

TEMA 5

LA REPRODUCCIÓN SEXUAL EN ANIMALES Y PLANTAS

1º de Bachillerato

1. LA REPRODUCCIÓN SEXUAL EN LOS ANIMALES

La reproducción sexual es el mecanismo reproductor generalizado en el reino animal (aunque también existe la asexual)

Sistemas o aparatos reproductores:

Tienen la función de formación de células reproductoras o **gametos.**

Además, en los animales que transfieren los gametos del macho a la hembra para que se produzca la fecundación interna, existen órganos y conductos para este fin.

En algunos casos, como ocurre en los mamíferos, el aparato reproductor femenino también alberga y nutre al embrión durante su desarrollo.

En la mayoría de los animales los aparatos reproductores están constituidos por:

-Órganos sexuales primarios o gónadas (dan lugar a la formación de los gametos)

- Gónadas masculinas: **testículos** – espermatozoides

- Gónadas femeninas: **ovarios** – óvulos

- En los animales hermafroditas los órganos sexuales se llaman **ovotestes**.

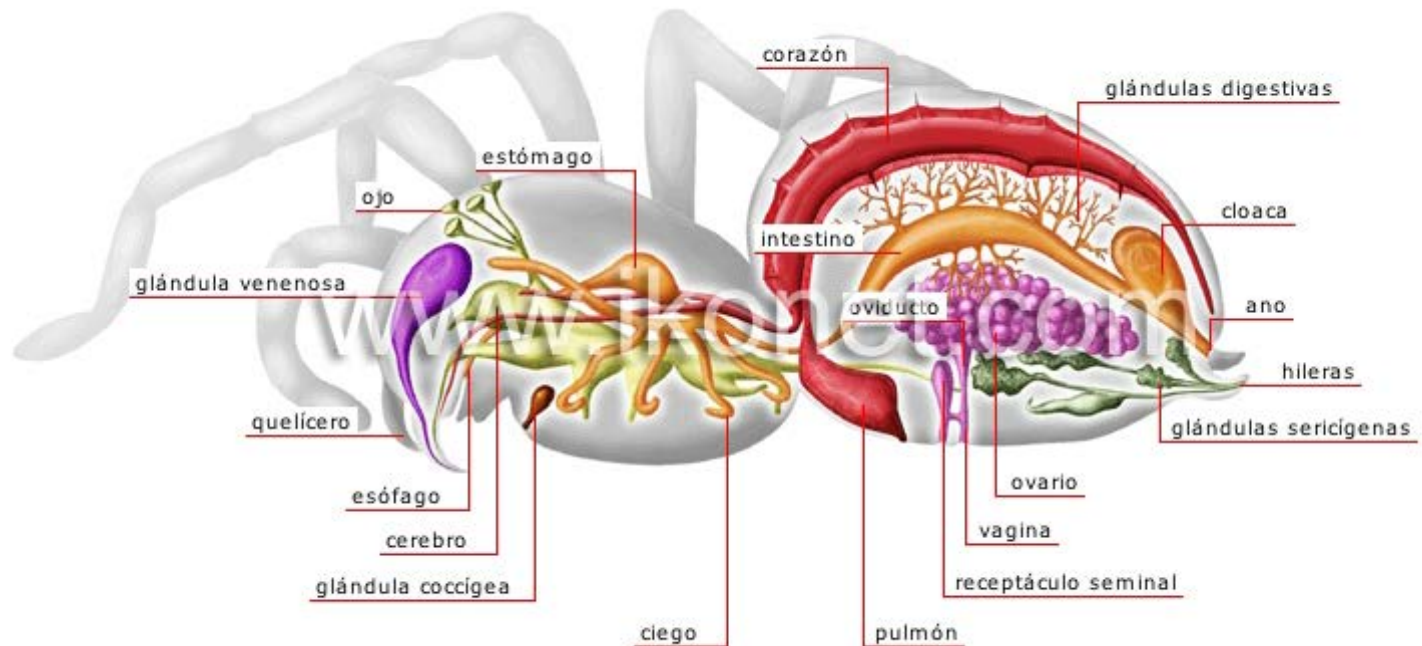
-Órganos sexuales accesorios:

- vías genitales, útero, vagina, órganos copuladores.

En algunos casos hay aspectos particulares:

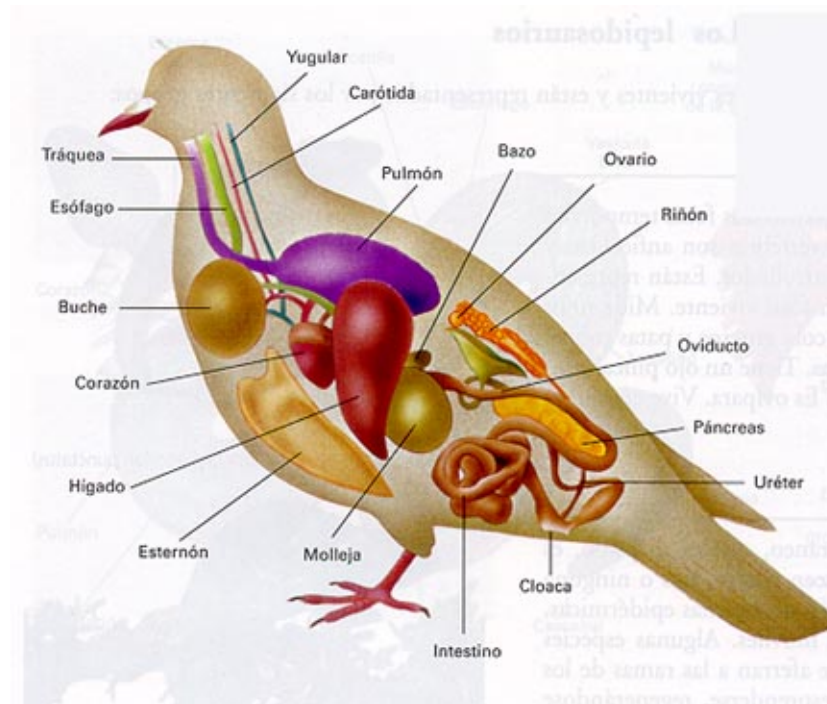
- En algunos invertebrados, como insectos, existe un receptáculo seminal, al que emigran los espermatozoides tras la cópula y donde quedan almacenados.

Su liberación se produce a medida que la hembra expulsa los óvulos.

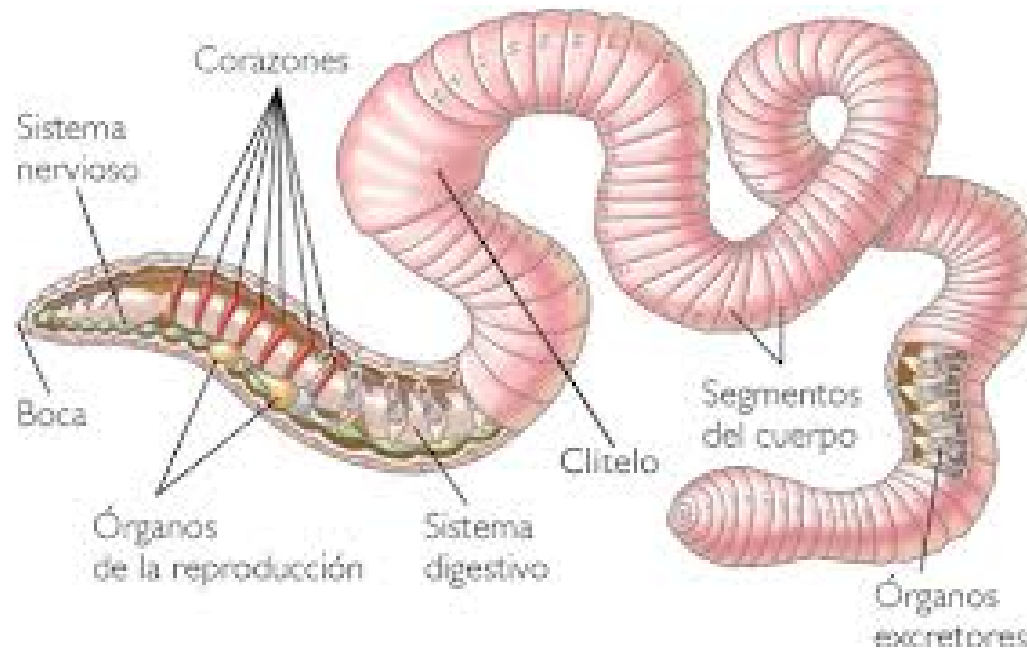


- En los vertebrados, los aparatos genital y excretor están relacionados, sobre todo en los machos, con un conducto común de salida.

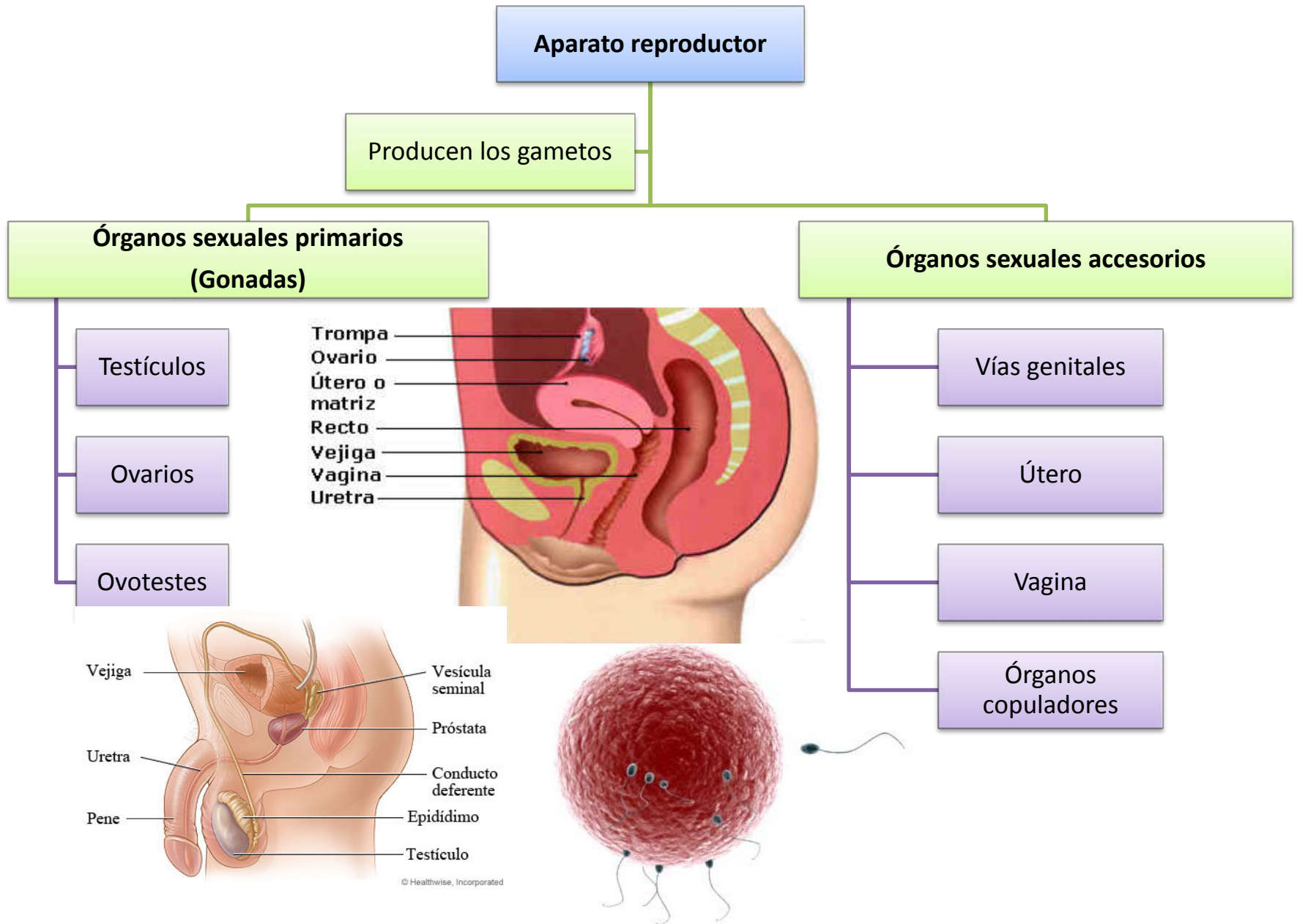
Excepto en la mayoría de mamíferos, los conductos genital, excretor y el intestino desembocan en una cámara común: cloaca, que comunica con el exterior.



- En animales más sencillos, como anélidos marinos, las gónadas son los únicos órganos sexuales y los gametos son liberados al medio externo tras la ruptura de las paredes del propio organismo.



Aparatos reproductores animales



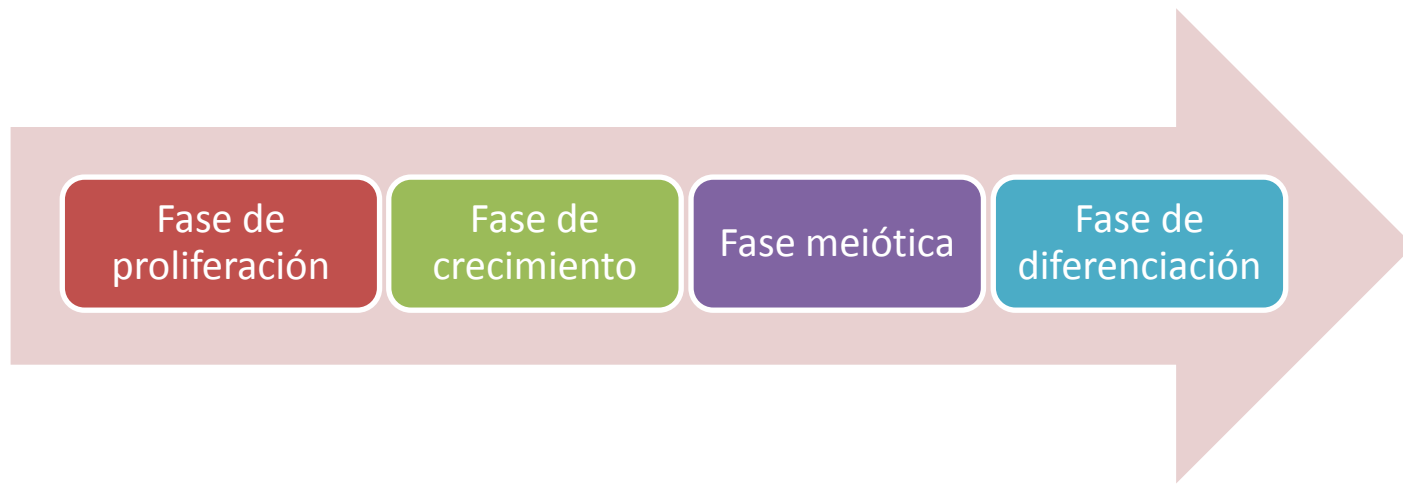
Formación de los gametos

El proceso de formación de los gametos se denomina **gametogénesis** y tiene lugar en las gónadas.

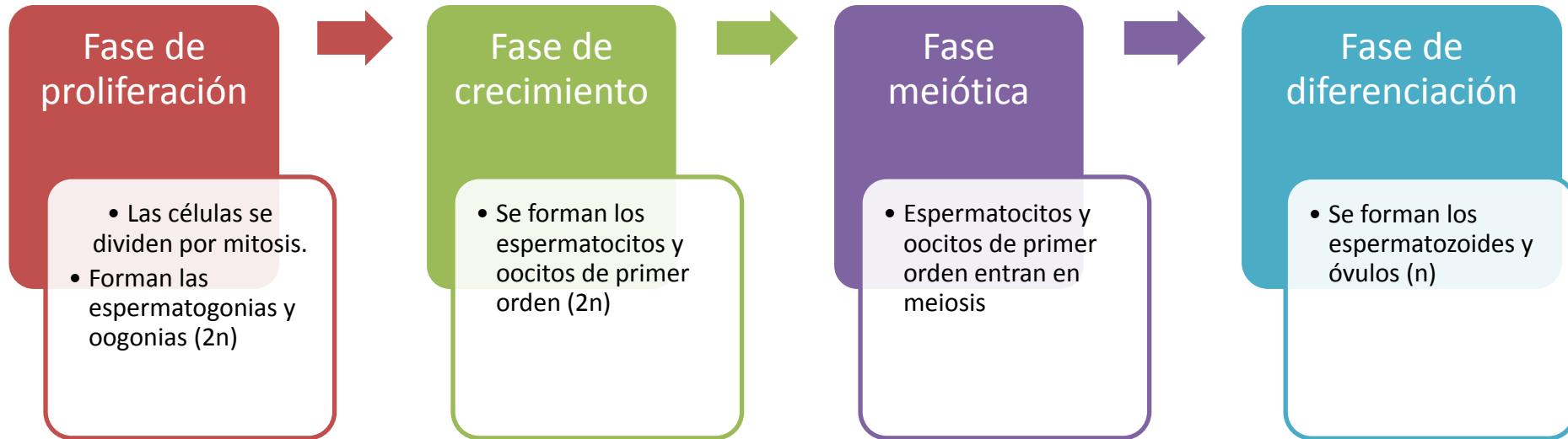
Puede ser:

- **Espermatogénesis** cuando se trata de la formación de los espermatozoides
- **Oogénesis** si se refiere a óvulos

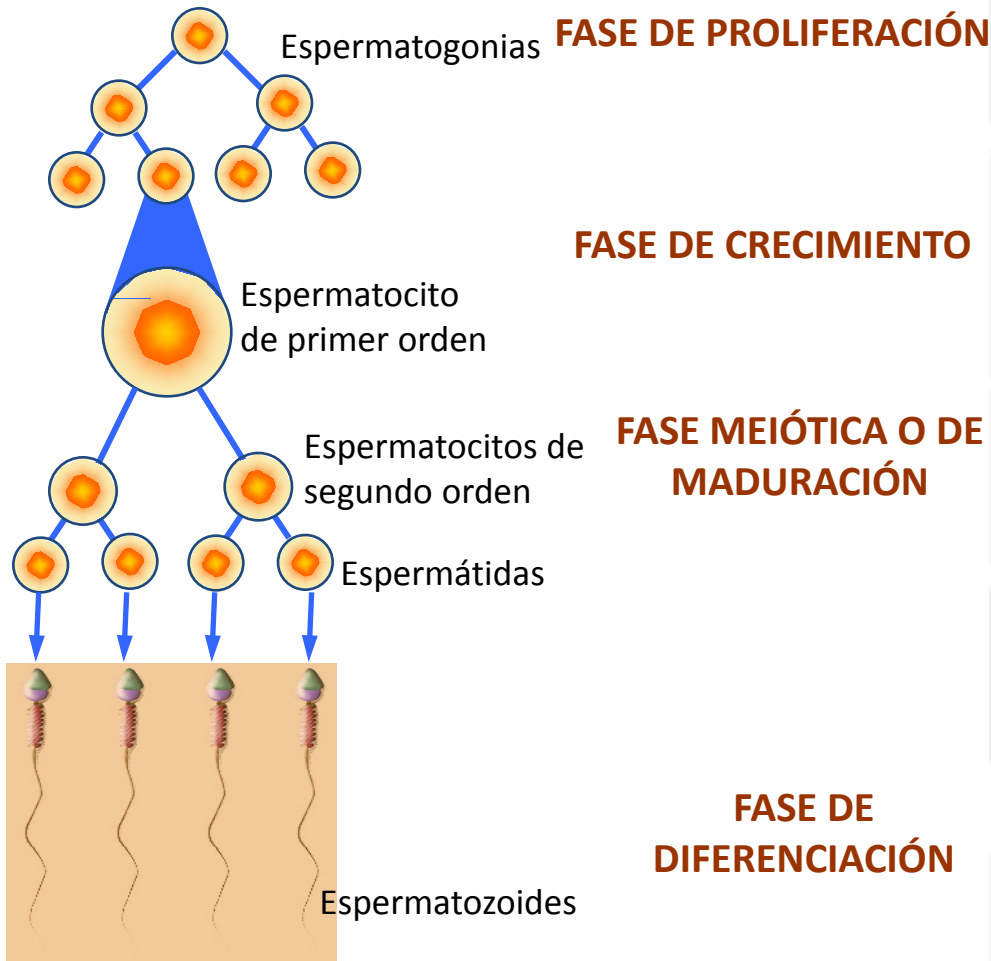
El proceso, en ambos casos, se desarrolla en varias fases



Fases de la Gametogénesis



ESPERMATOGÉNESIS



En el hombre ocurre durante toda la vida y de forma continua se producen **espermatogonias**

Trasformación de espermatogonia a **espermatocito de primer orden**

Tras la primera división meiótica se forman dos **espermatocitos de 2º orden (n)**

Después de la 2ª división meiótica se producen 4 **espermátidas (n)**

Las espermátidas se diferencian en **espermatozoides (n)**

- 1. Período de proliferación:** consiste en la formación, por sucesivas mitosis, de numerosas células germinales pequeñas (células diploides) e indiferenciadas, denominadas **espermatogonias**, que son las células madres de los espermatozoides.
- 2. Período de crecimiento:** algunas espermatogonias aumentan de tamaño y se convierten en **espermatoцитos de primer orden** (células diploides), mientras que otras permanecen indiferenciadas.

