

Biologia dello Sviluppo e Filogenesi Animale

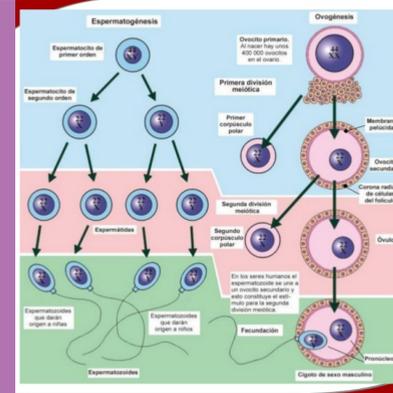
Docente: Palma Simoniello

Centro Direzionale Isola C 4° piano

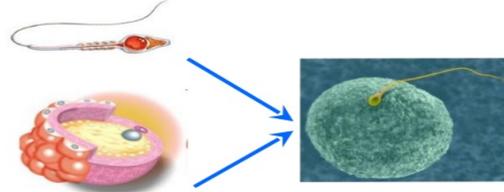
palma.simoniello@uniparthenope.it

Biologia dello Sviluppo

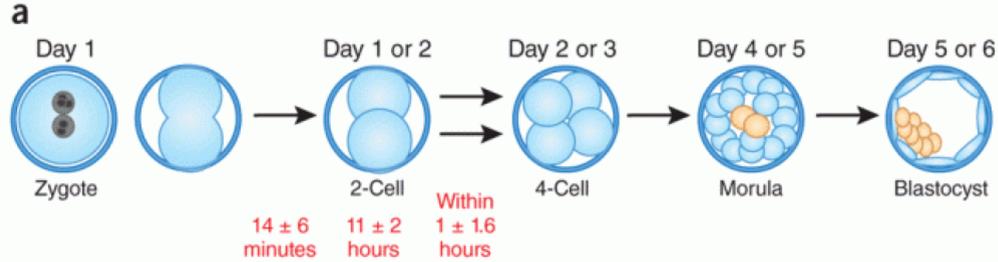
- Gametogenesi



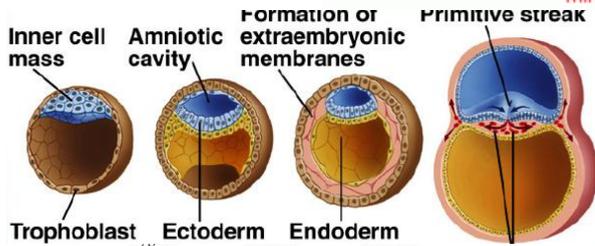
- Fecondazione



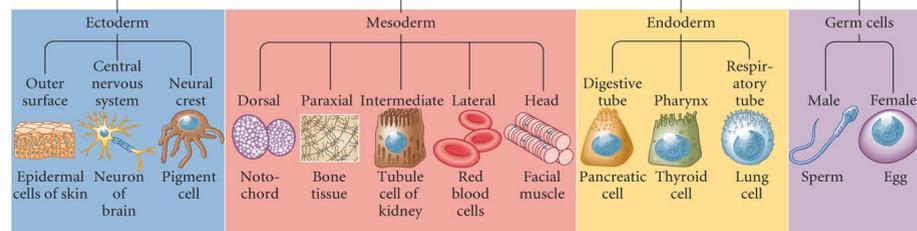
- Segmentazione (Blastulazione)

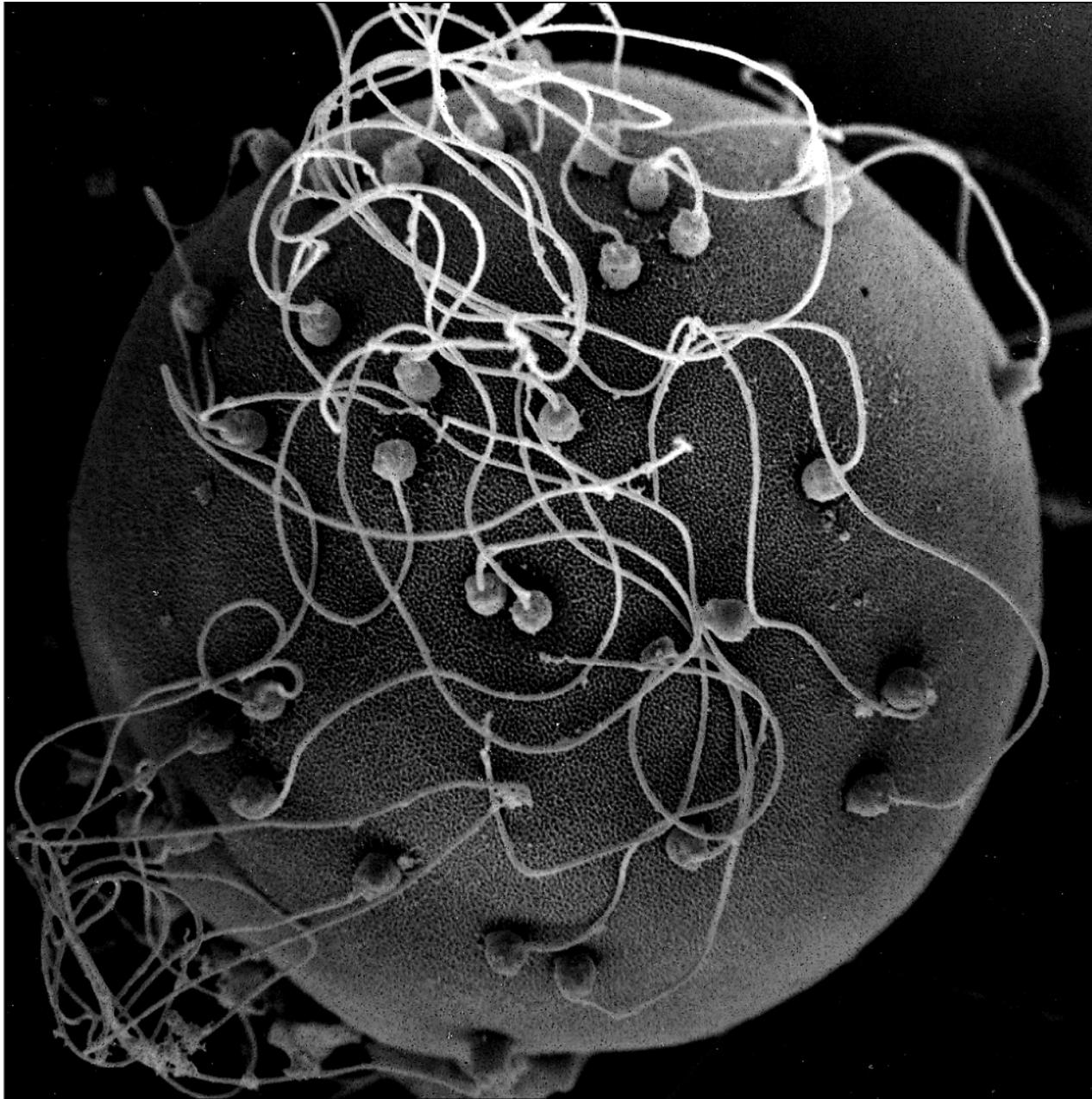


- Gastrulazione



- Organogenesi





50 μm

Gametogenesi

La gametogenesi avviene nelle gonadi a partire da cellule germinali primordiali, presenti già a livello embrionale

I vertebrati sono costituiti, in genere, da specie **gonocoriche**, in cui le due gonadi (o ghiandole sessuali o genitali), testicolo ed ovario, sono presenti in individui diversi.

Le specie **ermafrodite**, invece, presentano le due gonadi sullo stesso individuo (diversi invertebrati e, fra i vertebrati, alcuni pesci).

L'ermafroditismo si definisce:

⊗ **simultaneo**, quando le due gonadi sono presenti contemporaneamente in un individuo (lombrico)

⊗ **successivo**, quando un individuo presenta in momenti diversi prima il testicolo e poi l'ovario (**ermafroditismo proterandrico**); o viceversa prima l'ovario e poi il testicolo (**ermafroditismo proteroginico**).

Gametogenesi

Ogni organismo è formato di cellule che costituiscono la quasi totalità del corpo (**cellule somatiche**) e cellule deputate esclusivamente alla riproduzione (**cellule germinali**)

I **gameti**, spermatozoo e ovocita, sono cellule germinali dalla cui fusione origina lo **zigote o cellula uovo fecondata**.

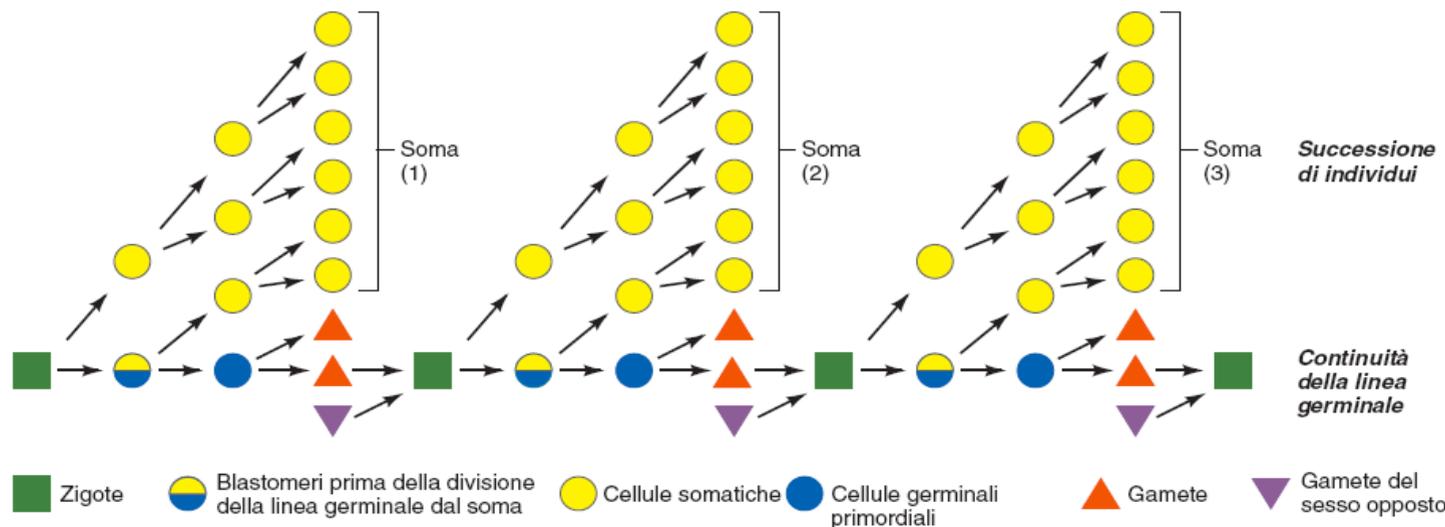


Figura 3.2 Il concetto di linea germinale secondo August Weismann (1834-1914). Notare come secondo Weismann gli elementi della linea germinale passino da una generazione all'altra senza soluzione di continuità, mentre le cellule somatiche interrompono la loro attività con il finire di una generazione.

