

E LA VITA CONTINUA.....



La continuità della vita è
garantita dai processi di
divisione cellulare

Divisione cellulare

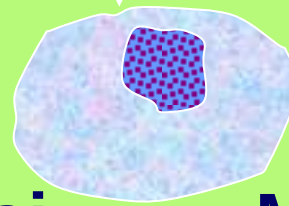
■ Cellule procariote



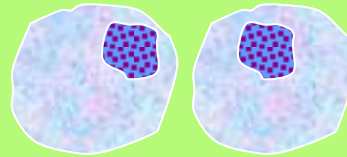
■ Scissione binaria



■ Cellule eucariote



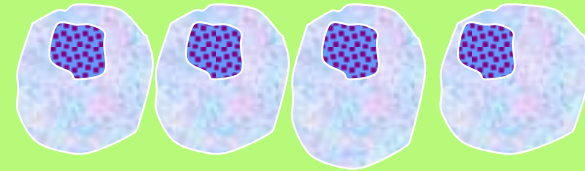
■ Mitosi



■ diploide

$2n$

Meiosi



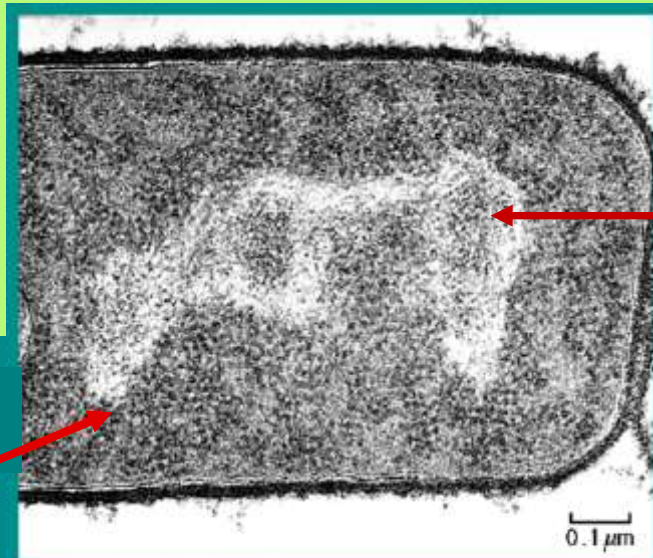
aploide

n

Cellule batteriche

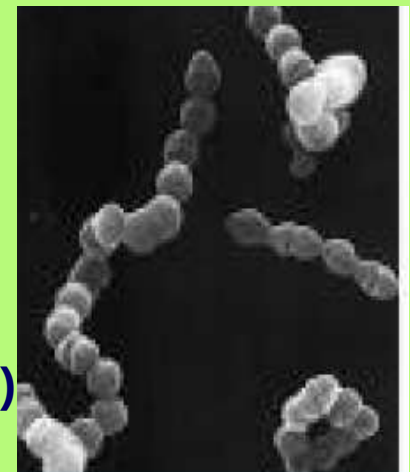
Immagine al microscopio
elettronico a trasmissione (TEM)

bacilli



DNA

cocchi

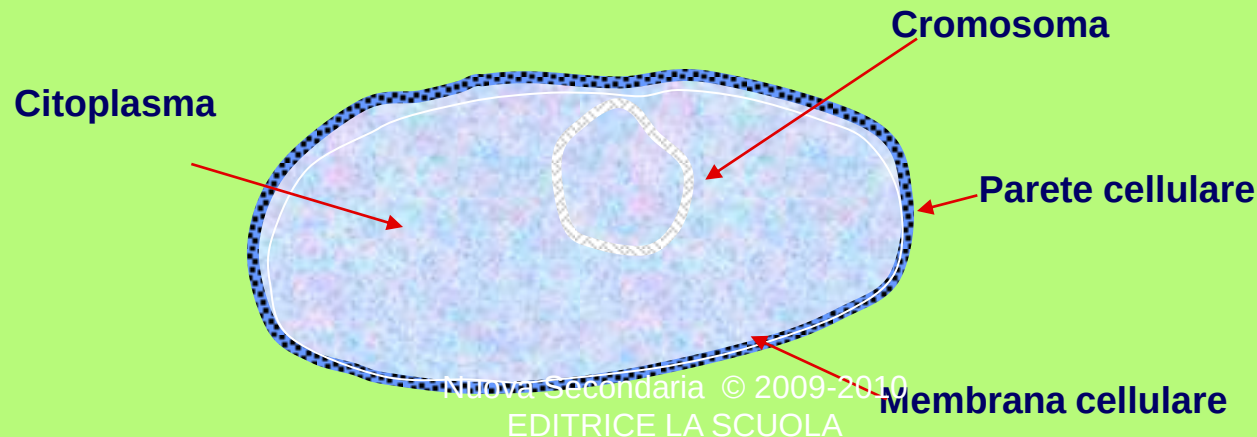


Immagini al microscopio
elettronico a scansione (SEM)

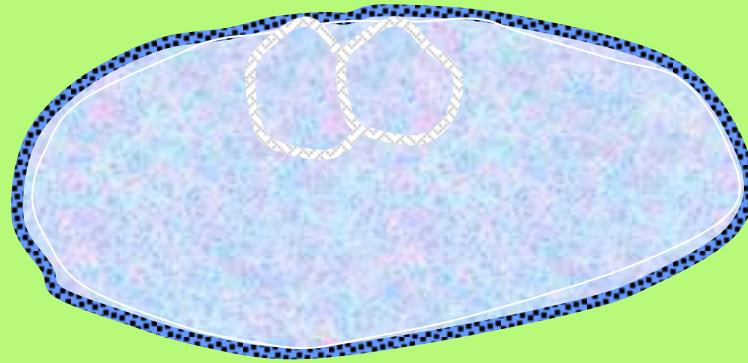


Scissione binaria

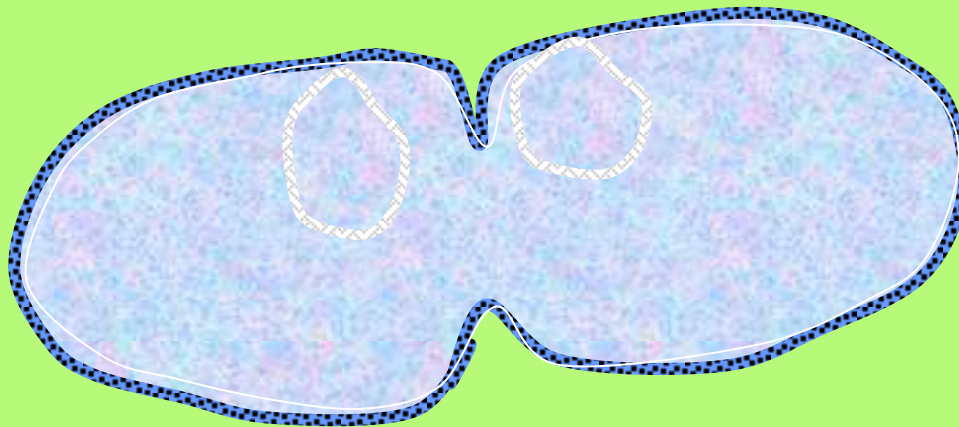
- La cellula procariota è sprovvista di nucleo possiede un solo cromosoma circolare che si trova inserito in un punto particolare della membrana citoplasmatica.
- La zona in cui troviamo il cromosoma è detta nucleotide.



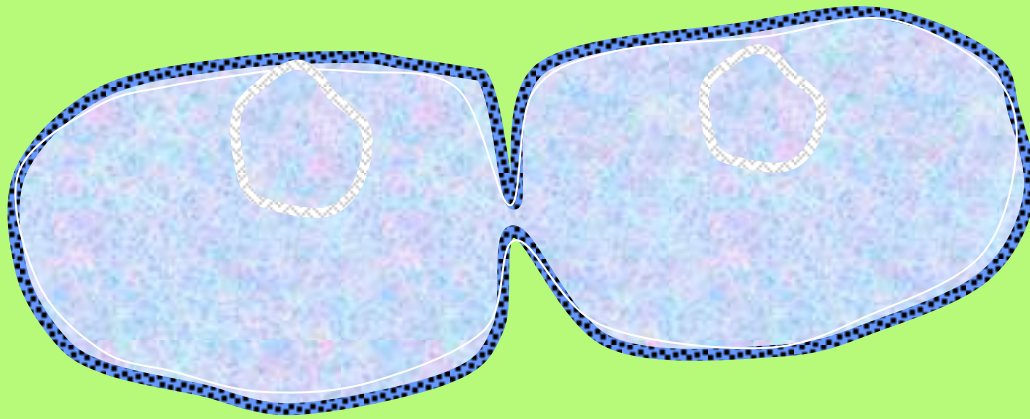
- La cellula procariota prima di dividersi duplica il suo cromosoma



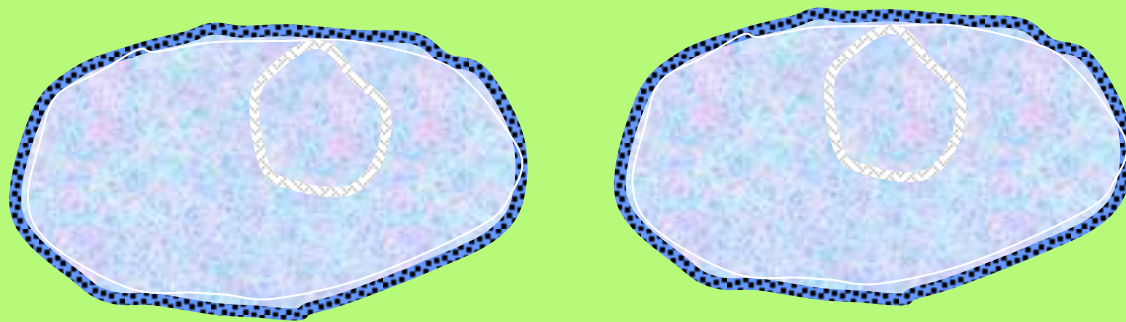
- La membrana cellulare comincia ad accrescersi allontanando tra di loro i due cromosomi che si portano alle due estremità della cellula madre



- L'allungamento della membrana prosegue fin a trasportare i due cromosomi ai poli opposti della cellula separando il citoplasma in due zone



- La riproduzione si conclude con la separazione in due cellule figlie di dimensioni inferiori rispetto alla cellula madre, ciascuna ha una copia esatta delle informazioni ereditarie e circa metà del citoplasma. Esse aumenteranno successivamente di volume prima di duplicarsi



Scissione binaria nei procarioti

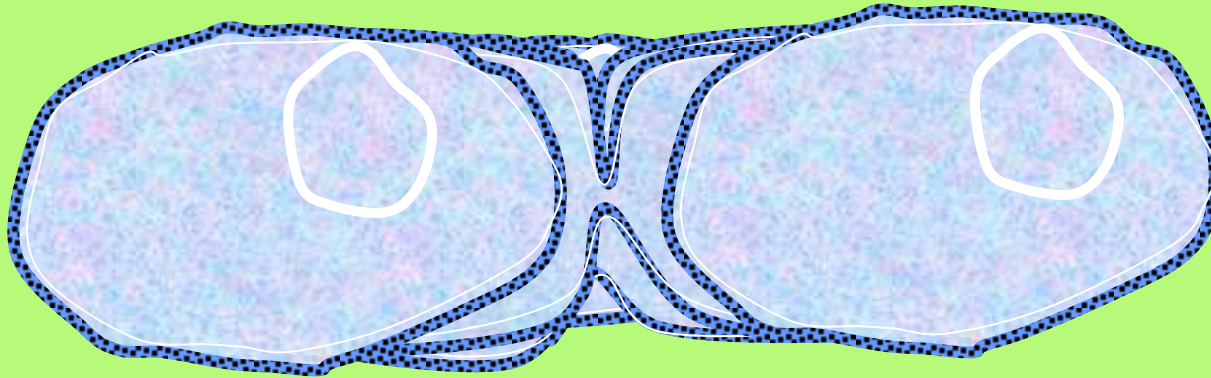
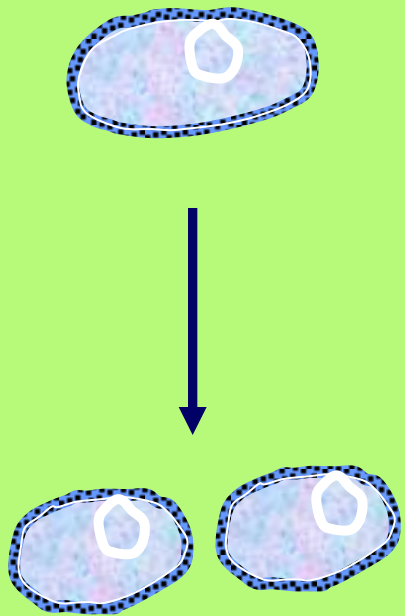


Immagine al microscopio elettronico a trasmissione (TEM)



