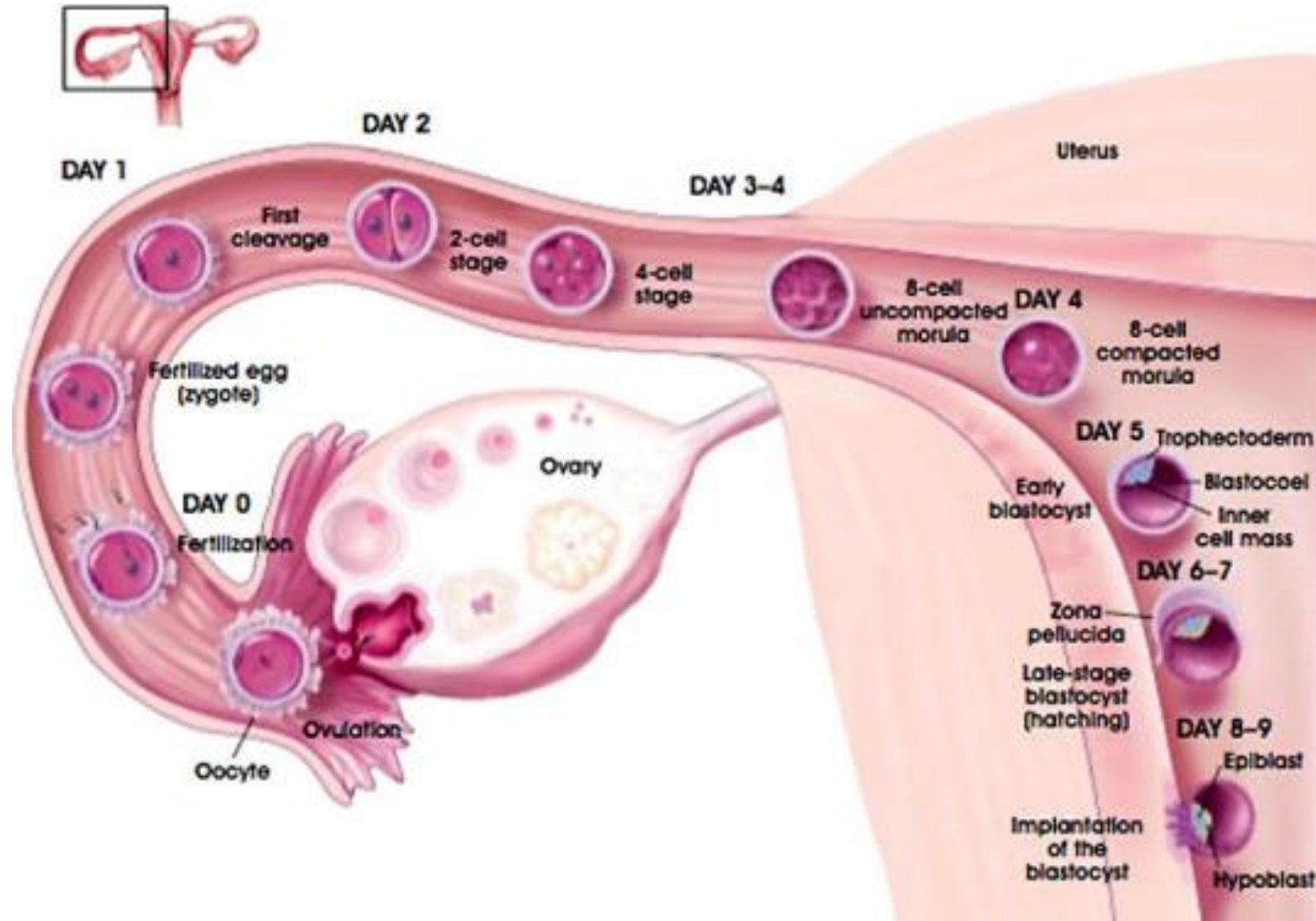




# Gastrulación, delimitación y hojas embrionarias

# SEGMENTACION Y TRANSPORTE

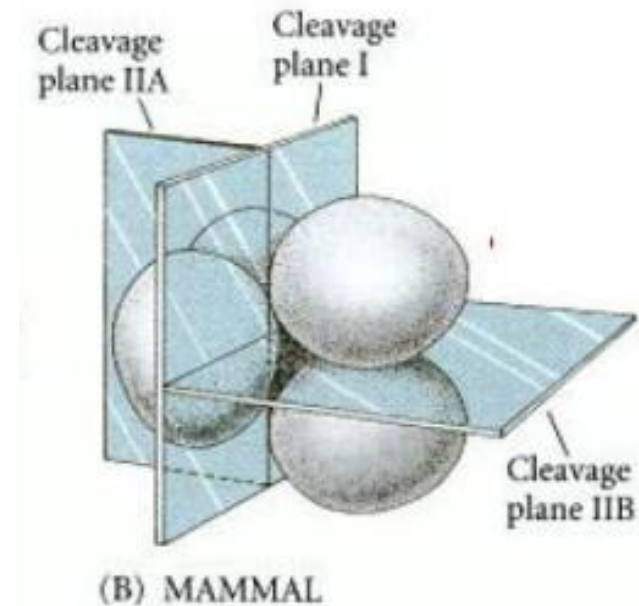
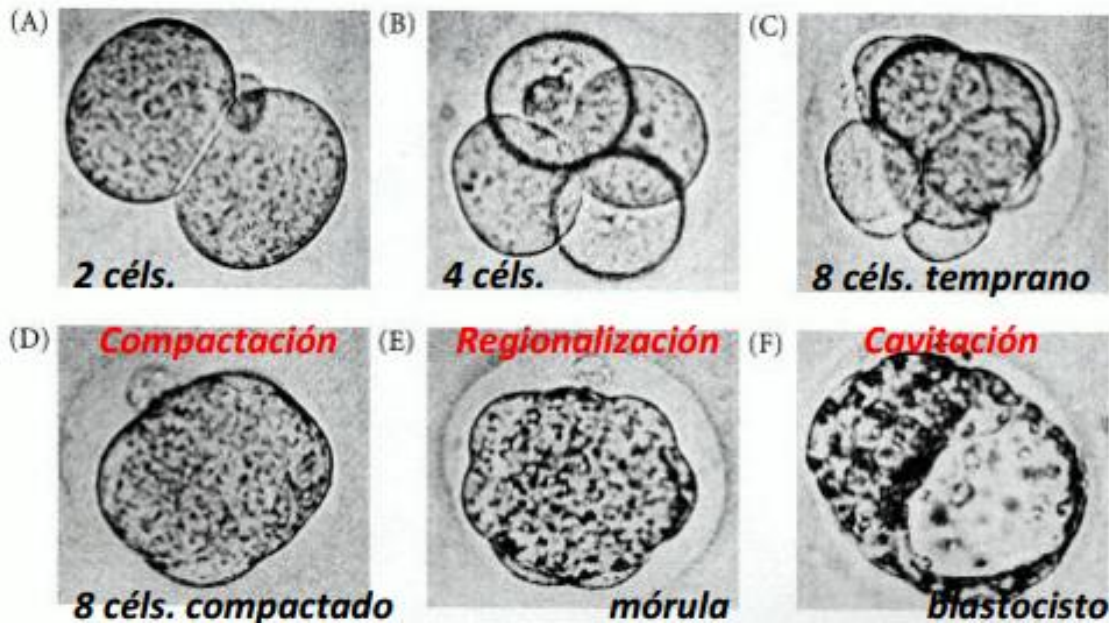


# SEGMENTACIÓN

- Serie de divisiones mitóticas rápidas por medio de las cuales el enorme volumen del citoplasma del cigoto se divide en numerosas células pequeñas (blastómeras)

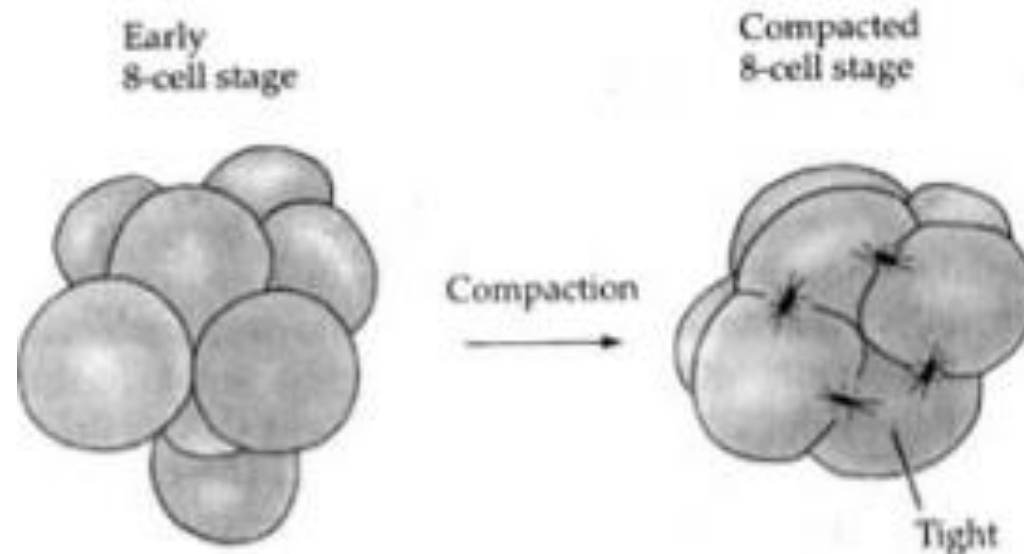
# Segmentación rotacional

- 1era segmentación: división meridional
- 2da segmentación: 1 de los 2 blastómeros se divide meridionalmente y el otro ecuatorialmente.
- Las divisiones celulares se producen sin aumento del volumen
- Las células hijas son cada vez de menor tamaño.
- El tamaño del embrión se mantiene.



# Compactación

- Expresión de proteínas de adhesión: Cadherinas.
- Formación de uniones ocluyentes (tight) entre las células externas.
- Formación de uniones comunicantes (gap) entre células internas.
- Ganancia de polaridad



# Regionalización de la mórula

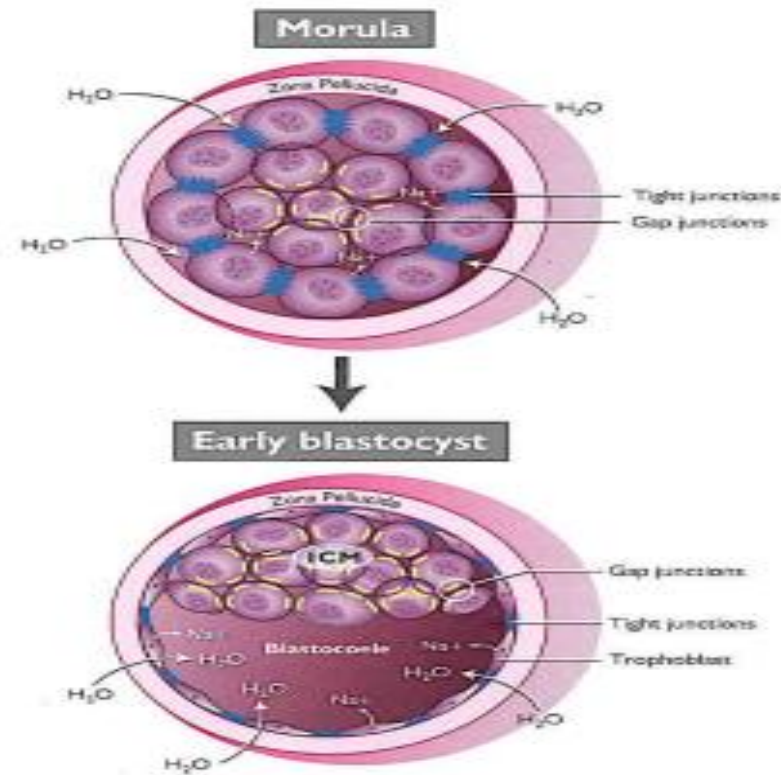
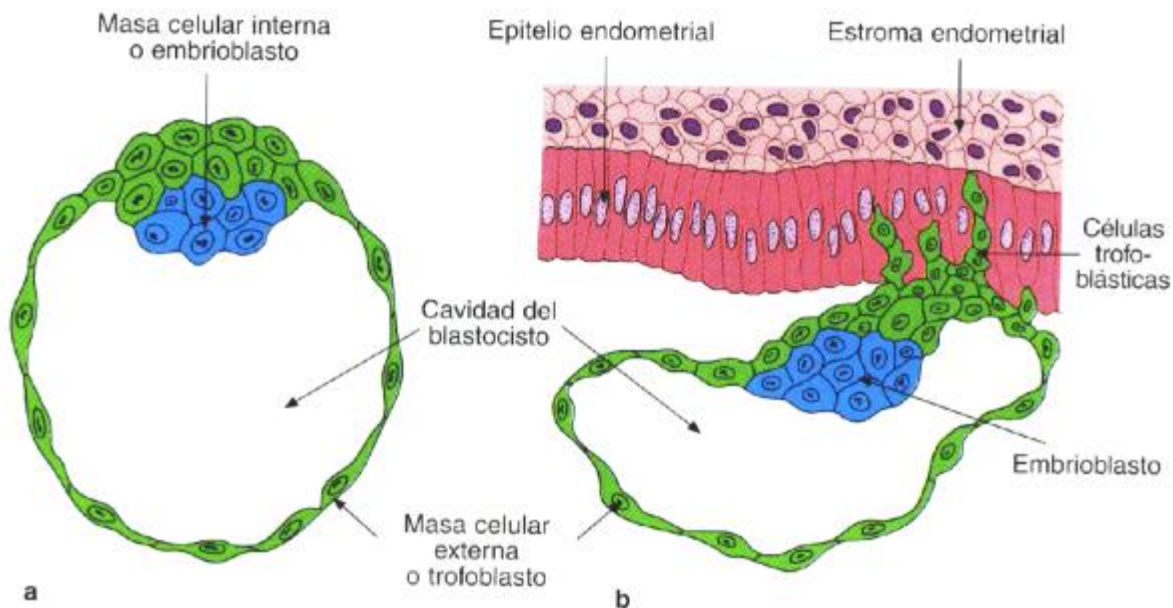


- Macizo celular interno (embrión, saco vitelino, alantoides y amnios)
- Células externas  
Deriva el trofoblasto que formará el corion (parte fetal de placenta).
- Primer evento de diferenciación (necesario para implantación)



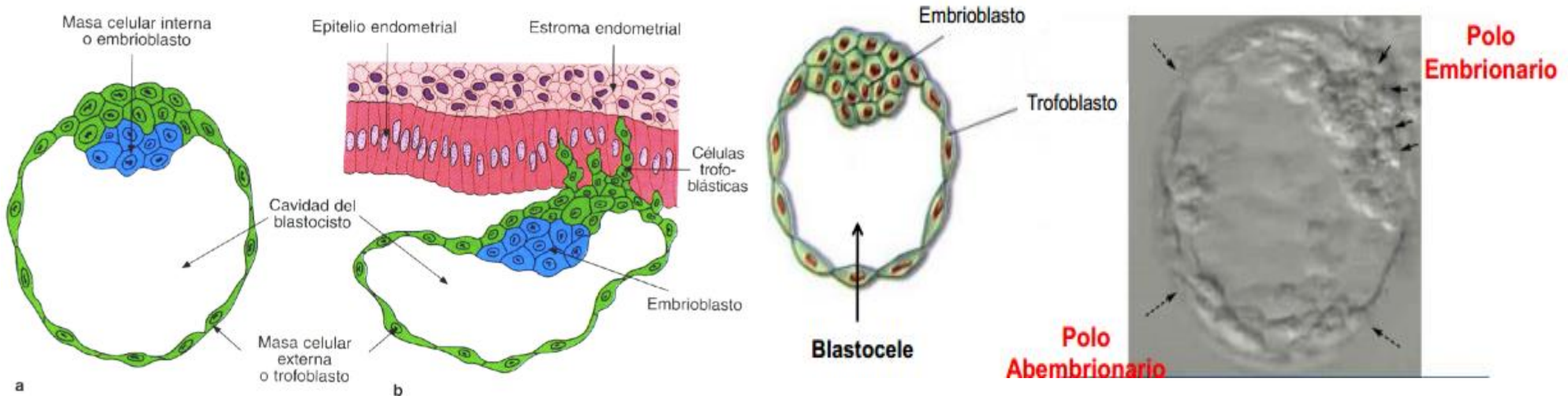
# Cavitación

- La bomba  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  de las células del trofoblasto transporta  $\text{Na}^+$  hacia la cavidad central y entra agua osmóticamente (Cavidad del blastocisto)
- Aumenta presión hidrostática



# Implantación

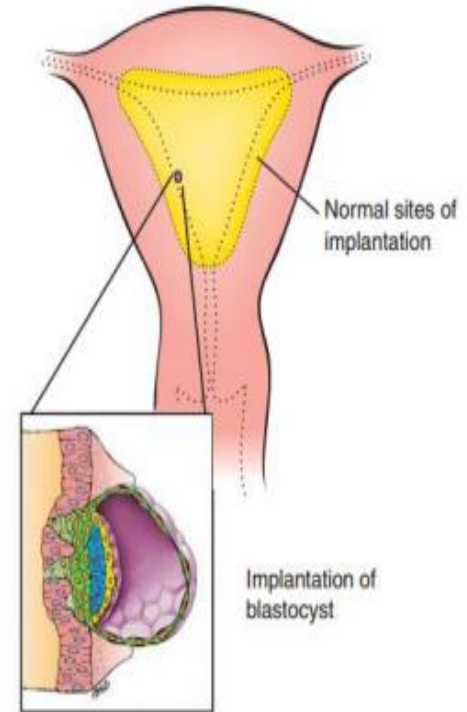
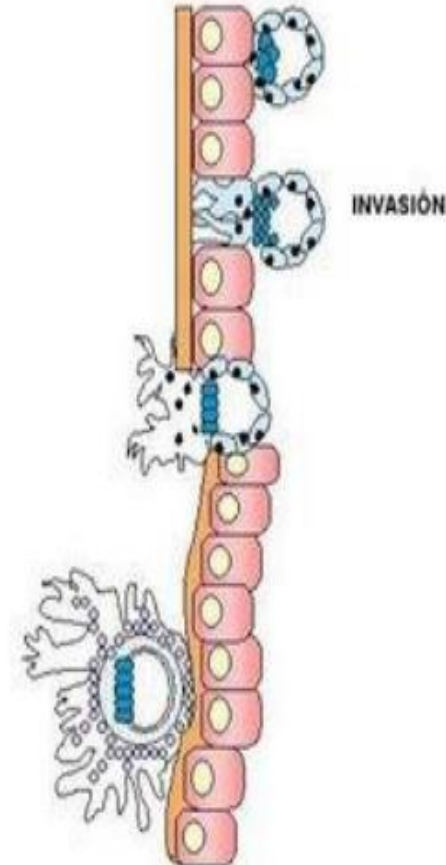
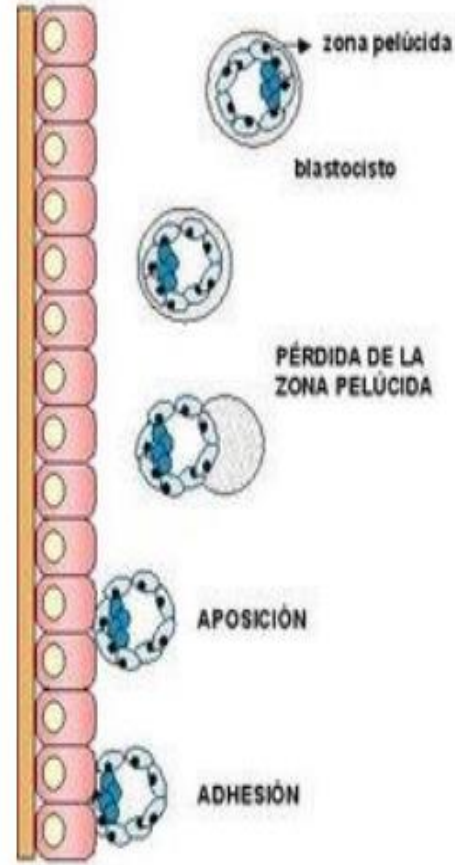
- **Formación del Blastocisto:** Al 4to día post-fecundación, la mórula llega al útero, comienza a absorber fluido desde el exterior (bomba  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  ATPasa en la membrana del luminal del trofoblasto) y se forma el blastocele.