Solo l'informazione genetica contenuta nelle cellule germinali viene trasmessa alla discendenza

Cellule somatiche e cellule germinali

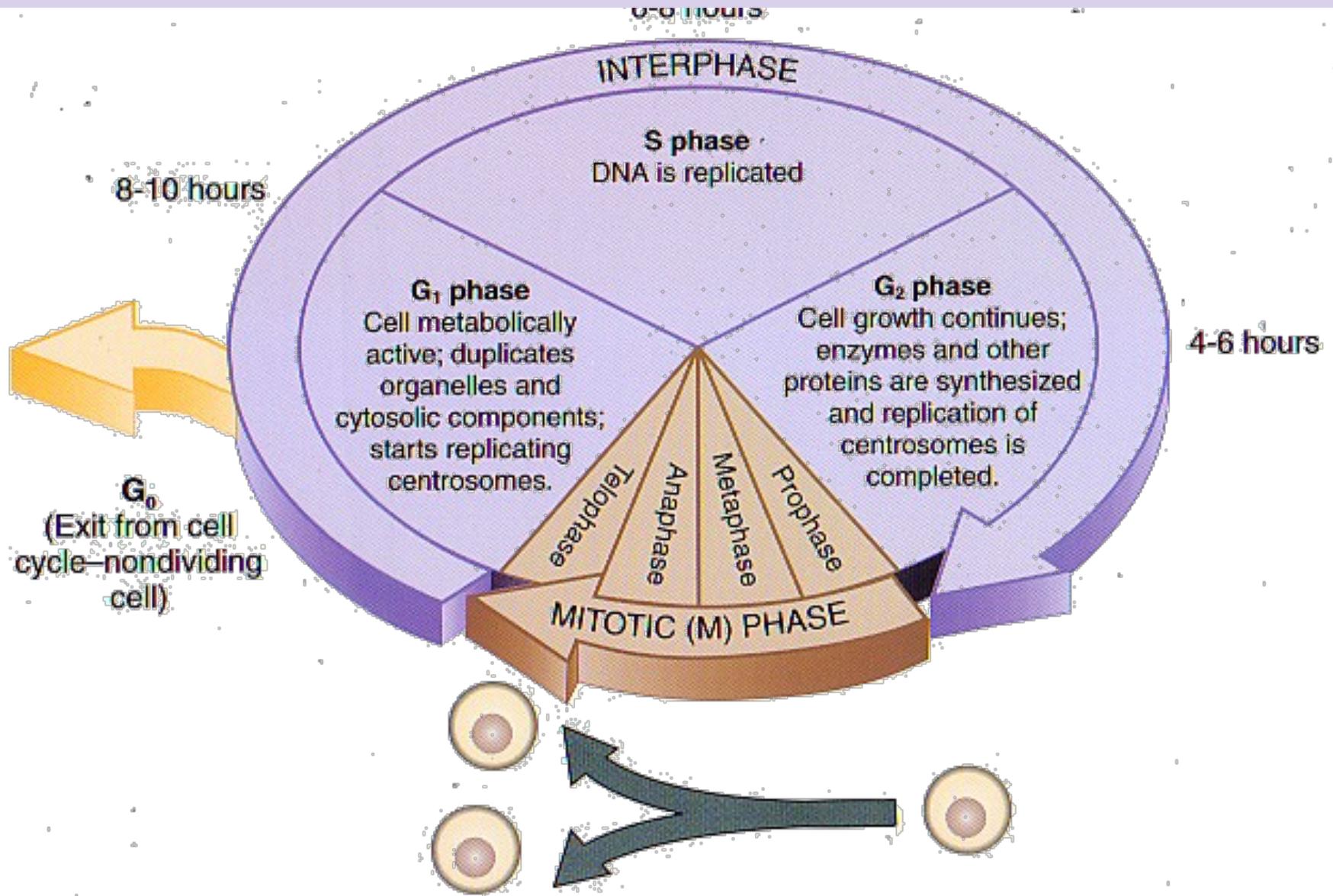
Cellule Somatiche= esauriscono le loro potenzialità con il differenziamento;

Cellule Germinali= conservano le potenzialità originali e sono capaci di dare origine ad un nuovo individuo: da ciò deriva il concetto di continuità della linea germinale tra le generazioni successive.

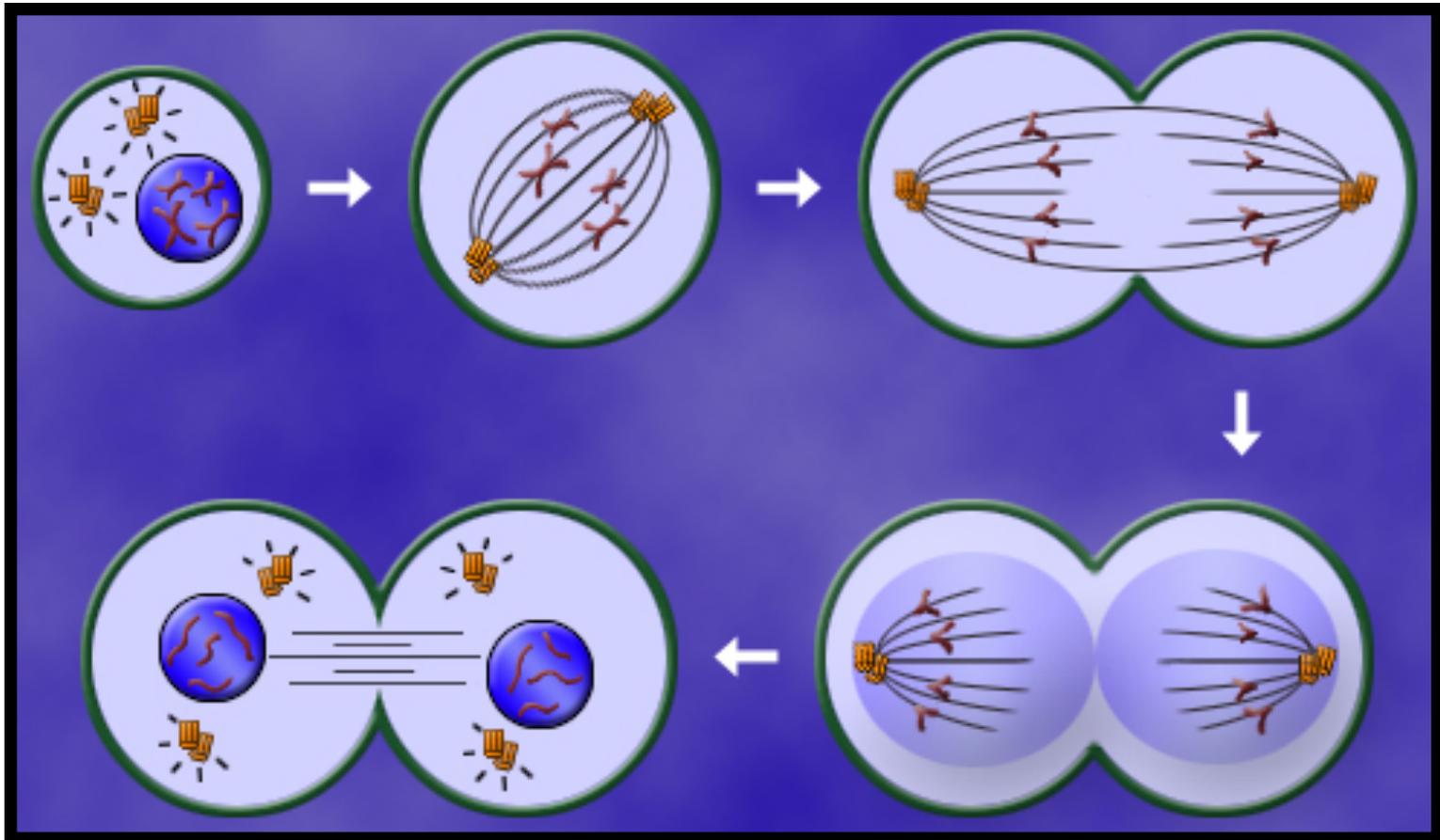
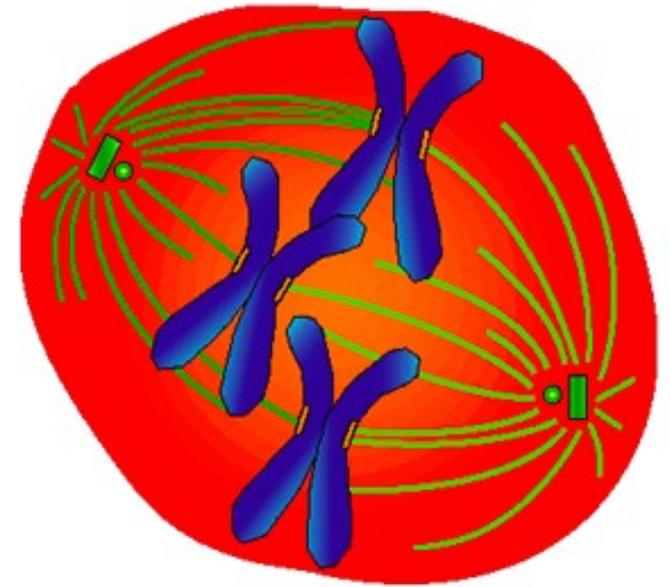
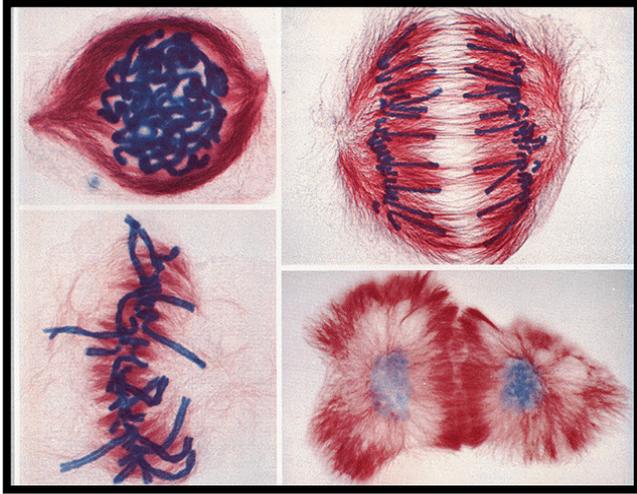
Altra grande differenza tra le due linee germinali sta nella divisione cellulare:

Le cellule germinali primordiali vanno incontro alla divisione meiotica, che ne dimezza il numero di cromosomi.