Scissione binaria



Riproduzione cellulare asexuata

- Aumento del numero degli individui → identici tra loro
- Crescita esponenziale della popolazione (n^2)
- colonie batteriche
- ↓
- cloni



Divisione delle cellule eucariote

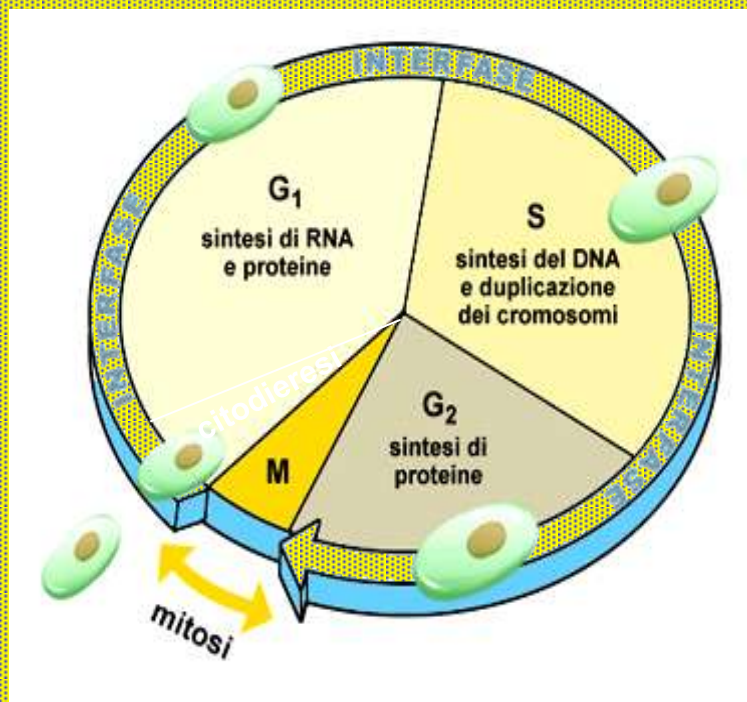
- Le cellule eucariotiche, avendo il materiale ereditario organizzato in più cromosomi raccolti in un nucleo, hanno bisogno di un processo di divisione più complesso che tenga conto della necessità che ogni cellula figlia riceva una copia di tutte le informazioni ereditarie.

I processi di divisione sono di due tipi: mitosi e meiosi

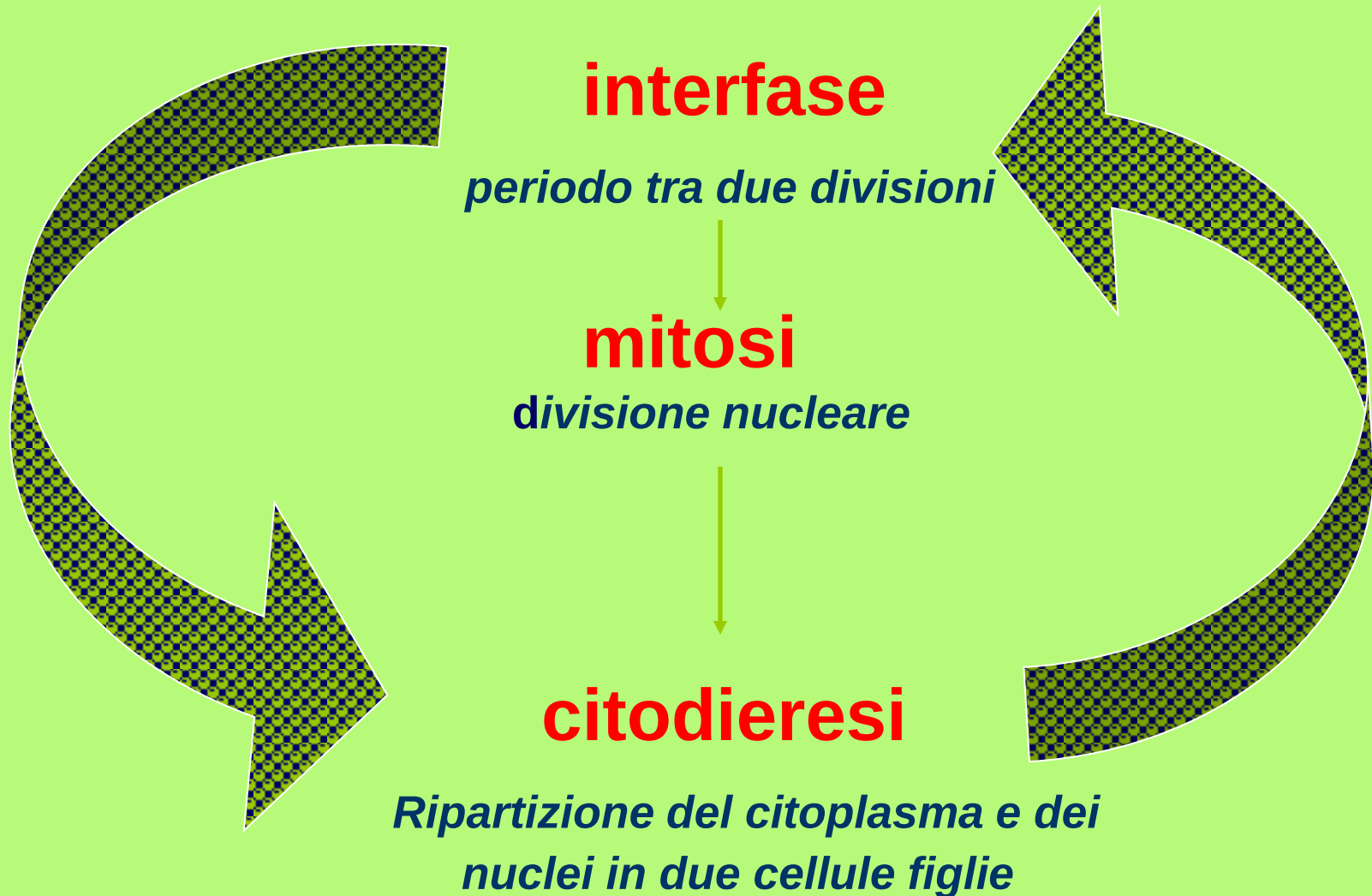
- Mitosi produce cellule con lo stesso corredo cromosomico della cellula madre (diploidi $2n$)
- Meiosi produce cellule (gameti) con il corredo cromosomico dimezzato (aploidi n)

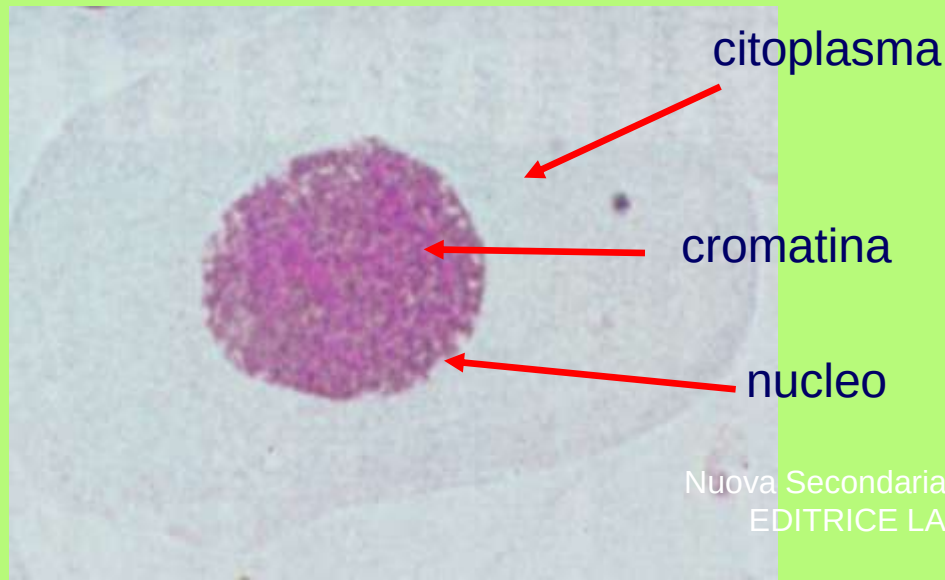
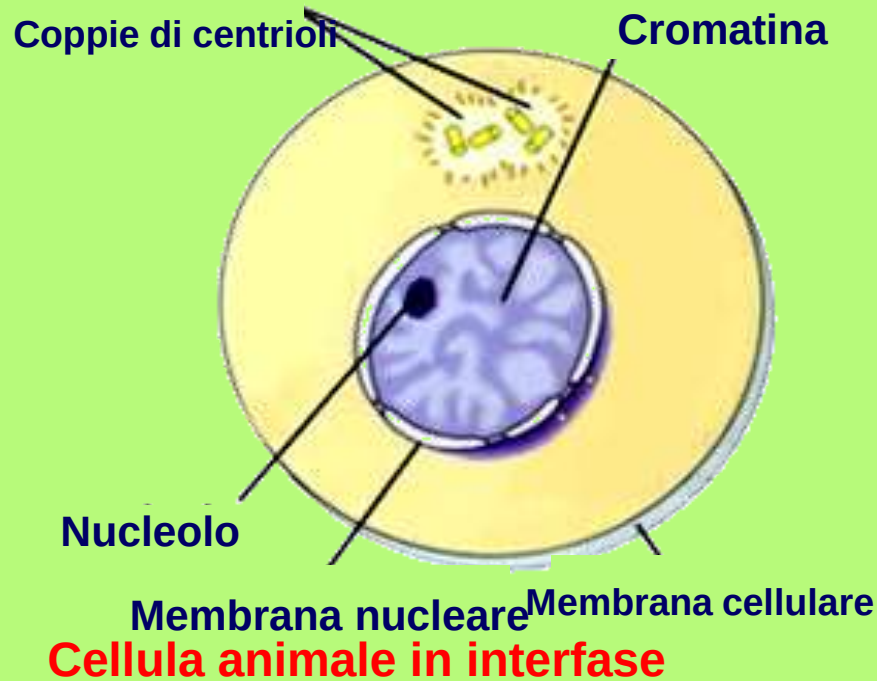
■ Ciclo cellulare

La divisione cellulare è solo una piccola parte di quello che viene definito il ciclo vitale di una cellula



Ciclo cellulare

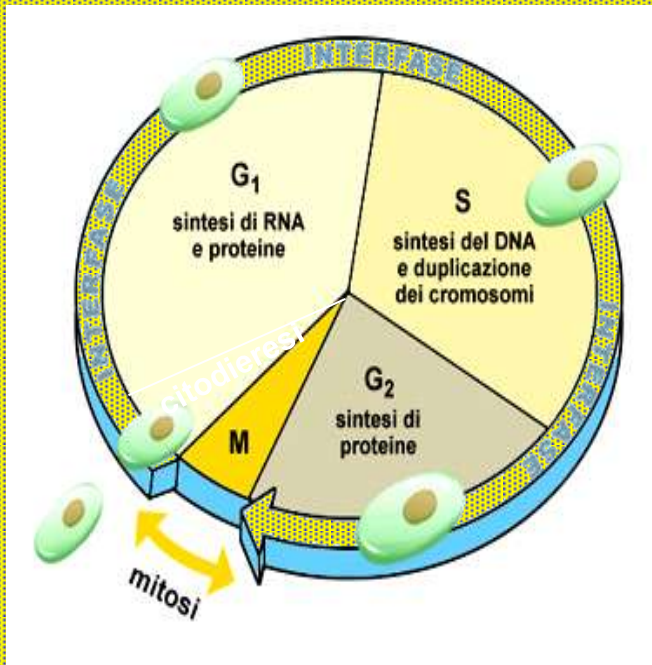




Interfase

- L'interfase è la fase più lunga del ciclo cellulare ed è il periodo che intercorre tra una divisione cellulare e l'altra
- Apparentemente la cellula sembra inattiva in realtà in questa fase della sua vita è in piena attività sintetica

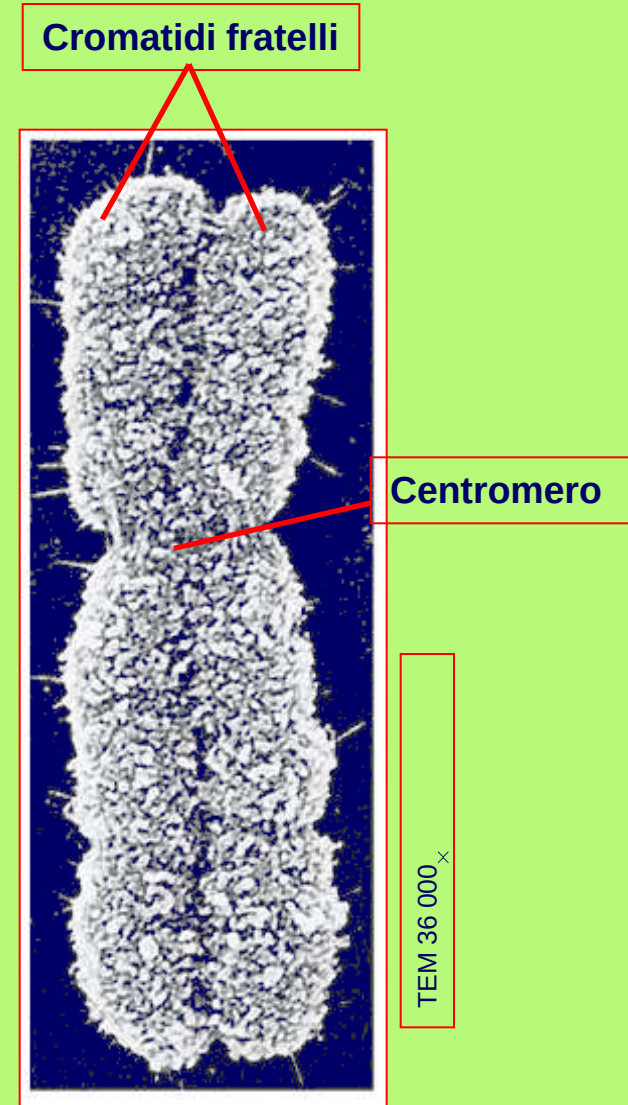
L'interfase può essere suddivisa in 3 momenti



- **G₁**: periodo (in inglese gap) di crescita cellulare, con sintesi di RNA e proteine
- **S**: periodo di sintesi (cioè avviene la duplicazione del DNA)
- **G₂**: periodo durante il quale la cellula prepara le strutture che servono per la successiva duplicazione

□ Prima della divisione,
la cellula duplica i suoi cromosomi,
formando **cromatidi fratelli**
(due copie che contengono
geni identici).