# Implantación

- Es el proceso por el cual el blastocisto se inserta en el endometrio
- **Ventana de implantación:** periodo del útero receptivo para la implantación (6to-10mo día)
- Normalmente, el blastocisto se implanta en **las paredes posterior, anterior o lateral del cuerpo del útero**

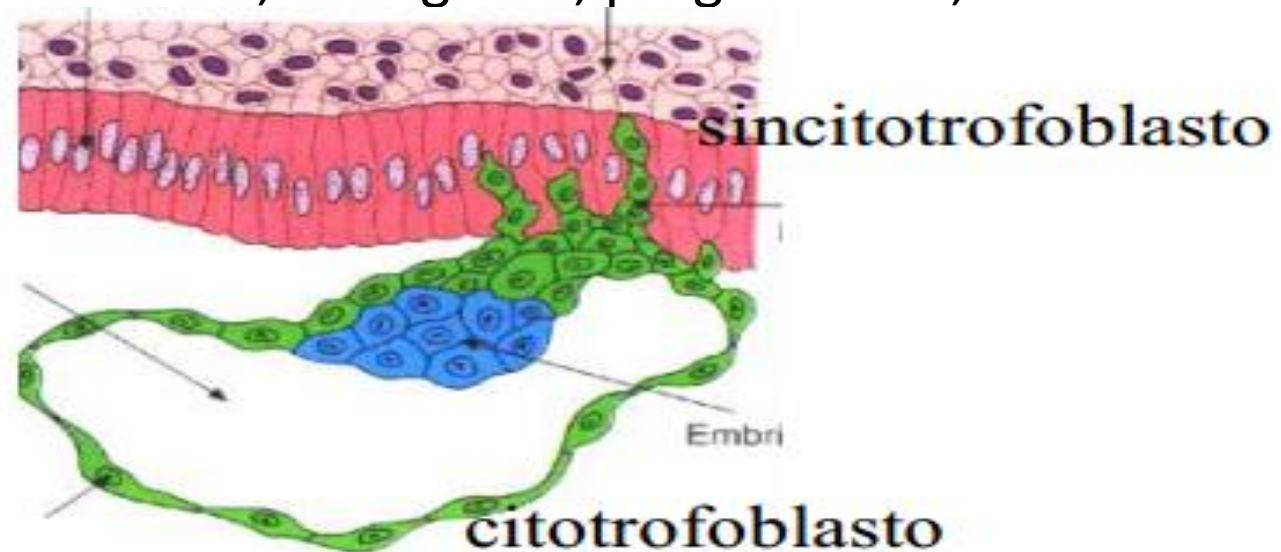


# Receptividad del endometrio

- ***Epitelio uterino sufre modificaciones:***
  - Disminución del glucocalix
  - Microvellosidades se retraen
  - Pinopodios (microprotrusiones, pinocitosis) que se interdigitan con las microvellosidades del sincitiotrofoblasto
- ***Competencia del Blastocisto***
  - Ausencia de zona pelúcida
  - Expresan perlecano y otros proteoglicanos
  - Selectinas, integrinas
  - Metaloproteinasas
  - Citoquinas

# Implantación

- Implantación comienza en el 6to día y culmina en el 9no día.
  - El trofoblasto desde el polo embrionario contacta con las células del endometrio y rápidamente prolifera e invade. Acción de enzimas proteolíticas
  - Diferenciación del trofoblasto: citotrofoblasto y sincitiotrofoblasto
  - **Sincitiotrofoblasto** produce: **hCG**, estrógenos, progesterona, lactógenos, etc.



# Gastrulación

- **ectodermo** (capa externa), el **mesodermo** (capa intermedia) y el **endodermo** (capa interna).
- Después de que se han formado las capas germinales, el mantenimiento progresivo del desarrollo embrionario depende de una serie de señales llamadas **inducciones embrionarias** que se intercambian entre las capas germinales u otros precursores de tejidos.

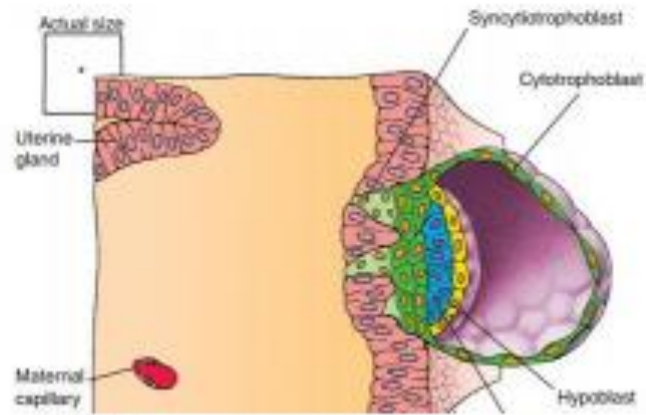
# ETAPA DEL EMBRIÓN BILAMINAR

- Conforme las células de la masa celular interna se reorganizan en una configuración epitelial, aparece una delgada capa de células ventral a la masa celular interna. La capa superior principal de células se conoce como **epiblasto**, y la inferior se denomina **hipoblasto**, o **endodermo primitivo**
- Todavía no se sabe cómo se forma el hipoblasto en los embriones humanos

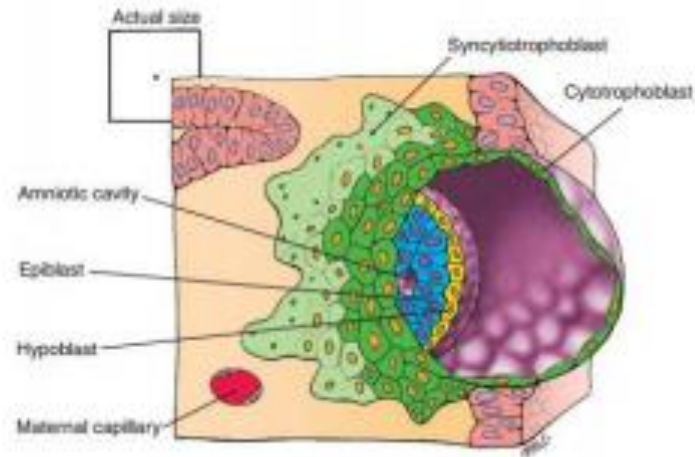
# ETAPA DEL EMBRIÓN BILAMINAR

- Después de que el hipoblasto se ha convertido en una capa bien definida y el epiblasto ha adquirido una configuración epitelial, la antigua masa celular interna se transforma en un **disco bilaminar**, con el epiblasto en la superficie dorsal y el hipoblasto en la superficie ventral

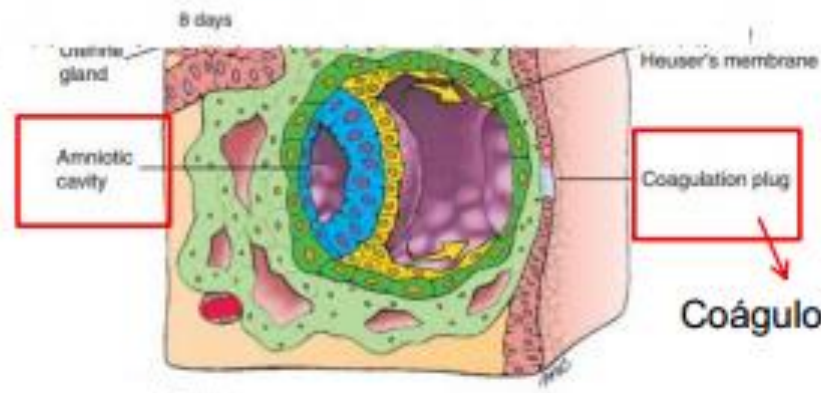
Día 7



Día 8



Día 9

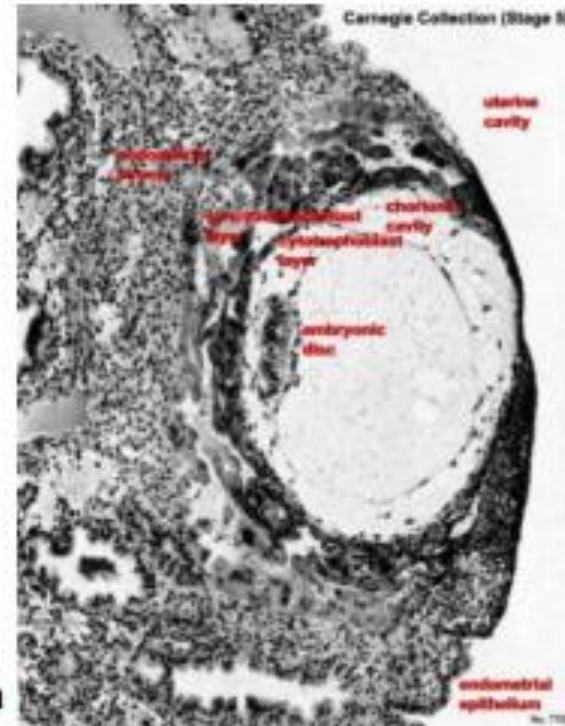


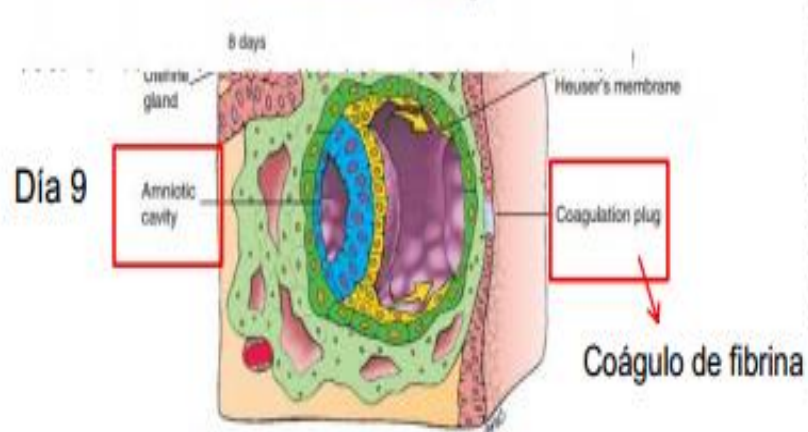
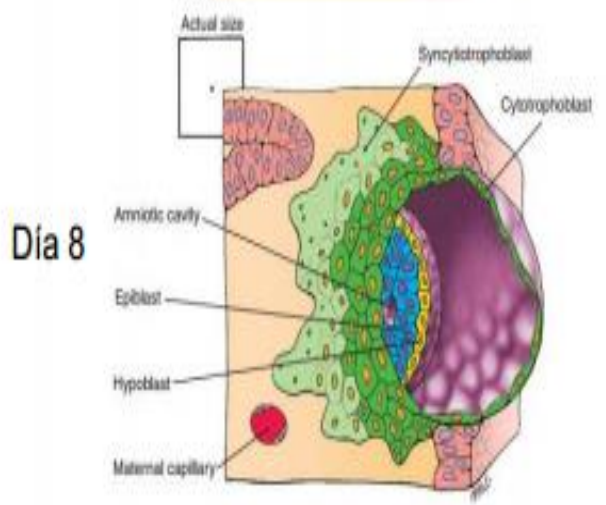
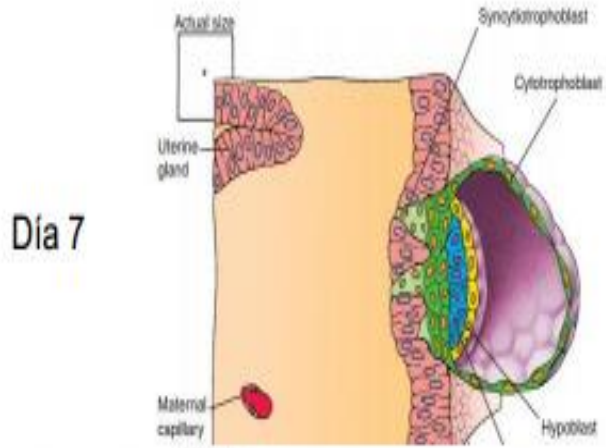
Coágulo de fibrina

**Disco germinativo bilaminar:**

Epiblasto (dorsal): células cilíndricas altas adyacentes a la cav. amniótica

Hipoblasto (ventral): células cúbicas pequeñas adyacentes al blastocele



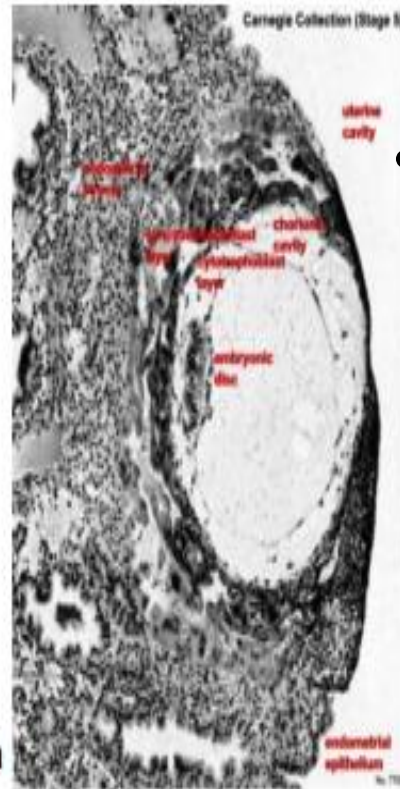


Disco germinativo bilaminar:

Epiblasto (dorsal): células cilíndricas altas adyacentes a la cav. amniótica

Hipoblasto (ventral): células cúbicas pequeñas adyacentes al blastocele

- Desarrollo de la cavidad amniótica, saco vitelino y cavidad coriónica
- Epiblasto > Amnios (capa de ectodermo extraembrionario que encerrará a todo el embrión dentro de una cavidad llena de líquido denominada **cavidad amniótica**)

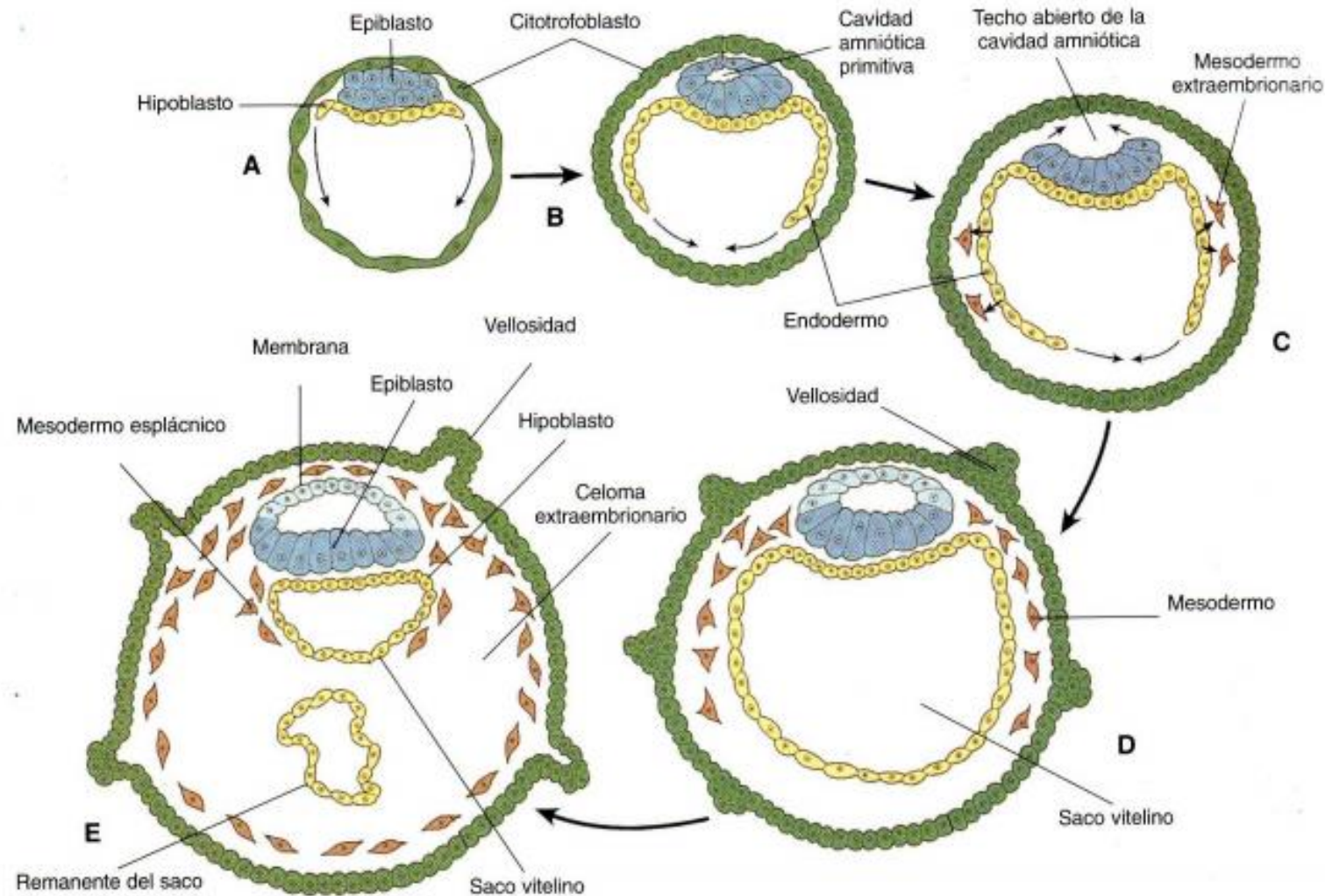


- Hipoblasto > Membrana de Heuser (saco vitelino primitivo)



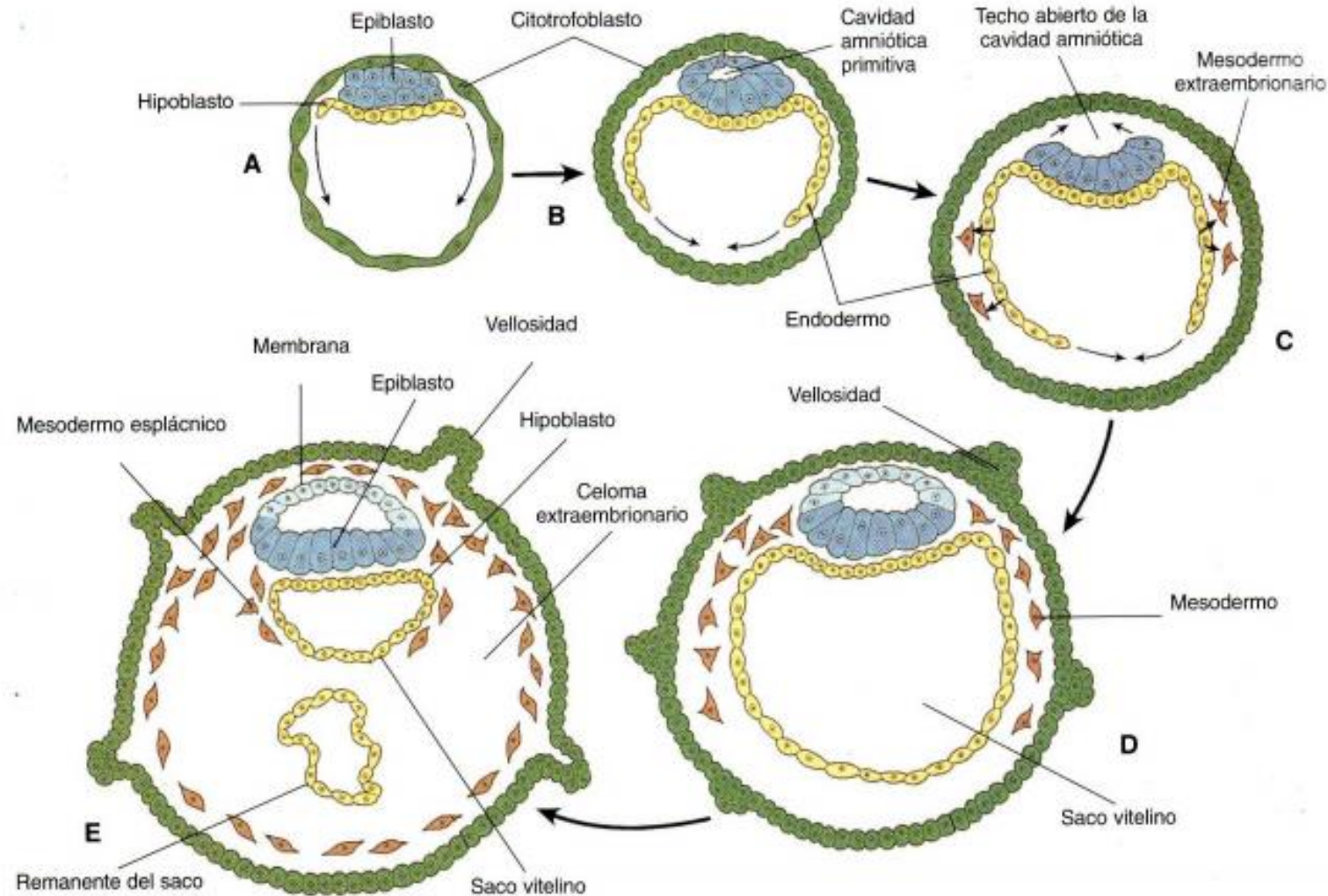
# ETAPA DEL EMBRIÓN BILAMINAR

- Mientras que el embrión aún está hundiéndose en el endometrio (unos nueve días después de la fecundación), algunas células del hipoblasto comienzan a extenderse y a tapizar toda la superficie interna del citotrofoblasto, con una capa continua de endodermo extraembrionario llamado **endodermo parietal**