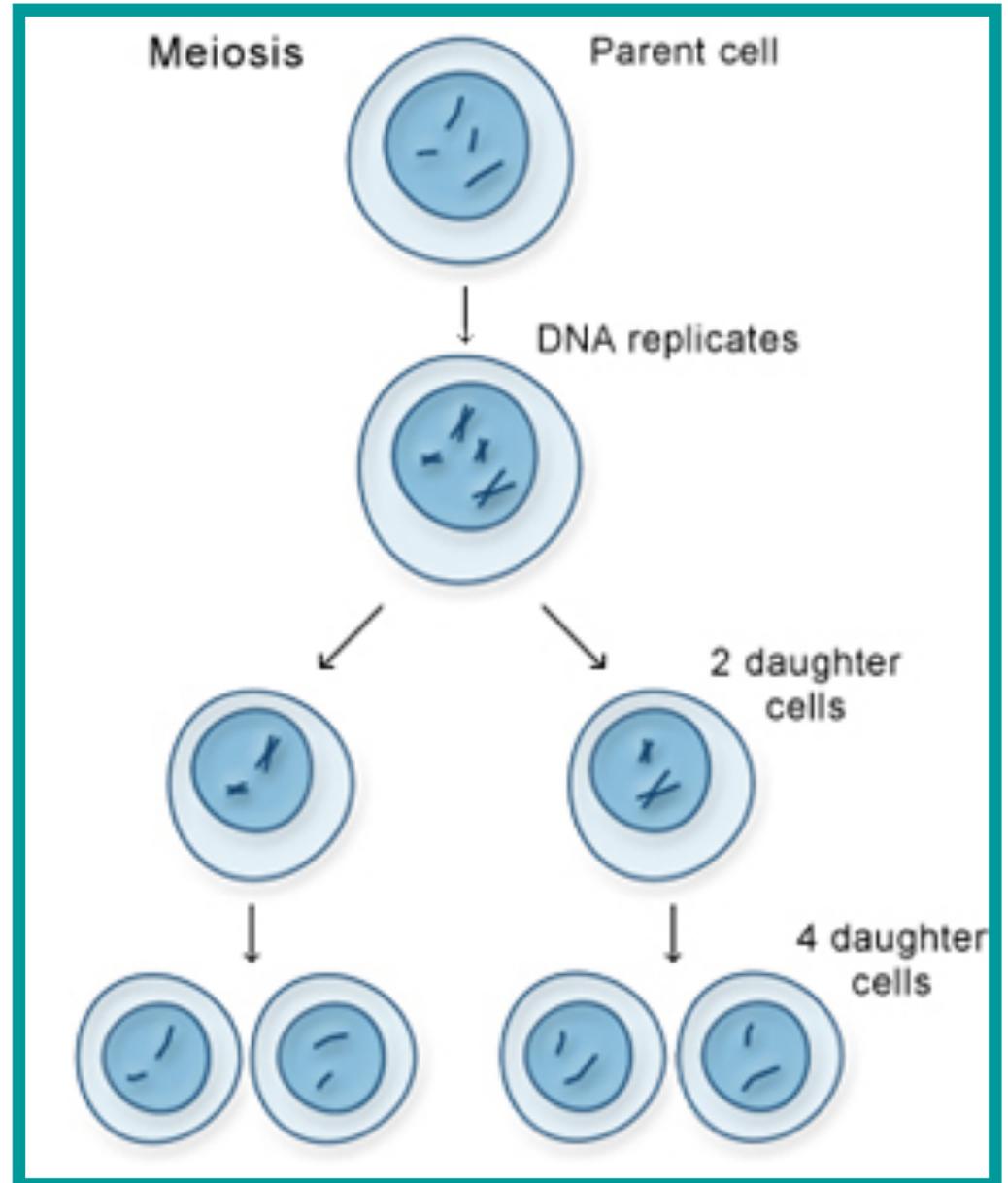
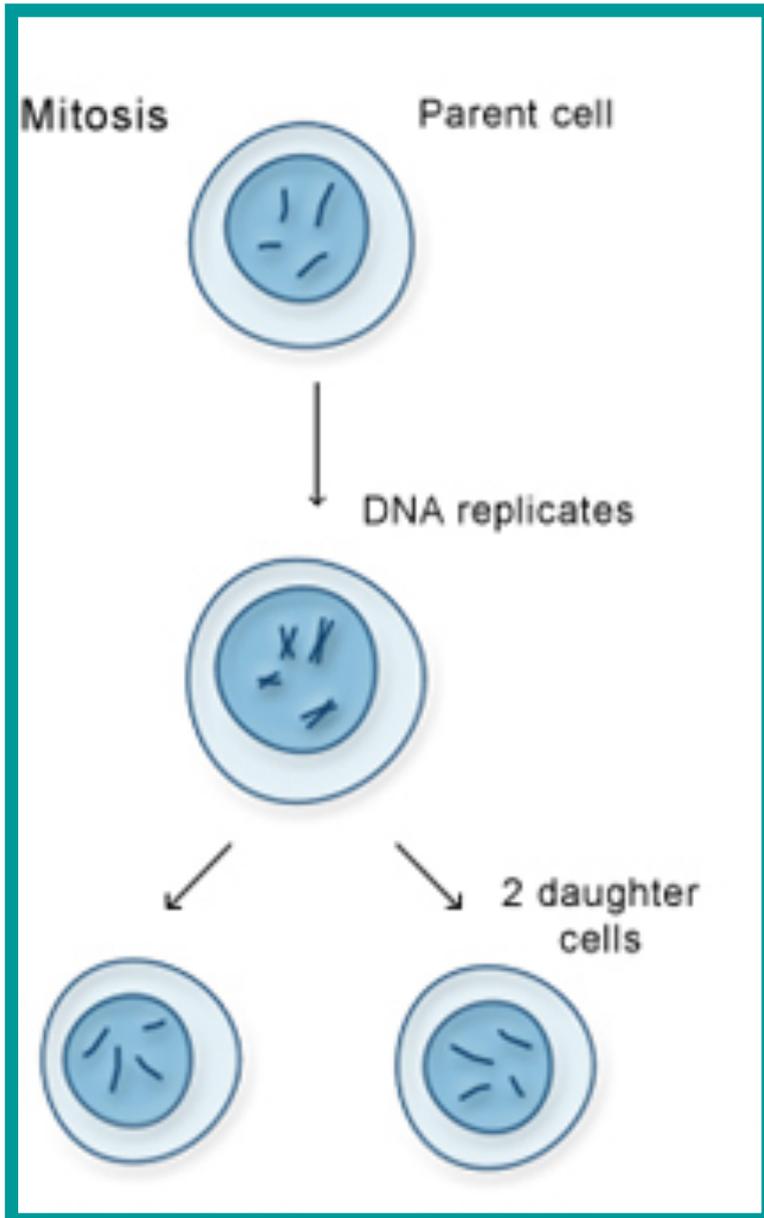
Ciclo cellulare



Mitosi

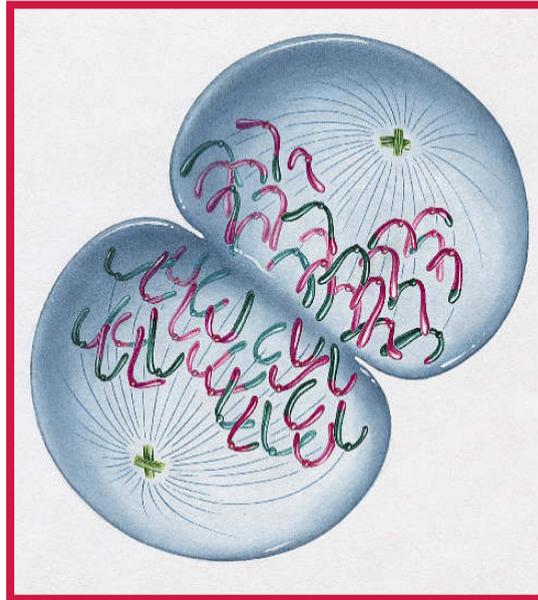
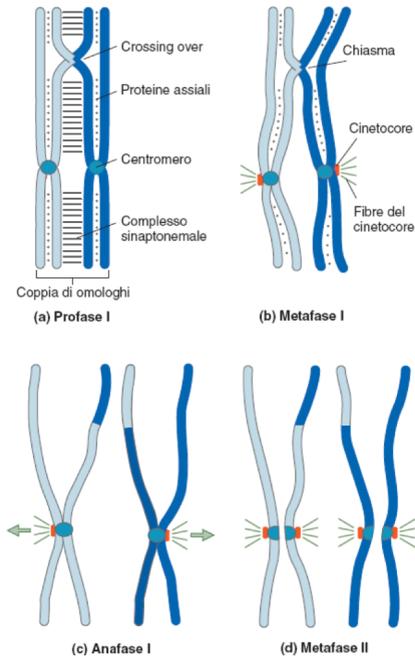


Comparazione tra mitosi/meiosi

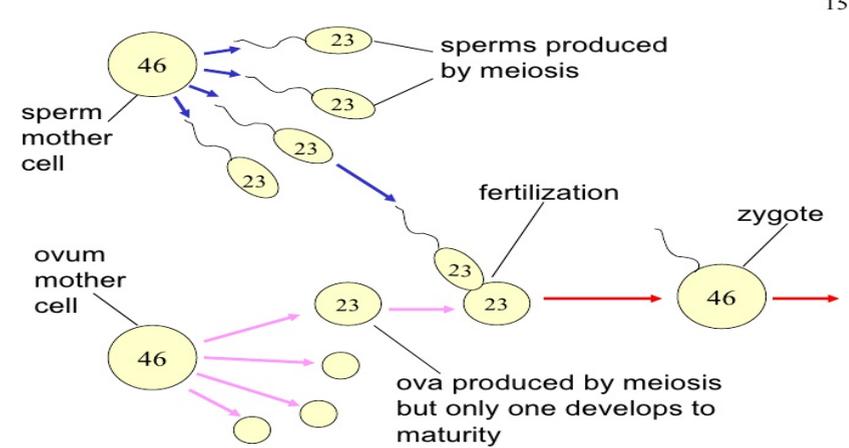


Importanza della Meiosi

RICOMBINARE IL CORREDO CROMOSOMICO



RIDURRE PER NON AUMENTARE

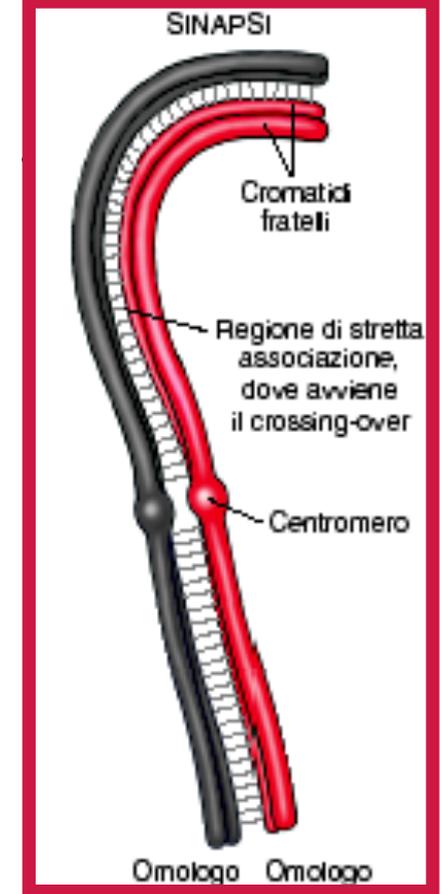
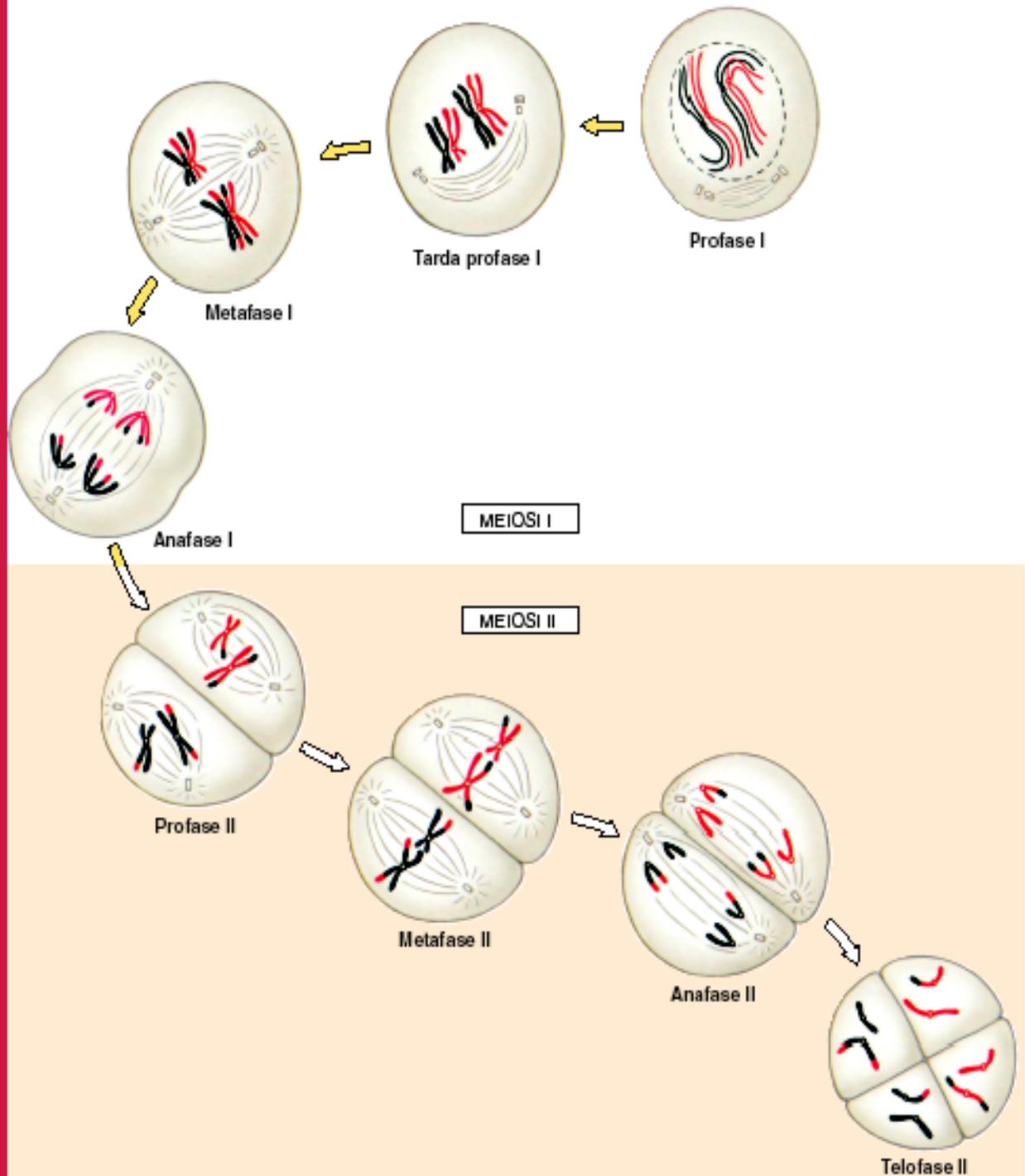


15

il GAMETE (n) generato, si fonderà con un'altra cellula gamete per formare uno ZIGOTE con corredo diploide ($2n$).