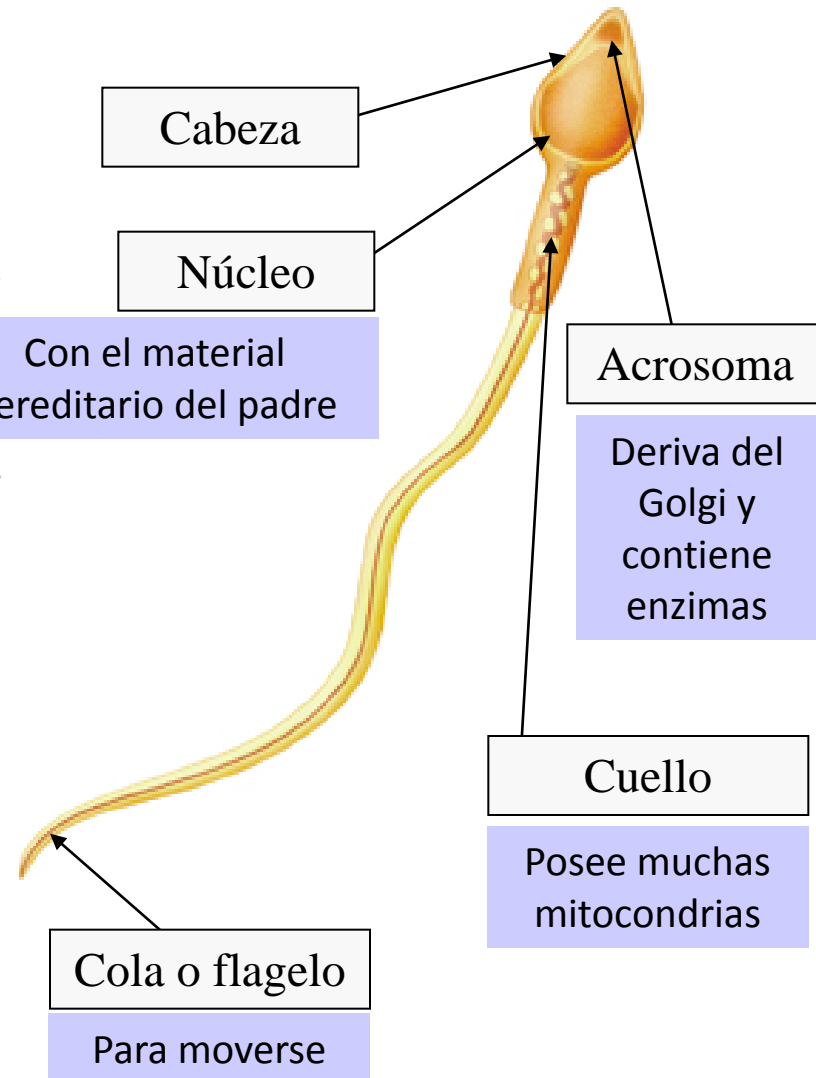
- 3. Período de maduración o meiótico:** durante este período, cada espermatocito experimenta la primera división meiótica y forma dos **espermaticitos de segundo orden**, que son ya células haploides. Inmediatamente después se produce la segunda división meiótica, originándose en total cuatro células globosas de tamaño idéntico y dotación cromosómica haploide, llamadas **espermátidas**.
- 4. Período de espermiogénesis o diferenciación:** en esta etapa, las espermátidas ya no se dividen, pero experimentan cambios profundos en su estructura y morfología, pasando de unas células globosas a unas células alargadas, como son los **espermatozoides**, cada una de ellas con su dotación haploide de cromosomas.

ESPERMATOGÉNESIS

La formación de espermatozoides en humanos es continua desde la madurez sexual y dura hasta una edad avanzada aunque va disminuyendo hasta cesar por completo (climaterio).

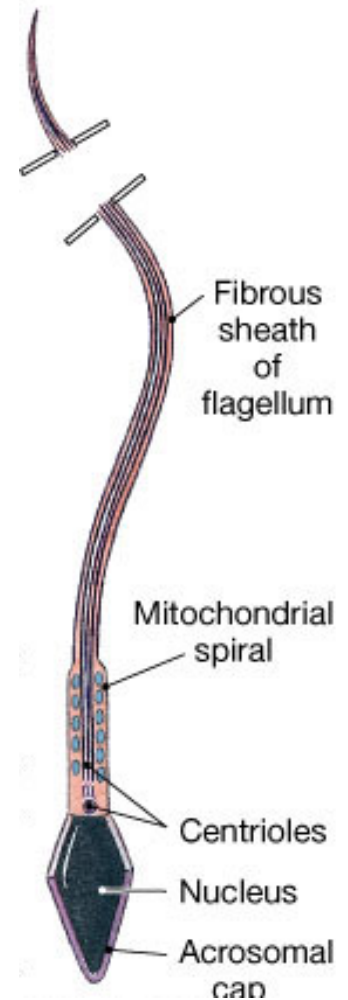
En otras especies está reducida a ciertas épocas del año, generalmente a la primavera o el otoño.

Espermatozoide

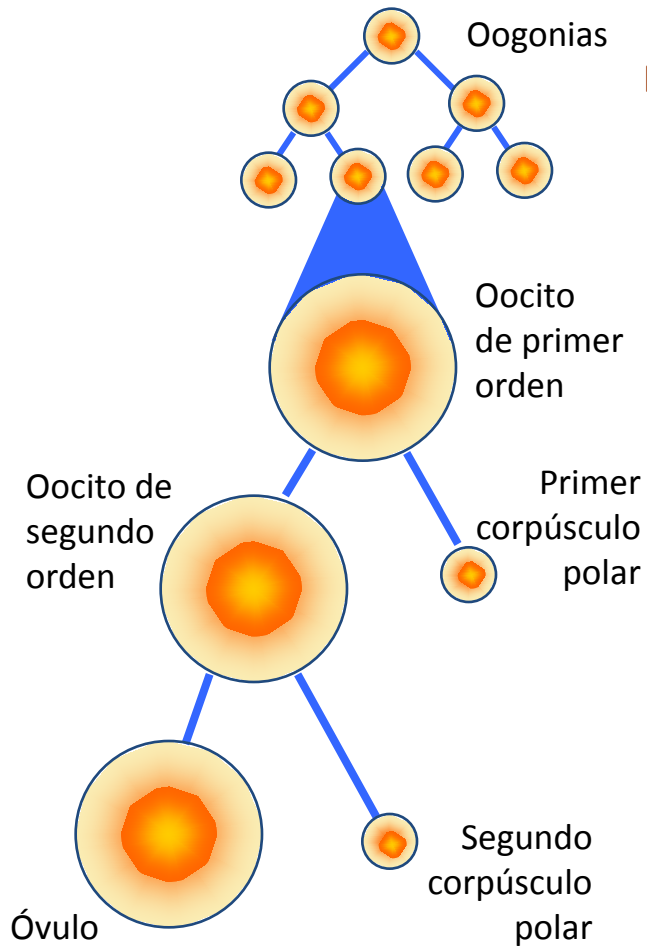


El **espermatozoide** es una célula cuya misión es ceder su ADN al óvulo. Presenta varias partes características la **cabeza**, **cuello** y la **cola**.

- La **cabeza** contiene un núcleo. En la parte delantera de la cabeza se localiza el **acrosoma**. Se trata de una vesícula derivada del aparato de Golgi cargada de enzimas hidrolíticas que van a permitir al espermatozoide atravesar las membranas que rodean el óvulo y llegar hasta él.
- **Cuello**. Es la zona de transición entre la cabeza y la cola. Tiene numerosas mitocondrias., que le dan la energía para el movimiento.
- La **cola** es un flagelo que impulsa al espermatozoide.



OOGÉNESIS



FASE DE PROLIFERACIÓN

FASE DE CRECIMIENTO

FASE MEIÓTICA O DE MADURACIÓN

FASE DE DIFERENCIACIÓN

En la mujer ocurren en el embrión. Cada **oocito de primer orden** se rodea de células foliculares formando los **folículos primordiales** y se detiene su actividad hasta la pubertad

En cada ciclo menstrual un oocito de primer orden forma tras la 1ª división meiótica un **oocito de 2º orden (n)** y el **primer corpúsculo polar** que degenera.

En la ovulación se expulsa un **oocito de 2º orden** que si es fecundado completa la 2ª división meiótica produciendo un **óvulo (n)** y el **2º corpúsculo polar**

De manera semejante a como sucede en la espermatogénesis, en la oogénesis se distinguen varias etapas:

1. Período de proliferación: se trata de la formación, por sucesivas mitosis, de numerosas células germinales denominadas **ovogonias** (células diploides), que son las células madres de los óvulos.

2. Período de crecimiento: las oogonias aumentan de tamaño y se transforman en los **ovocitos de primer orden**, que son células diploides.

3. Período de maduración o meiótico: el ovocito sufre la primera división meiótica y origina una célula llamada **ovocito de segundo orden** y otra menor, **corpúsculo polar** o polocito, todas ellas haploides.

Tanto el ovocito como el corpúsculo polar experimentan la segunda división meiótica, con lo que se forman en total cuatro células, todas ellas con una dotación haploide de cromosomas: un **óvulo fértil** que entra en la **fase de maduración** y tres corpúsculos polares estériles que degeneran.

De esta forma, se reduce el número de cromosomas, pero no las reserva nutritivas, que se concentran en una célula y facilitan su desarrollo, después de la fecundación.

4. Periodo de diferenciación: el óvulo casi no sufre modificaciones, sólo sufre crecimiento.

OOGÉNESIS

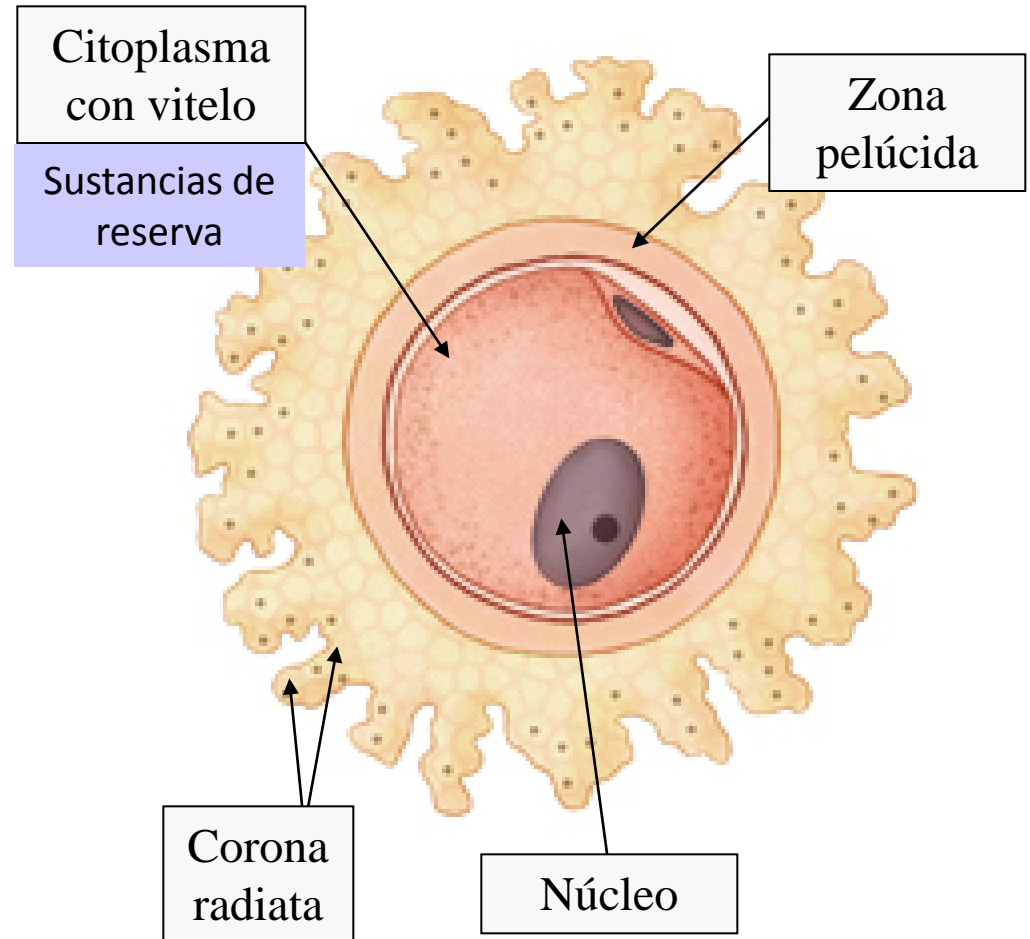
El óvulo casi no sufre modificaciones.

En el citoplasma se almacena una compleja mezcla de sustancias de reserva que constituyen el vitelo y pequeñas vesículas derivadas del Aparato de Golgi, los gránulos corticales, se disponen en su periferia.

Alrededor de la membrana plasmática existe una envuelta transparente: zona pelúcida, y sobre ella una corona radiada, formada por células foliculares.

El núcleo se localiza en un polo celular formando la vesícula germinativa.

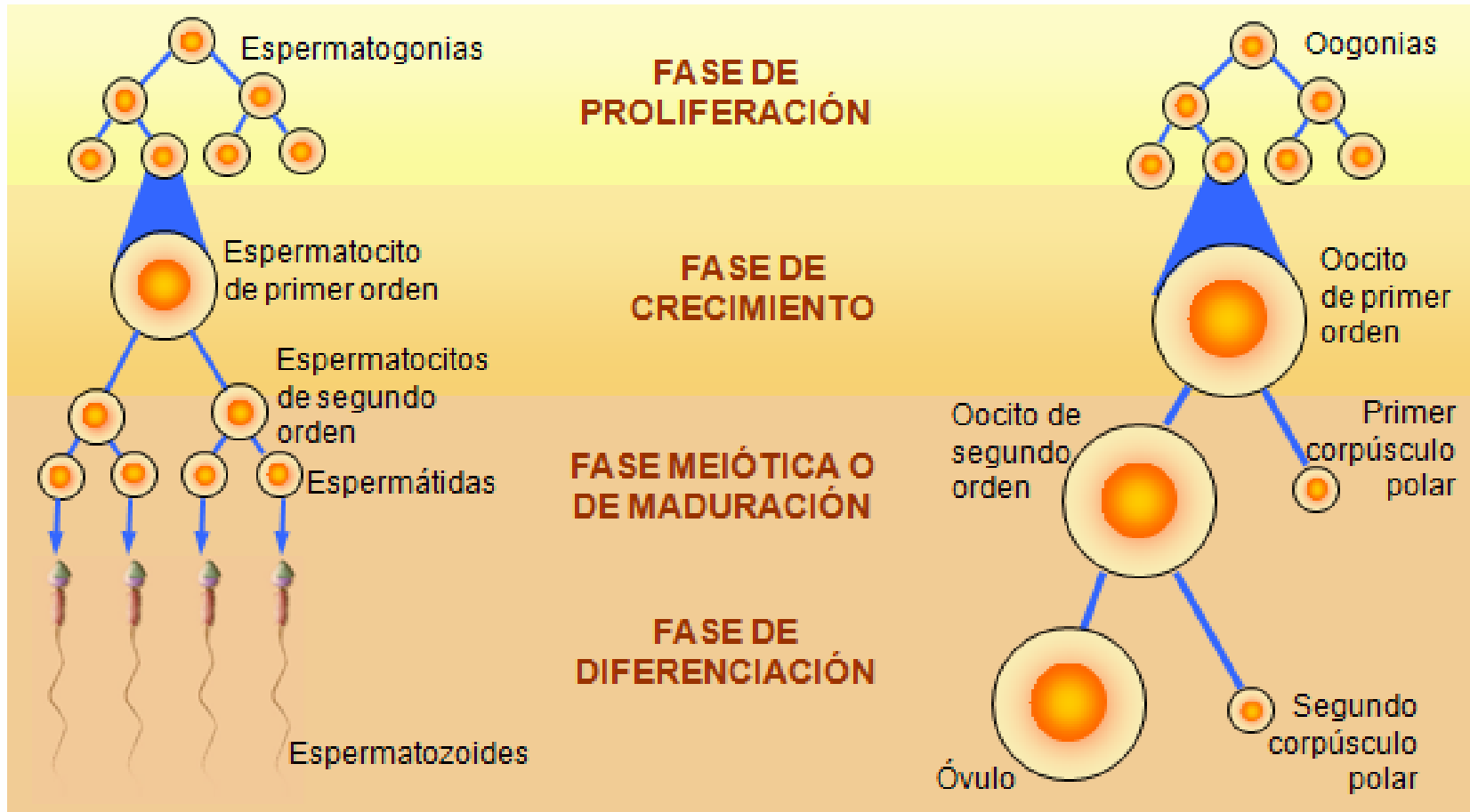
Óvulo



Comparación entre oogénesis y espermatogénesis

ESPERMATOGÉNESIS

OOGÉNESIS



Comparación entre oogénesis y espermatogénesis

En el caso de los humanos, la fase proliferativa en el hombre tiene lugar durante toda su vida fértil.