□ I due cromatidi sono uniti
in corrispondenza
di una regione chiamata
centromero.



Mitosi

- La mitosi è solo una piccola parte del *ciclo cellulare*.
- La mitosi è un meccanismo di divisione nucleare alla base della riproduzione asessuata degli eucarioti unicellulari e del processo di crescita corporea e di sostituzione delle cellule degli eucarioti pluricellulari.

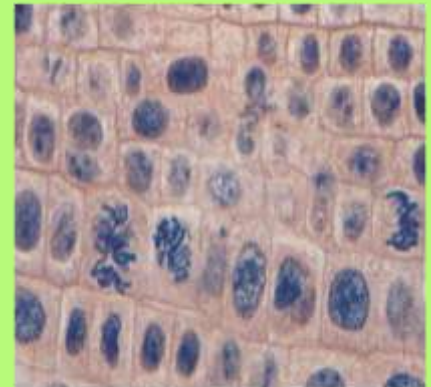


Nuova Secondaria © 2009-2010
EDITRICE LA SCUOLA

- Alla fine di questo processo si ottengono due nuclei con lo stesso numero e lo stesso tipo di cromosomi della cellula madre.



LM 10^x

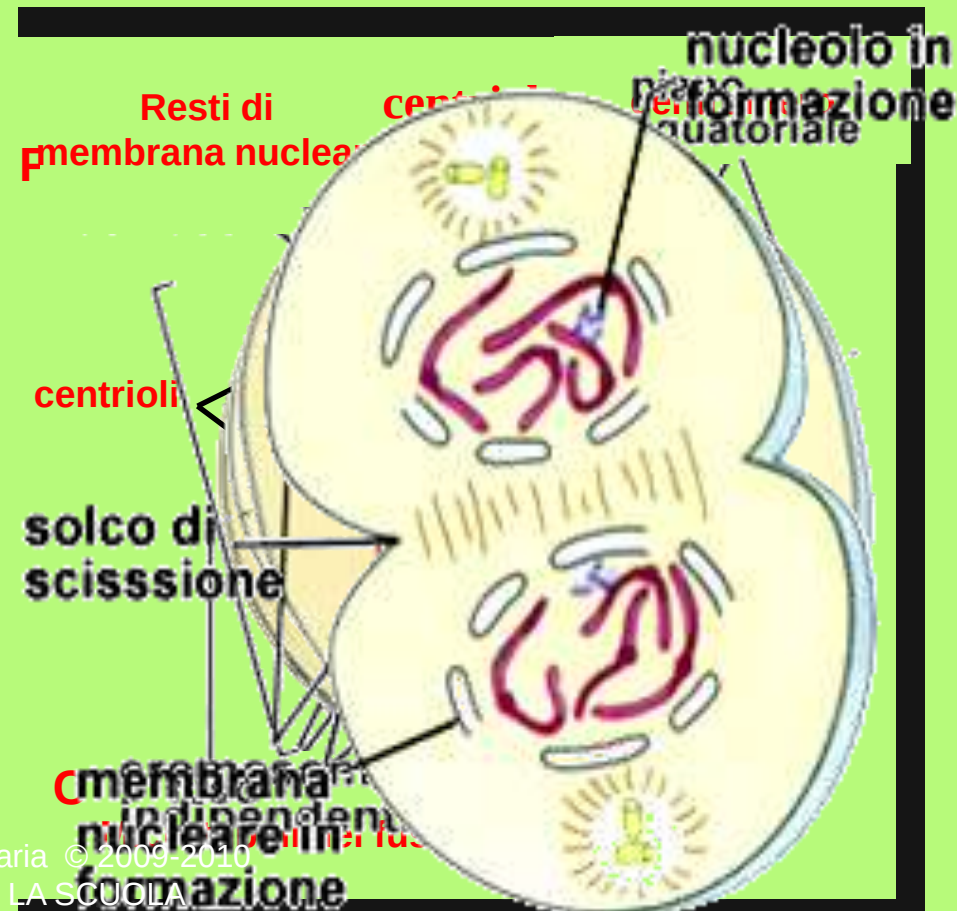


LM 500^x

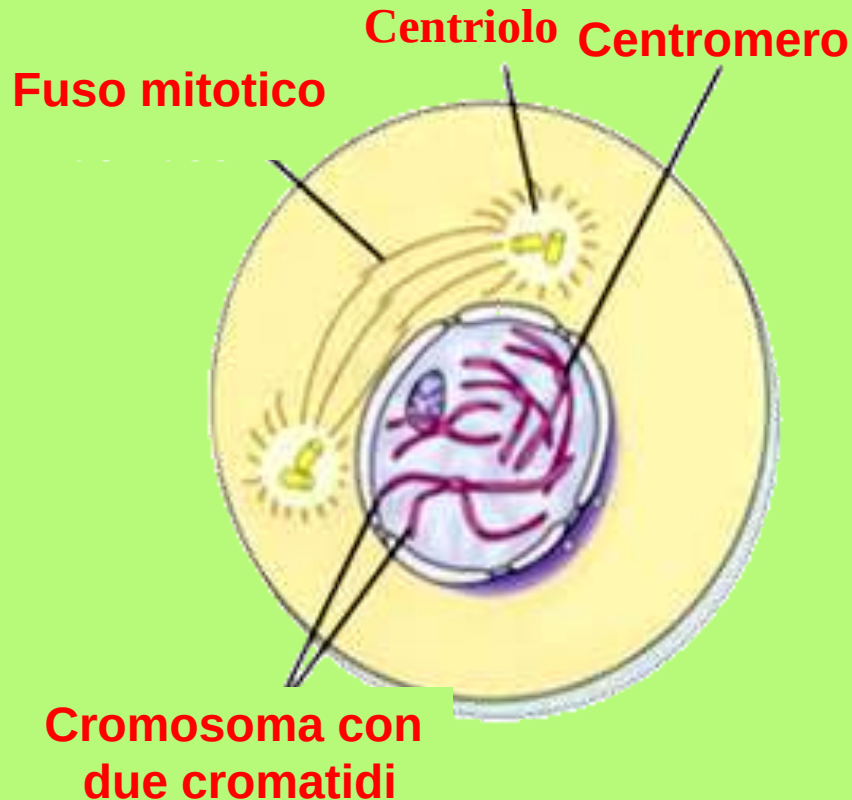
Le fasi della mitosi

La **mitosi** è una divisione nucleare che avviene in quattro stadi che formano una sequenza continua

- **Profase e tarda profase**
- **Metafase**
- **Anafase**
- **Telofase e citodieresi**



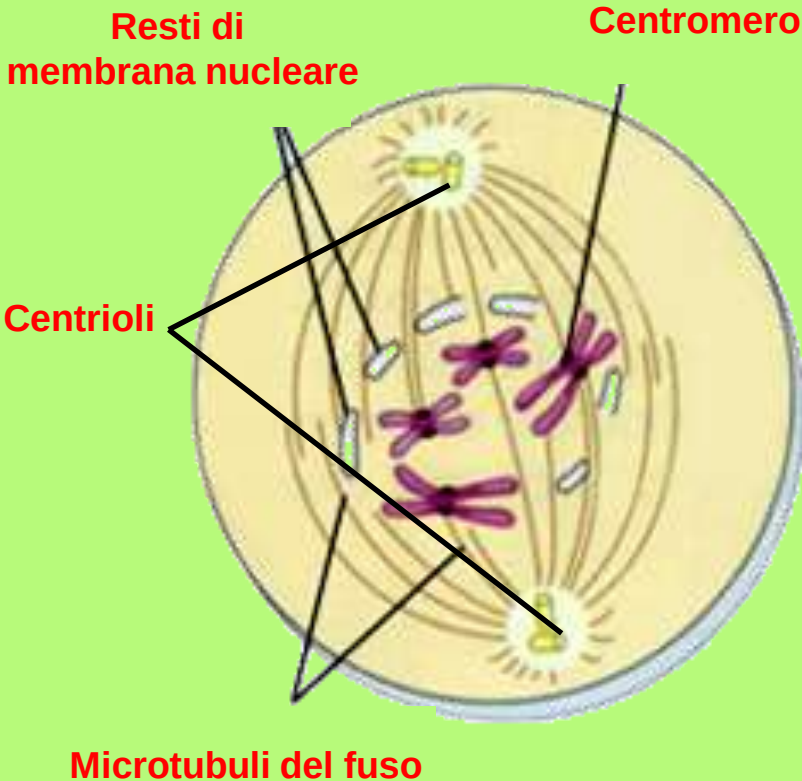
Profase



*cellula diploide con 4 cromosomi :
due coppie di cromosomi omologhi*

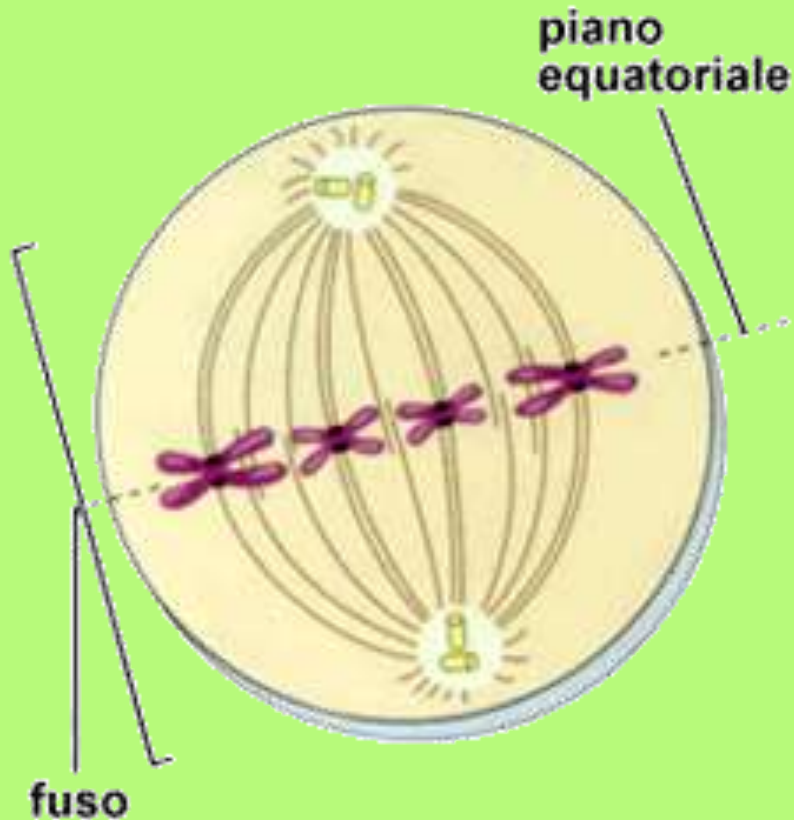
- Il DNA si è duplicato in interfase e i filamenti di cromatina, spiralizzandosi e ripiegandosi, si accorciano progressivamente diventando visibili microscopicamente dando origine ai cromosomi.
- Ogni cromosoma è costituito da due cromatidi identici uniti tra loro da una struttura chiamata centromero.
- Contemporaneamente si organizza l'apparato mitotico, sono ben evidenti i centrioli, le strutture alla base del complesso dei microtubuli del fuso mitotico.