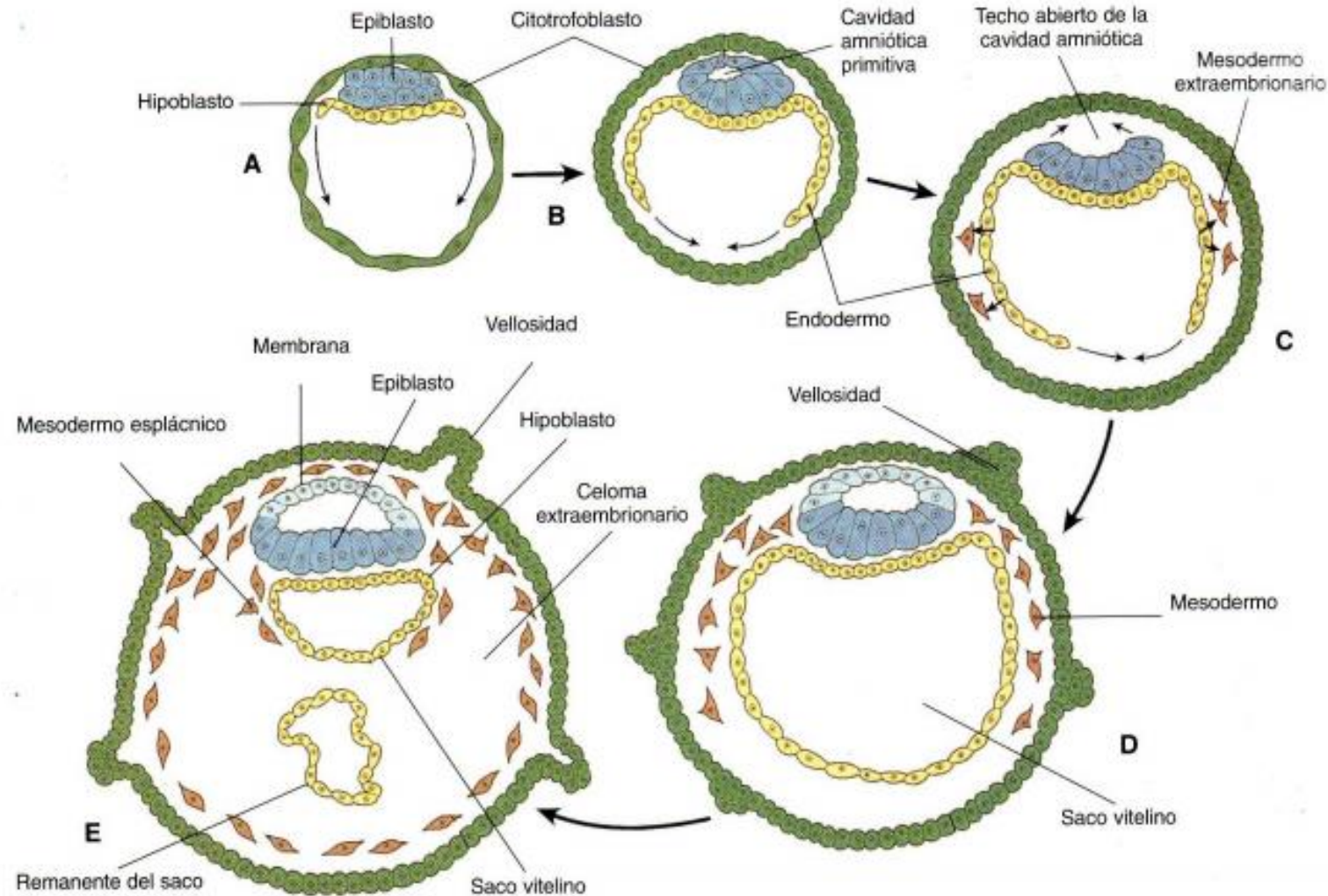
# ETAPA DEL EMBRIÓN BILAMINAR

- Cuando la extensión endodérmica ha terminado, ha adquirido forma una vesícula llamada **saco vitelino primario**. En este punto ( unos diez días después de la fecundación), el complejo embrionario constituye un disco embrionario bilaminar que se localiza entre el saco vitelino primario en su superficie ventral y la cavidad amniótica en su superficie dorsal.



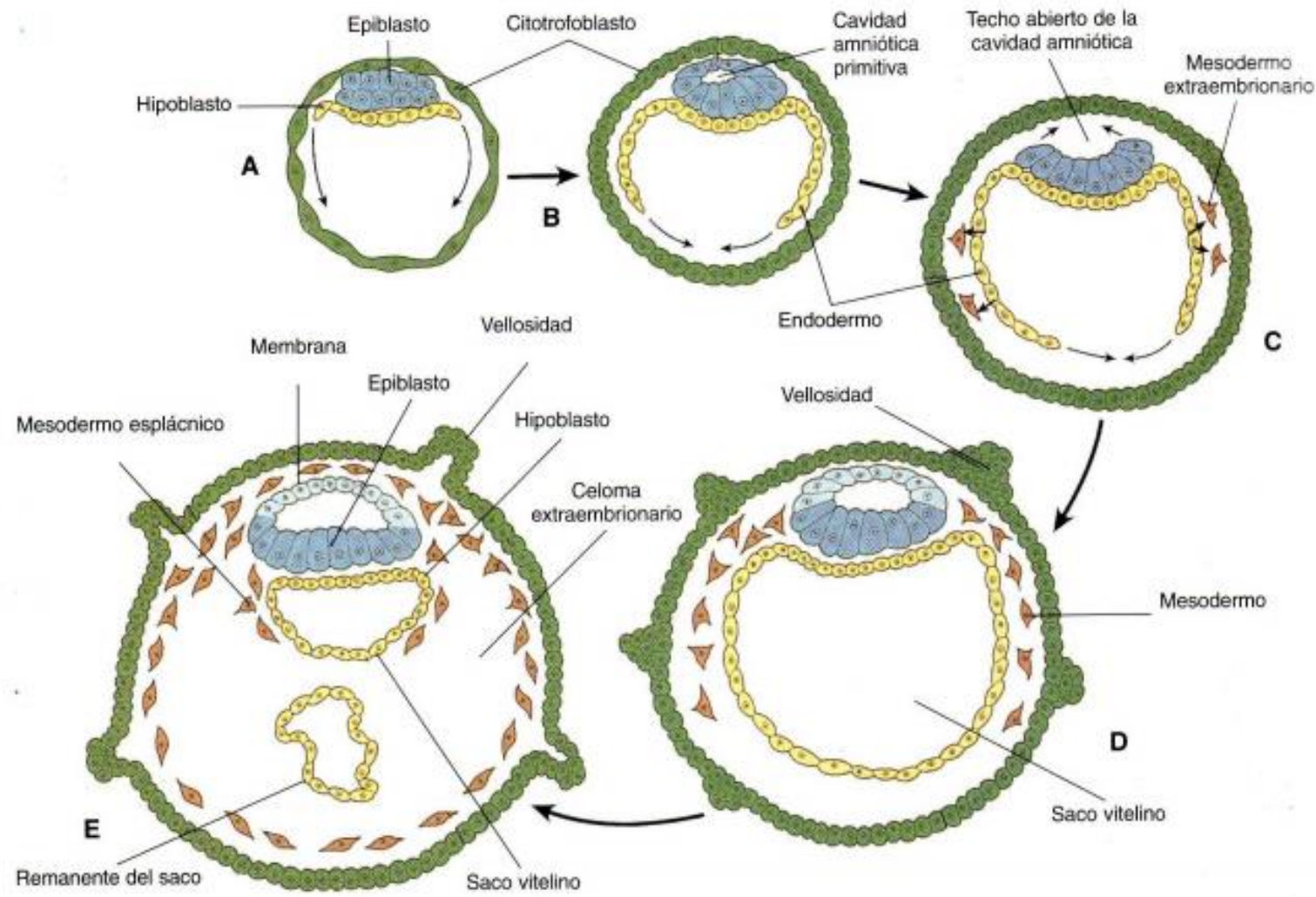
# ETAPA DEL EMBRIÓN BILAMINAR

- Unos doce días después de la fecundación, comienza a aparecer otro tejido extraembrionario, el **mesodermo extraembrionario**
- El mesodermo extraembrionario se convierte en el tejido que sostiene al epitelio del amnios y al saco vitelino así como las **vellosidades córlales**, que surgen de los tejidos trofoblásticos

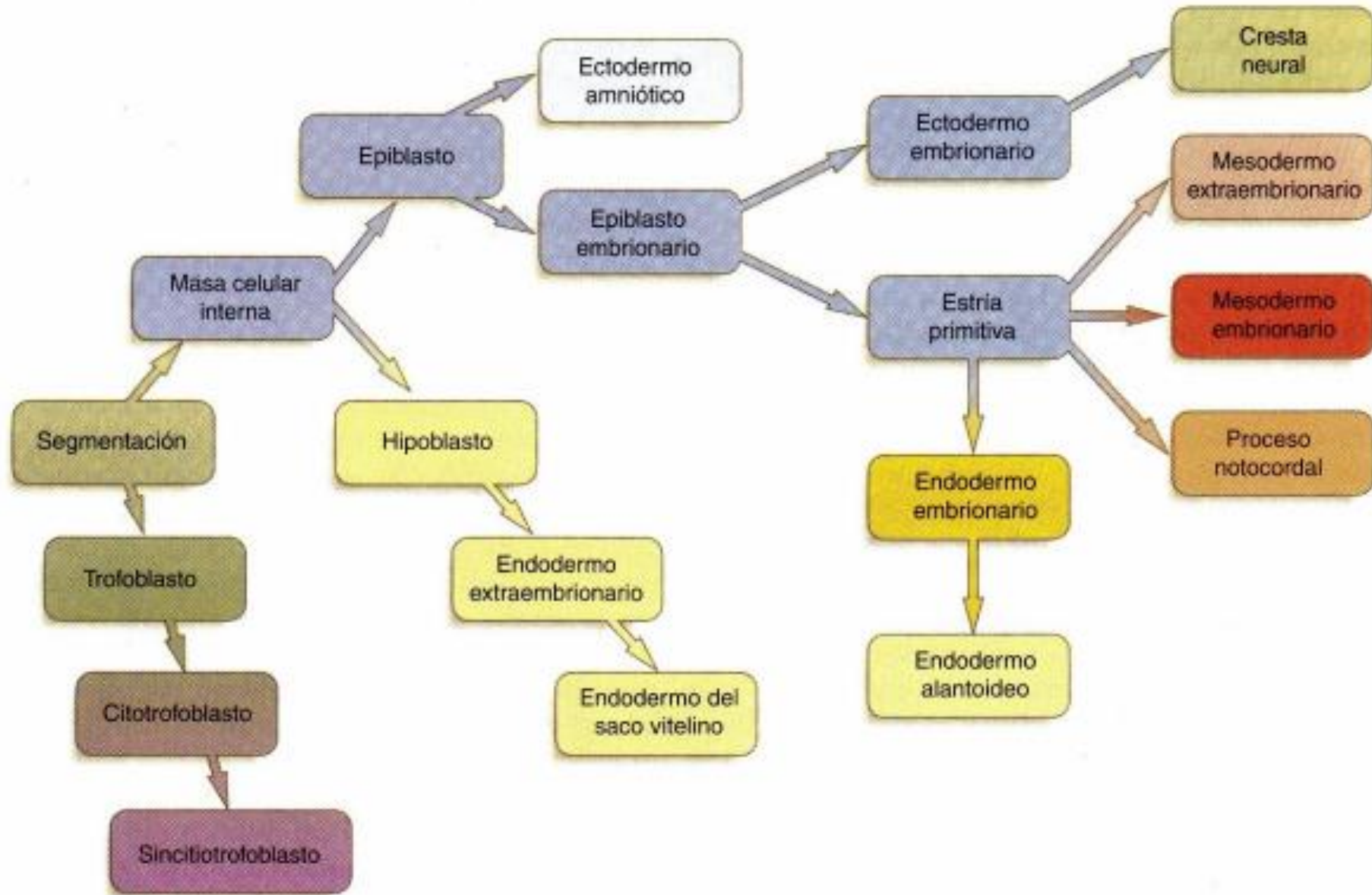


# ETAPA DEL EMBRIÓN BILAMINAR

- El sostén que ofrece el mesodermo extraembrionario no sólo es mecánico sino también trófico, pues el mesodermo sirve como sustrato morfológico a través del cual los vasos sanguíneos abastecen de oxígeno y nutrientes a los diversos epitelios.



# Gastrulación



# GASTRULACIÓN Y LAS TRES CAPAS GERMINALES DEL EMBRIÓN

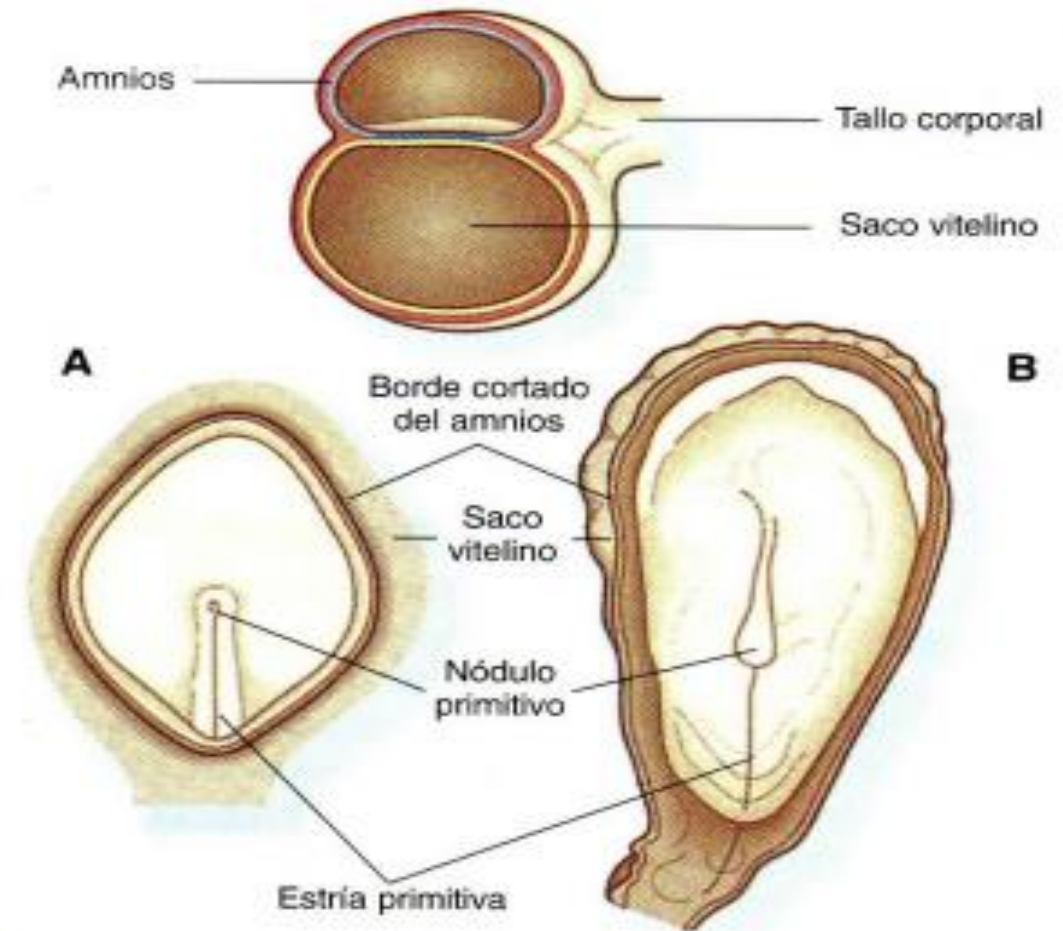


- Cuando comienza la tercera semana de la gestación, el embrión entra en el período de gastrulación, durante el cual se establecen claramente las tres capas germinales embrionarias.

# GASTRULACIÓN Y LAS TRES CAPAS GERMINALES DEL EMBRIÓN

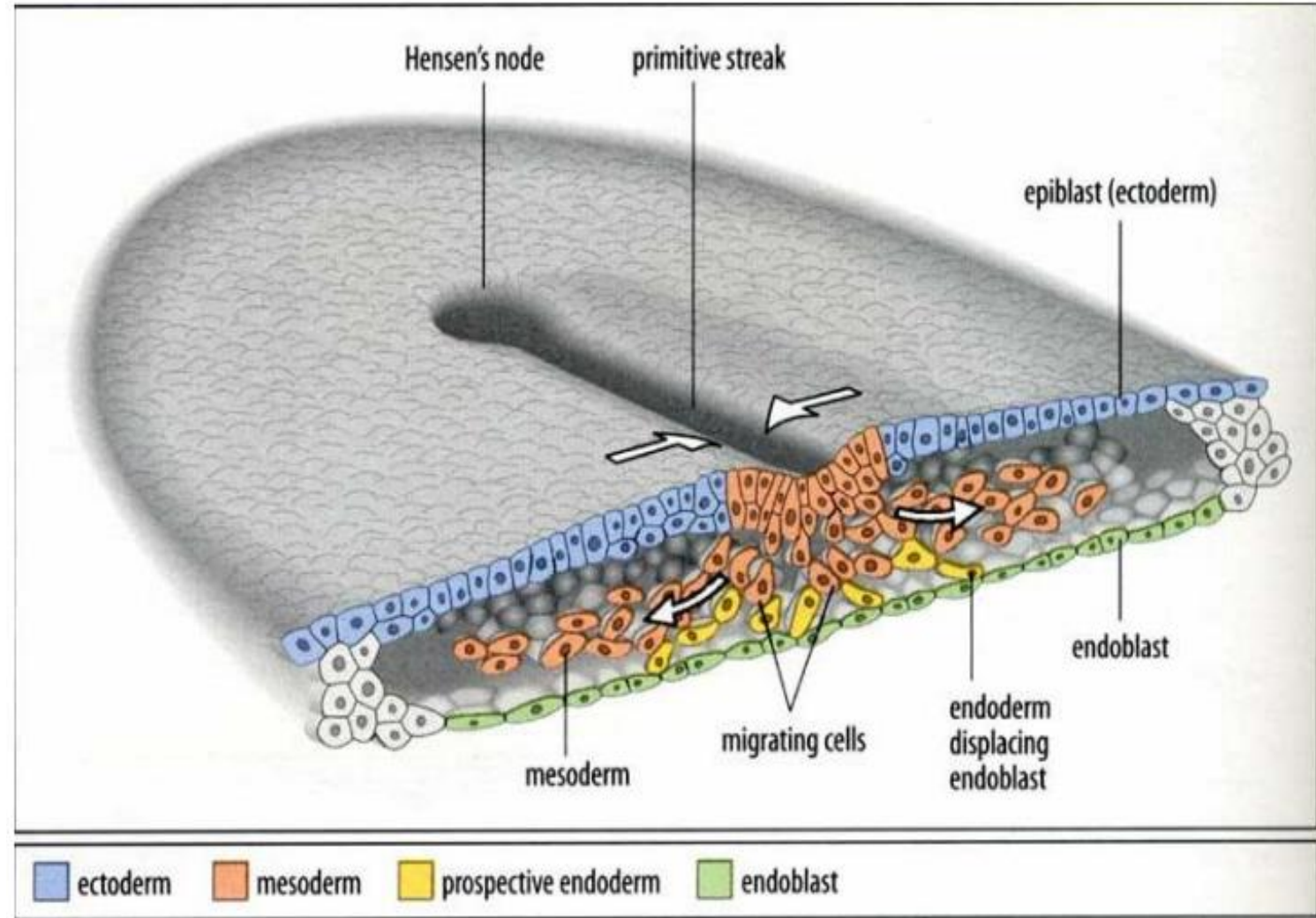
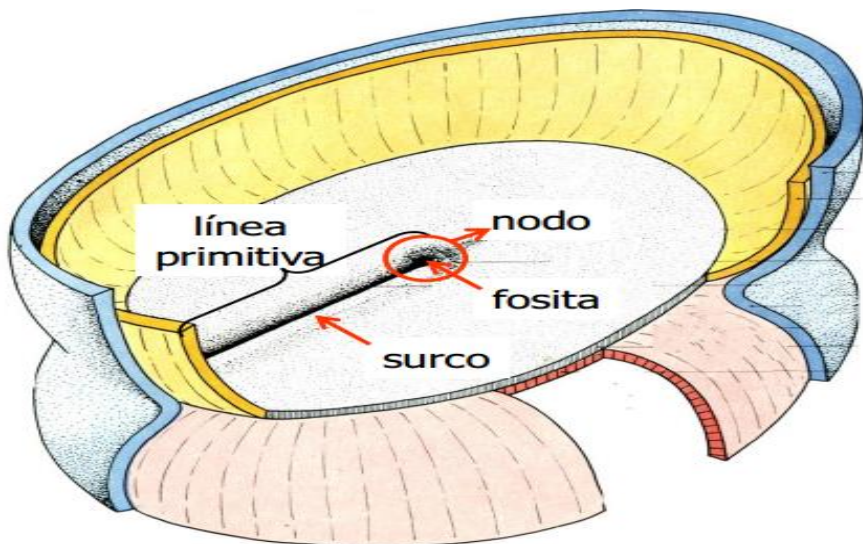


