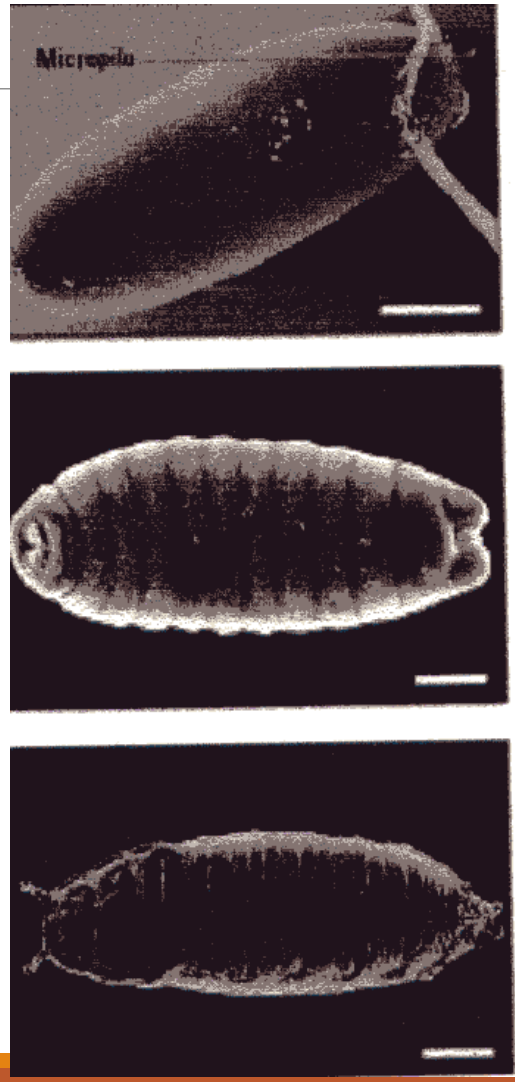
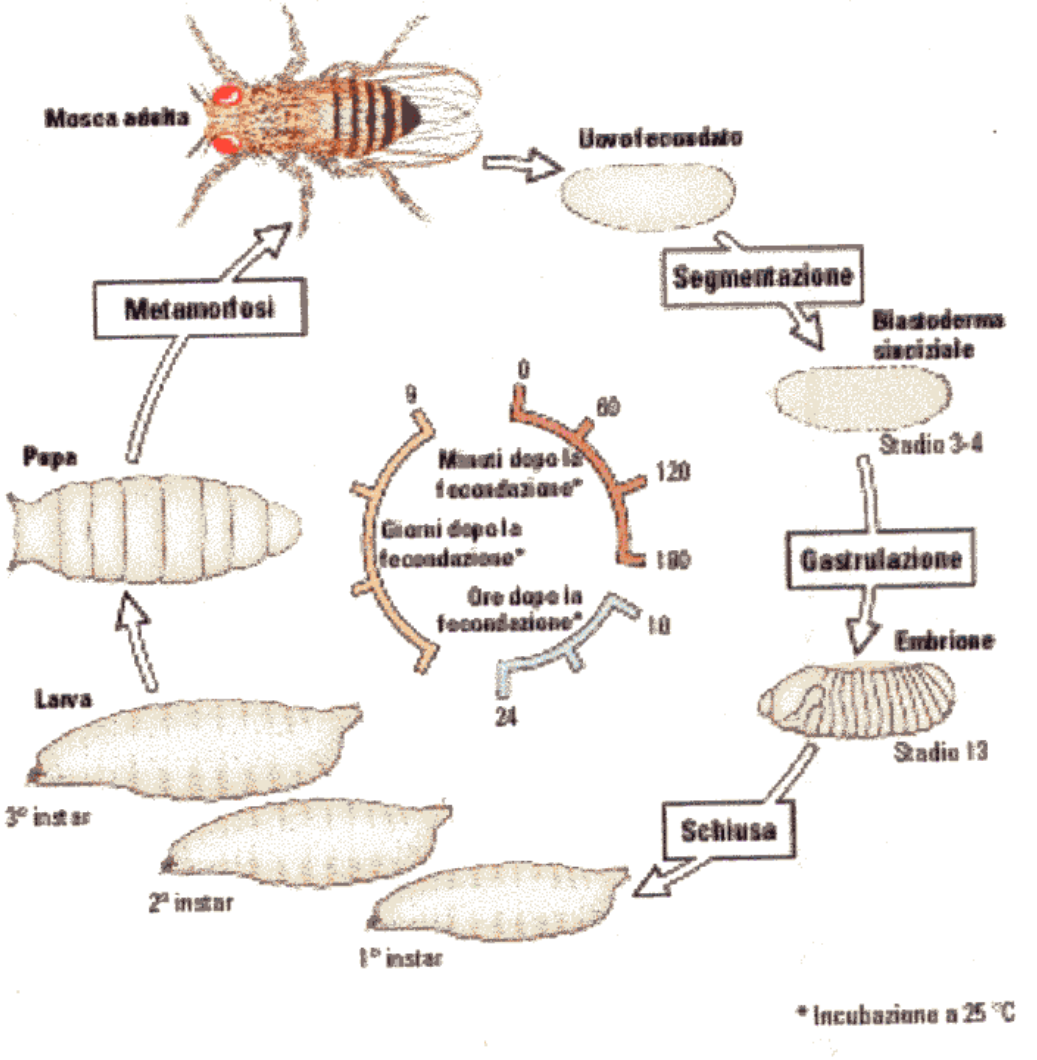
# Drosophila (I)

SVILUPPO EMBRIONALE E DETERMINAZIONE DEGLI ASSI CORPOREI

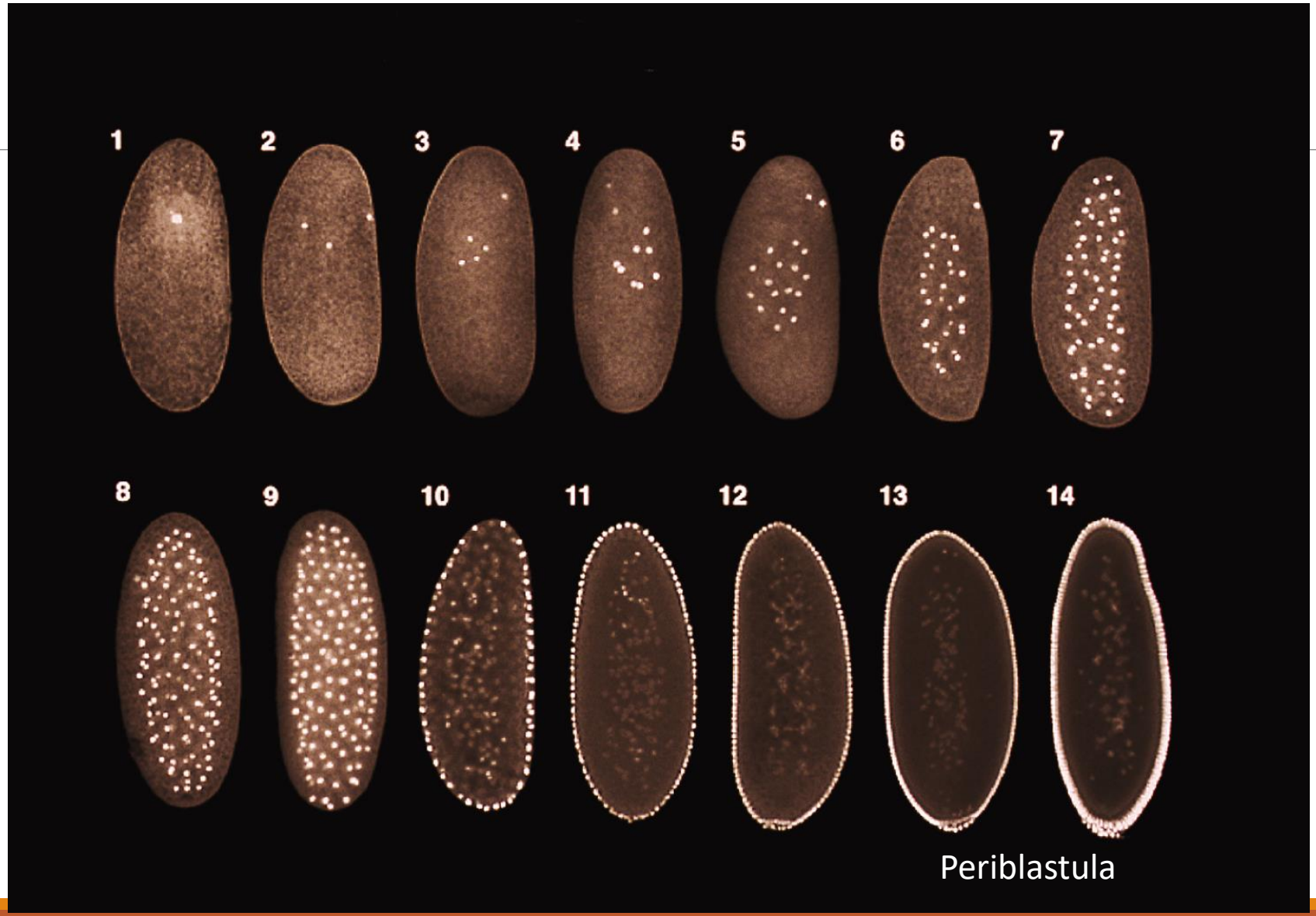
# Il modello *Drosophila*



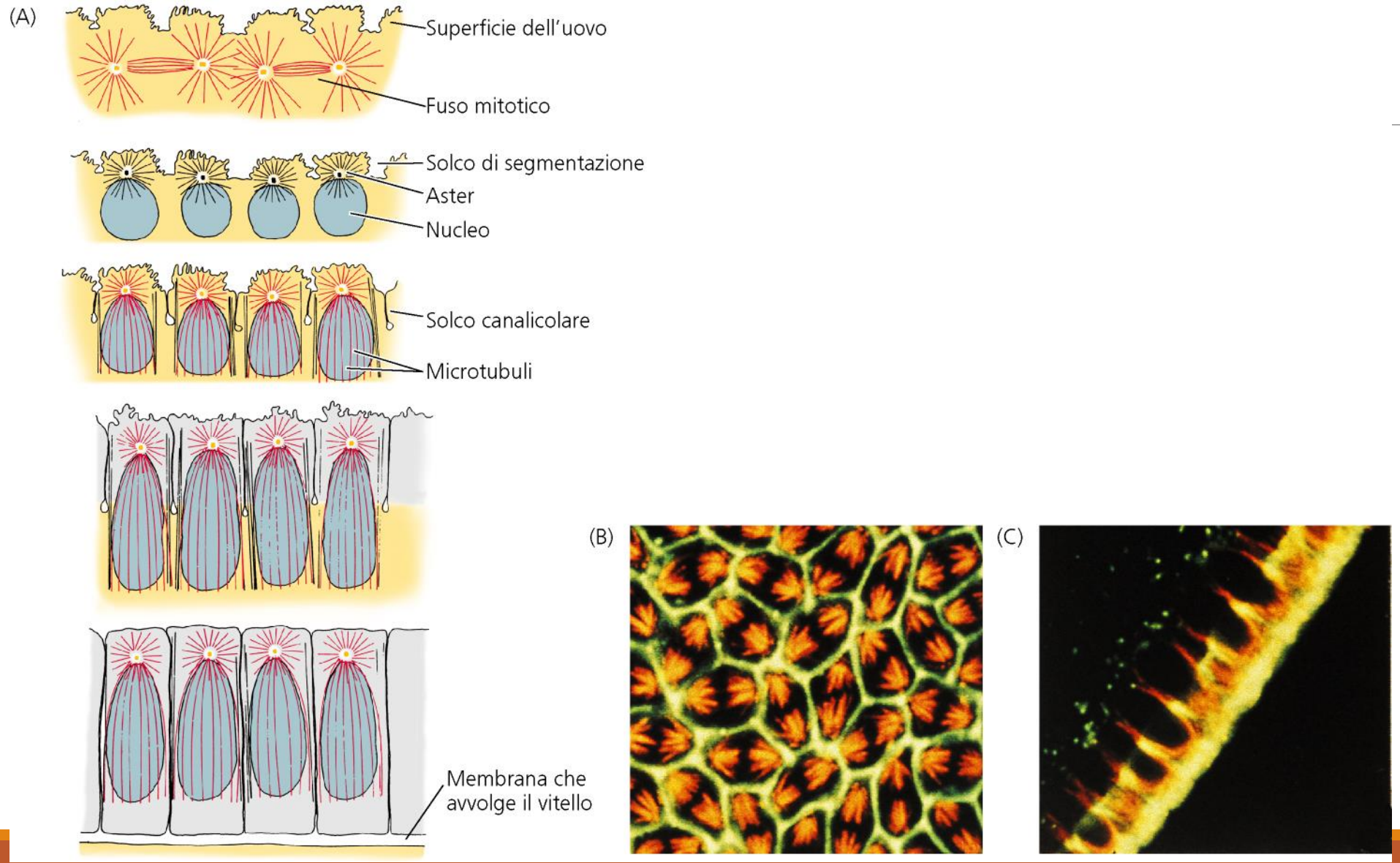



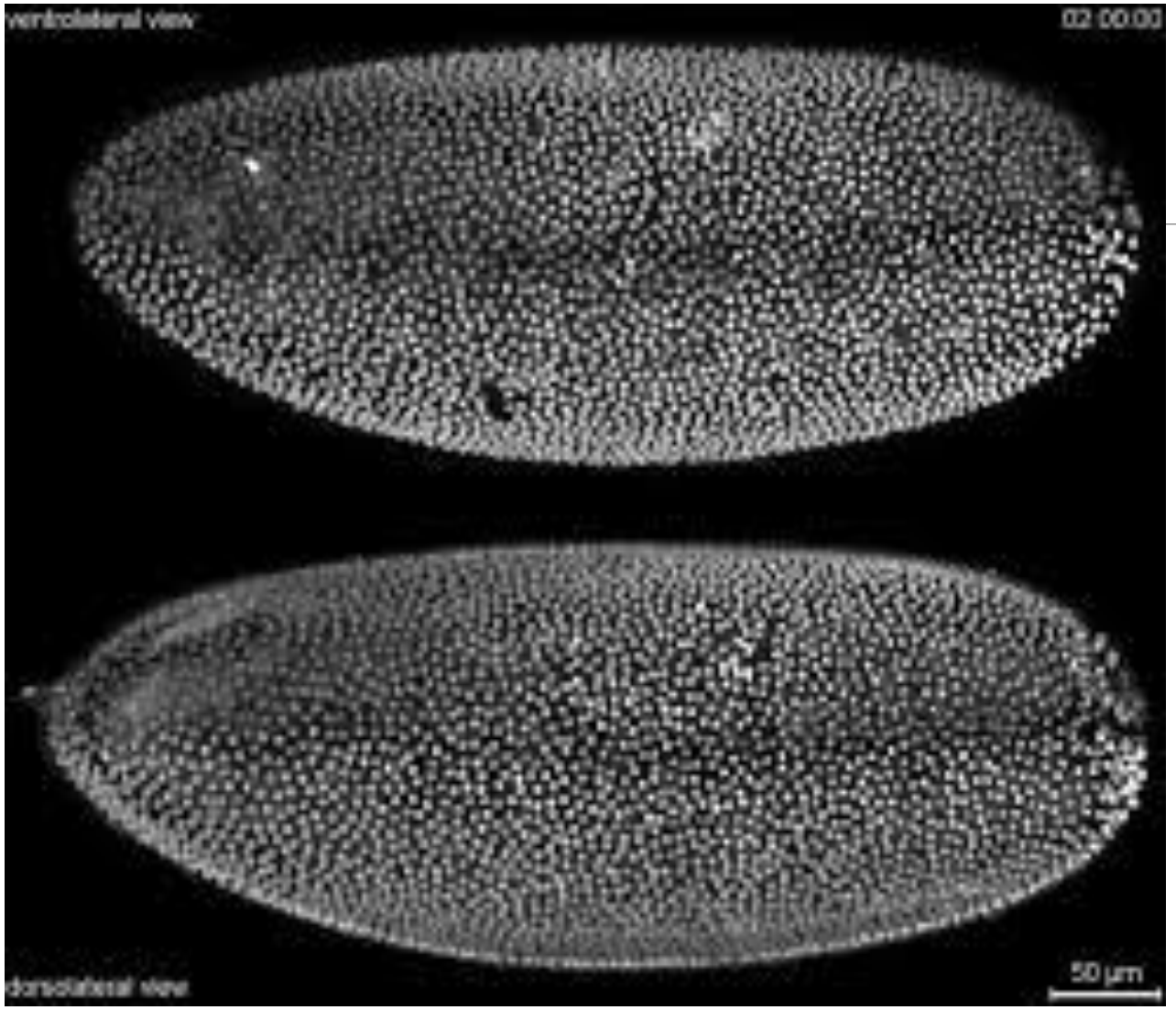
# Segmentazione meroblastica superficiale