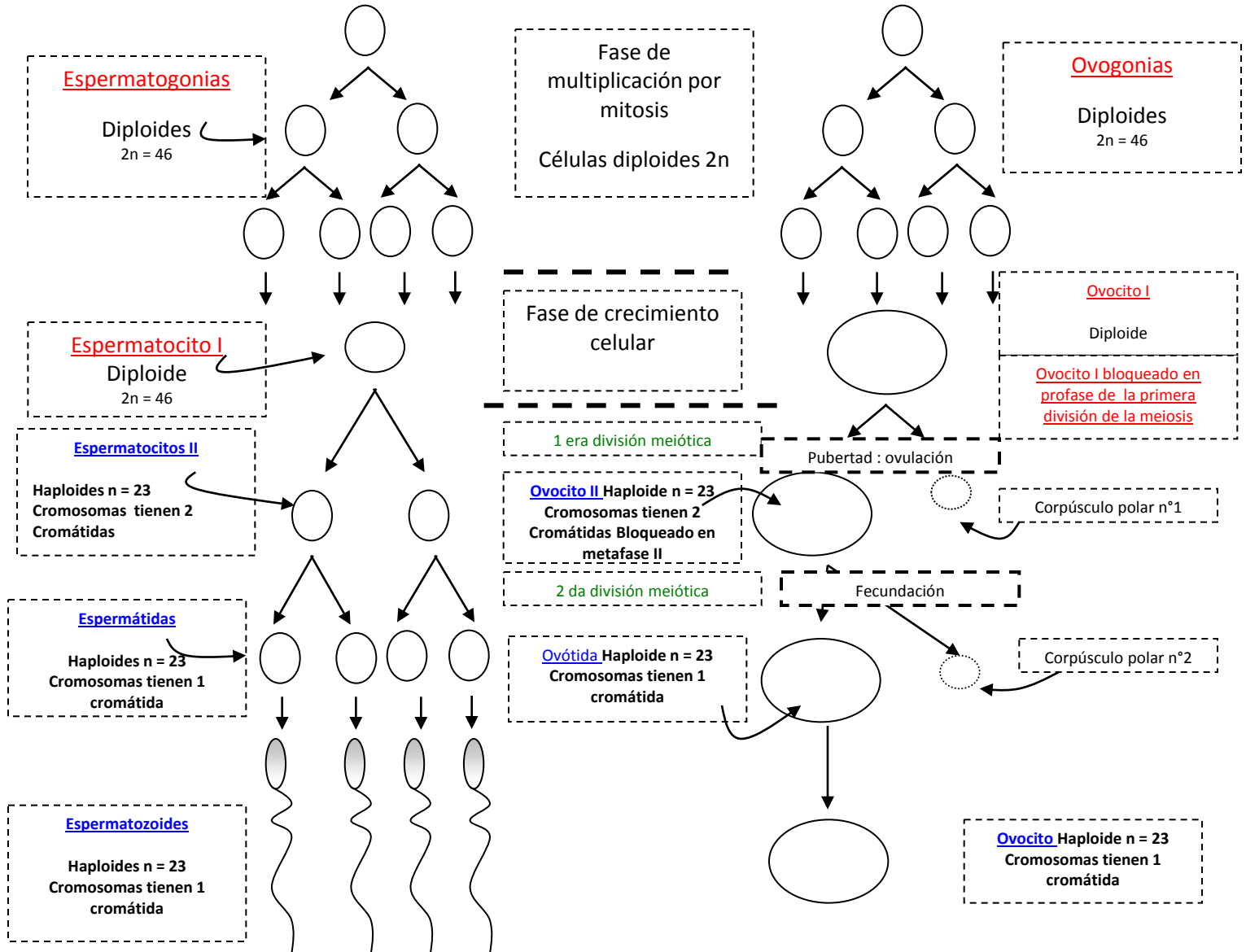
En la mujer, esta fase se sucede durante su desarrollo embrionario, de modo que ya nace con todos los oocitos de primer orden que durante la etapa adulta madurarán (pero no se formarán más).

En la espermatogénesis a partir de una célula germinal ($2n$), se forman 4 gametos (espermatozoides) que son viables todos ellos. En la oogénesis, una célula germinal, da lugar sólo a un óvulo viable (y tres corpúsculos polares que serán destruidos por el organismo).

El curso de la meiosis durante la Espermatogénesis y de la ovogénesis

Espermatogénesis

Ovogénesis

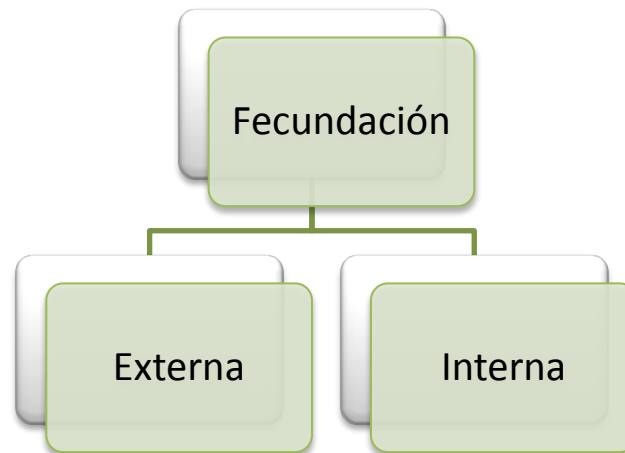


2. LA FECUNDACIÓN

Es el proceso de fusión de los gametos para formar el cigoto.

Tanto en los animales terrestres como en los acuáticos, los espermatozoides requieren de un medio acuático para poder desplazarse hasta los óvulos.

Frente a esta necesidad, los animales han desarrollado dos modelos básicos para la unión de los gametos: fecundación externa y fecundación interna.



Fecundación externa

Propia de individuos acuáticos (con la excepción del pulpo, algunos peces y los mamíferos acuáticos)

Los óvulos sin fecundar son liberados al exterior por la hembra (medio acuoso) y posteriormente el macho liberará los espermatozoides que fecundarán a estos óvulos.



Fecundación interna

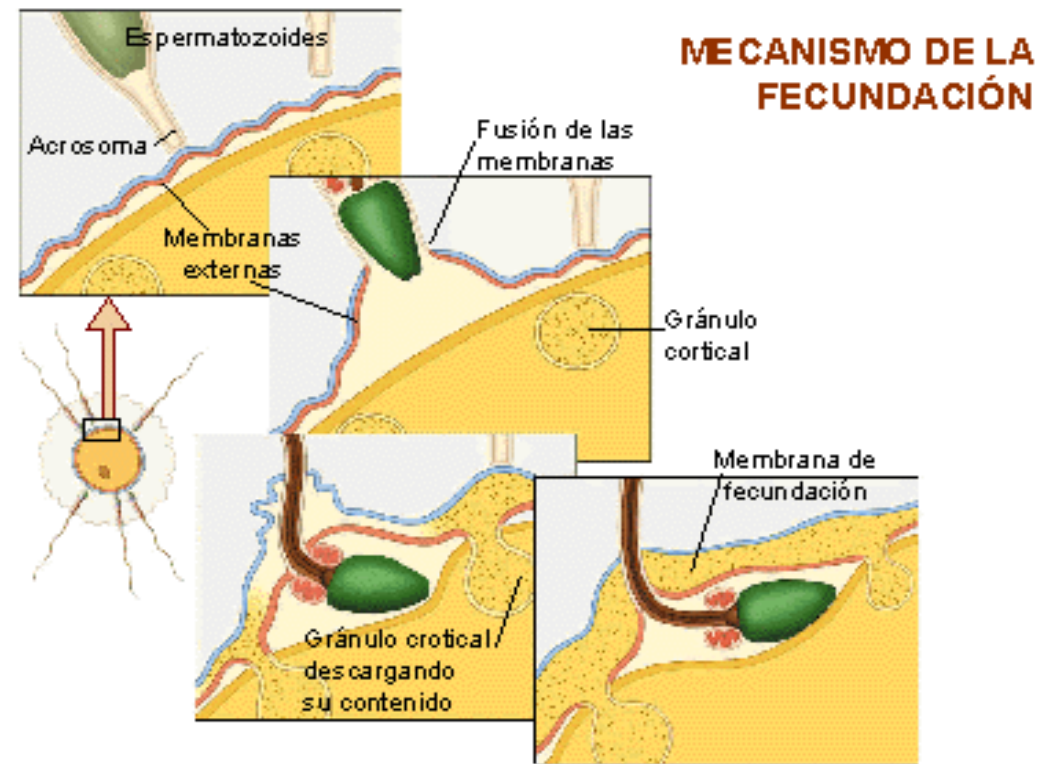
Propia de animales terrestres.

Es necesario el apareamiento entre macho y hembra. Los machos de muchos invertebrados, aves, reptiles y todos los mamíferos poseen un órgano copulador para introducir los espermatozoides en las vías genitales femeninas donde tiene lugar la fecundación.

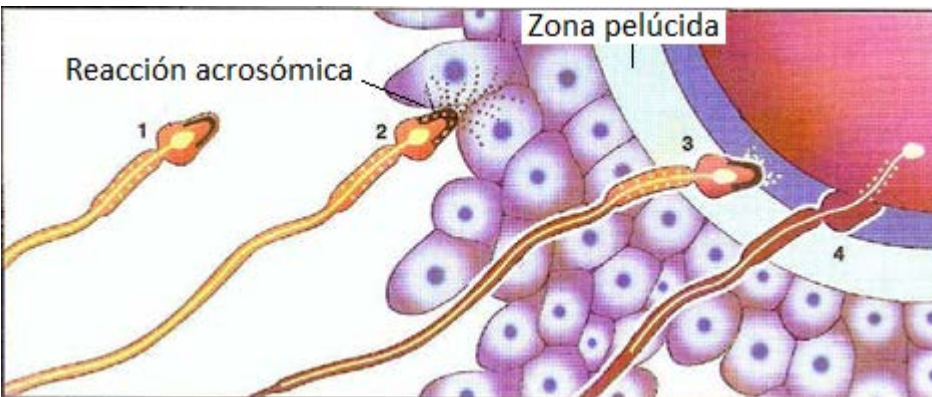
Los organismos que carecen de este órgano, se aparean poniendo en contacto sus orificios reproductores.

Otras especies liberan paquetes de espermatozoides, denominados espermatóforos, que son transferidos a las hembras.

2. LA FECUNDACIÓN



La **reacción cortical** se produce en la fecundación cuando un espermatozoide se une con la membrana plasmática del óvulo. Se trata de una modificación de la zona pelúcida que bloquea la polispermia.

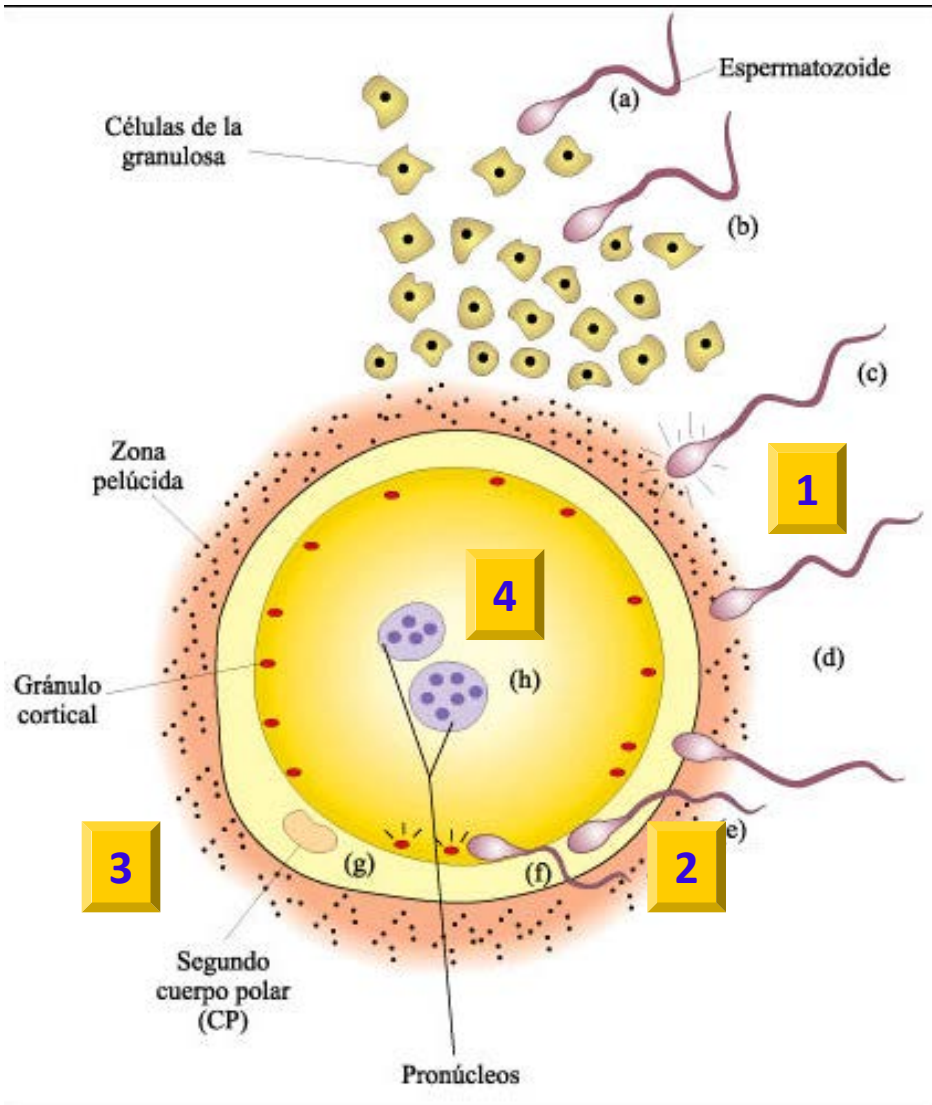


2. LA FECUNDACIÓN

Mecanismo de la Reproducción:

- El Espermatozoide entra en contacto con el óvulo.
- Liberación de enzimas del **acrosoma** que rompe la membrana externa del óvulo.
- Fusión de las membranas de ambos gametos y la cabeza del espermatozoide penetra en el interior del óvulo.
- Esto produce la activación del óvulo que segrega al exterior el contenido de los **granos corticales**.
- Formación de la **membrana de fecundación**. Que evita la fecundación de otros espermatozoides (polispermia)
- Una vez en el interior del óvulo, el núcleo espermático y el núcleo del óvulo se fusionan: **CARIOGAMIA**
- Se forma el cigoto.

MECANISMO DE LA FECUNDACIÓN



1

El espermatozoide perfora las membranas externas con las enzimas del acrosoma

2

Se fusionan las membranas de los gametos

3

Se activa el óvulo que libera el contenido de los gránulos corticales para formar la membrana de fecundación, se acaba la 2ª división meiótica y se libera el 2º corpúsculo polar

4

Se produce la cariogamia que forma el núcleo diploide del cigoto

2. LA FECUNDACIÓN

Fecundación y desarrollo

Según el lugar donde sucede la fecundación y se desarrolla el cigoto, se distinguen tres tipos de reproducción:

- 1. Ovípara**
- 2. Ovovivípara**
- 3. Vivípara**

2. LA FECUNDACIÓN

Fecundación y desarrollo

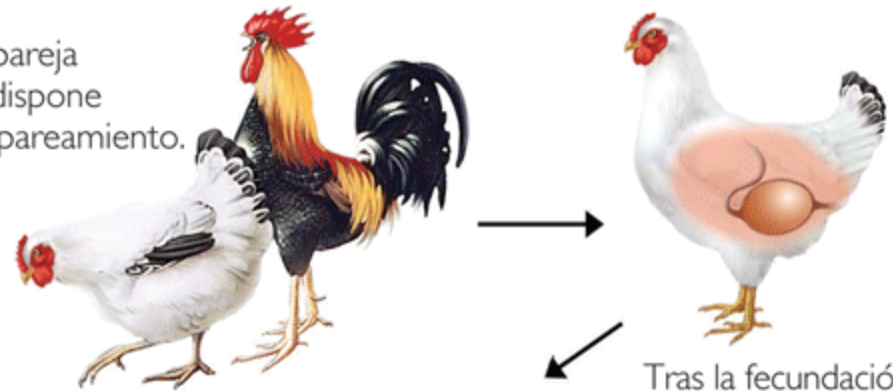
-**Ovípara**: los huevos son expulsados al exterior (fecundados o sin fecundar). Se presenta en todos los casos de fecundación externa y en algunos de fecundación interna como en las aves. El embrión, en el huevo, se nutrirá de las sustancias de reserva. Ejemplo: aves, peces, reptiles, anfibios.



Oviparos



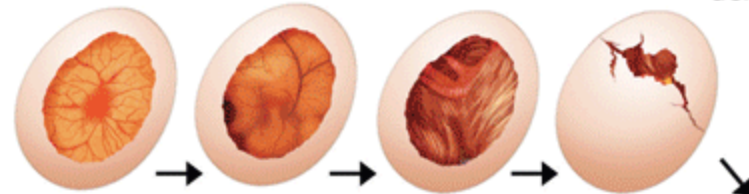
La pareja se dispone al apareamiento.



La puesta se realiza en un nido.



Tras la fecundación, comienza en el interior de la hembra el desarrollo de los nuevos seres dentro de huevos.



Durante la incubación de los huevos prosigue el desarrollo embrionario en su interior. El huevo contiene sustancias alimentarias para el embrión.



Por último, el nuevo ser rompe la cáscara y abandona el huevo tras la eclosión.

2. LA FECUNDACIÓN

Fecundación y desarrollo

-**Ovovivípara**: Son especies que presentan fecundación interna; los embriones se desarrollan en el interior del cuerpo materno, pero no se nutren del mismo, sino de las sustancias nutritivas de los huevos en los que se encuentran.

Los huevos eclosionan dentro de la madre o justo después de la puesta. Ejemplos: algunos peces (tiburones), anfibios, reptiles... ornitorrinco (mamífero).



Ovovipiparos



<http://videosift.com/video/Chameleon-gives-birth?theme=nublu>

2. LA FECUNDACIÓN

Fecundación y desarrollo

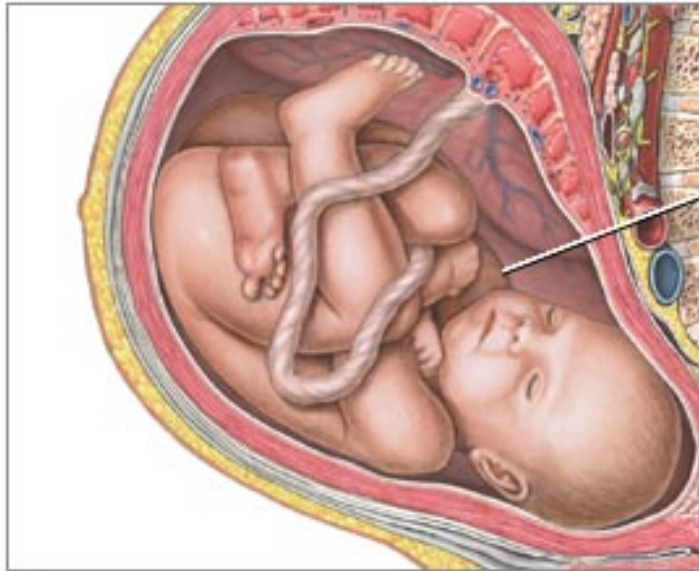
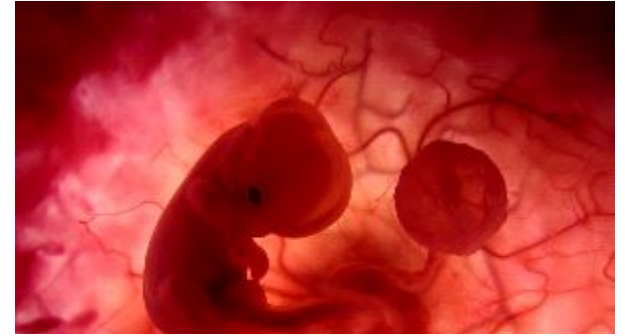
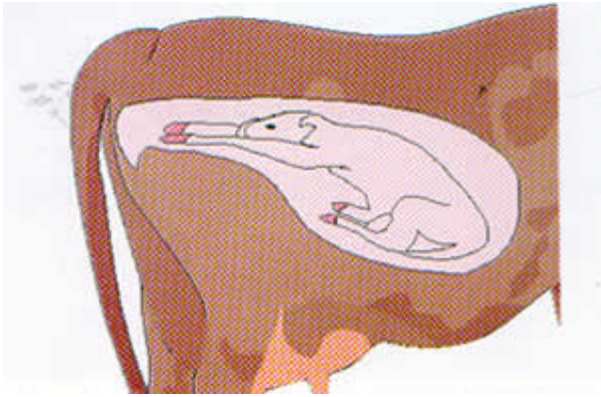
-**Vivípara**: el embrión se desarrolla en el interior del cuerpo materno, en el útero, y se alimenta de la placenta.