- Todas las capas germinales embrionarias derivan del epiblasto. La primera evidencia de la gastrulación es la formación de la **estría primitiva**, que aparece primero como un engrasamiento y después como una línea corta en la superficie dorsal del epiblasto.
- El esbozo inicial de la estría primitiva es una condensación causada por la convergencia de células epiblasticas hacia esa área. Con la aparición de la estría primitiva, ya pueden identificarse los ejes anteroposterior (craneocaudal) e izquierdo derecho del embrión



# GASTRULACIÓN Y LAS TRES CAPAS GERMINALES DEL EMBRIÓN

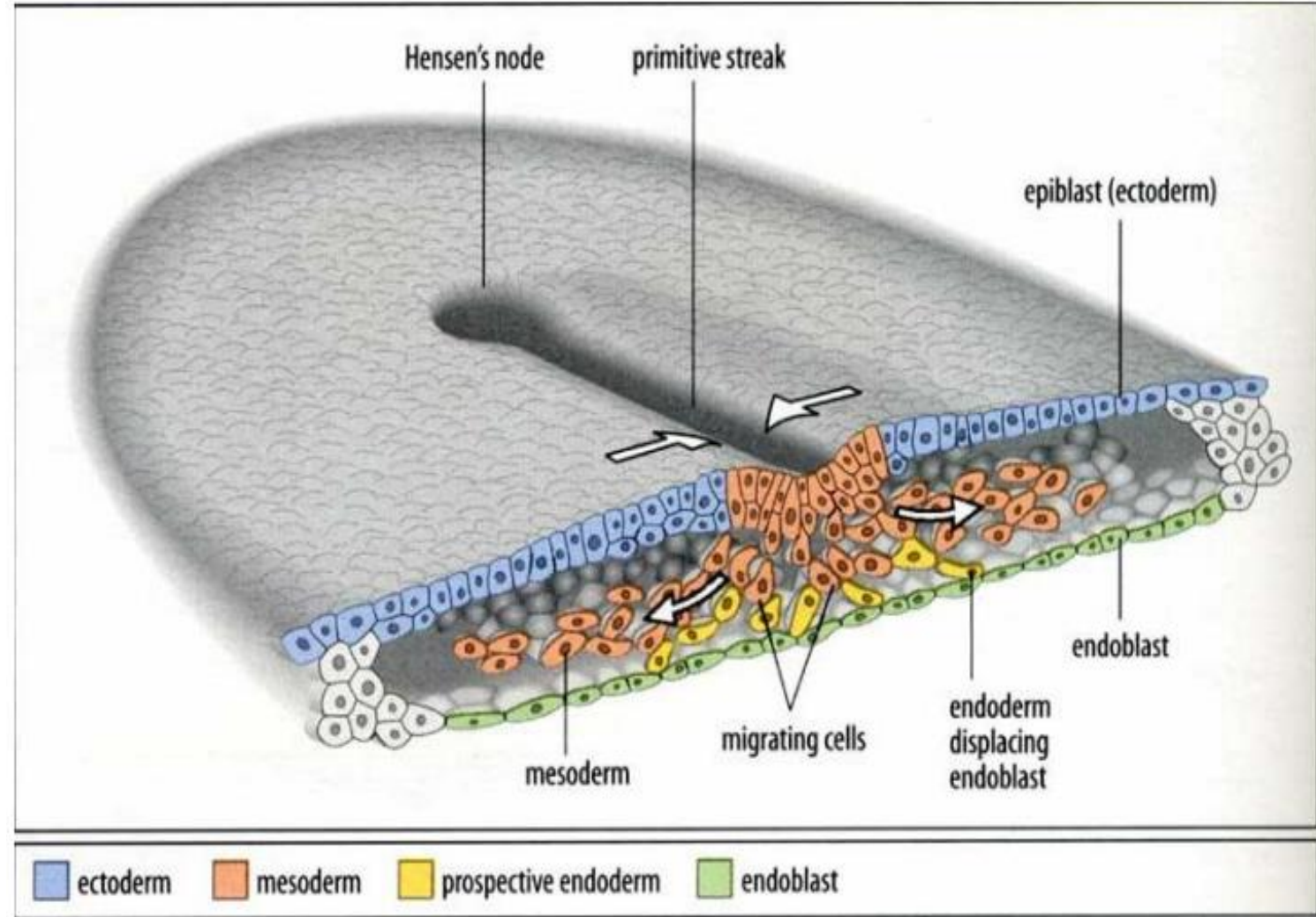
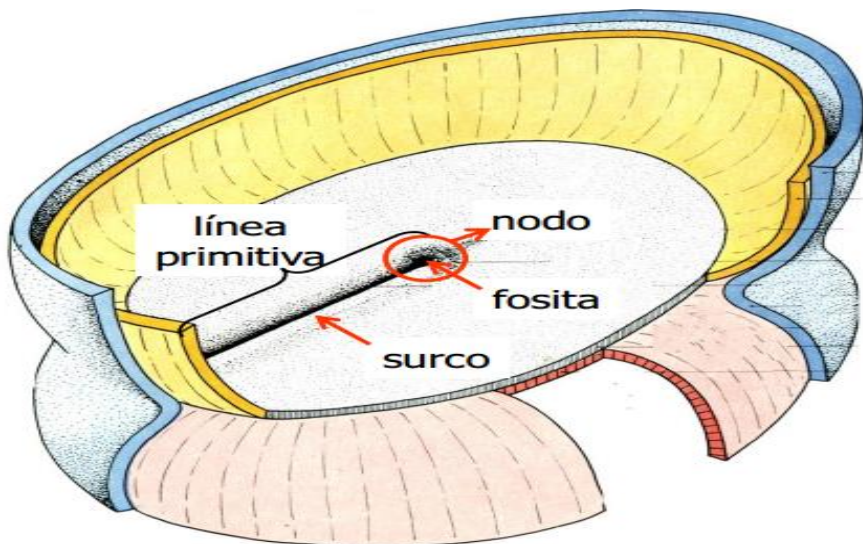
- El desplazamiento de células por la estría primitiva tiene como resultado la formación de un surco (el **surco primario** o **primitivo**) a lo largo de la línea media de ésta. En el extremo de la estría primitiva se encuentra un pequeño pero bien definido cúmulo de células llamada **nodulo primitivo** o **nodulo de Hensen\***.





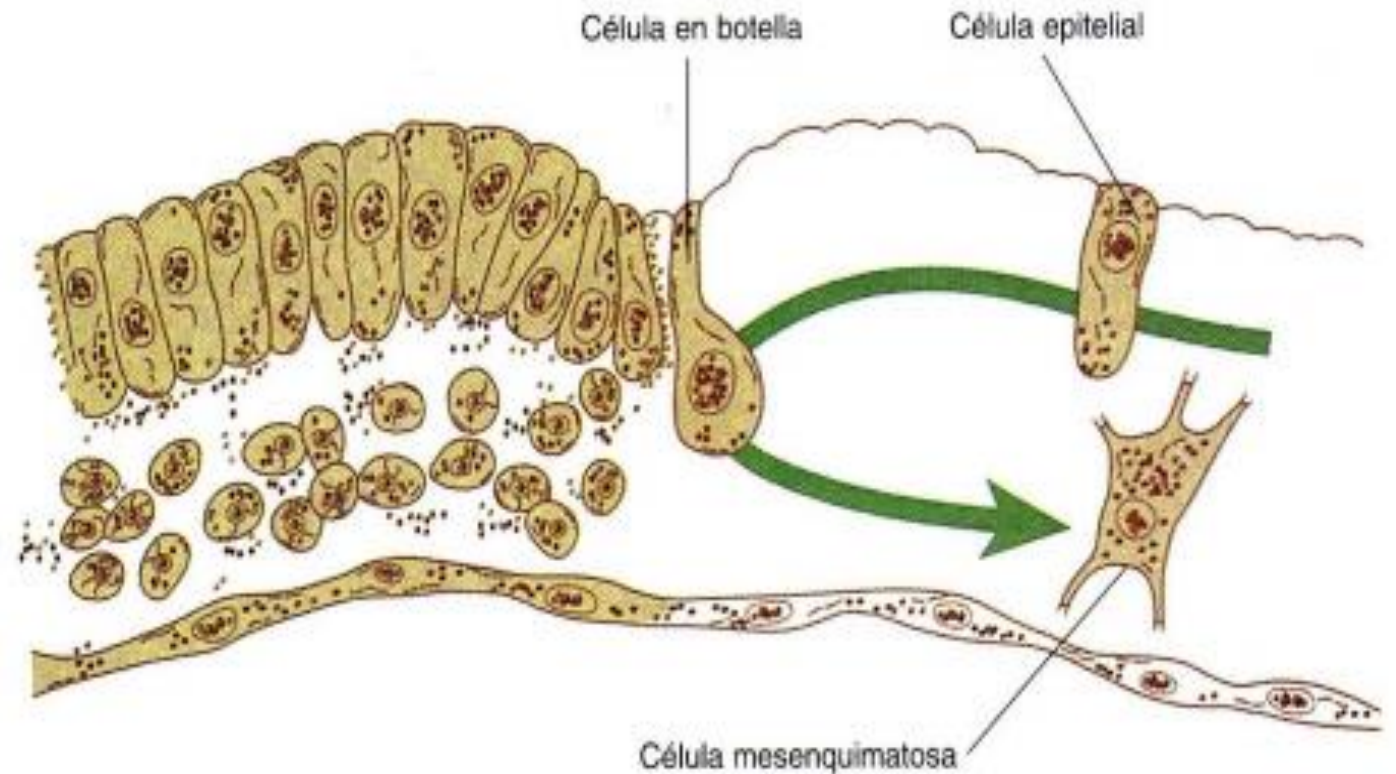
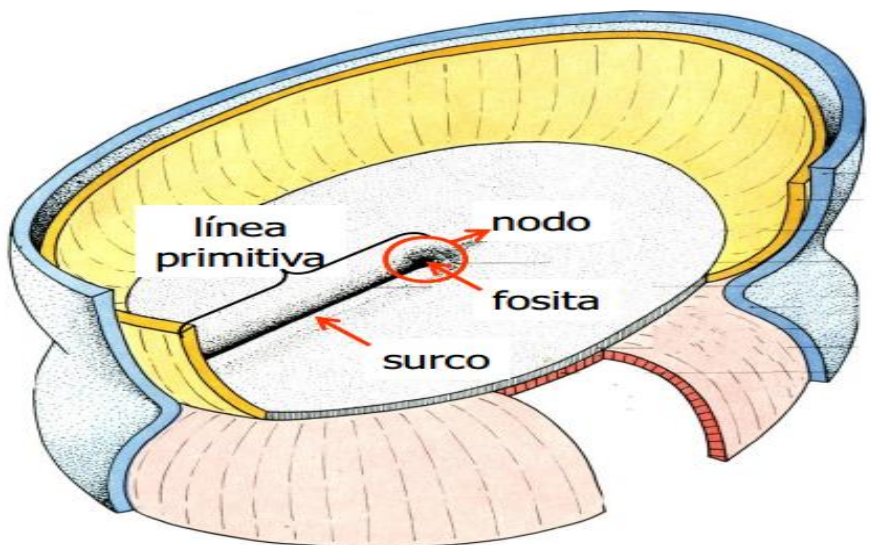
# GASTRULACIÓN Y LAS TRES CAPAS GERMINALES DEL EMBRIÓN

- Esta estructura reviste enorme importancia en el desarrollo porque es el área a través de la cual las células epiblasticas en migración se dirigen para formar una estructura redondeada y cordonal de células mesenquimatosas denominada **notocorda**



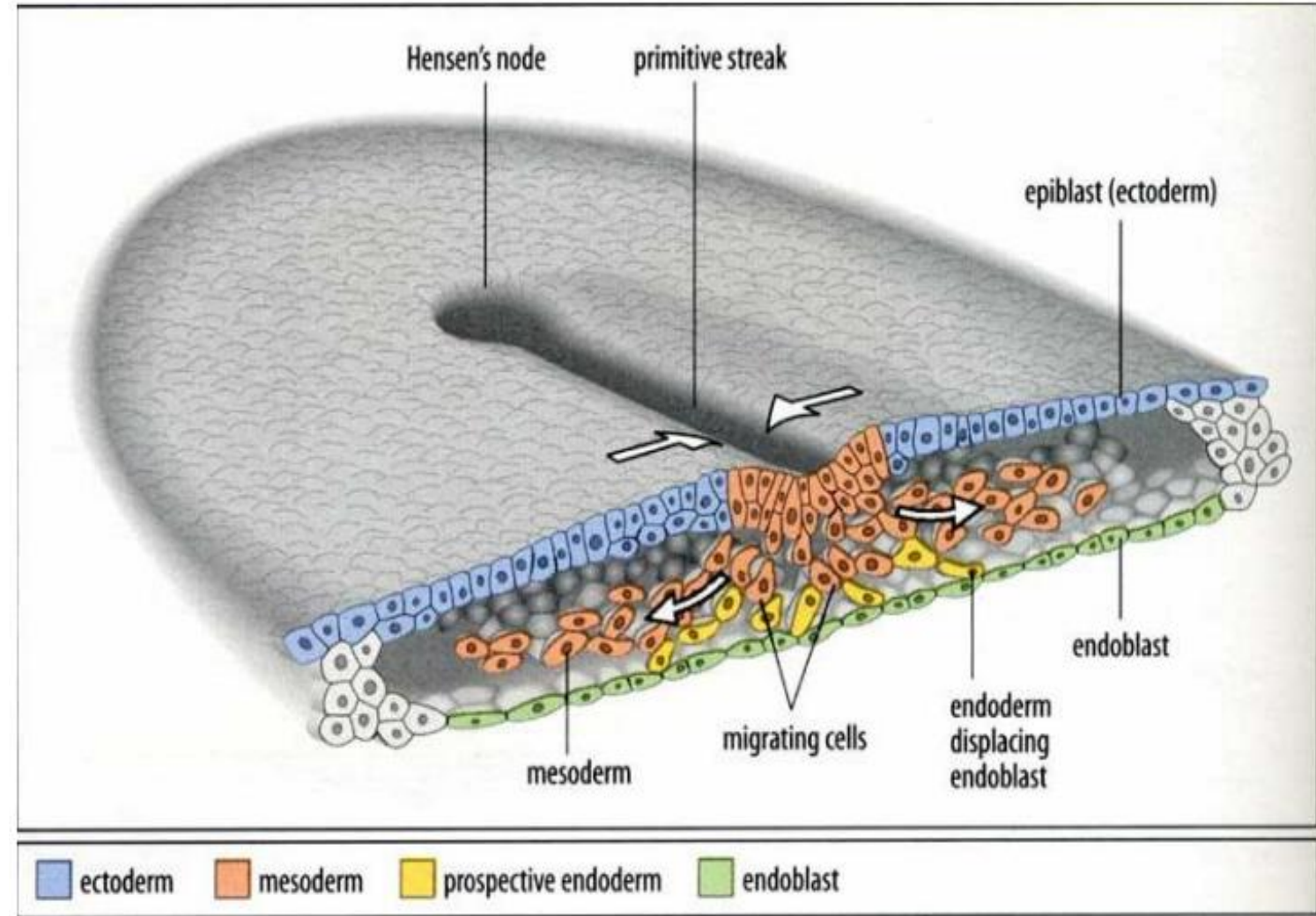
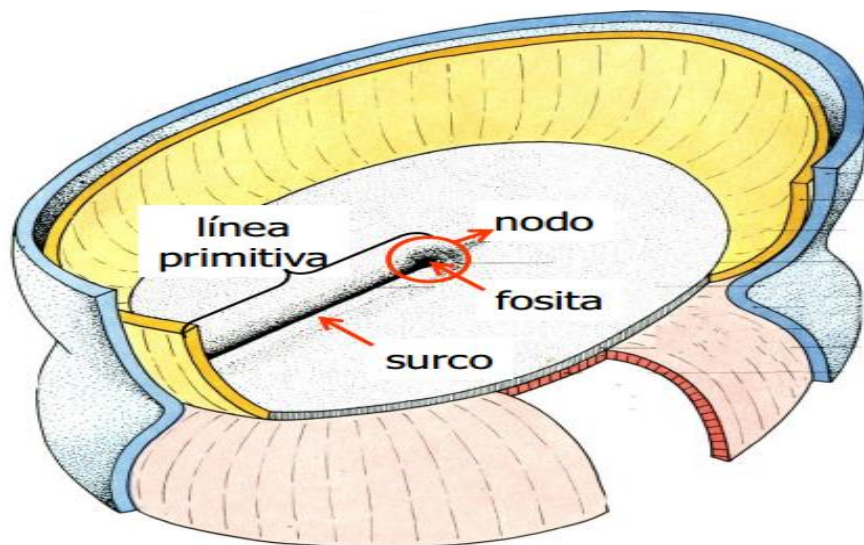
# GASTRULACIÓN Y LAS TRES CAPAS GERMINALES DEL EMBRIÓN

- Conforme entran en la estría primitiva, éstas células se alargan, pierden su lámina basal y adoptan una morfología característica que ha conducido a que se las llame **células en botella**.
- Cuando se liberan de la capa epiblastica del surco primitivo, las células en botella adoptan la morfología y las características de las células mesenquimatosas