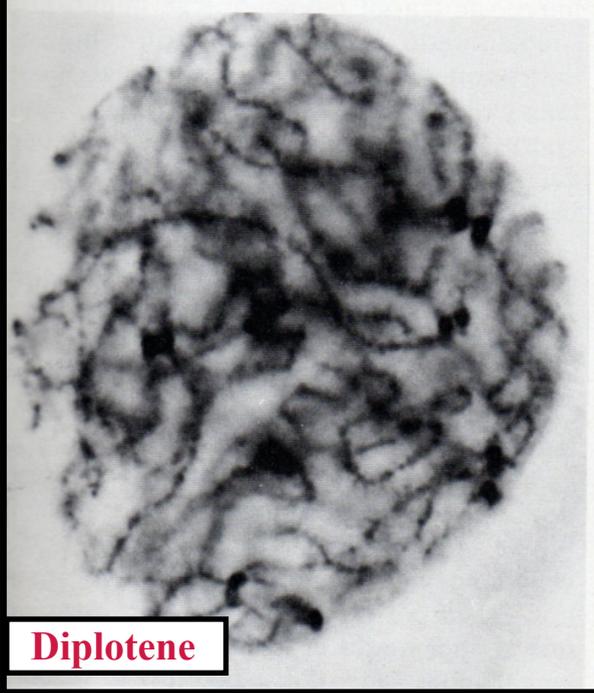
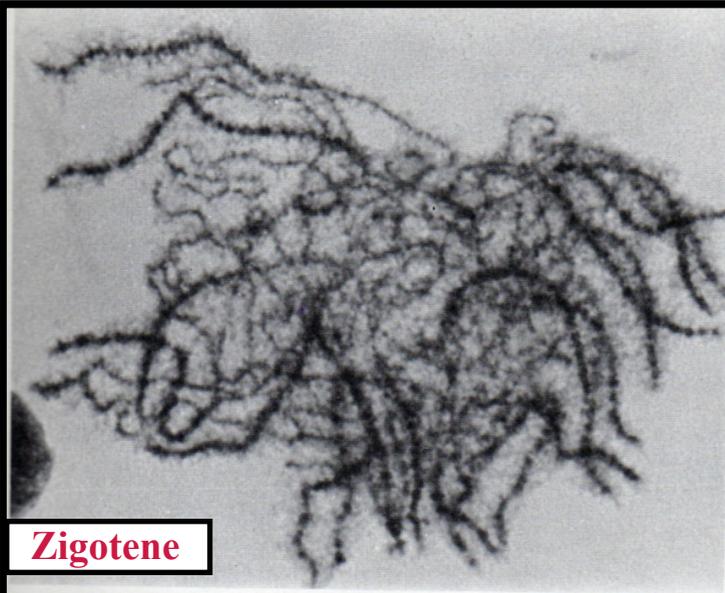
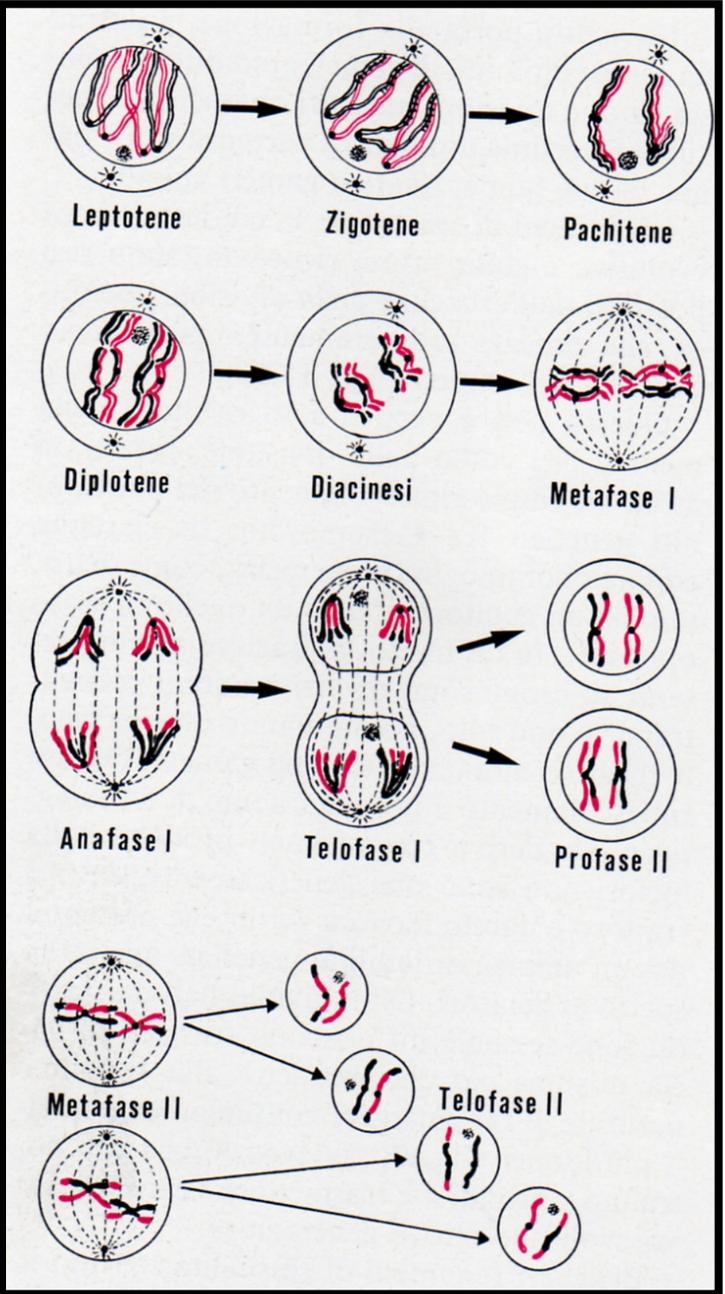
Questa variabilità nella combinazione del patrimonio genetico aumenta l'adattabilità della specie.

