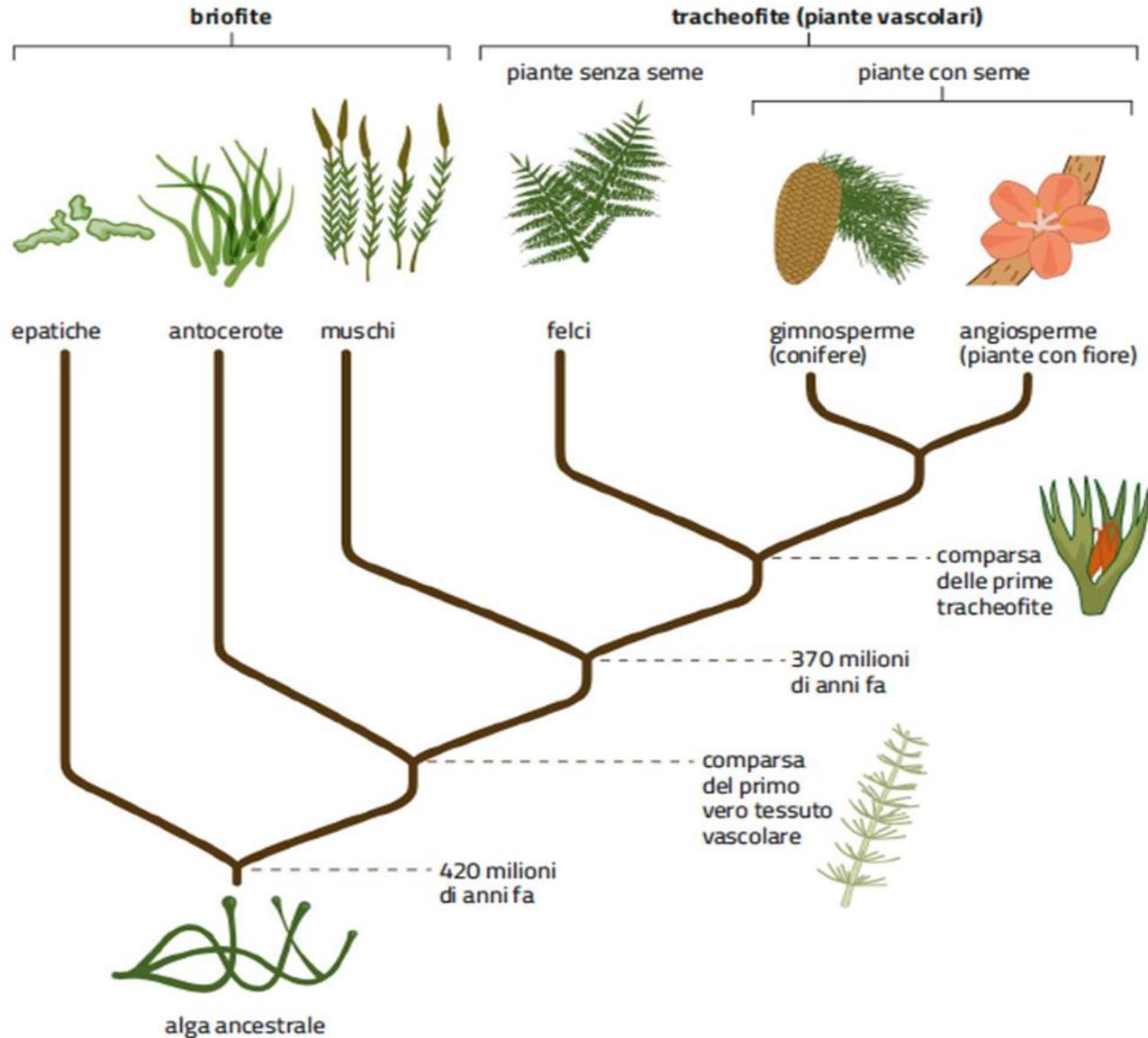
Primi stadi evolutivi di piante, funghi e animali



Charles Burrows, la spirale del tempo



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



Vi sono più di 390.000 specie di piante

**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)

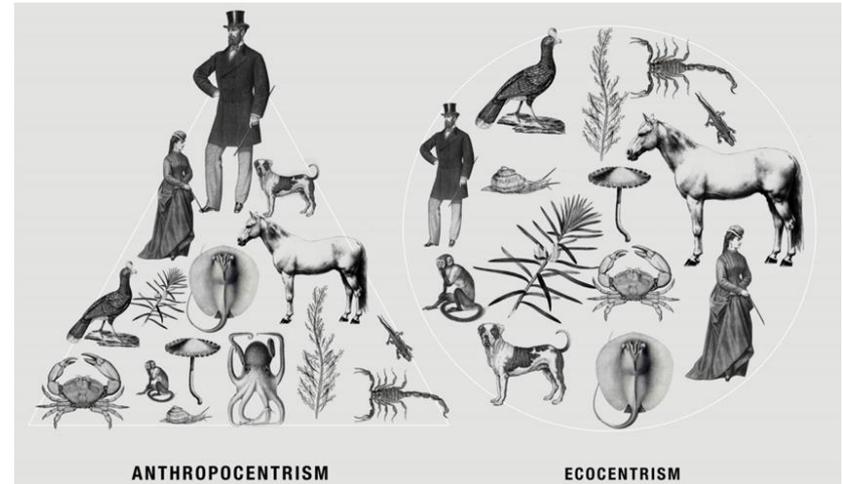
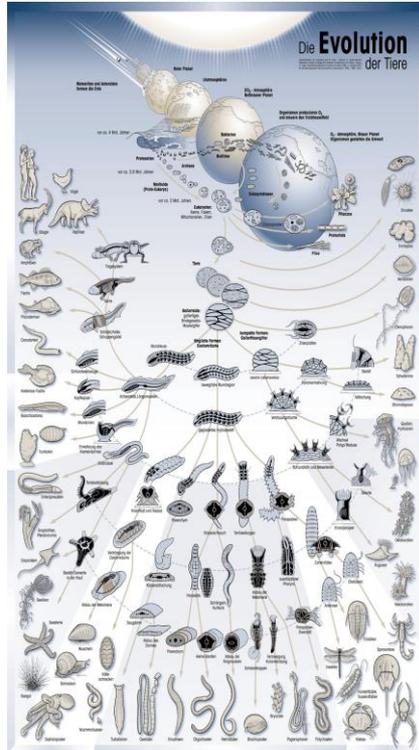
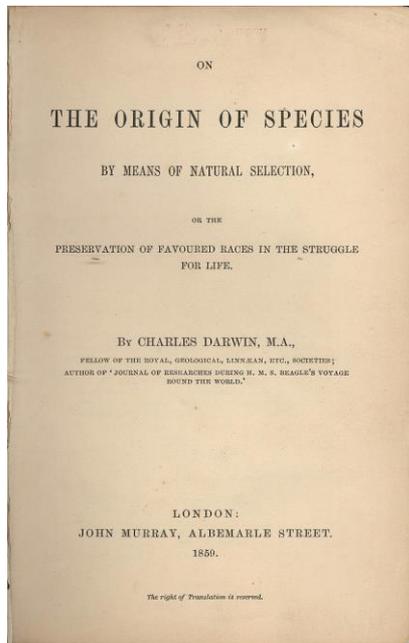
**La vita inizia a diversificarsi ed evolversi**



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

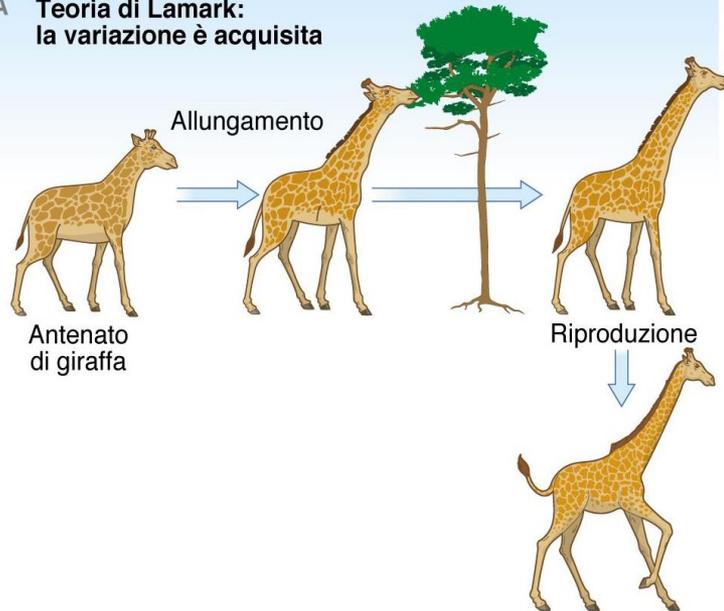
(Charles Darwin)

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

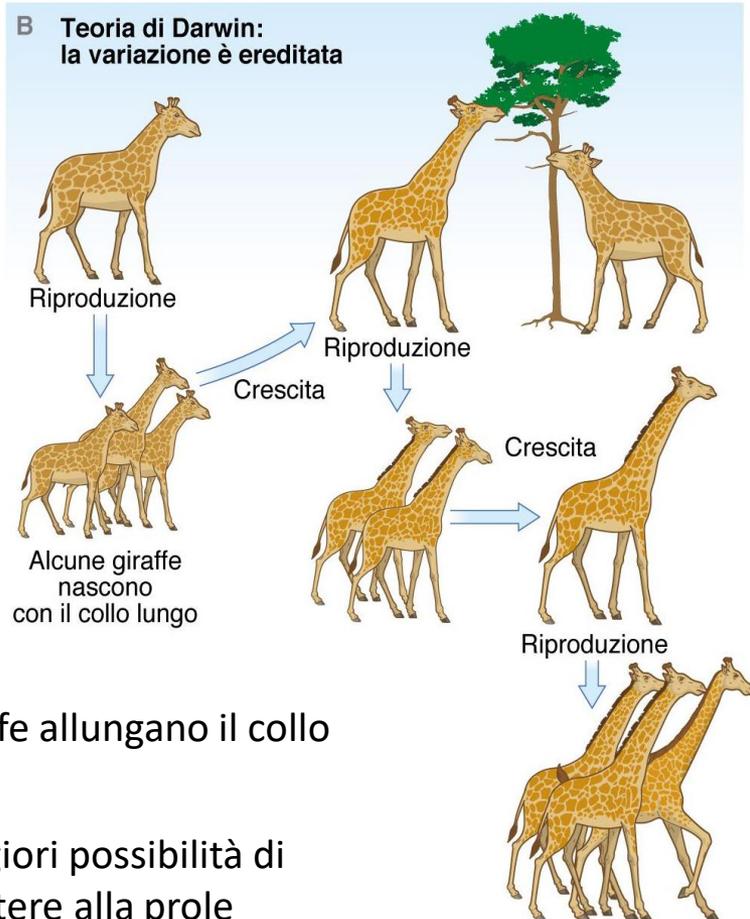


La vita sulla Terra è espressione di miliardi di anni di storia evolutiva. L'adattamento, la selezione naturale, la coevoluzione hanno guidato i fenomeni di speciazione e di estinzione e, conseguentemente, l'espansione della biodiversità sul pianeta

**A Teoria di Lamarck:  
la variazione è acquisita**



**B Teoria di Darwin:  
la variazione è ereditata**



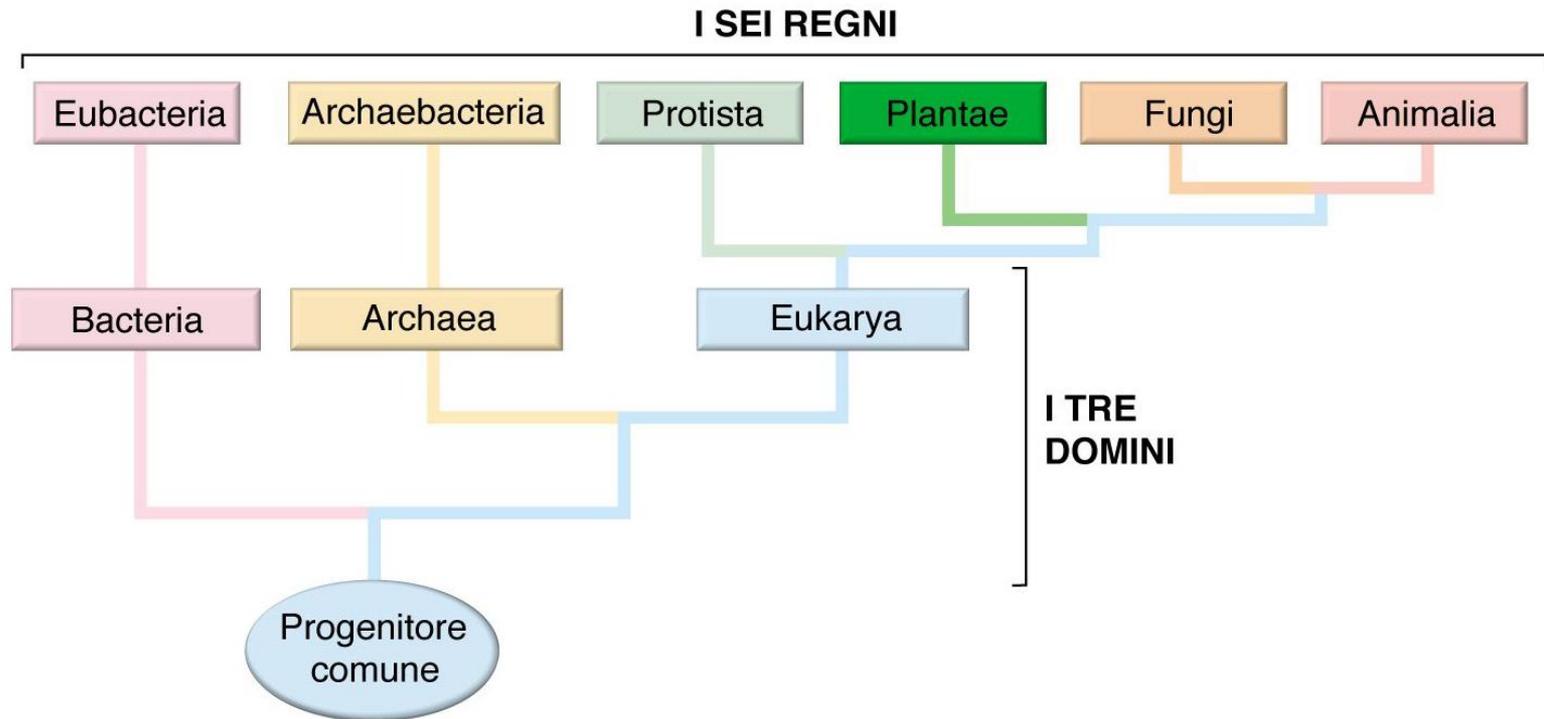
**Lamarck:** la variazione è acquisita perché le giraffe allungano il collo per raggiungere le foglie in alto

**Darwin:** le giraffe con il collo lungo hanno maggiori possibilità di nutrirsi e riprodursi e trasmettono questo carattere alla prole affermandosi così nelle generazioni successive

# Classificare i viventi ci aiuta a comprenderne la diversità

I viventi si dividono in 6 regni e 3 domini

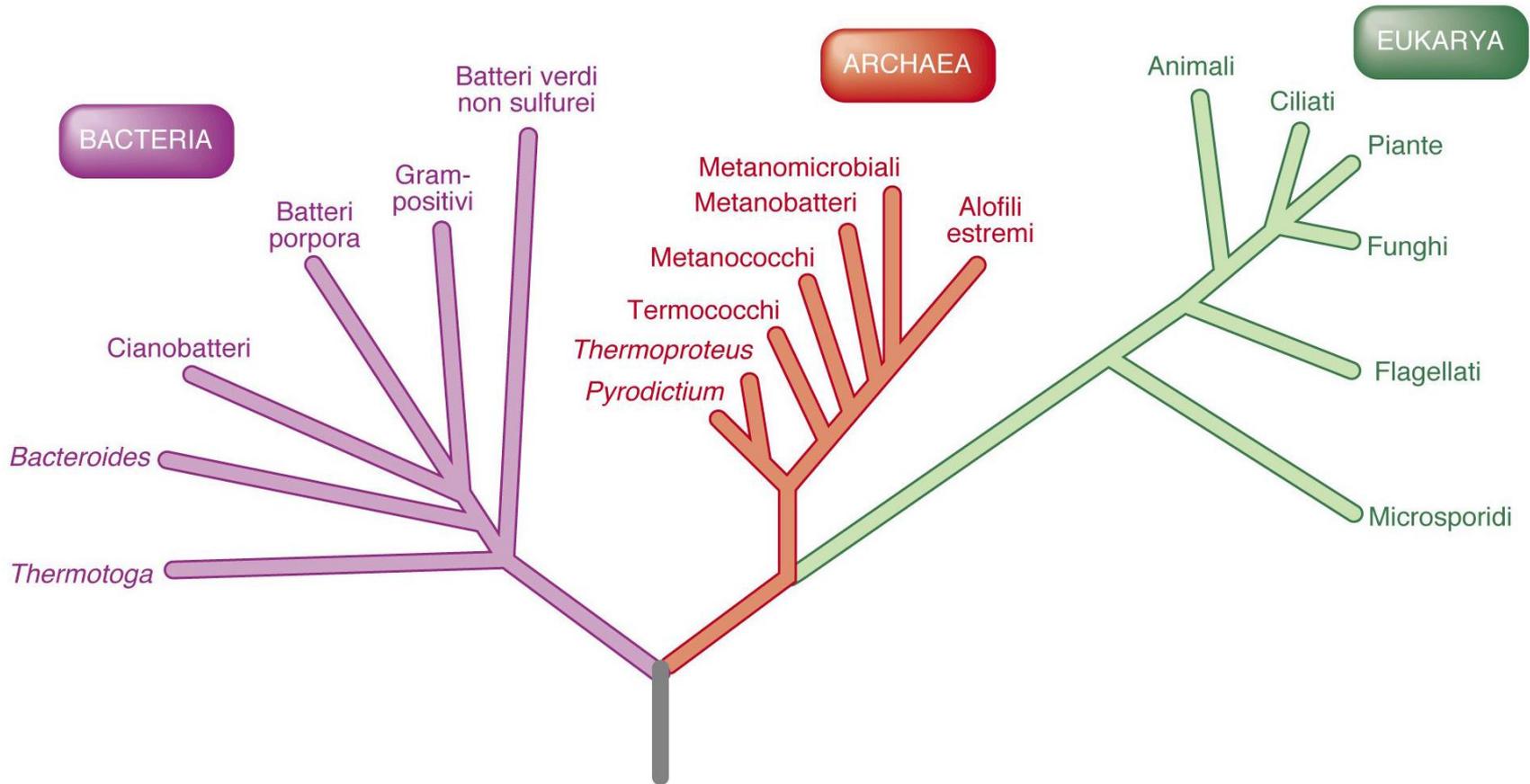
Gli organismi dei regni correntemente riconosciuti sono derivati per divergenza da un unico progenitore comune



**Bacteria** e **Archaea**: comprendono gli organismi procarioti

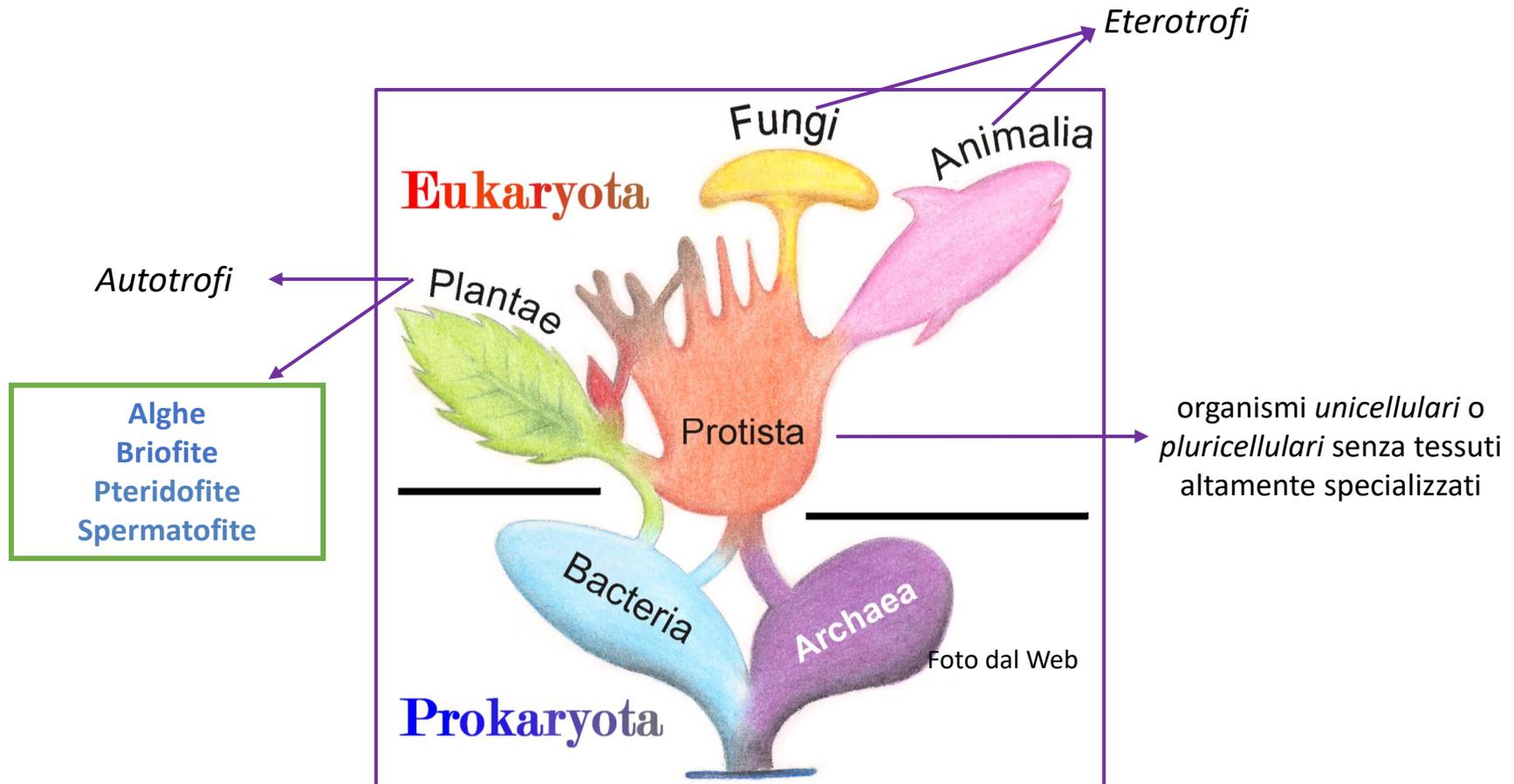
**Eukarya**: comprende tutti gli altri individui eucarioti

*Relazioni evolutive tra i tre grandi domini: albero della vita*  
Archaea ed Eukarya sono strettamente correlati tra loro

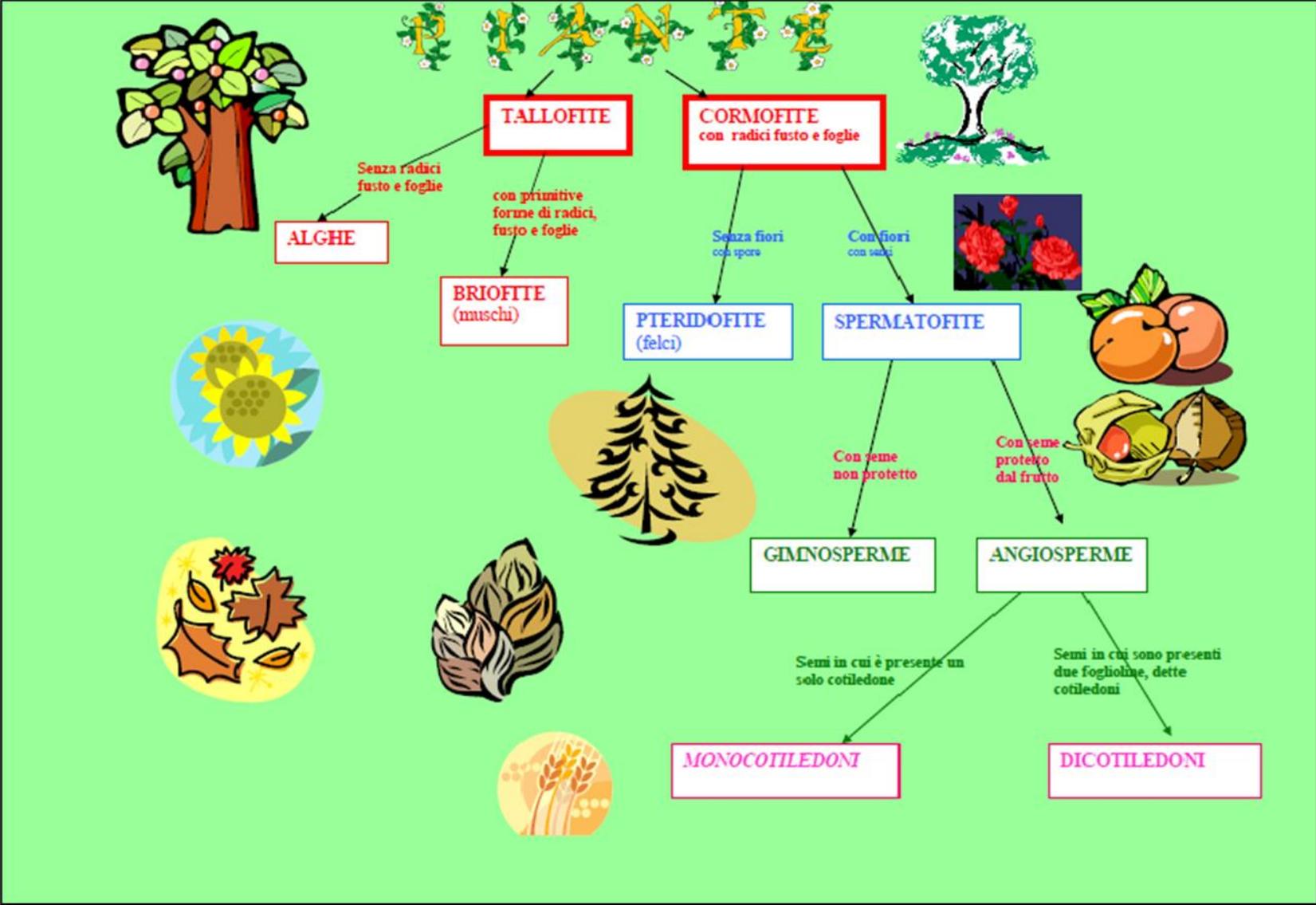


Nel 2004 sono stati definiti 2 DOMINI:

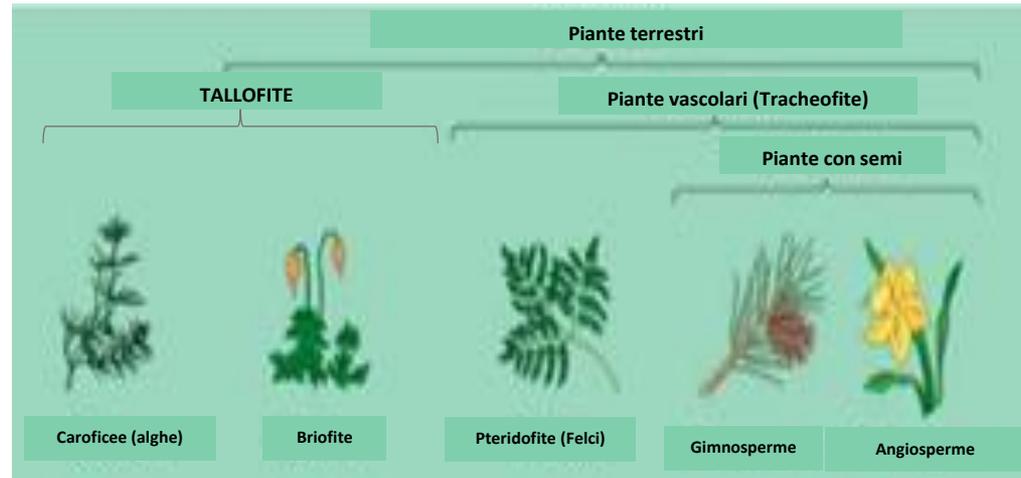
- **Eukaryota (EUCARIOTI):** prevalentemente pluricellulari (10-100  $\mu\text{m}$ ), membrana nucleare, DNA in cromosomi, organelli con membrana
- **Prokaryota (PROCARIOTI):** unicellulari (0.1 - 5  $\mu\text{m}$ ), DNA disperso, privi di organelli, termofili (archaea), alcuni eterotrofi altri autotrofi (cianobatteri)



# REGNO PLANTAE



**TALLOFITE** e **CORMOFITE** rappresentano due ben distinte categorie di organismi, la cui evoluzione è stata imposta da differenti fattori ambientali

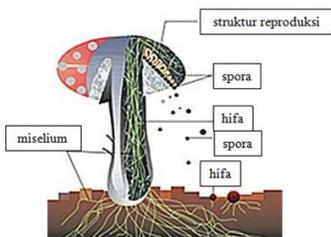


## TALLOFITE

- ✓ *Corpo = TALLO*;
- ✓ Pseudo-tessuti (filamenti cellulari intrecciati)
- ✓ Funzioni **NON** differenziate
- ✓ Si riproducono tramite la dispersione di spore
- ✓ *Vita acquatica*

## VASCOLARI TRACHEOFITE CORMOFITE

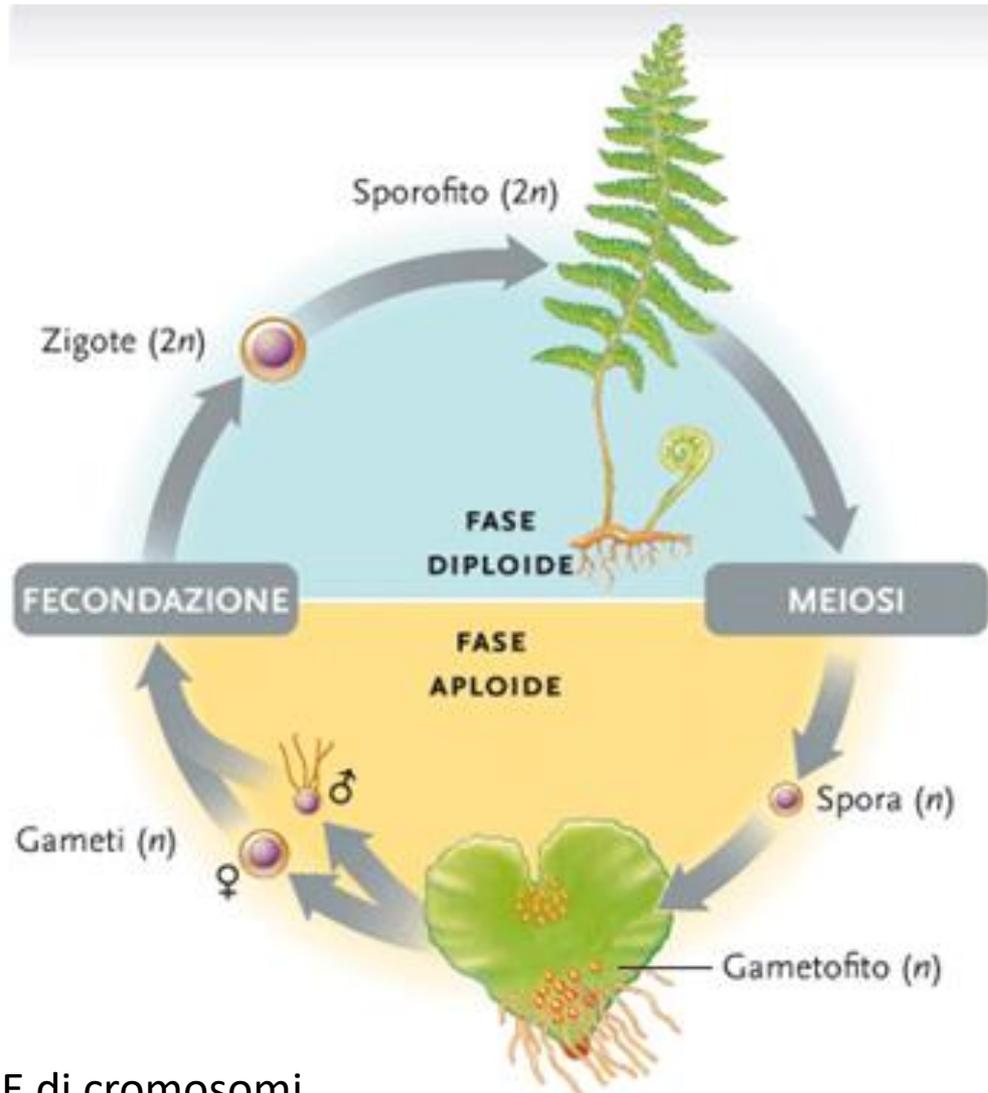
- ✓ *corpo = CORMO*
- ✓ tessuti differenziati (radice fusto foglie)
- ✓ funzioni differenziate
- ✓ *vita sulla terraferma*