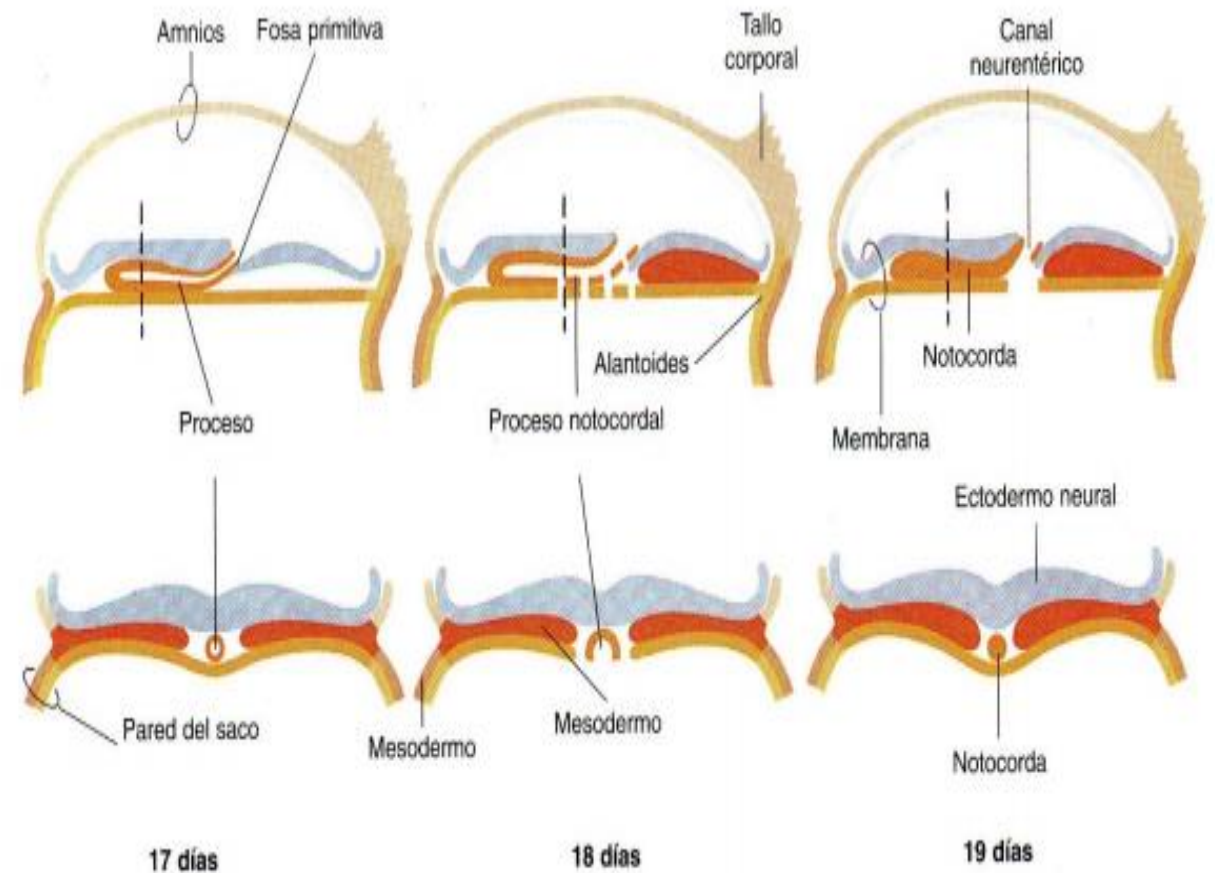
# GASTRULACIÓN Y LAS TRES CAPAS GERMINALES DEL EMBRIÓN

- Posterior a la migración se forman las 3 capas germinativas



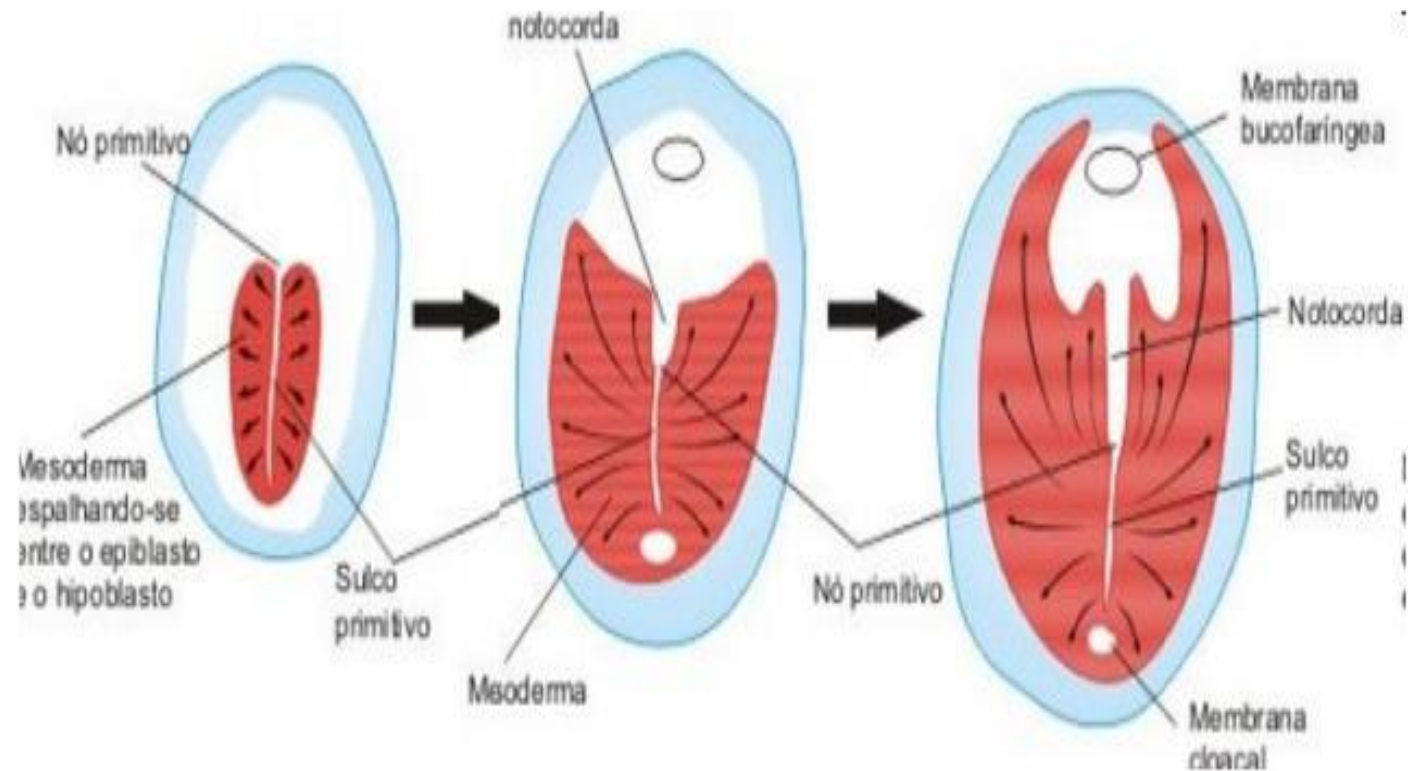
# Notocorda y lámina procordal

- La **notocorda** es un cordón celular que corre a lo largo del eje longitudinal del embrión inmediatamente ventral al sistema nervioso central.
- Aunque desde los puntos de vista filogenético y ontogenético la notocorda sirve como soporte longitudinal primario del cuerpo, también desempeña un papel crucial como centro primario de una serie de procesos (inducciones) que transforman células embrionarias no especializadas en tejidos y órganos definitivos.



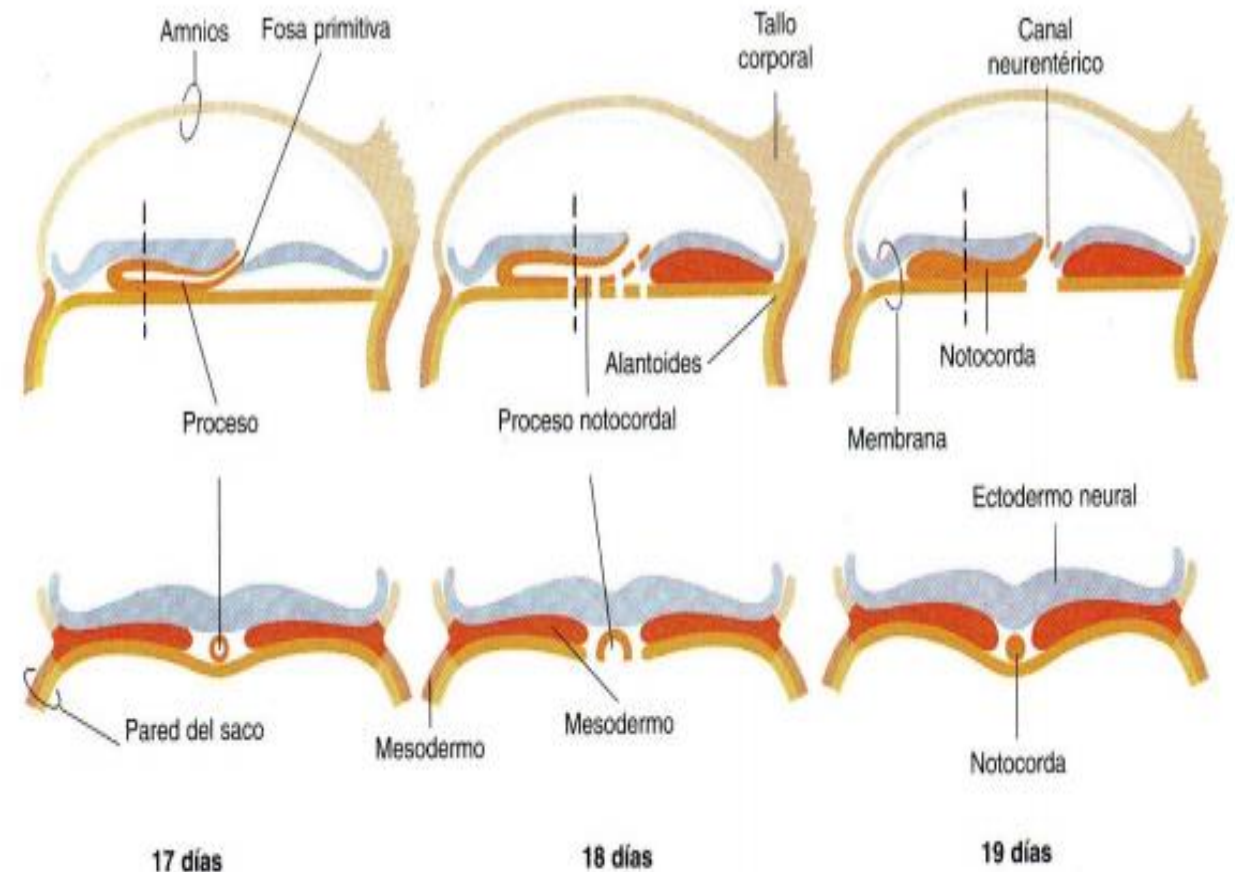
# Notocorda y lámina procordal

- La notocorda surge de la proyección de una población de células epiblasticas a través del nódulo primitivo formando un agregado celular cilíndrico denominado **proceso notocordal**
- Hacia el extremo craneal de la notocorda se encuentra una pequeña región en la cual el ectodermo y el endodermo embrionarios se adosan sin que haya mesodermo entre ellos. Esta estructura, que se denomina **membrana orofaríngea**



# Notocorda y lámina procordal

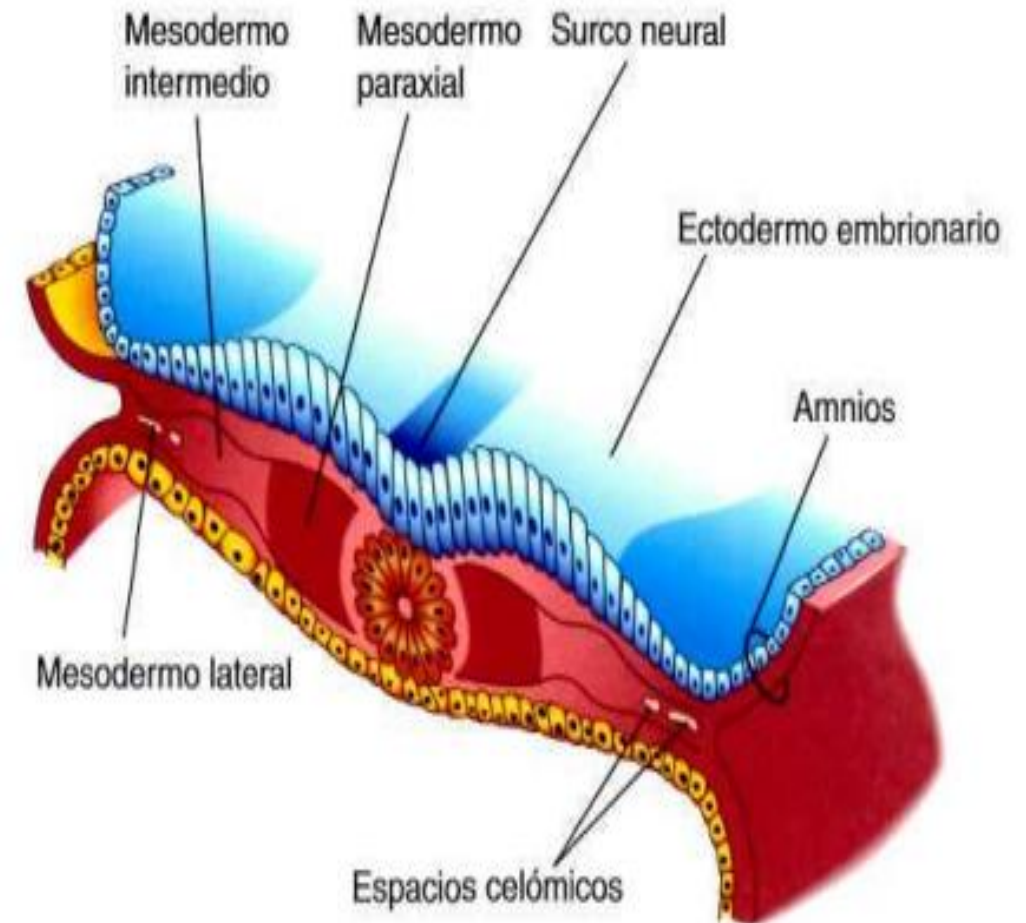
- Las señales inductivas procedentes de la notocorda
  - 1) estimulan la conversión del ectodermo superficial suprayacente en tejido neural,
  - 2) especifican la identidad de ciertas células (placa del suelo), dentro del sistema nervioso inicial
  - 3) transforman ciertas células mesodérmicas de los somitas en cuerpos vertebrales
  - 4) favorecen las primeras fases del desarrollo del páncreas dorsal.



# Sistema Nervioso



- Cuando comienza la tercera semana de desarrollo, la hoja germinativa ectodérmica tiene forma de disco aplanado, algo más ancho en la región cefálica que en la caudal
- Las células de la placa componen el neuroectodermo y su inducción representa el fenómeno inicial del proceso de neurulación.

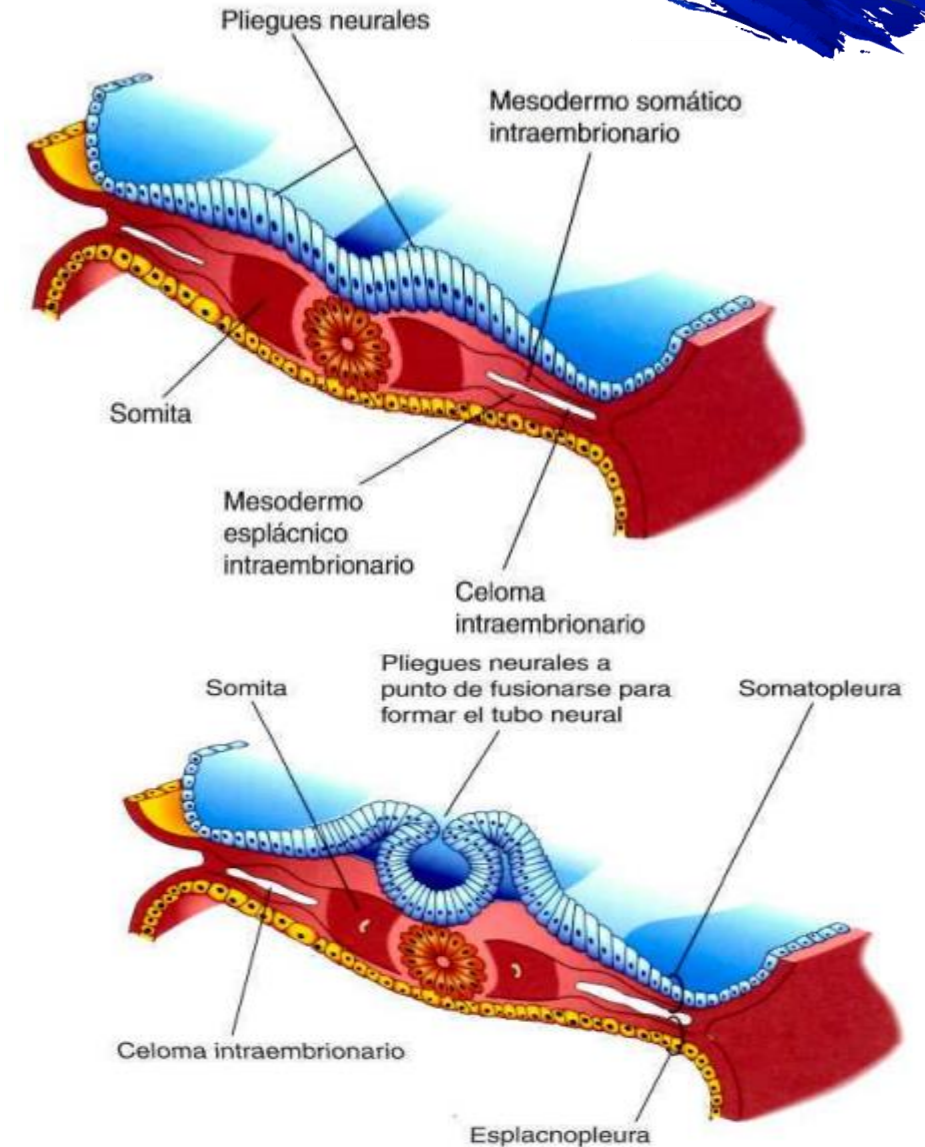


# NEURULACIÓN

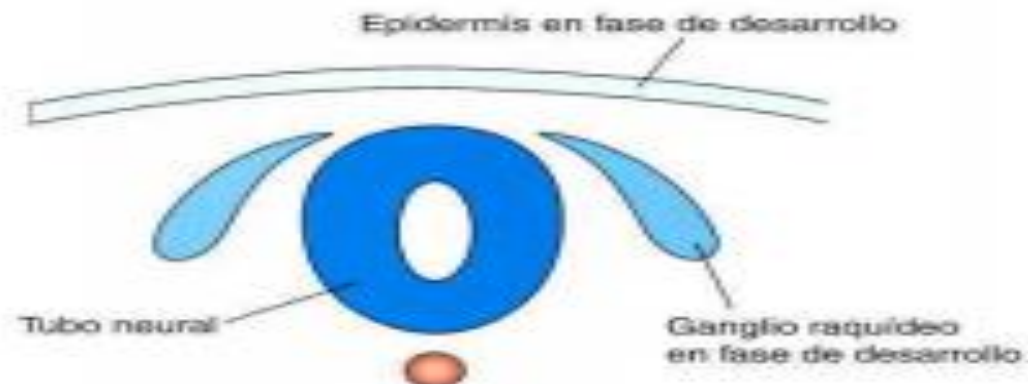
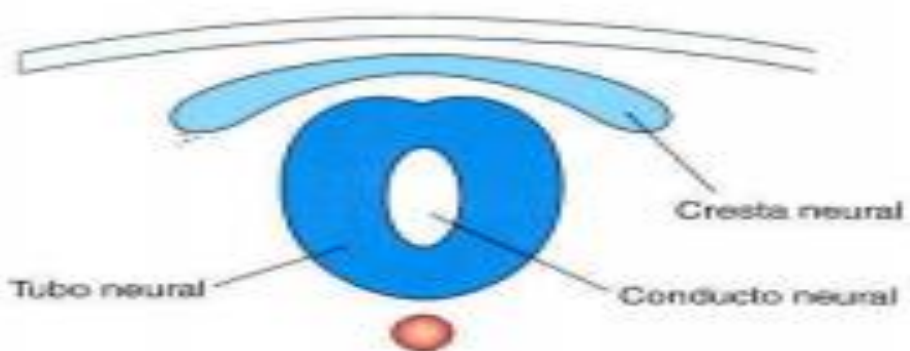
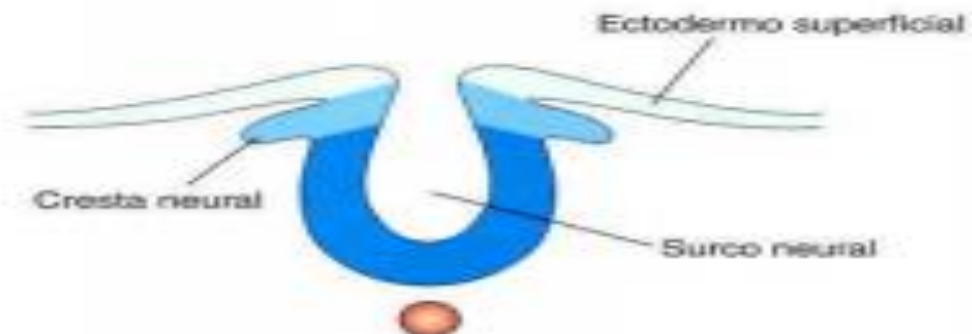
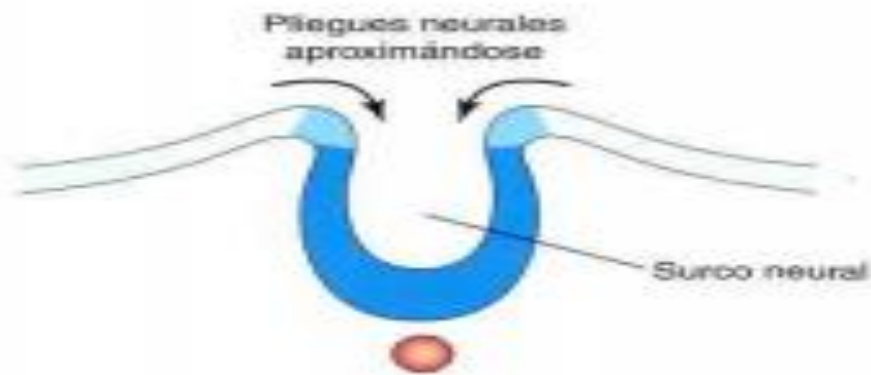
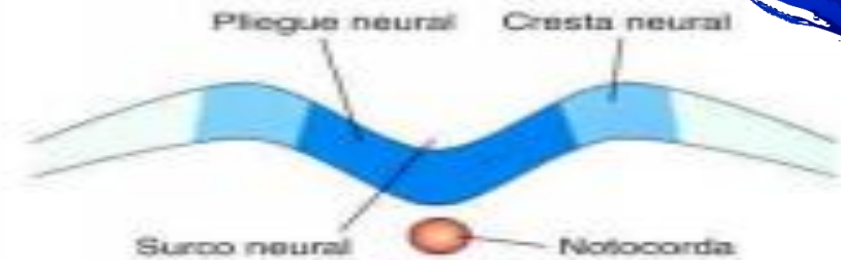
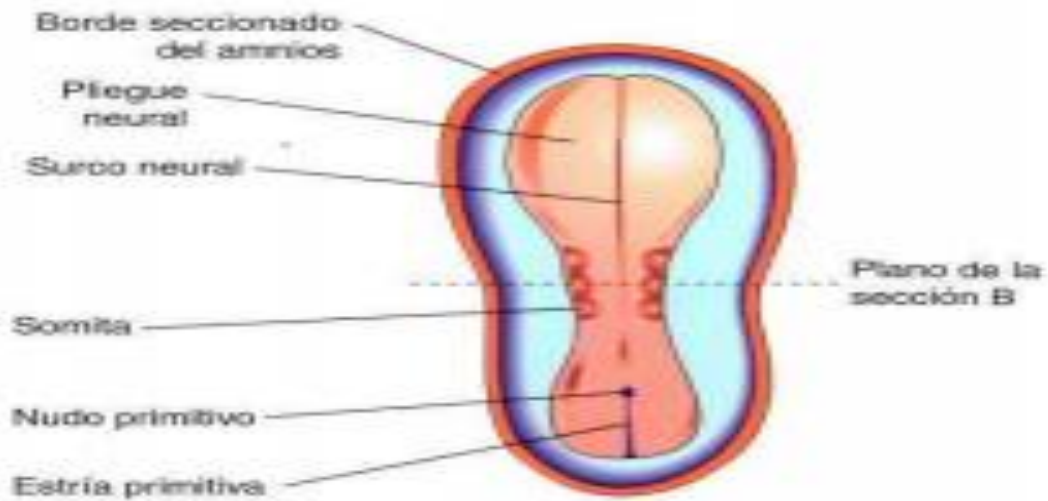
CBO