Tarda profase



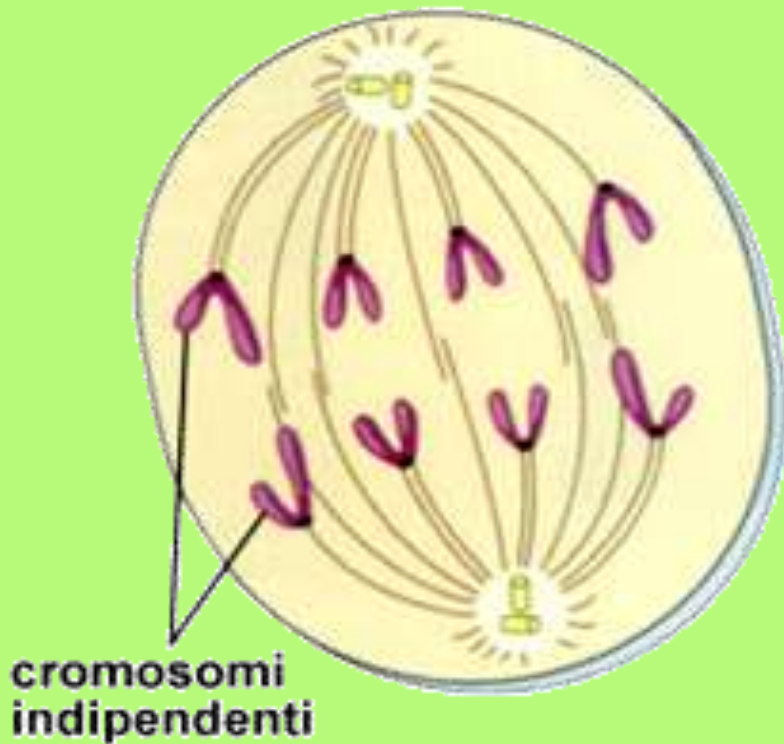
- Scompare l'involucro nucleare e le fibre del fuso possono attraversare liberamente la regione nucleare
- I centrioli si sono spostati ai poli opposti della cellula
- I due cromatidi uniti all'altezza del centromero, si stanno spostando verso l'equatore cellulare
- Ogni cromatidio è agganciato da numerose fibre del fuso mitotico
- Ogni fibra è collegata da una parte al centromero dei cromosomi dall'altra parte ad un centriolo

Metafase



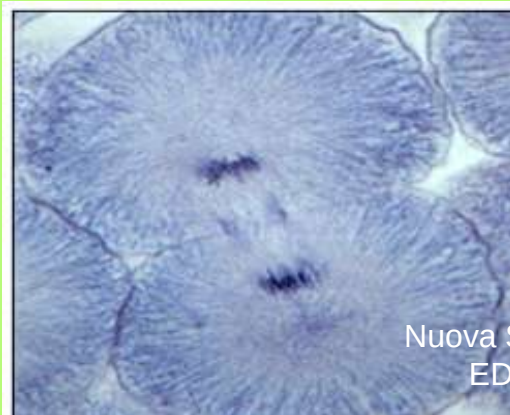
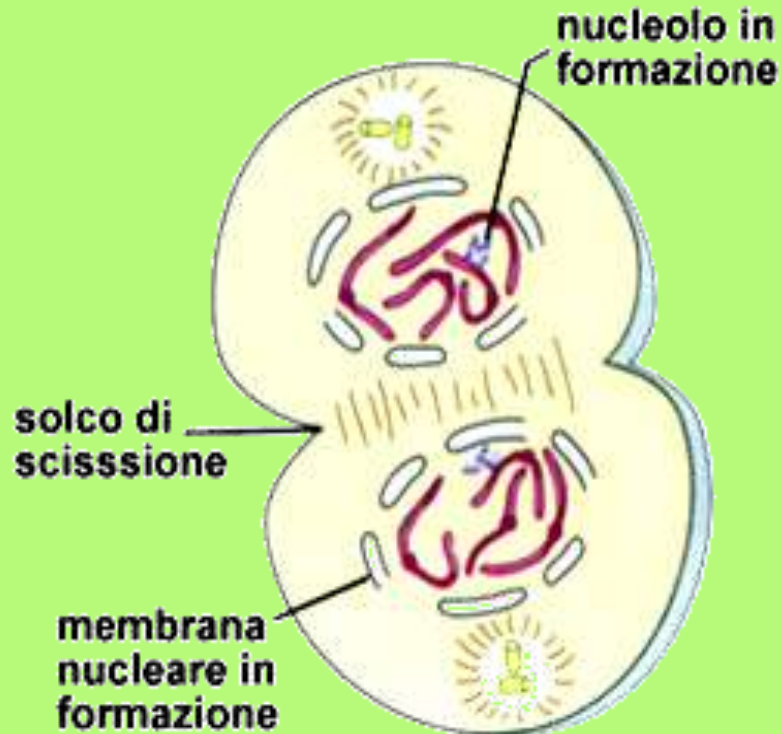
- I cromatidi si dispongono sul piano equatoriale della cellula, ciascuno orientato verso un polo del fuso, formando la piastra equatoriale

Anafase



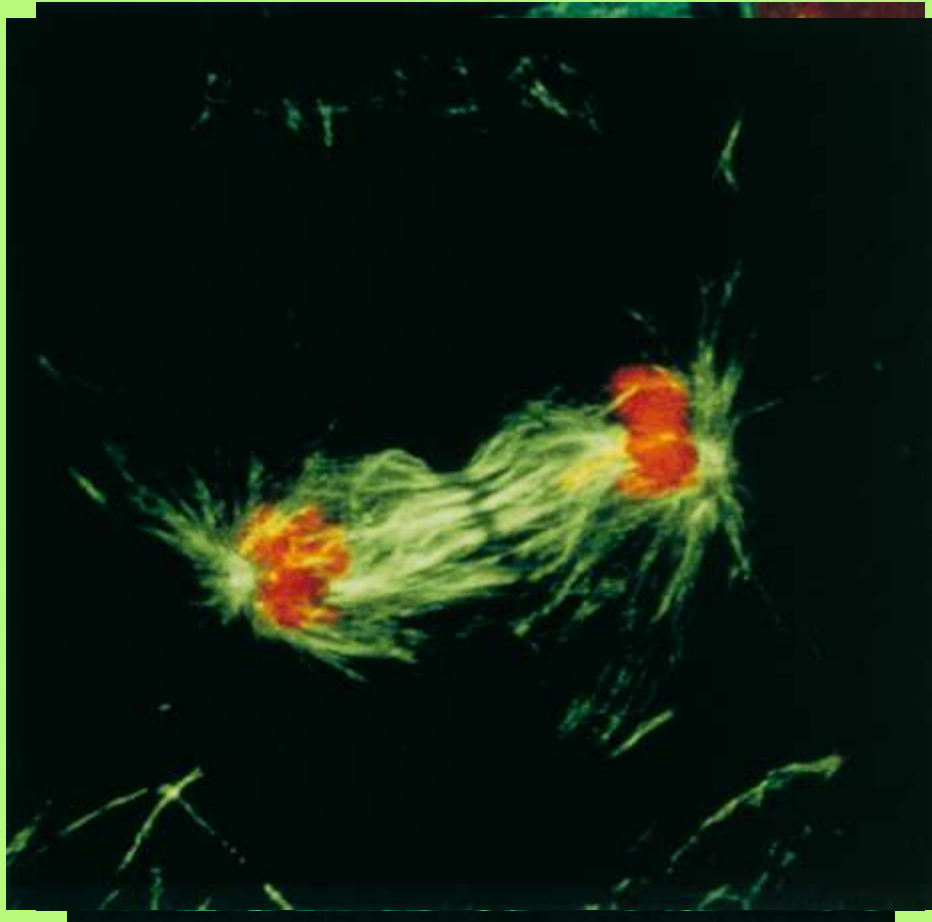
- Le fibre del fuso mitotico si accorciano tirando ai poli opposti ciascun cromatidio dei singoli cromosomi. Ciascun cromatidio è detto adesso cromosoma

Telofase e citodieresi



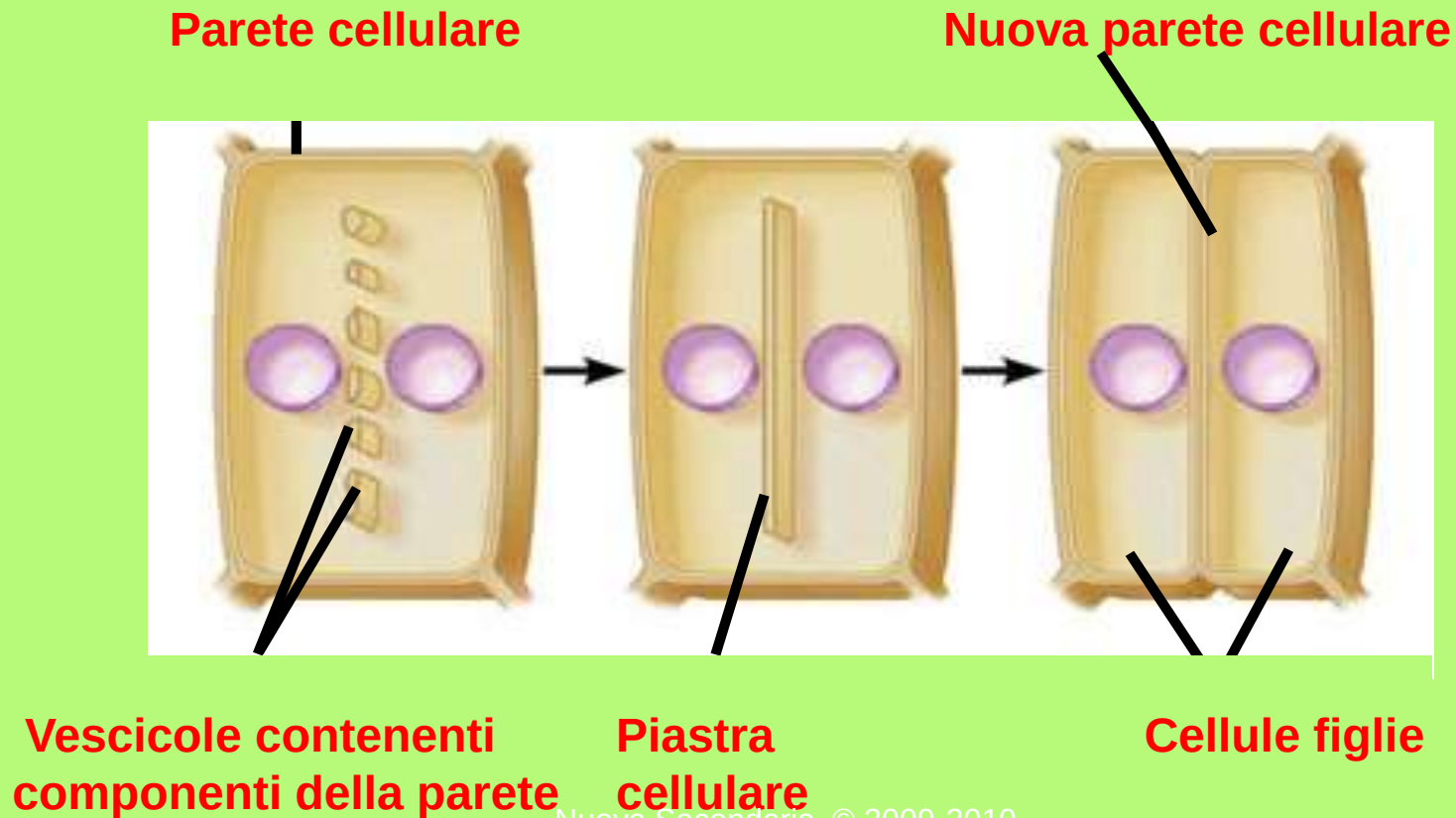
- Le fibre del fuso si sono disgregate e i cromosomi liberi dai microtubuli si despiralizzano trasformandosi in cromatina
- Le vescicole del vecchio involucro nucleare fondendosi tra loro riformano il nuovo involucro
- La mitosi è conclusa quando si sono formati i due nuovi nuclei delle cellule figlie
- Compare un solco equatoriale che si restringe progressivamente finché la cellula si divide in due cellule figlie ciascuna con un nucleo
- I componenti citoplasmatici vengono distribuiti più o meno ugualmente nelle due cellule figlie

Citodieresi in una cellula animale



Citodieresi nelle piante

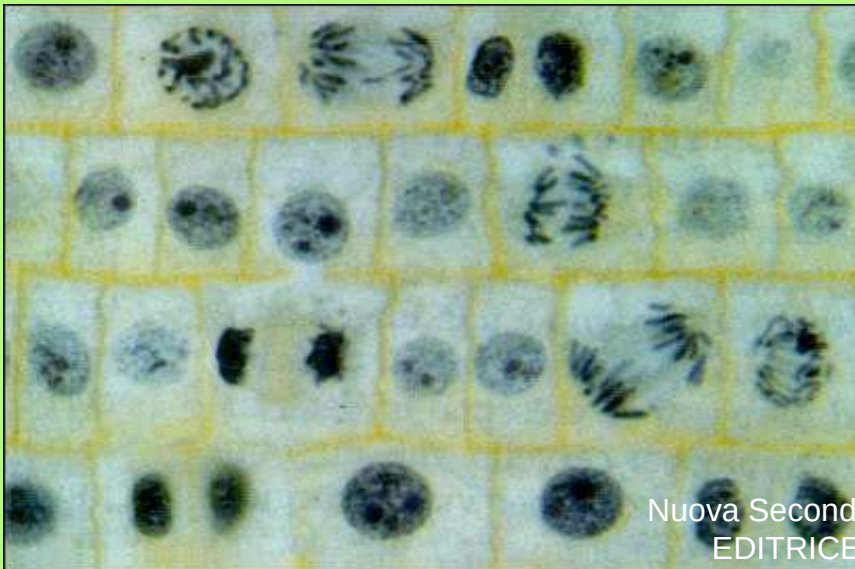
- Nelle piante la citodieresi avviene con la formazione di una struttura detta piastra cellulare e la formazione di una parete trasversale.