Nel **TALLO** tutte le cellule sono uguali, non differenziate, in continuità citoplasmatica, si possono formare strutture anche molto complesse  
Nel **CORMO** le cellule sono differenziate con funzioni specializzate

## *Ciclo vitale della maggior parte delle piante*

Nelle piante, la lunghezza relativa delle due fasi è molto variabile



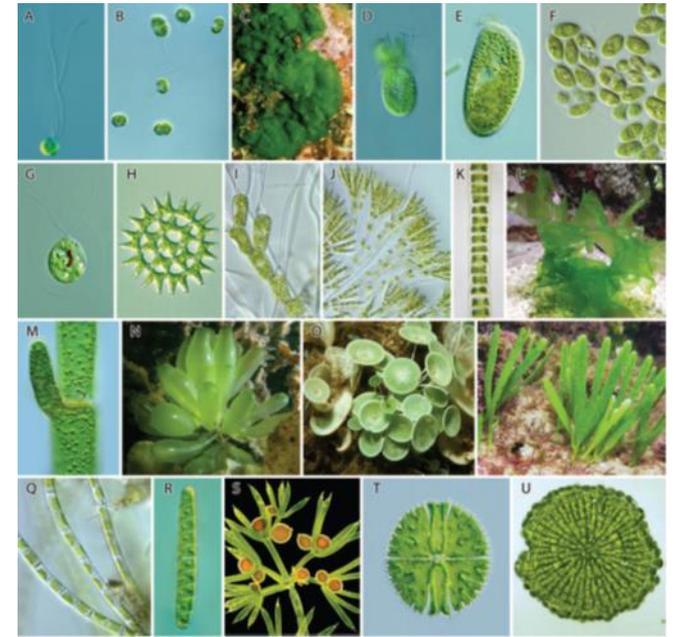
**n** = numero APLOIDE di cromosomi

**2n** = numero DIPLOIDE di cromosomi

## Le alghe

evolute in ambienti acquatici ma possono essere presenti in luoghi molto umidi in forme microscopiche o molto ridotte

- Organismi autotrofi fotosintetici (fotoautotrofi) contengono clorofilla variamente colorati
- Tipicamente acquatici (marine o acque dolci)
- Unicellulari e pluricellulari (fino 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*

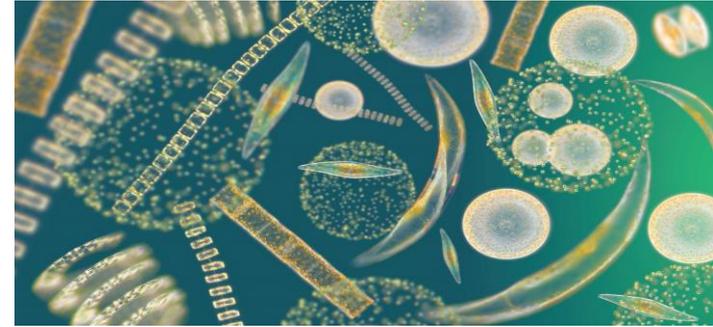


Biodiversità delle alghe verdi *Viridiplantae* i cui geni si sono diffusi in altri eucarioti



## **Alge unicellulari: Il Plancton**

Pressoché invisibile a occhio nudo, costituisce circa il 95% della biomassa dei mari e dei fiumi ed è alla base di tutta la catena alimentare marina. Il Plancton rilascia piccole, ma percepibili quantità di metilsolfato responsabile del caratteristico “odore di mare”



## **Alge pluricellulari**

Evoluti in ambienti principalmente acquatici hanno un corpo poco specializzato, privo di tutto quel complesso di strutture necessarie al trasporto ed alla conservazione dell'acqua presente nelle piante che vivono sulle terre emerse



# Alternanza di generazioni

## *ciclo aplo-diplonte*

Importante adattamento all'ambiente terrestre

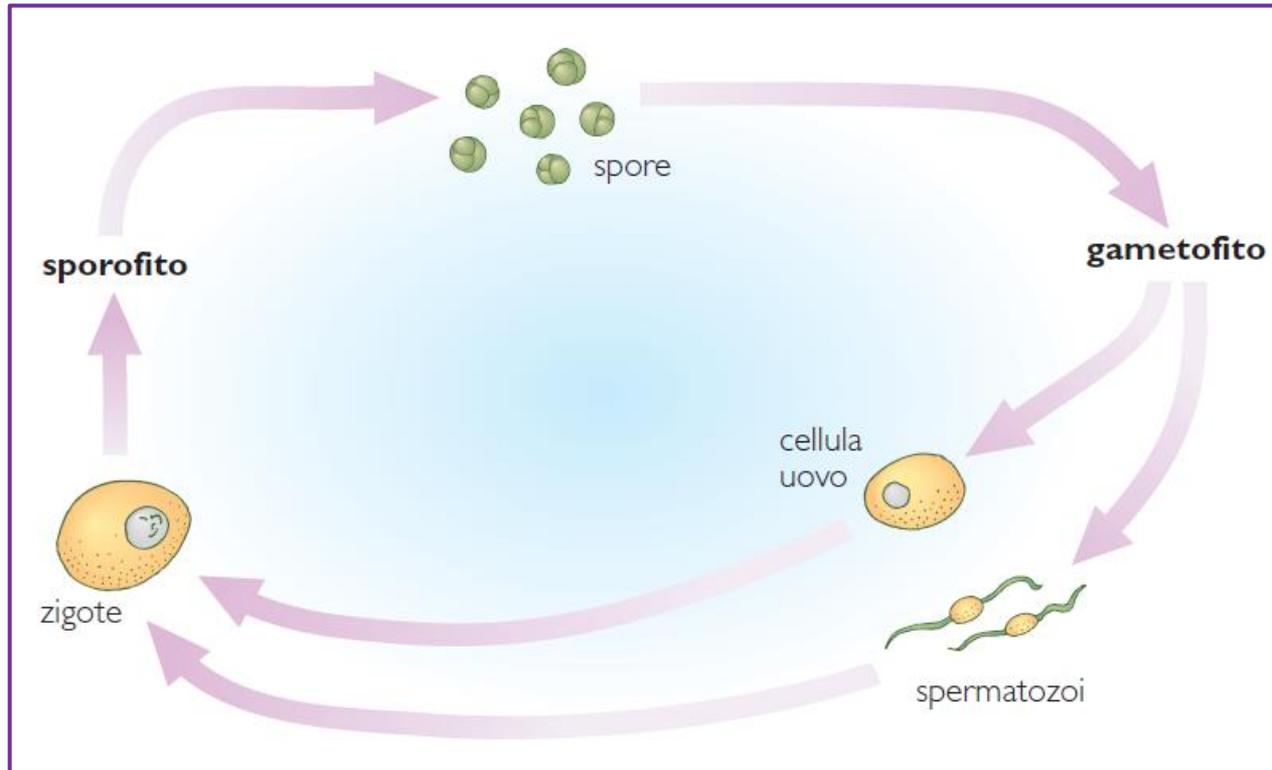
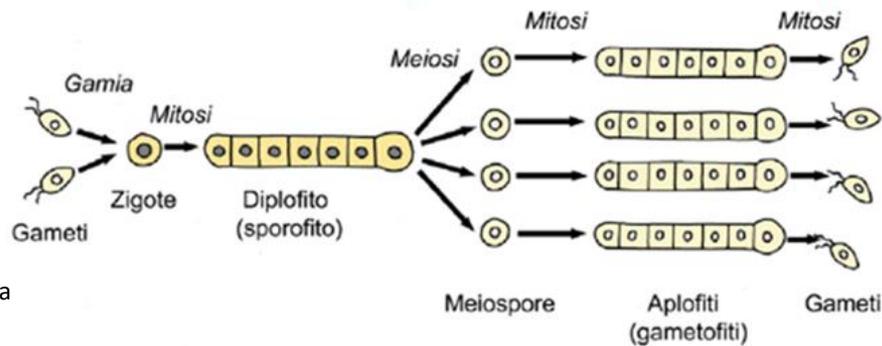


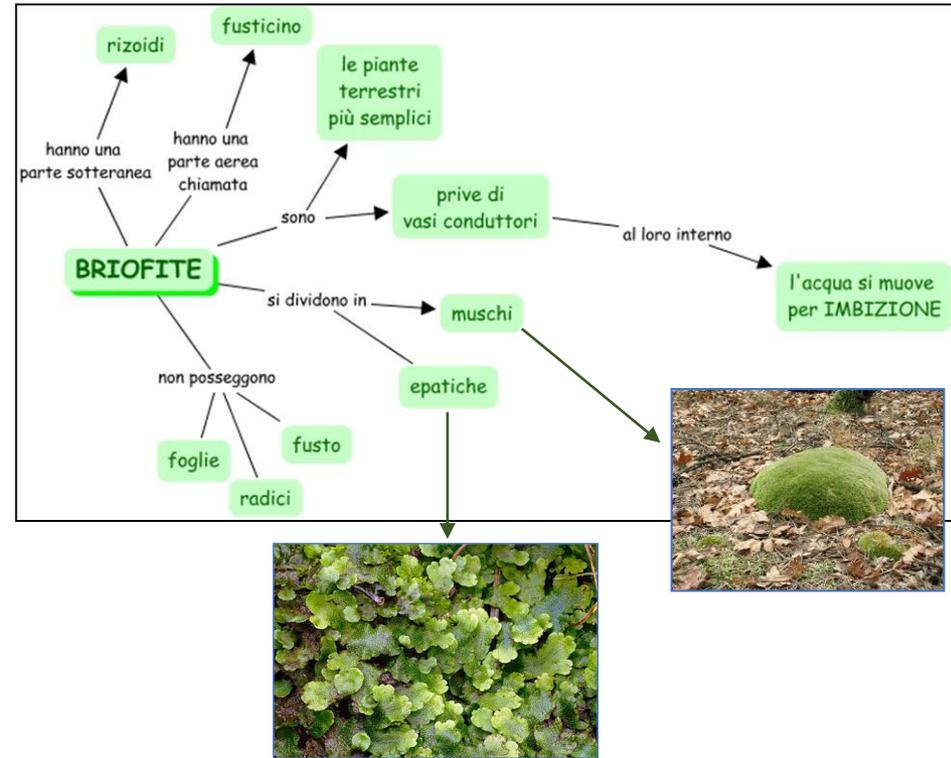
Foto dal Web: La varietà delle piante



# Le Briofite

Piante di transizione tra le alghe verdi carioficee e le piante vascolari  
Prime piante colonizzatrici delle terre emerse (i muschi)

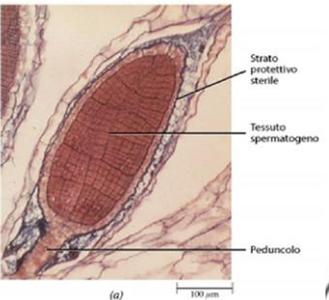
- Tallo di piccole dimensioni e appiattito (EPATICHE), ma con alcune strutture tipiche del cormo (MUSCHI)
- Tipiche dei luoghi umidi
- Riproduzione in acqua; aplodiplonti con predominanza aploide (gametofito)
- Simbiosi con funghi e cianobatteri che collaborano all'assunzione dei nutrienti



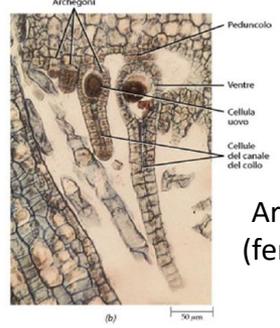
Nel XIX secolo si riteneva che potessero curare alcune patologie del fegato



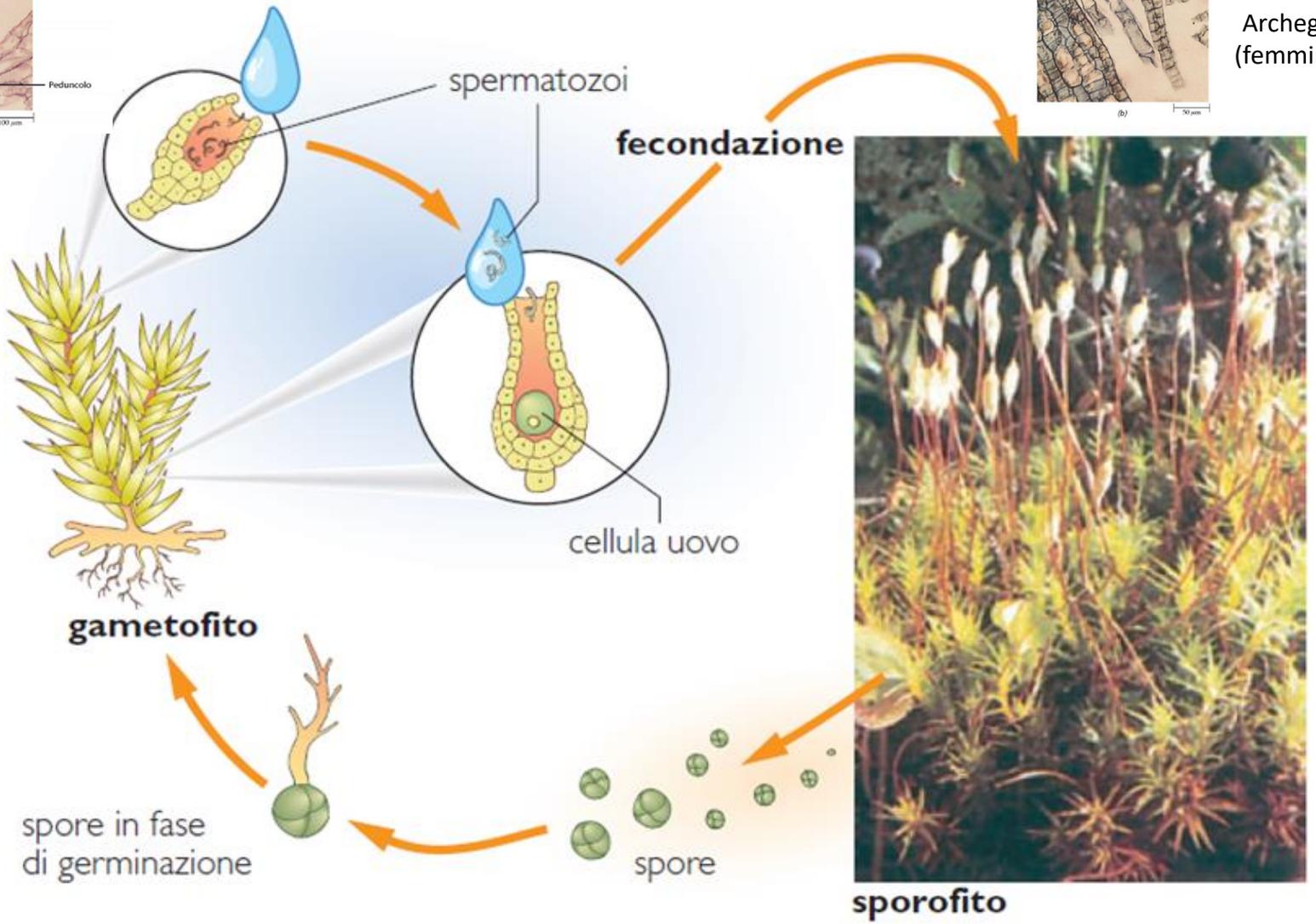
# Ciclo vitale delle Briofite



Anteridi (maschile)



Archegoni (femminile)

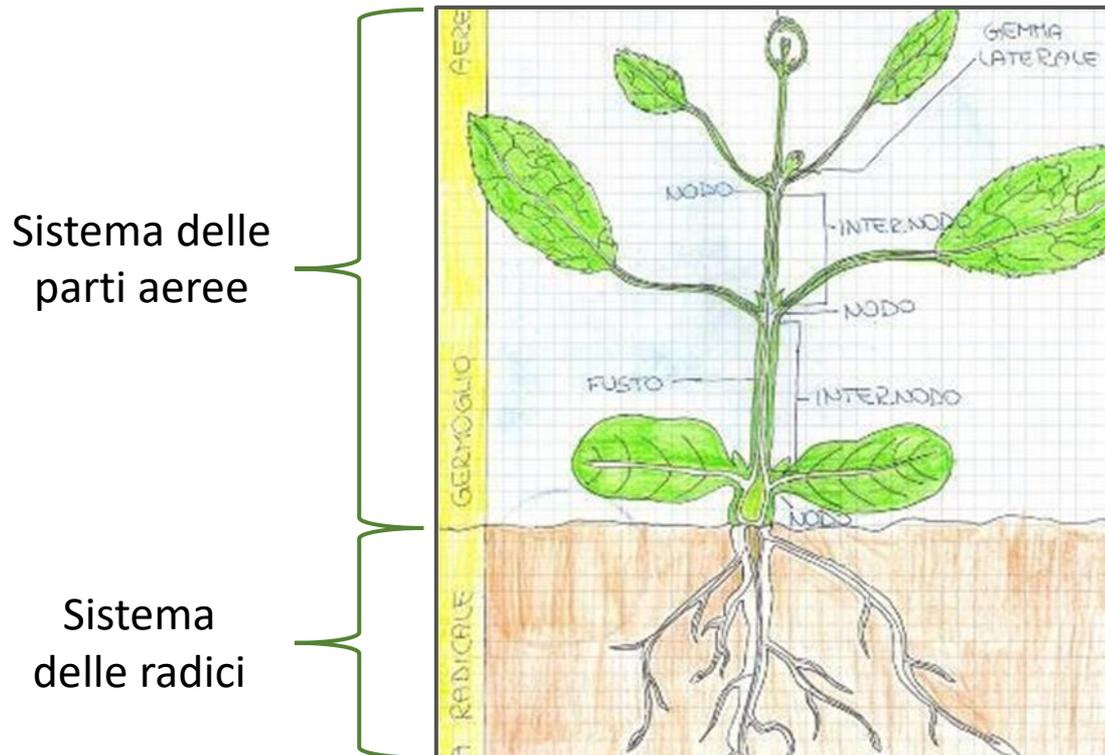


# LE PIANTE TERRESTRI: PIANTE VASCOLARI – TRACHEOFITE

Evolute dalle Briofite (Devoniano)

Piante con il **CORMO**: tessuti specializzati alle diverse funzioni (sostegno, conduzione, fotosintesi, traspirazione)

Si riproducono tramite la dispersione di semi



Ogni organo vegetale consiste di diversi **tessuti** che contengono molti tipi cellulari



Le strutture (organi) che assolvono le funzioni vegetative:

## **RADICE, FUSTO, FOGLIA**

La **radice** è l'organo dedicato all'assorbimento dell'acqua e dei sali in essa contenuti, consente alla pianta di rimanere salda al suolo, è coinvolta nella produzione di ormoni ed è implicata in vari processi di simbiosi

Il **fusto** è la struttura portante di una pianta, ha diverse caratteristiche in comune con la radice e, attraverso i canali vascolari, costituisce il tramite fra le strutture assorbenti e quelle produttrici

La **foglia** è l'organo della pianta dedicato alla "cattura" dell'energia solare e al suo "stoccaggio" tramite il processo della *fotosintesi clorofilliana*, oltre che alla traspirazione che permette alla pianta di eliminare vapor d'acqua

# REGNO DELLE PIANTE

**BRIOFITE** (prive di sistema vascolare)

**TRACHEOFITE** (con sistema vascolare)

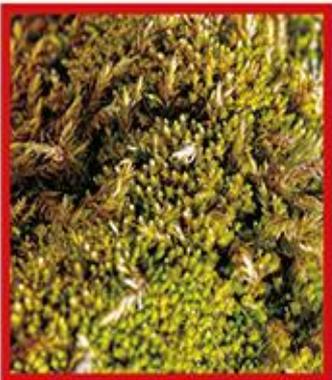
**PTERIDOFITE** (senza semi)

**SPERMATOFITE** (con semi)

**GIMNOSPERME** (senza fiori)

**ANGIOSPERME** (con fiori e frutti)

*Piante superiori*  
Ordoviciano, 510 – 439  
mln di anni fa



seme "nudo"

seme "protetto"

*Crittogame vascolari*  
Devoniano, 408 e 387  
mln di anni fa

## PTERIDOFITE (Crittogame vascolari)

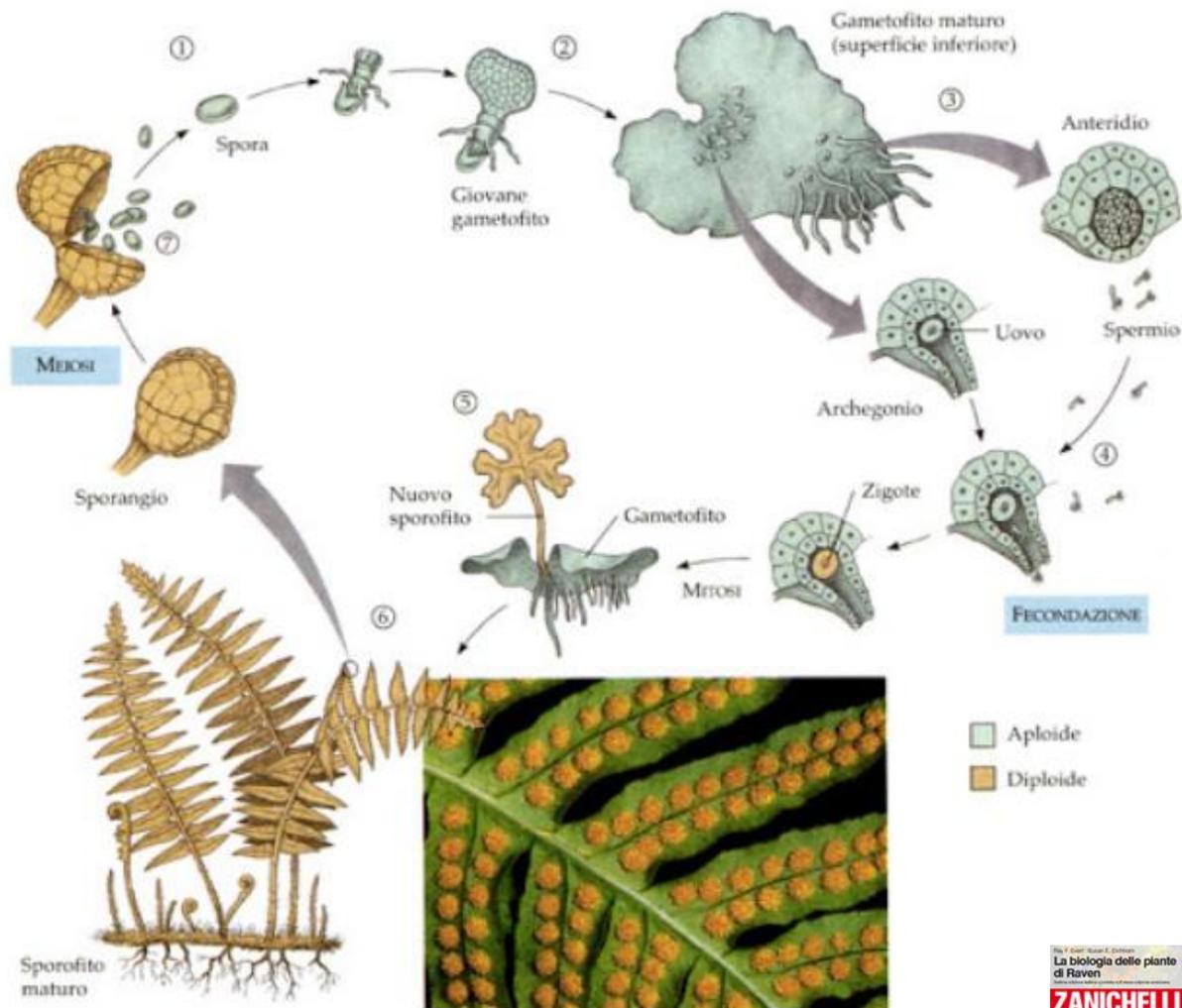
Licopodi, Equiseti, Felci



- Piante senza fiori e semi
- Cormo con organi differenziati in tessuti (conduttori e sostegno)
- Presenza della cuticola e degli stomi (impermeabilità e scambi gassosi)
- Si riproducono per **SPORE** = singola cellula da cui ha origine una nuova piantina
- Ciclo riproduttivo in predominanza diploide (sporofito) e in acqua (sono più evolute delle alghe)
- 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)

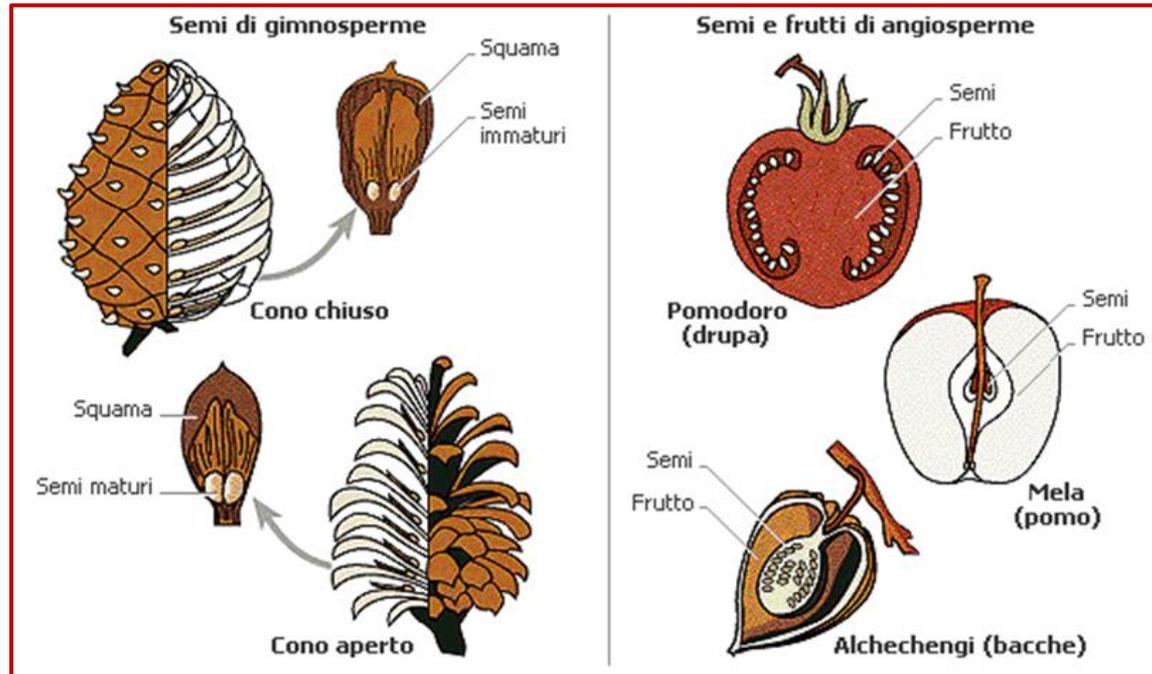
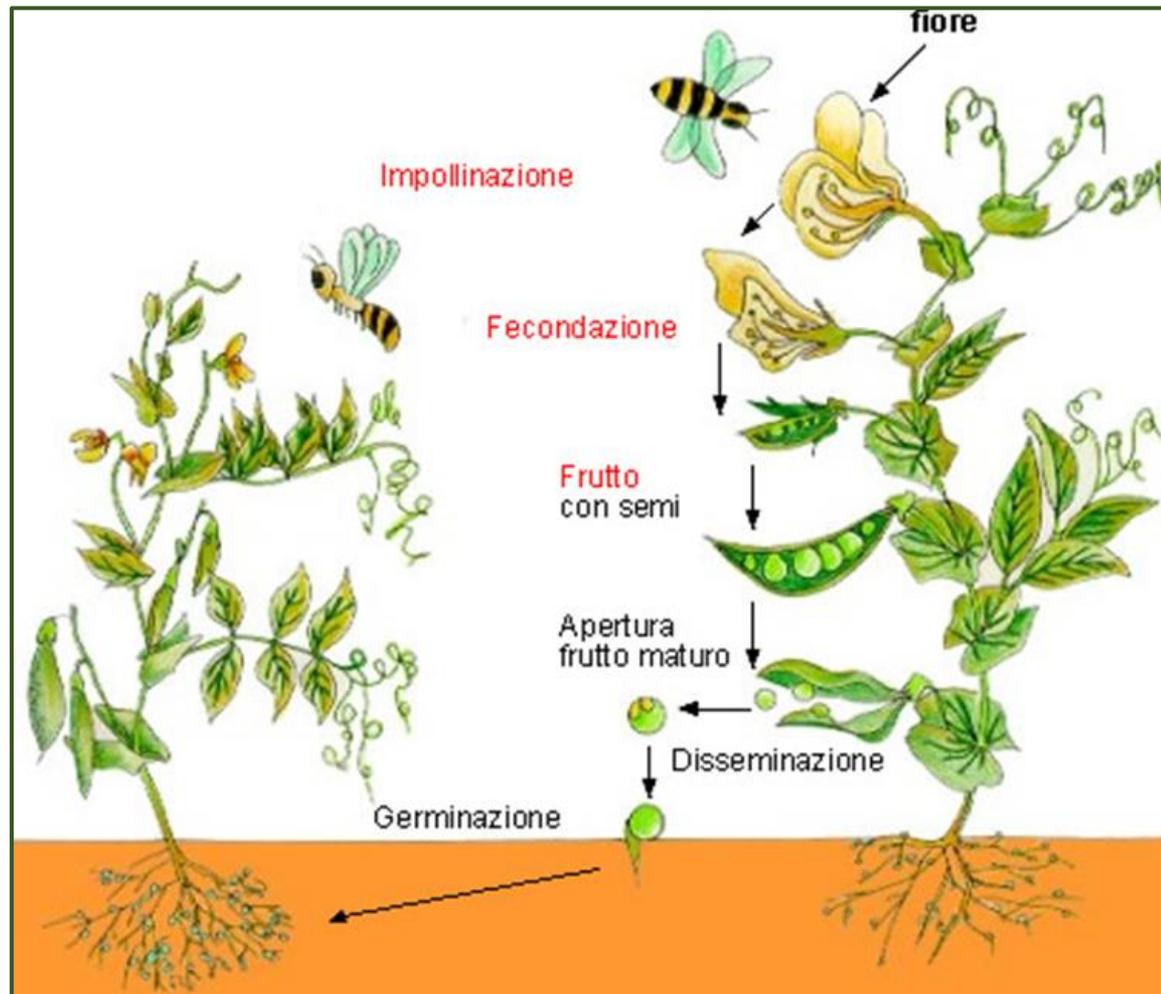