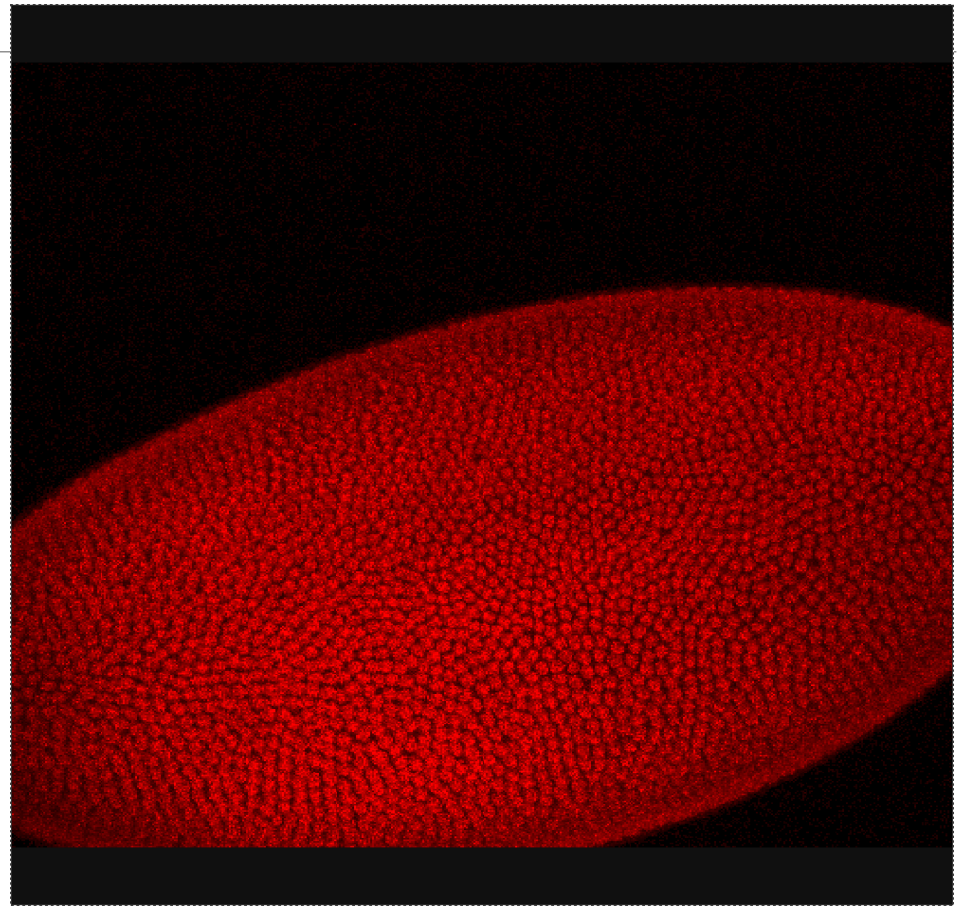
Uovo centrolecitico

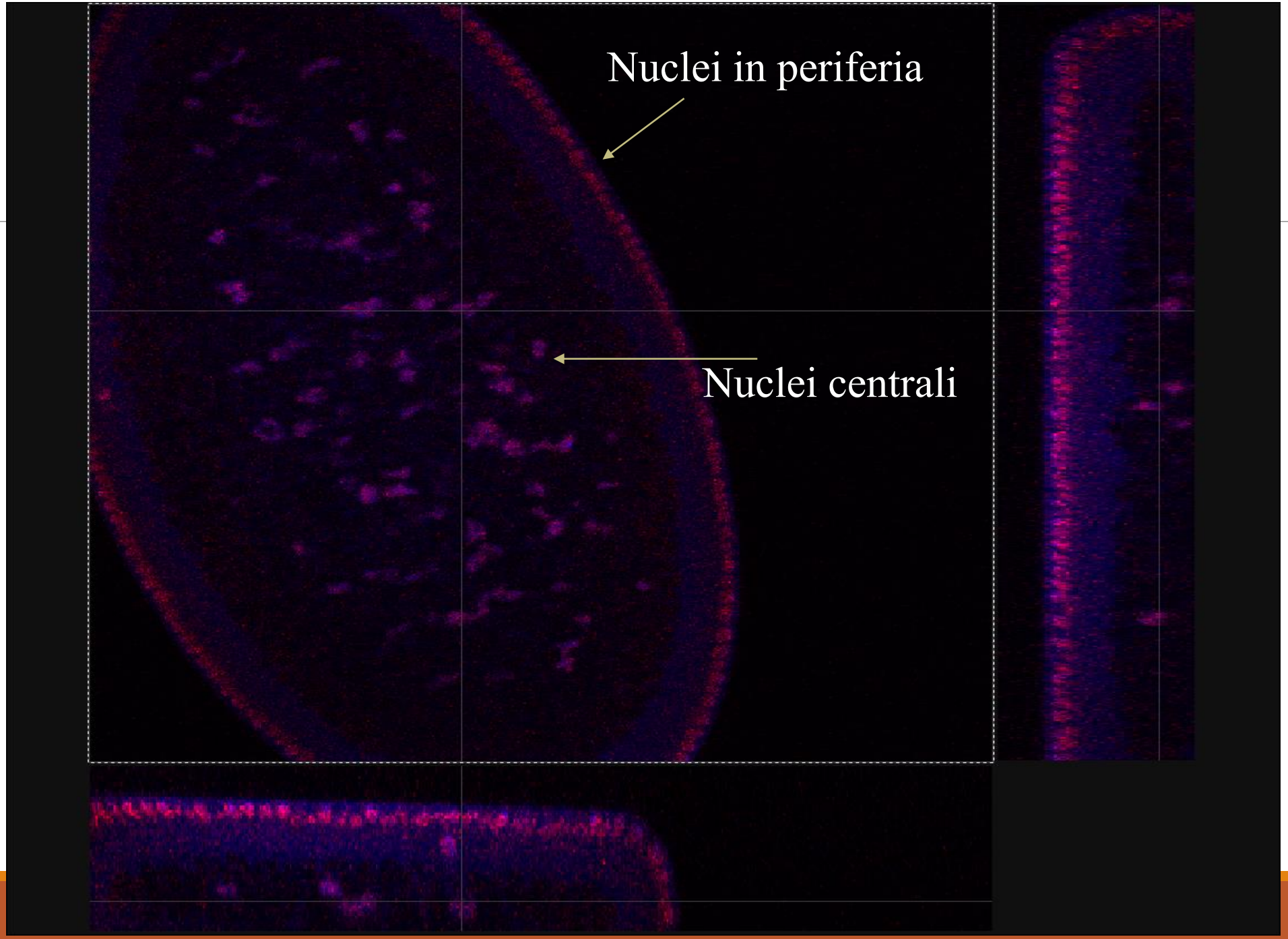


# Blastoderma cellulare

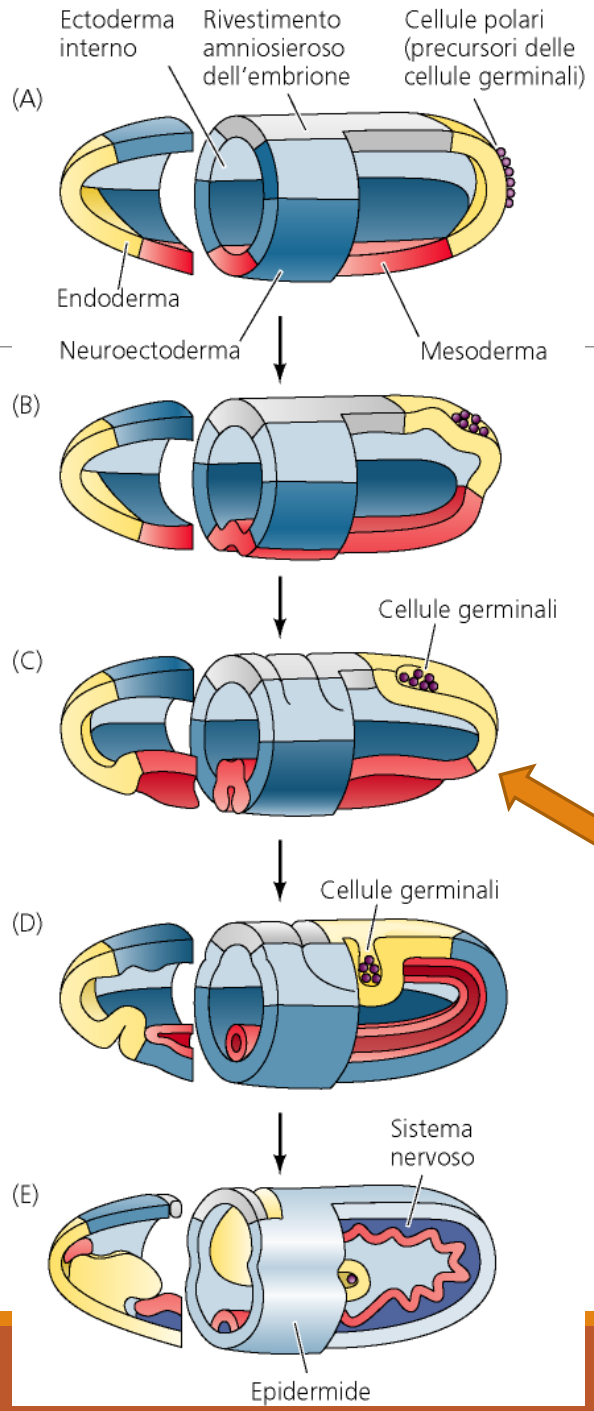


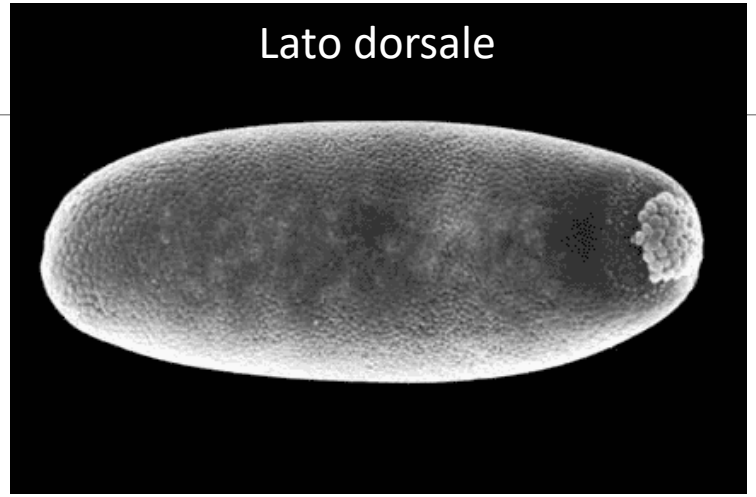

ventrolateral view
02:00:00
dorsolateral view
50 µm

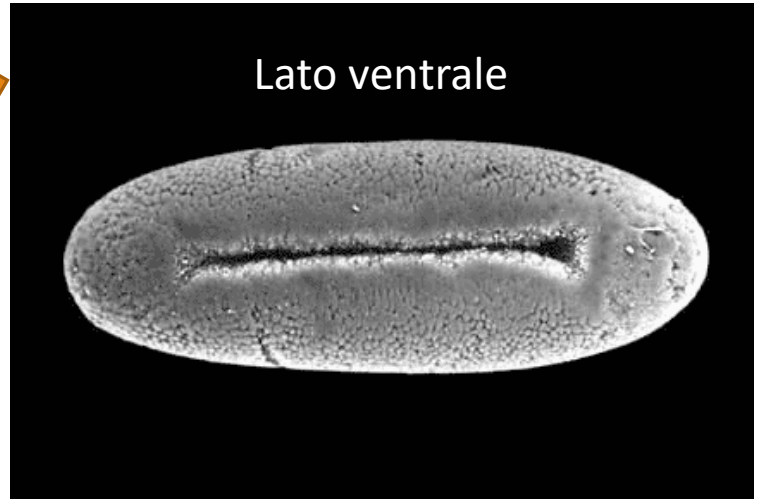


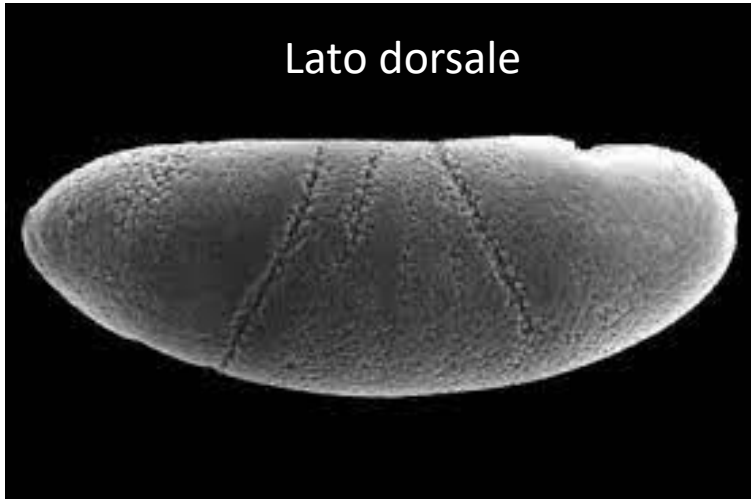

Nuclei in periferia
Nuclei centrali

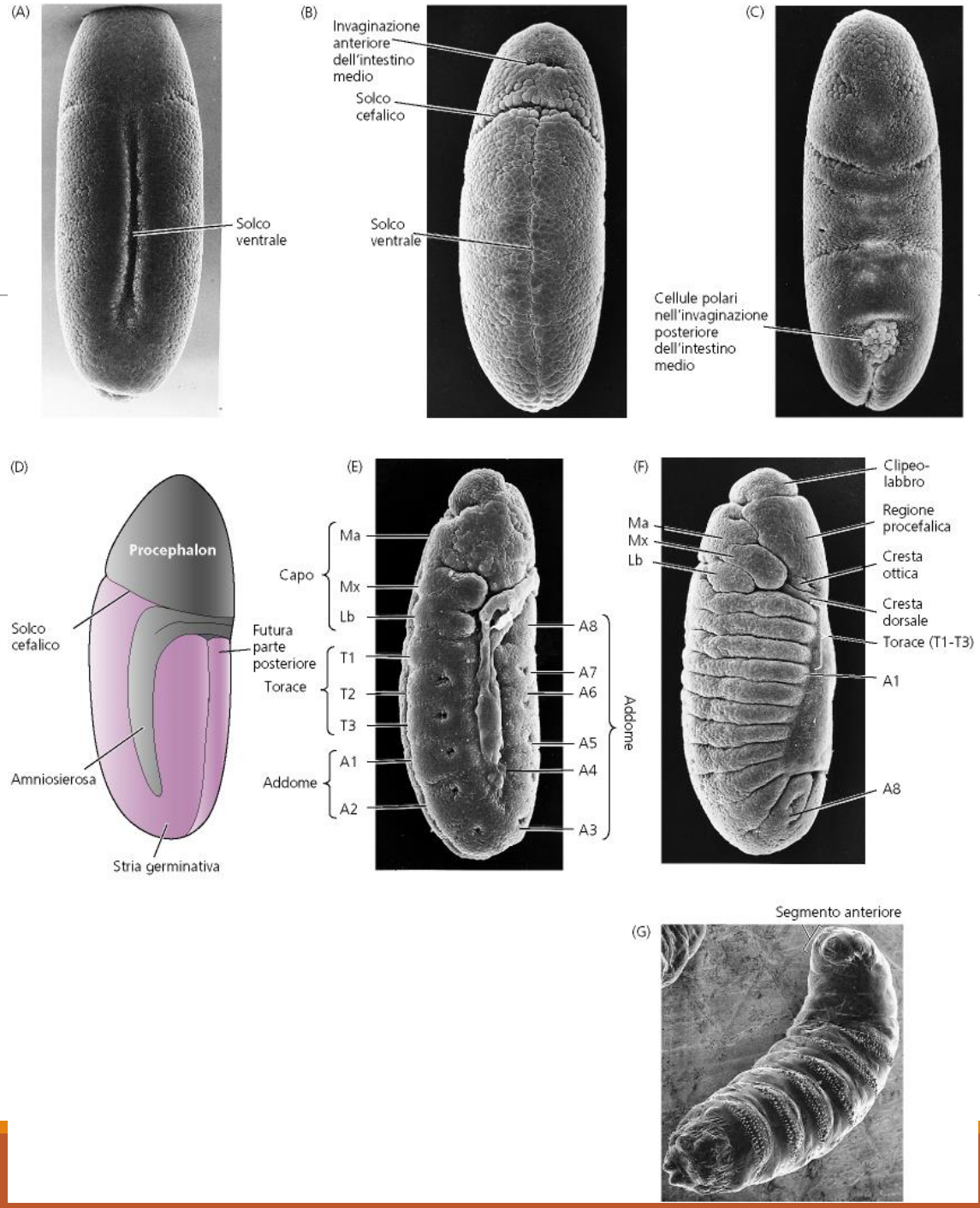
# Territori presuntivi e Gastrulazione



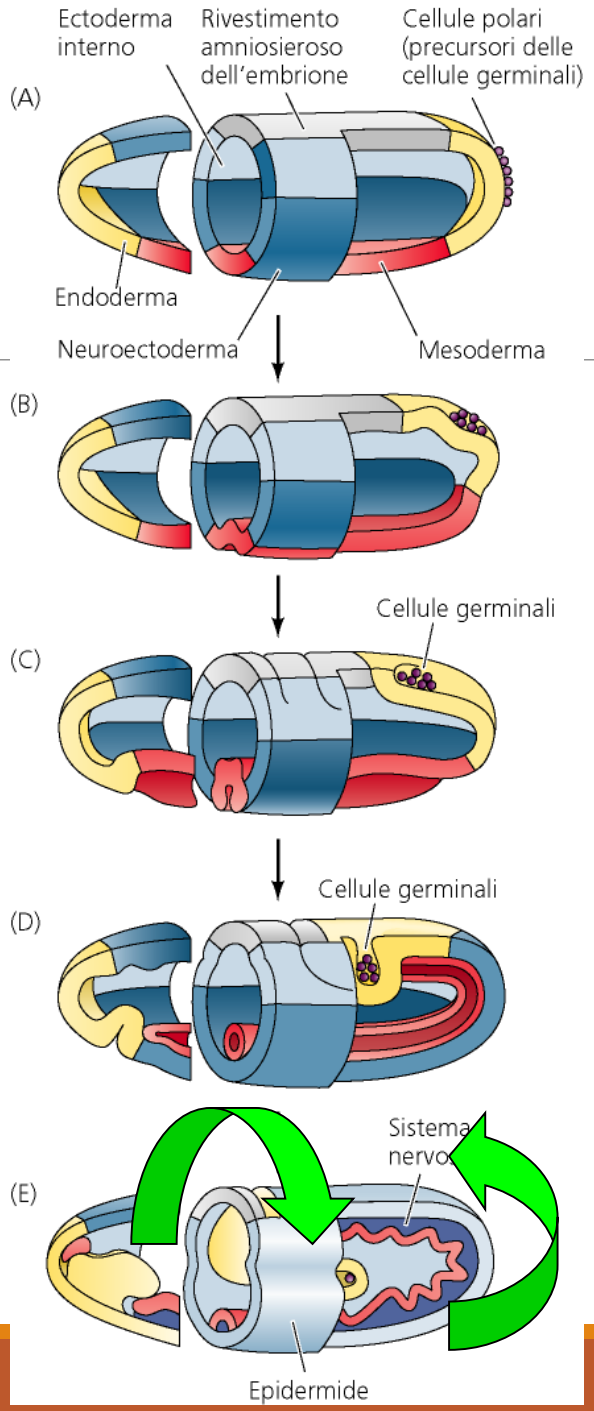



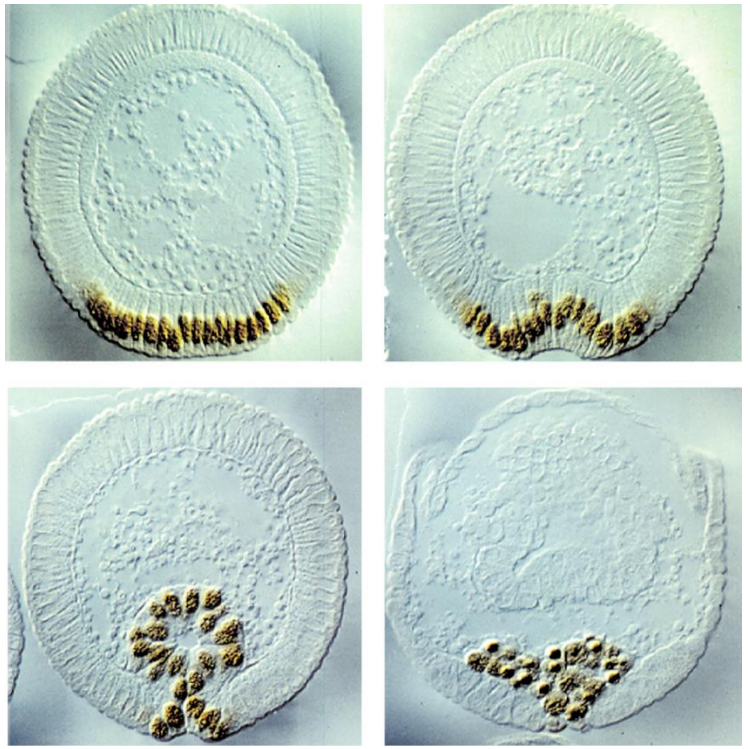



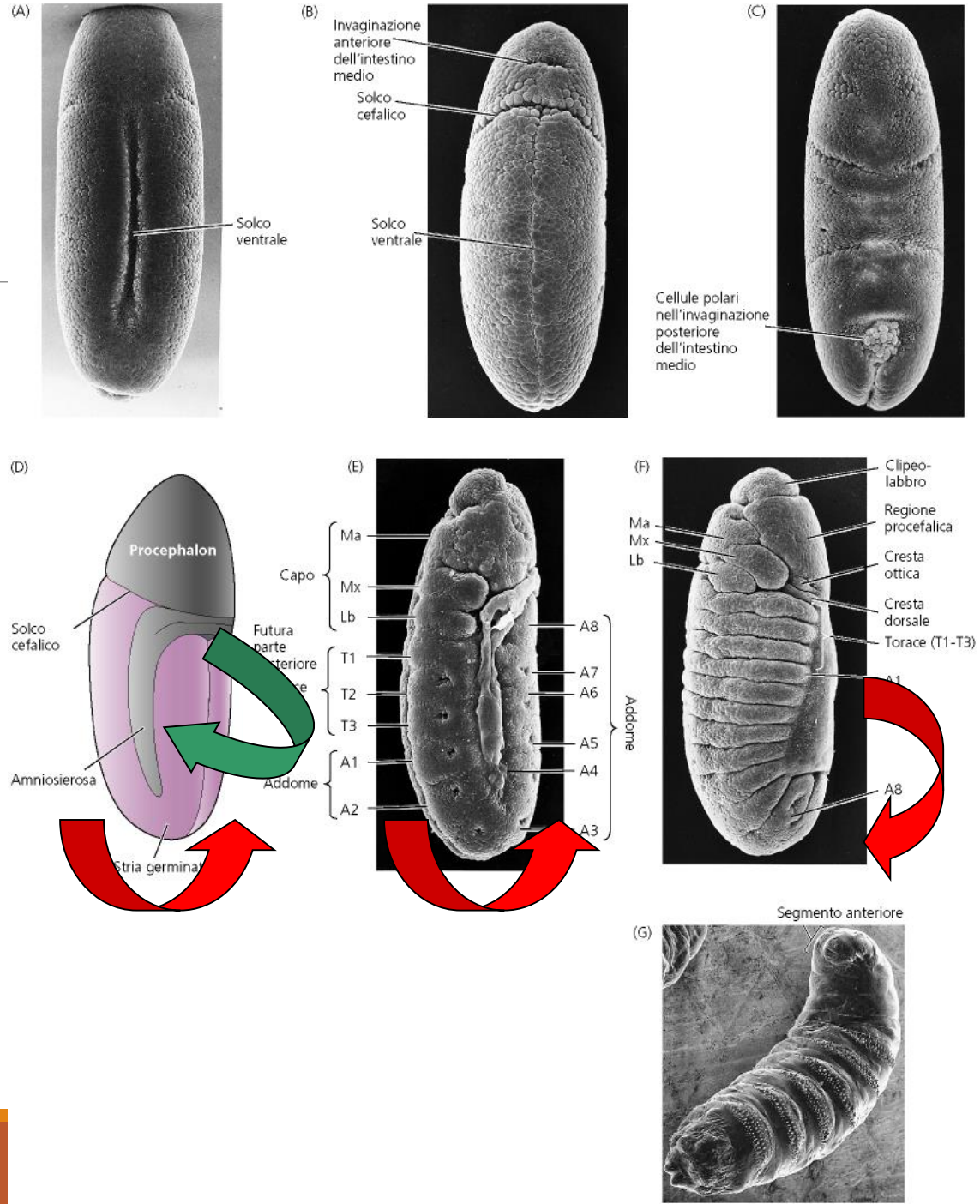

(A)
Solco ventrale
(B)
Invaginazione anteriore dell'intestino medio
Solco cefalico
Solco ventrale
(C)
Cellule polari nell'invaginazione posteriore dell'intestino medio
(D)
Procephalon
Solco cefalico
Futura parte posteriore
Amniosierosa
Stria germinativa
(E)
Capo
Ma