Piastra cellulare

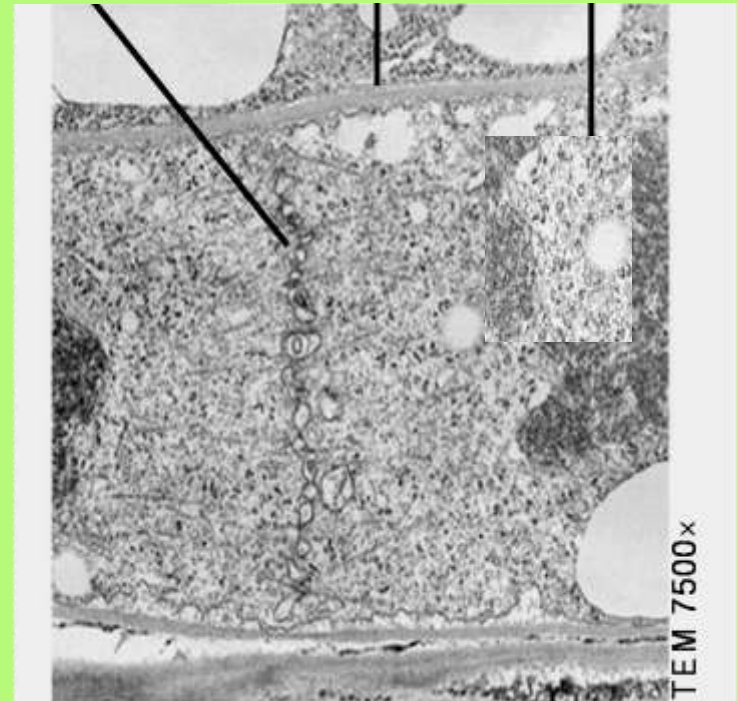
- Vescicole ripiene di un materiale per la costruzione della parete cellulare si fondono tra loro e insieme ai residui del fuso mitotico formano una struttura detta piastra cellulare .
- Ai lati di essa si accumula la cellulosa fino a dare origine ad una parete trasversale che separa le due cellule figlie

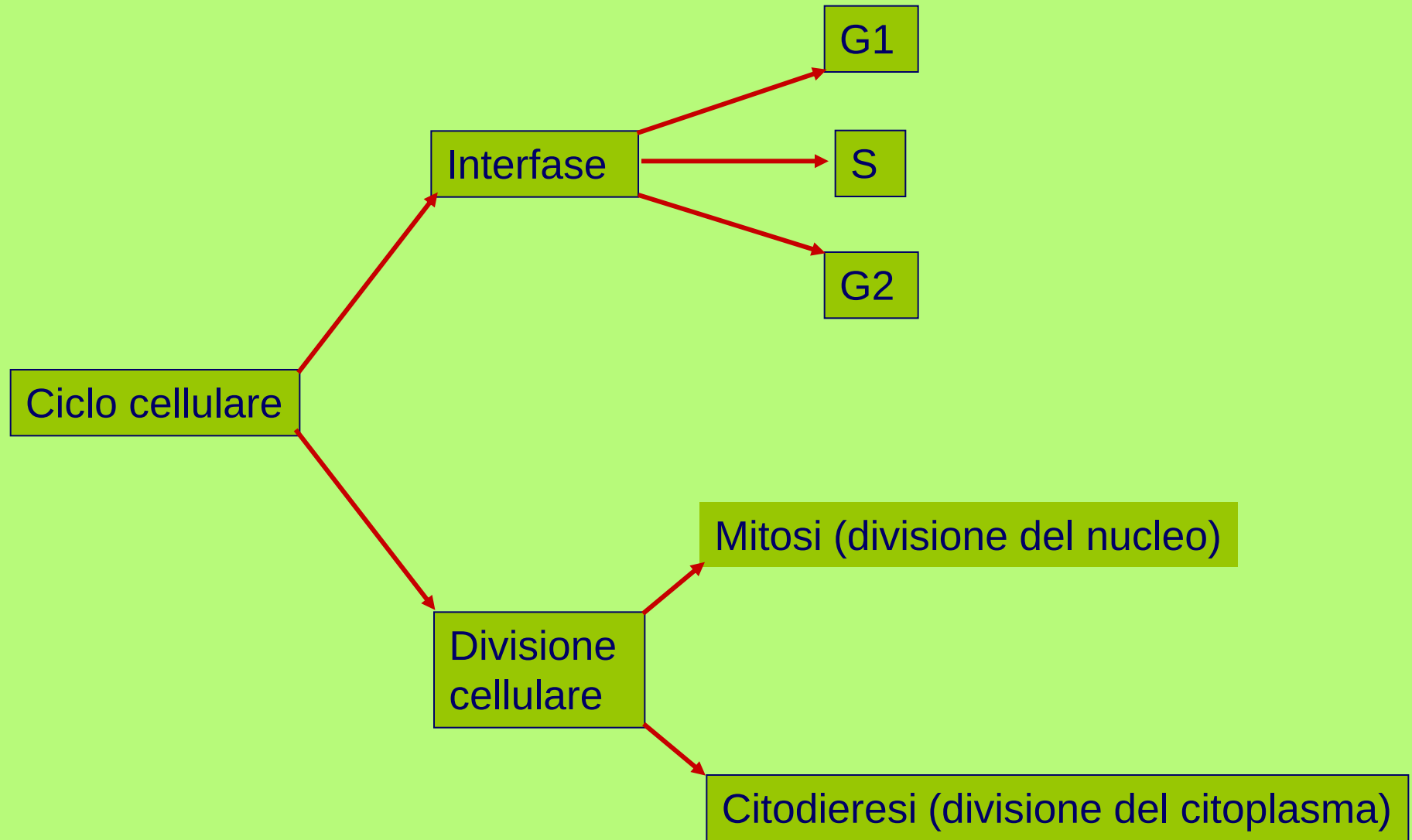
Cellule vegetali in varie fasi della mitosi



Formazione
della piastra

Parete della
cellula madre





Cromatina, cromosomi, cromatidi

Il patrimonio genetico di una cellula è costituito da un insieme di DNA e proteine chiamato **cromatina**.

Il DNA contiene le informazioni per il funzionamento della cellula; le proteine, chiamate istoni, servono invece solo a sostenere il DNA stesso.

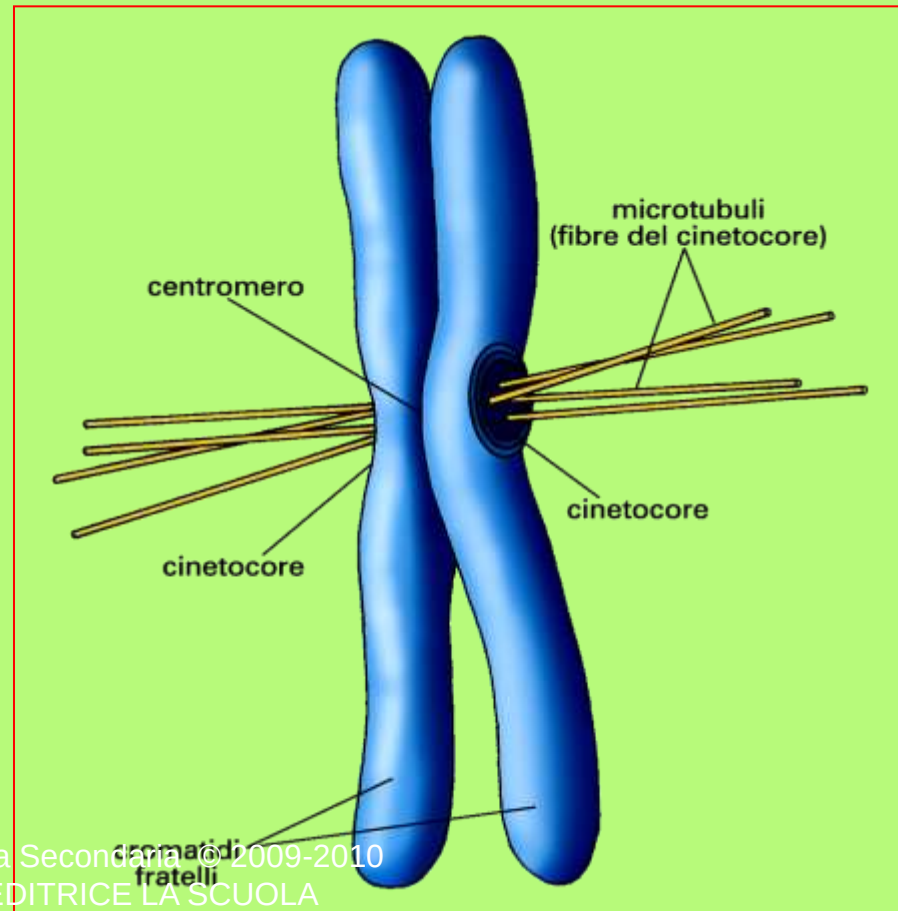
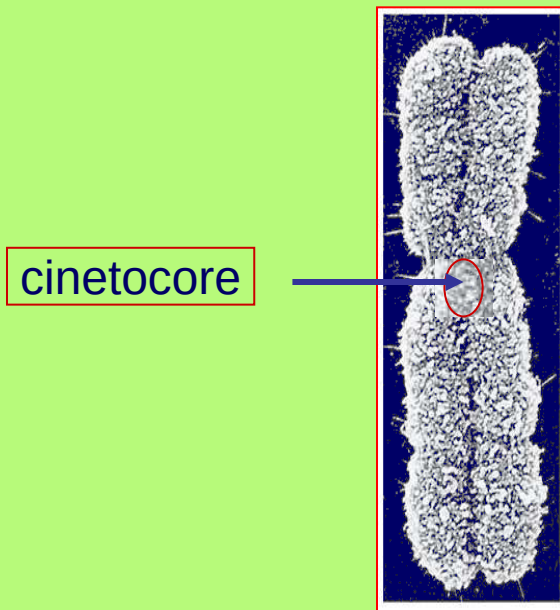
La cromatina è suddivisa in un insieme di frammenti, chiamati **cromosomi**, il cui numero è caratteristico di ciascuna specie.

Nella fase S ogni cromosoma viene ricopiato. Ciascuna delle due copie prende il nome di **cromatidio**; le due copie restano unite nel centromero. Un cromatidio viene detto tale fintanto che rimane associato ad un *cromatidio fratello* (a lui identico).

Quando, nella mitosi, i due cromatidi si dividono, ciascuno di essi torna ad essere un semplice **cromosoma**.