Foto dal Web

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

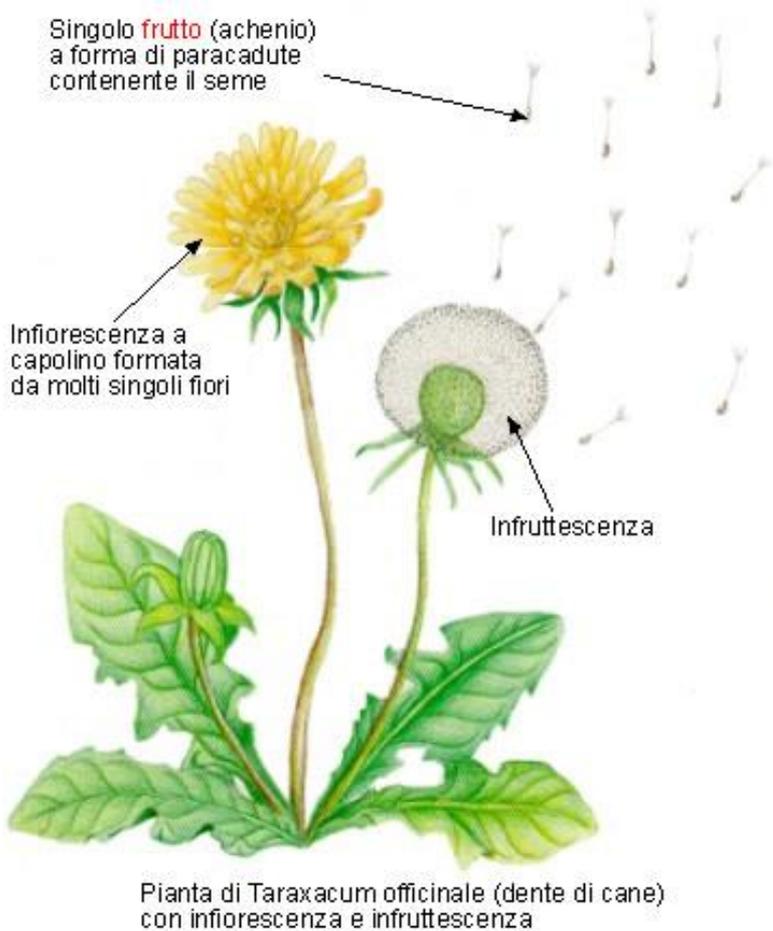
## La comparsa del seme è un vantaggio evolutivo

- Essendo piccolo può essere trasportato anche a notevoli distanze dalla pianta madre
- Resta vitale anche per lunghissimi periodi prima di germinare



## Tipi di disseminazione.....

- **Autocora:** i semi cadono al suolo o vengono lanciati a breve distanza o interrati grazie a movimenti dei peduncoli fiorali che si incurvano fino a terra
- **Anemocora:** i semi sono trasportati dal *vento*
- **Zoocora:** i semi sono trasportati dagli *animali*
- **Idrocora:** i semi sono trasportati dall'*acqua*



# GIMNOSPERME

Carbonifero

- Dominanti negli ambienti terrestri (completo abbandono ambiente acquatico)
- Il frutto è una PIGNA che contiene i semi
- Piante a seme nudo: i semi sono protetti da squamette verdi (CONI) che diventano legnose ma sono esposti all'ambiente esterno, almeno per una piccola porzione (micropilo) es. tra le squame della pigna
- Presenza di organi e tessuti specializzati (foglie, fusto, radice)
- Legno omoxilo: solo tracheidi
- Molti cotiledoni (fino a 15)



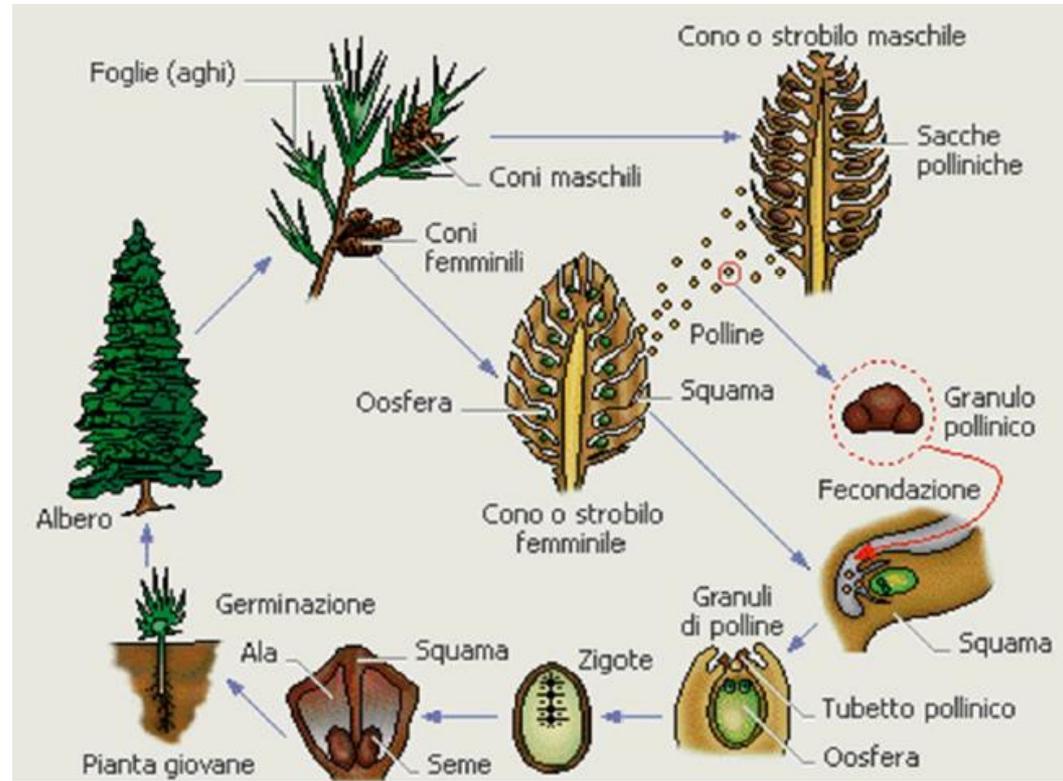
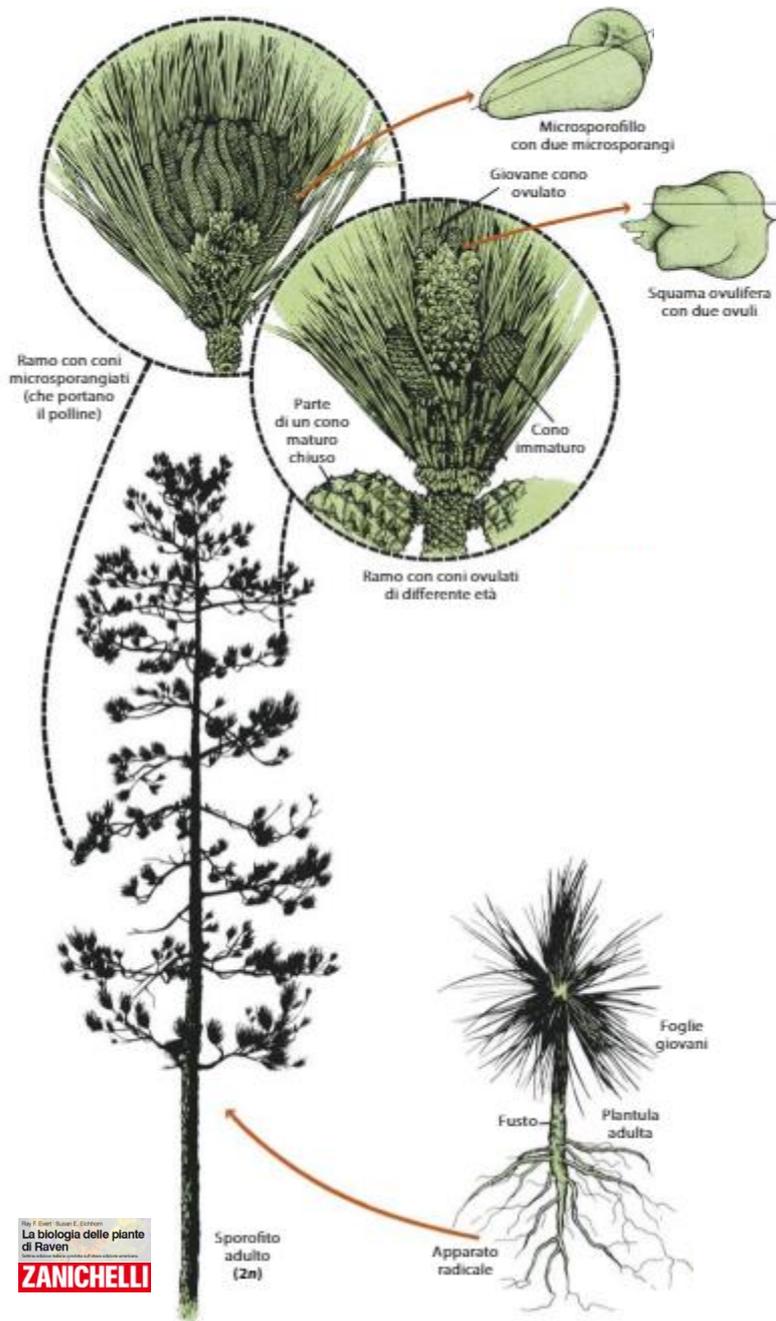


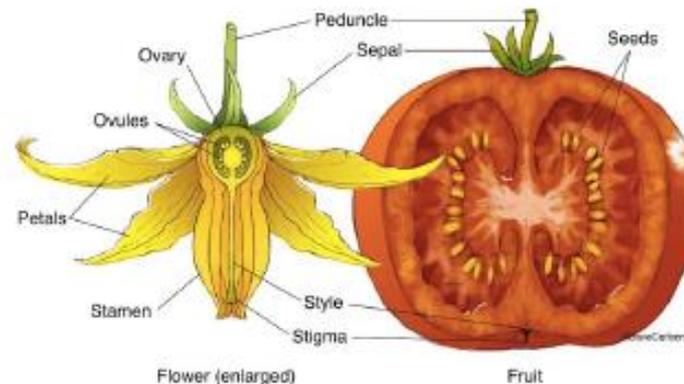
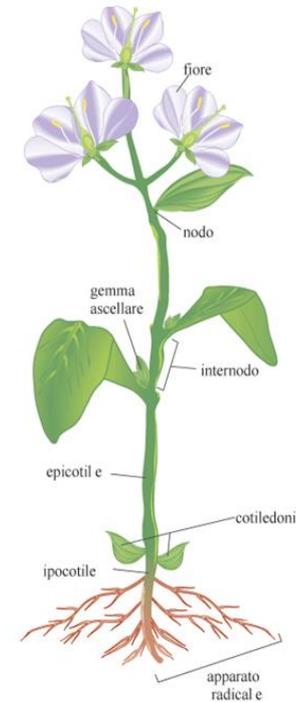
Foto dal Web

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

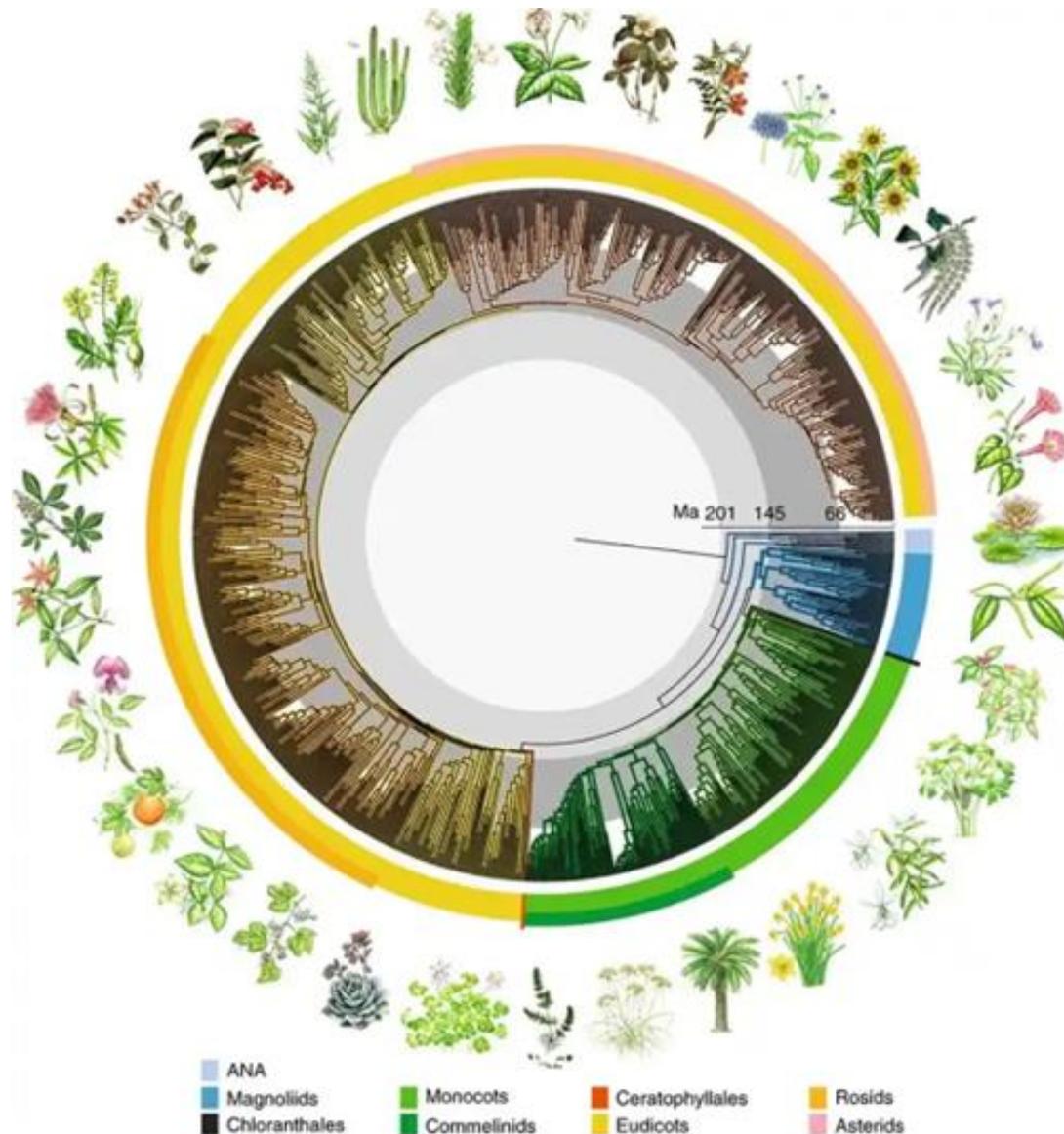
# ANGIOSPERME

Spermatofite più evolute e diffuse  
CRETACEO

- Piante a seme protetto: Il seme è sempre avvolto da un frutto
- Presenza di organi e tessuti altamente specializzati
- Maggiormente autotrofe ma esistono specie parassite o saprofite
- Gli ovuli (gameti femminili) sono racchiusi in una struttura protettiva (**OVARIO**) formato da foglie modificate, l'ovulo fecondato si trasforma in seme e l'ovario si trasforma in frutto
- Legno eteroxilo: tracheidi e trachee
- Presenza di uno o due cotiledoni (Monocotiledoni e Dicotiledoni)



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



**54 Famiglie (90.000 specie)**

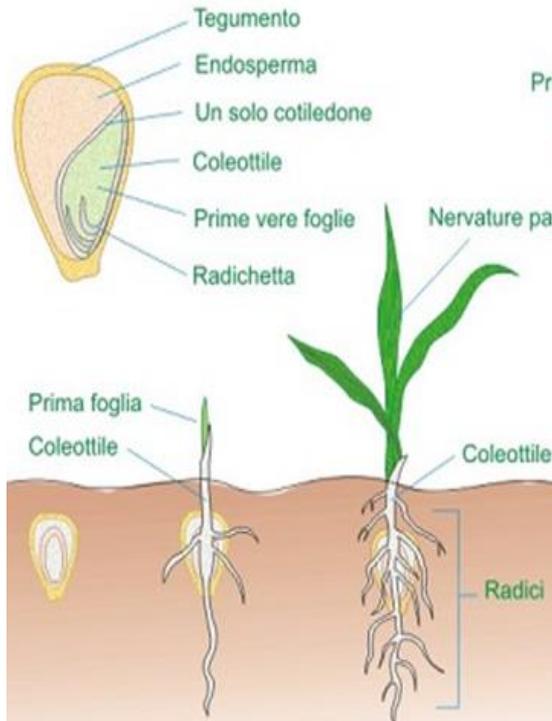
**Poaceae:** frumento, riso, mais

**Palmaceae:** cocco, dattero

**Musaceae:** banana

**Liliaceae:** cipolla, porro, aglio

## MONOCOTILEDONI



## DICOTILEDONI

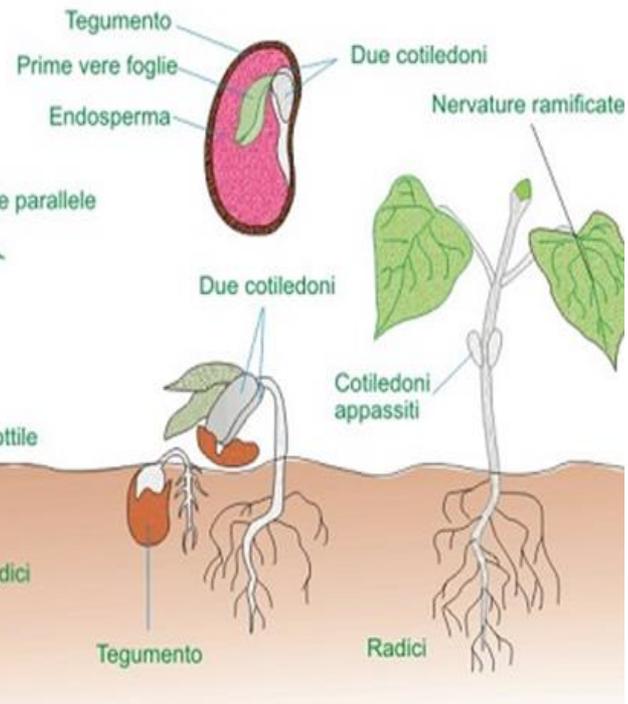


Foto dal Web

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)**

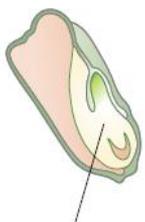
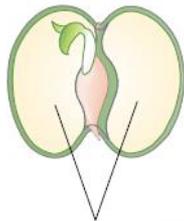
**Fabaceae:** fagiolo

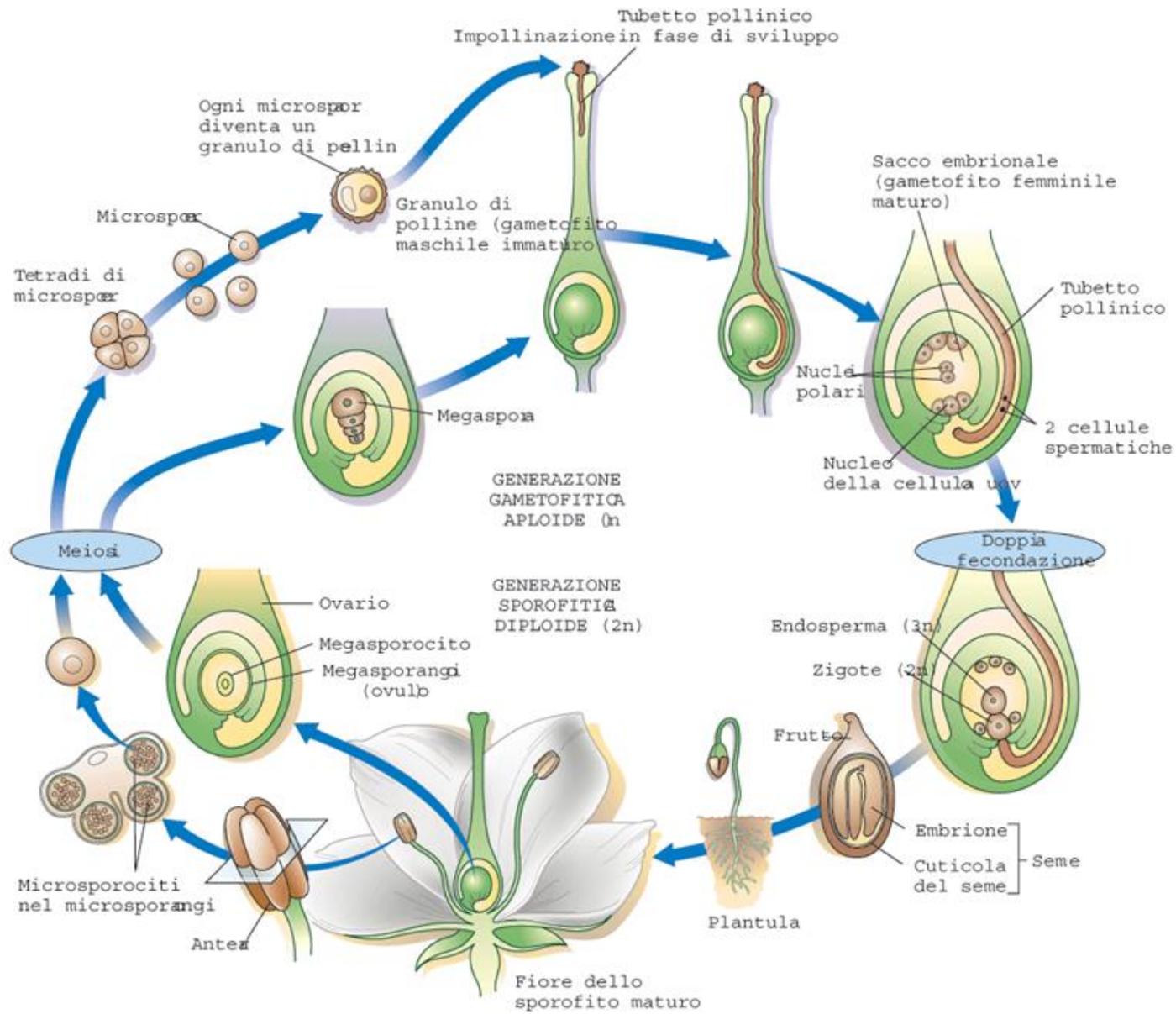
**Solanaceae:** pomodoro, melanzana

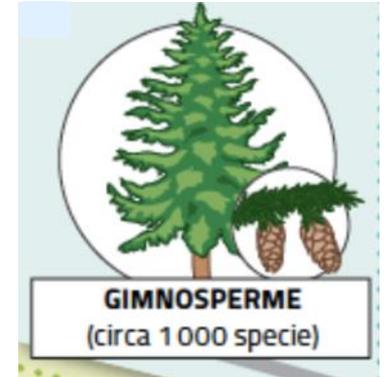
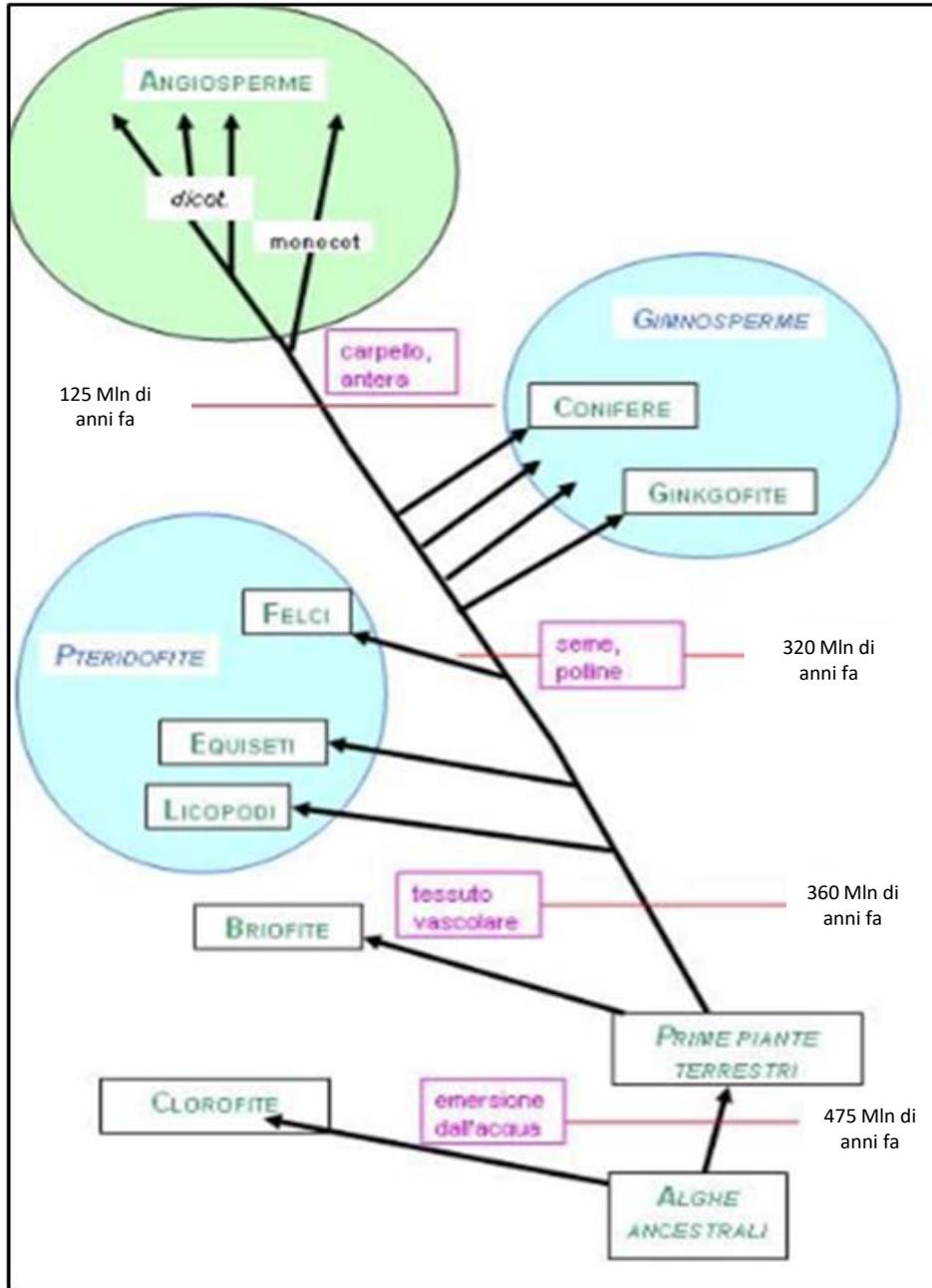
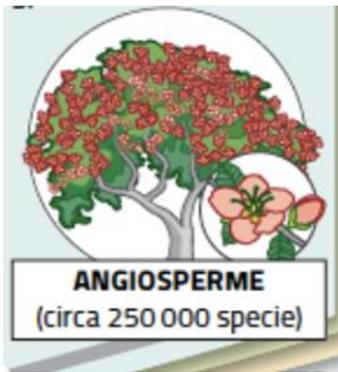
**Brassicaceae:** cavolo, ravanella

**Rosaceae:** melo, pesco

**Compositae:** lattuga, carciofo

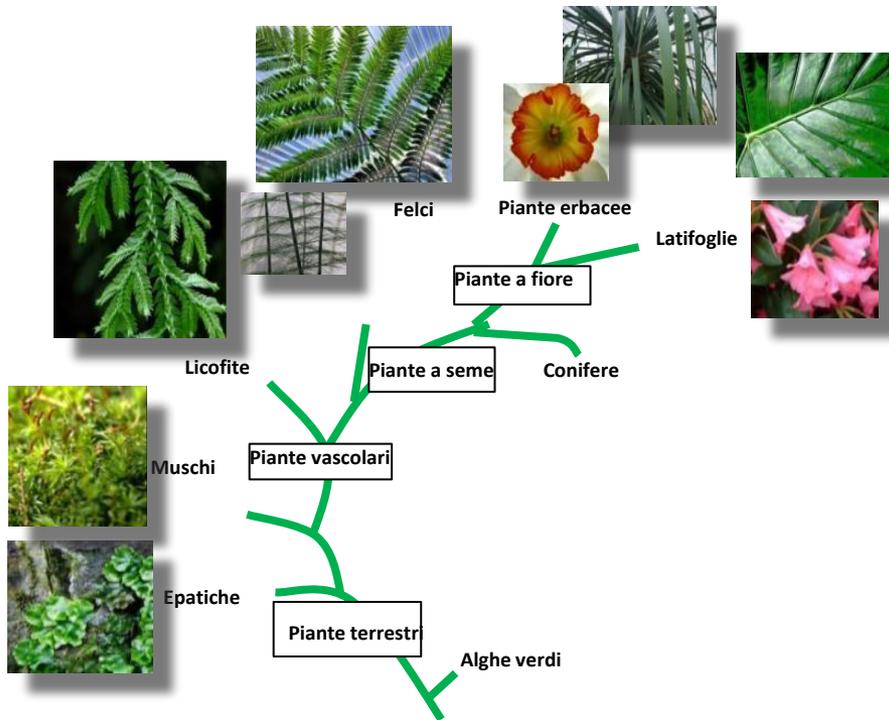
	numero di cotiledoni	struttura della radice	disposizione dei vasi conduttori	nervature delle foglie	struttura del fiore
<b>monocotiledoni</b>	 un cotiledone	 fasciolata	 vasi con disposizione sparsa	 nervature di solito parallele	 di solito presenti in numero di tre
<b>dicotiledoni</b>	 due cotiledoni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