Meiosi

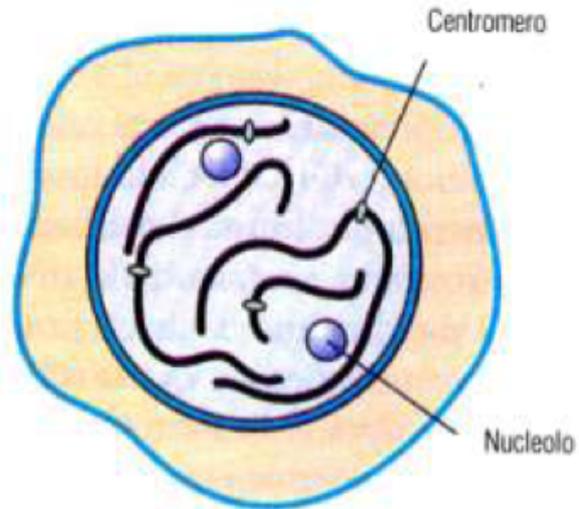


I e II divisione meiotica

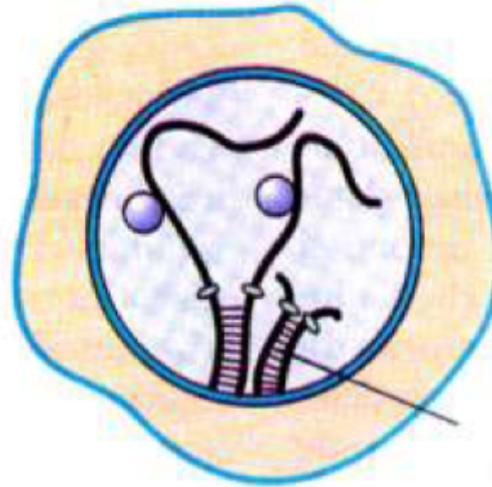
Fasi della I Profase meiotica



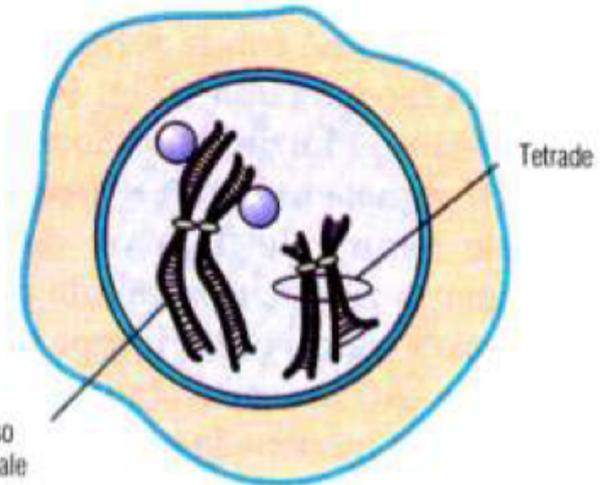
PROFASE



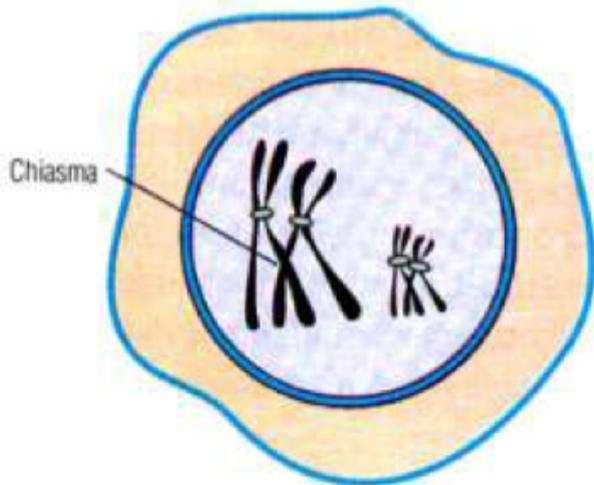
Leptotene



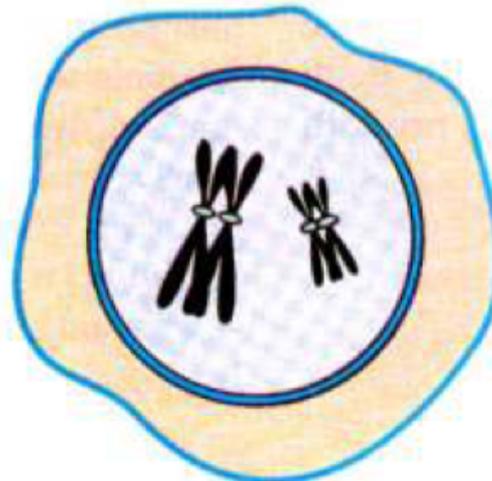
Zigotene



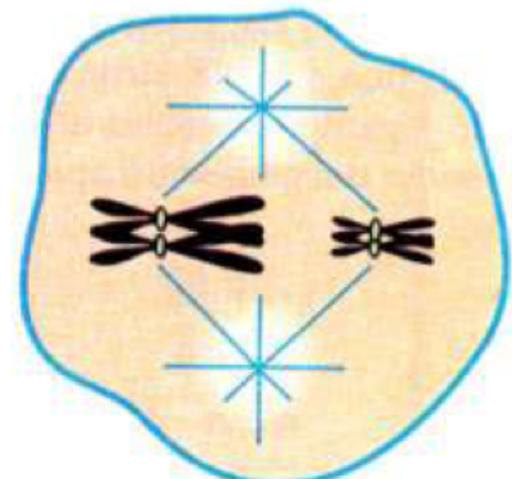
Pachitene



Diplotene

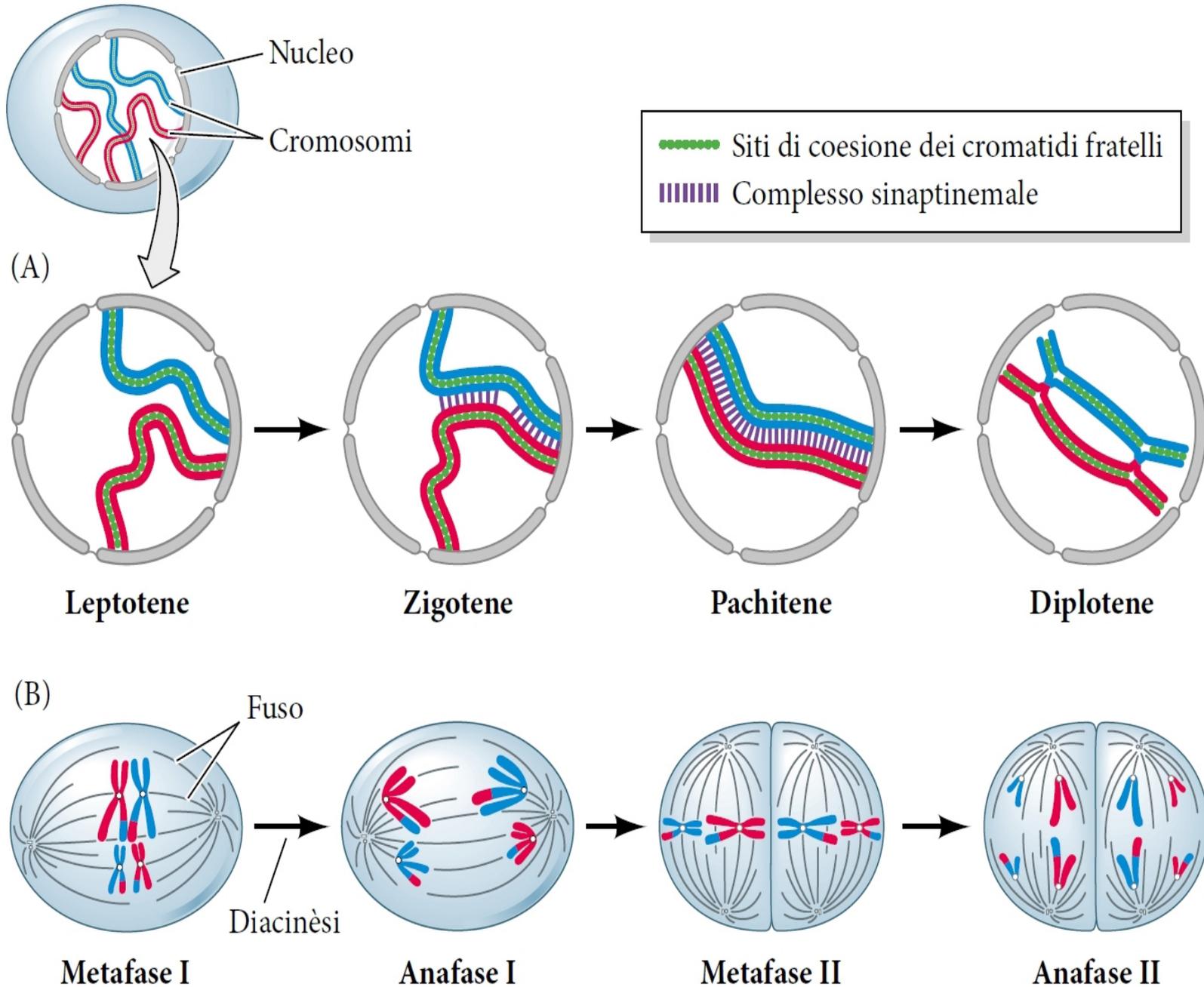


Diacinesi



Metafase 1

La Meiosi



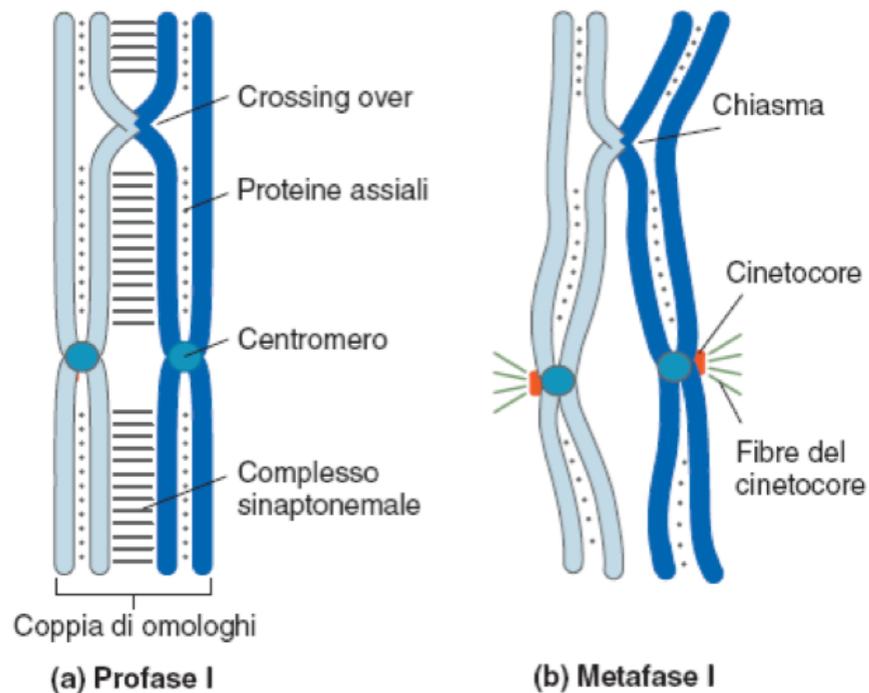
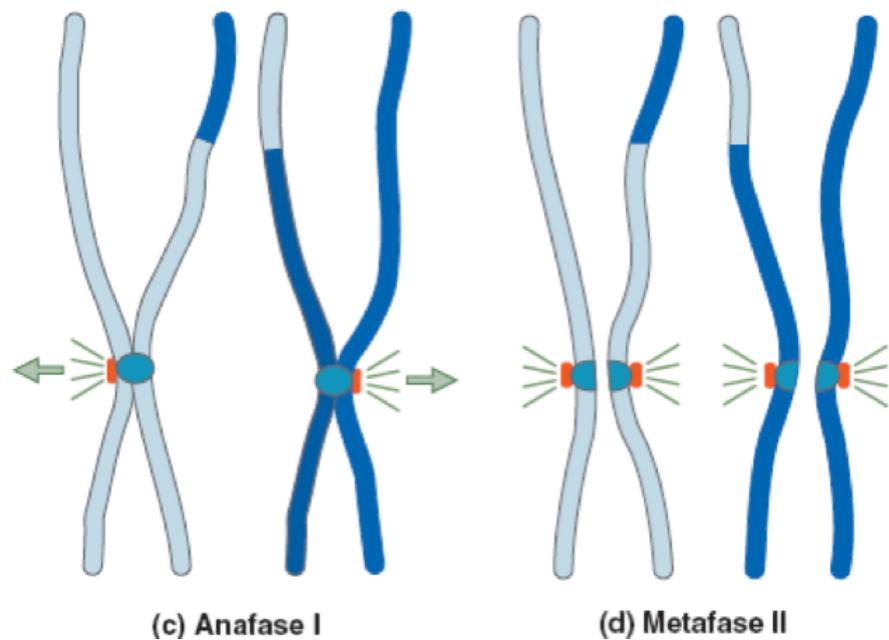
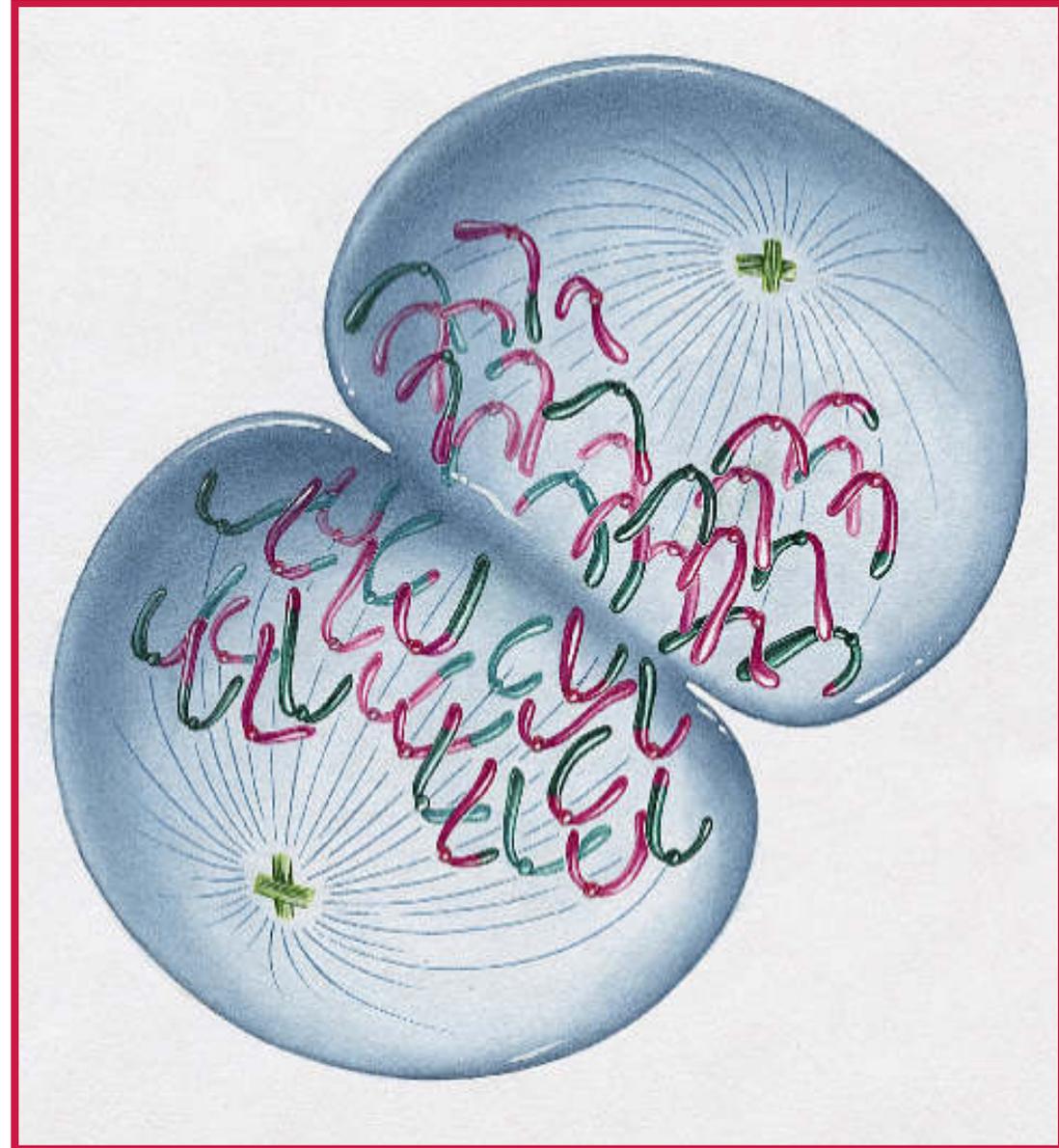
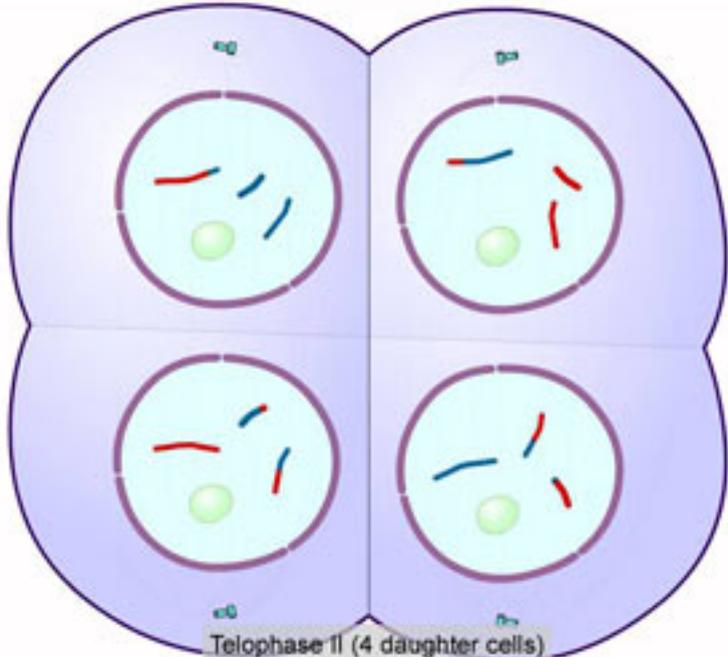
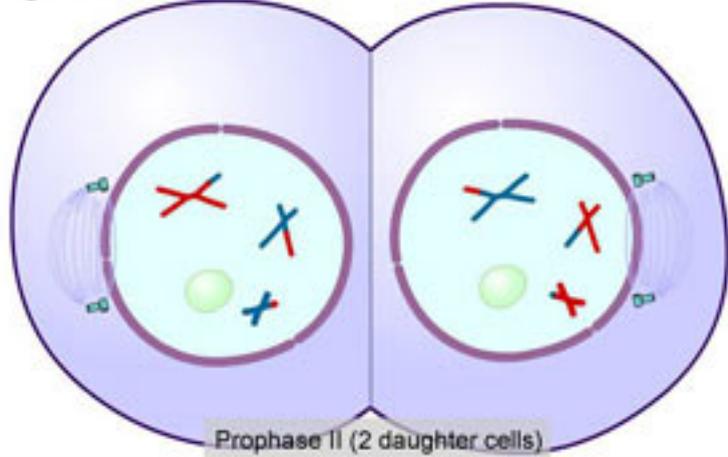