Organizzazione strutturale di un cromosoma

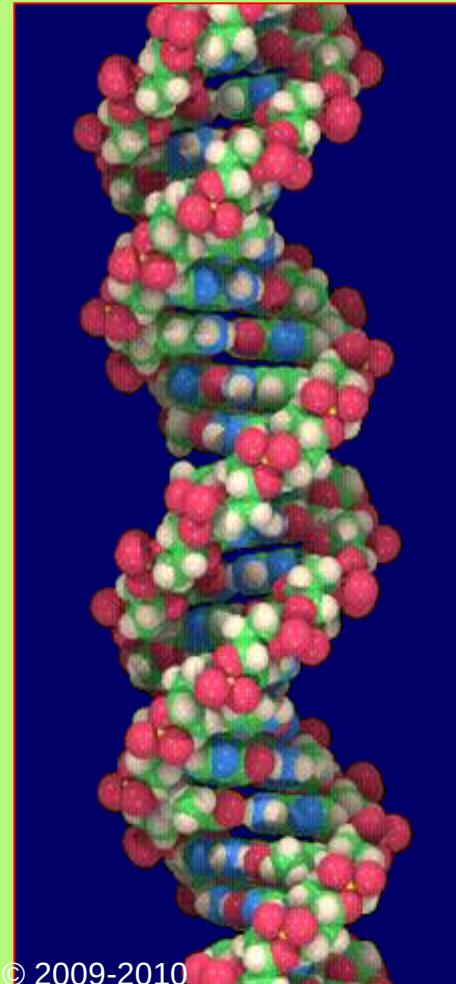
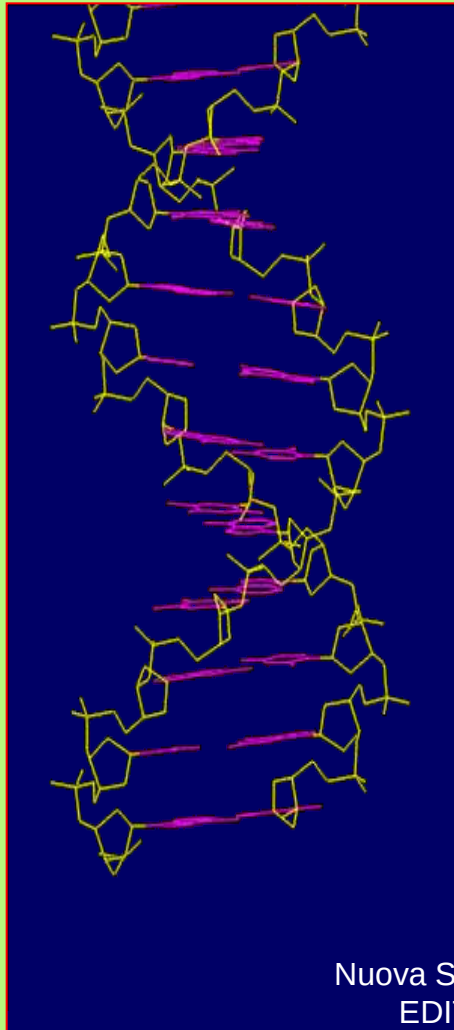
- L'immagine mostra un cromosoma in metafase, già duplicato e al massimo grado di condensazione .
- In realtà la spirale a sua volta è avvolta a spirale in una superspirale.



Struttura del DNA

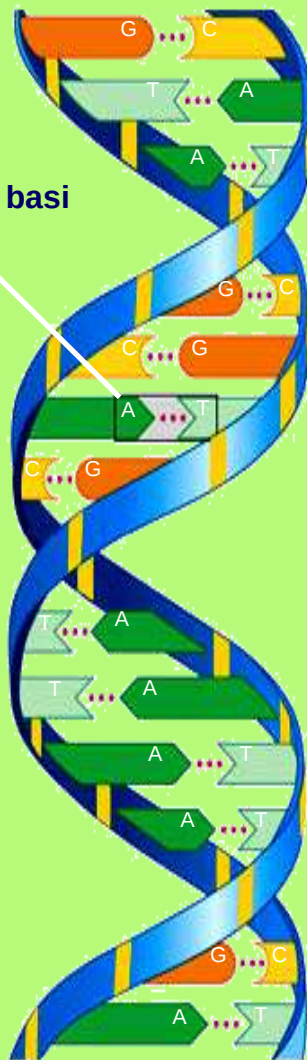
Il DNA contiene le istruzioni per sintetizzare le proteine.

Esso è costituito da due filamenti polinucleotidici avvolti uno sull'altro in una doppia elica.

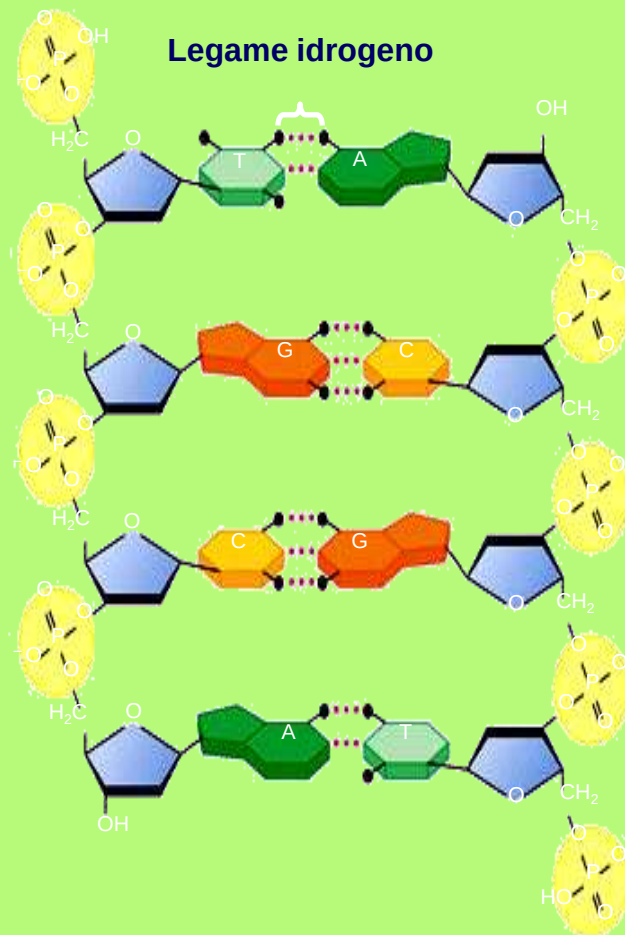


Filamenti polinucleotidici legati tra loro da legami idrogeno e avvolti a spirale che costituiscono il DNA

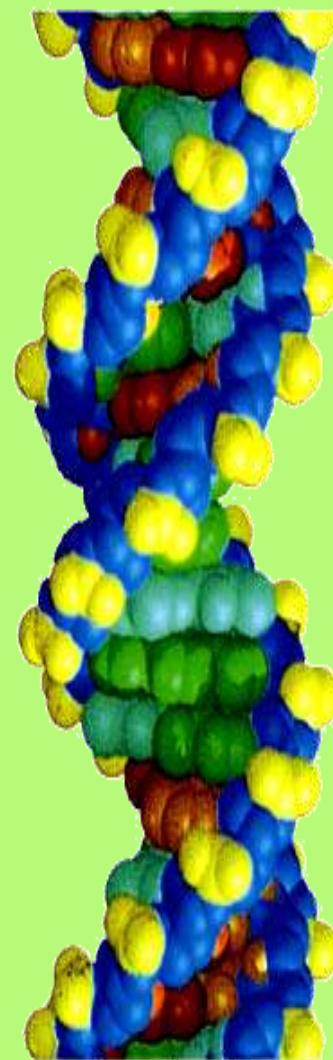
Coppie di basi appaiate



Modello a nastro

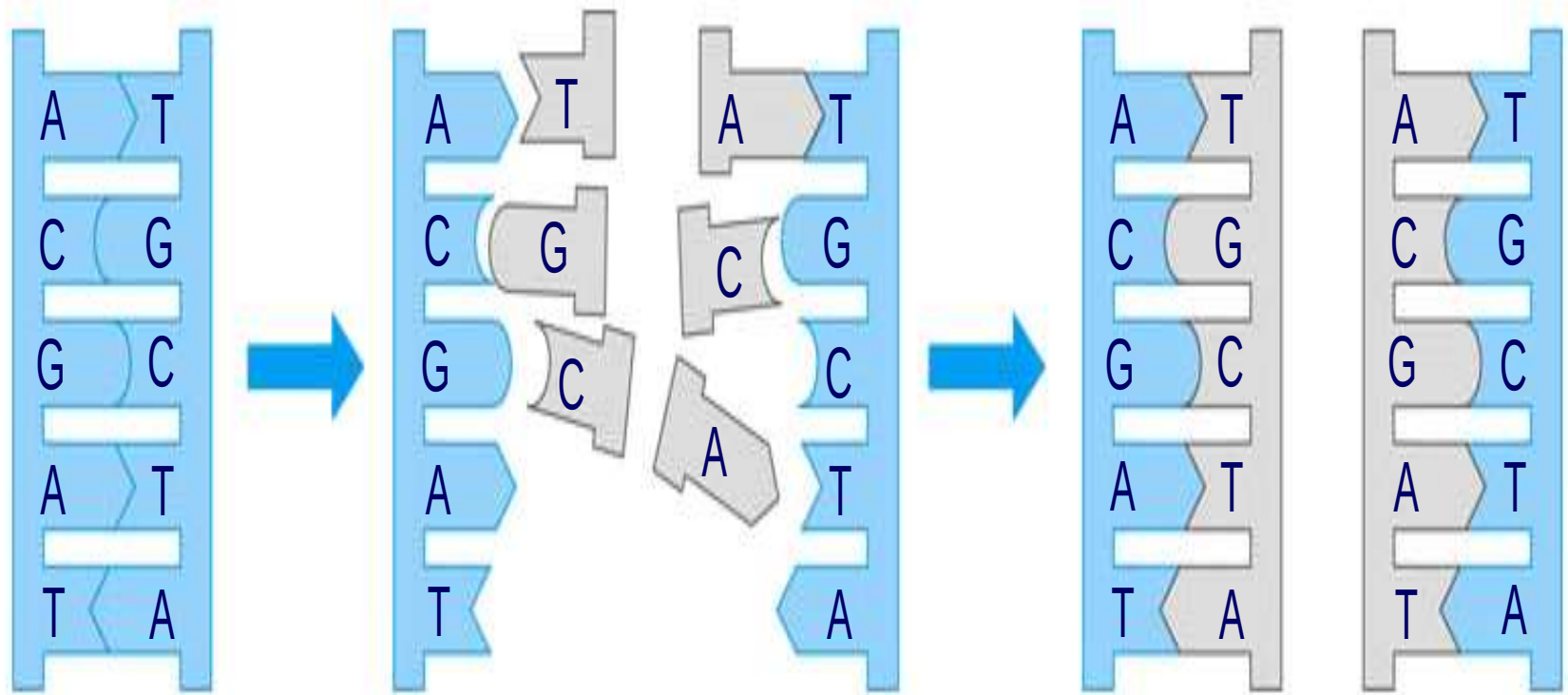


Nuova Secondaria © 2009-2010
EDITRICE LA SCUOLA



Modello computerizzato

Duplicazione del DNA



Molecola originaria
del DNA.

Entrambi i filamenti originari
si comportano da stampo.

Due nuove molecole
di DNA identiche.

Mitosi e numero di cromosomi

- Gli individui appartenenti alla stessa specie nelle cellule somatiche hanno lo stesso numero di cromosomi e alla fine della mitosi esso resta invariato.
Per esempio nella specie umana sono 46, nel gorilla 48, nella pianta di pisello 14.
- Immaginiamo che i nostri 46 cromosomi siano numerati, ogni tipo di cromosoma è presente in doppia copia quindi abbiamo 23 coppie di cromosomi.
Si dice che la cellula è **diploide** cioè con il corredo cromosomico doppio.

DNA umano in ciascuna cellula:
è lungo complessivamente **2,5 m**
è ripartito in 46 cromosomi

DNA di ciascun cromosoma:
è lungo diversi **cm**
è spesso **2 nm**

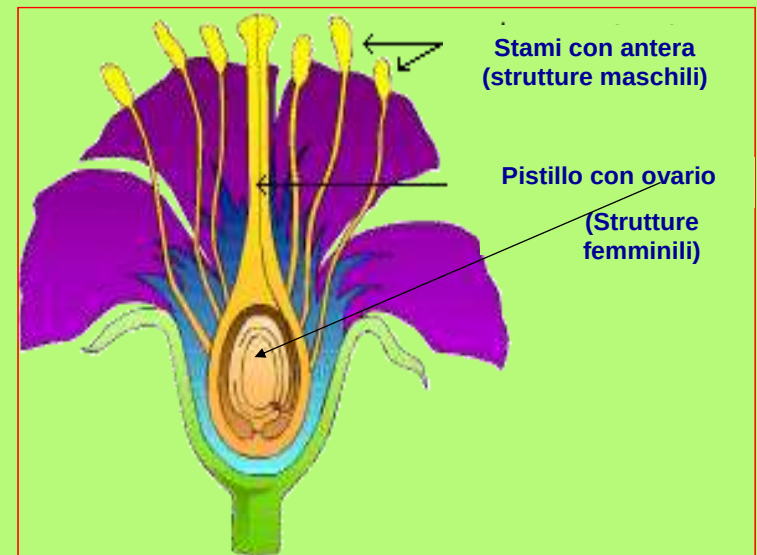
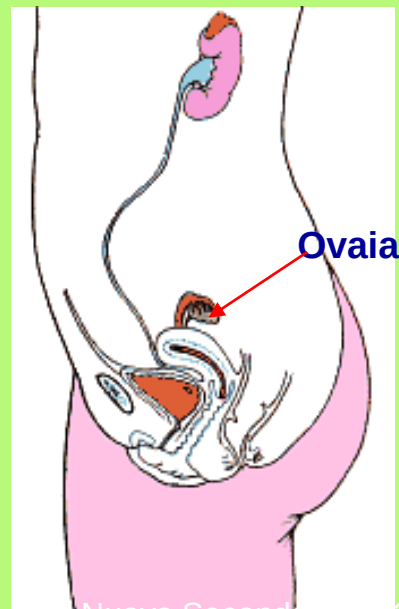
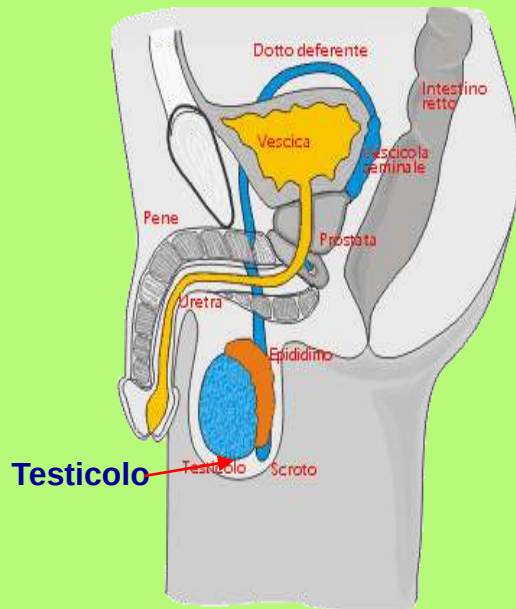