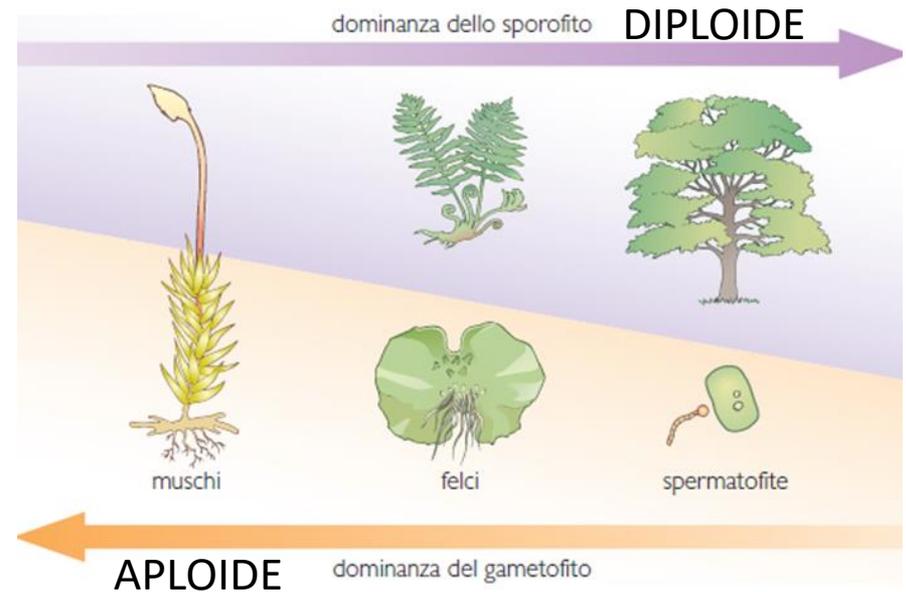


# Le piante hanno evoluto la capacità di colonizzare ambienti terrestri differenti grazie a specifici adattamenti

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



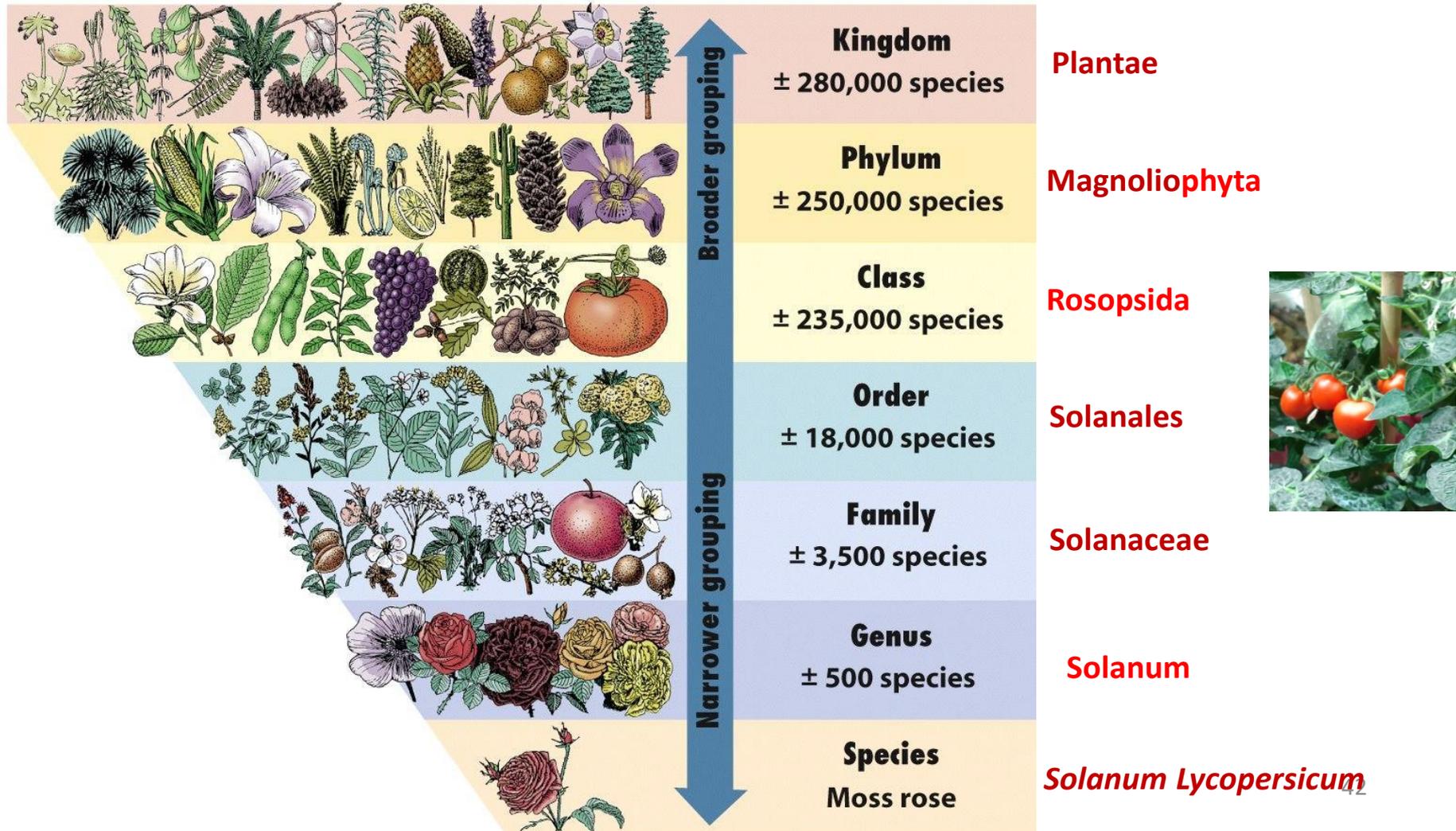
- Approvvigionamento di acqua
- Trasporto dell'acqua e nutrienti
- Sostegno
- Protezione dei gameti
- Vettori per la fecondazione
- Fotosintesi



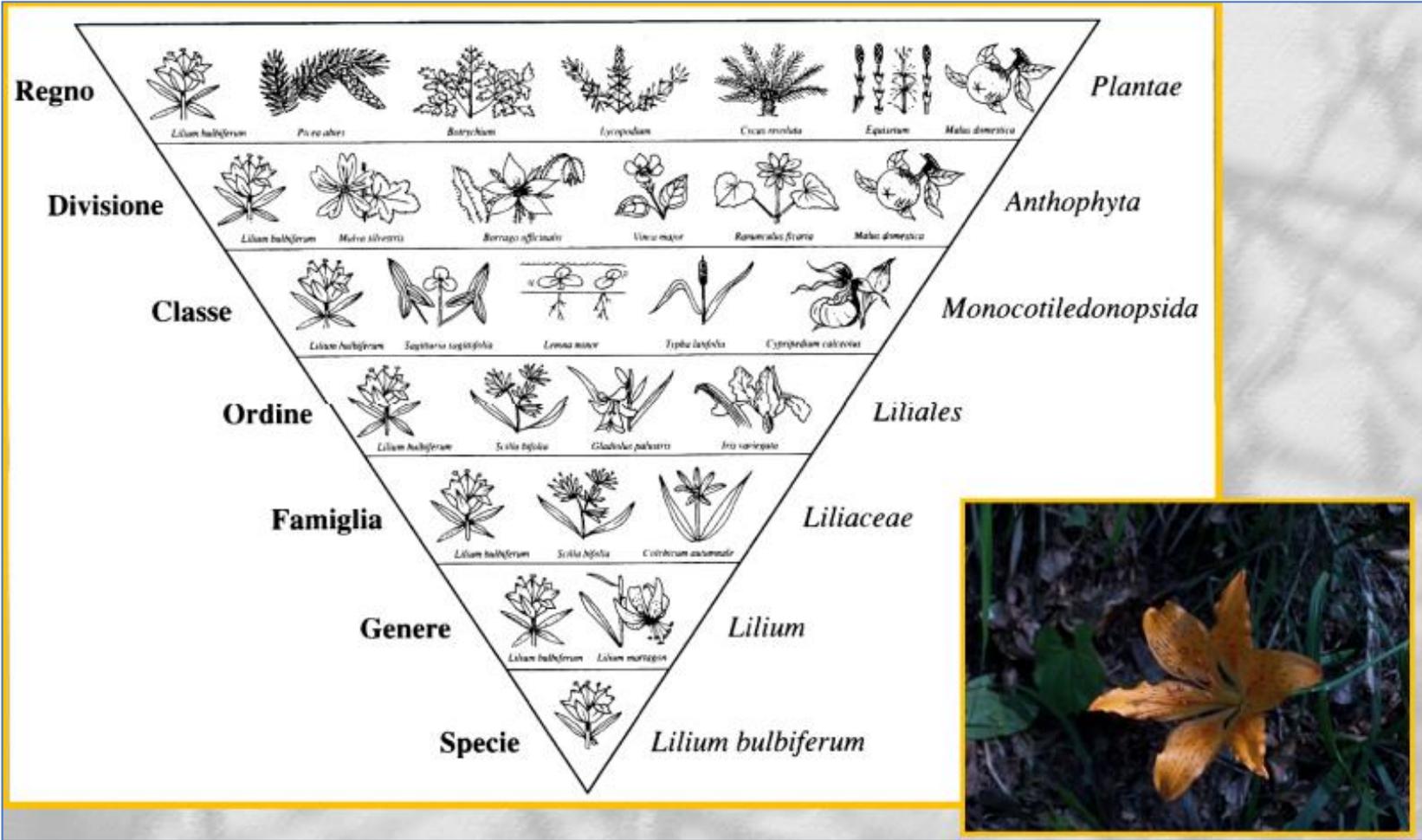
*Classificare i viventi ci aiuta a comprenderne la diversità*

**Tassonomia:** Identificazione, denominazione, classificazione delle specie

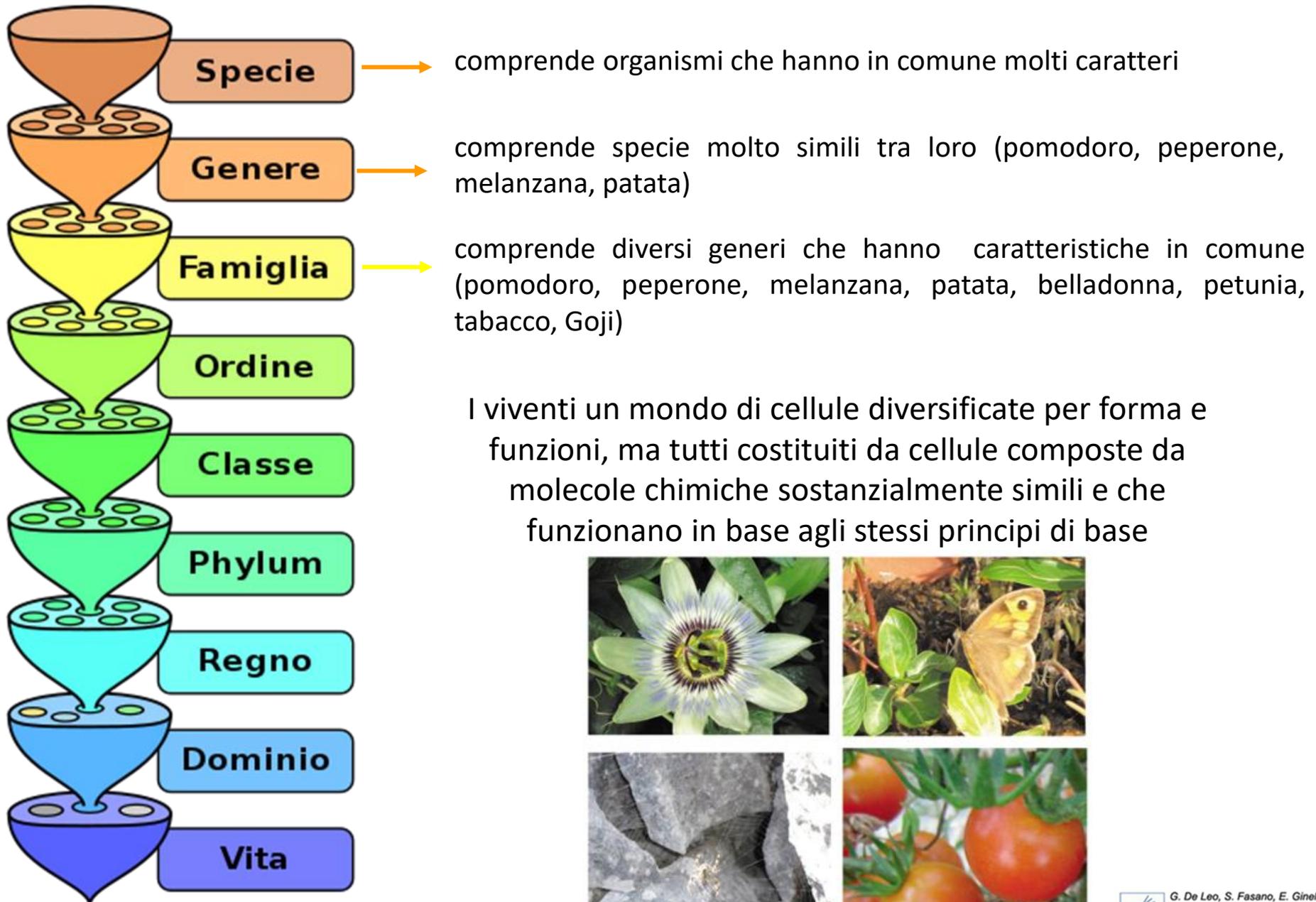
Un **taxon** (plurale **taxa**) è un raggruppamento di organismi distinguibili morfologicamente e geneticamente da altri sulla base di uno schema di classificazione



# Esempio: giglio rosso (*Lilium bulbiferum*)



# La classificazione delle forme viventi è fondata su un sistema gerarchico



I viventi un mondo di cellule diversificate per forma e funzioni, ma tutti costituiti da cellule composte da molecole chimiche sostanzialmente simili e che funzionano in base agli stessi principi di base



# Nomenclatura binomia

I nomi scientifici sono *binomiali* perché formati da due elementi  
“*Species plantarum*” (Linneo, 1753)

- 1.GENERE:** ad ogni nome corrisponde uno ed un solo genere (es. *Solanum*)
- 2.SPECIE:** può essere utilizzato per piante diverse (es. *Lycopersicum*)

Solo l'intero binomio latino identifica la specie in modo univoco

Genere

Epiteto specifico

Lettera maiuscola

Autore

*Solanum lycopersicum* L.

L = Linneo

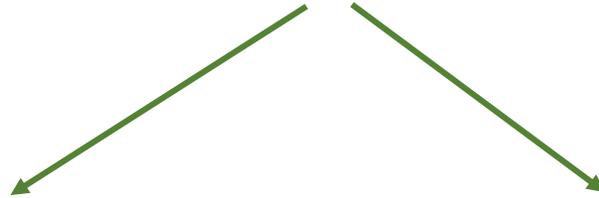


Carl Von Linné (Carlo Linneo) 1707-1778



“Il filo di Arianna della botanica è il sistema,  
senza il quale la conoscenza delle piante cade nel caos”  
“*Philosophia botanica*” (1770)

# Ogni pianta è il risultato di due fattori



Il materiale genetico  
contenuto in ogni cellula



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

L'ambiente in cui  
la pianta cresce

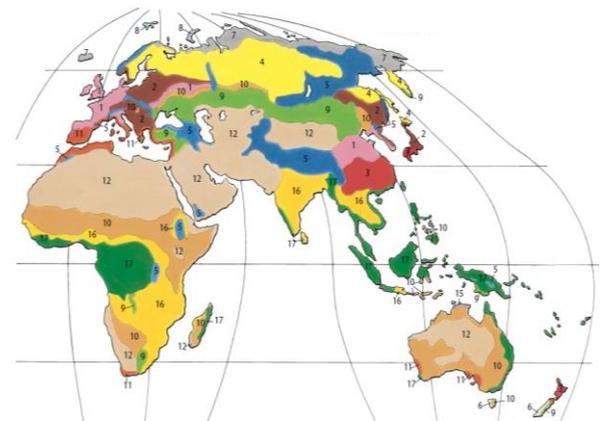


L'**Ecologia vegetale** studia gli effetti  
delle pressioni ambientali sulle piante

Gameti (polline)

	$\frac{1}{4}$ RY	$\frac{1}{4}$ Ry	$\frac{1}{4}$ rY	$\frac{1}{4}$ ry
$\frac{1}{4}$ RY	 $\frac{1}{16}$ RR YY	 $\frac{1}{16}$ RR Yy	 $\frac{1}{16}$ Rr YY	 $\frac{1}{16}$ Rr Yy
$\frac{1}{4}$ Ry	 $\frac{1}{16}$ RR Yy	 $\frac{1}{16}$ RR yy	 $\frac{1}{16}$ Rr Yy	 $\frac{1}{16}$ Rr yy
$\frac{1}{4}$ rY	 $\frac{1}{16}$ Rr YY	 $\frac{1}{16}$ Rr Yy	 $\frac{1}{16}$ rr YY	 $\frac{1}{16}$ rr Yy
$\frac{1}{4}$ ry	 $\frac{1}{16}$ 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



# Gli studi di Mendel rivelarono le leggi dell'ereditarietà



Il fondatore della genetica,  
Gregor Mendel (1822 – 1884)



Pianta oggetto degli esperimenti di Mendel: il pisello da giardino (*pisum sativum*)

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

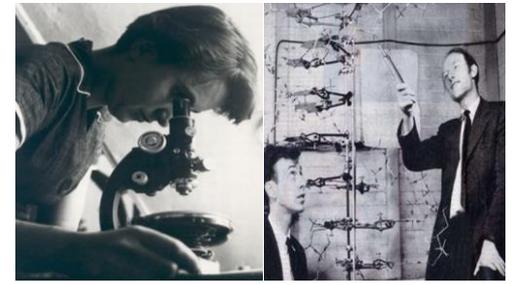
Carattere	Incrocio	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>		Rapporto
Forma del seme	liscio × rugoso	 Tutti lisci	 5474 lisci	 1850 rugosi	2,96:1
Colore del seme	giallo × verde	 Tutti gialli	 6022 gialli	 2001 verdi	3,01:1
Forma del baccello	pieno × irregolare	 Tutti pieni	 882 pieni	 299 irregolari	2,95:1
Colore del baccello	verde × giallo	 Tutti verdi	 428 verdi	 152 gialli	2,82:1
Colore del fiore	porpora × bianco	 Tutti porpora	 705 porpora	 224 bianchi	3,15:1
Posizione del fiore	assiale × terminale	 Tutti assiali	 651 assiali	 207 terminali	3,14:1
Lunghezza dello stelo	alto × nano	 Tutti alti	 787 alti	 277 nani	2,84:1

**Figura 4.4**

Sono rappresentati gli incroci effettuati da Mendel nei piselli con i 7 diversi caratteri studiati, i risultati ottenuti nelle prime due generazioni e i rapporti nella discendenza.

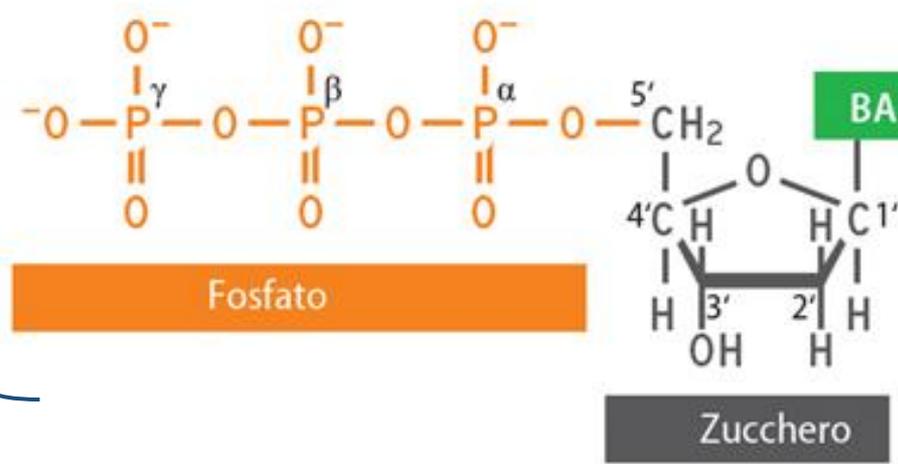
# Acidi nucleici

**DNA:** acido deossiribonucleico  
**RNA:** acido ribonucleico

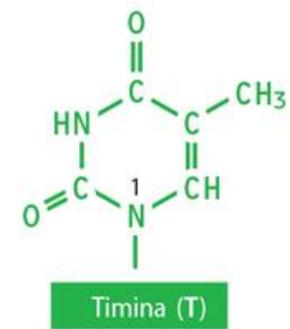
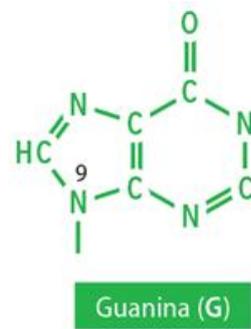
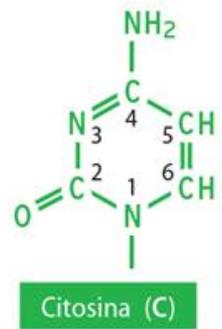
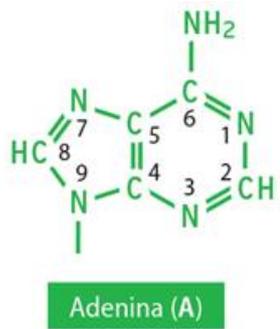


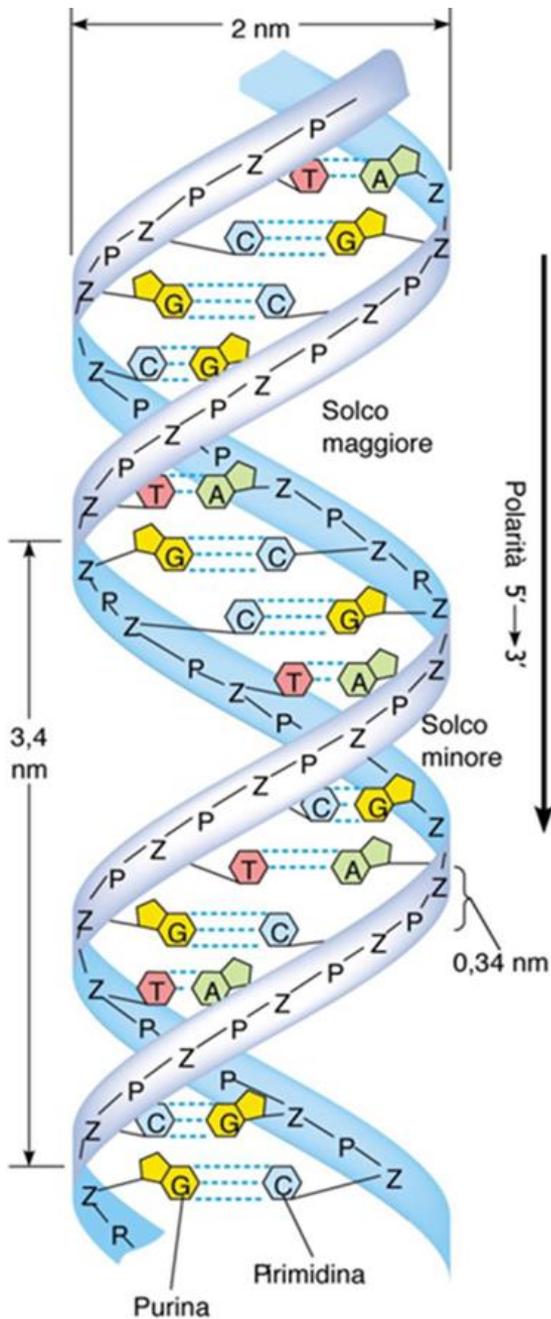
Rosalind Elsie Franklind fotografa il DNA  
 Watson e Crick scoprono la struttura del DNA

# NUCLEOTIDE



*Zucchero aldopentoso:*  
 DNA: 2-Deossi-D-ribosio  
 RNA: D-ribosio





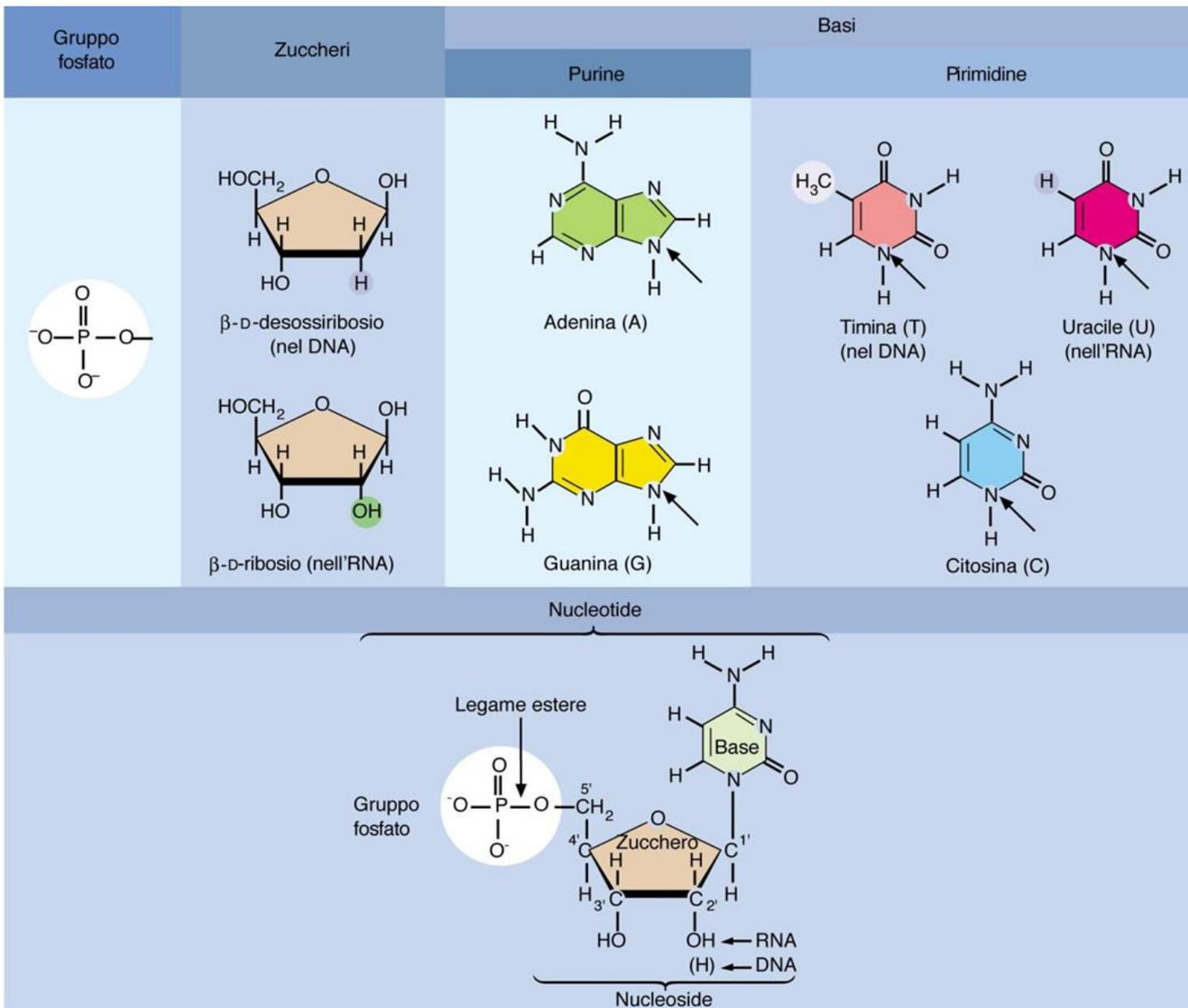
A Doppia elica

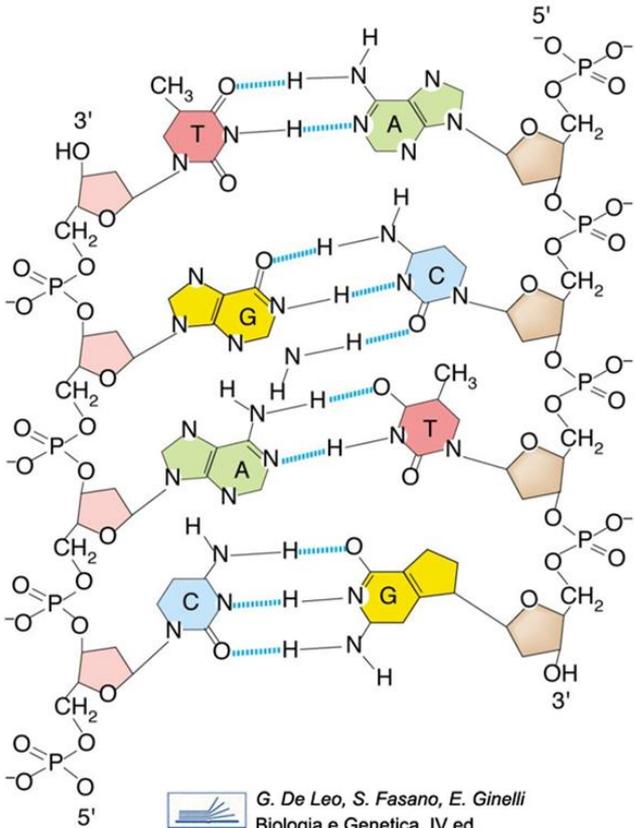
Gli acidi nucleici sono catene di nucleotidi legati attraverso un legame FOSFODIESTERE che si forma fra il gruppo OH in 3' di un nucleotide e il C in 5' fosforilato del nucleotide successivo

Le basi azotate sono all'interno dell'elica e parallele tra loro

Lo scheletro è formato dall'alternanza di fosfato/zucchero (ribosio o deossiribosio), ogni zucchero dello scheletro lega una base azotata.