Figura 3.7 Rappresentazione schematica di una coppia di cromosomi omologhi in 4 momenti salienti della meiosi (profase I, metafase I, anafase I e metafase II). **(a)** Profase I. Ogni coppia di cromosomi omologhi, detta anche *bivalente*, risulta costituita da un cromosoma di origine paterna e uno di origine materna, ciascuno a sua volta costituito da due cromatidi. I cromatidi fratelli di ciascun cromosoma sono tenuti insieme mediante proteine assiali (punti). La coppia di cromosomi omologhi è tenuta insieme dal complesso sinaptonemiale (linee brevi). È rappresentato inoltre un evento di crossing over, a livello del quale si verifica lo scambio di materiale genetico fra cromatidi non fratelli di cromosomi omologhi. **(b)** Metafase I. Notare il meccanismo che favorisce la migrazione dei due cromosomi omologhi verso i due poli opposti della cellula. È evidente la presenza del chiasma, mentre il complesso sinaptonemiale è ormai scomparso. **(c)** Anafase I. Oltre al complesso sinaptonemiale sono scomparse anche le proteine assiali e il chiasma ed è evidente lo scambio di materiale genetico tra cromatidi non fratelli di cromosomi omologhi. **(d)** Metafase II. Ciascun centromero è connesso con le fibre del cinetocore, per cui due cromatidi fratelli di ciascun cromosoma sono separati come in mitosi (vedi anche Figura 2.13 d).



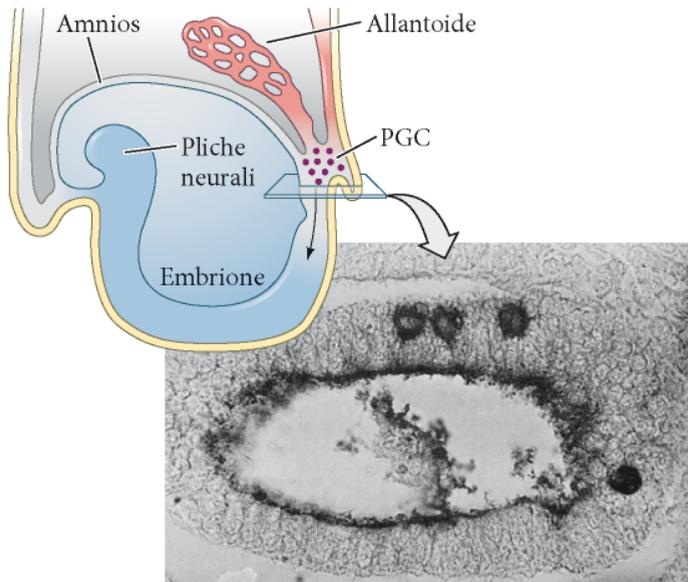
II divisione meiotica

Figure B-20: Meiosis II

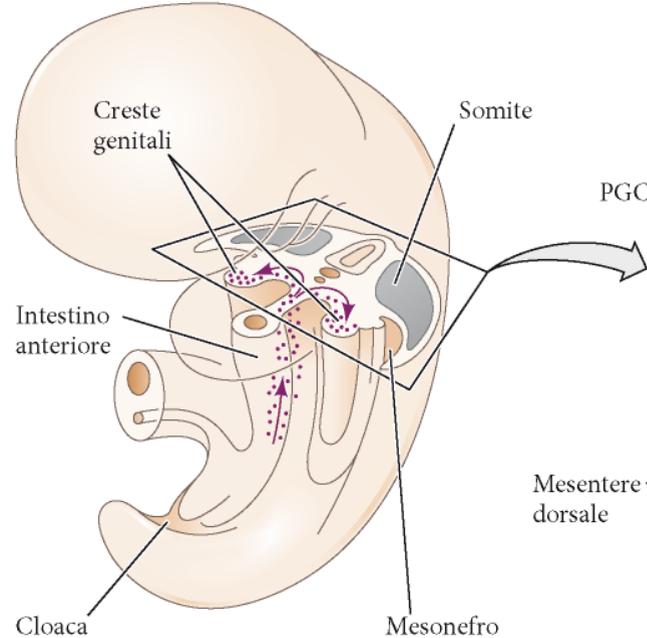


Cellule germinali primordiali

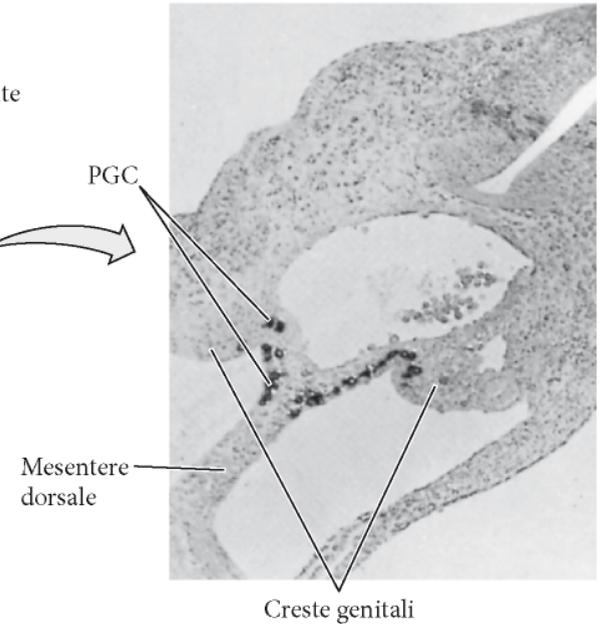
(A) Migrazione delle PGC verso l'endoderma



(B) Migrazione delle PGC nella gonade



(C)



Negli embrioni umani le cellule germinali sono riconoscibile alla terza settimana di sviluppo, localizzate in una regione del sacco vitellino posta in prossimità dell'allantoide.

Dalla quarta alla sesta settimana le cellule germinali migrano verso verso le creste germinali.

Cellule germinali primordiali

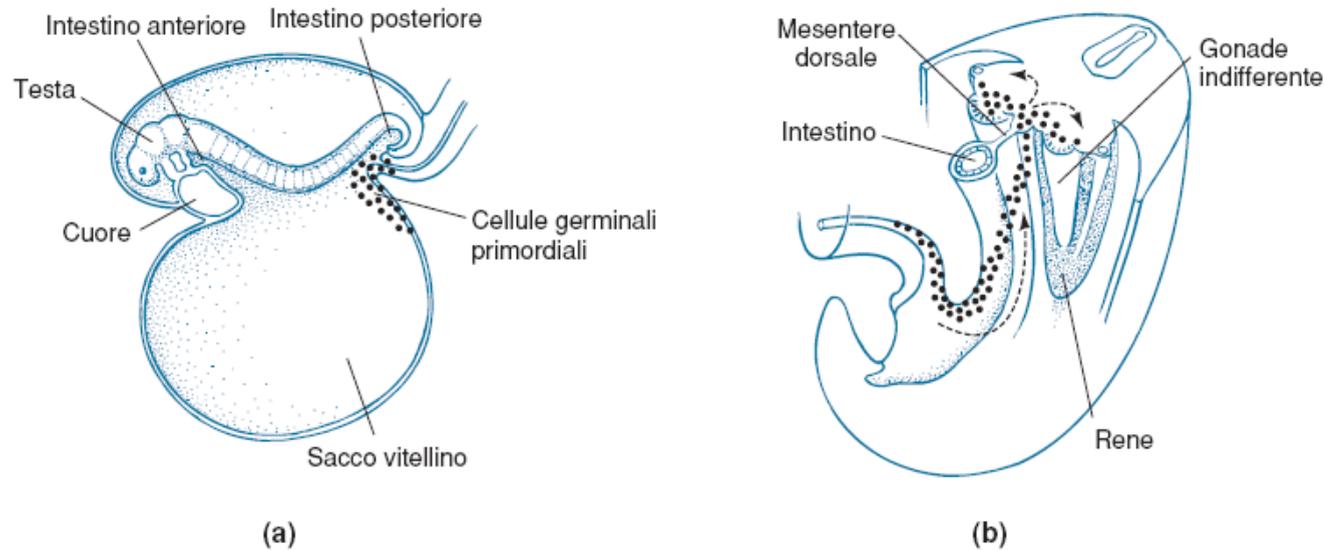


Figura 3.5 Cellule germinali primordiali in un embrione umano. **(a)** Rappresentazione schematica di un embrione umano alla 3^a settimana di sviluppo visto in sezione sagittale. A questo stadio di sviluppo le cellule germinali primordiali sono riconoscibili a livello della regione più posteriore del futuro intestino. **(b)** Ricostruzione tridimensionale di un embrione a 6 settimane di sviluppo. Notare il tragitto delle cellule germinali primordiali dalla parte dell'intestino posteriore verso l'abbozzo della gonade posto ai lati del mesentere dorsale.