Tutte le cellule somatiche di un organismo possiedono lo stesso numero di cromosomi che caratterizza la propria specie



Meiosi

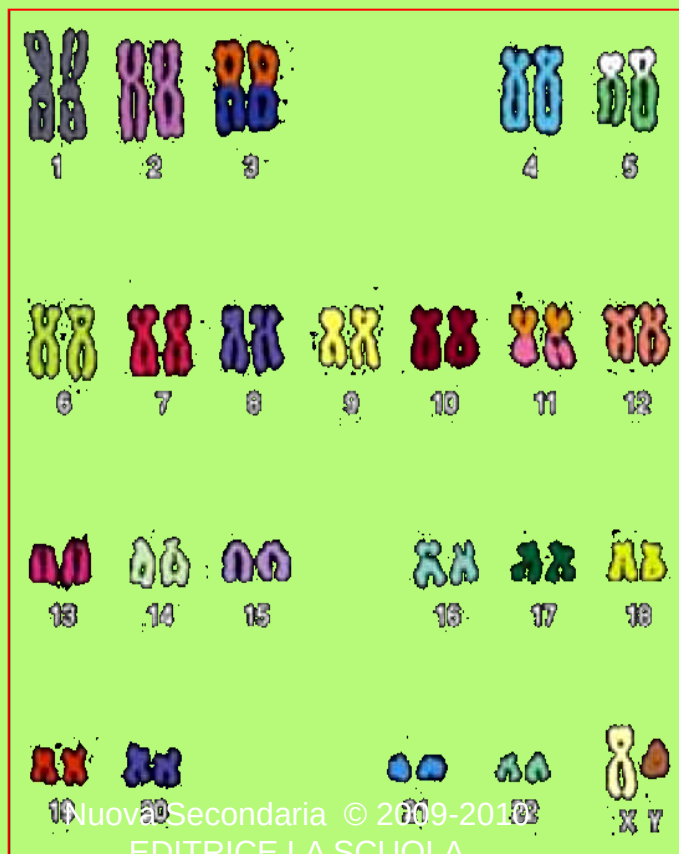
- La meiosi è un meccanismo di riproduzione nucleare che riguarda le cellule germinali cioè le cellule che danno origine ai gameti (spermatozoi e cellule uovo) che servono per la riproduzione sessuata.
- I gameti si sviluppano all'interno di organi o apposite strutture che sono deputate per la riproduzione e che hanno normalmente lo stesso numero di cromosomi delle cellule del corpo (cellule somatiche).



Cromosomi omologhi

- Generalmente le cellule somatiche hanno un numero di cromosomi tipico della specie dato dalla somma di tutti i cromosomi, detto diploide e indicato con $2n$, che significa che ogni cellula possiede due esemplari (una coppia) di ciascun tipo di cromosomi.
- I due cromosomi di ogni coppia sono detti **cromosomi omologhi**.

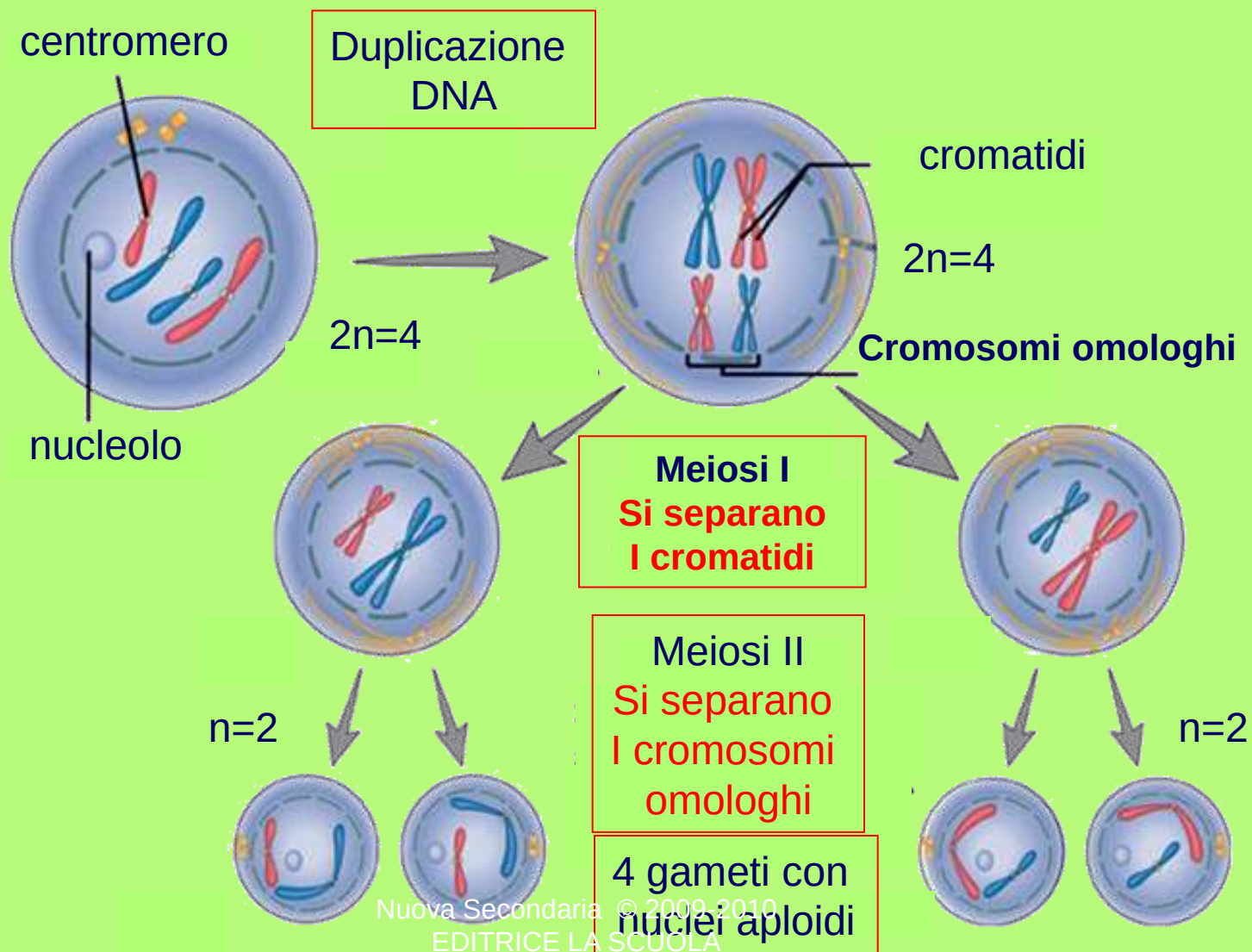
Generalmente due cromosomi omologhi hanno la stessa forma e la stessa lunghezza e contengono alleli degli stessi geni. Soltanto due cromosomi, i **cromosomi sessuali**, indicati con X e Y differiscono per forma e dimensioni, nonostante ciò si comportano come se fossero omologhi.



Le 23 coppie
di cromosomi
omologhi
dell'Uomo

cromosomi sessuali

La meiosi è costituita da due divisioni cellulari senza l'interposizione di una duplicazione del DNA



Le fasi della meiosi

Meiosi I

Profase I



metafase I



anafase I



telofase I



citodieresi



Meiosi II

Profase II



metafase II



anafase II



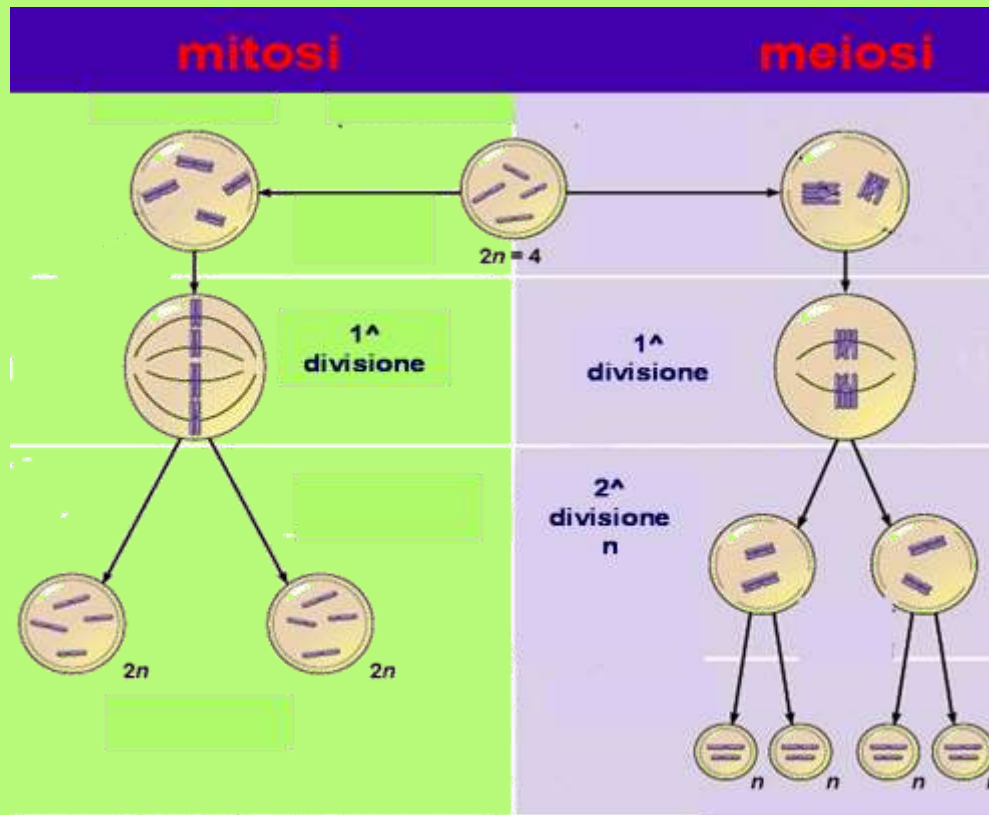
telofase II



citodieresi



Confronto mitosi e meiosi

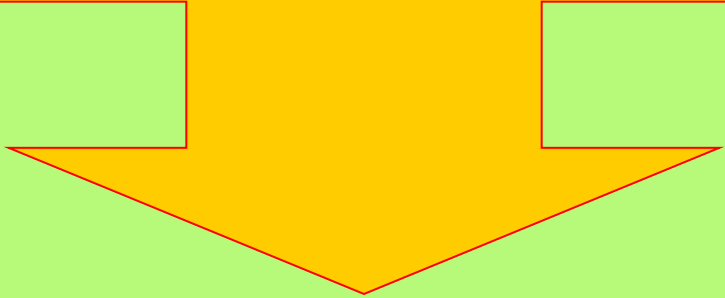


La mitosi consiste in un sola divisione cellulare, che produce due nuclei diploidi.

La meiosi consiste in due successive divisioni cellulari senza una seconda duplicazione del DNA, che producono quattro nuclei aploidi.

Nell'interfase che precede la meiosi i cromosomi si duplicano, generando due cromatidi uniti nel centromero.