Il legame fosfodiesterico crea l'impalcatura ripetitiva zucchero-fosfato e conferisce una definita POLARITA'





G. De Leo, S. Fasano, E. Ginelli  
 Biologia e Genetica, IV ed.  
 EdiSES Università

Ogni base presente su un filamento  
 forma un legame con la base  
 presente sul filamento opposto



## APPAIAMENTO COMPLEMENTARE

Una grande base purinica si appaia sempre con  
 una piccola base pirimidinica

~~purina - purina~~  
~~pirimidina - pirimidina~~

La quantità di A è sempre uguale alla quantità di T  
 La quantità di C è sempre uguale alla quantità di G



$$A+G = C+T$$

**NUCLEOSIDI:** base azotata + zucchero

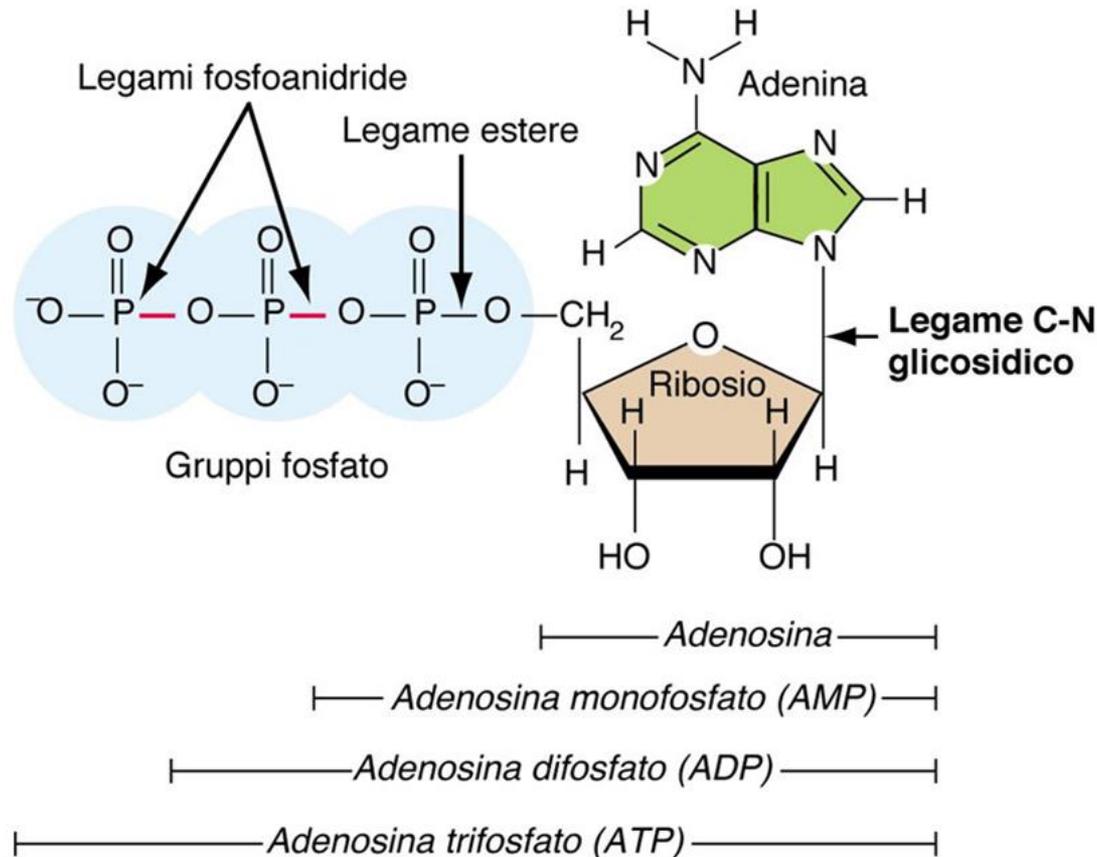
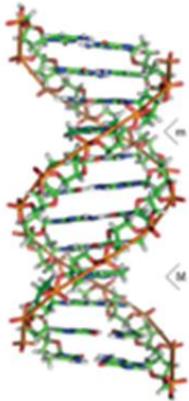
**NUCLEOTIDI:** esteri fosforici dei nucleosidi, possono essere mono, di, tri fosfati (es. AMP, ADP, ATP), hanno diverse funzioni:

Deposito di energia (es. ATP, GTP)

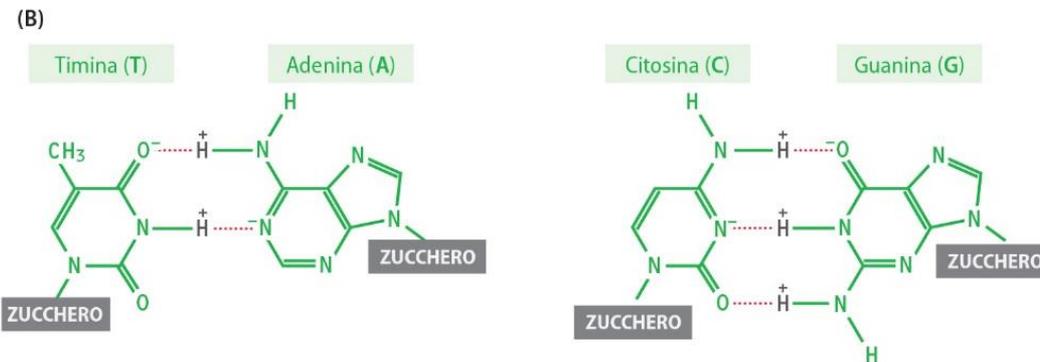
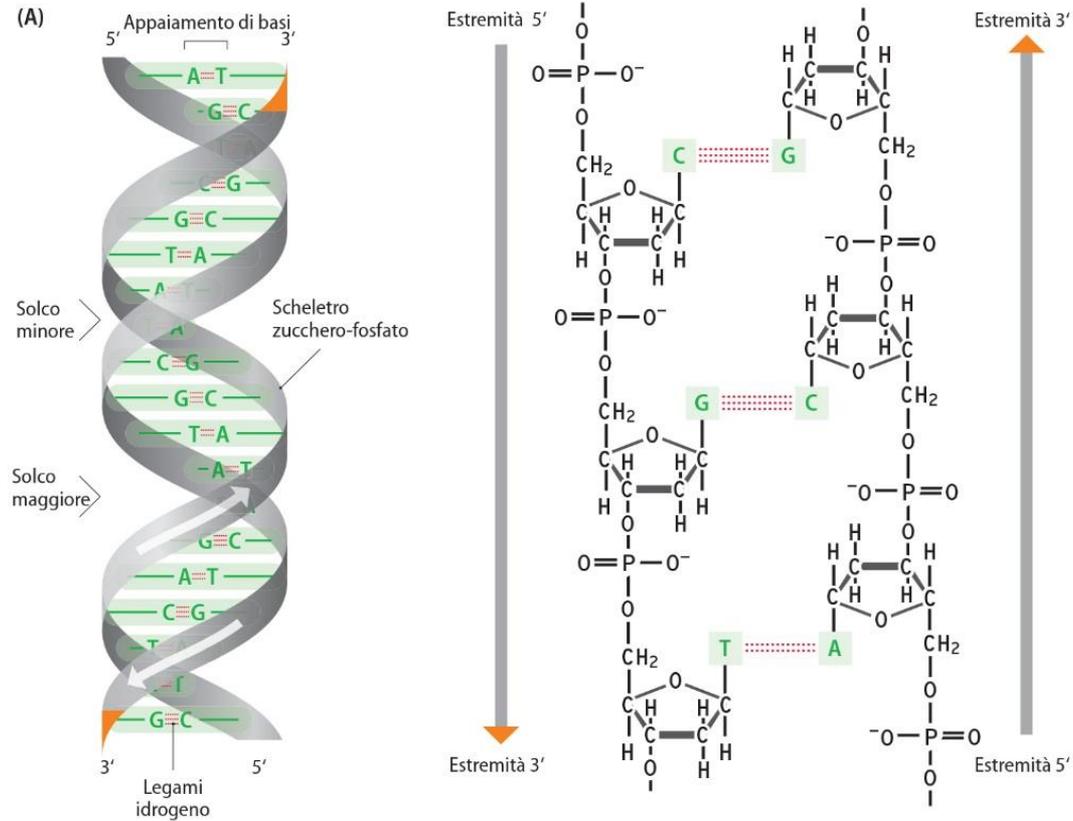
Mediatori di processi cellulari

Parte di coenzimi (NADH, FAD, CoA)

Intermedi di reazioni sintetiche (S-Adenosina)

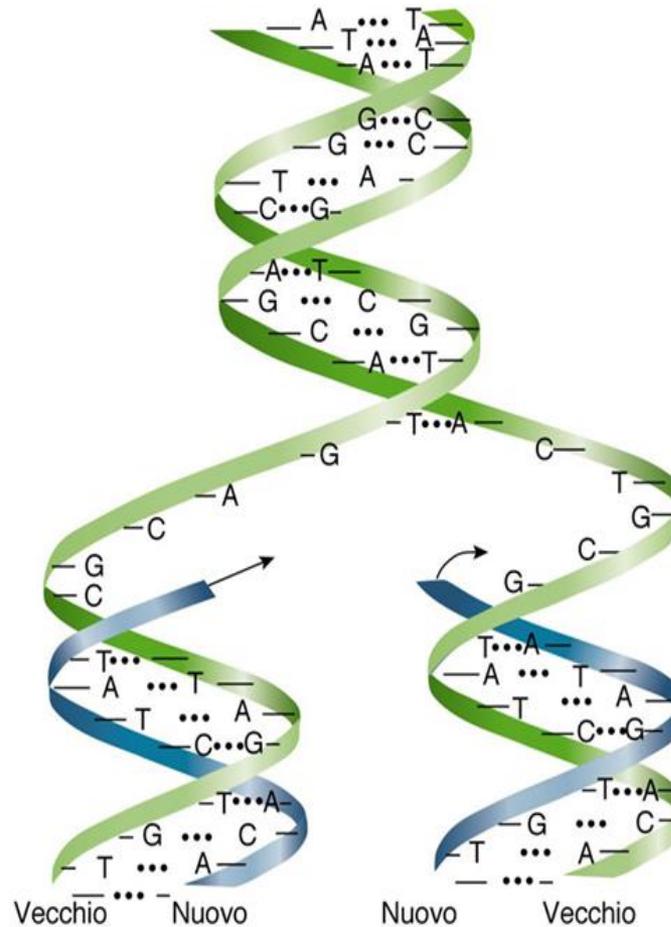


# Struttura della doppia elica di DNA

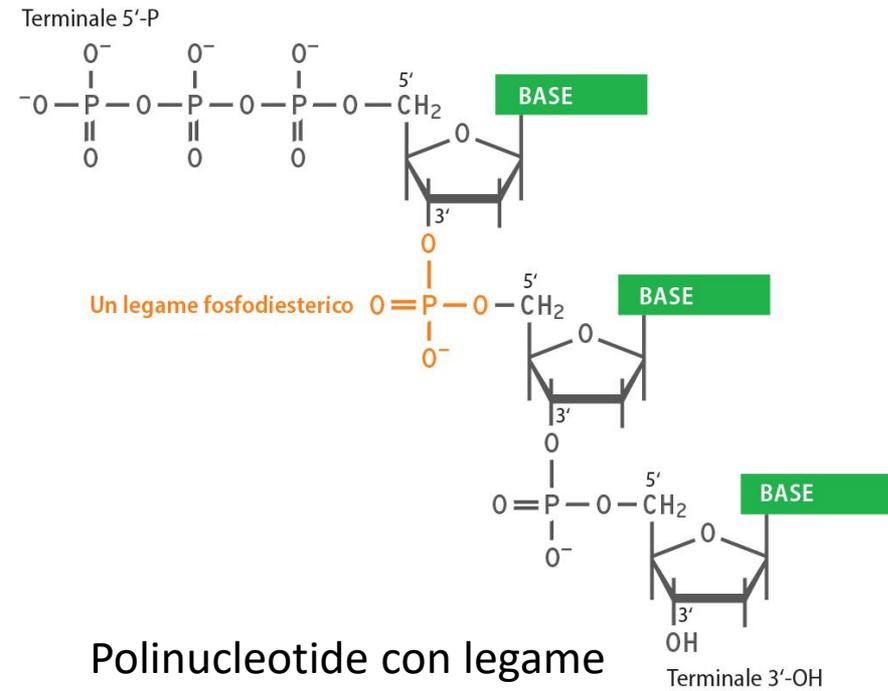


# Replicazione semiconservativa della doppia elica del DNA

Le due nuove molecole di DNA, identiche alla molecola originaria (stampo), sono ognuna formata da un filamento vecchio e uno nuovo



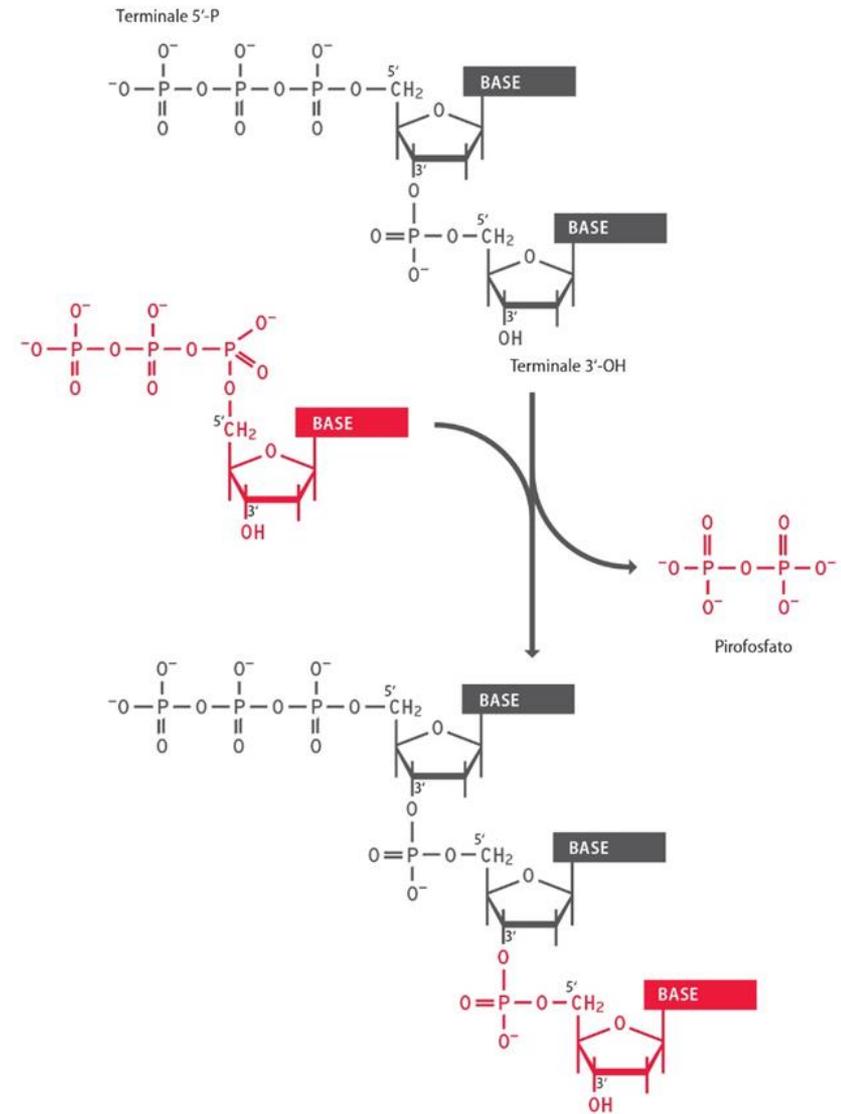
# Reazione di polimerizzazione che porta alla sintesi di DNA in direzione 5' – 3'



Polinucleotide con legame fosfodiesterico



La sequenza nucleotidica determina la struttura della **PROTEINA**



# DOGMA CENTRALE DELLA BIOLOGIA

REPLICAZIONE



*TRASCRIZIONE*

*TRADUZIONE*

**DNA**



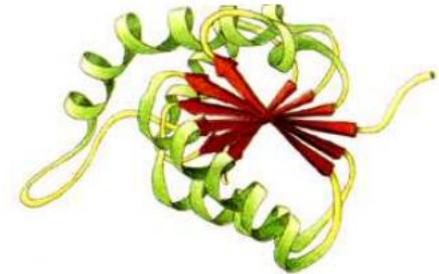
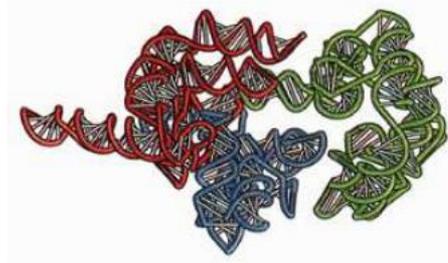
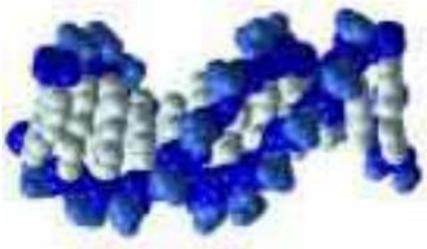
**RNA**



**PROTEINA**

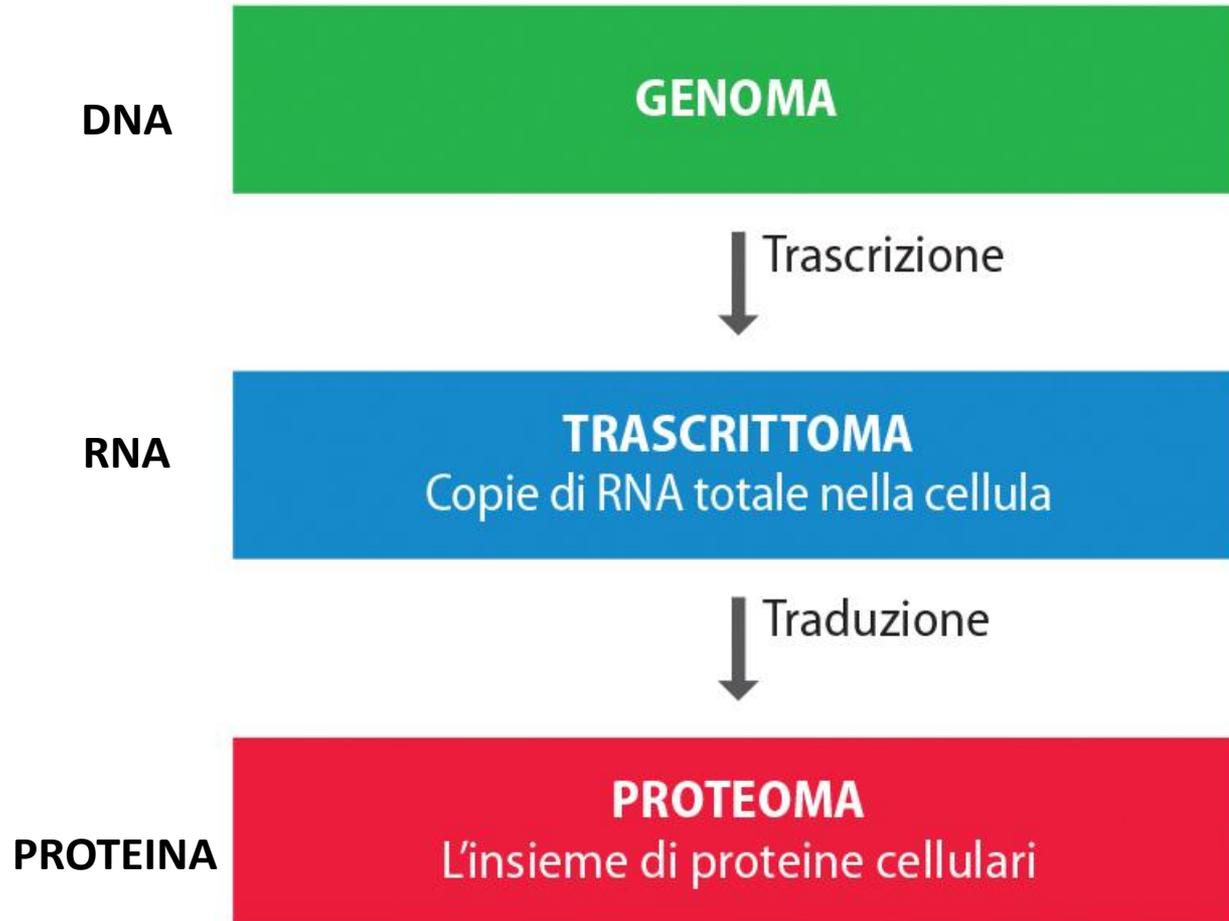


Trascrittasi  
inversa

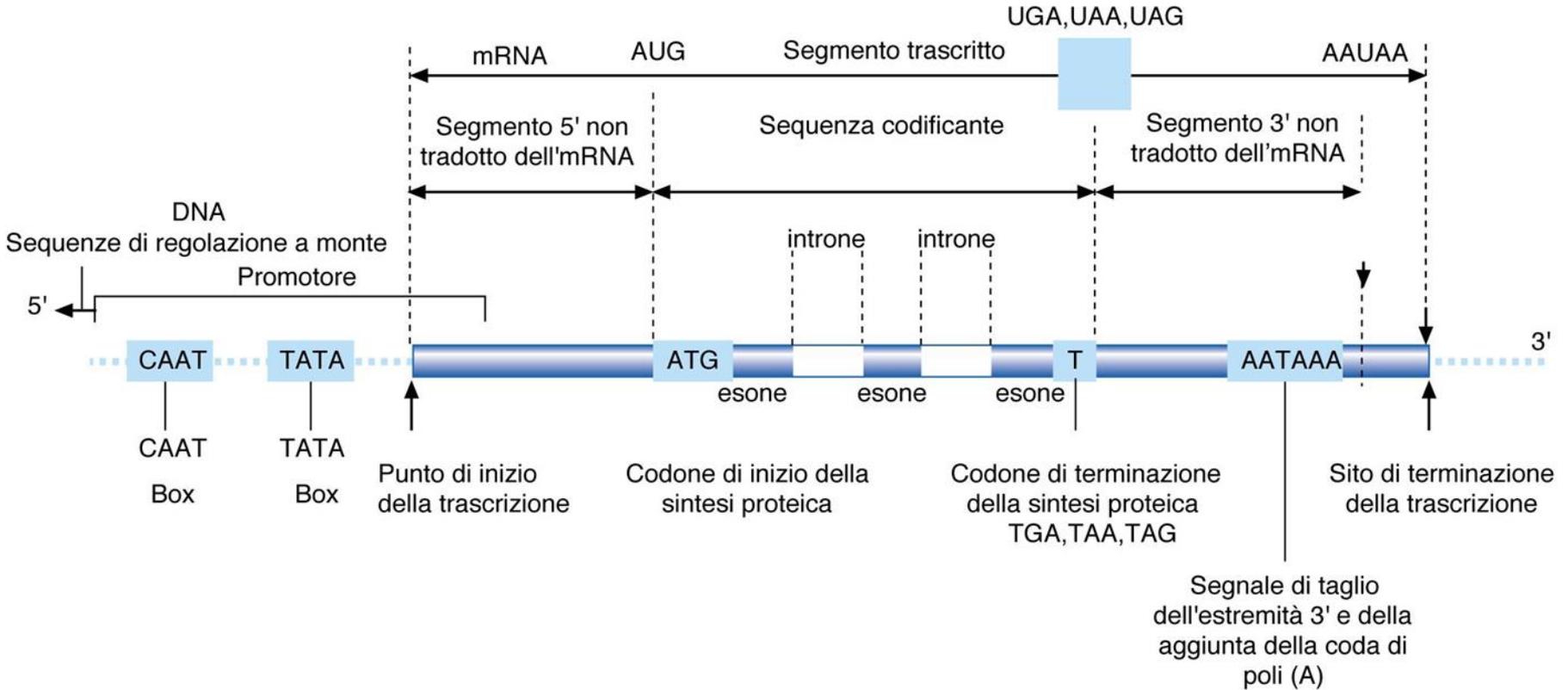


# ESPRESSIONE GENICA

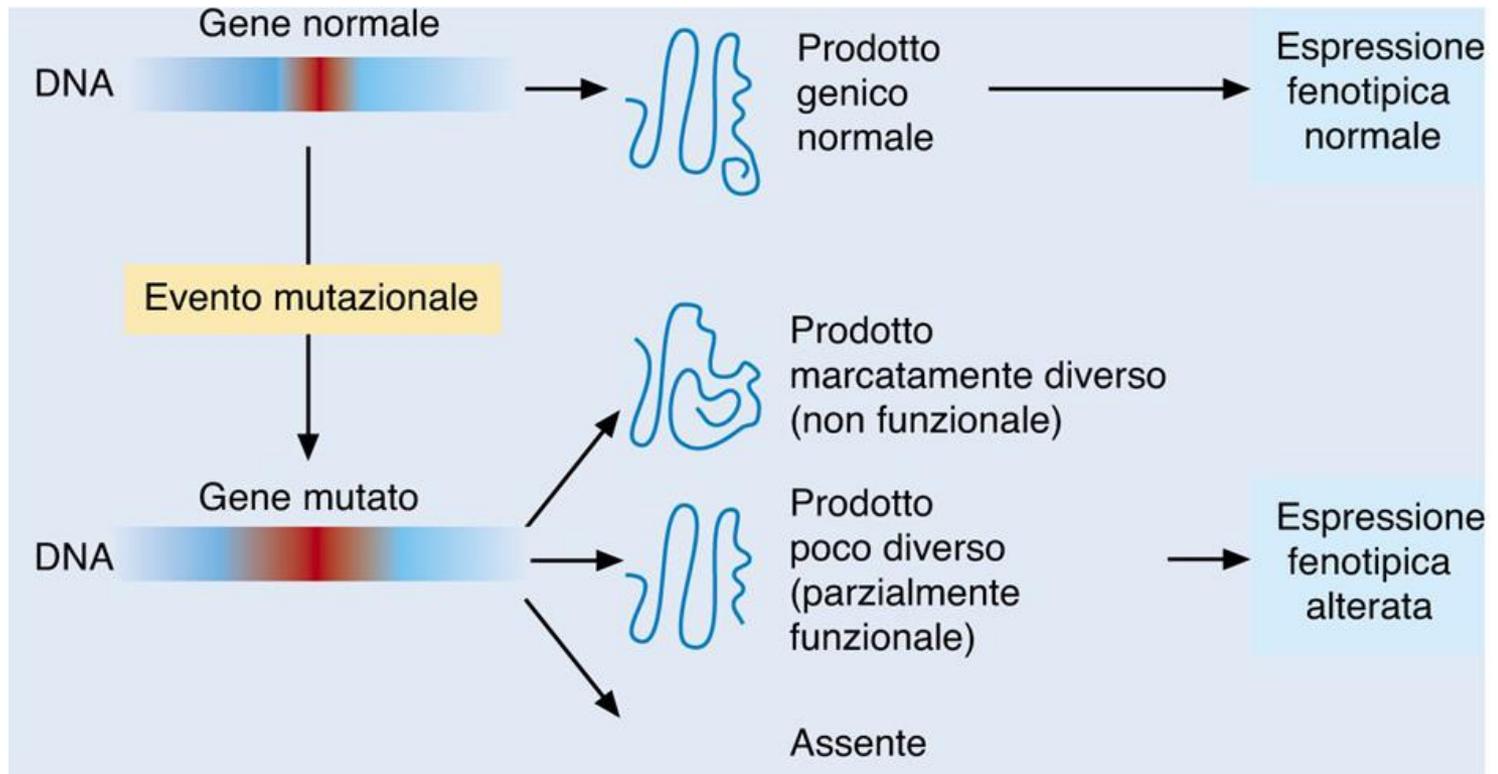
Il genoma determina il trascrittoma che a sua volta determina il proteoma



# Schema di un GENE



- porzioni codificanti: *ESONI*
- porzioni non codificanti: *INTRONI*
- sequenze regolatrici: *PROMOTORE* e *TERMINATORE*
- codone di inizio: *ATG*
- codone di STOP: *UAG, UAA, UGA*



# Il codice genetico è UNIVERSALE

CODONI: combinazioni a triplette delle basi dell'mRNA

Seconda base del codone

		U	C	A	G				
Prima base del codone	U	UUU } Phe UUC } UUA } Leu UUG }	UCU } UCC } Ser UCA } UCG }	UAU } Tyr UAC } UAA } UAG }	UGU } Cys UGC } UGA } UGG } Trp	U	C	A	G
	C	CUU } CUC } Leu CUA } CUG }	CCU } CCC } Pro CCA } CCG }	CAU } His CAC } CAA } Gln CAG }	CGU } CGC } Arg CGA } CGG }	U	C	A	G
	A	AUU } Ile AUC } AUA } AUG } Met	ACU } ACC } Thr ACA } ACG }	AAU } Asn AAC } AAA } Lys AAG }	AGU } Ser AGC } AGA } Arg AGG }	U	C	A	G
	G	GUU } Val GUC } GUA } GUG }	GCU } GCC } Ala GCA } GCG }	GAU } Asp GAC } GAA } Glu GAG }	GGU } GGC } Gly GGA } GGG }	U	C	A	G

Terza base del codone

Base "ballerina"

Dei 64 codoni possibili, 61 codificano 20 aminoacidi  
 La maggior parte degli aminoacidi sono codificati  
 da più di 1 codone, "codoni sinonimi"

## ACIDO RIBONUCLEICO (RNA)

- Struttura ad elica a **singolo filamento** polinucleotidico
- Uracile (U) in sostituzione di timina (T): appaiamenti A::U e G::C
- Ribosio al posto del deossiribosio
- strutture a forcina a doppia elica

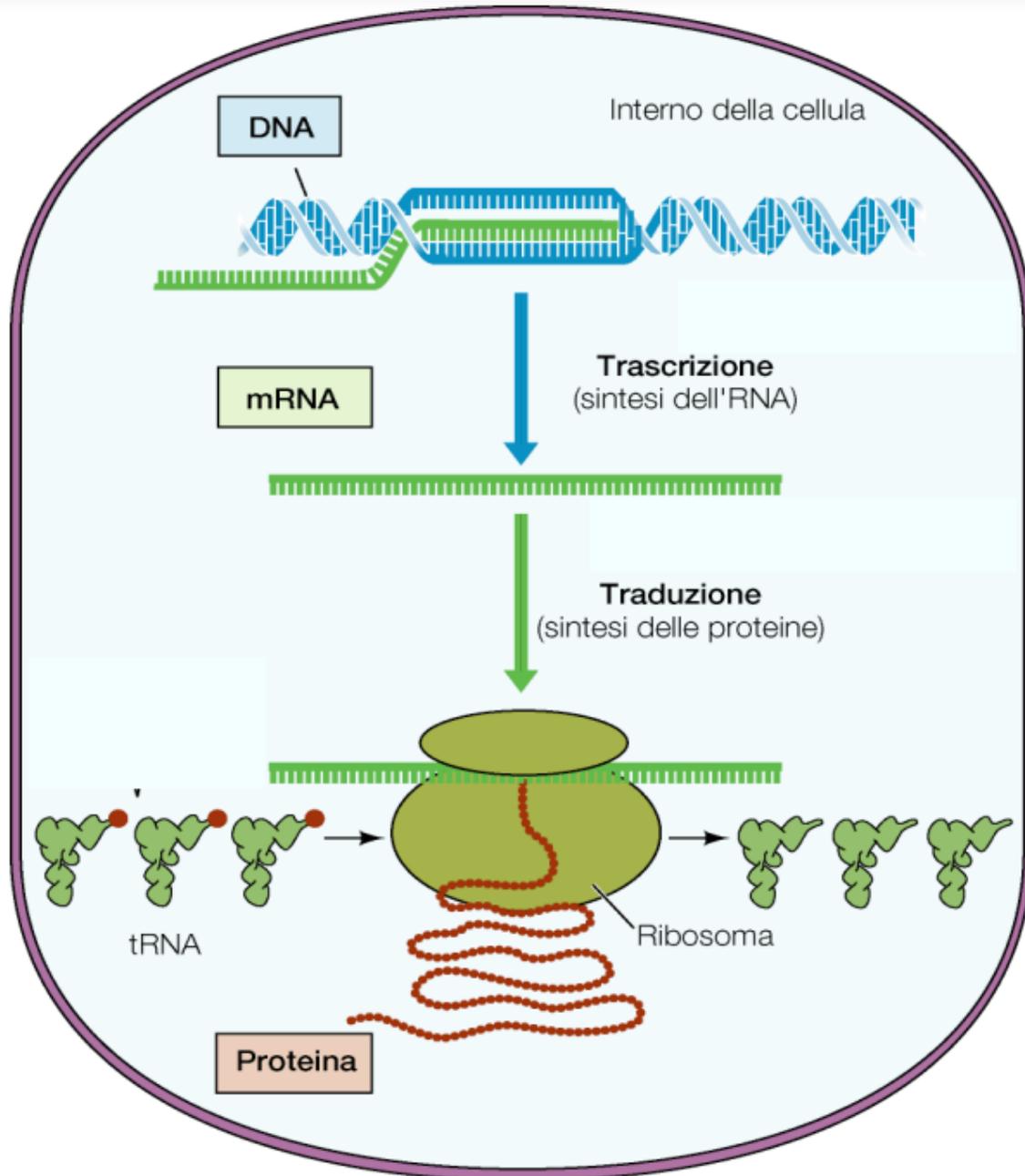


*RNA RIBOSOMIALE (rRNA)*: ribosomi e ribonucleoproteine (80% dell'RNA cellulare)

*RNA transfer (tRNA)*: lega gli amminoacidi e li trasferisce ai ribosomi per la sintesi proteica (15% dell'RNA cellulare)

*RNA messaggero (mRNA)*: trasporta l'informazione dal DNA ai ribosomi per la sintesi proteica, è sintetizzato sullo stampo del DNA (esoni) (5-10% dell'RNA cellulare)

*Small RNA (sRNA)*: piccole molecole di RNA con funzione catalitica, intervengono nei processi di modificazione del tRNA o dell'mRNA dopo la loro sintesi



(A) EUCARYOTES

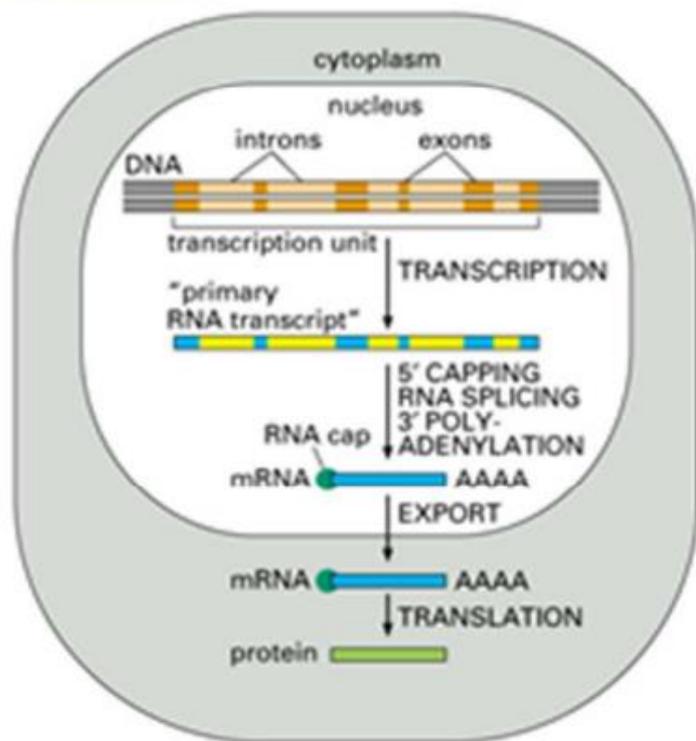


Figure 6-21 part 1 of 2. Molecular Biology of the Cell, 4th Edition.