Migrazione:

- Pseudopodi
- Molecole nella matrice extracellulare (fibronectina)
- Fattori di rilascio chemiotattici emessi dalla gonade

I protogoni si differenzieranno poi in base al sesso genetico in spermatogoni e ovogoni

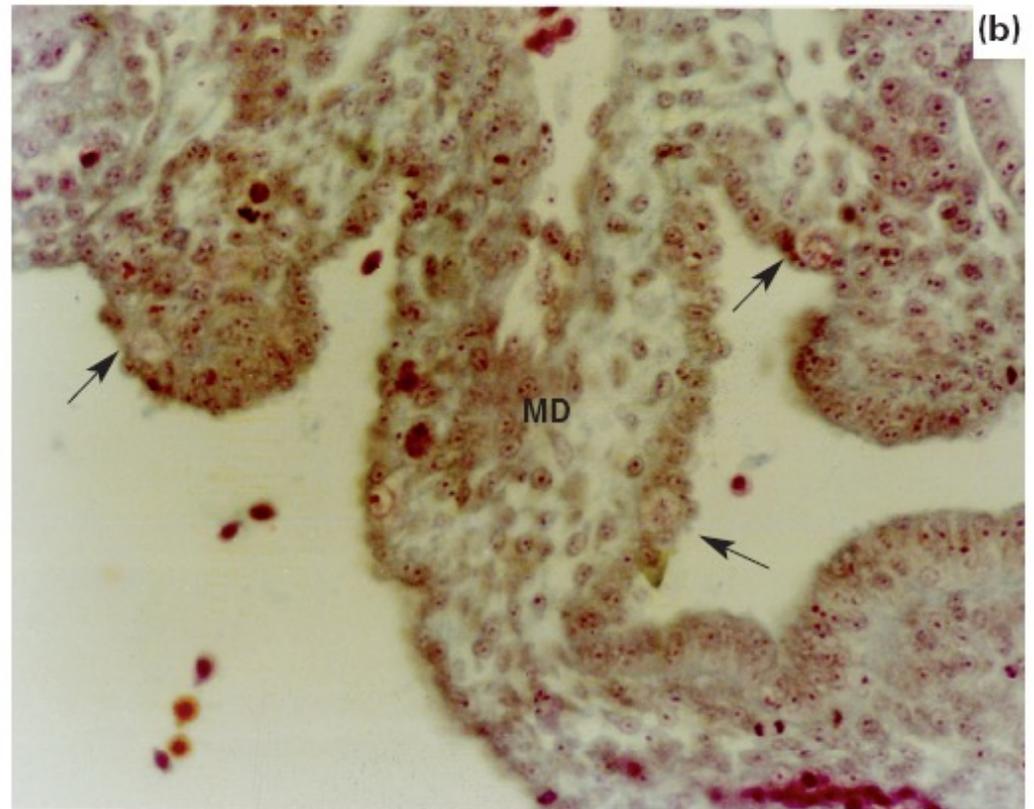
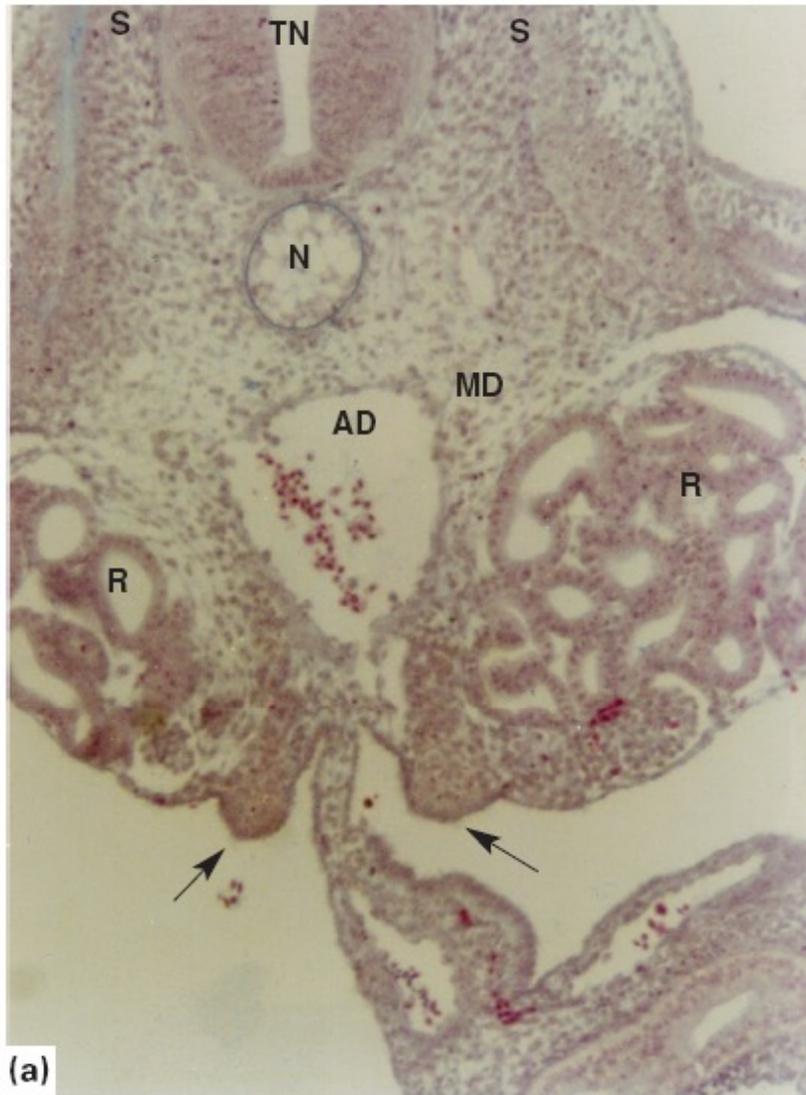


Figura 3.4 (a) Sezione trasversale di un embrione di lucertola in cui sono evidenti le due creste genitali (CG) poste al lato del mesentere dorsale (MD). R = rene; AD = aorta dorsale TN = tubo neurale; N = notocorda; S = somite (b) Ingrandimento di (a) a livello delle creste genitali. Sono evidenti le cellule germinali primordiali (freccie). Una CGP è anche evidente lungo la superficie esterna del mesentere dorsale (freccia).

Fasi della gametogenesi

La gametogenesi si realizza nelle gonadi, organi che oltre alla produzione di cellule specializzate sono impegnate nella produzione e nel rilascio di ormoni, gli ormoni sessuali responsabili dello sviluppo dei caratteri sessuali secondari e del regolare andamento della gametogenesi.

Fasi della gametogenesi:

1. Fase proliferativa: gli spermatogoni o ovogoni si dividono per mitosi (nei mammiferi, *nel maschio perdura per tutto il ciclo vitale, nella femmina è limitata al periodo embrionale*)

2. Fase meiotica: il corredo cromosomico si modifica , diventa aploide e subisce rimaneggiamenti che producono variabilità genica . Nel maschio la meiosi comincia alla pubertà. Nella linea femminile inizia durante la vita embrionale e subisce due arresti durante il ciclo vitale: primo arresto prima della nascita, sblocco alla pubertà sotto lo stimolo delle gonadotropine Secondo blocco stadio di metafase II . Il secondo blocco sarà rimosso solo al momento della fecondazione

3. Fase differenziativa caratterizzata da cambiamenti a livello citoplasmatico e nucleare.

Gametogenesi maschile e femminile nella specie umana

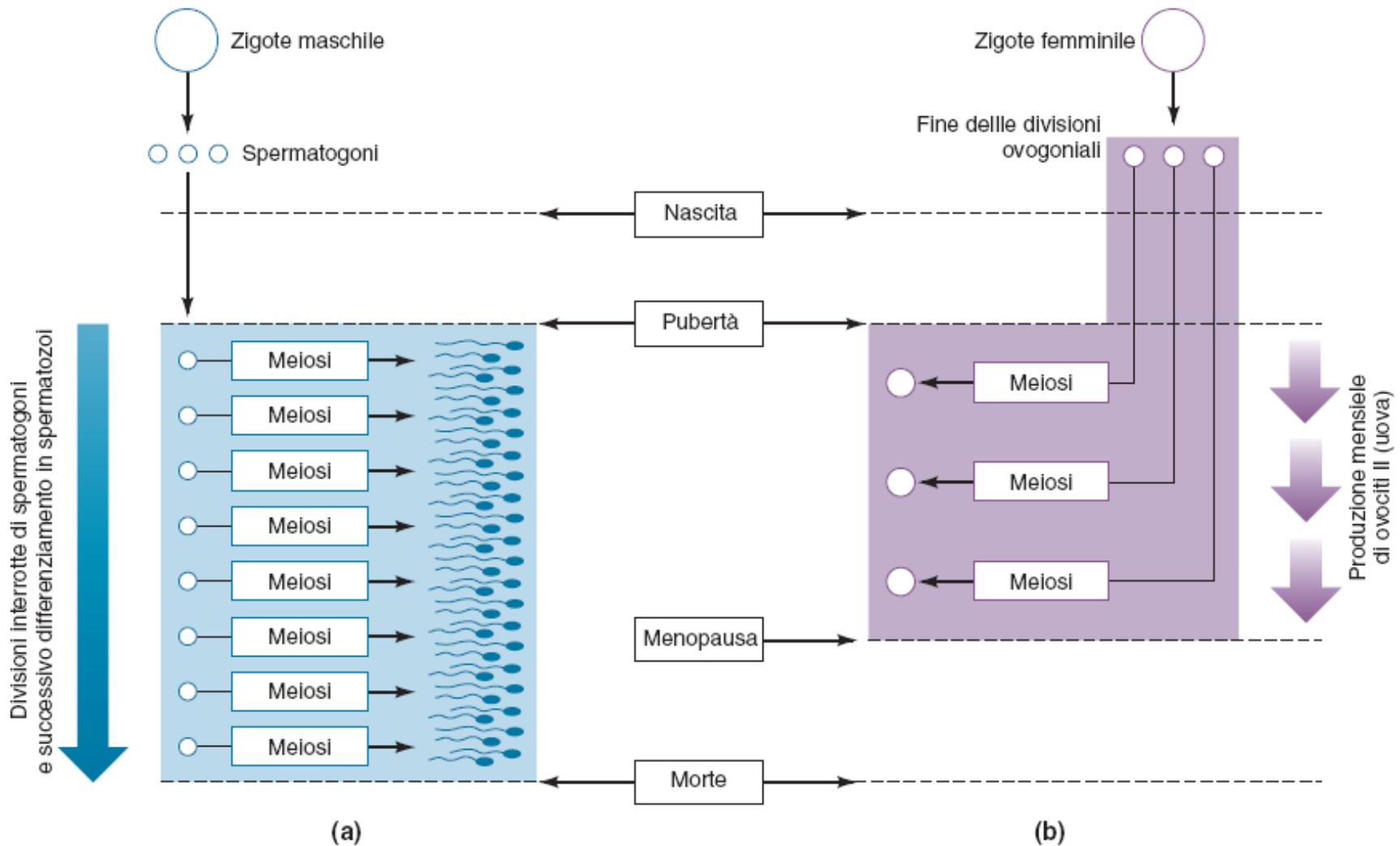


Figura 3.8 Andamento della gametogenesi maschile (a) e femminile (b) nella specie umana. (a) Nell'uomo la spermatogenesi, prima della pubertà, è limitata all'attività mitotica degli spermatogoni. Con la pubertà gli spermatogoni, oltre a dividersi mitoticamente, iniziano a dividersi per meiosi e a differenziarsi in spermatozoi, un processo che è continuo fino alla morte dell'individuo. (b) Nella donna, la meiosi inizia già durante la fase embrionale e termina con la menopausa. Nel periodo di fertilità della donna (pubertà - menopausa) gli ovociti raggiungono il differenziamento finale, periodicamente, uno ogni 28 giorni.