**Ricombinazione genetica
assicura la variabilità genetica:
il principale vantaggio adattativo
della riproduzione sessuata**



crossing over e
assortimento indipendente
dei cromosomi omologhi

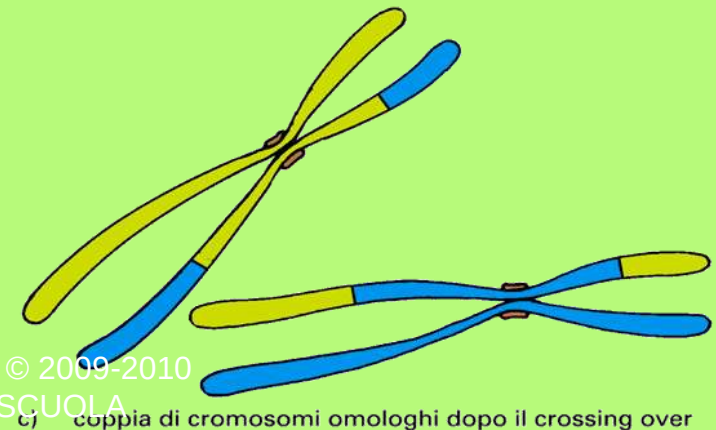
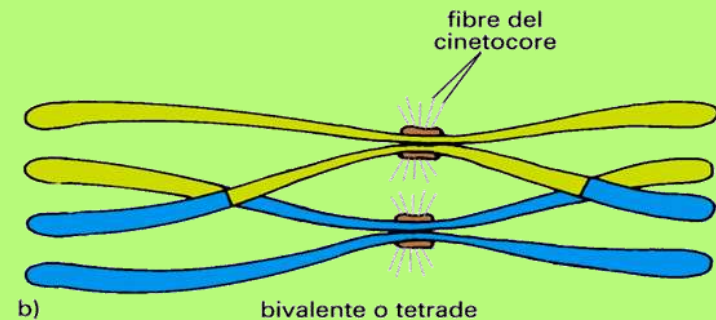
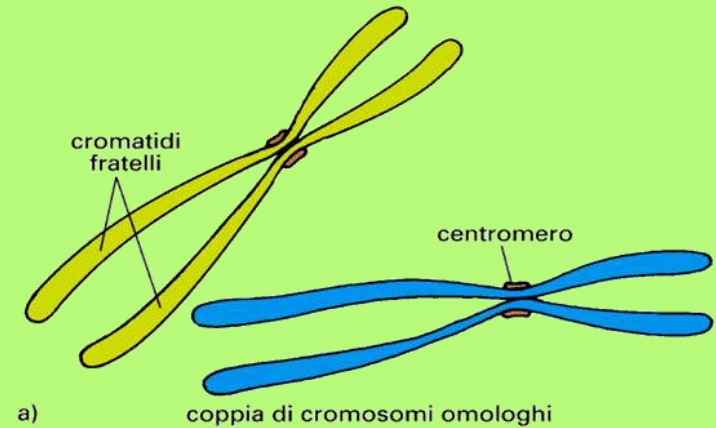
Crossing-over

In **Profase I** cromosomi si spiralizzano e si appaiano (**sinapsi**).

Può avvenire il **crossing-over**, cioè scambio di tratti corrispondenti tra cromosomi omologhi.

Il punto in cui avviene lo scambio si chiama **chiasma**.

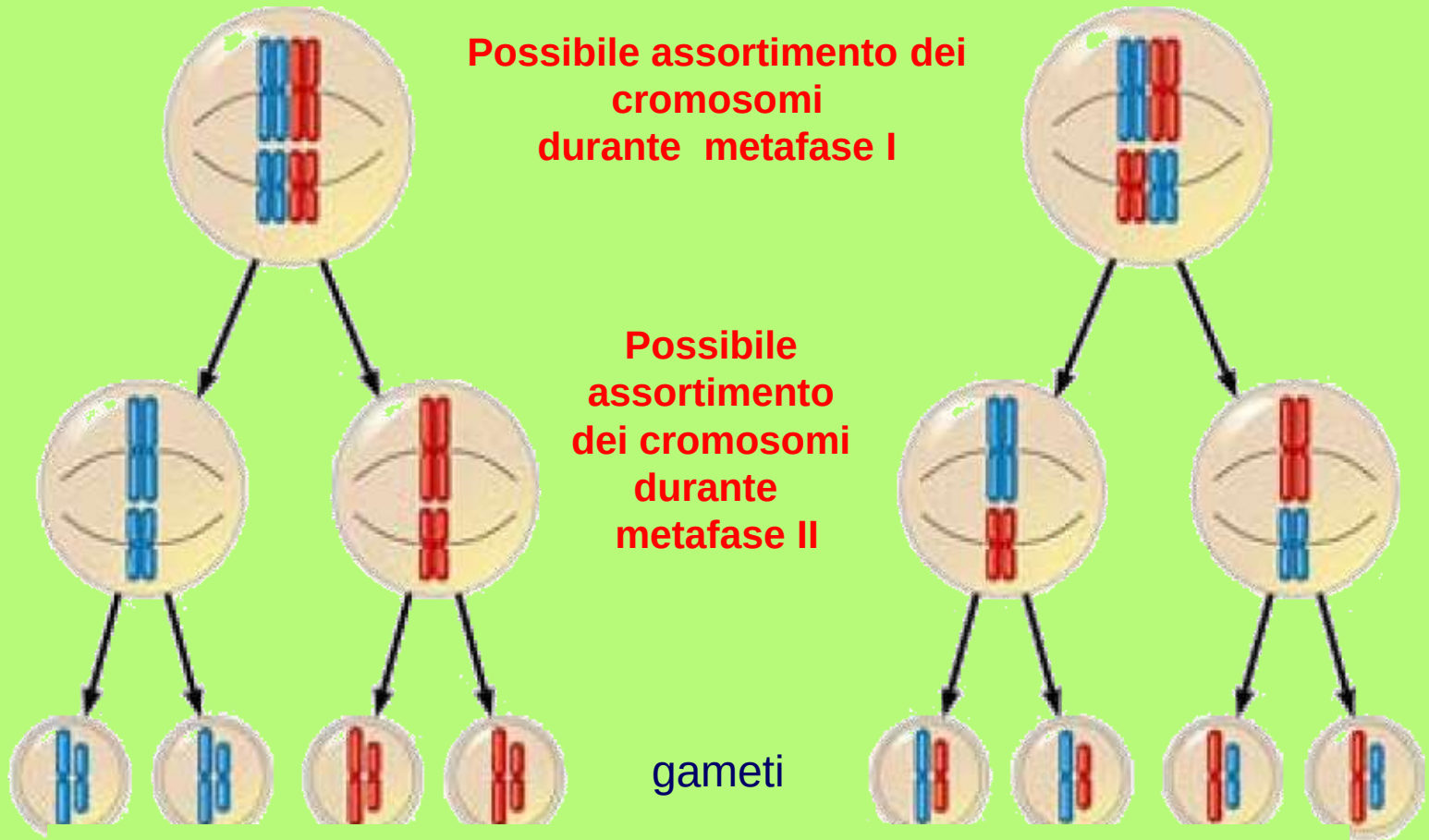
I caratteri paterni e materni si mescolano sullo stesso cromosoma e questo **aumenta la variabilità genetica**.



Approfondimento

Assortimento indipendente: i cromosomi omologhi di una coppia si distribuiscono tra le due cellule in modo indipendente dai cromosomi omologhi delle altre coppie.

I cromosomi paterni e materni si mescolano nelle cellule, questo aumenta la variabilità genetica.



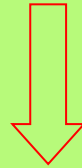
2^n possibilità (n = numero aploide dei cromosomi)

Specie umana $n=23$ 2^{23} possibilità=8.388.608!

Riproduzione sessuata: dai gameti allo zigote

- Il ciclo vitale degli animali e delle piante comprende un periodo della loro vita in cui, in seguito alla meiosi, vengono prodotti i gameti, **aploidi**. Il numero **diploide** si ripristina al momento della **fecondazione**, quando i nuclei dei due gameti si fondono e si forma lo **zigote**, che rappresenta la prima cellula del nuovo individuo pluricellulare.

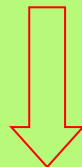
Riproduzione asessuata



**Tutti i discendenti sono identici al progenitore
(cloni)**

La diversità è ricchezza

Riproduzione sessuata



Tutti i discendenti sono diversi

Riproduzione sessuata

Nella specie umana, senza contare il rimescolamento dovuto al crossing over, ogni individuo può generare 2^{23} (oltre 8 milioni) gameti differenti, nei quali ricombina i caratteri ereditati dai propri genitori.

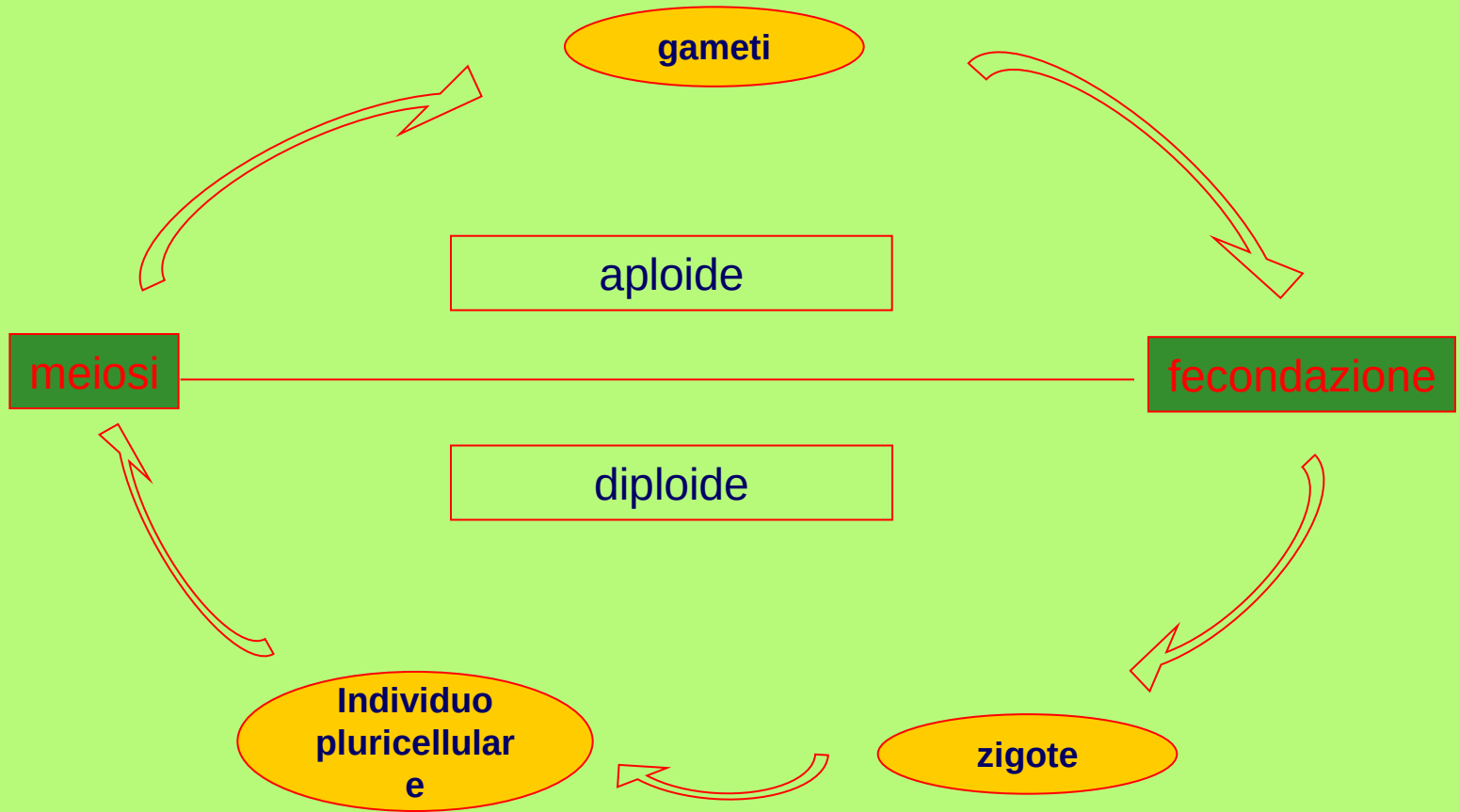
Nella fecondazione la variabilità dei due genitori si incontra e si sovrappone.

Senza contare l'effetto del crossing over all'interno della stessa coppia le combinazioni possibili sono 2^{46} (circa 70.000 miliardi).

Contando anche l'effetto del crossing over le combinazioni possibili salgono a $6 \cdot 10^{46}$ (un numero superiore a quello di tutti gli uomini finora vissuti sulla Terra).

La riproduzione sessuata mantiene elevata la diversità biologica.

Ciclo vitale generico di un animale



Nel ciclo vitale degli animali la formazione di gameti maschili è detta **spermatogenesi** quella dei gameti femminili **oogenesi**.

Ciclo vitale nelle piante

- Nel ciclo vitale delle piante la produzione dei gameti non sempre è conseguente alla meiosi, in alcuni casi prima della fecondazione si possono formare le spore.
- Le spore sono cellule quiescenti aploidi, spesso resistenti a condizioni ambientali avverse, che geminando danno origine ad un individuo aploide, il gametofito, che a sua volta darà origine ai gameti.
- Dopo la fecondazione si forma un nuovo individuo diploide che viene detto sporofito e che produce le spore aploidi per meiosi.

Ciclo vitale generico di una pianta