(B) PROCARYOTES

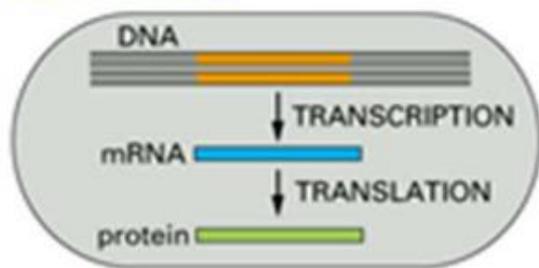
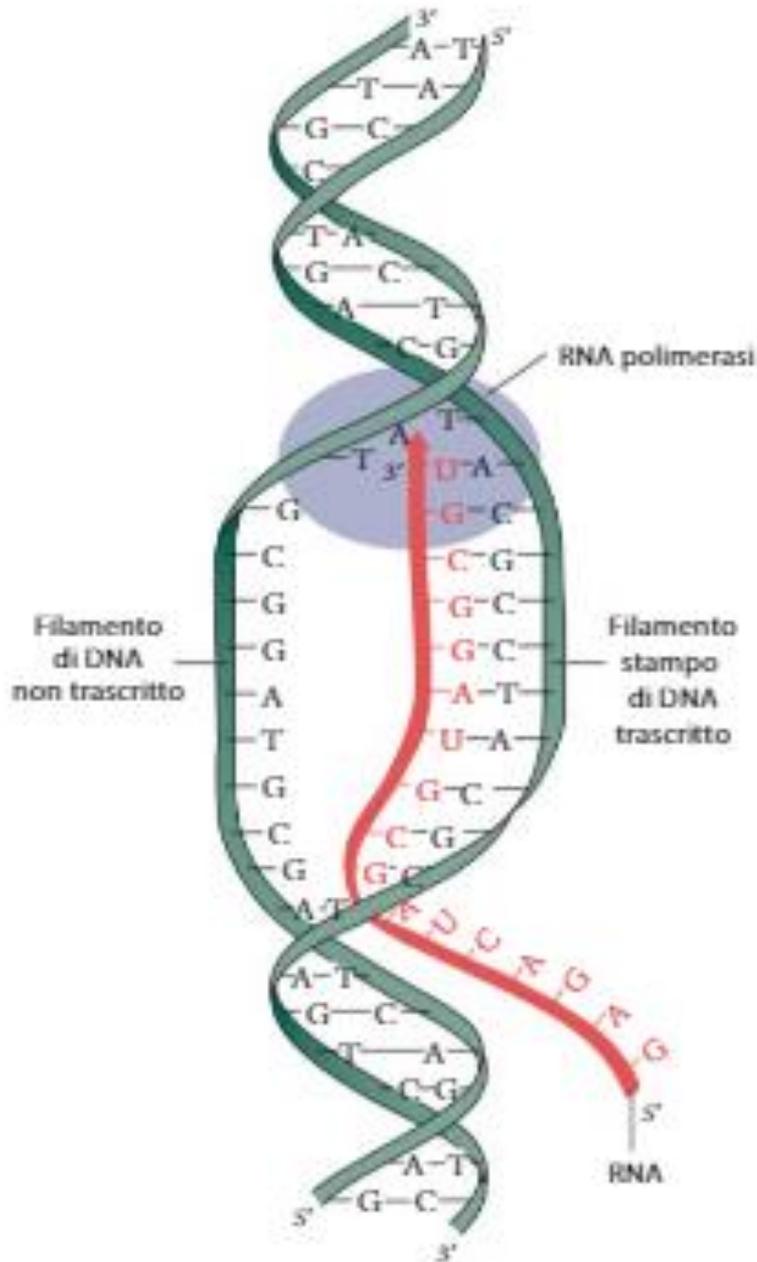


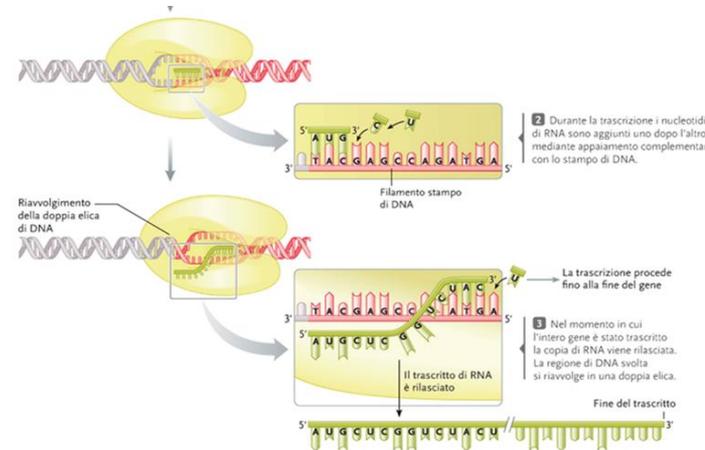
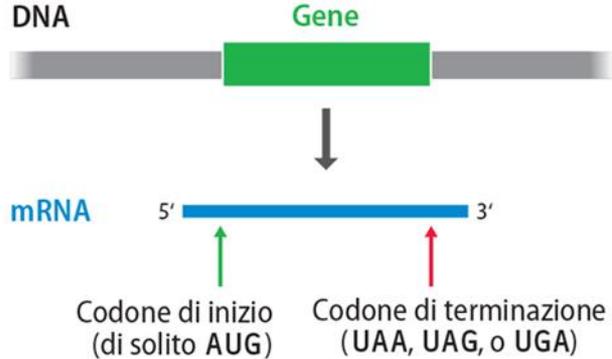
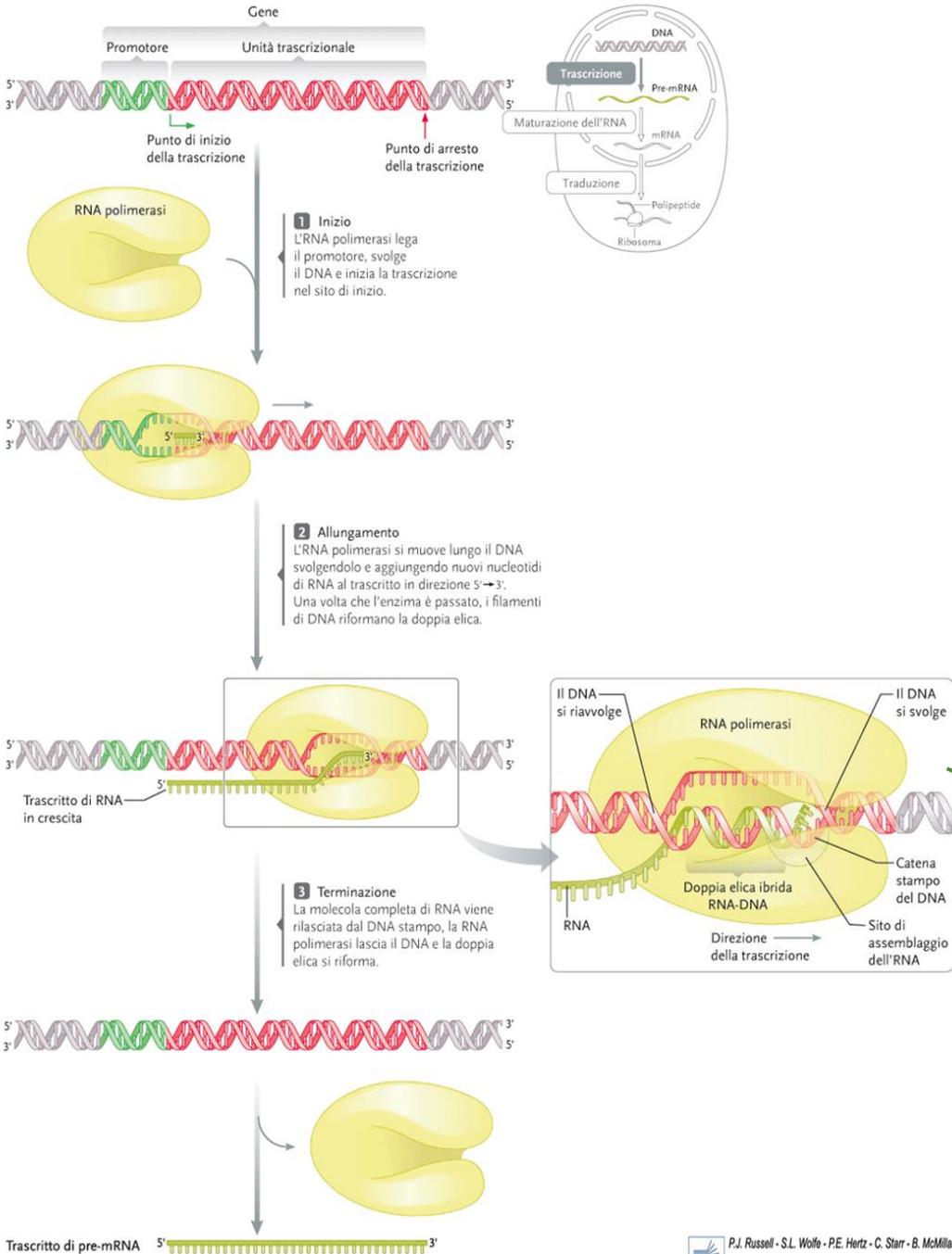
Figure 6-21 part 2 of 2. Molecular Biology of the Cell, 4th Edition.



L'RNA polimerasi separa i due filamenti di DNA per permettere la sintesi di RNA in direzione 5'-3' utilizzando come stampo il filamento di DNA in direzione 3'-5'

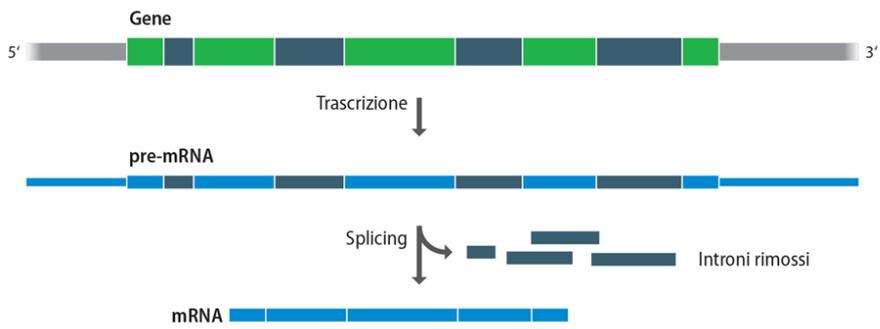
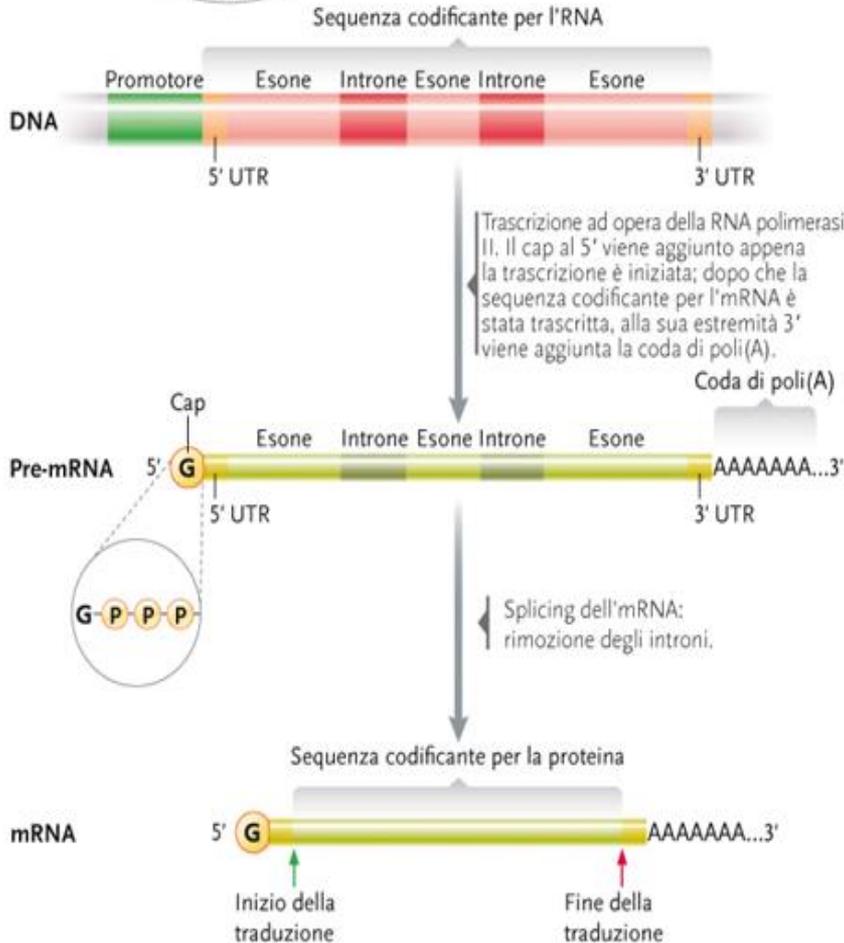
Solo uno dei filamenti di DNA è utilizzato come stampo per la sintesi del trascritto di RNA complementare

# Trascrizione di un gene in RNA: inizio, allungamento, terminazione

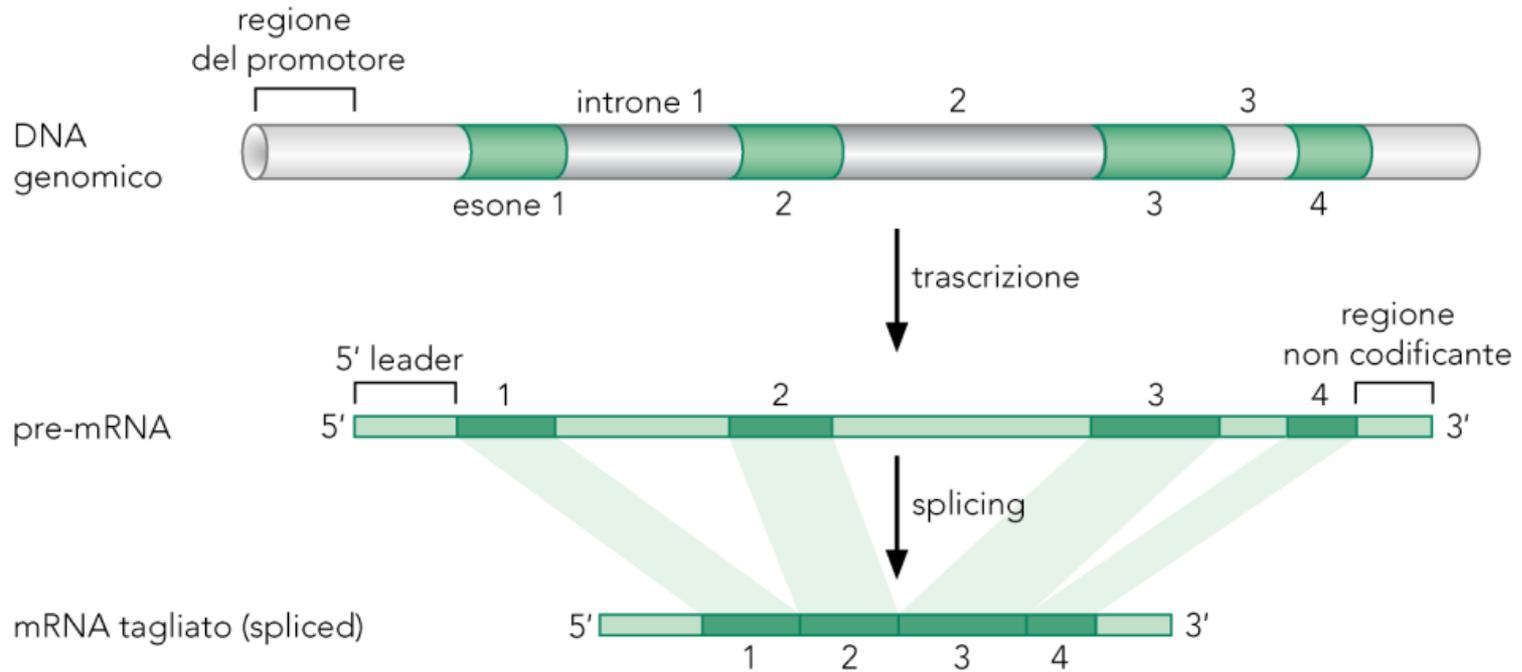




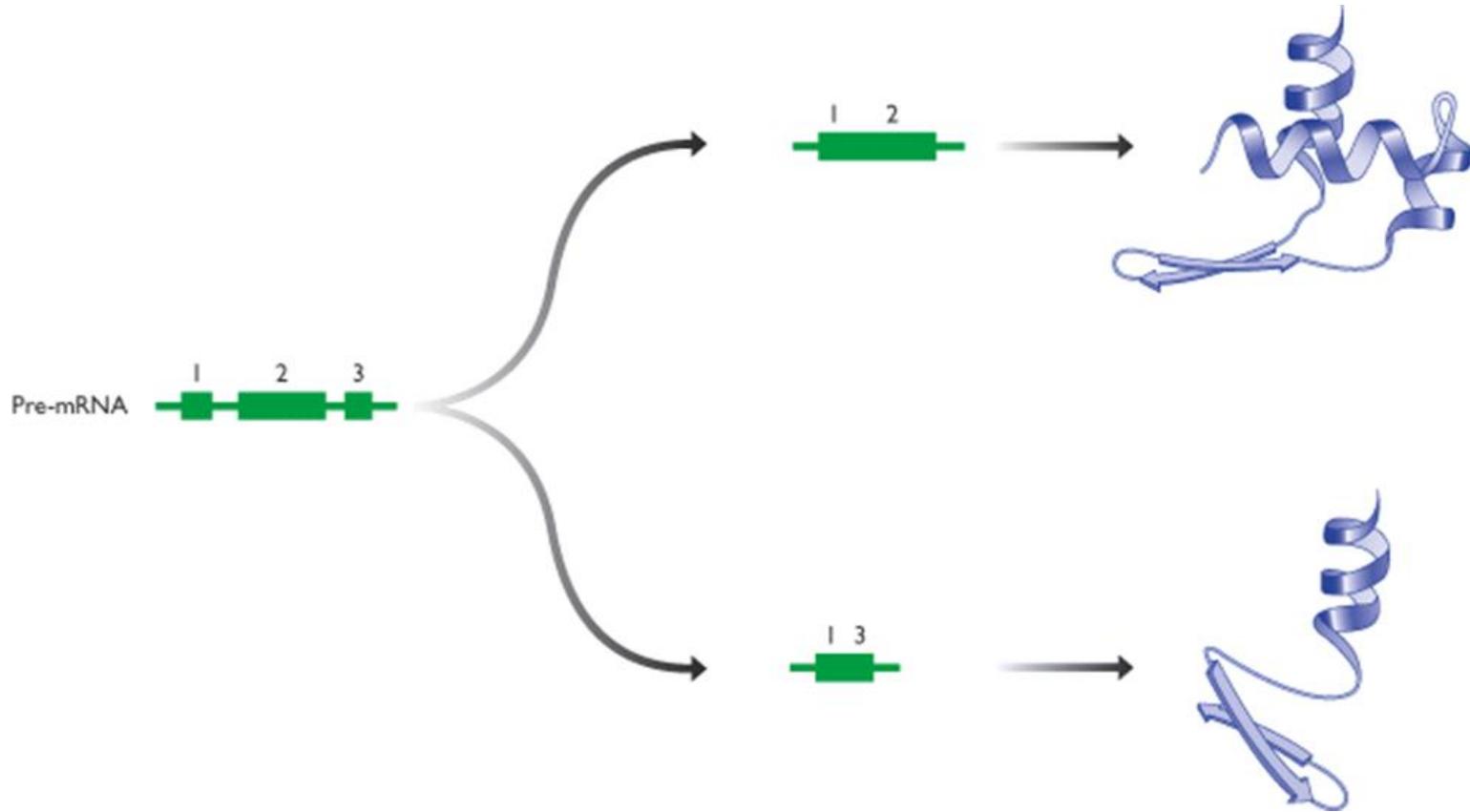
# Processazione del pre-mRNA e maturazione dell' mRNA



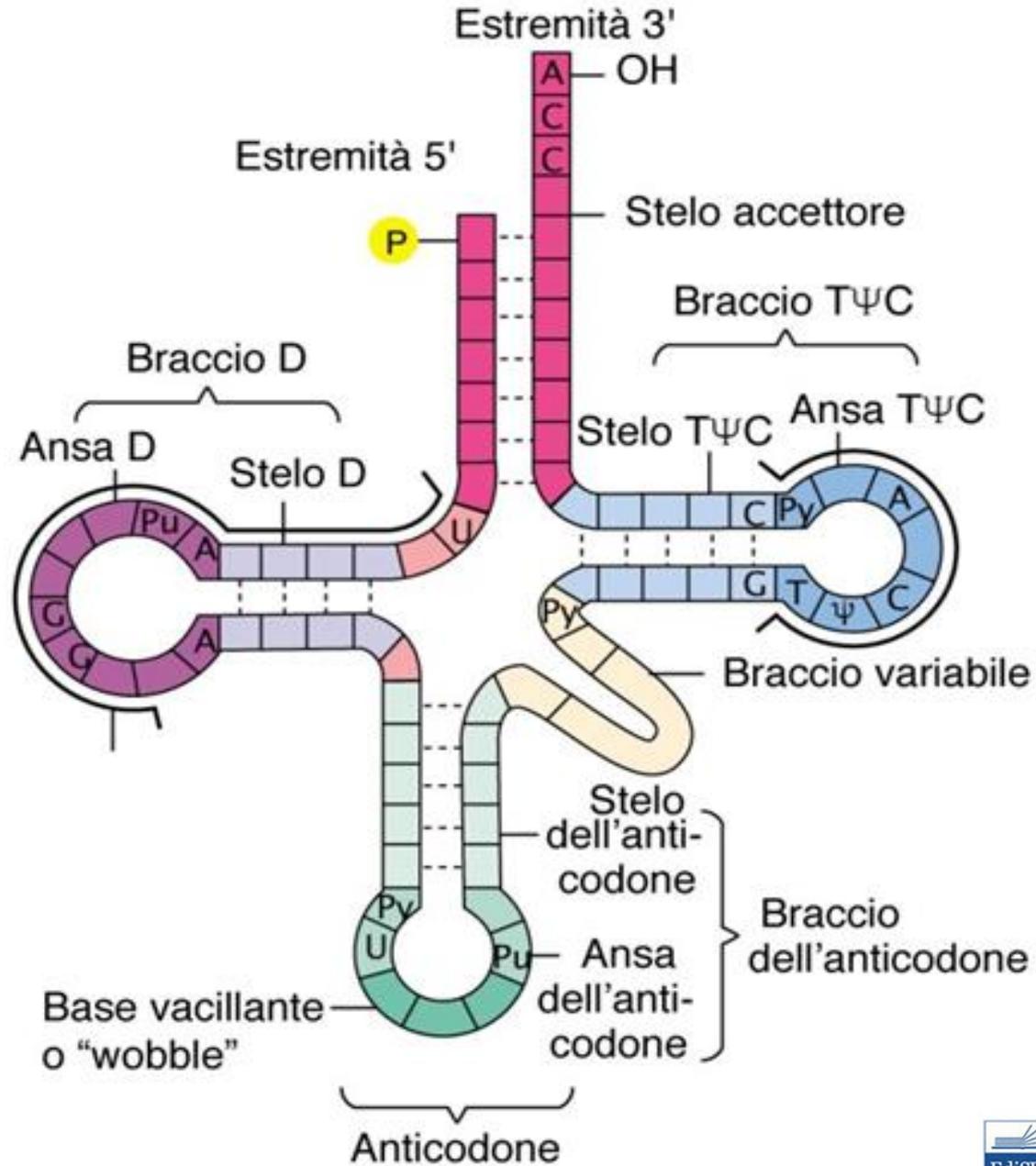
# SPLICING



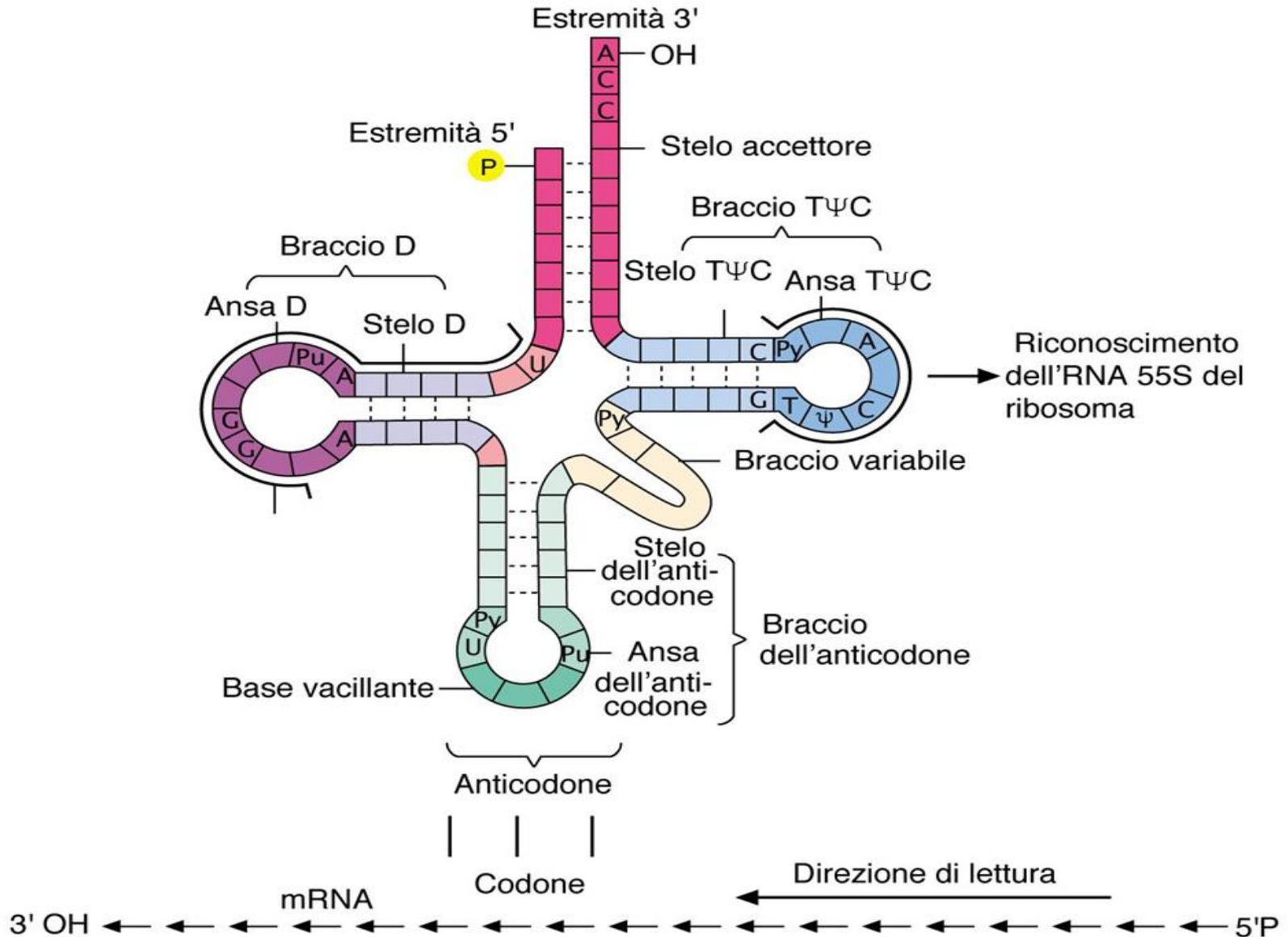
# Splicing alternativo



# struttura a trifoglio del tRNA



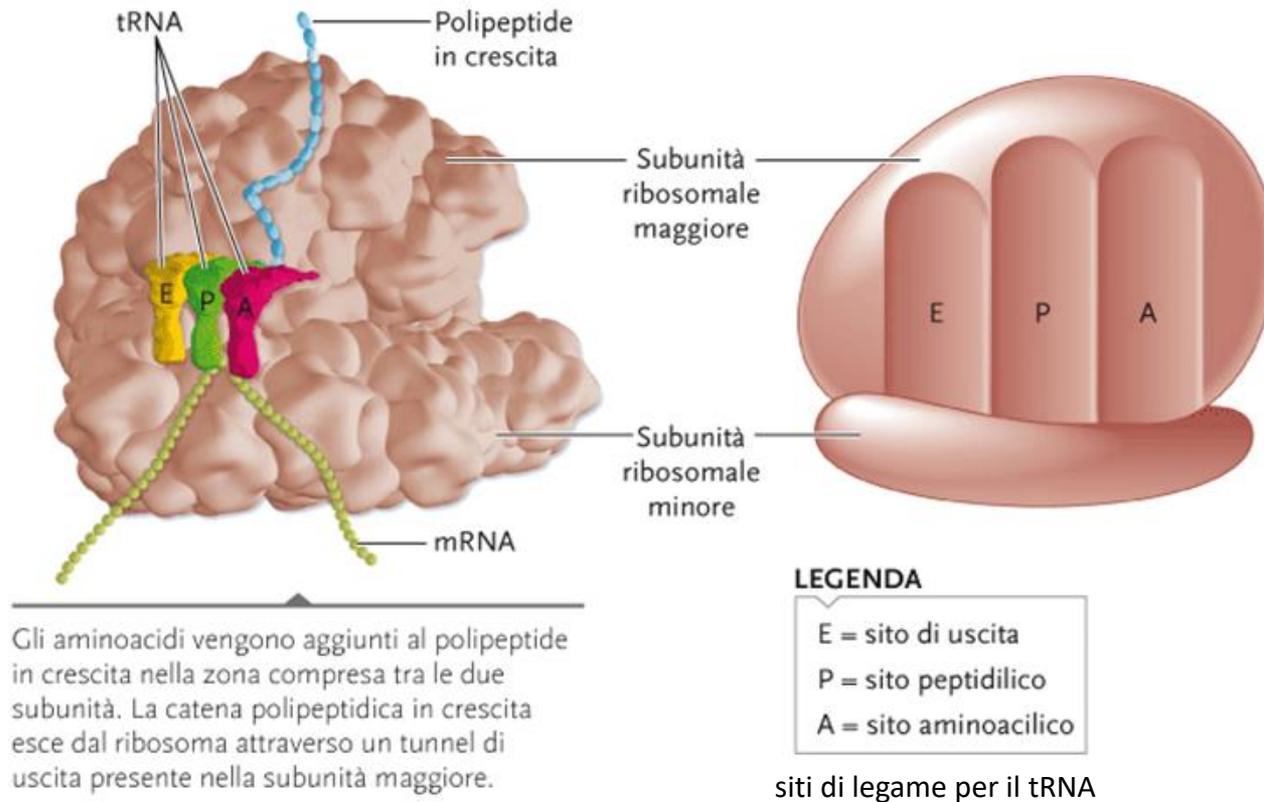
# Riconoscimento codone/anticodone ed orientamento delle molecole di mRNA