La fecundación es interna.

Ejemplo: todos los mamíferos, algunos peces y reptiles.



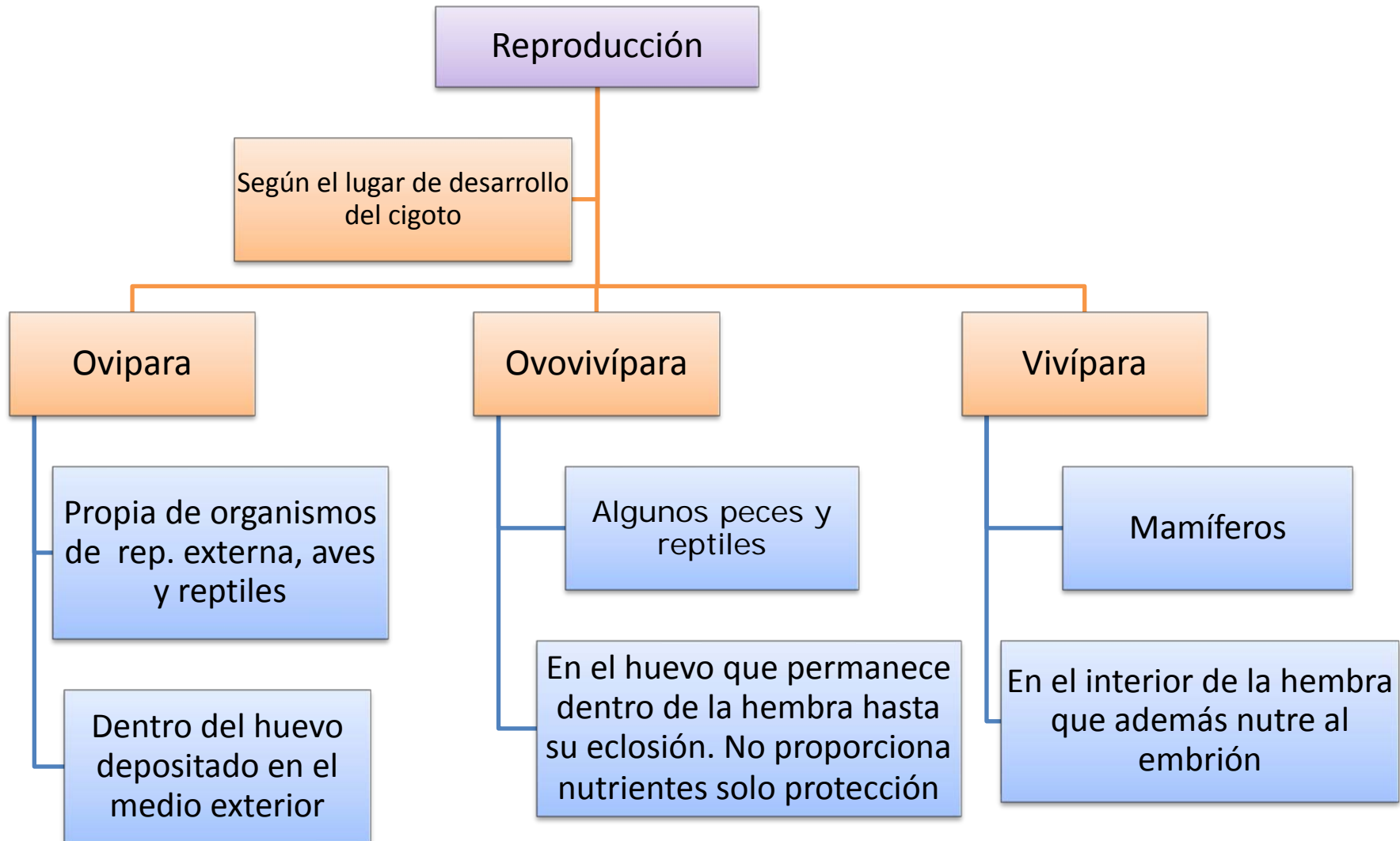
Viviparos



Feto normal
en la 39° sem
de embarazo



Fecundación y desarrollo



3. EL DESARROLLO EMBRIONARIO

El desarrollo embrionario es el proceso por el cual se forma un nuevo individuo a partir de la célula huevo.

Se distinguen tres fases:

1º. Segmentación

2º. Gastrulación

3º. Organogénesis



Segmentación

- Desde el cigoto hasta la blástula



Gastrulación

- De blástula hasta la gástrula



Organogénesis

- Formación de los órganos

3. EL DESARROLLO EMBRIONARIO

Segmentación

- Son una serie de divisiones celulares mitóticas consecutivas en la célula inicial.
- En la mayoría de los animales, la segmentación procede de una rápida síntesis de ADN y mitosis.
- El embrión se convierte en una masa esférica de células con aspecto de mora: **mórula** (8 células en el caso de los mamíferos).
- Cada una de las células que forma la mórula recibe el nombre de **blastómero**.
- A partir de la mórula, las divisiones celulares embrionarias continúan hasta que se forma la **blástula** (16 células en mamíferos) dando lugar a una cavidad en su interior denominada **blastocelo**.

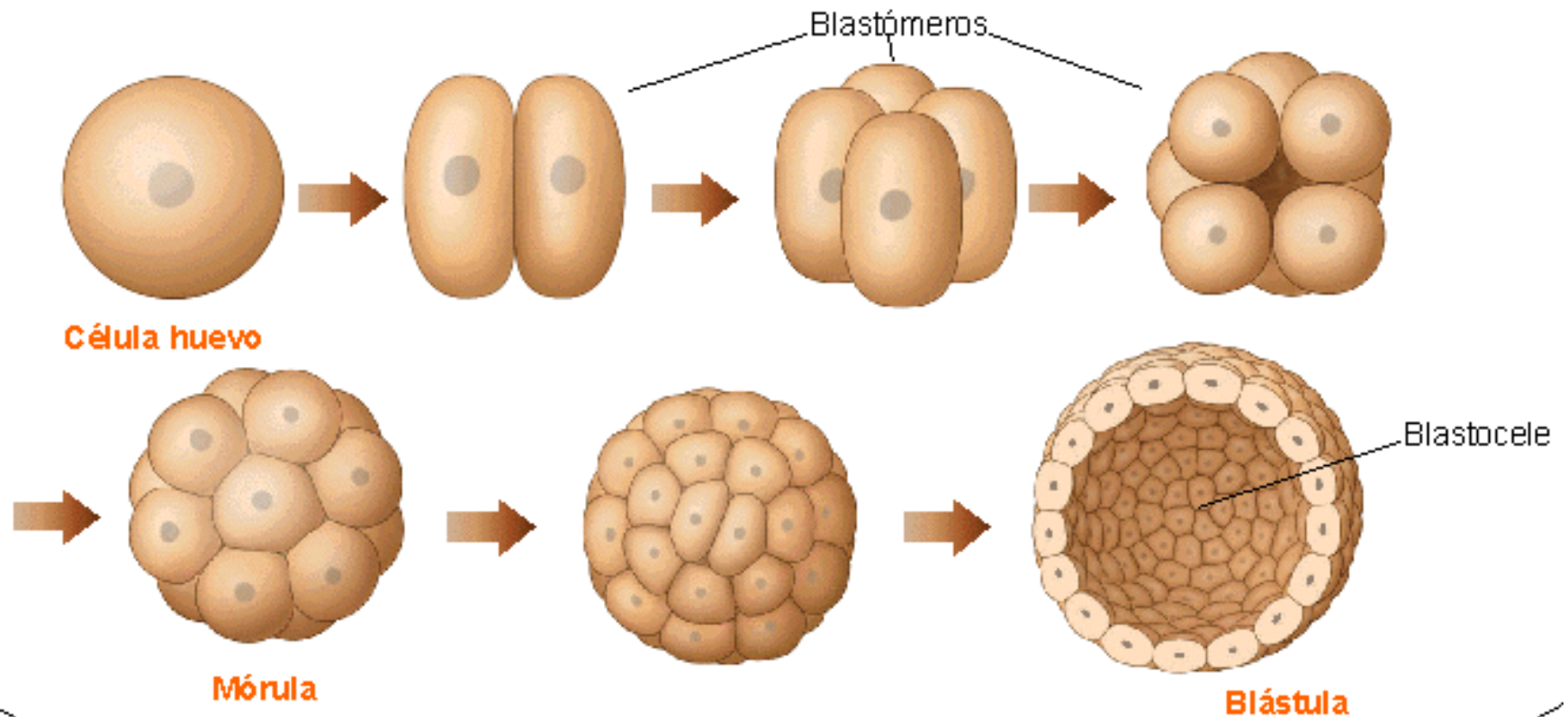
3. EL DESARROLLO EMBRIONARIO

Segmentación

- La segmentación y la formación de la blástula están muy influidas por la cantidad de vitelo en el huevo.
- Los huevos con poco vitelo se dividen por completo. Como los de los mamíferos.
- Los huevos con mucho vitelo, sólo se dividen parcialmente. La parte en la que se acumula el vitelo permanece sin segmentar. Como en las aves.

3. EL DESARROLLO EMBRIONARIO

SEGMENTACIÓN DE UN HUEVO CON ESCASO VITELO



3. EL DESARROLLO EMBRIONARIO

Segmentación en mamíferos

En los mamíferos placentarios, el cigoto produce tanto el embrión como las estructuras extraembrionarias (placenta)

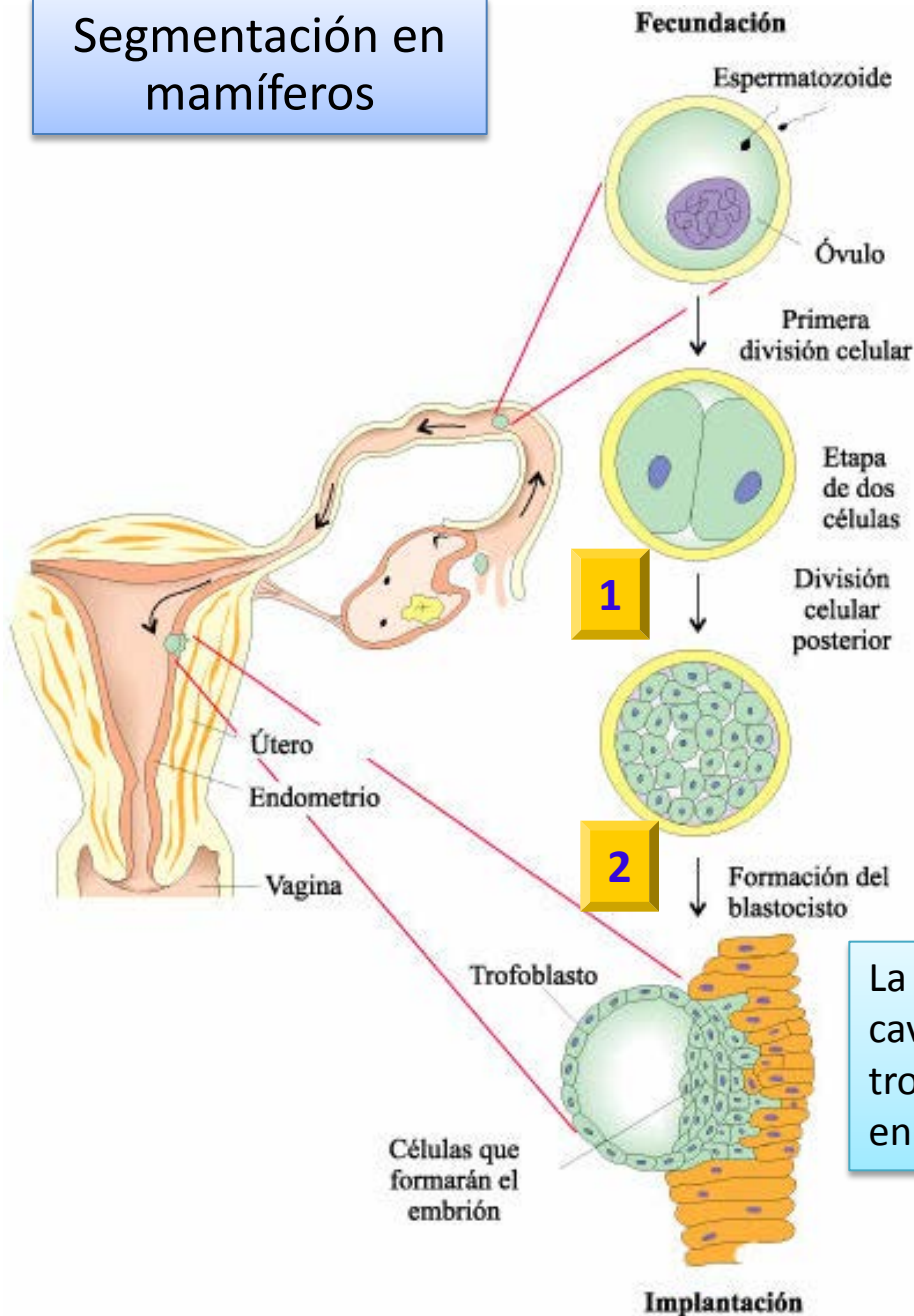
Su segmentación es completa, ya que tienen poco contenido de vitelo.

En el paso de 16 a 32 células, estas se separan en 2 grupos:

- las más internas forman una masa que se convertirá en el embrión
- las más externas se convierten en un saco envolvente: trofoblasto que intervendrá en la formación de la placenta.

Las células trofoblásticas secretan líquido y crean una cavidad con la masa interna de células colocada en un extremo. En este estadio el embrión se llama **blastocisto**.

Segmentación en mamíferos



El cigoto forma el embrión y estructuras extraembrionarias (placenta)

1

La mórula se produce por segmentación completa

2

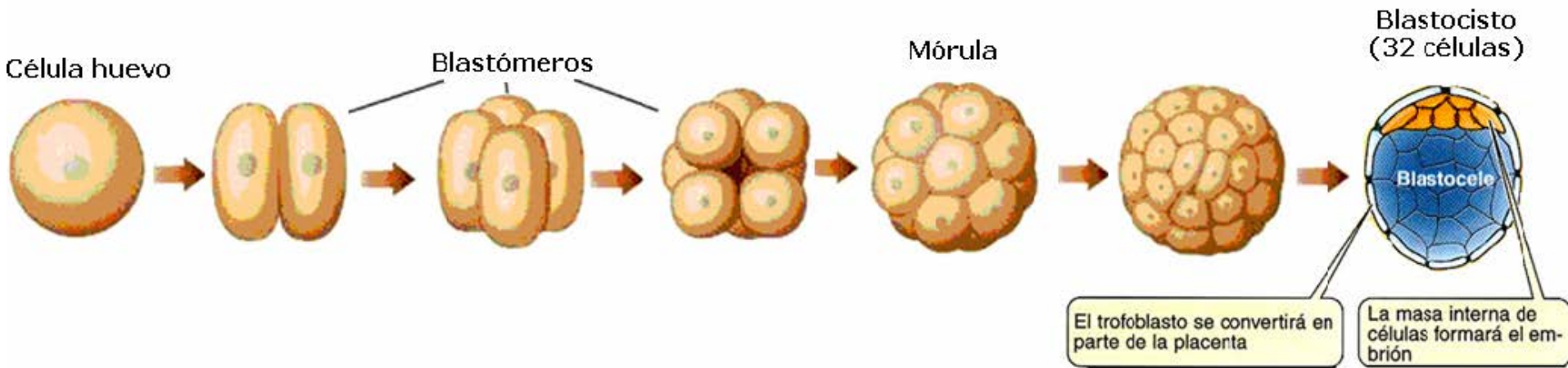
En el paso de la blástula de 16 a 32 células se forman dos grupos de células

Un grupo se dispone internamente y formará el **embrión**

El otro grupo se dispone externamente formando un saco, **trofoblasto**, implicado en la formación de la placenta

La fase resultante se llama **blastocisto**, tiene una cavidad rellena de líquido producido por las células trofoblásticas y la masa interna que formará el embrión en un extremo

3. EL DESARROLLO EMBRIONARIO



4. EL DESARROLLO EMBRIONARIO (II)

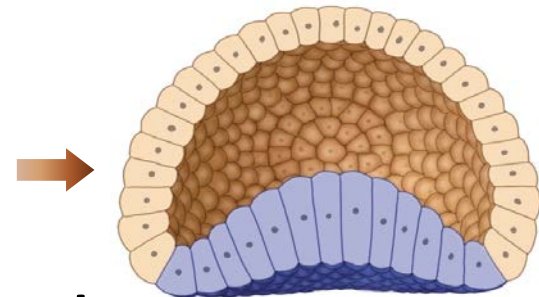
Gastrulación o producción de un plan corporal

- Es el proceso por el cual las células de la blástula se desplazan y se disponen en capas, denominadas **hojas embrionarias**.
- Cada capa de células ya tiene marcado su destino en la formación de los futuros órganos.
- Según el número de hojas embrionarias formadas en la gastrulación, los organismos pueden ser: **diblásticos** o **triblásticos**.