Educamos Diferente

- A medida que los pliegues neurales se elevan y fusionan, las células del borde lateral o cresta del neuroectodermo comienzan a disociarse de las que se encuentran en su vecindad.
- Esta población celular, la cresta neural a su salida del neuroectodermo experimenta una transición de epitelial a mesenquimática para penetrar en el mesodermo subyacente por migración activa y desplazamiento.
- Las células de la cresta dan origen entonces a una serie heterogénea de tejidos

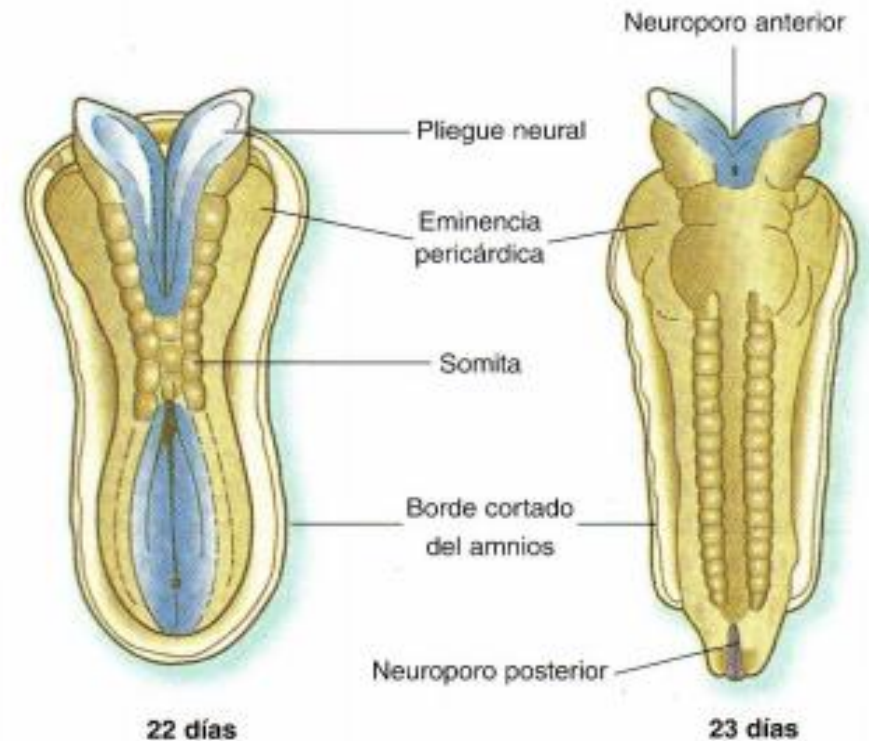






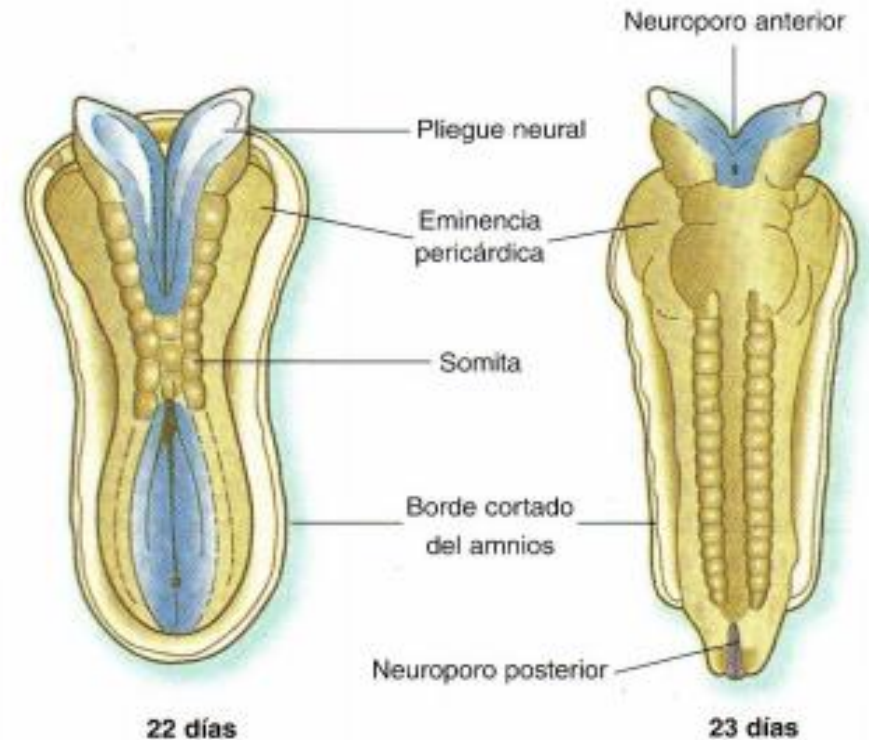
# NEURULACIÓN

- En los extremos craneal y caudal del embrión, la fusión se retarda y temporariamente los neuroporos craneal y caudal comunican la luz del tubo neural con la cavidad amniótica.
- El cierre del neuroporo craneal avanza hacia el extremo cefálico a partir del sitio de cierre inicial en la región cervical y desde otro lugar en el cerebro anterior que se forma más tarde.



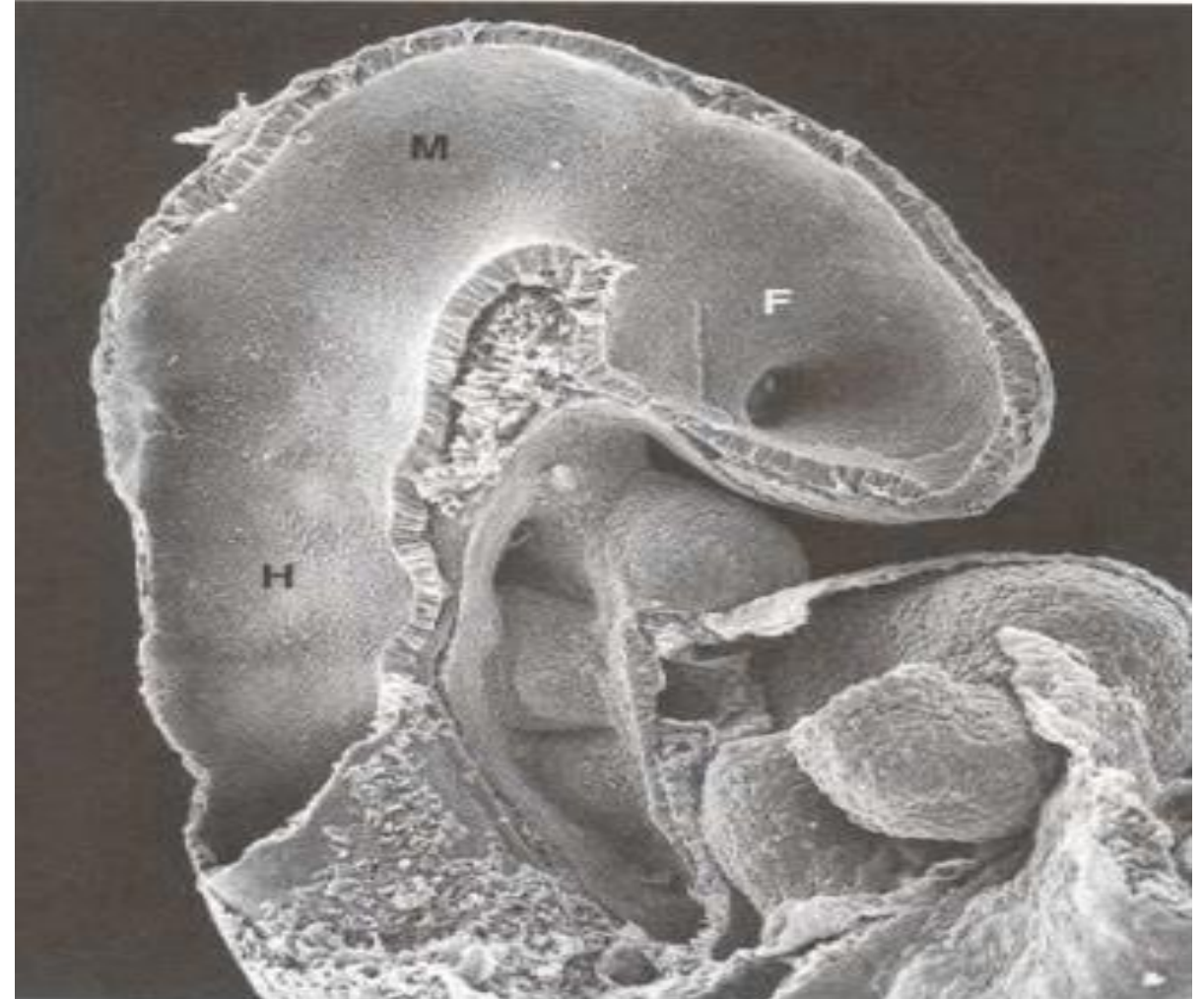
# NEURULACIÓN

- Después este sitio avanza en dirección craneal para cerrar la región más rostral del tubo neural y se une caudalmente con el cierre que progresa desde el sitio cervical.
- Por último se produce el cierre del neuroporo craneal en el periodo de 18 a 20 somitas (vigésimoquinto día); el neuroporo caudal se oblitera dos días más tarde, aproximadamente.



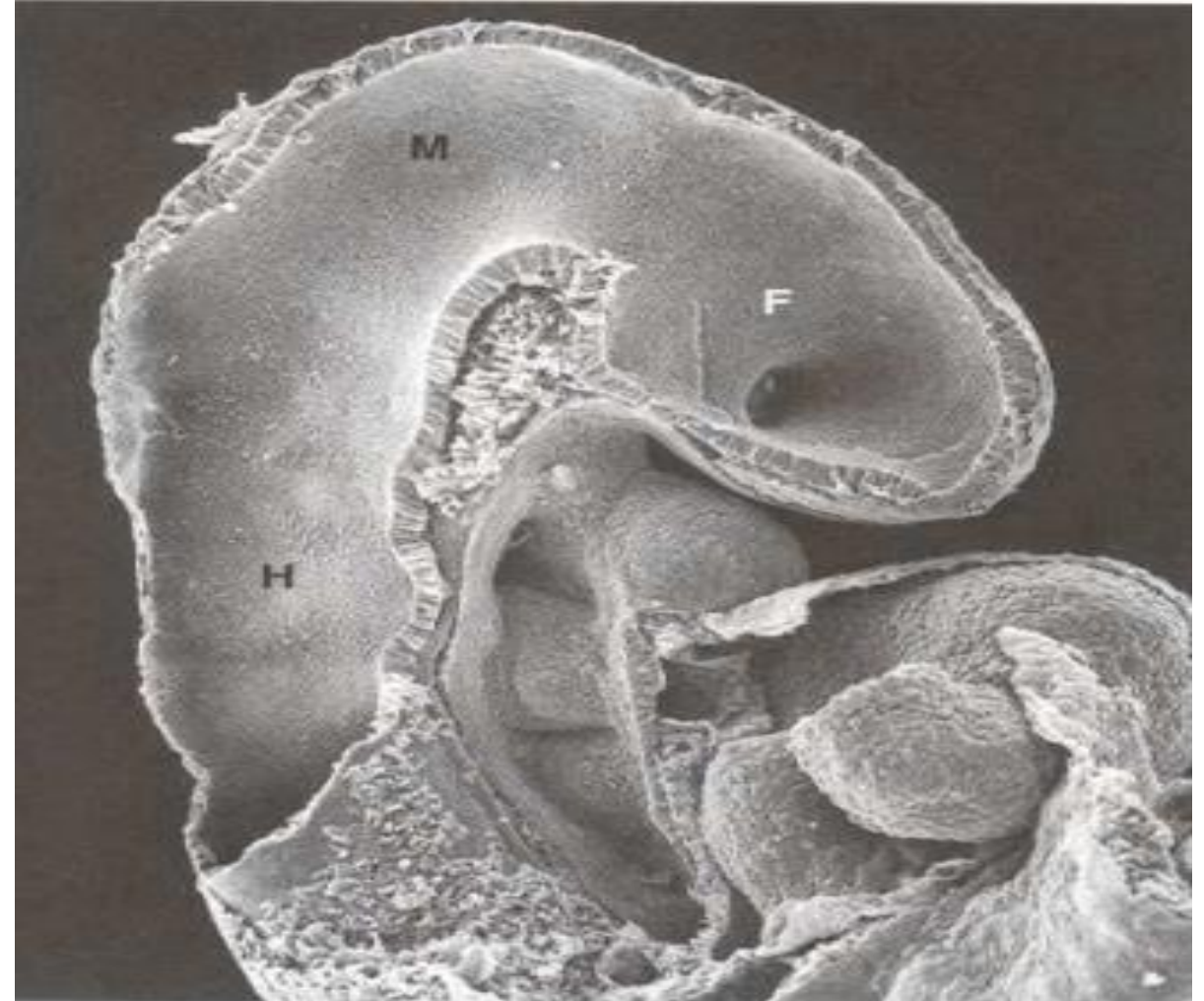
# NEURULACIÓN

- El extremo cefálico del tubo neural presenta tres dilataciones; son las vesículas encefálicas primarias:
  - a) el prosencéfalo o el cerebro anterior
  - b) el mesencéfalo o el cerebro medio
  - c) el rombencéfalo o el cerebro posterior



# NEURULACIÓN

- Simultáneamente se forman dos acodaduras o curvaturas:
  - a) la curvatura cervical, en la unión del cerebro posterior y la médula espinal
  - b) la curvatura cefálica, en la región del mesencéfalo



# NEURULACIÓN

- Cuando el embrión tiene 5 semanas, el prosencéfalo está constituido por dos porciones:

a) el telencéfalo, que tiene una parte media y dos evaginaciones laterales, los hemisferios cerebrales primitivos

b) el diencéfalo, que se caracteriza por la evaginación de las vesículas ópticas



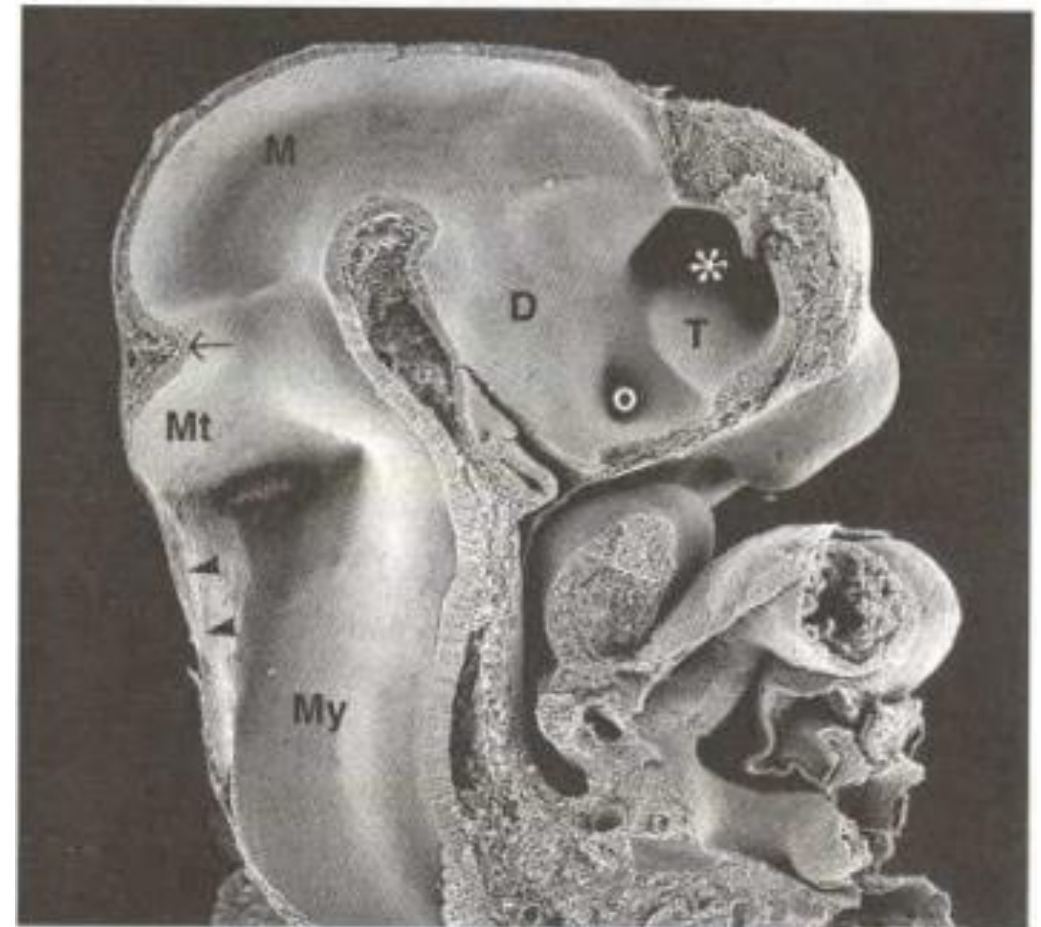
# NEURULACIÓN

- El rombencéfalo también está compuesto por dos partes:
  - a) el metencéfalo, que más adelante forma la protuberancia y el cerebelo
  - b) el mielencéfalo. El límite entre estas dos porciones está marcado por la curvatura protuberancial



# NEURULACIÓN

- La luz de la médula espinal, conducto del epéndimo o conducto central, se continúa con la cavidad de las vesículas encefálicas.
- La cavidad del rombencéfalo es el cuarto ventrículo; la del diencéfalo, el tercer ventrículo y la de los hemisferios cerebrales son los ventrículos laterales





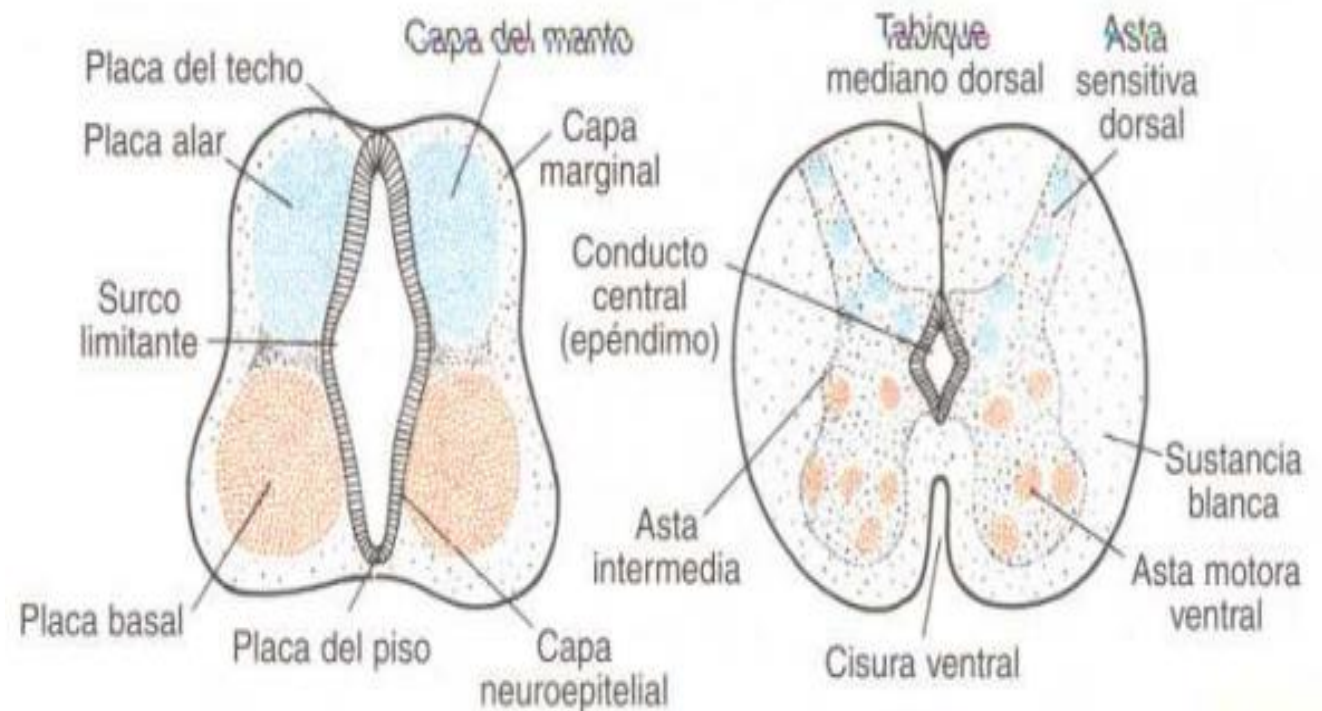
# NEURULACIÓN

- La luz del mesencéfalo comunica el tercero y cuarto ventriculos. Este espacio se torna muy estrecho y se conoce como el acueducto de Silvio.
- Los ventriculos laterales comunican con el tercer ventriculo por medio de los agujeros interventriculares de Monro