# RIBOSOMI

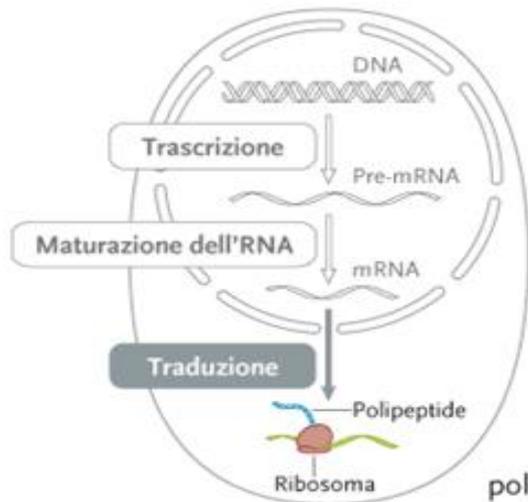
*sono piccoli organuli costituiti da proteine e rRNA*

E' costituito da una subunità maggiore e una subunità minore sintetizzate nel nucleo  
Nella sintesi proteica il ribosoma si muove lungo l'mRNA inserito fra le due subunità

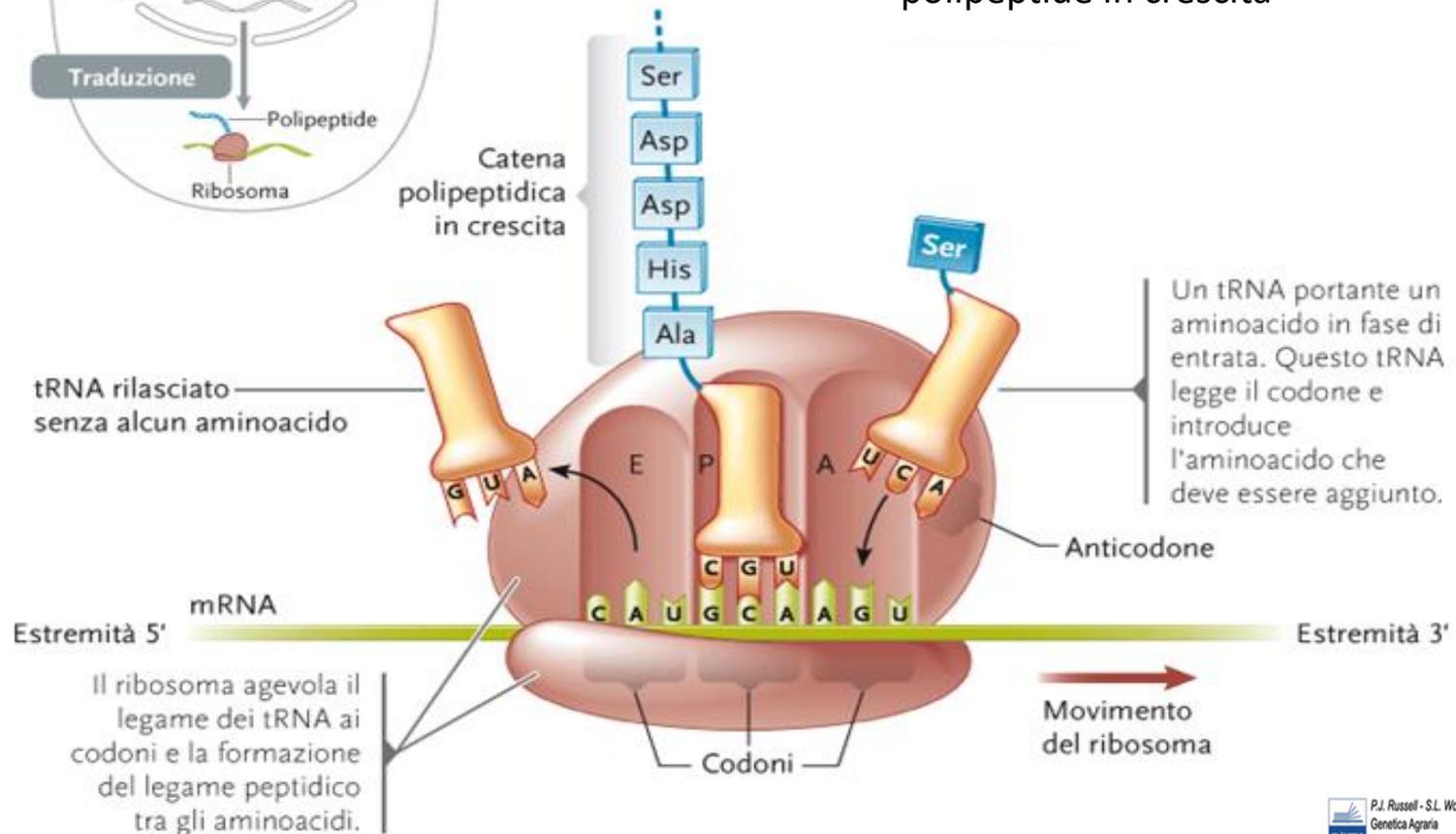


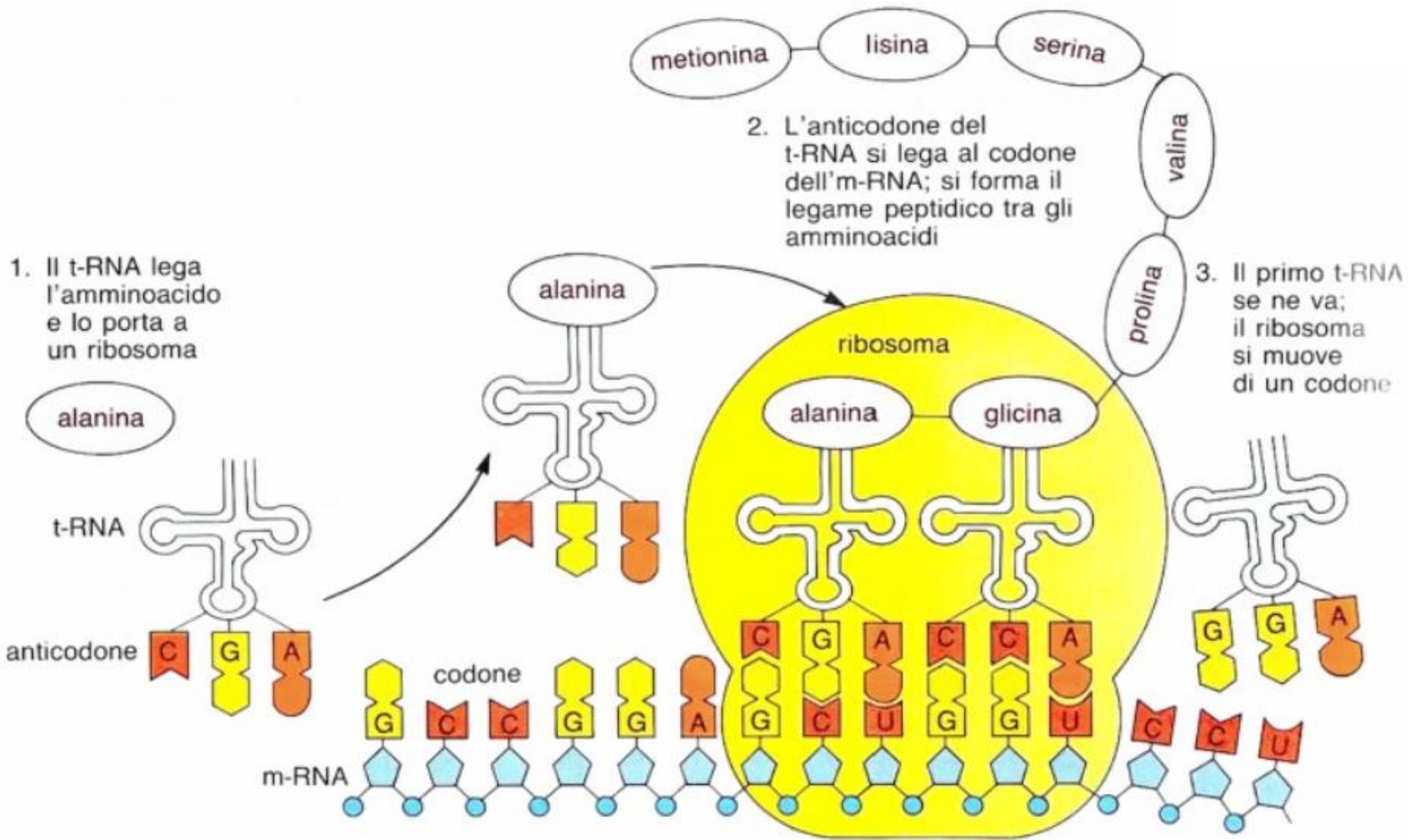
# TRADUZIONE: SINTESI PROTEICA

I ribosomi assemblano gli amminoacidi in una catena polipeptidica

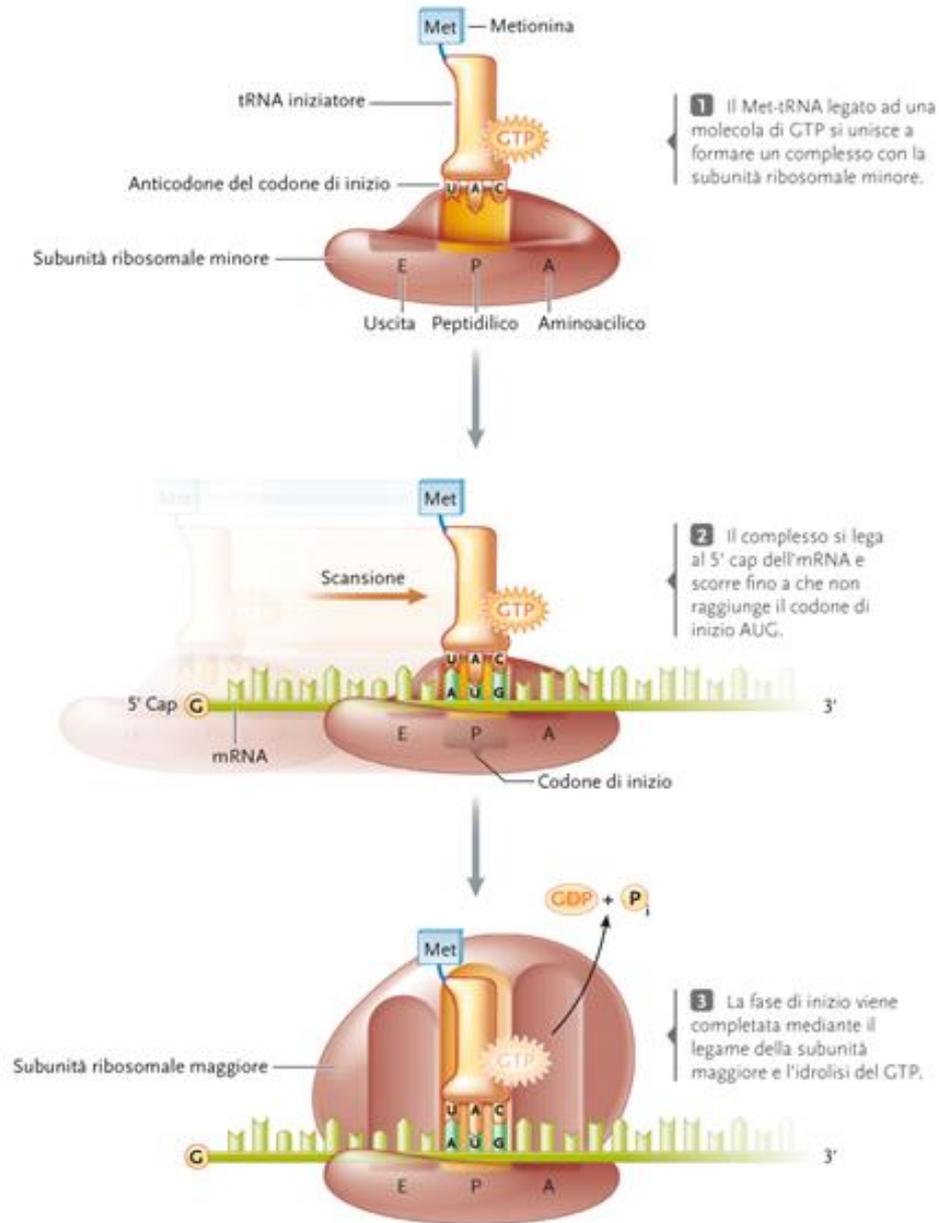


L'anticodone del tRNA si appaia con il codone dell'mRNA e conseguentemente il suo amminoacido viene aggiunto al polipeptide in crescita

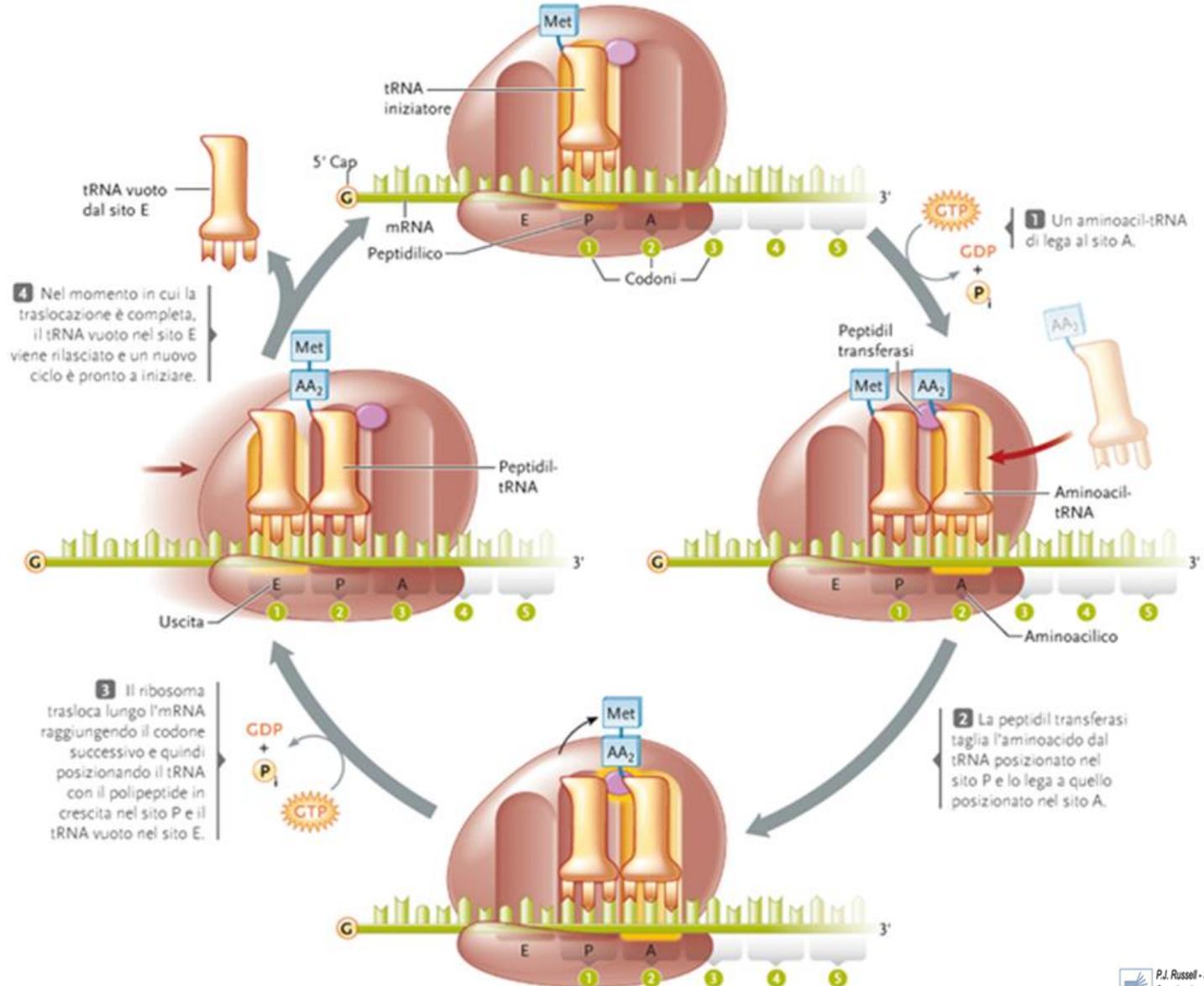




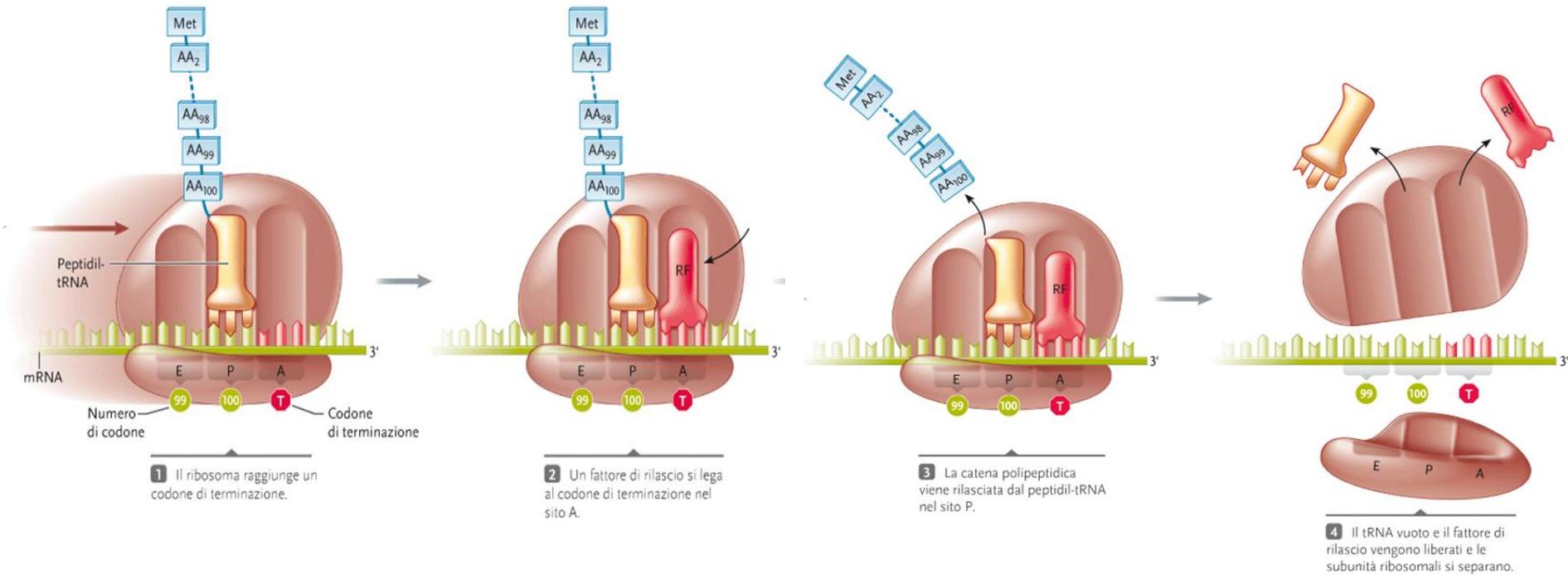
# Inizio traduzione

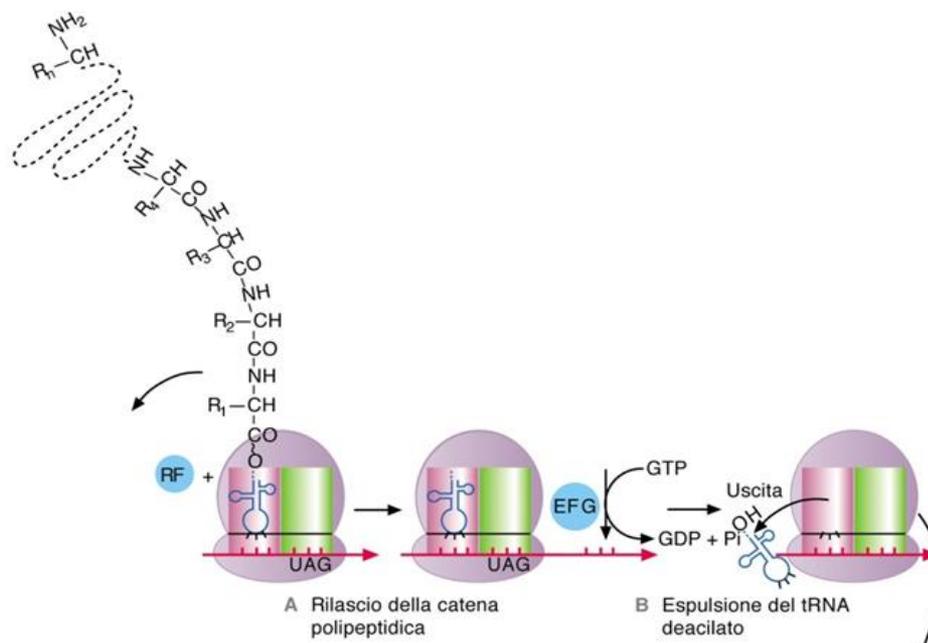


# Allungamento della catena polipeptidica



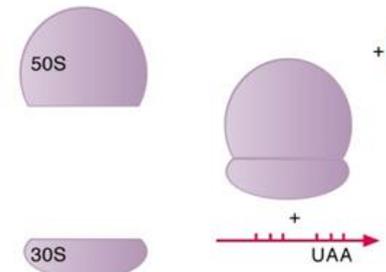
# Terminazione della catena polipeptidica



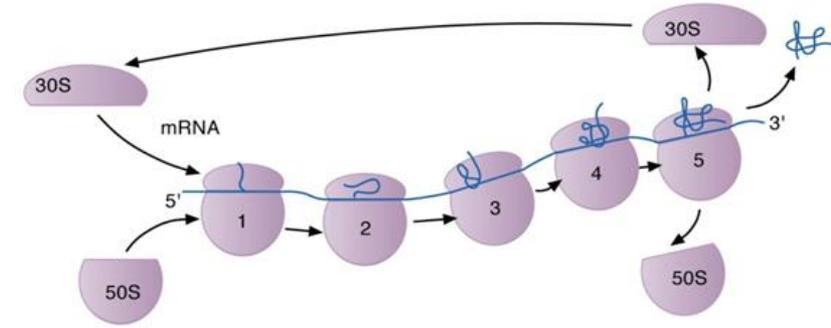


A Rilascio della catena polipeptidica

B Espulsione del tRNA deacilato

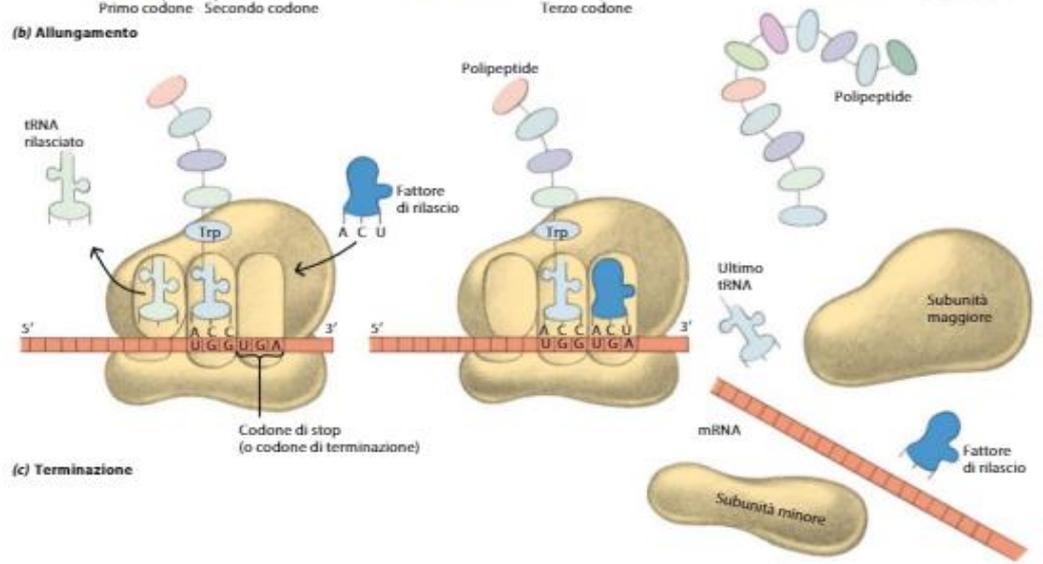
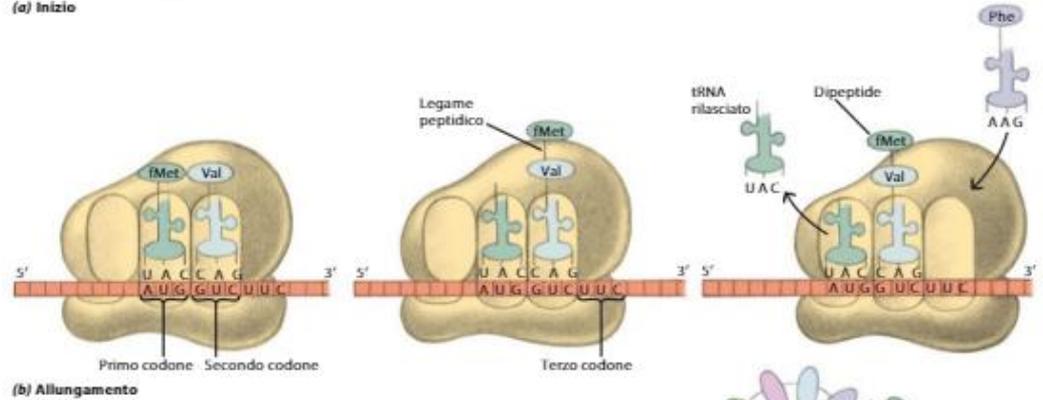
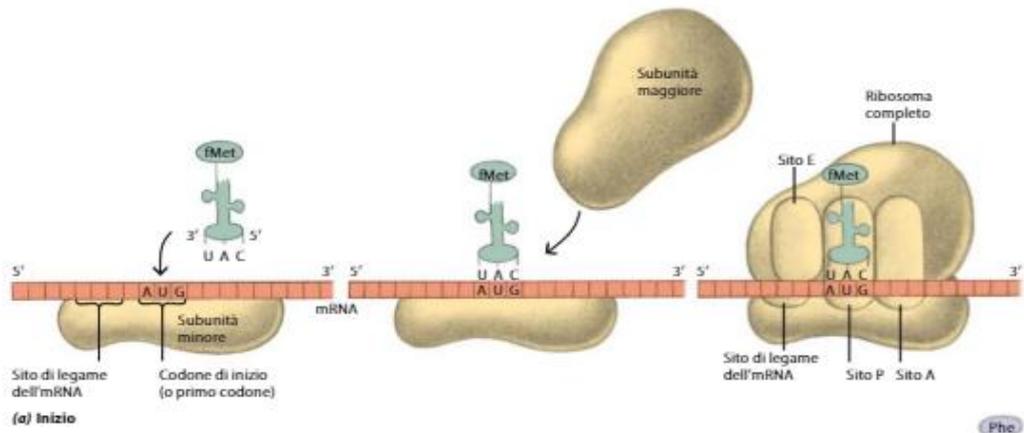