4. EL DESARROLLO EMBRIONARIO (II)

Gastrulación

- **DIBLÁSTICOS:** la gástrula presenta dos capas u hojas embrionarias a partir de las cuales se formarán todos los órganos adultos.
 - -externa o **ectodermo**
 - -interna o **endodermo**

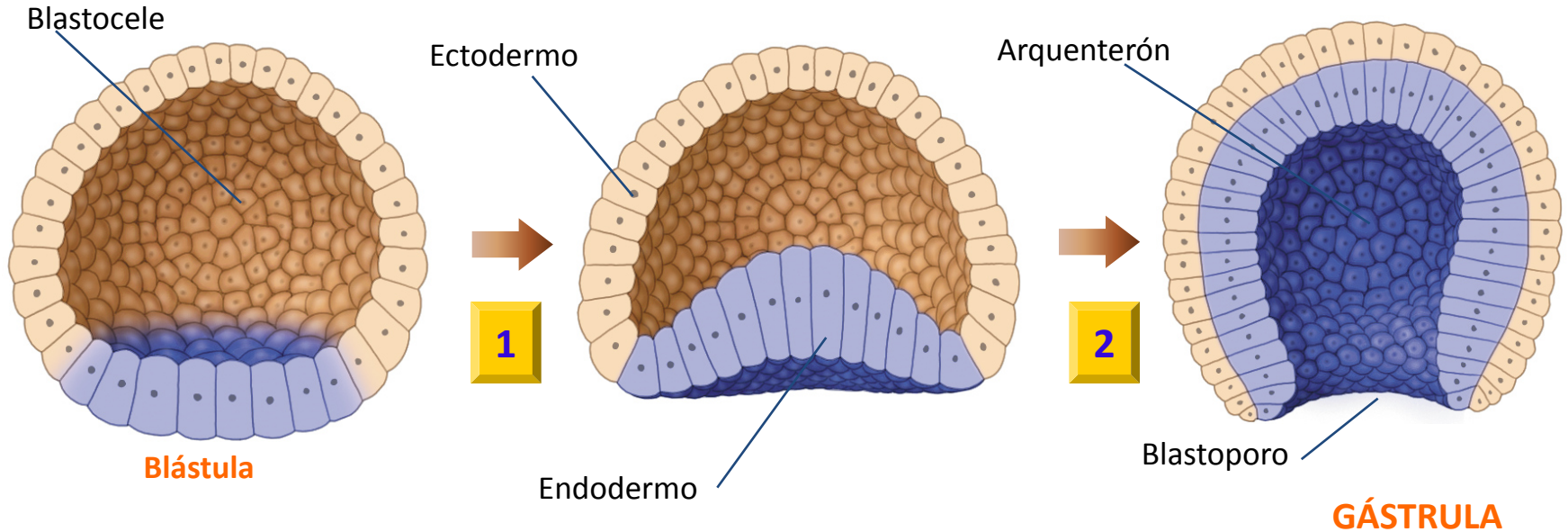


El endodermo delimita una cavidad, el **arquenteron** (intestino primitivo) que comunica con el exterior por un orificio: **blastoporo**.

En el adulto, el arquenterón constituye la cavidad en la que tiene lugar la digestión y el blastoporo se convierte en la abertura que comunica esa cavidad con el exterior.

Ejemplos: esponjas y celentéreos (medusas)

Gastrulación en diblásticos



1

Las células de la blástula se reorganizan, unas se invaginan cerrando el blastocele

2

La **gástrula** tiene una capa de células externa (**ectodermo**), otra interna (**endodermo**) y una cavidad (**arquenterón**) cuya apertura es el **blastoporo**

En adultos el arquenterón será la cavidad digestiva y el blastoporo su comunicación con el exterior

4. EL DESARROLLO EMBRIONARIO (II)

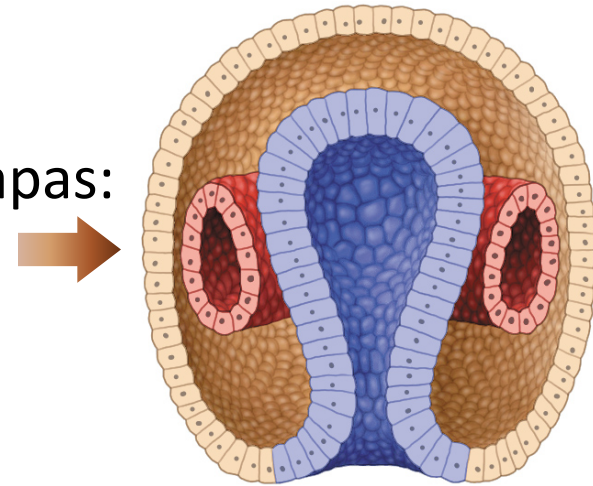
Gastrulación

TRIBÁSTICOS: en la mayoría de los animales se forma una tercera capa embrionaria: el **mesodermo**, que se encuentra entre el **ectodermo** y el **endodermo**.

Mesodermo: formado a su vez por dos capas:

-**hoja parietal:** se suelda al ectodermo

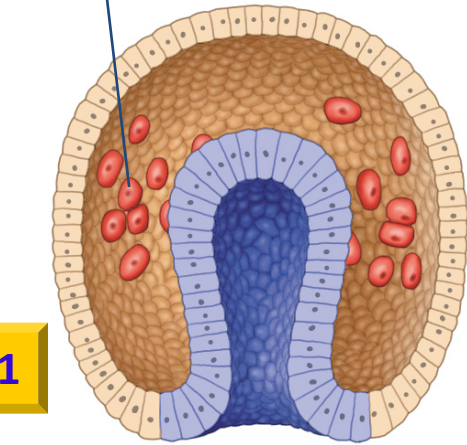
-**hoja visceral:** se adhiere al endodermo.



Entre ambas hojas queda la cavidad general del cuerpo de estos organismos: el **celoma**

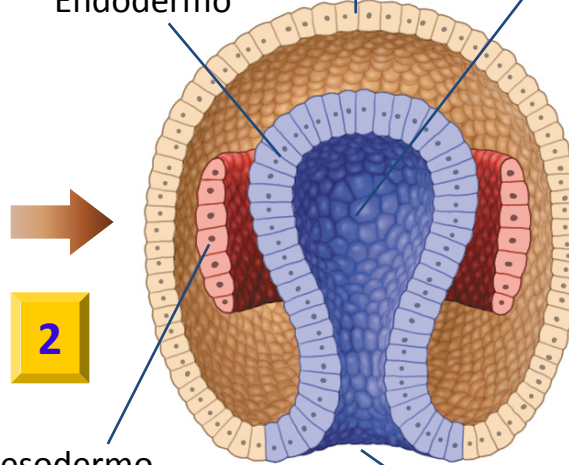
Gastrulación en triblásticos

Células mesodérmicas



1

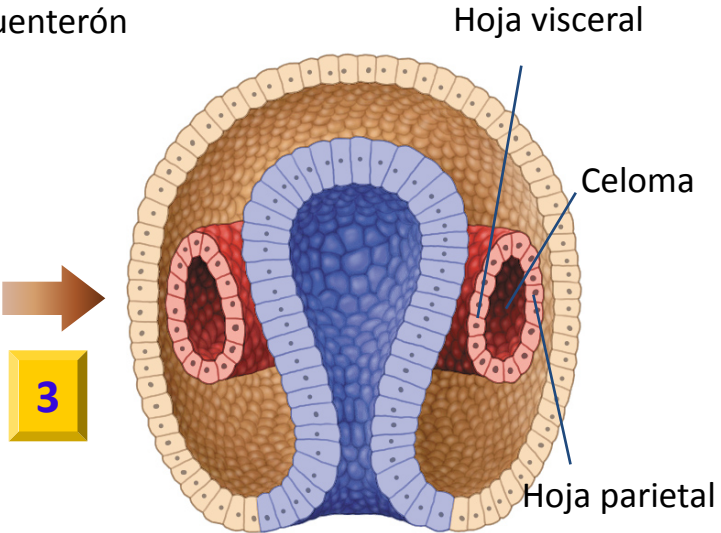
Endodermo Ectodermo Arquenterón



Mesodermo

Blastoporo

2



Hoja visceral

Celoma

Hoja parietal

3

1

El ectodermo y el endodermo se originan de forma similar a los diblásticos. Algunas células se quedan entre las dos hojas embrionarias

2

Esas **células mesodérmicas** forman el **mesodermo**

3

En el mesodermo se forma una cavidad, el **celoma**. La parte mesodermo próxima al endodermo se llama **hoja visceral** y la cercana al ectodermo **hoja parietal**

4. EL DESARROLLO EMBRIONARIO (II)

Gastrulación

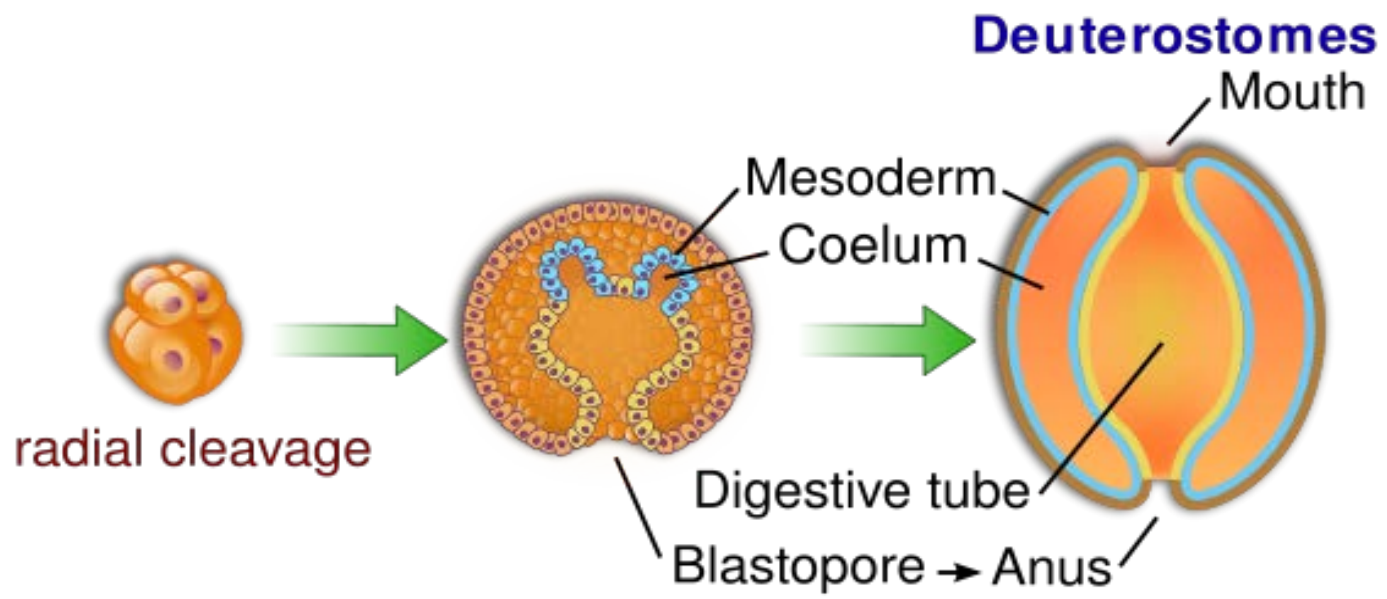
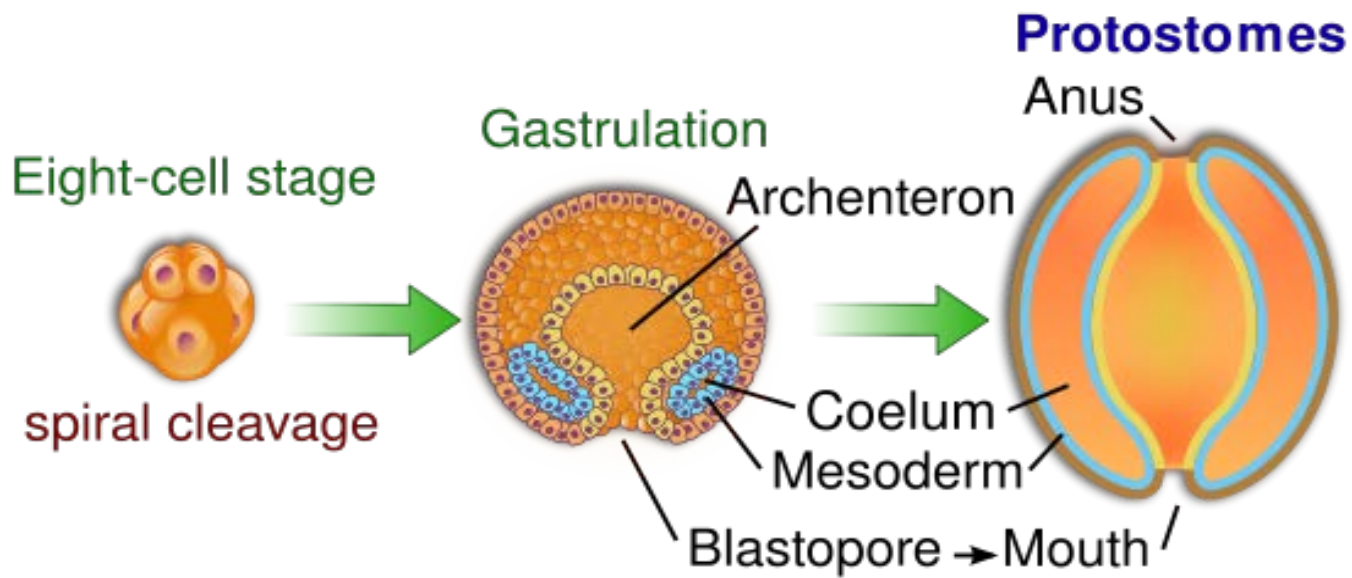
En los animales triblásticos, existen 2 modelos básicos de desarrollo:

- protóstomos: la boca del individuo se forma a partir del blastoporo.

Se da en anélidos, moluscos, artrópodos.

- deuteróstomos: la boca se abre posteriormente en un lugar diferente al blastoporo.

Se da en equinodermos y cordados.



Modelos básicos de desarrollo en triblásticos

Protóstomos

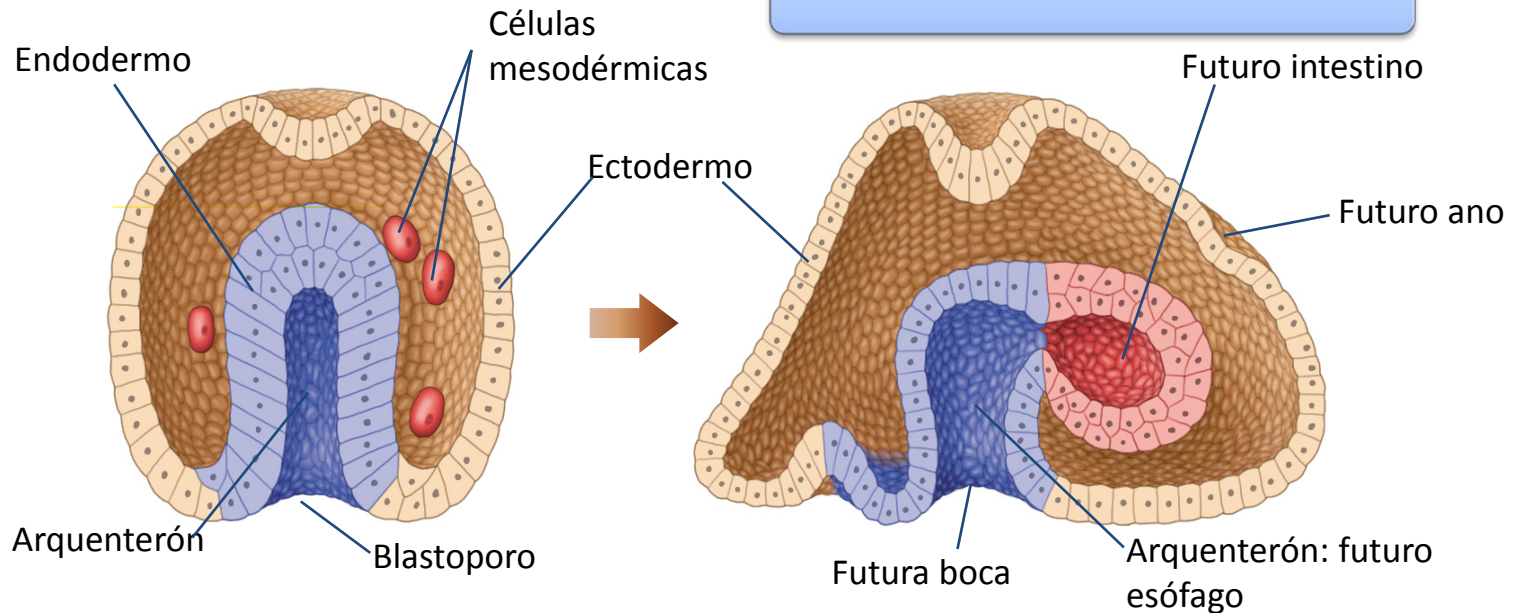
La boca se formará a partir del blastoporo

Anélidos, moluscos y artrópodos

Deuteróstomos

La boca se abre en un lugar distinto al blastoporo

Equinodermos y cordados



Gastrulación

Según el número de hojas embrionarias

Proceso en el que las células de la blástula se dispone en **hojas embrionarias**, cada hoja es una capa de células que formará unos órganos concretos

Animales Diblásticos

Dos hojas

Endodermo y ectodermo

Esponjas y celentéreos

Animales Triblásticos

Tres hojas: Endodermo, medosermo y ectodermo

Protóstomos

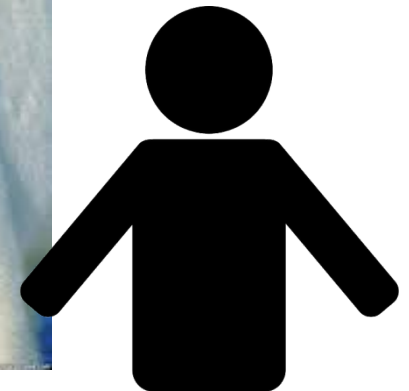
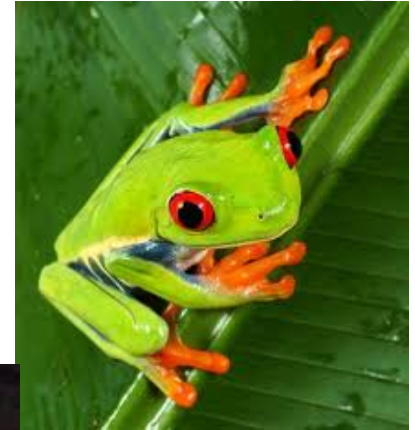
Anélidos, moluscos y artrópodos

Deuteróstomos

Equinodermos y cordados

4. EL DESARROLLO EMBRIONARIO (II)

Animales diblásticos y triblásticos



4. EL DESARROLLO EMBRIONARIO (II)

Organogénesis

-Formación de los órganos a partir de las hojas embrionarias.

-Las células embrionarias, mas o menos uniformes, se van especializando para dar lugar a **tejidos y órganos**.

-El destino de las hojas embrionarias será el siguiente:

-A partir del **ectodermo**: se forman la epidermis de la piel y sus órganos anejos (pelos, plumas, glandulas cutaneas etc.); también el tejido nervioso y las células receptoras de los órganos sensoriales.

4. EL DESARROLLO EMBRIONARIO (II)

Organogénesis

-A partir del **endodermo**: se originan el revestimiento epitelial del tubo digestivo y respiratorio, las glándulas digestivas y la vejiga urinaria.

-A partir del **mesodermo**: se forma la capa dérmica de la piel, el revestimiento de las cavidades internas, el corazón y los demás órganos del aparato circulatorio, los riñones, las gónadas y el sistema esquelético y muscular.