Mx
Lb
Torace
T1
T2
T3
Addome
A1
A2
A8
A7
A6
A5
A4
A3
Addome
(F)
Clipeo-labbro
Ma
Mx
Lb
Regione procefalica
Cresta ottica
Cresta dorsale
Torace (T1-T3)
A1
A8
(G)
Segmento anteriore

# Gastrulazione



Ingresso materiale mesodermico dal lato ventrale


(A)
Solco ventrale
(B)
Invaginazione anteriore dell'intestino medio
Solco cefalico
Solco ventrale
(C)
Cellule polari nell'invaginazione posteriore dell'intestino medio
(D)
Procephalon
Solco cefalico
Futura parte
Amniosierosa
Stria germinat
(E)
Ma
Capo
Mx
Lb
T1
T2
T3
A1
Addome
A2
A8
A7
A6
A5
A4
A3
Addome
(F)
Clipeo-labbro
Ma
Mx
Lb
Regione procefalica
Cresta ottica
Cresta dorsale
Torace (T1-T3)
A8
Segmento anteriore
(G)

https://www.youtube.com/watch?v=h9RfeU5u85k

https://www.youtube.com/watch?v=h9RfeU5u85k

# Dischi immaginali

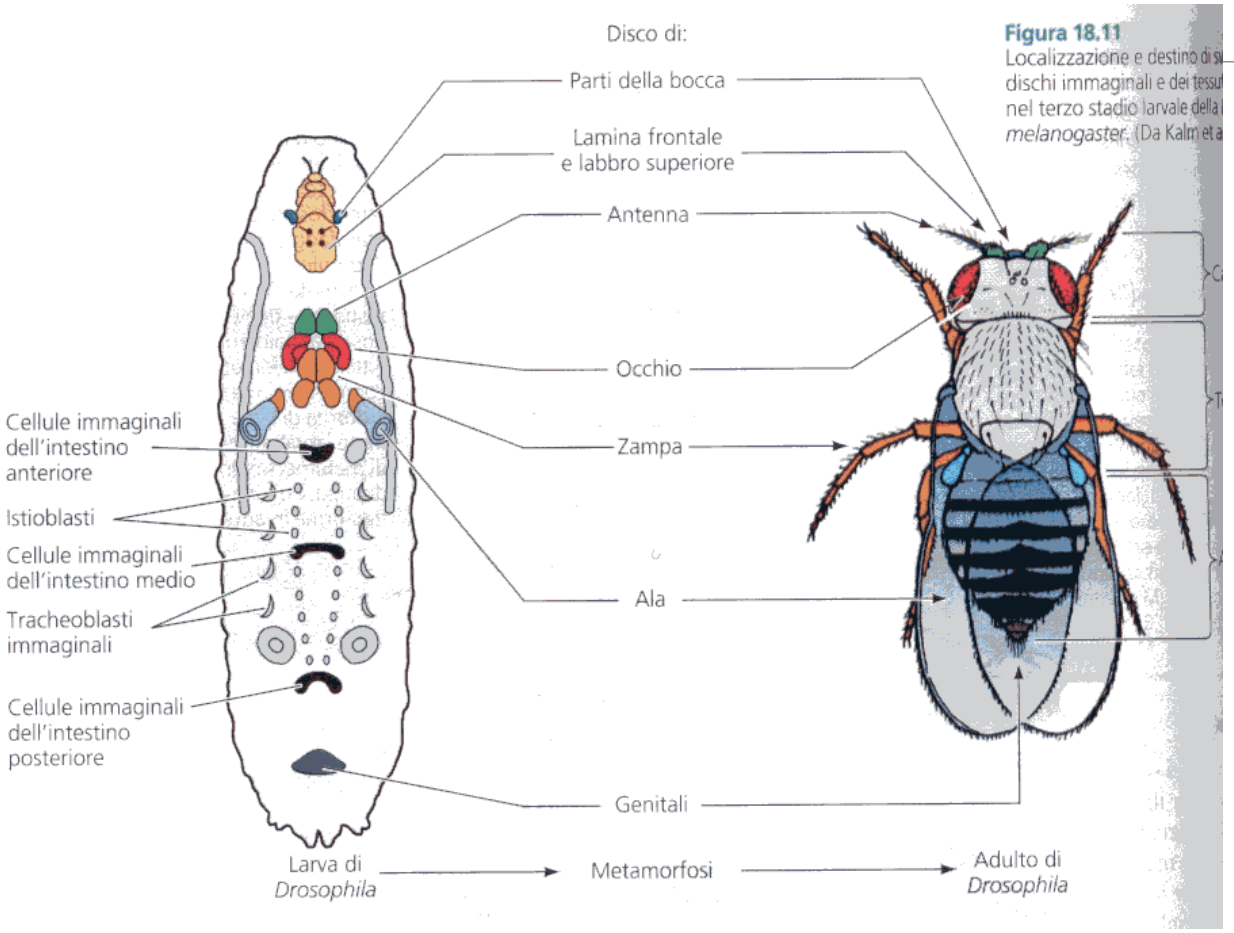
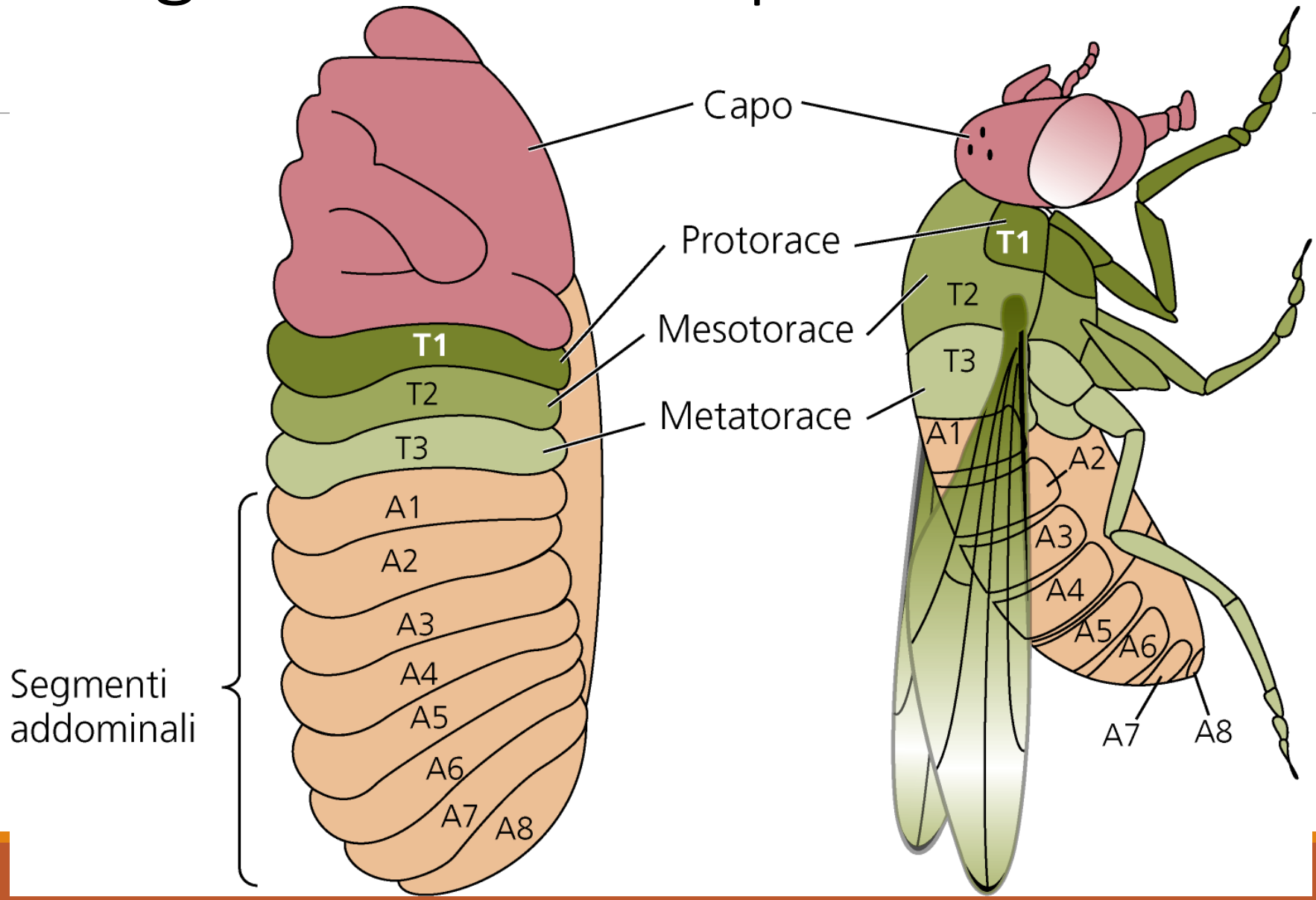