# Médula espinal

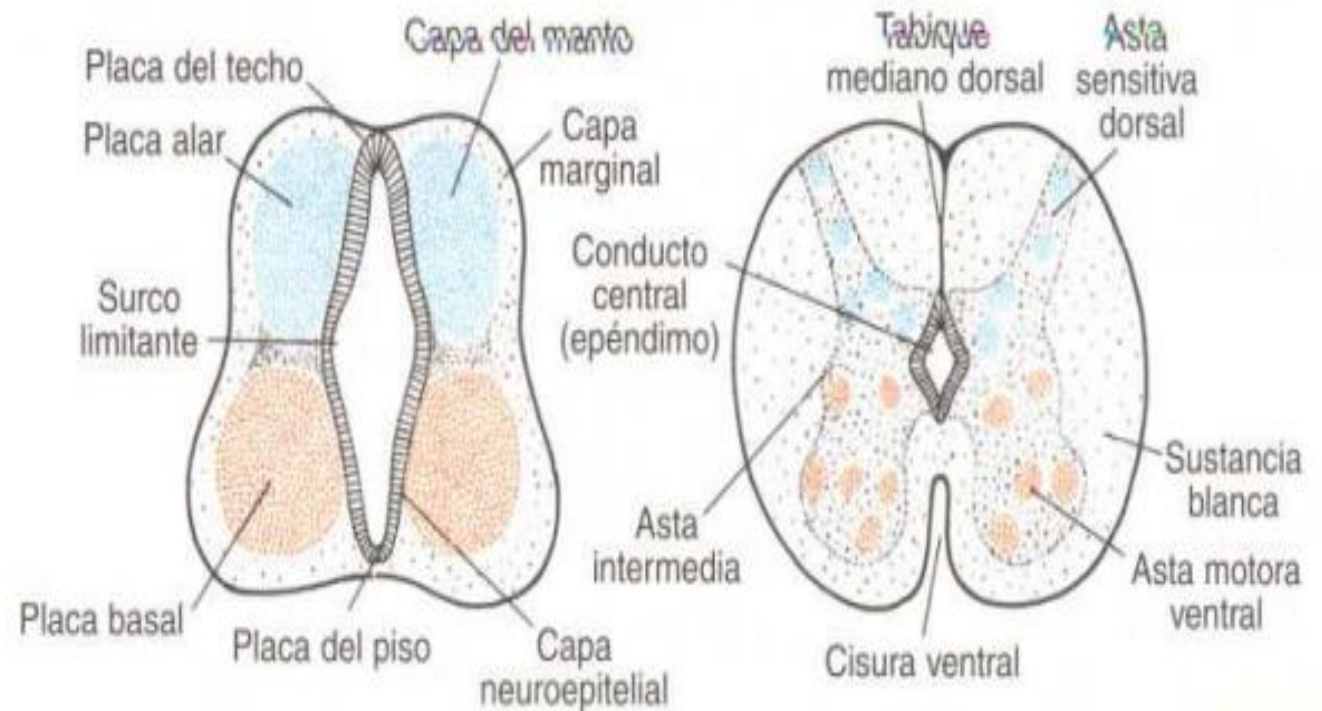
- La pared del tubo neural poco después de cerrarse está formada por células neuroepiteliales, que se extienden por todo el espesor de la pared y forman un grueso epitelio pseudoestratificado
- Constituyen en conjunto, la capa neuroepitelial o el neuroepitelio.
- Una vez que el tubo neural se ha cerrado, las células neuroepiteliales comienzan a originar otro tipo celular: Neuroblastos



# Médula espinal



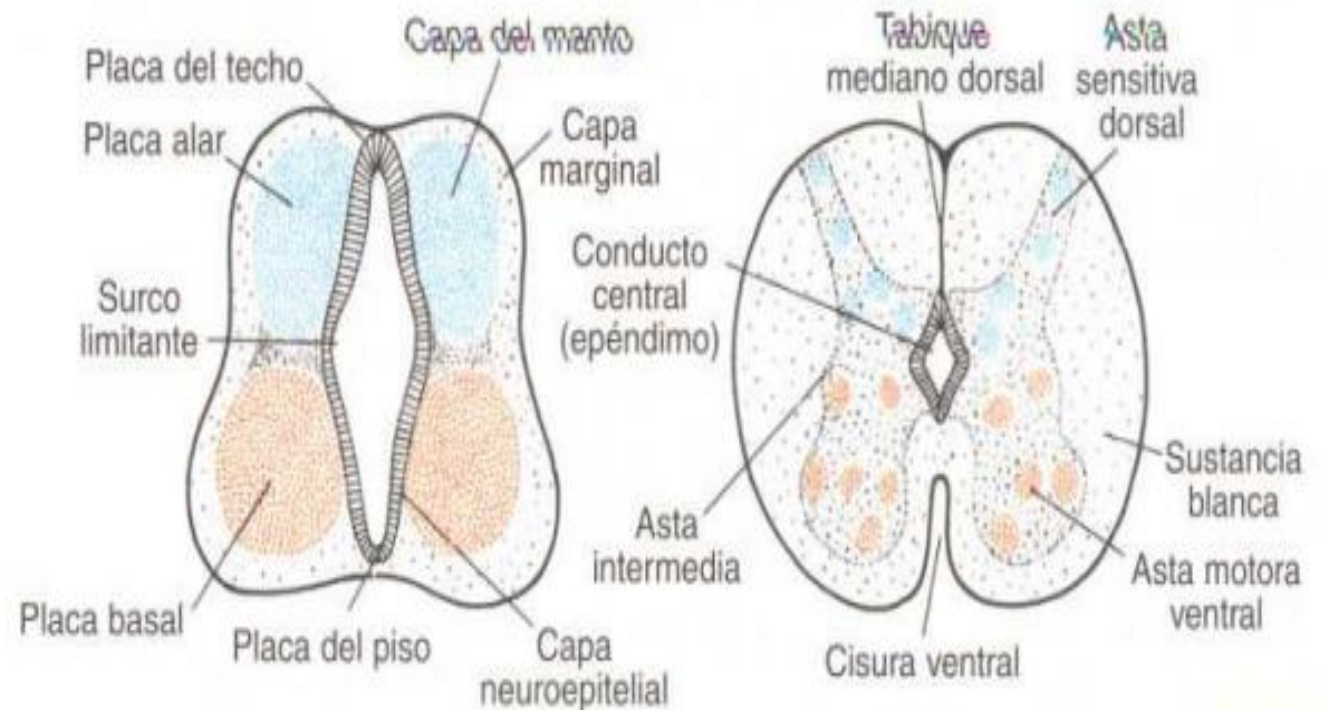
- Forman una zona que rodea a la capa neuroepitelial y se denomina capa del manto. Más adelante, la zona del manto formará la sustancia gris de la médula espinal!
- La capa más externa de la médula espinal, la capa marginal, contiene las fibras nerviosas que salen de los neuroblastos en la capa del manto.
- Como consecuencia de la mielinización de las fibras nerviosas, esta capa adquiere un aspecto blanco y, por lo tanto, se la llama sustancia blanca de la médula espinal



# PLACAS BASALES, ALARES, DEL TECHO Y DEL PISO



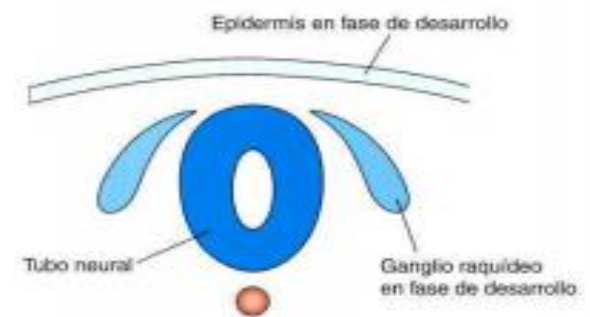
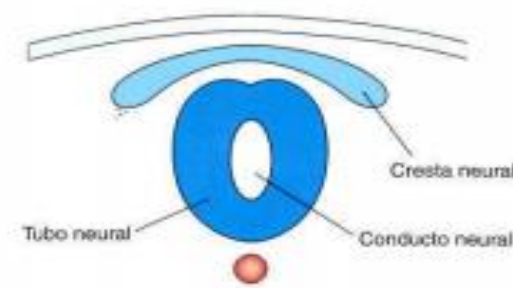
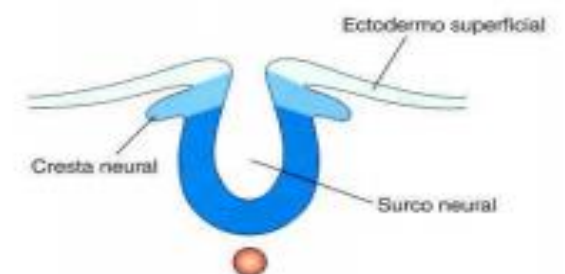
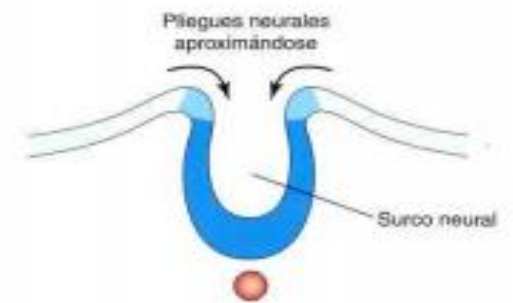
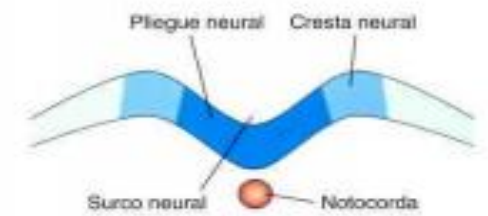
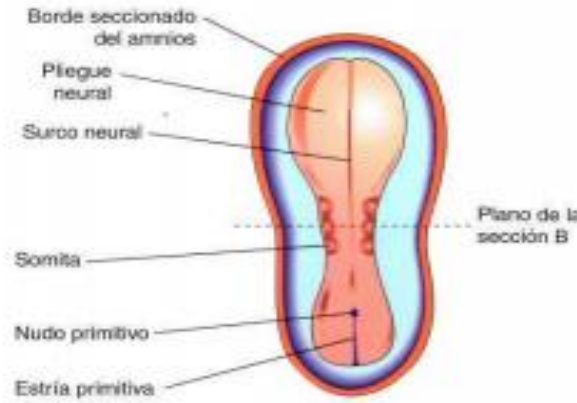
- Como consecuencia de la continua adición de neuroblastos a la capa del manto, a cada lado del tubo neural se observan dos engrosamientos, uno ventral y otro dorsal.
- Los engrosamientos ventrales, o **placas basales**, incluyen a las células motoras de las astas ventrales y forman las áreas motoras de la médula espinal; los engrosamientos dorsales, o **placas alares**



# Células de la cresta neural

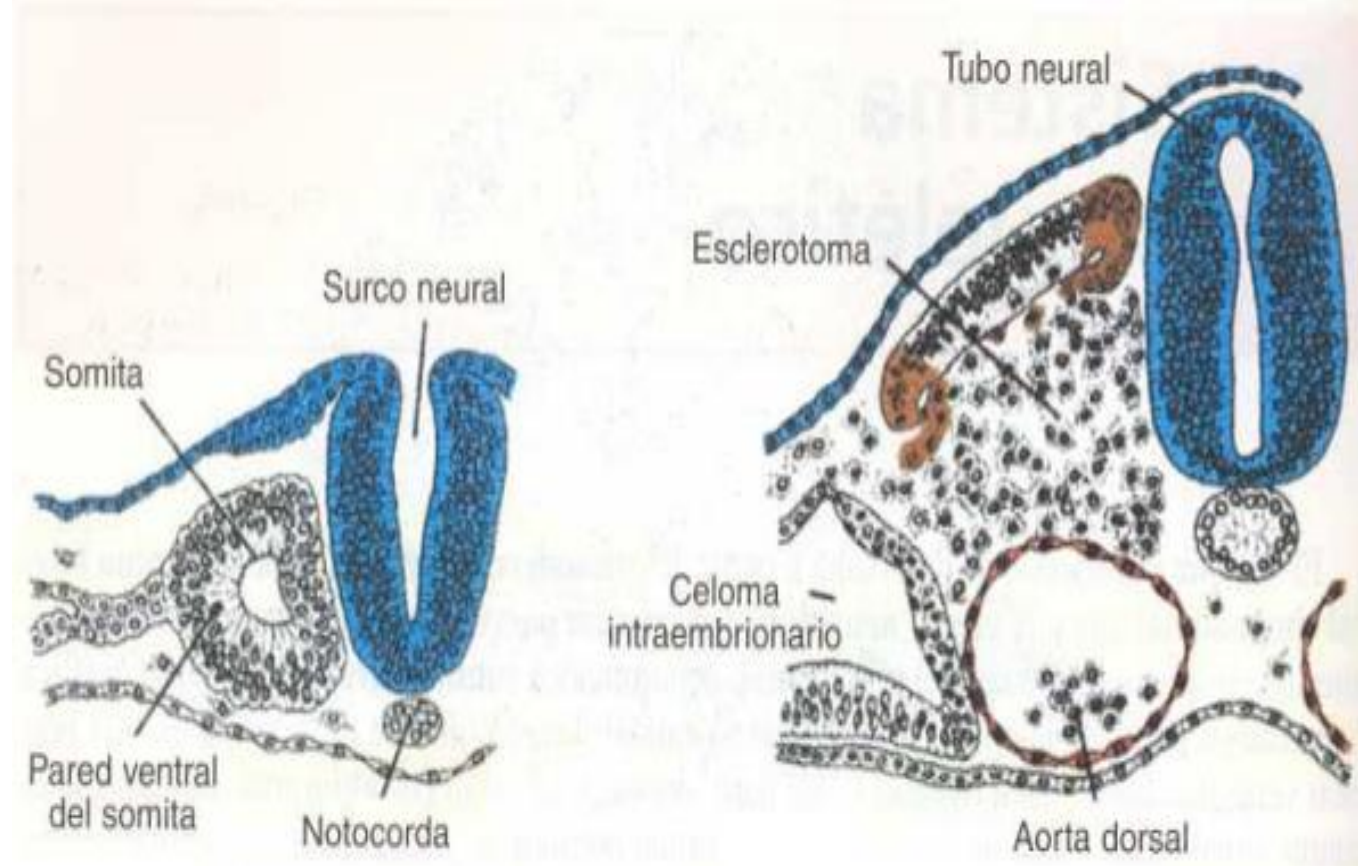


- Durante la elevación de la placa neural aparece un grupo de células a cada lado de los pliegues neurales (la cresta)
- Esta zona se extiende a lo largo del tubo neural y desde esta región las células de la cresta emigran lateralmente
- Algunas células originan los ganglios sensitivos o ganglios de la raíz dorsal de los nervios raquídeos



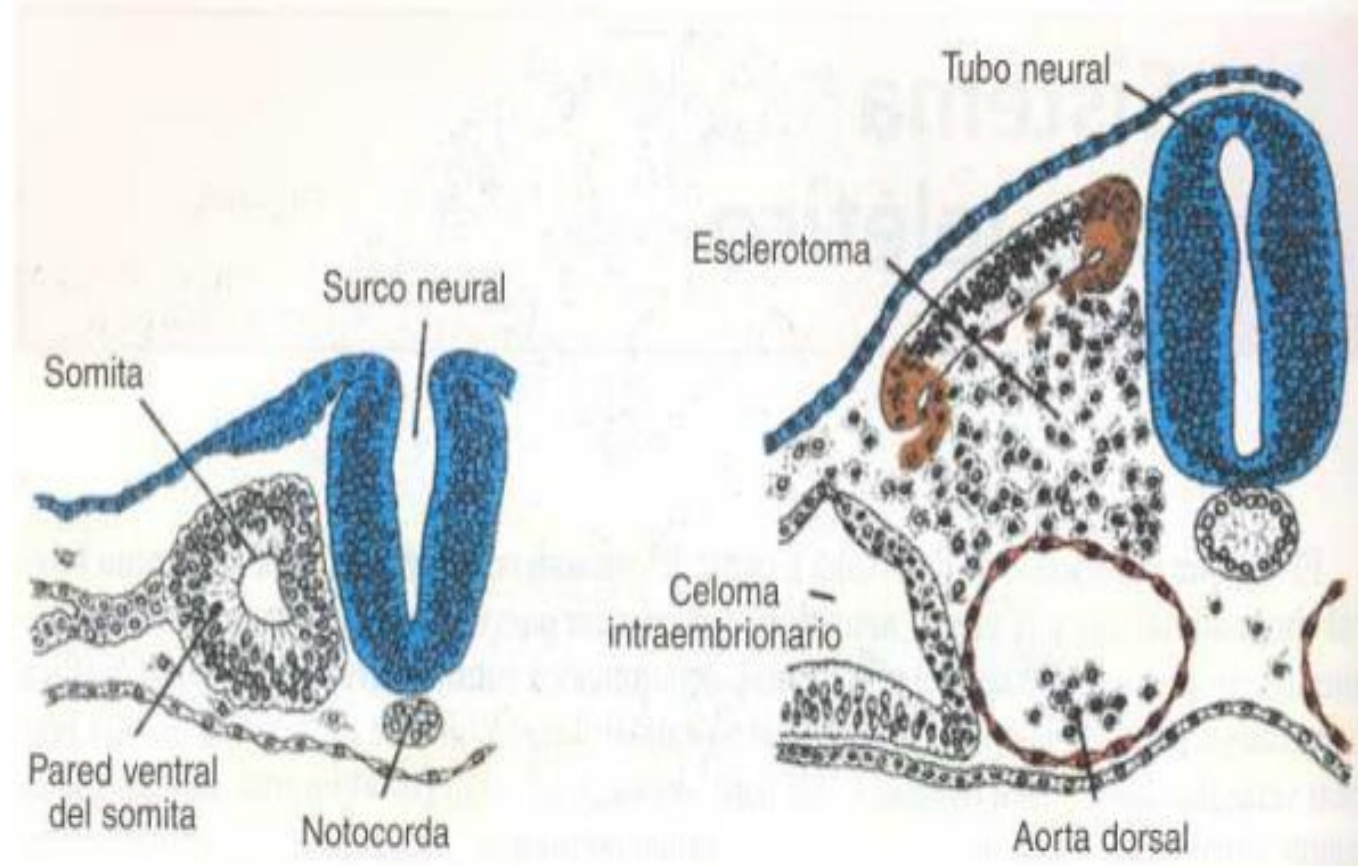
# Sistema esquelético

- El sistema esquelético se desarrolla a partir del mesodermo paraxial y de la lámina lateral (hoja somática) y la cresta neural.
- El mesodermo paraxial forma bloques de tejido dispuestos en serie a cada lado del tubo neural, denominados somitómeras en la región cefálica y somitas a partir de la región occipital hacia caudal.
- Los somitas se diferencian en una porción ventromedial, el esclerotoma y una parte dorsolateral, el dermomiótoma.
- Al finalizar la cuarta semana las células del esclerotoma se tornan polimorfas y constituyen un tejido laxo, el mesénquima, o tejido conectivo embrionario



# Sistema esquelético

- Las células mesenquimáticas se caracterizan porque emigran y se diferencian de muchas maneras; pueden convertirse en fibroblastos, condroblastos y osteoblastos (células formadoras de hueso)
- La capacidad de formar hueso que tiene el mesénquima no está limitada a las células del esclerotoma, también tiene lugar en la hoja somática del mesodermo de la pared del cuerpo, que aporta células mesodérmicas para formar las cinturas escapular y pelviana y los huesos largos de las extremidades.