Membranas extraembrionarias

En reptiles, aves y mamíferos el embrión se rodea de membranas formadas a partir de las hojas embrionarias

Membranas extraembrionarias

Saco vitelino

Primera membrana que se forma, rodea a la masa de vitelo

Amnios

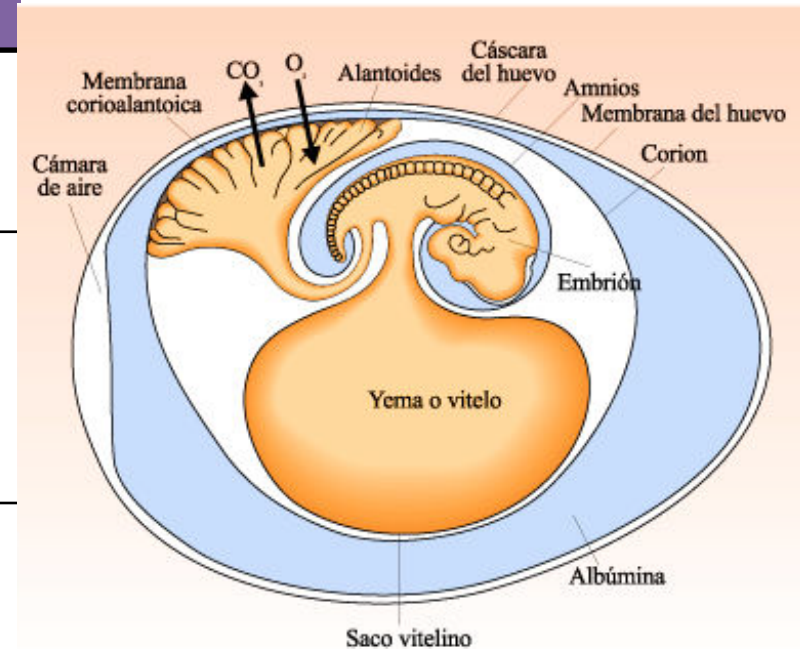
Membrana que rodea al embrión y segrega el líquido amniótico que proporciona un ambiente acuoso

Corion

Envuelve al amnios y al saco vitelino, limitando la pérdida de agua y controlando el intercambio de gases

Alantoides

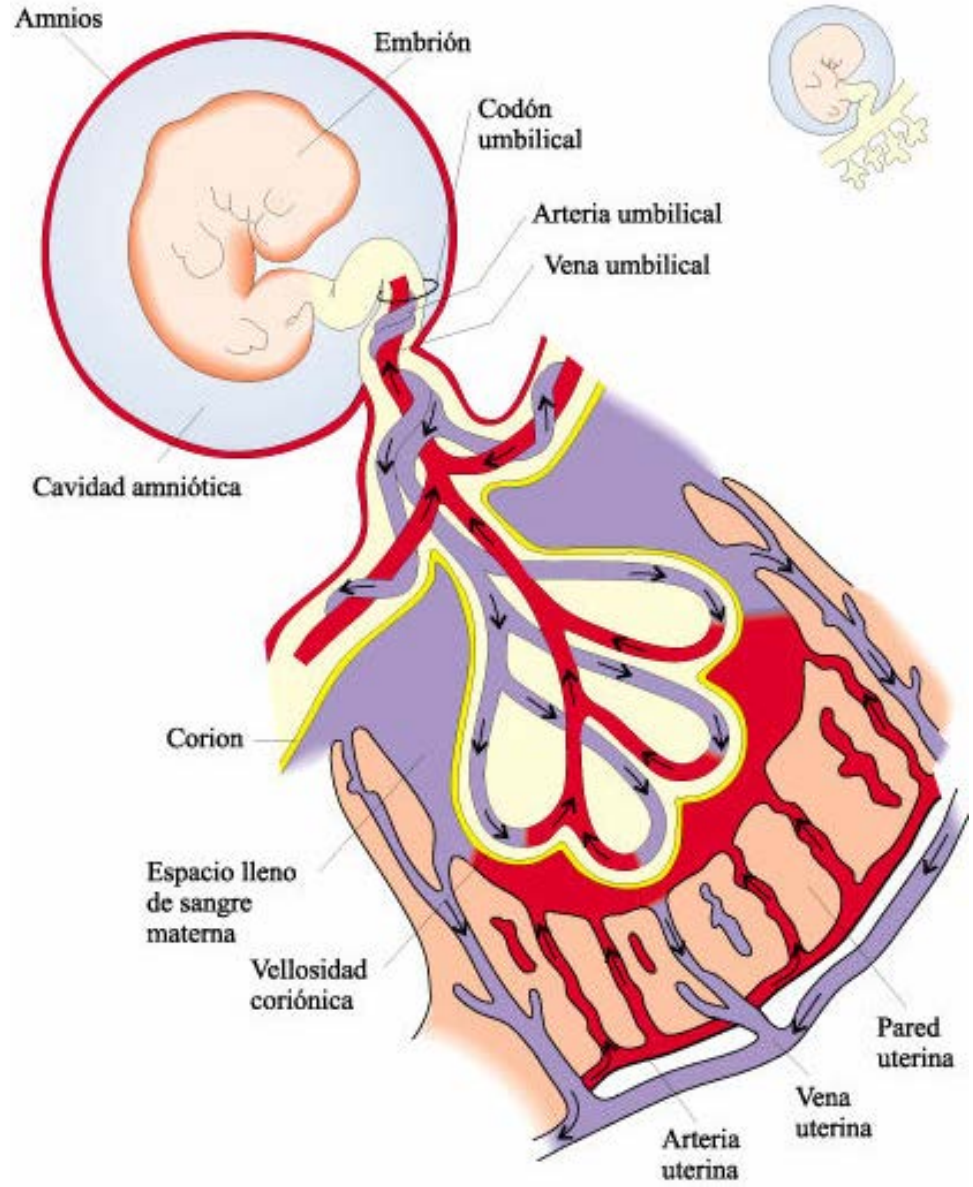
Bolsa en la que se almacenan los desechos producidos por el embrión



Membranas extraembrionarias

En la mayoría de los mamíferos, estas membranas cumplen una función muy particular ya que, junto con los tejidos de la pared del útero, forman la **placenta**.

La placenta es responsable de la nutrición del embrión, y el **cordón umbilical**, que une el embrión a la placenta.



5. EL DESARROLLO POSEMBRIONARIO

Comienza con el parto en los animales vivíparos o con la eclosión del huevo en lo ovíparos.

El nuevo individuo inicia un periodo de crecimiento hasta llegar a la etapa adulta.

El desarrollo posembrionario puede ser:



DESARROLLO DIRECTO

Consiste en un proceso de crecimiento mediante el que se alcanza el tamaño del adulto y la madurez sexual.



DESARROLLO INDIRECTO

El embrión no completa su desarrollo y da lugar a una larva de vida libre. La transformación a adulto la realizará mediante **METAMORFOSIS** que puede ser:

SENCILLA

COMPLEJA

Desarrollo directo.

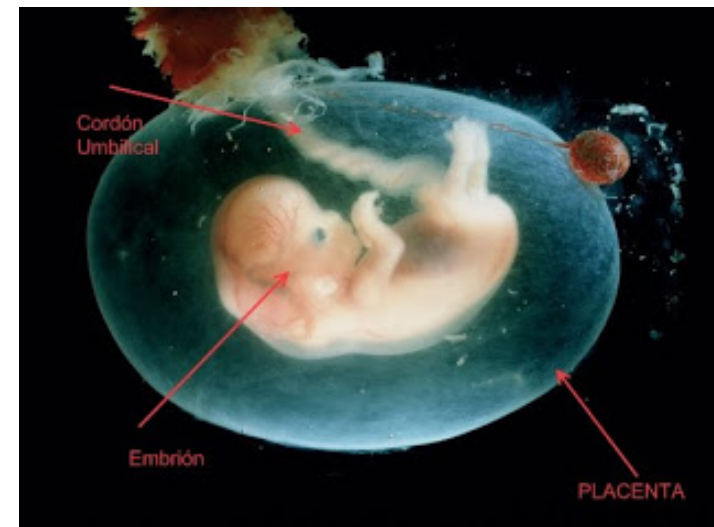
Es típico de animales ovíparos con abundantes reservas vitelinas.

El nuevo ser es semejante al adulto.

Es un proceso de simple crecimiento (con la adquisición de la madurez reproductora).

Ocurre en los reptiles, las aves y los insectos más primitivos

También se da en los mamíferos placentarios, a pesar del escaso vitelo, como se alimentan de la madre a través de la placenta



Desarrollo indirecto

Se produce cuando los huevos tienen pocas reservas.

El desarrollo embrionario es corto y el embrión tiene que abandonar el huevo para obtener del medio el alimento necesario para completar su formación.

El animal (larva) que sale del huevo es muy diferente del adulto y sufre transformaciones profundas hasta llegar a la fase adulta. Este proceso constituye la **metamorfosis**, que puede ser de dos tipos: *sencilla o compleja*



Metamorfosis

Las larvas poseen órganos provisionales que son sustituidos por los definitivos en la metamorfosis

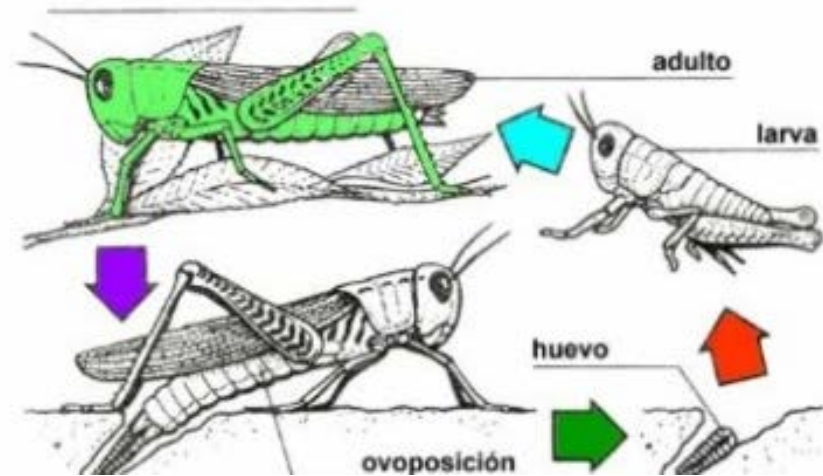
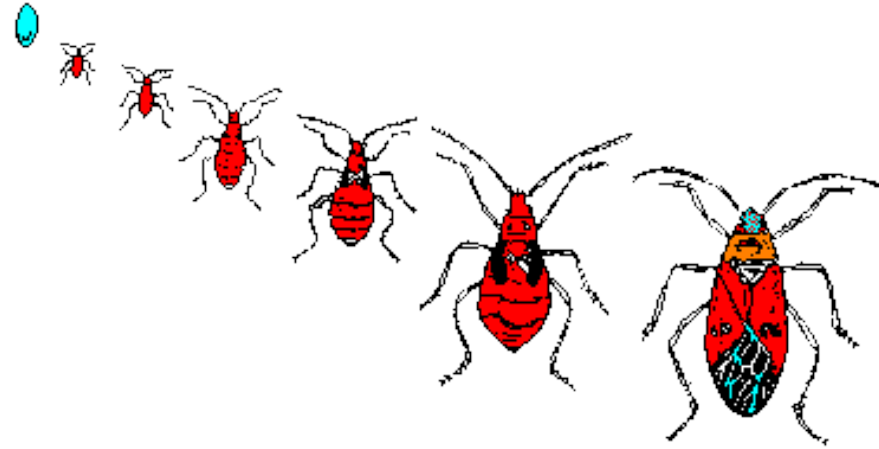
Según la complejidad del proceso tenemos 2 tipos de metamorfosis:

Sencilla o incompleta: en anfibios, equinodermos, anélidos, moluscos y muchos insectos.

Complicada: en insectos.

Metamorfosis

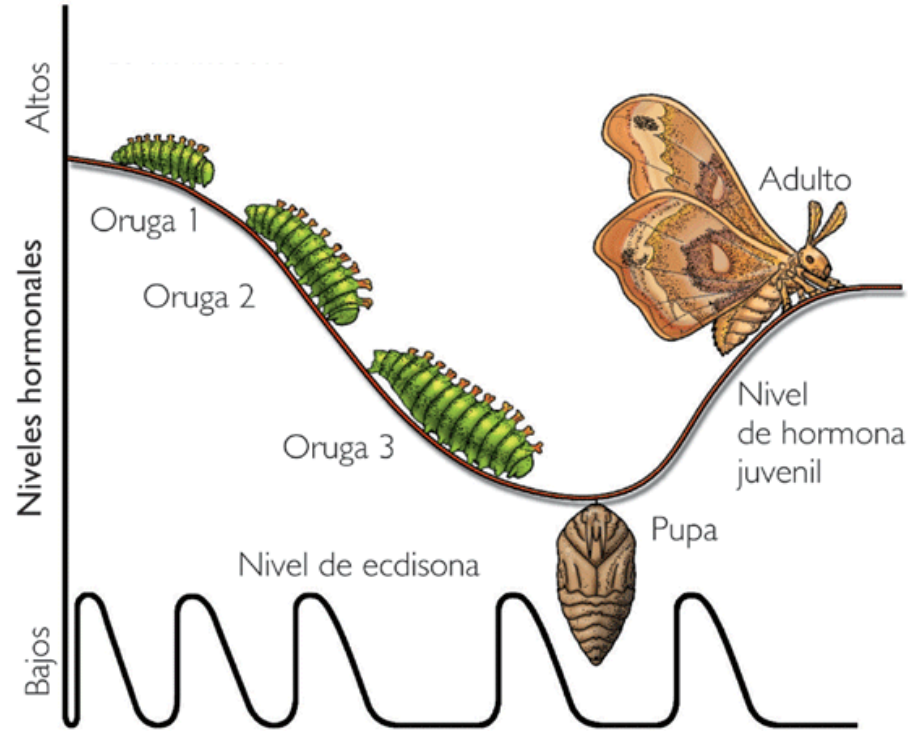
- **Metamorfosis sencilla.** Tiene lugar cuando las larvas se transforman en individuos adultos de una manera continua, a través de sucesivas mudas, sin periodos de inactividad. La larva que nace se parece en cierta medida al adulto.



Metamorfosis

- **Metamorfosis complicada.** Es un proceso mucho más complejo. La larva que nace tiene una configuración muy distinta del adulto.

La larva pasa por un estado de inmovilidad, llamado **pupa o ninfa**, durante el que no se alimenta y experimenta los profundos cambios que originarán el animal adulto.

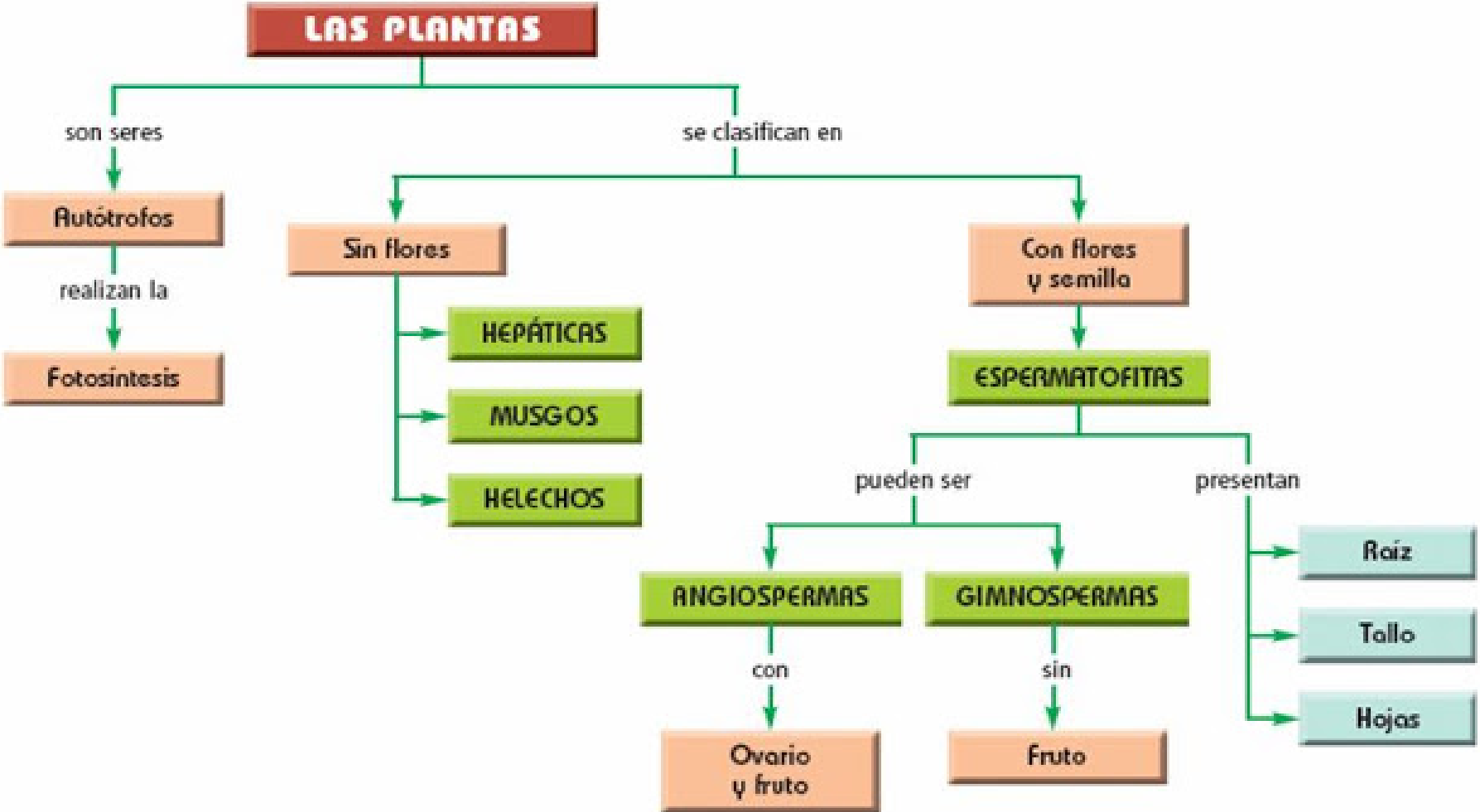


LA REPRODUCCIÓN EN LOS DISTINTOS GRUPOS DE ANIMALES

GRUPOS	REPRODUC.ASEXUAL	REPRODUCCIÓN SEXUAL		FECUNDACIÓN	TIPO DE DESARROLLO	LUGAR DE DESARROLLO
		Sexo separado	Hermafrodita			
Esponjas	Escisión	Sí	Sí	Externa e interna	Indirecto	Ovíparos
Cnidarios	Escisión	Sí	Sí	Externa e interna	Indirecto	Ovíparos
Platelmintos	Escisión	Sí	Sí	Externa e interna	Indirecto	Ovíparos
Anélidos	Escisión	Sí	Sí	Interna y externa	Indirecto	Ovíparos
Moluscos	No	Sí	Sí	Externa e interna	Indirecto	Ovíparos
Arácnidos	No	Sí	No	Interna (espermatóforos)	Directo	Ovovivíparos
Crustáceos	No	Sí	Sí	Externa e interna	Indirecto	Ovíparos
Insectos	No	Sí	No	Interna (espermatóforos)	Indirecto, sencillo o complejo	Ovíparo y ovovivíparo
Equinodermos	Regeneración	Sí	Excepciones	Externa	Indirecto	Ovíparos
Peces	No	Sí	No	Externa e interna	Directo, Indirecto	Ovíparos y ovovivíparos
Anfibios	No	Sí	No	Externa	Indirecto	Ovíparos
Reptiles	Regeneración	Sí	No	Interna	Directo	Ovíparos y ovovivíparos
Aves	No	Sí	No	Interna	Directo	Ovíparos
Mamíferos	No	Sí	No	Interna	Directo	Vivíparos



CLASIFICACIÓN PLANTAS



6. LA REPRODUCCIÓN EN LAS PLANTAS ESPERMATÓFITAS

-Plantas con semillas: **Espermatófitas**

-La **Flor** es la estructura en la que se encuentran los órganos reproductores de las espermatófitas.