**Figura 18.11**
Localizzazione e destino di s
dischi immaginali e dei tessu
nel terzo stadio larvale della
*melanogaster*. (Da Kalm et a

Cellule determinate durante l'embriogenesi in grado di differenziate nell'adulto dopo stimolo con ectisone (ormone della metamorfosi)

# Segmenti di Drosophila



# Determinazione della Polarità degli assi

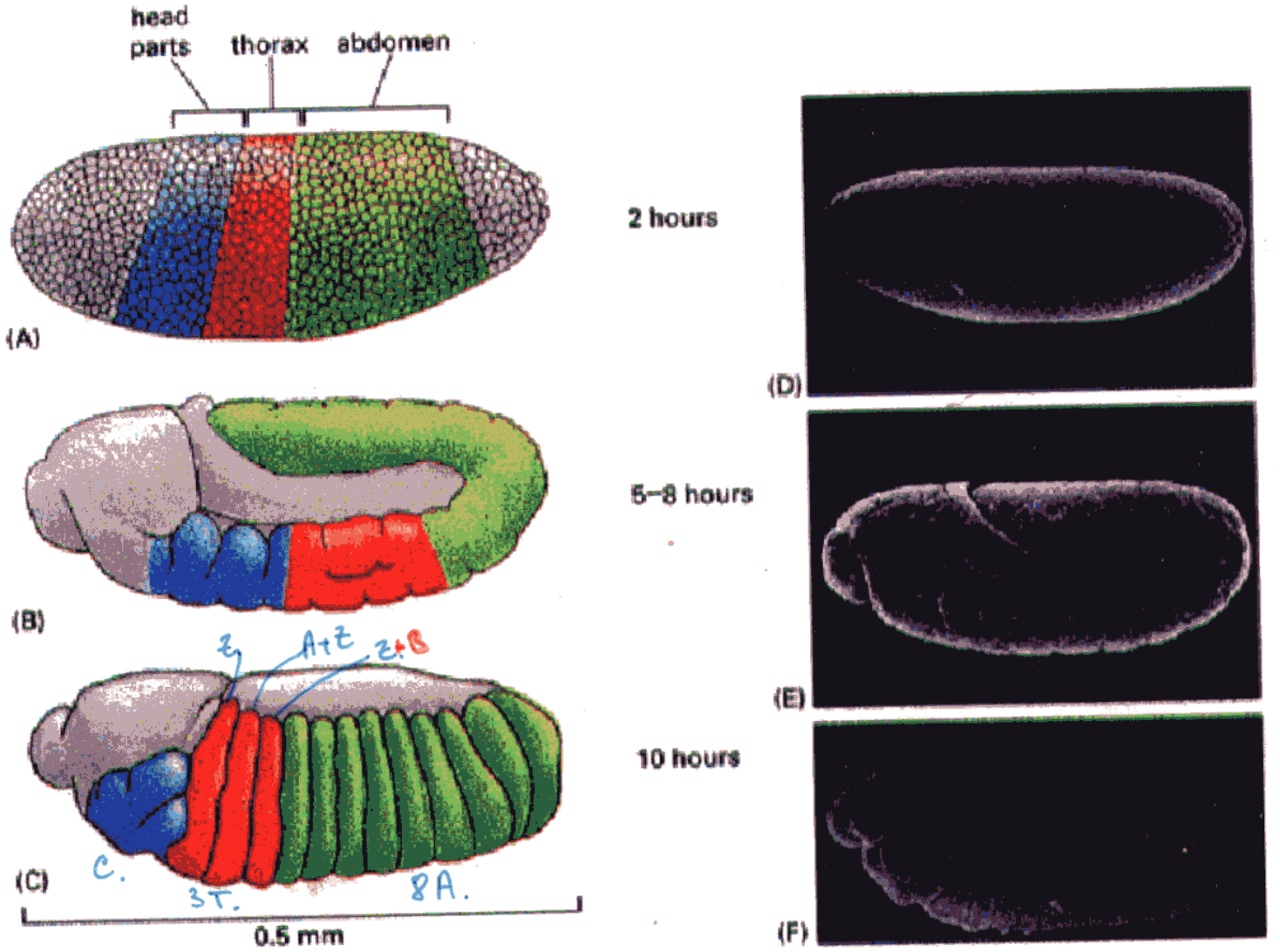


**Tabella 3.3 Le modalità della specificazione dei tipi cellulari e loro caratteristiche**

**I. Specificazione autonoma**

Caratteristica di molti invertebrati.

Specificazione per acquisizione differenziale di certe molecole citoplasmatiche presenti nell'uovo.

Segmentazioni invarianti producono le stesse linee in ciascun embrione della specie. Il destino dei blastomeri è generalmente fisso.

La specificazione dei tipi cellulari precede qualunque migrazione di cellule embrionali su larga scala.

Produce uno sviluppo «a mosaico»: le cellule non possono modificare il loro destino se viene perduto un blastomero.

**II. Specificazione condizionata**

Caratteristica di tutti i vertebrati e di alcuni invertebrati.

Specificazione mediante interazioni tra cellule. Sono importanti le relative posizioni.

Segmentazioni variabili producono l'assegnazione alle cellule di un destino non fisso.

Massivi riordinamenti e migrazioni cellulari precedono o accompagnano la specificazione.

Capacità di sviluppo «regolativo»: permette alle cellule di acquisire funzioni differenti.

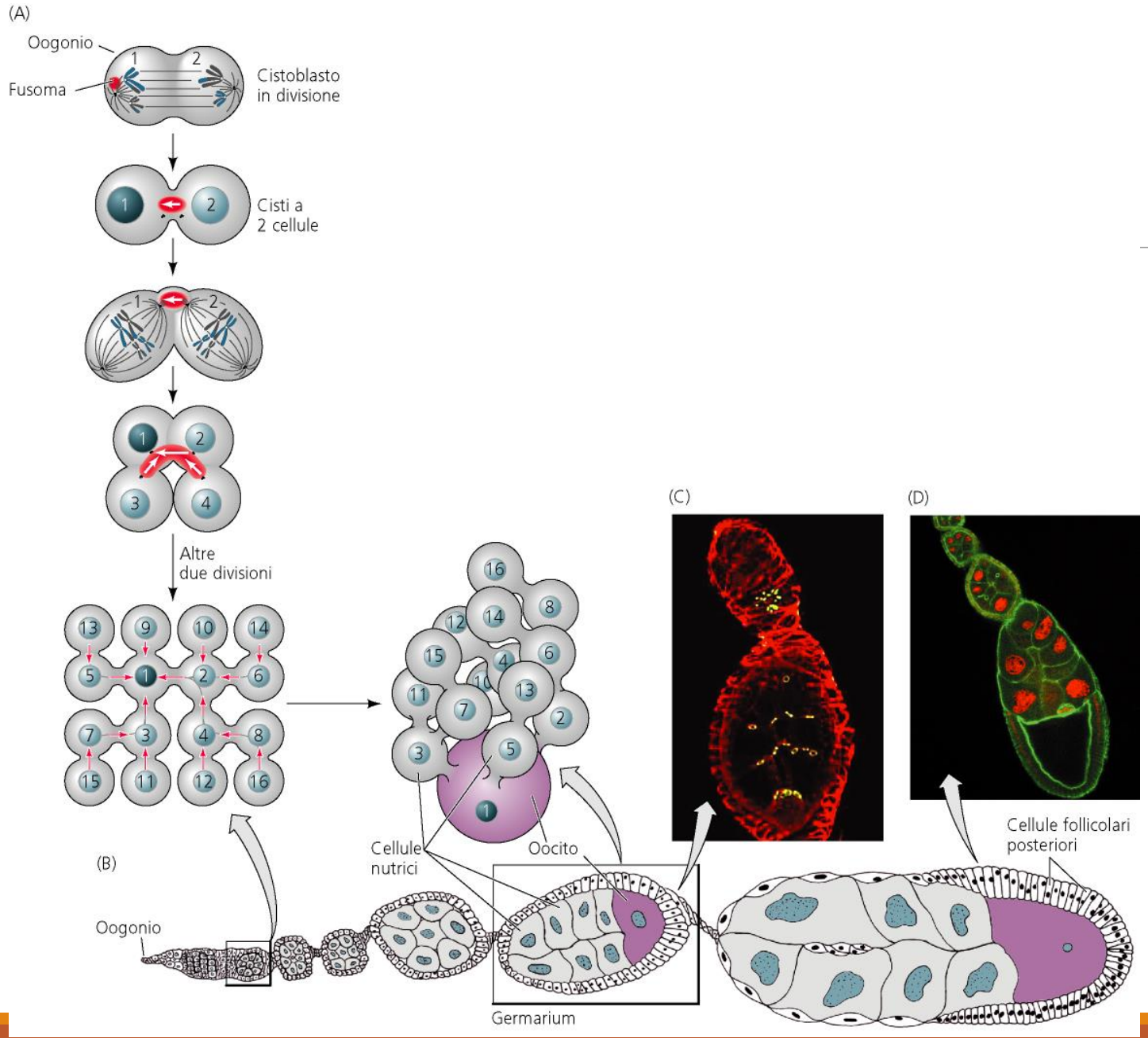
**III. Specificazione sinciziale**

Caratteristica di molte classi di insetti.

Specificazione di regioni del corpo mediante interazioni di regioni del citoplasma prima che avvenga la suddivisione del blastoderma cellule.

Una segmentazione variabile produce destini cellulari non rigidi per particolari nuclei.

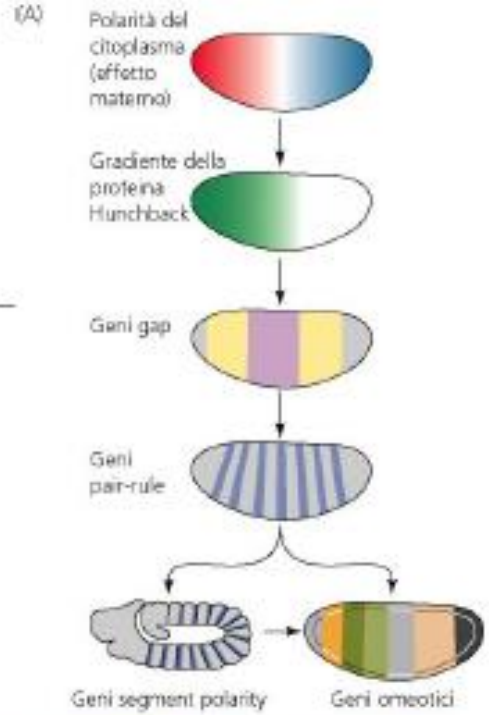
Dopo la suddivisione in cellule, si osserva molto spesso una specificazione condizionata.




Le cellule nutrici sono produttrici di molti dei trascritti che vengono accumulati dentro l'oocita dell'insetto

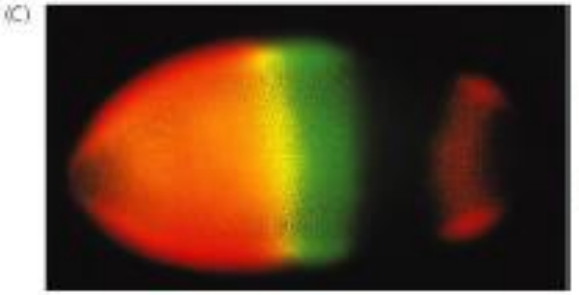
Questi trascritti vengono trasferiti nell'oocita attraverso i ponti citoplasmatici e differenzialmente accumulati nel citoplasma ovulare

# Mutanti di Drosophila

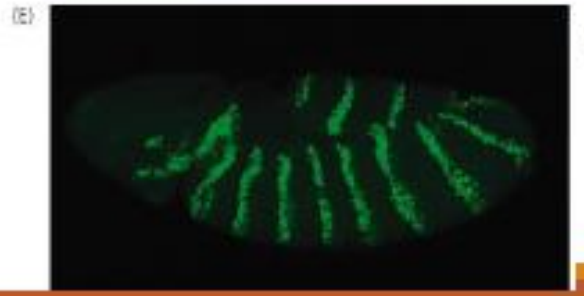



Il premio Nobel nel 1995 Lewis, Nusslein-Volhard e Wieshaus, per aver chiarito identificato in Drosophila i geni in grado di chiarire i processi biologici alla base dello sviluppo.