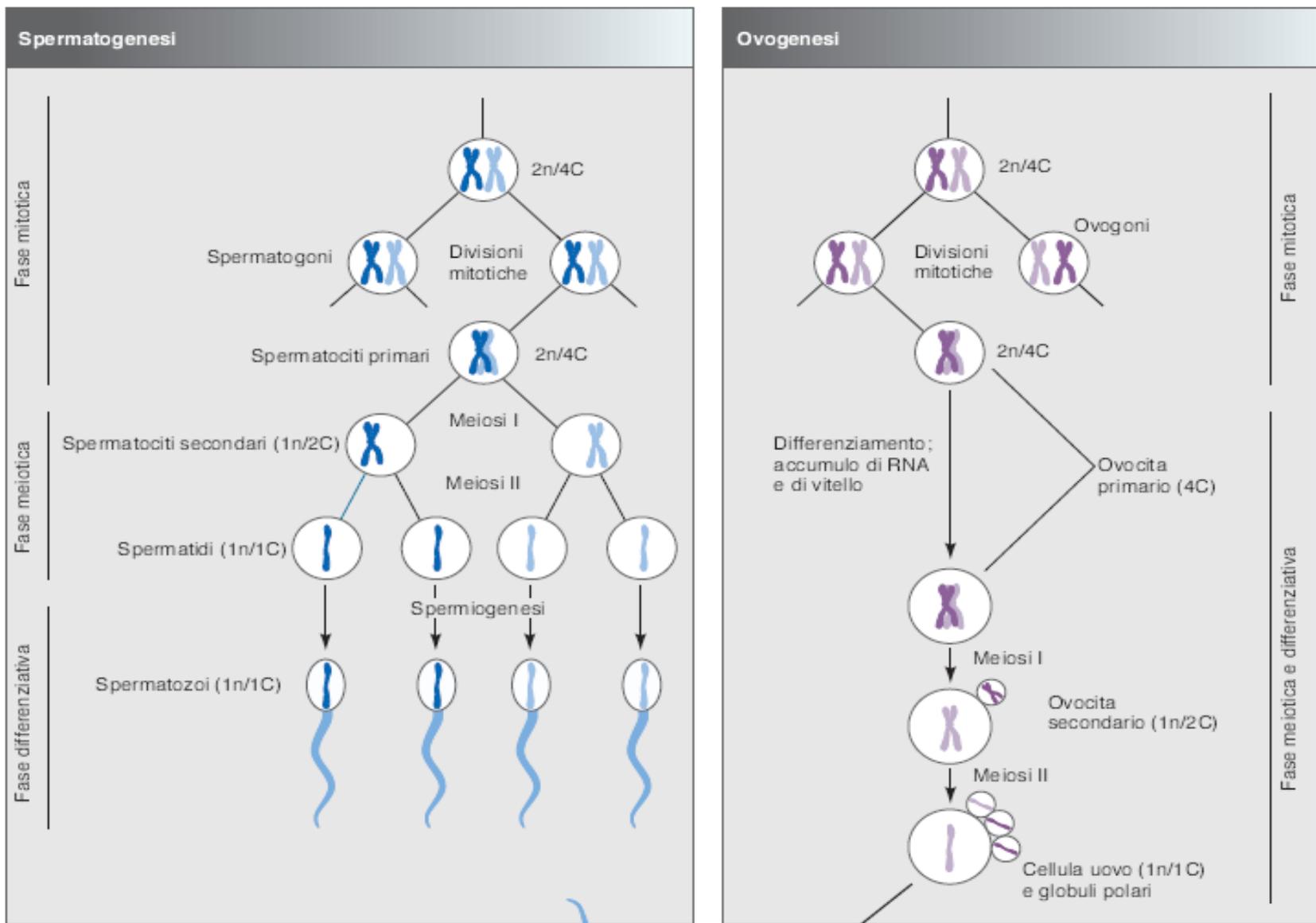
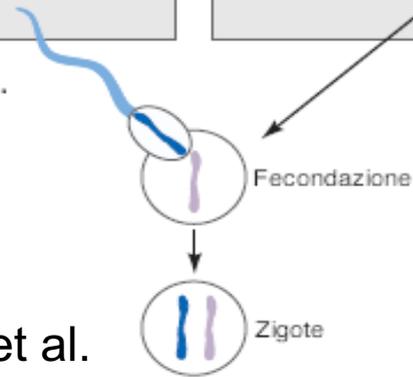
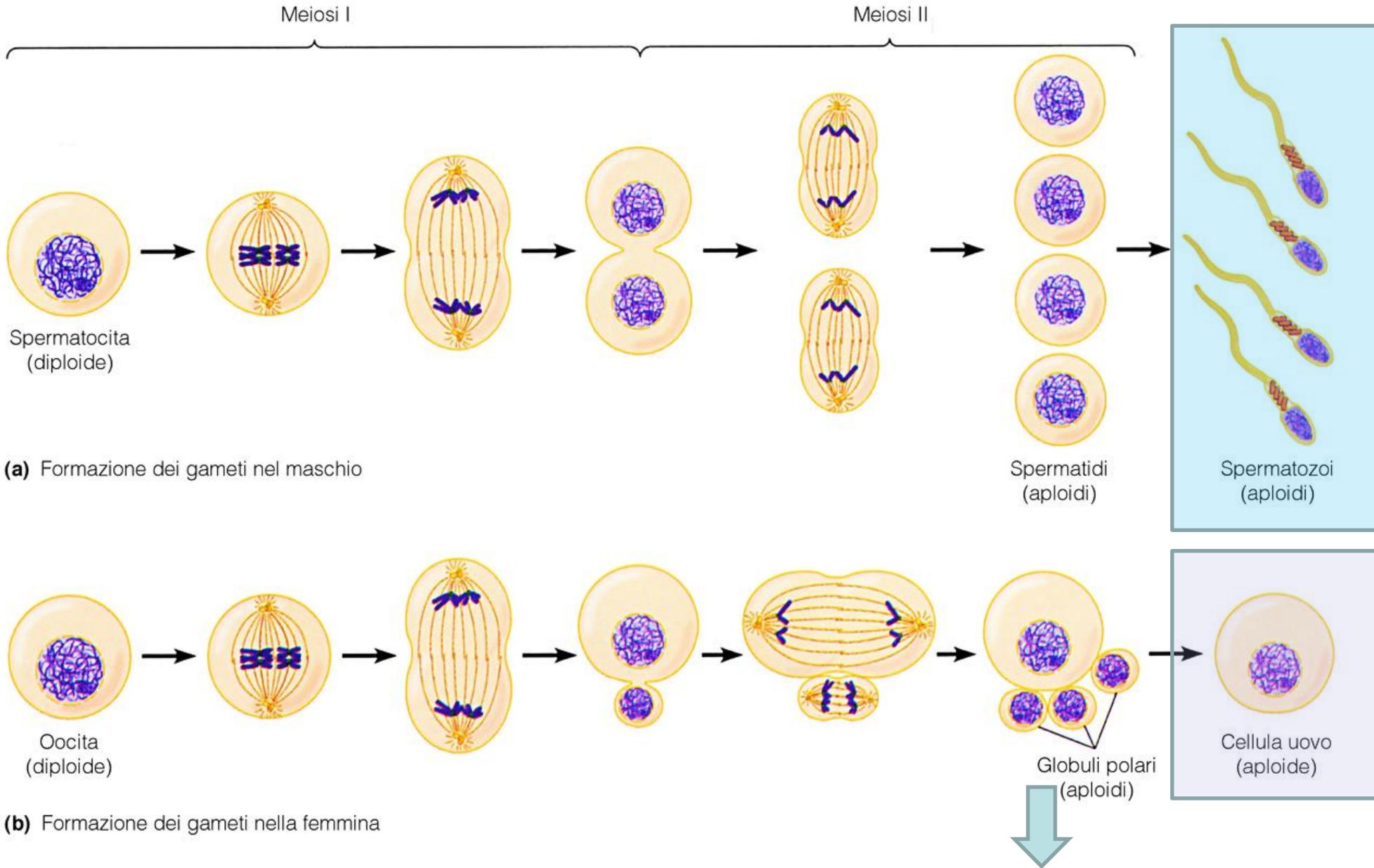


Figura 3.6 Confronto fra spermatogenesi e ovogenesi.



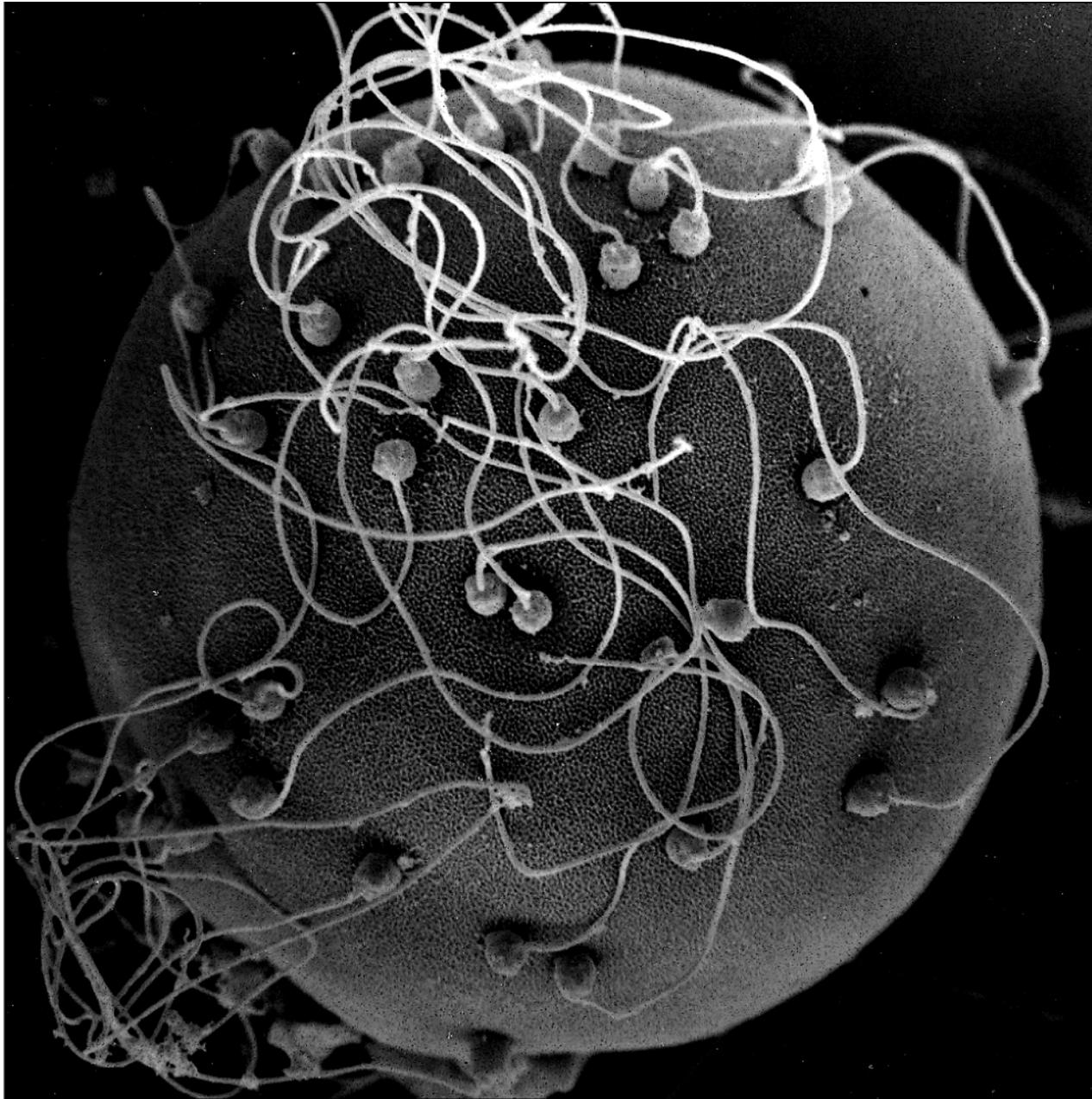
Prodotti della meiosi nelle due linee germinali



(a) Formazione dei gameti nel maschio

(b) Formazione dei gameti nella femmina

**Meiosi asimmetrica
1 uovo + 3 globuli polari**



50 μm