Thymus vulgaris



Cistus albidus



Lavandula sp.

6. LA REPRODUCCIÓN EN LAS PLANTAS ESPERMATÓFITAS

La Flor

- Los órganos sexuales se agrupan en flores y tras la fecundación dan lugar a las semillas y al fruto.
- Las flores pueden ser **unisexuales**, si contienen órganos reproductores de un solo sexo, o **hermafroditas**, si contienen órganos de los dos sexos.

6. LA REPRODUCCIÓN EN LAS PLANTAS ESPERMATÓFITAS

La Flor

-La flor está constituida por hojas más o menos modificadas, que se disponen formando **verticilos florales** (conjunto de tres o más hojas insertas en el mismo plano alrededor de un tallo).

-Se distinguen:

dos verticilos estériles: **cáliz y corola**

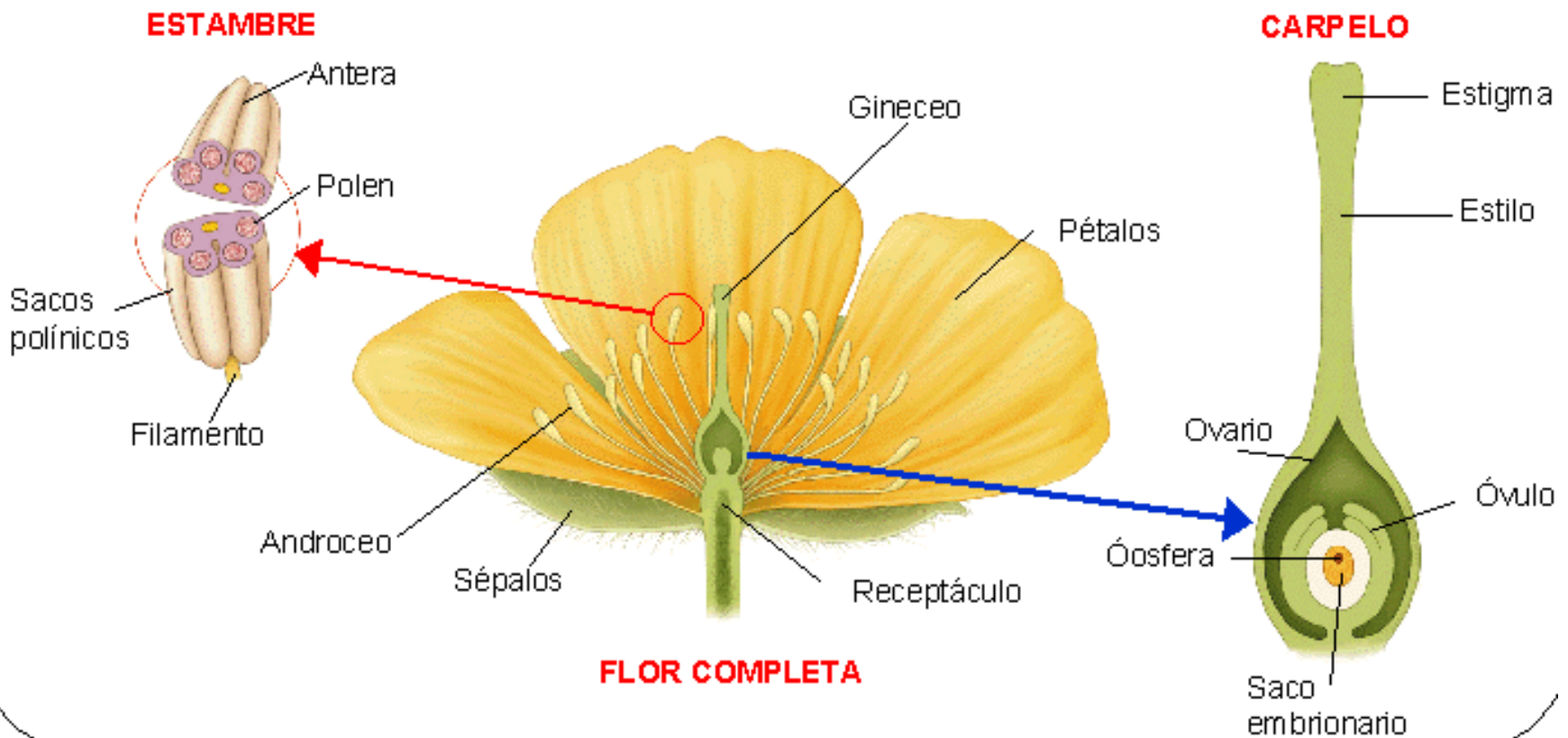
dos verticilos fértiles: **androceo y gineceo.**

6. LA REPRODUCCIÓN EN LAS PLANTAS ESPERMATÓFITAS

ESPERMATÓFITAS

La flor

Es el órgano reproductor de las plantas espermatofitas. Está formada por un conjunto de hojas muy modificadas agrupadas en círculos llamados **verticilos florales**.



6. LA REPRODUCCIÓN EN LAS PLANTAS ESPERMATÓFITAS

La Flor

La flor está formada por las siguientes partes:

Pedúnculo floral: tallo que une a la flor al resto de la planta. Presenta un ensanchamiento, llamado **receptáculo**, donde se insertan las demás piezas florales.

También pueden localizarse allí **nectarios**, que son glándulas productoras de un líquido azucarado llamado néctar.

6. LA REPRODUCCIÓN EN LAS PLANTAS ESPERMATÓFITAS

La Flor

Periantio: Es la envoltura de la flor. Conjunto de hojas estériles que rodean las hojas fértiles. Está constituido por el cáliz y la corola.

-**Cáliz**. Está formado por los **sépalos**, unas hojas verdes con función protectora. Protege la flor cuando está madurando.

-**Corola**. Está formada por los **pétalos**, unas hojas que, a menudo, presentan colores llamativos. A veces tienen en su base nectarios, unos órganos que producen sustancias azucaradas y aromáticas. Su función es, principalmente, atraer insectos u otros animales para que realicen la polinización.

6. LA REPRODUCCIÓN EN LAS PLANTAS ESPERMATÓFITAS

La Flor

Órganos sexuales: que están envueltos y protegidos por el periantio.

Son 2, el Androceo y el Gineceo.

-Androceo. Es el aparato reproductor masculino y está formado por los **estambres**.

Cada estambre está compuesto por un delgado **filamento**, en cuyo extremo superior existe una cápsula denominada **antera**. En su interior se encuentran unas cavidades, los **sacos polínicos**, donde se encuentran los granos de **polen** que contienen los gametos masculinos.

6. LA REPRODUCCIÓN EN LAS PLANTAS ESPERMATÓFITAS

La Flor

-**Gineceo**. Es el aparato reproductor femenino.

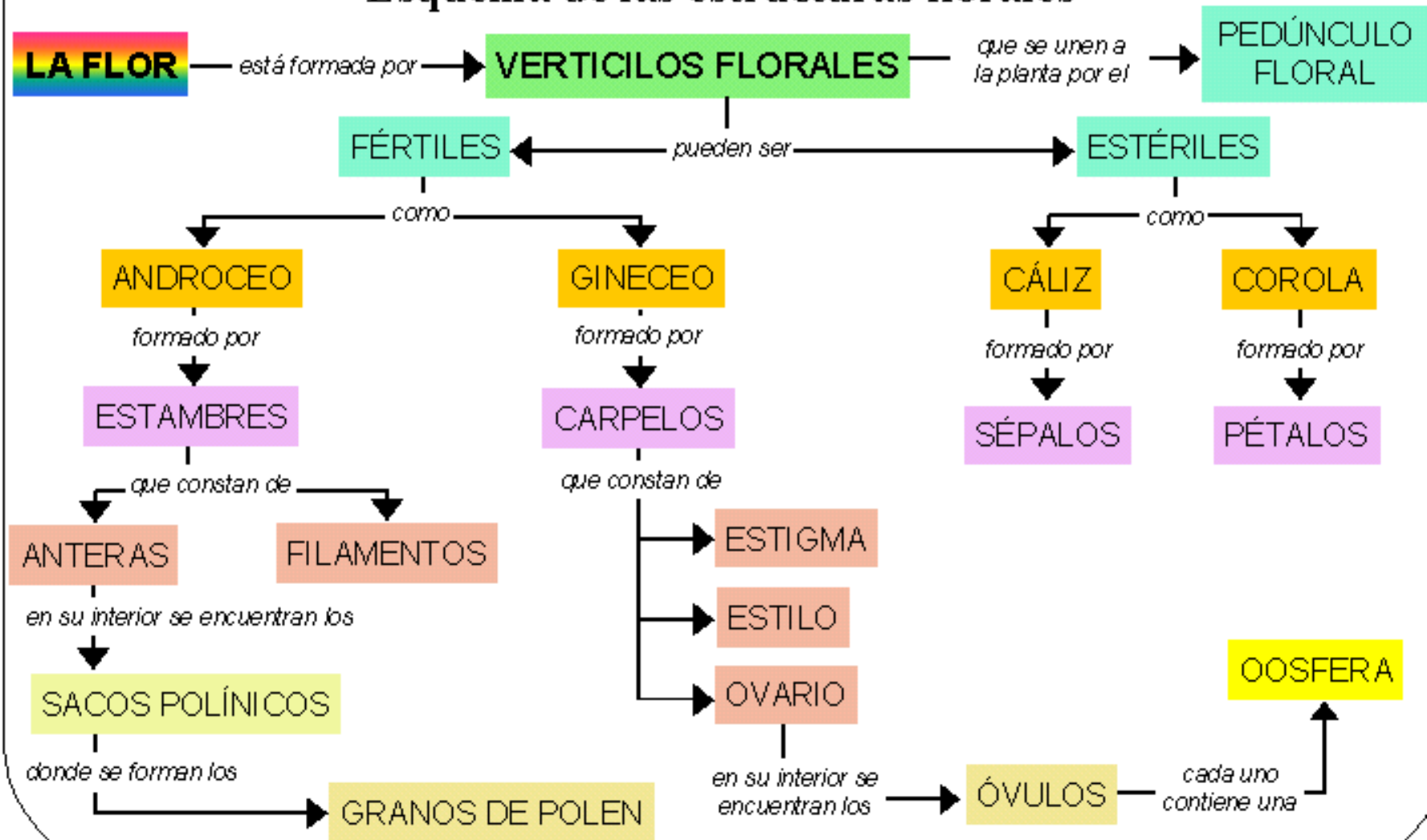
Consta de uno o varios **carpelos** que se fusionan para formar el **pistilo** (forma de botella).

Su parte inferior, ensanchada, es el **ovario** donde se encuentran los **óvulos** (gametos femeninos).

La parte intermedia es el **estilo** y termina en un ensanchamiento, el **estigma**.

6. LA REPRODUCCIÓN EN LAS PLANTAS ESPERMATÓFITAS

Esquema de las estructuras florales



6. LA REPRODUCCIÓN EN LAS PLANTAS ESPERMATÓFITAS

Ejercicios:

Indica a qué estructuras equivalen los aparatos reproductores animales en una planta.

7. LA POLINIZACIÓN

-La **POLINIZACIÓN** es el proceso por el cual los granos de polen que contienen los gametos masculinos, o **núcleos espermáticos** son transportados desde los estambres de una flor, hasta los estigmas de los carpelos que contienen los óvulos u **oosferas**.

-Cuando los granos de polen están maduros se abren las anteras y se dispersan.

-Los granos de polen pueden ser transportados al gineceo de la misma flor o de otra flor, bien por el viento, por insectos o por otros animales que lo portan adheridos a sus cuerpos.

7. LA POLINIZACIÓN

TIPOS DE POLINIZACIÓN

-Según la procedencia del polen:

-Autopolinización: Se produce cuando el polen procede de la misma flor o de flores diferentes situadas en la misma planta.

-Polinización cruzada: Cuando el polen procede de flores situadas en plantas distintas (mayor diversidad genética)

7. LA POLINIZACIÓN

La mayoría de las especies vegetales son hermafroditas, es decir, poseen flores con órganos femeninos y masculinos.

No obstante, siempre que se puede, se recurre a la polinización cruzada ya que permite una mayor diversidad genética en la descendencia.

La autopolinización se evita mediante mecanismos que impiden el contacto entre el polen y el estigma de la misma flor o bien madurando los órganos masculinos y femeninos en momentos diferentes.

7. LA POLINIZACIÓN

TIPOS DE POLINIZACIÓN

-Según sea el mecanismo de transporte del polen:

-Anemógama: el transporte del polen lo realiza el viento (fabrican grandes cantidades de polen)

-Entomógama: el transporte lo llevan cabo los insectos (abejas recolectan néctar de una flor a otra y al mismo tiempo llevan los granos de polen adheridos a las patas). También aves y murciélagos.

7. LA POLINIZACIÓN

TIPOS DE POLINIZACIÓN

AUTOPOLINIZACIÓN

SEGÚN LA PROCEDENCIA DEL POLEN

POLINIZACIÓN CRUZADA



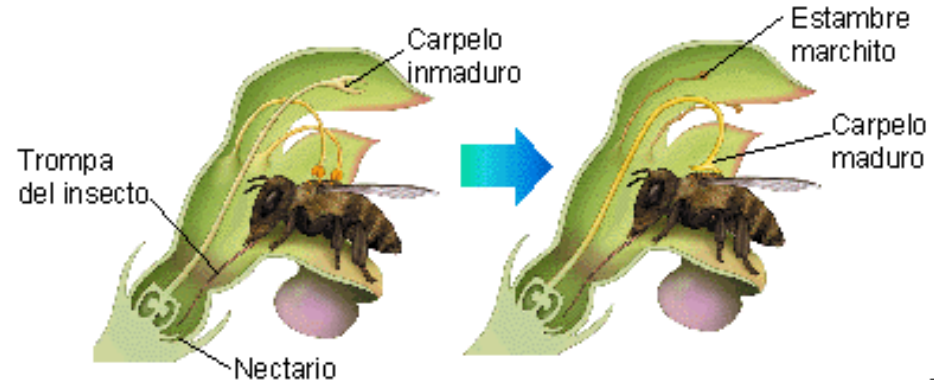
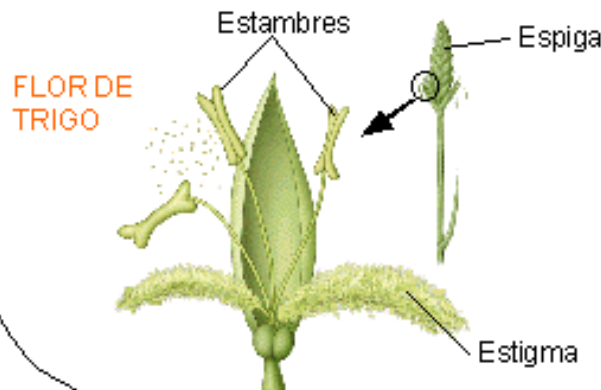
Aunque la mayoría de especies tienen flores hermafroditas, recurren a la polinización cruzada para aumentar la diversidad genética.



POLINIZACIÓN ANEMÓGAMA

SEGÚN EL MECANISMO DE TRANSPORTE DEL POLEN

POLINIZACIÓN ENTOMÓGAMA



7. LA POLINIZACIÓN

Ejercicios:

¿Qué ventajas presenta la polinización entomógama frente a la anemógama?

¿Qué ventajas presenta la polinización cruzada frente a la autofecundación?

8. LA FECUNDACIÓN Y LA FORMACIÓN DE LA SEMILLA

La fecundación es la unión del gameto masculino (grano de polen) y el femenino (oosfera)

La semilla es la estructura resultante del desarrollo del óvulo tras la fecundación de las espermatofitas.

Doble fecundación

Una vez el grano de polen ha llegado al **estigma** de un carpelo maduro, se desarrolla formando el tubo polínico que crece y avanza por la pared del estilo y del ovario hasta llegar al óvulo.

En el interior del óvulo, se desarrolla el **saco embrionario** que contiene 8 núcleos haploides incluidos en 7 células; una de ellas con 2 núcleos llamados **núcleos secundarios**.

Entre estas células haploides está la oosfera.

8. LA FECUNDACIÓN Y LA FORMACIÓN DE LA SEMILLA

Por el tubo polínico descienden los 2 núcleos espermáticos. Ambos son gametos funcionales lo que da como resultado una doble fecundación.

- Un núcleo espermático se fusiona con el núcleo femenino de la oosfera. El cigoto ($2n$) origina el **embrión**.

- El otro núcleo espermático se fusiona con los núcleos secundarios.

Se origina un tejido triploide ($3n$) que será la reserva nutritiva de la semilla: el **albumen**.

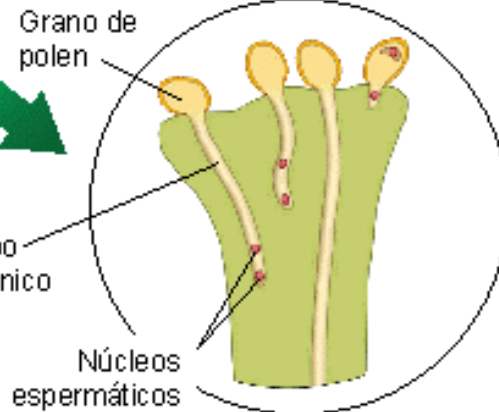
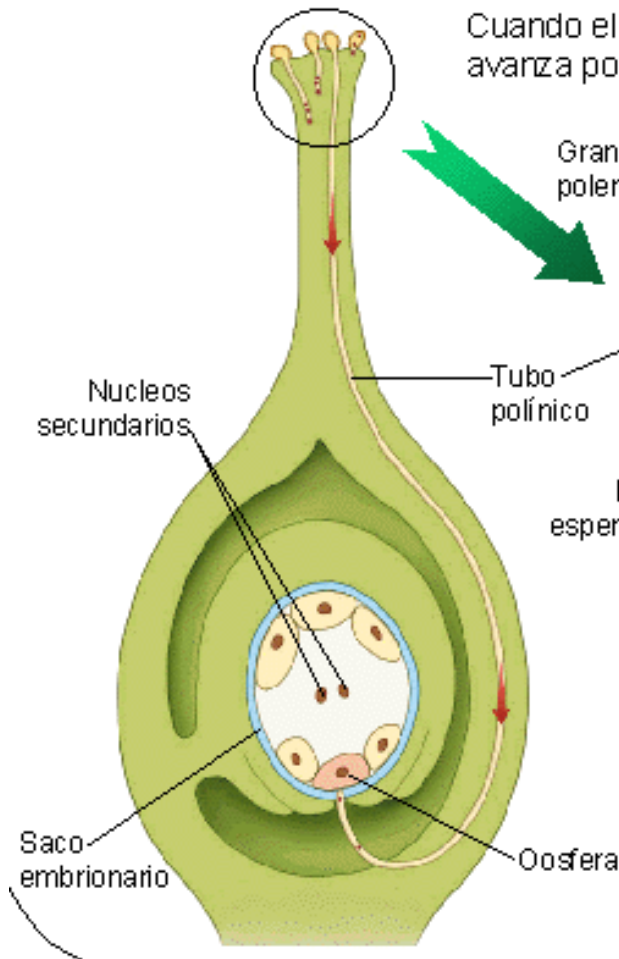
8. LA FECUNDACIÓN Y LA FORMACIÓN DE LA SEMILLA

Formación de la semilla

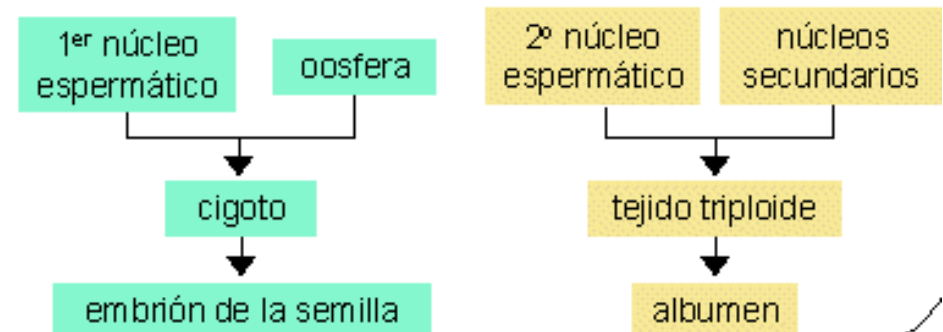
Cuando el grano de polen llega a un estigma se forma el tubo polínico que crece y avanza por la pared del estilo y del ovario hasta llegar al óvulo.