C Distacco dell'mRNA

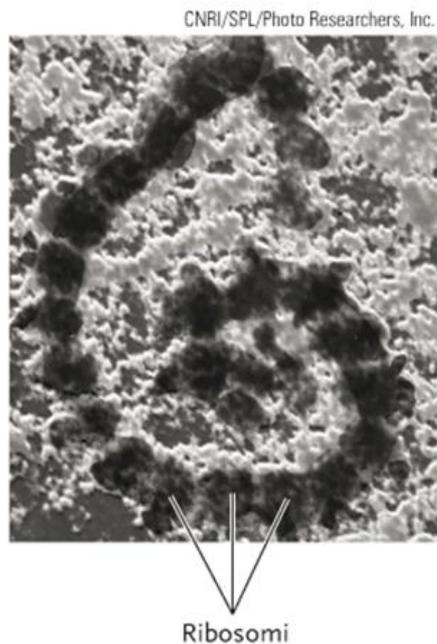


D Poliribosomi per l'utilizzo dell'mRNA

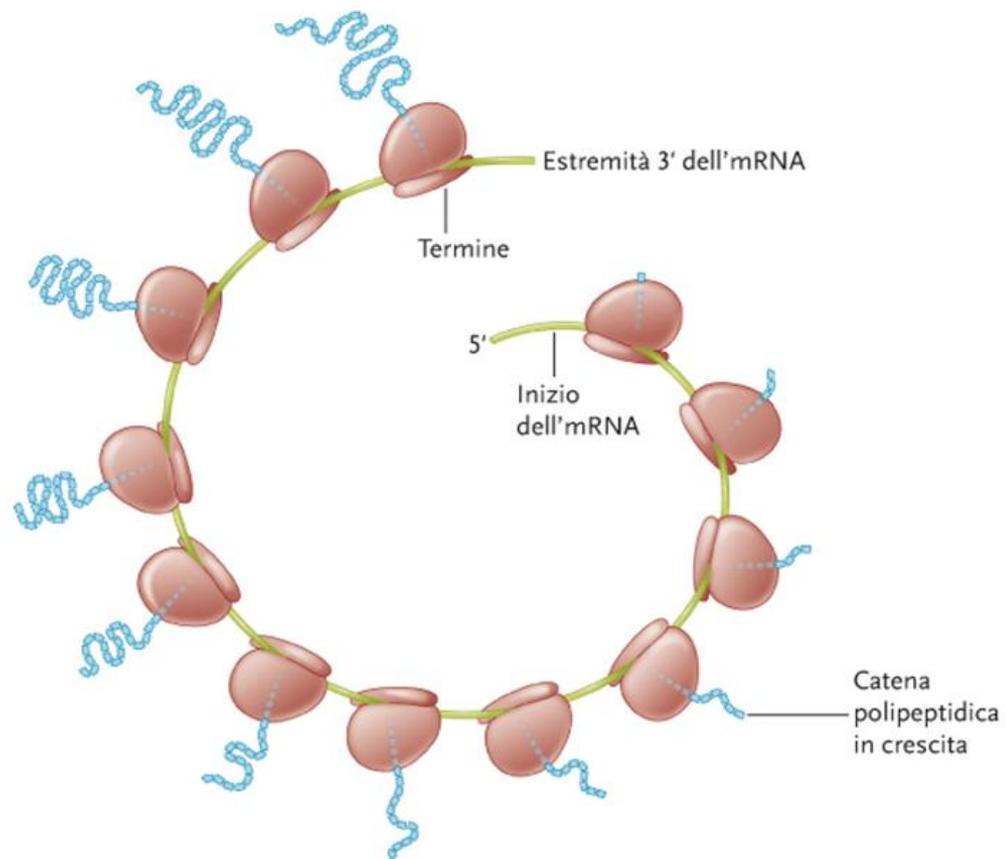
# Terminazione della sintesi proteica

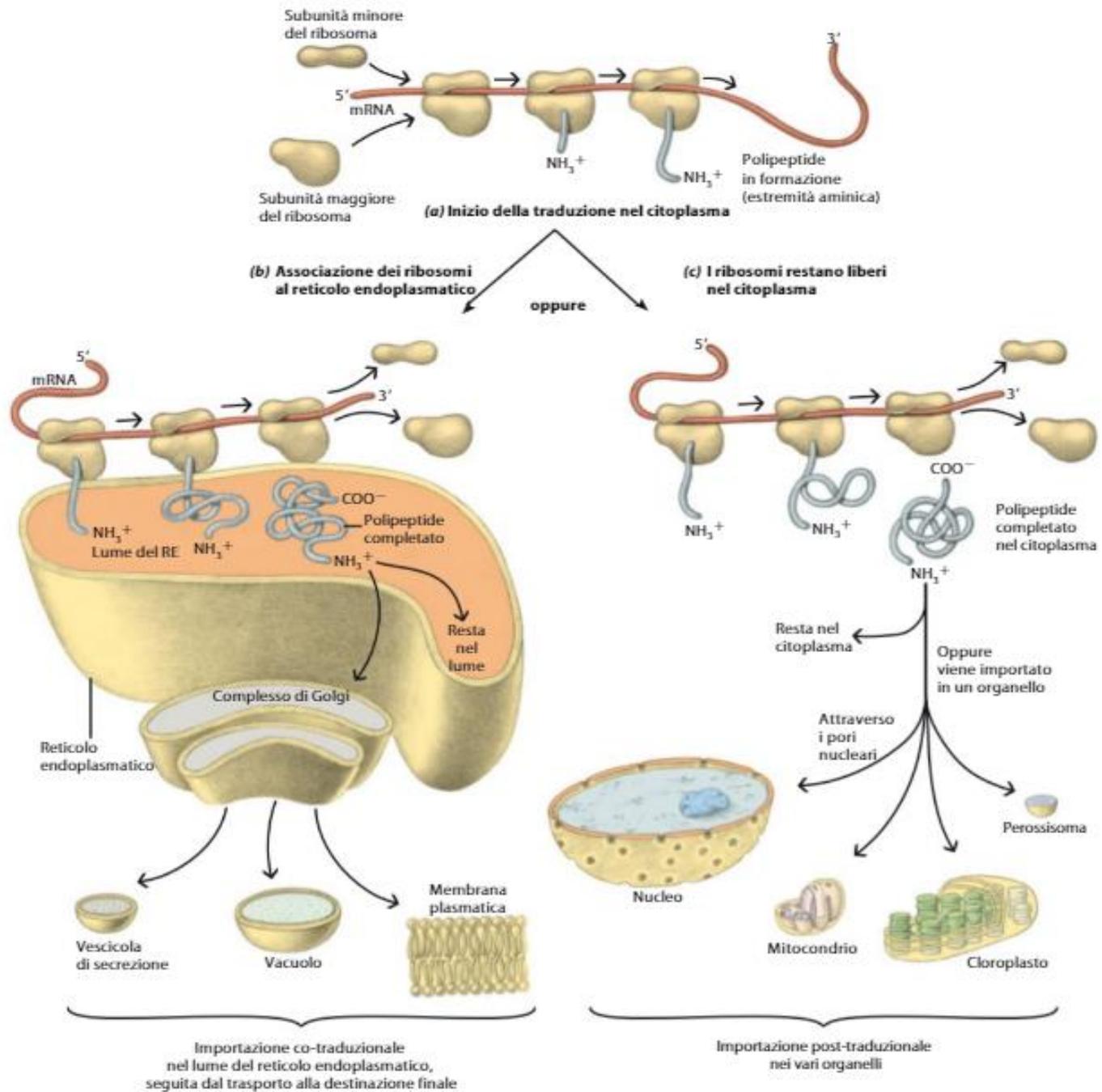


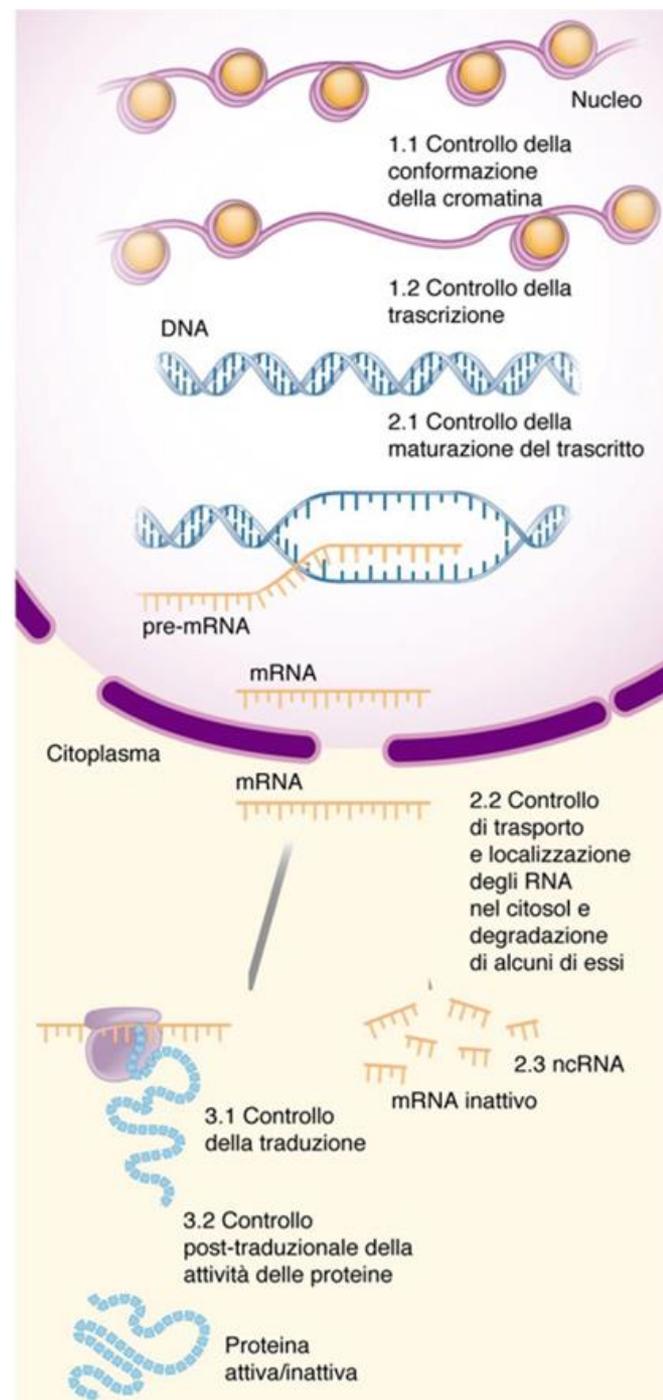
L'm RNA può essere tradotto da molti ribosomi contemporaneamente, formando una struttura detta **poliribosoma** o **polisoma**. In questo modo si producono moltissime catene polipeptidiche con un solo mRNA



I polisomi consistono in una serie di ribosomi che leggono lo stesso mRNA.





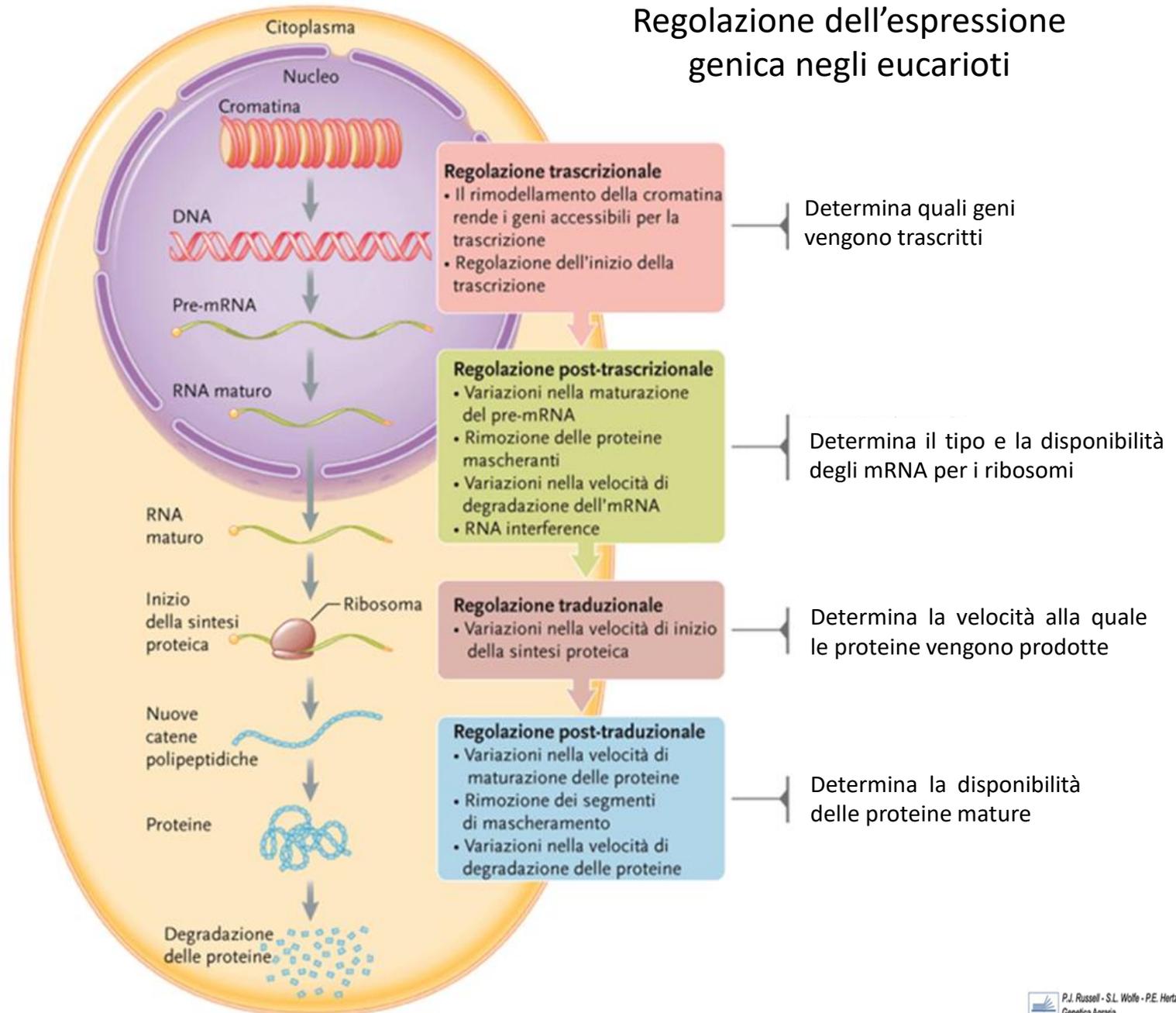


*Livello Trascrizionale*

*Livello post-trascrizionale*

*Livello traduzionale e post-traduzionale*

# Regolazione dell'espressione genica negli eucarioti



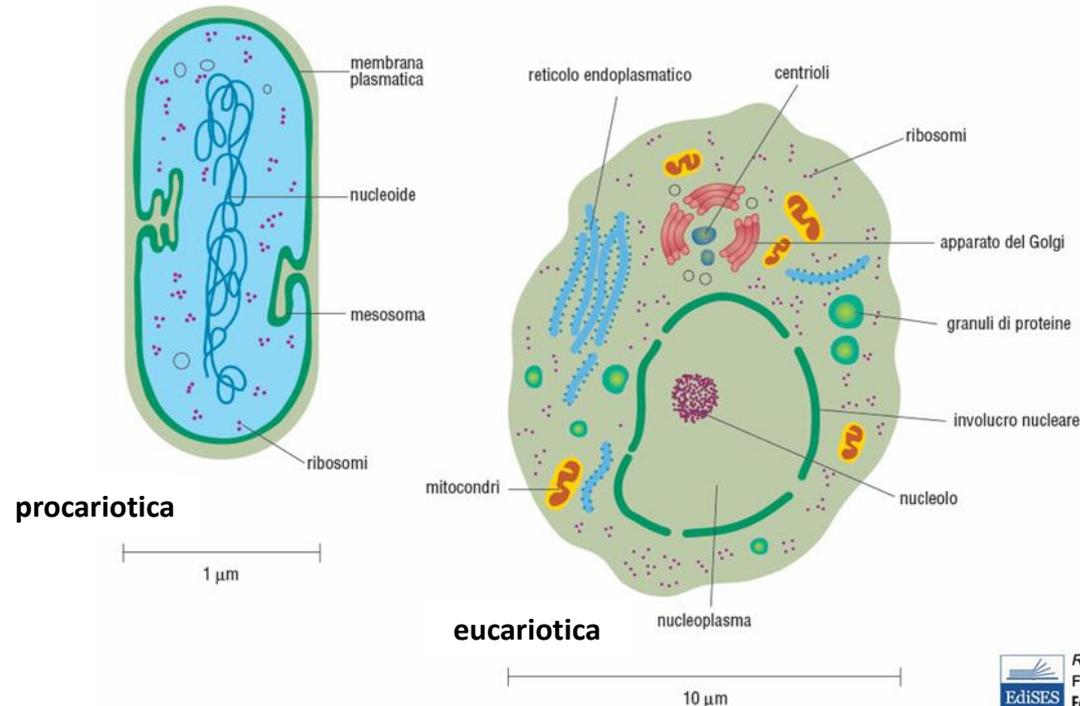
# Confronto tra cellule procariotiche ed eucariotiche

## Caratteristiche comuni ai due tipi di cellule:

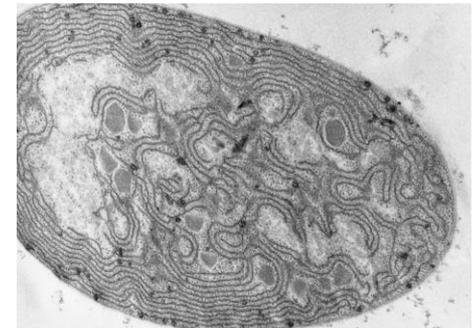
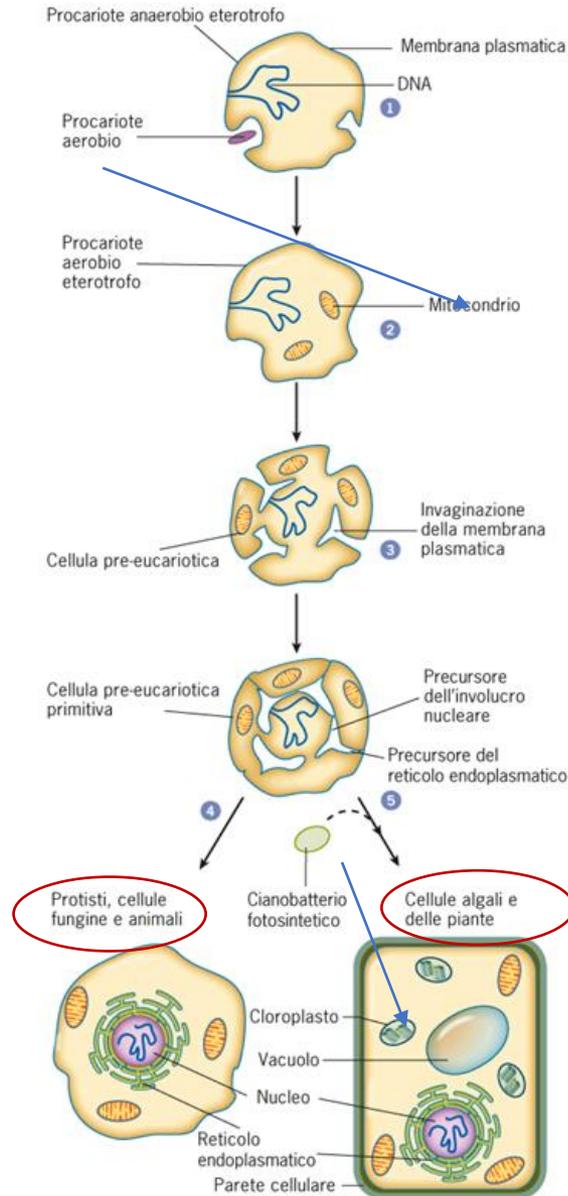
- Membrana plasmatica di struttura simile
- Informazione genetica codificata dal DNA che usa lo stesso codice genetico
- Meccanismi simili per la trascrizione e la traduzione dell'informazione genetica, compresi ribosomi simili
- Vie metaboliche condivise (ad esempio, glicolisi e ciclo degli ATC)
- Apparato 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 inflessione 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



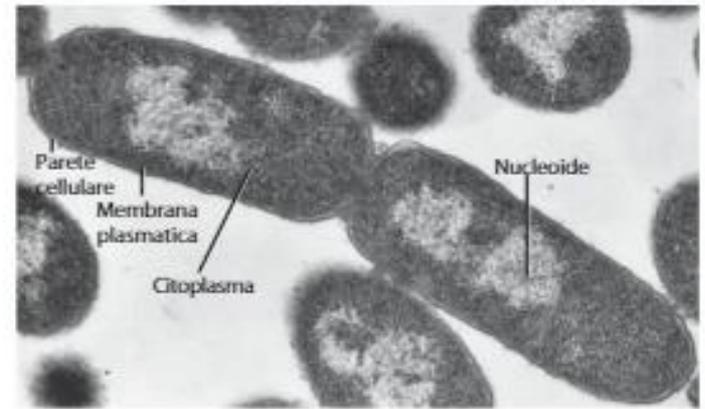
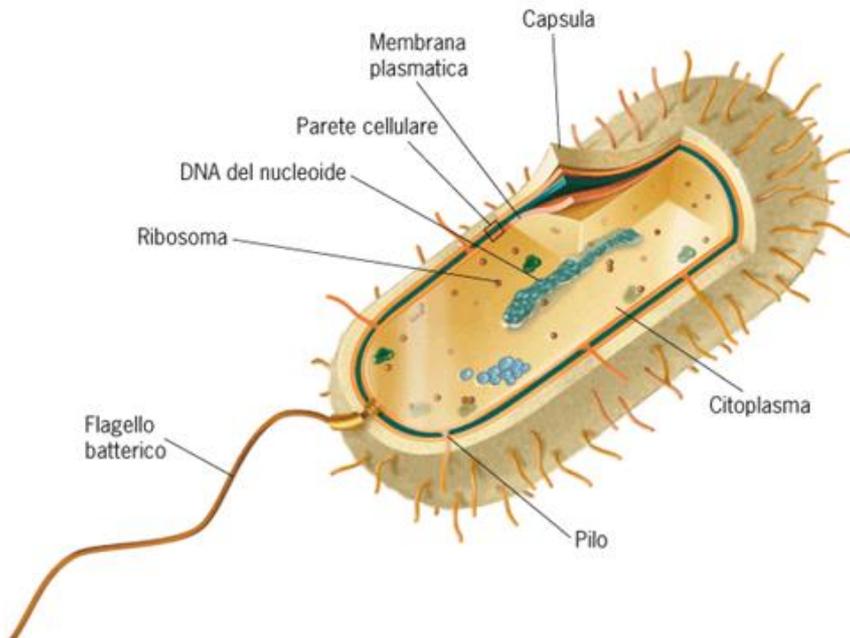
# Evoluzione cellulare e altri processi



Microfotografia elettronica di un cianobatterio

G. De Leo, S. Fasano, E. Ginelli  
 Biologia e Genetica, IV ed.  
 EdISES Università

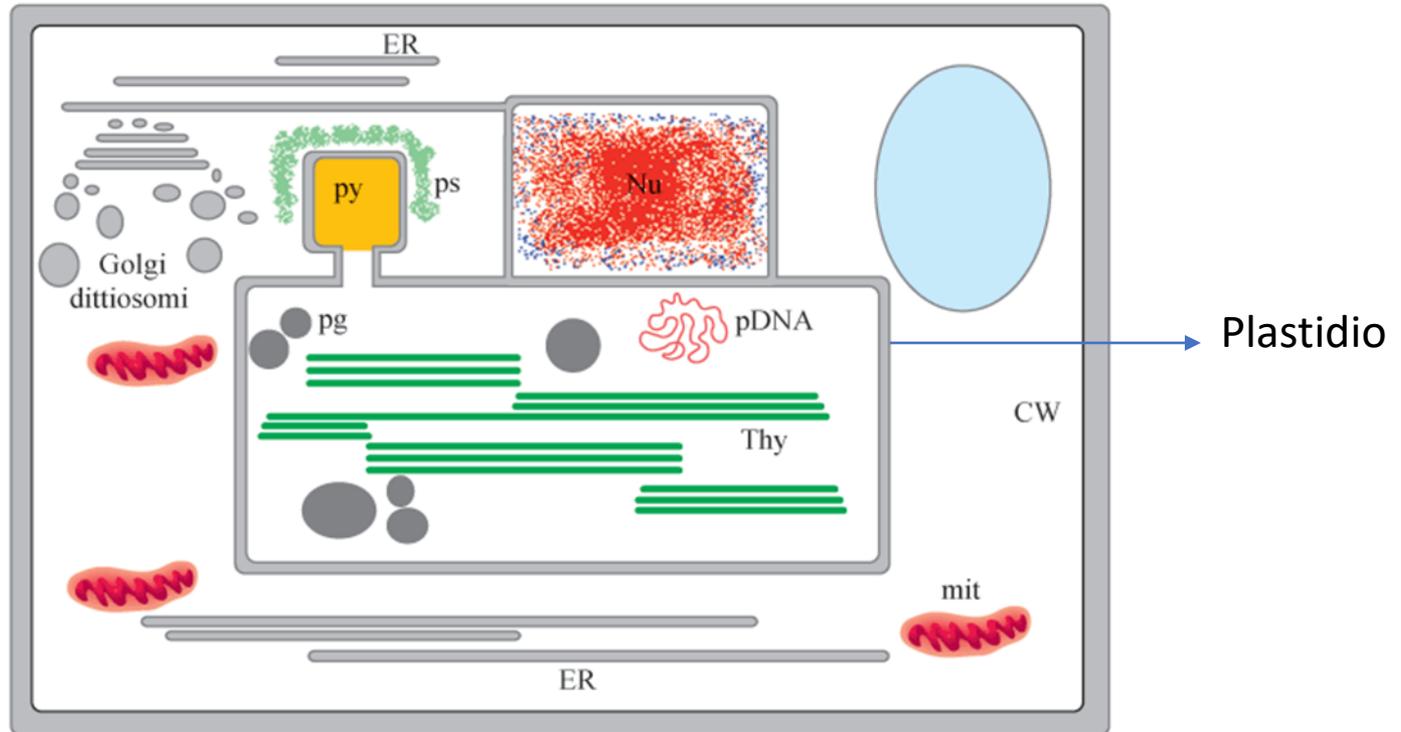
# Cellula procariotica batterica



0,5  $\mu\text{m}$

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

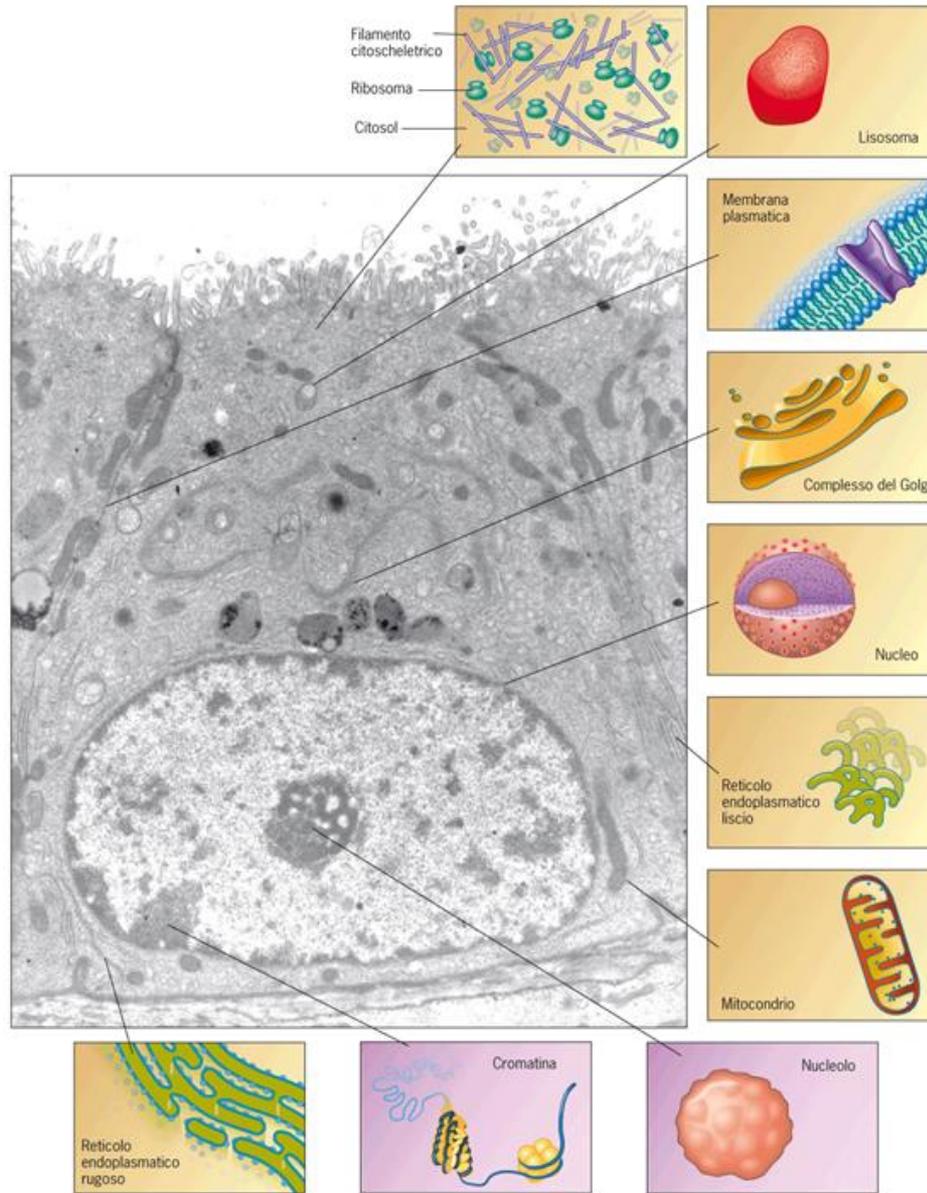
## Cellula delle alghe brune (protisti eucarioti)



Giacomo Tripodi  
*Introduzione alla Botanica sistematica*  
Edises

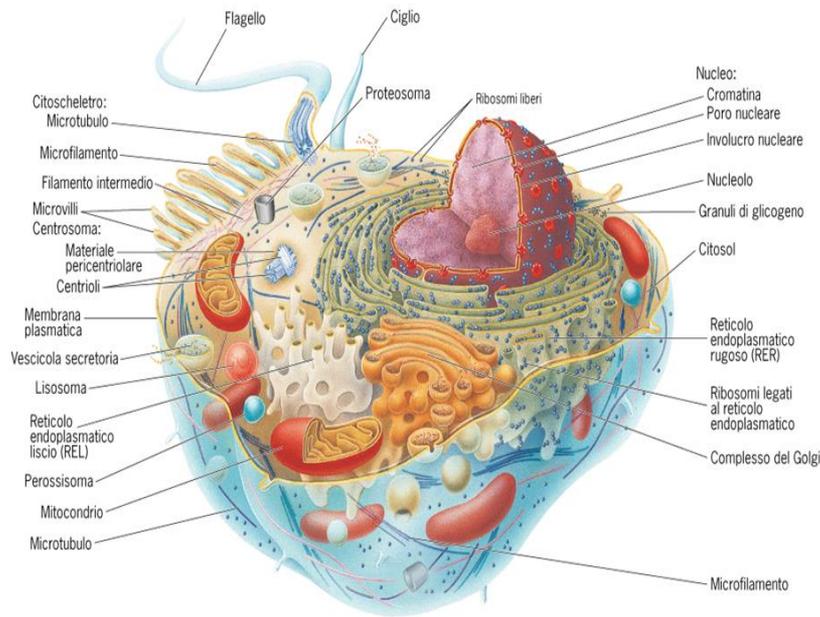
ER = Reticolo endoplasmatico  
Nu = Nucleo  
Thy = Tilacoidi  
cw = Parete cellulare  
mit = Mitocondrio

# Struttura della cellula eucariotica

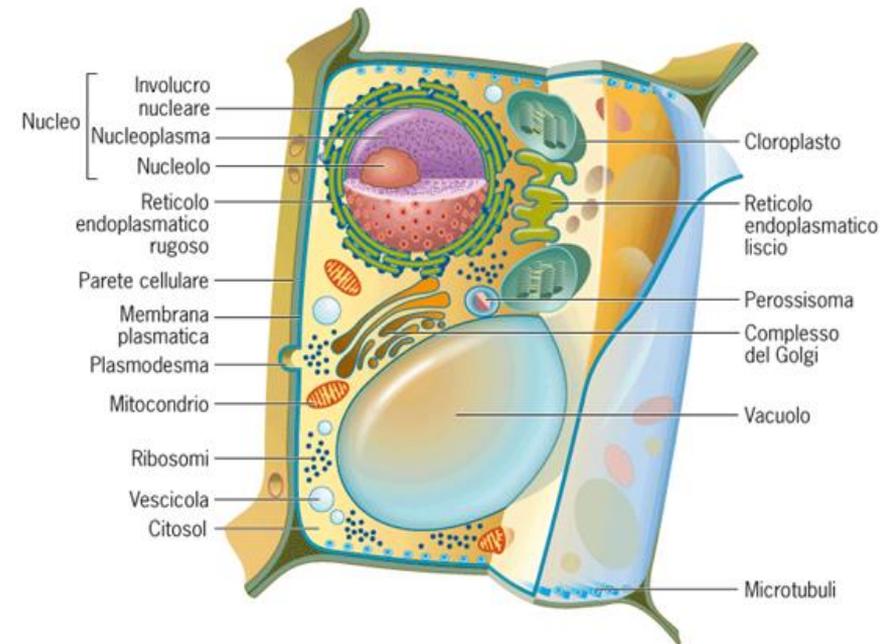


# Le piante sono organismi eucarioti come gli animali

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)