- Geni di origine materna (mRNA accumulati nell'uovo)








- Geni zigotici
- Geni per la segmentazione:
  - Gap
  - Pair rule
  - Segment polarity
- Geni per l'identità del segmento corporeo (Omeotici)

# Determinazione della polarità dell'uovo (distribuzione asimmetrica di mRNA di origine materna)

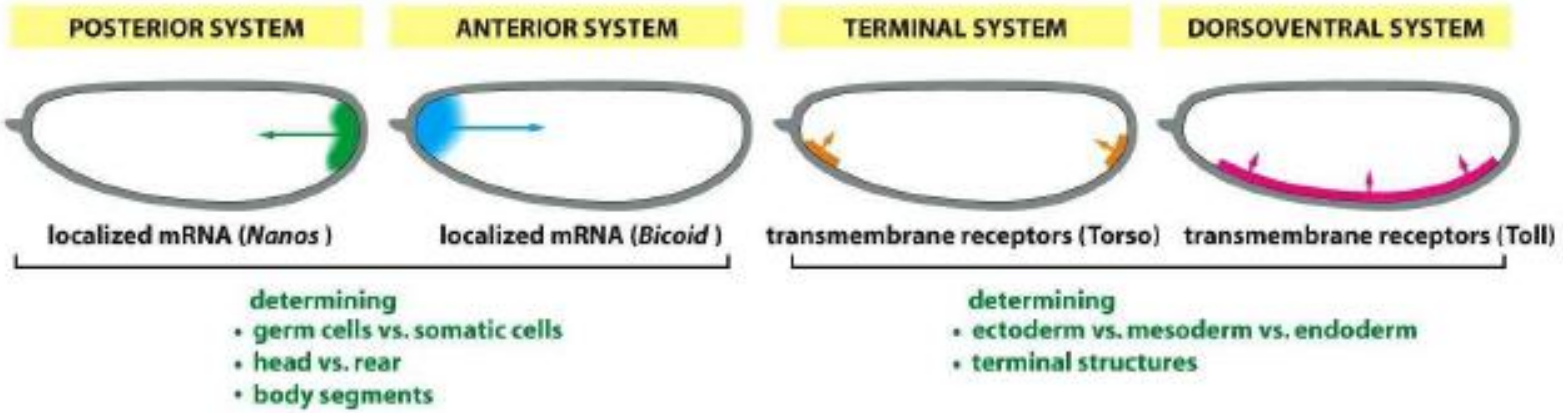
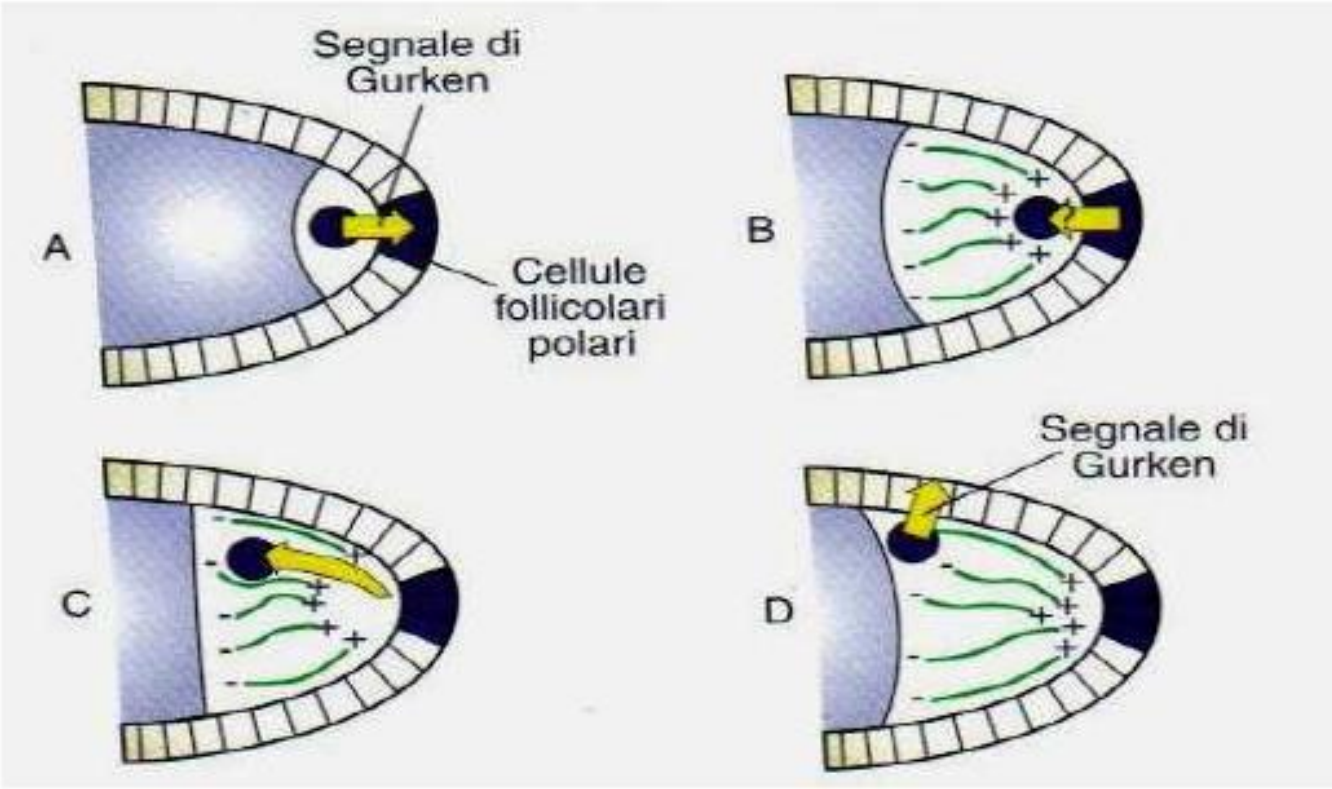



Figure 22-32 Molecular Biology of the Cell 5/e (© Garland Science 2008)

# Compartimentalizzazione di mRNA nell'oocita

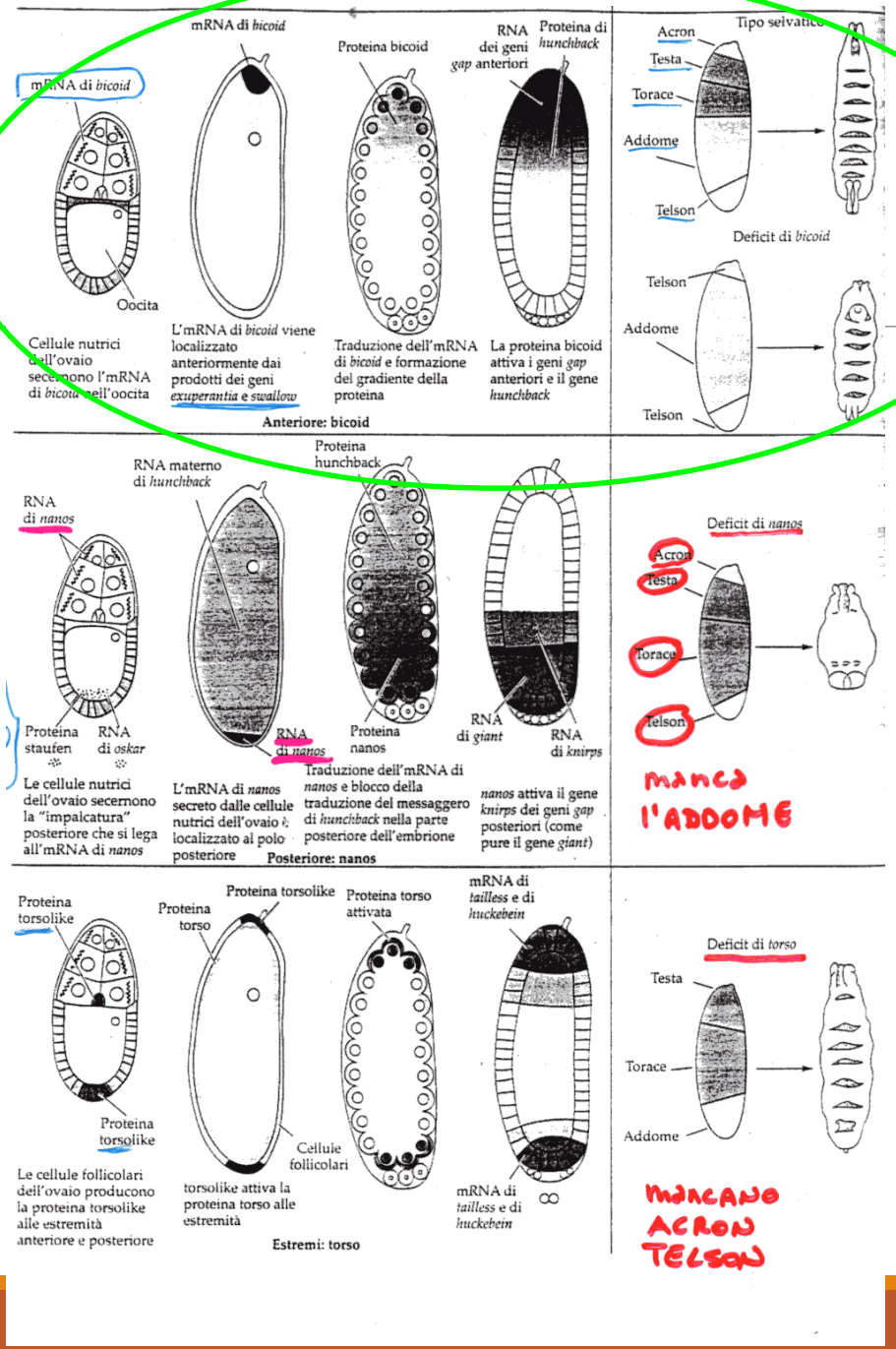
- Ruolo dei microtubuli
- Chinesina (da – a +)
- Dineina (da + a -)
- Nucleo (posizione posteriore poi dorsale)

- Gurken induce destino delle cellule follicolari prima posteriori e poi dorsali



# Geni ad effetto materno

# ***Bicoid***



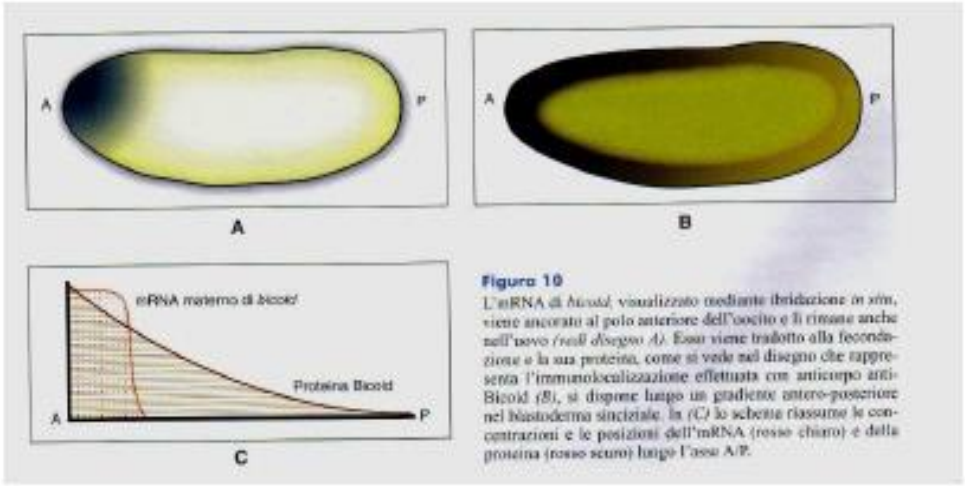
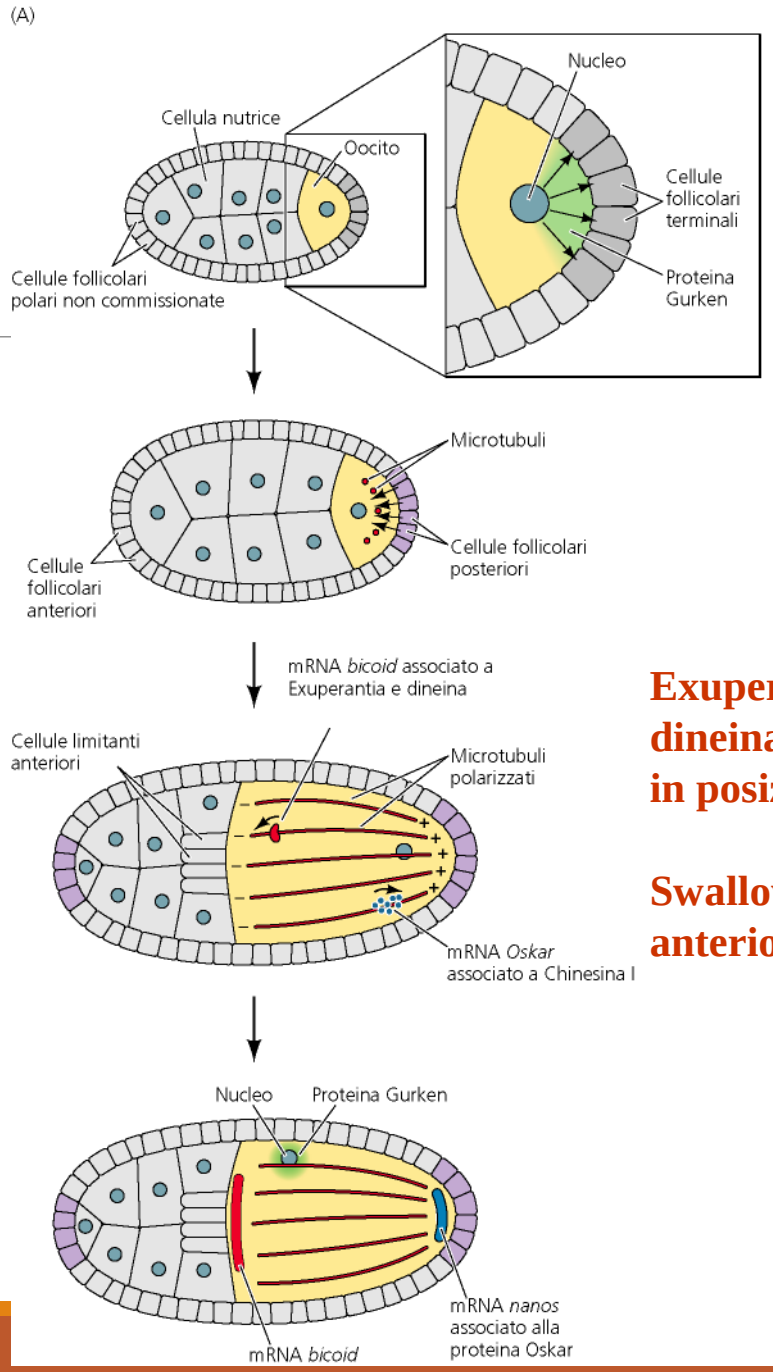
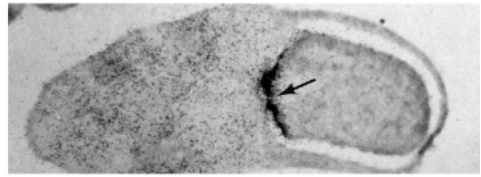




**Figura 10**
L'mRNA di *bicoid*, visualizzato mediante ibridazione *in situ*, viene ancorato al polo anteriore dell'oocito e lì rimane anche nell'uovo *(vedi disegno A)*. Esso viene tradotto alla fecondazione e la sua proteina, come si vede nel disegno che rappresenta l'immunolocalizzazione effettuata con anticorpo anti-Bicoid *(B)*, si dispone lungo un gradiente antero-posteriore nel blastoderma sinciziale. In *(C)* lo schema riassume le concentrazioni e le posizioni dell'mRNA (rosso chiaro) e della proteina (rosso scuro) lungo l'asse A/P.