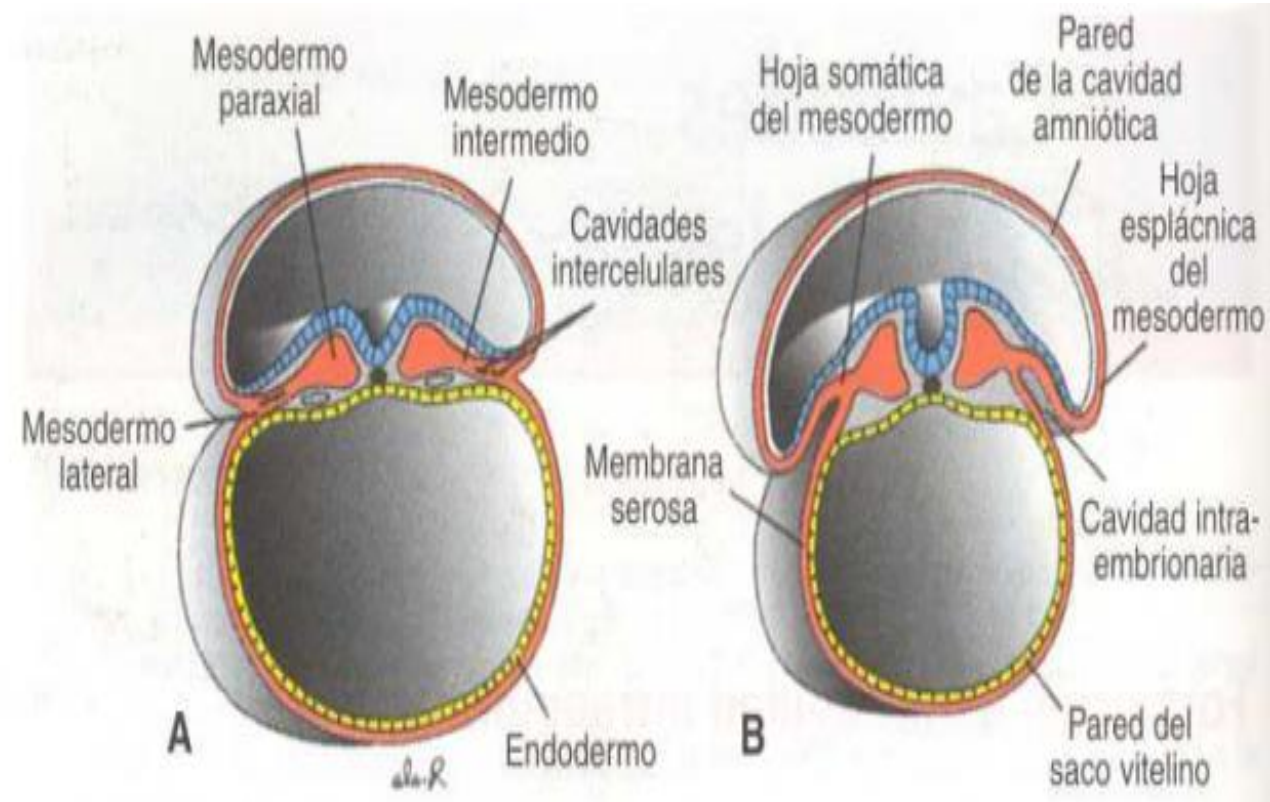


# Formación de la cavidad intraembrionaria

**CBO**

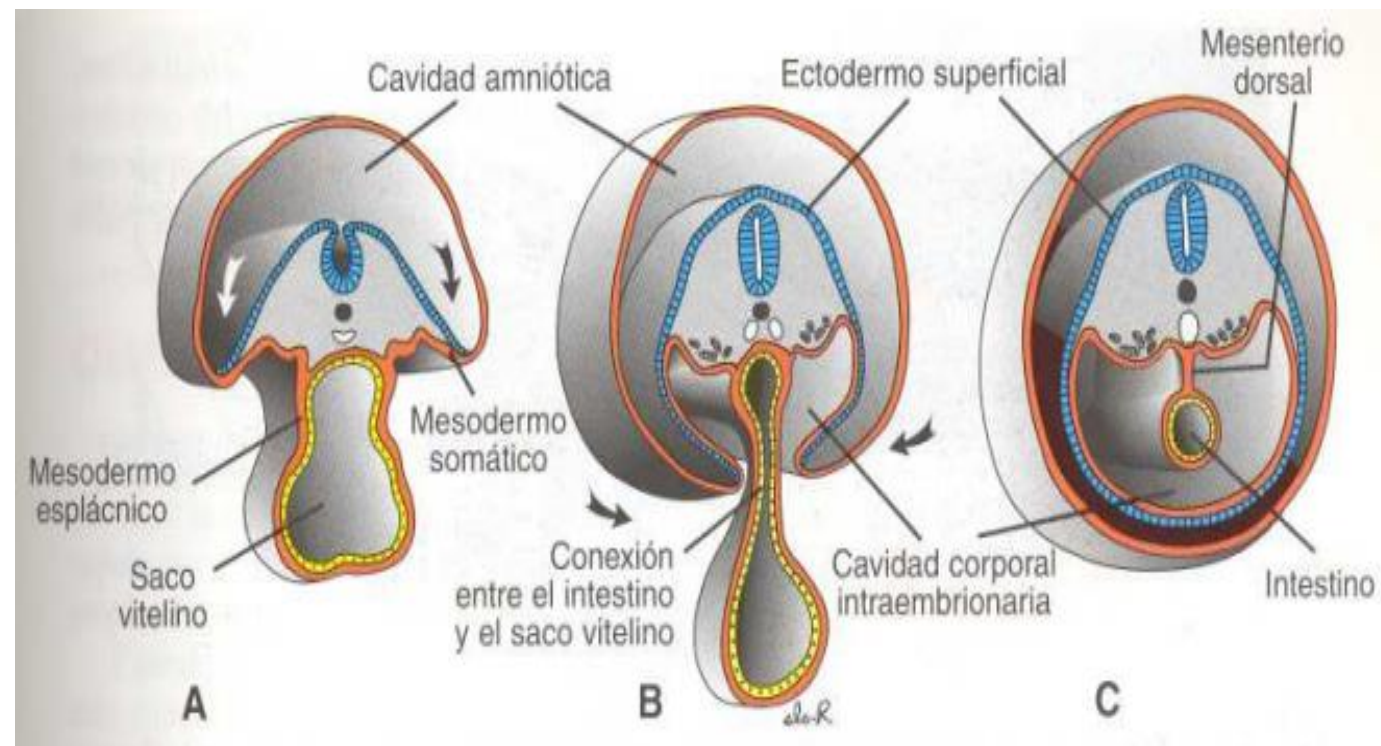
Educamos Diferente

- Hacia el final de la tercera semana, el mesodermo intraembrionario de cada lado de la línea media se diferencia en una porción paraxial, una porción intermedia y una lámina lateral (mesodermo lateral)
- Cuando aparecen hendiduras intercelulares en el mesodermo lateral, las láminas se dividen en dos capas: la hoja somática del mesodermo y la hoja esplácnica del mesodermo.
- Esta última se continúa con el mesodermo de la pared del saco vitelino. El espacio limitado por estas hojas forma la cavidad intraembrionaria (cavidad corporal).



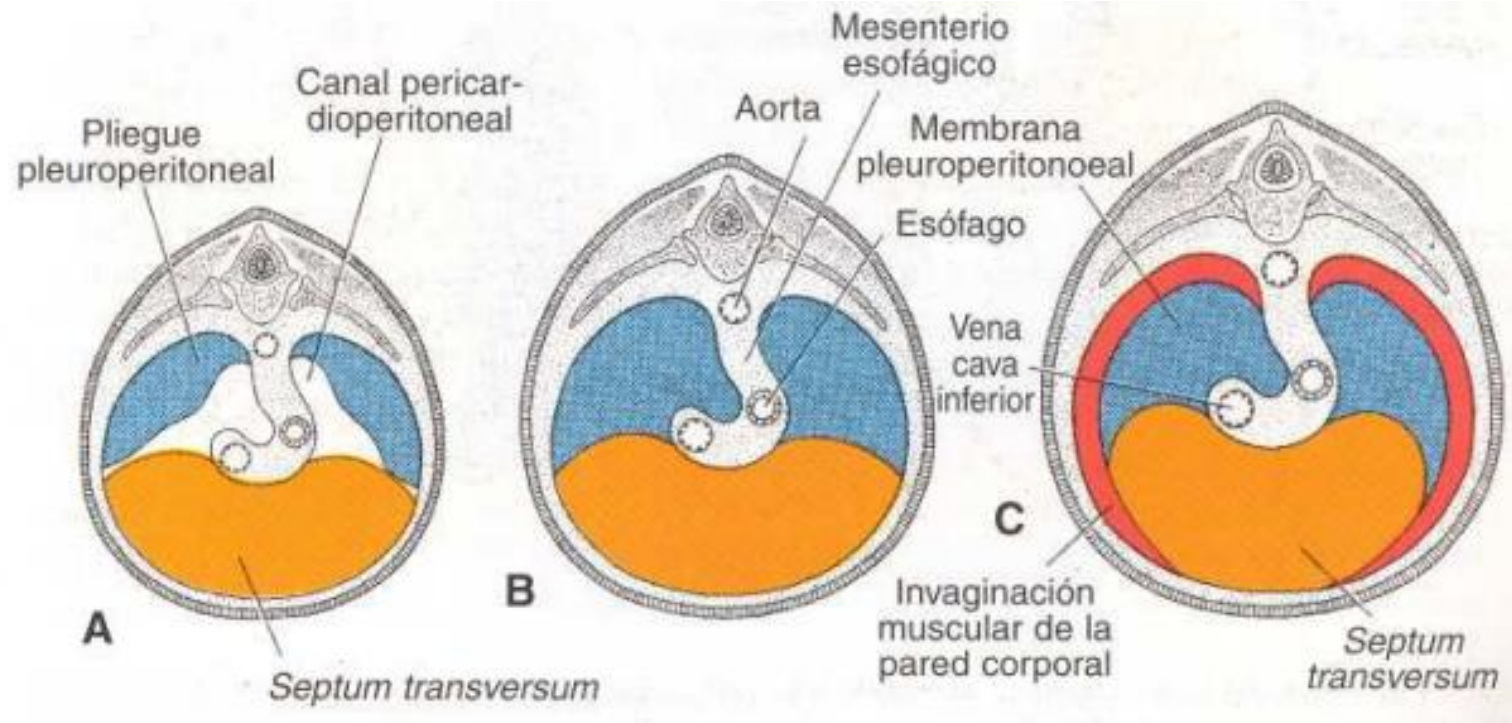


- Las capas visceral y parietal se continúan una con la otra a nivel de la raíz del mesenterio dorsal que mantiene suspendido el tubo intestinal en la cavidad peritoneal.
- El mesenterio ventral solamente se extiende desde el intestino anterior caudal hasta la porción superior del duodeno y es el resultado del adelgazamiento del mesodermo del *septum transversum*.
- Estos mesenterios representan capas dobles de peritoneo por donde transcurren los vasos sanguíneos, linfáticos y nervios hasta los diferentes órganos..



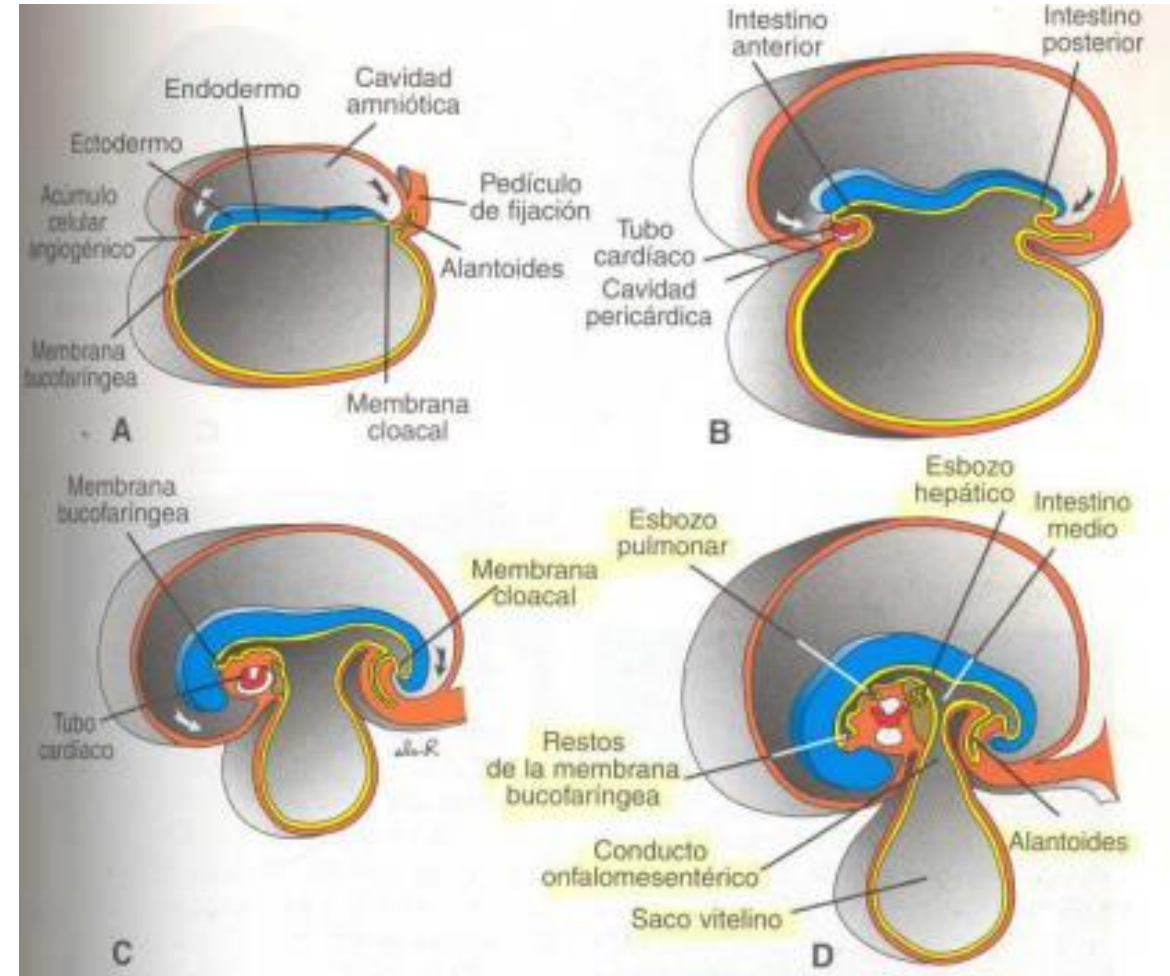
# Formación del diafragma

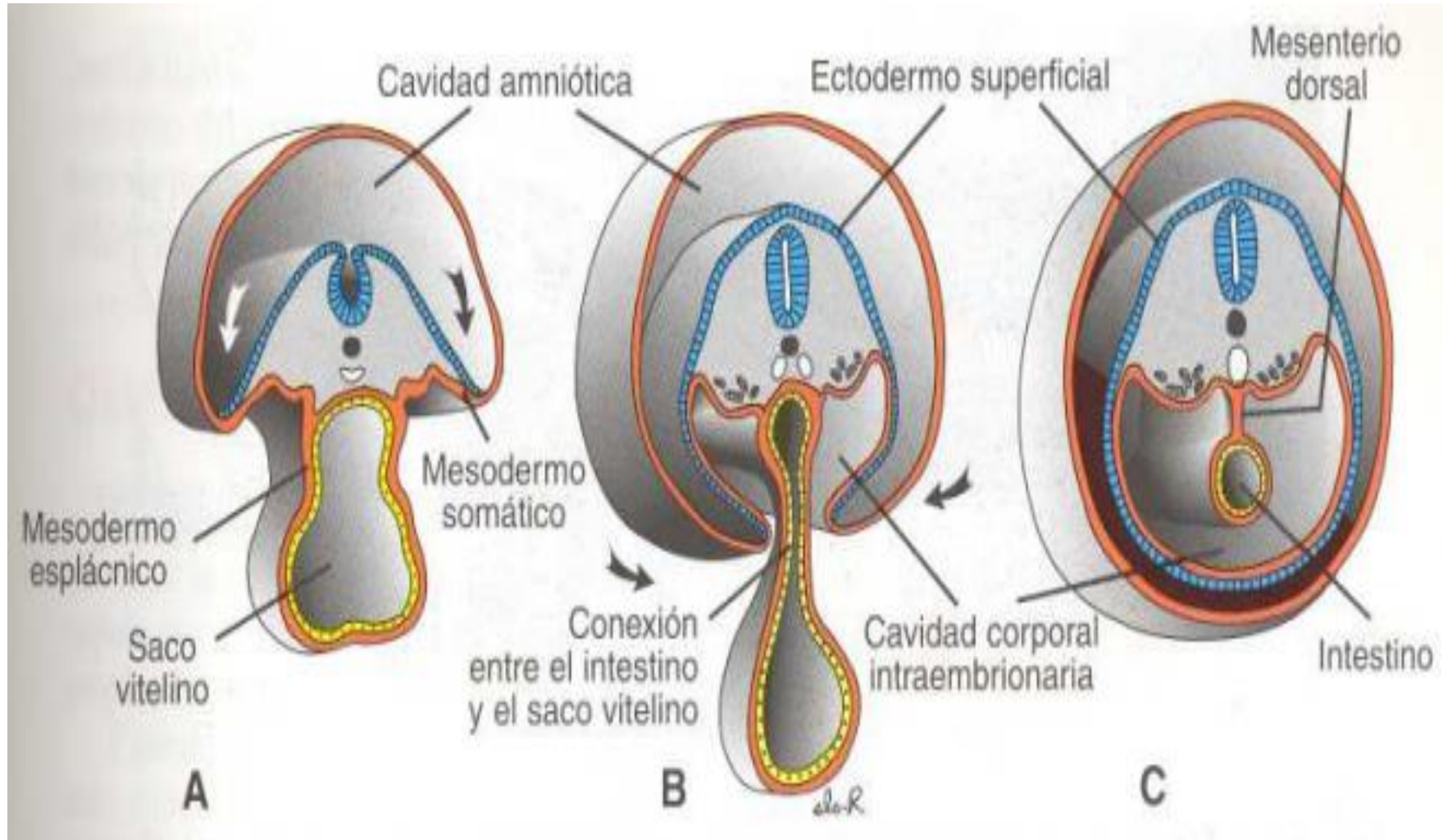
- El diafragma deriva de las siguientes estructuras:
- a) el *septum transversum*, que forma el centro tendinoso del diafragma
- b) las dos membranas pleuroperitoneales;
- c) los componentes musculares de las paredes corporales lateral y dorsal
- d) el mesenterio del esófago, en el cual se desarrollan los pilares del diafragma



# Divisiones del tubo digestivo

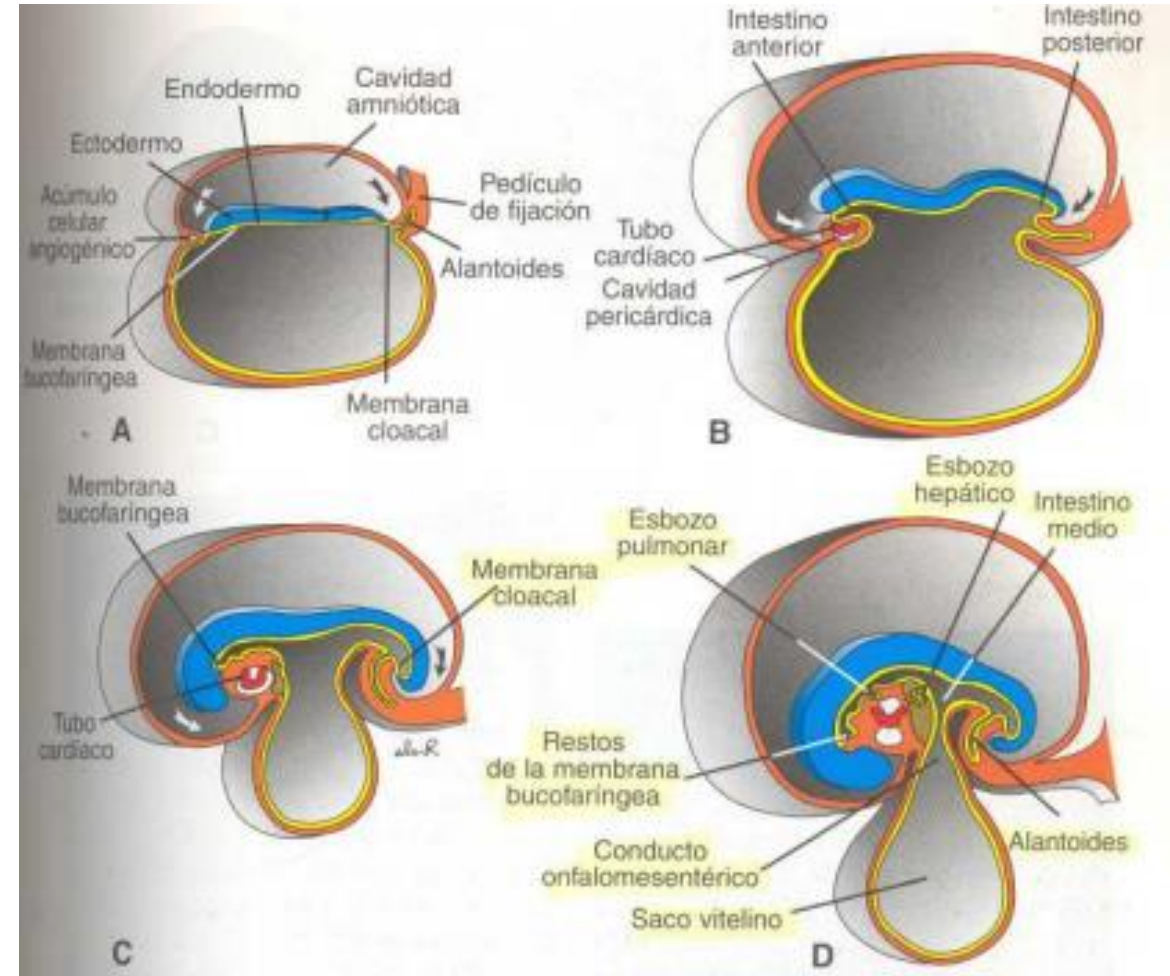
- Como consecuencia del plegamiento cefalocaudal y lateral del embrión, una porción de la cavidad del saco vitelino se incorpora al embrión para formar el intestino primitivo.
- Las otras dos porciones de la cavidad revestida por endodermo, el saco vitelino y la alantoides, permanecen en posición extraembrionaria





# Divisiones del tubo digestivo

- Intestino anterior
- Intestino Medio
- Intestino Posterior



# Derivados del Intestino Primitivo