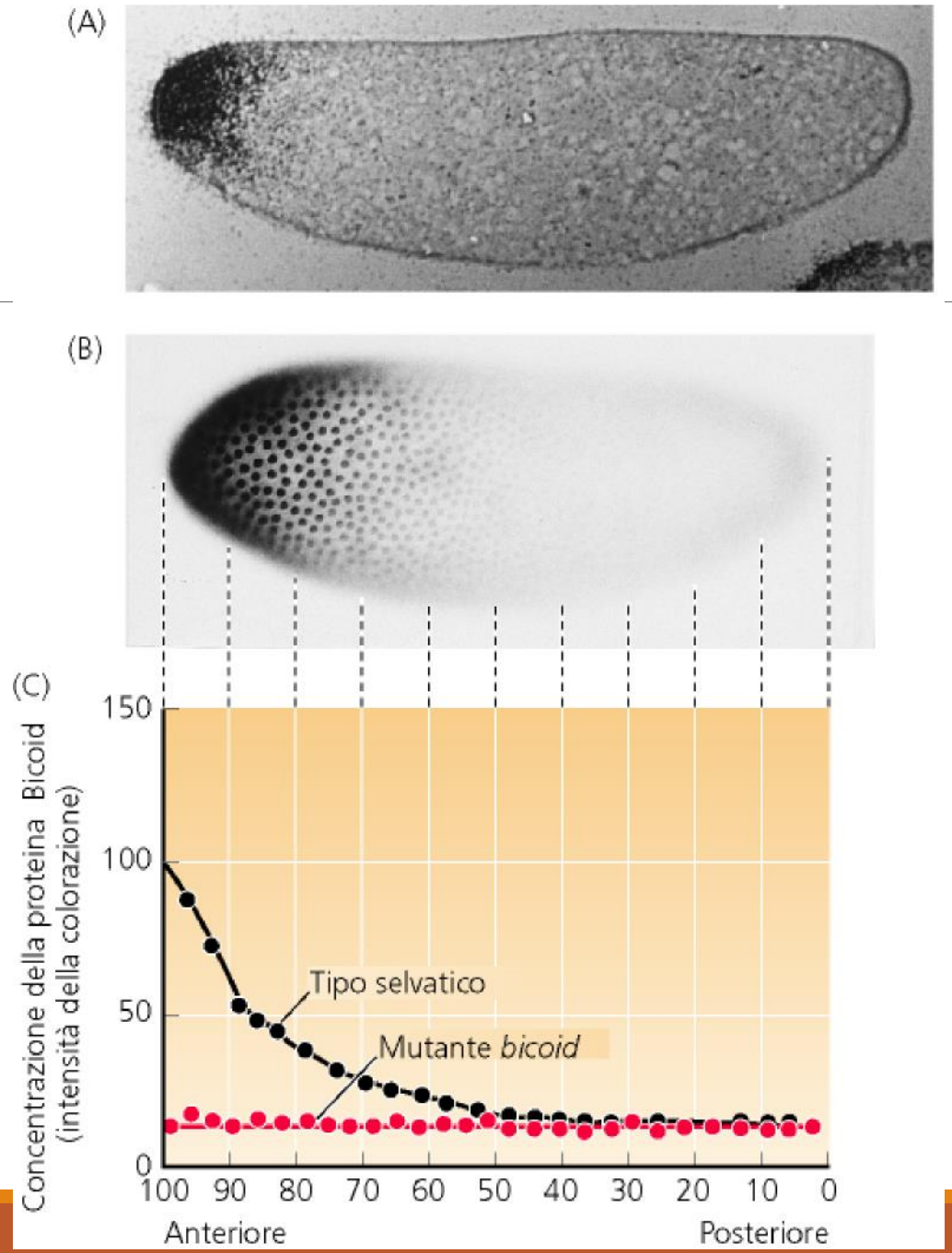




**Exuperantia carica Bicoid su dineina favorendo il trasporto in posizione anteriore**

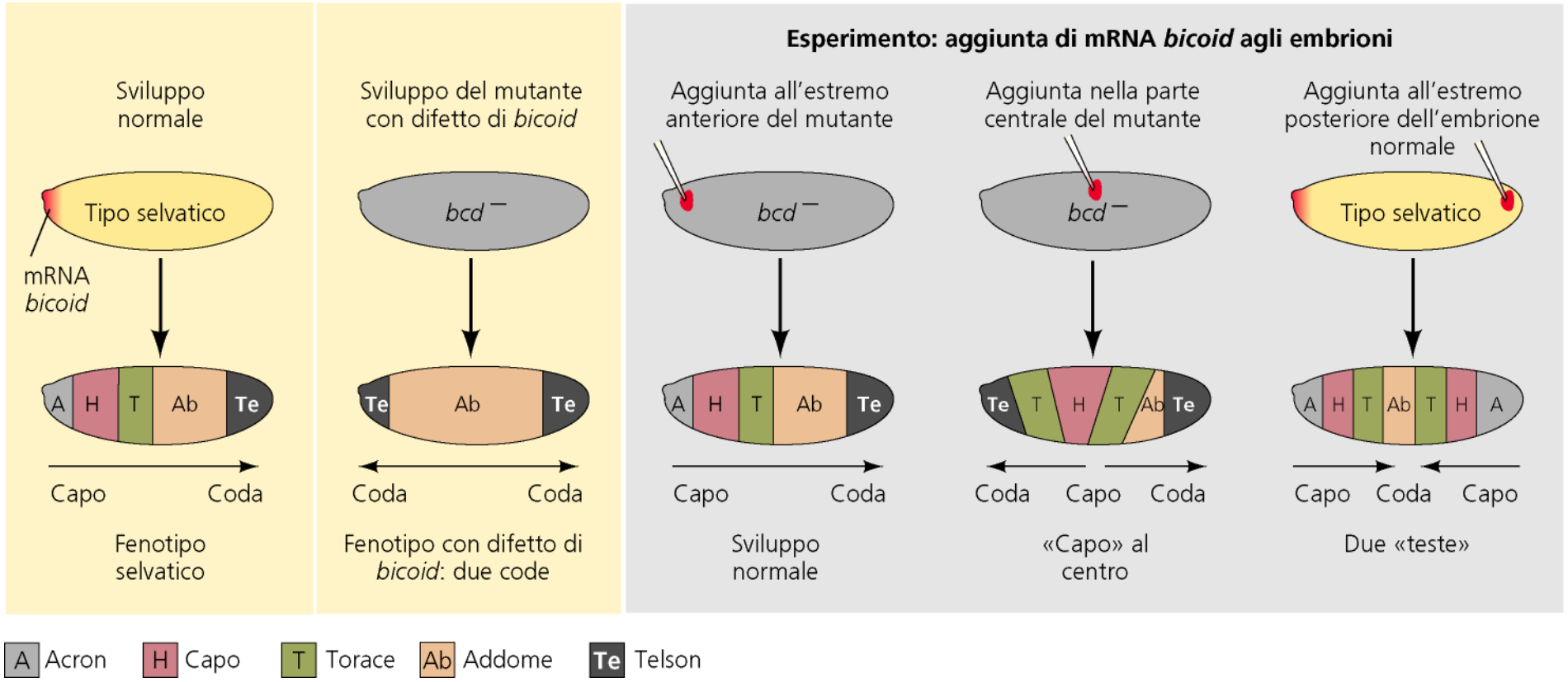
**Swallow ancora bicoid anteriormente**

mRNA Bicoid

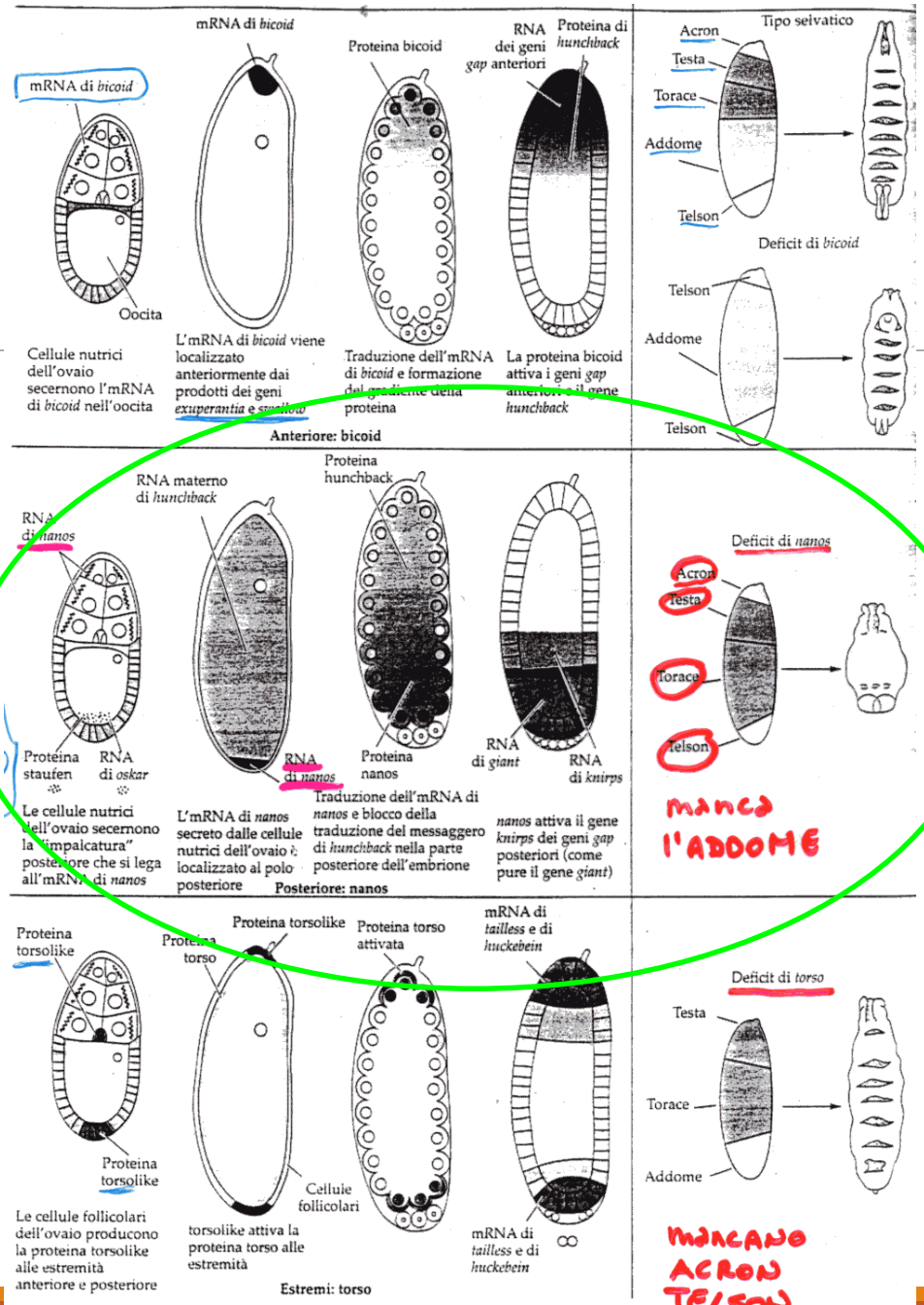
Proteina Bicoid

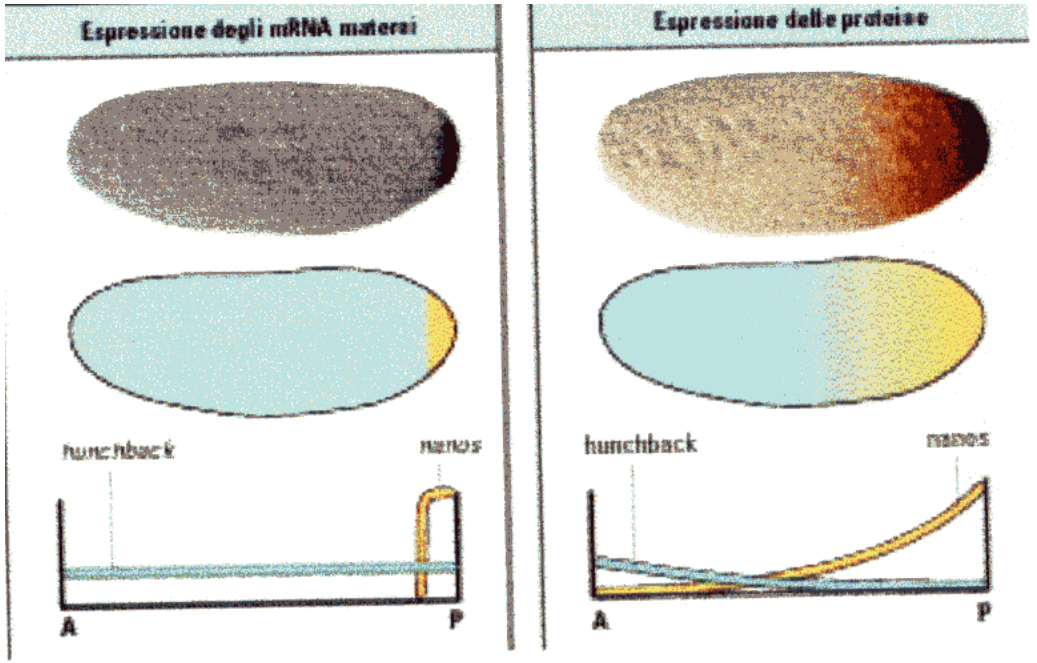


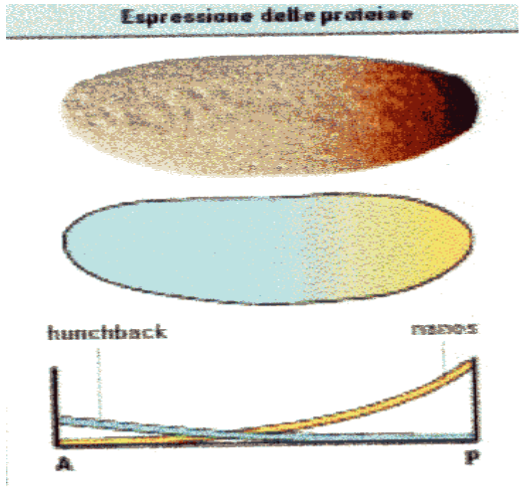
# Bicoid regola espressione di regioni anteriori: testa e torace

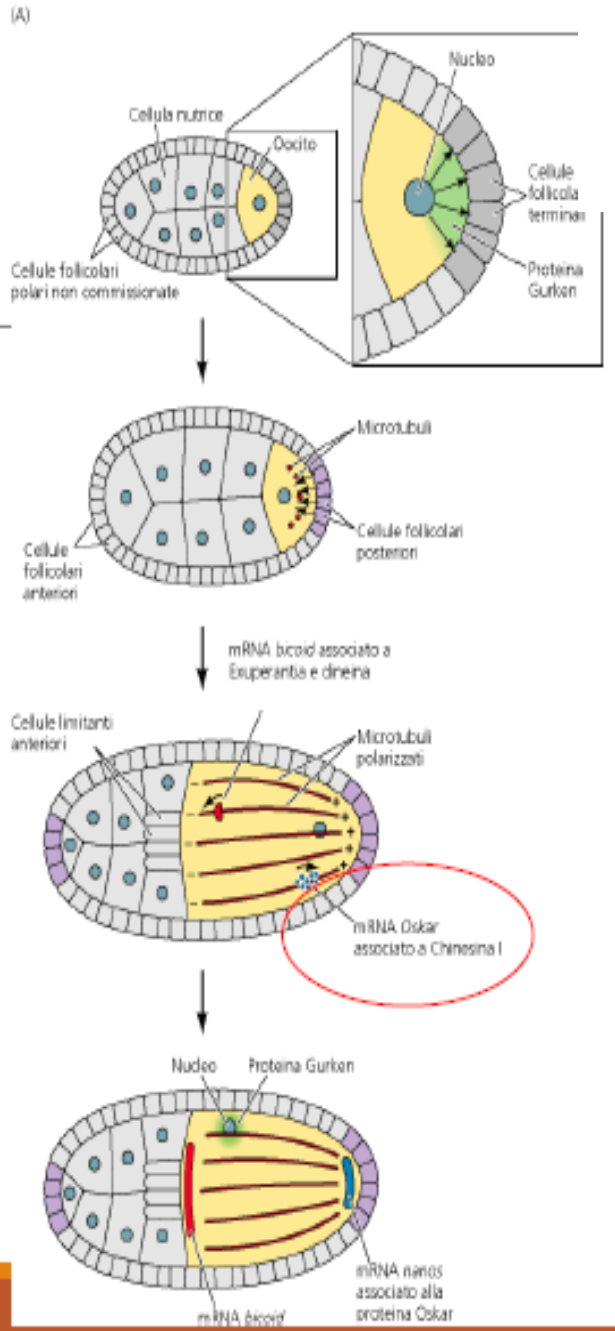


# *Nanos*


mRNA di *bicoid*
Oocita
Cellule nutrici dell'ovaio secernono l'mRNA di *bicoid* nell'oocita
L'mRNA di *bicoid* viene localizzato anteriormente dai prodotti dei geni *exuperantia* e *swallow*
Proteina bicoid
Traduzione dell'mRNA di *bicoid* e formazione del gradiente della proteina
RNA dei geni *gap* anteriori
Proteina di *hunchback*
La proteina bicoid attiva i geni *gap* anteriori e il gene *hunchback*
Anteriore: bicoid
Acron
Testa
Torace
Addome
Telson
Tipo selvatico
Deficit di *bicoid*
RNA di *nanos*
Proteina staufen
RNA di *oskar*
Le cellule nutrici dell'ovaio secernono la "impalcatura" posteriore che si lega all'mRNA di *nanos*
RNA materno di *hunchback*
L'mRNA di *nanos* secreto dalle cellule nutrici dell'ovaio è localizzato al polo posteriore
Proteina *hunchback*
Proteina nanos
Traduzione dell'mRNA di *nanos* e blocco della traduzione del messaggero di *hunchback* nella parte posteriore dell'embrione
RNA di *giant*
RNA di *knirps*
*nanos* attiva il gene *knirps* dei geni *gap* posteriori (come pure il gene *giant*)
Posteriore: nanos
Deficit di *nanos*
MANCA L'ADDOME
Proteina torsolike
Proteina torso
Proteina torsolike
Proteina torso attivata
mRNA di *tailless* e di *huckebein*
Le cellule follicolari dell'ovaio producono la proteina torsolike alle estremità anteriore e posteriore
Cellule follicolari
torsolike attiva la proteina torso alle estremità
mRNA di *tailless* e di *huckebein*
Estremi: torso
Deficit di *torso*
MANCANO ACRON TELSON


Espressione degli mRNA materni
Espressione delle proteine
hunchback
nanos
A
P
hunchback
nanos
A
P

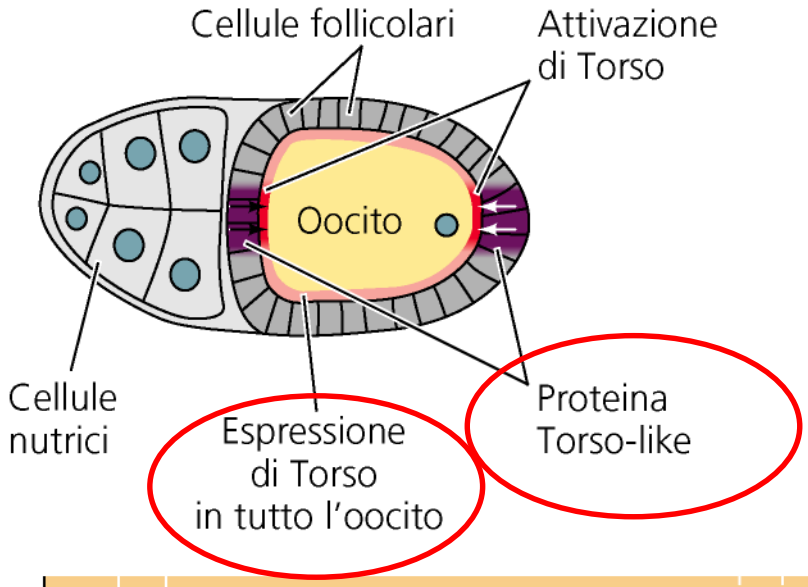


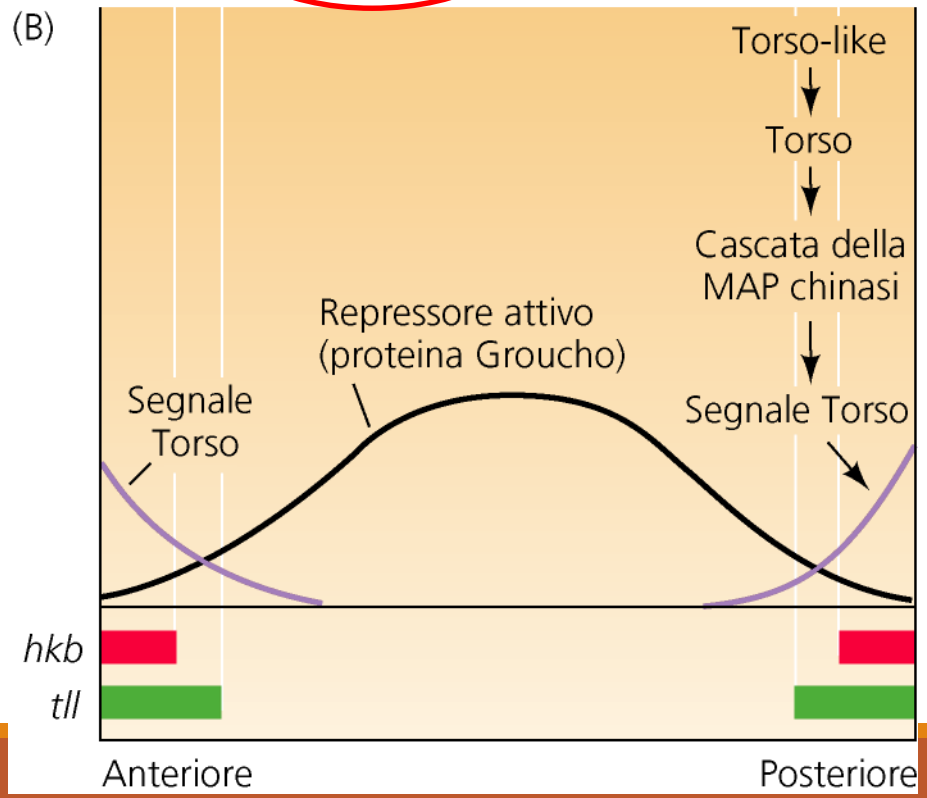

**OSKAR ancora Nanos alla chinesina che lo trasporta posteriormente**

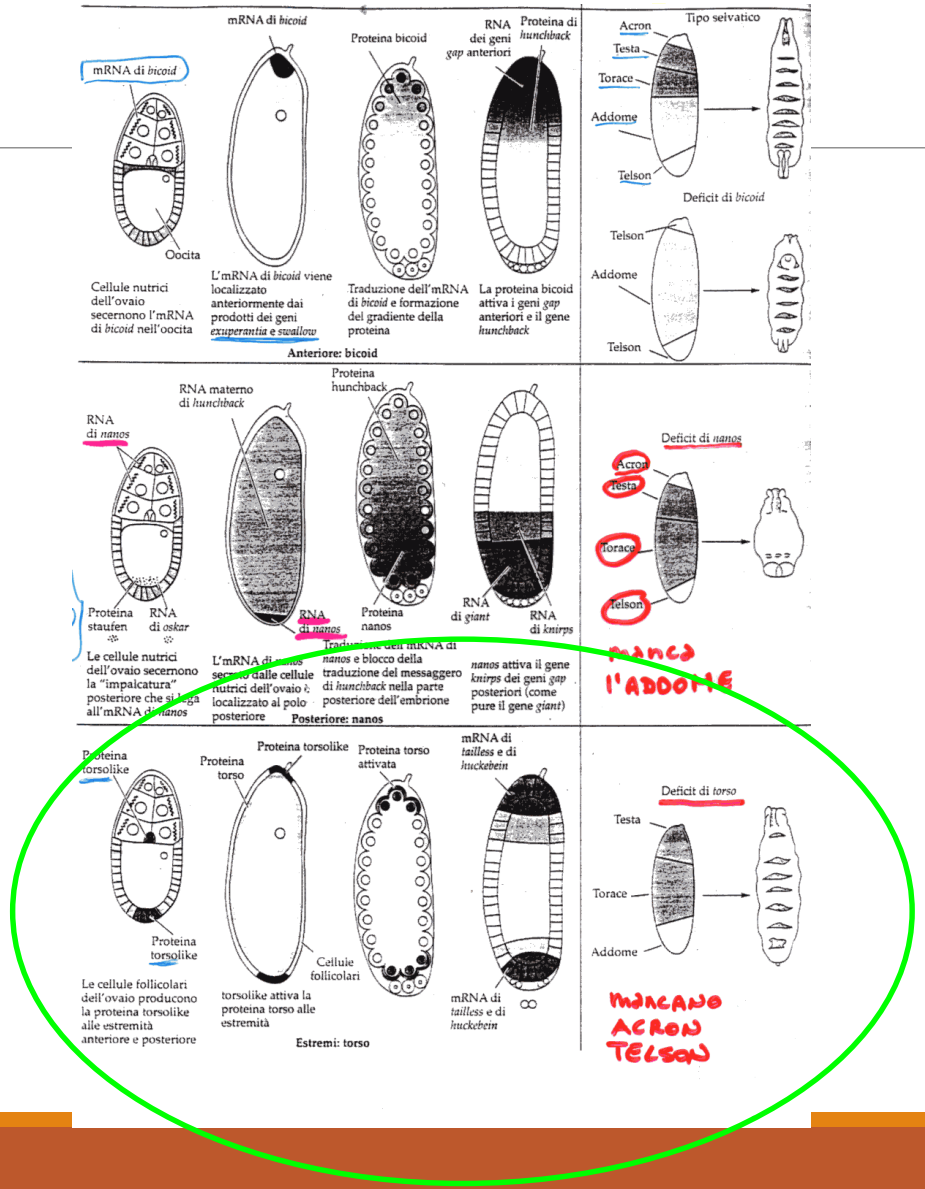
**Nella parte posteriore Nanos viene legato da un complesso proteico (tudor, cappucino, spire, vasa) che lo blocca nella regione posteriore**

(A)

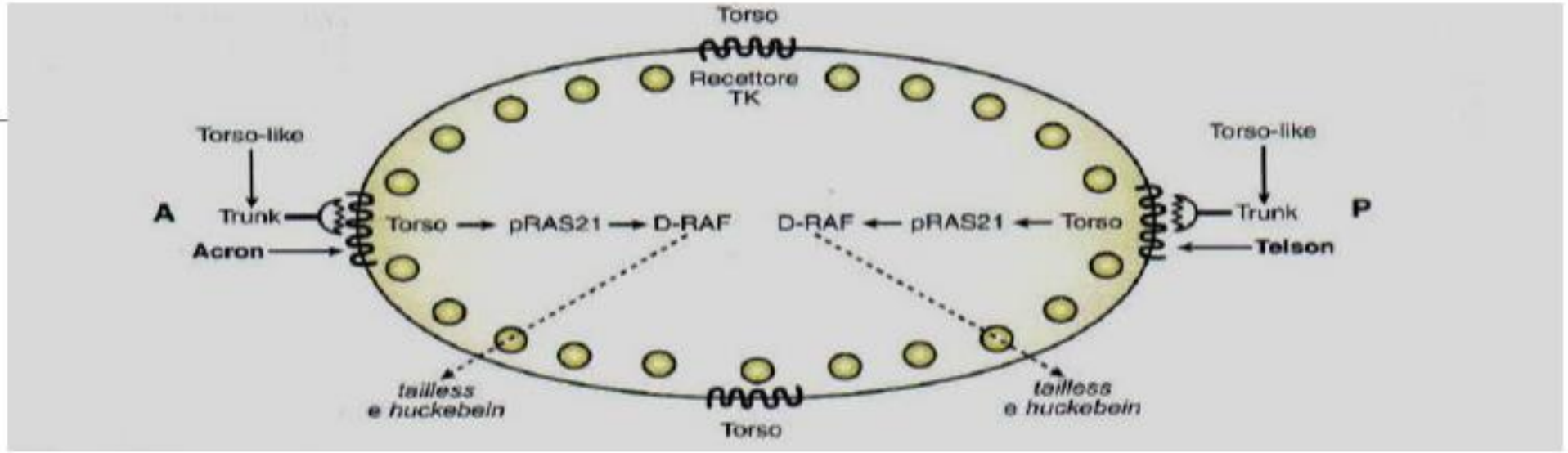

Cellule follicolari
Attivazione di Torso
Oocito
Cellule nutrici
Espressione di Torso in tutto l'oocito
Proteina Torso-like

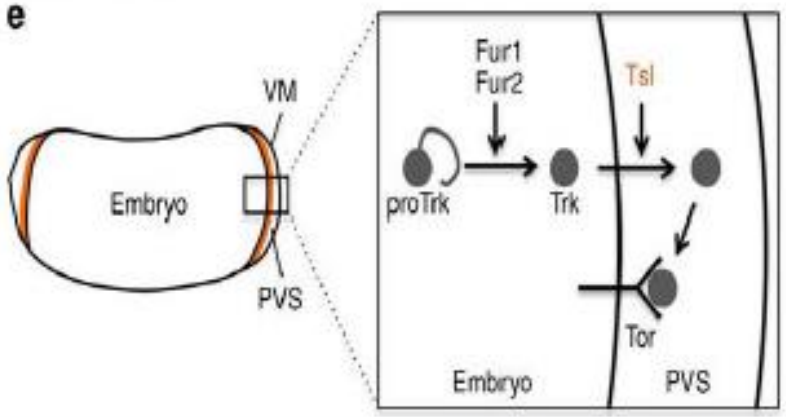
(B)


Torso-like
Torso
Cascata della MAP chinasi
Segnale Torso
Repressore attivo (proteina Groucho)
Segnale Torso
hkb
tll
Anteriore
Posteriore


mRNA di bicoid
Oocita
Cellule nutrici dell'ovaio secernono l'mRNA di bicoid nell'oocita
L'mRNA di bicoid viene localizzato anteriormente dai prodotti dei geni exuperantia e swallow
Proteina bicoid
Traduzione dell'mRNA di bicoid e formazione del gradiente della proteina
RNA dei geni gap anteriori
Proteina di hunchback
La proteina bicoid attiva i geni gap anteriori e il gene hunchback
Anteriore: bicoid
Tipo selvatico
Acron
Testa
Torace
Addome
Telson
Deficit di bicoid
Telson
Addome
Telson
RNA di nanos
RNA materno di hunchback
Proteina hunchback
Proteina staufen
RNA di oskar
RNA di nanos
Proteina nanos
RNA di giant
RNA di knirps
Le cellule nutrici dell'ovaio secernono la "impalcatura" posteriore che si lega all'mRNA di nanos
L'mRNA di nanos secreto dalle cellule nutrici dell'ovaio è localizzato al polo posteriore
Traduzione dell'mRNA di nanos e blocco della traduzione del messaggero di hunchback nella parte posteriore dell'embrione
nanos attiva il gene knirps dei geni gap posteriori (come pure il gene giant)
Posteriore: nanos
Deficit di nanos
Acron
Testa
Torace
Telson
MANCA L'ADDOME
Proteina torsolike
Proteina torso
Proteina torsolike
Proteina torso attivata
mRNA di tailless e di huckebein
Proteina torsolike
Cellule follicolari
Le cellule follicolari dell'ovaio producono la proteina torsolike alle estremità anteriore e posteriore
torsolike attiva la proteina torso alle estremità
mRNA di tailless e di huckebein
Estremi: torso
Deficit di torso
Testa
Torace
Addome
MANCANO ACRON TELSON

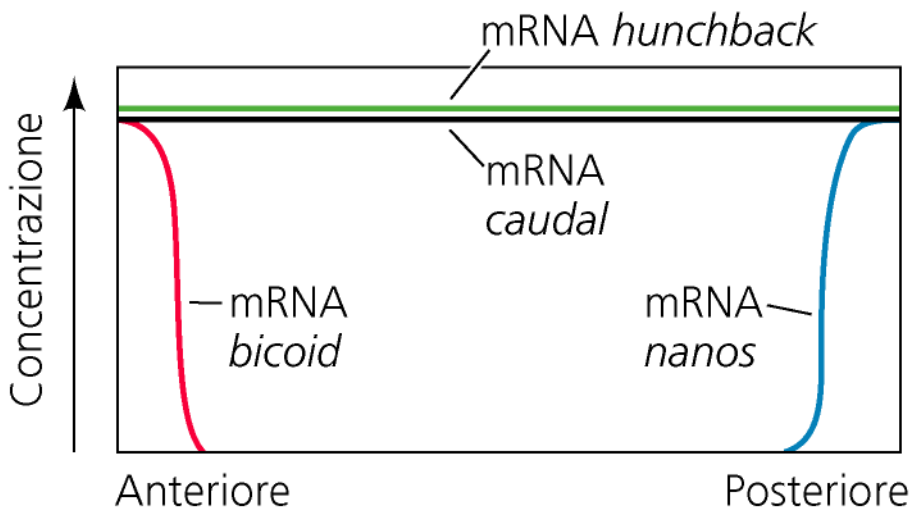
# I geni Terminali



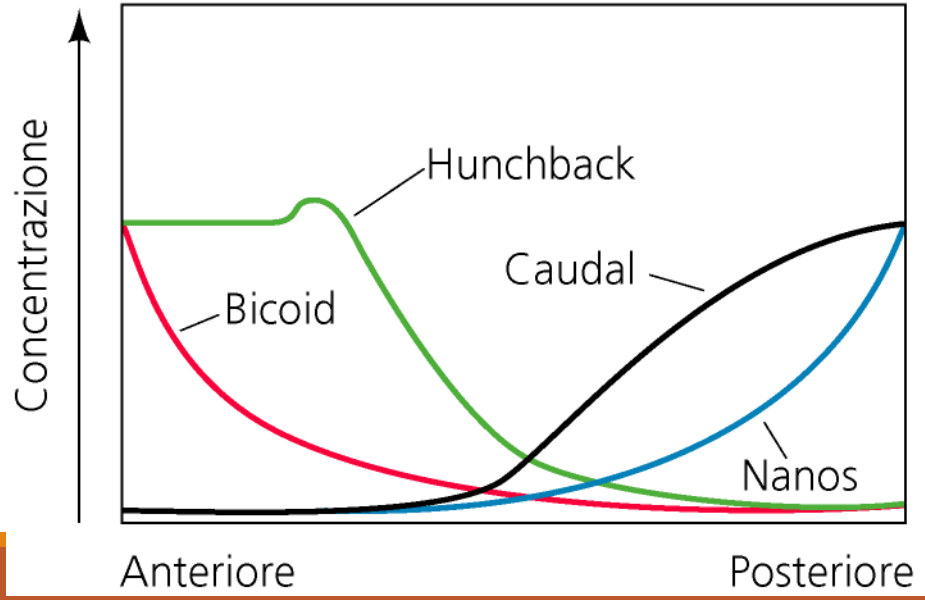




Torso---recettore su membrana dell'ovocita
Torso-like .....regola rilascio di Trunk ligando di Torso
Trunk rilasciato nello spazio perivitellino dopo taglio proteolitico mediato dalle proteasi Furine

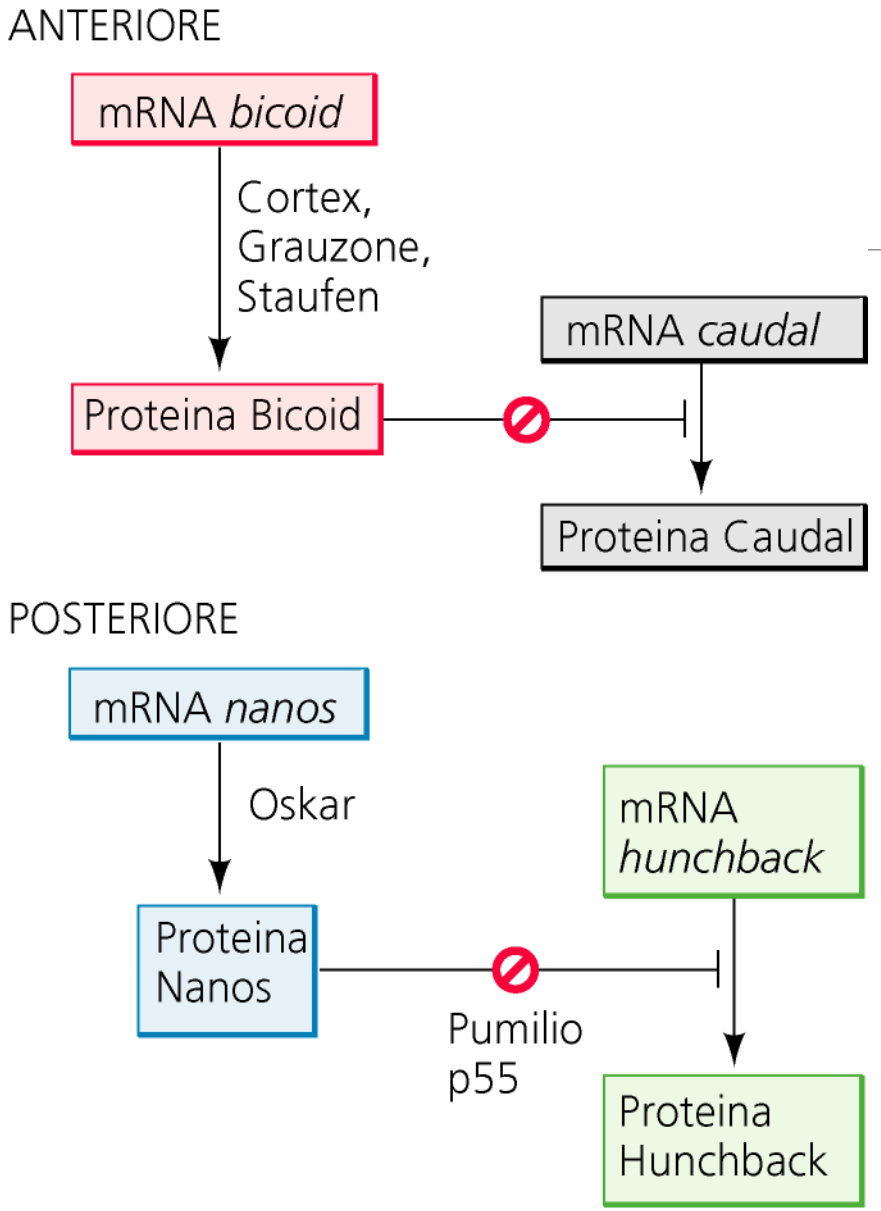
(A) mRNA dell'oocito




(B) Proteine dell'embrione all'inizio della segmentazione

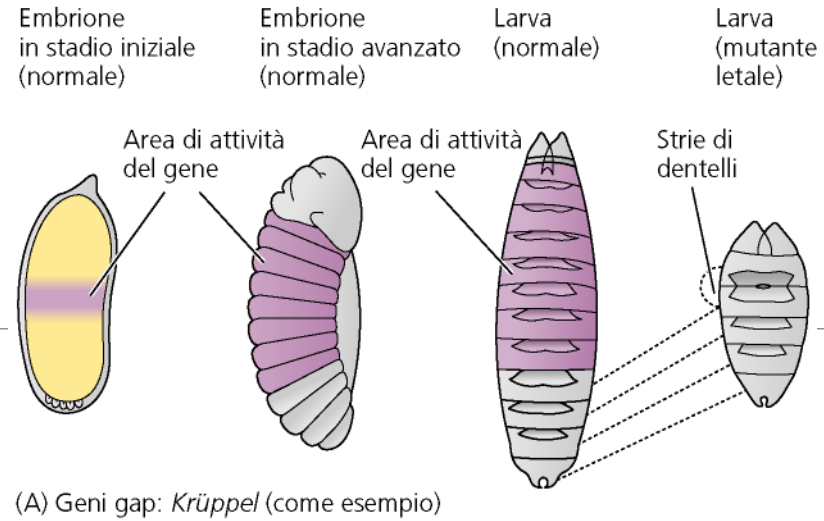



(C)

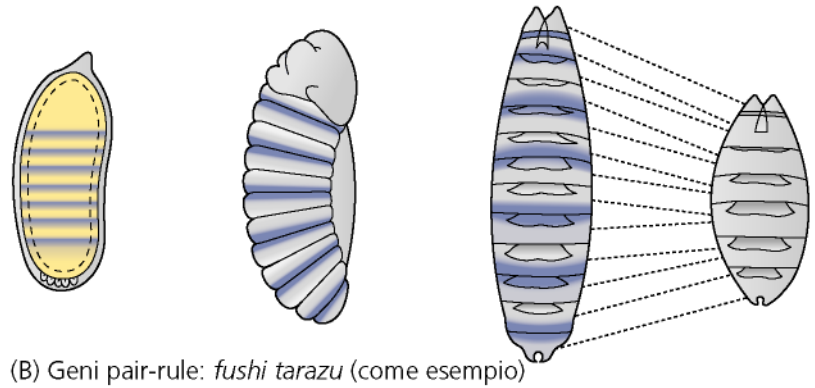



*Hunchback* e *caudal* di origine materna

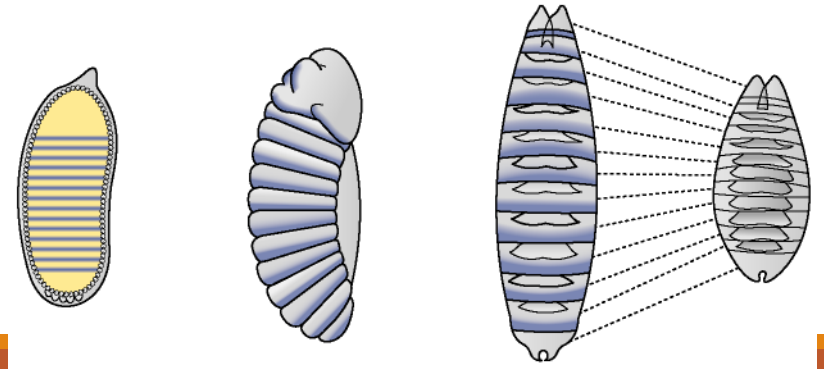
# Geni zigotici




(A) Geni gap: *Krüppel* (come esempio)

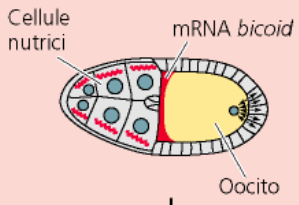
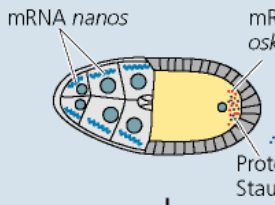
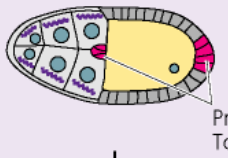
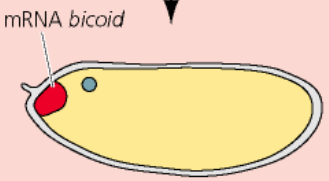
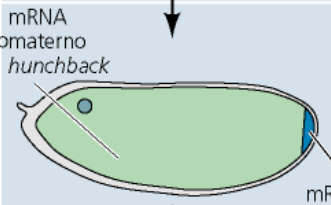
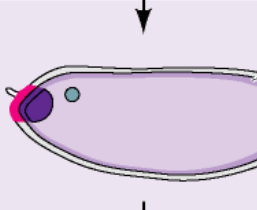
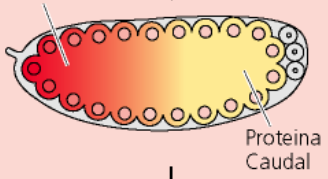
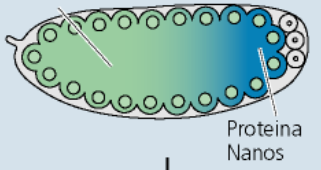
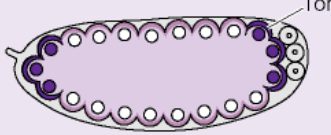
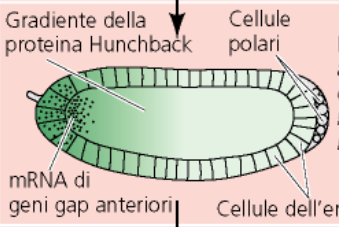
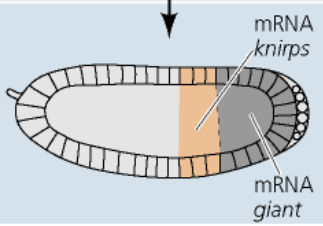
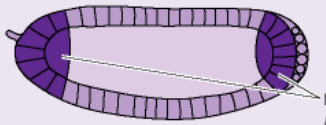
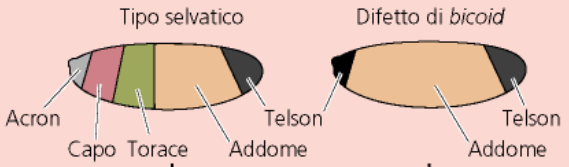
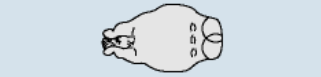


(B) Geni pair-rule: *fushi tarazu* (come esempio)



(C) Geni segment polarity: *engrailed* (come esempio)

1. GAP
2. Pair-rule
3. Segment polarity
4. Geni omeotici

| STADIO | ANTERIORE: BICOID | POSTERIORE: NANOS | TERMINALE: TORSO |
|---|---|---|---|
| **A metà dell'oogenesi** |  Le cellule nutrici dell'ovario secernono mRNA *bicoid* nell'oocito; il nucleo dell'oocito interagisce con le cellule follicolari posteriori |  **Le cellule nutrici dell'ovario secernono un'"impalcatura" posteriore per legare l'mRNA *nanos*** |  **Le cellule follicolari dell'ovario producono la proteina Torso-like alle estremità anteriore e posteriore** |
| **Oogenesi completata** |  L'mRNA *bicoid* è localizzato nella parte anteriore dai prodotti di *exuperantia* e *swallow*, il nucleo migra nella regione anteriore dorsale |  **L'mRNA *nanos* secreto dalle cellule nutrici dell'ovario si localizza nel polo posteriore** |  **Alle estremità Torso-like attiva Torso** |
| **Blastoderma sinciziale** |  L'mRNA *bicoid* è tradotto e forma il gradiente proteico; reprime la traduzione dell'mRNA *caudal* |  **L'mRNA *nanos* è tradotto; blocca la traduzione del messaggio *hunchback* nella parte posteriore dell'embrione** |  |
| **Blastoderma cellulare** |  La proteina Bicoid attiva geni gap anteriori quali *orthodenticle*, *buttonhead*, *hunchback* |  ***nanos* attiva geni gap posteriori (quali *knirps*, *giant*)** |  **Torso attiva geni gap terminali** |
| **Specificazione regionale** |  |  |  |
| **Fenotipo esterno** |  |  |  |