En el interior del óvulo se forma el saco embrionario formado por ocho células haploides una de ellas con dos núcleos.

Por el tubo polínico descienden dos gametos masculinos (**núcleos espermáticos**).



DOBLE FECUNDACIÓN EN ANGIOSPERMAS



8. LA FECUNDACIÓN Y LA FORMACIÓN DE LA SEMILLA

El número de cotiledones permite dividir a las angiospermas en 2 grupos:

- Plantas monocotiledoneas: el embrión sólo tienen un cotiledón.

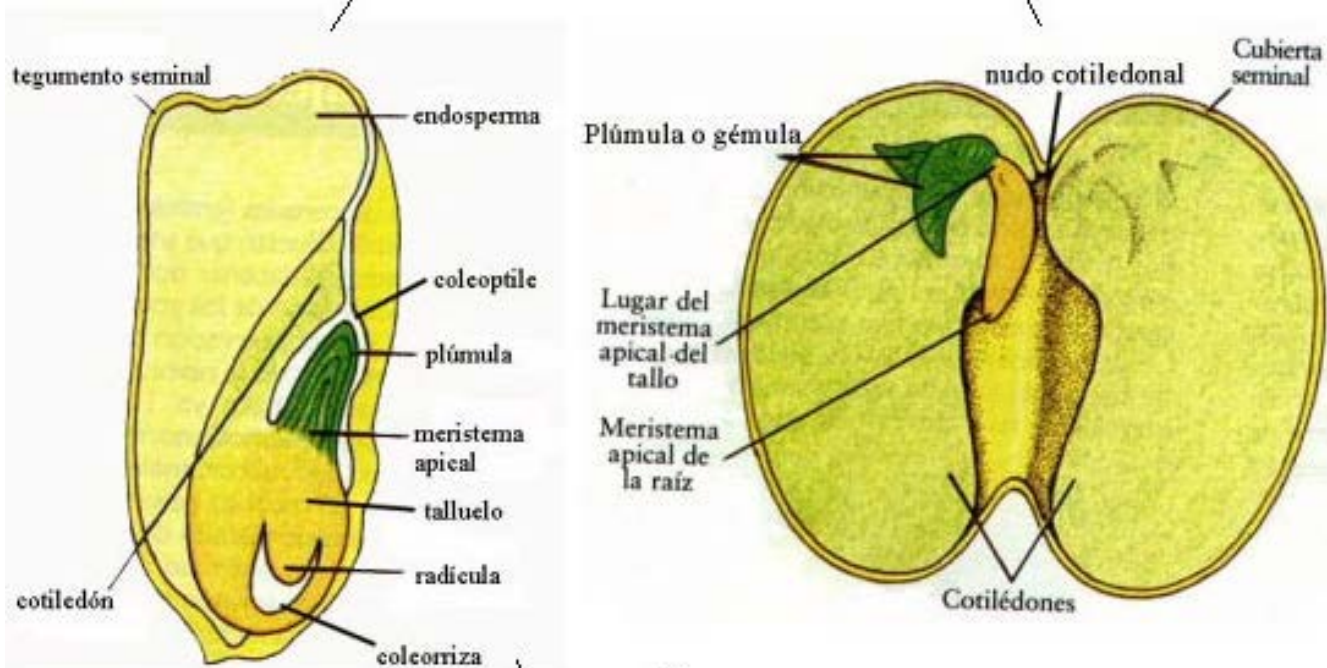
Como en el arroz, maíz, trigo, cebada...

- Plantas dicotiledoneas: el embrión tiene 2 cotiledones.

El albumen puede incorporarse a los cotiledones como en las almendras o en las judías o se dispone alrededor del embrión.

monocotiledones

dicotiledones



Semilla

9. LA DISPERSIÓN DE LAS SEMILLAS Y LA GERMINACIÓN

En las plantas con verdaderas flores (angiospermas) las semillas se encuentran en el interior de los ovarios.

Tras la fecundación, algunas estructuras desaparecen, como los estambres o los pétalos

Las paredes del ovario se transforman en un **fruto**.

Dentro del fruto encontramos las **semillas**.

Estos frutos pueden ser:

- Carnosos: donde se acumulan sustancias de reserva.

Sirven de alimento a muchos animales.

Los expulsan con las heces

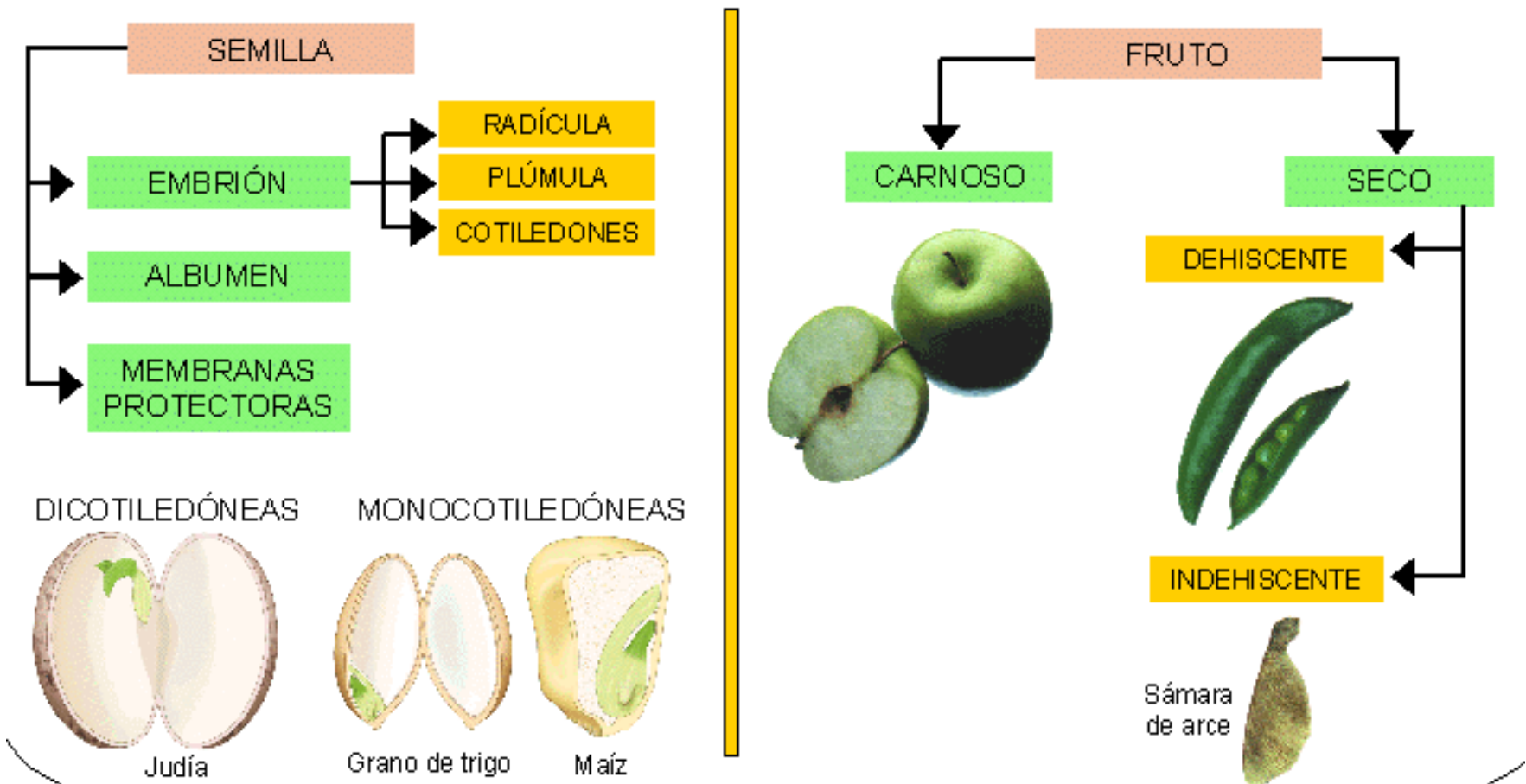
- Secos: las paredes del ovario se impregnan de una sustancia leñosa que protege a la semilla.

Se transportan por el viento o enganchados a animales

8. LA FECUNDACIÓN Y LA FORMACIÓN DE LA SEMILLA

La semilla y el fruto

Tras la fecundación el óvulo se transformará en la semilla y el ovario sufrirá modificaciones hasta formar el fruto. El resto de estructuras ya inútiles desaparecen.



9. LA DISPERSIÓN DE LAS SEMILLAS Y LA GERMINACIÓN

Si las condiciones ambientales (temperatura, humedad) en las que se encuentra una semilla son favorables, se produce la **germinación**.

En la germinación, la semilla inicia su desarrollo para convertirse en una nueva planta.

Se produce una entrada masiva de agua en la semilla (imbibición), lo que provoca una rotura de las membranas que la envuelven (**tegumento**) y el inicio de la actividad en las células del embrión.

9. LA DISPERSIÓN DE LAS SEMILLAS Y LA GERMINACIÓN

La radícula es la parte del embrión que primero se abre paso a través de la cubierta de la semilla.

El crecimiento en longitud o crecimiento primario se inicia al dividirse las células embrionarias del ápice.

A medida que estas se dividen, se produce la diferenciación de las células y su transformación en tejidos especializados:

- epidermis

- parénquima

- tejidos conductores

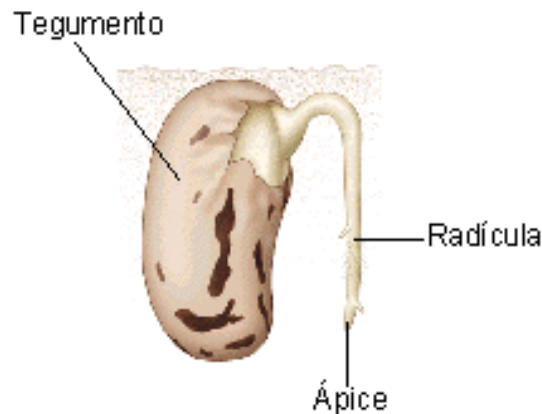
Inicialmente el embrión se nutre de las reservas de la semilla hasta que la nueva planta desarrolla hojas verdes para realizar la fotosíntesis.

9. LA DISPERSIÓN DE LAS SEMILLAS Y LA GERMINACIÓN

La germinación de la semilla

La semilla puede permanecer largos años en latencia, germinando cuando las condiciones son favorables.

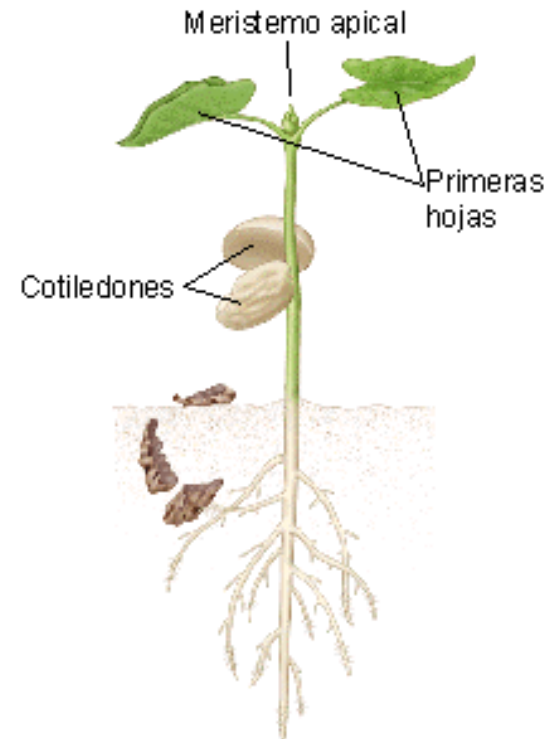
La entrada masiva de agua provoca la ruptura de los tegumentos.



La radícula es la parte que primero se abre paso.



El crecimiento primario se inicia al dividirse las células del ápice.



A medida que crece se produce la diferenciación celular y la formación de tejidos especializados.

10. LA REPRODUCCIÓN DE LAS PLANTAS Y LA BIOTECNOLOGÍA

La utilización de los seres vivos o de sus productos con fines comerciales y/o industriales recibe el nombre de **biotecnología**.

La biotecnología ha estado limitada mucho tiempo a:

- el aprovechamiento de algunas formas naturales de reproducción asexual. Uno de los métodos más antiguos utilizados es hacer un corte del tallo, enterrarlo y esperar a que se formen raíces.

También se hacen injertos, que es la fijación de un brote a un tallo o raíz de otra planta.

10. LA REPRODUCCIÓN DE LAS PLANTAS Y LA BIOTECNOLOGÍA

- la selección de individuos con características deseables como progenitores de la siguiente generación.

Este método tuvo gran impulso con la aplicación de las bases teóricas de la genética mediante:

La obtención de híbridos

La inducción de mutaciones

11. TIPOS DE CICLOS BIOLÓGICOS

En el ciclo vital de todos los organismos que se reproducen de forma sexual, hay un momento en el que tiene lugar una reproducción celular por meiosis.

En función del momento que tiene lugar esta meiosis se distinguen tres tipos de ciclos biológicos:

- Ciclo diplonte
- Ciclo haplonte
- Ciclo diplohaplonte

11. TIPOS DE CICLOS BIOLÓGICOS

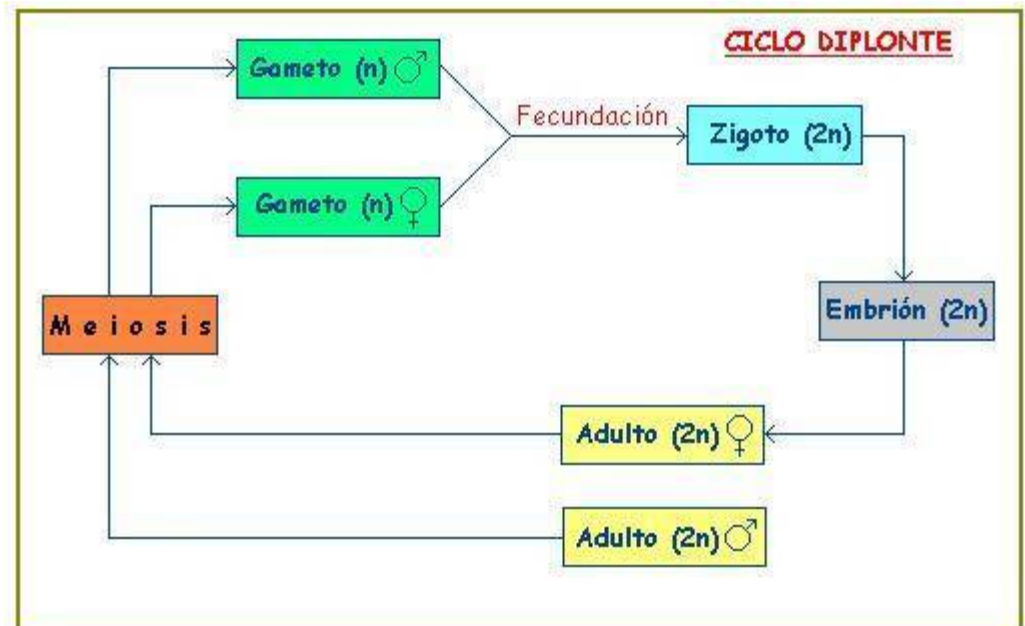
Ciclo diplonte

El adulto es diploide.

Los gametos son el único estadio haploide.

La meiosis tiene lugar para la formación de los gametos.

Los animales, incluida la especie humana, y ciertas algas son individuos diplontes.



11. TIPOS DE CICLOS BIOLÓGICOS

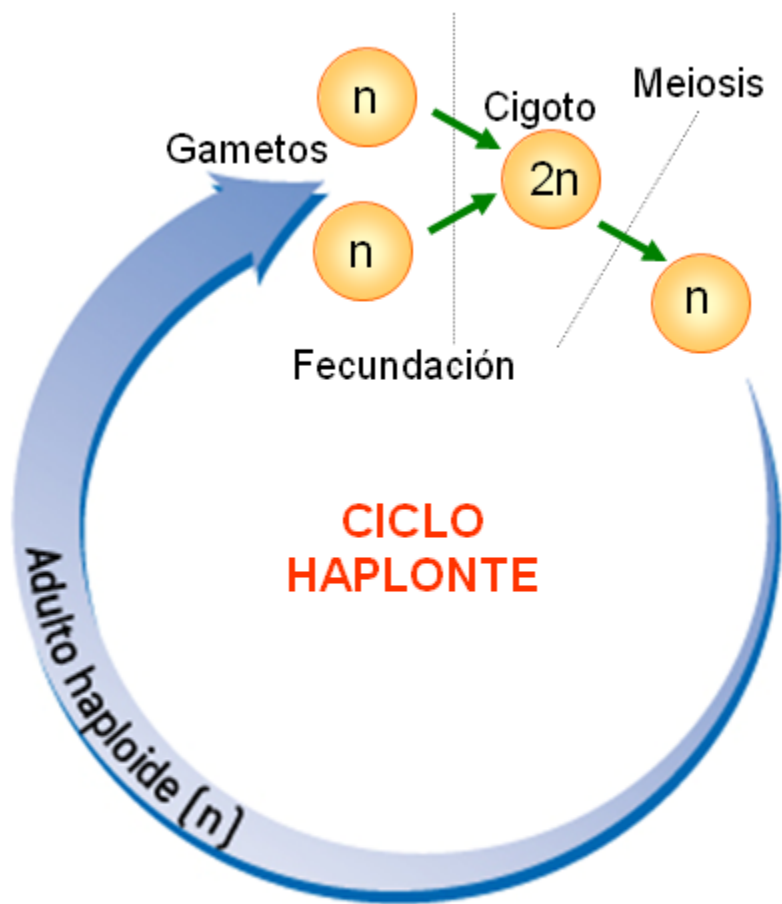
Ciclo haplonte

El adulto es haploide.

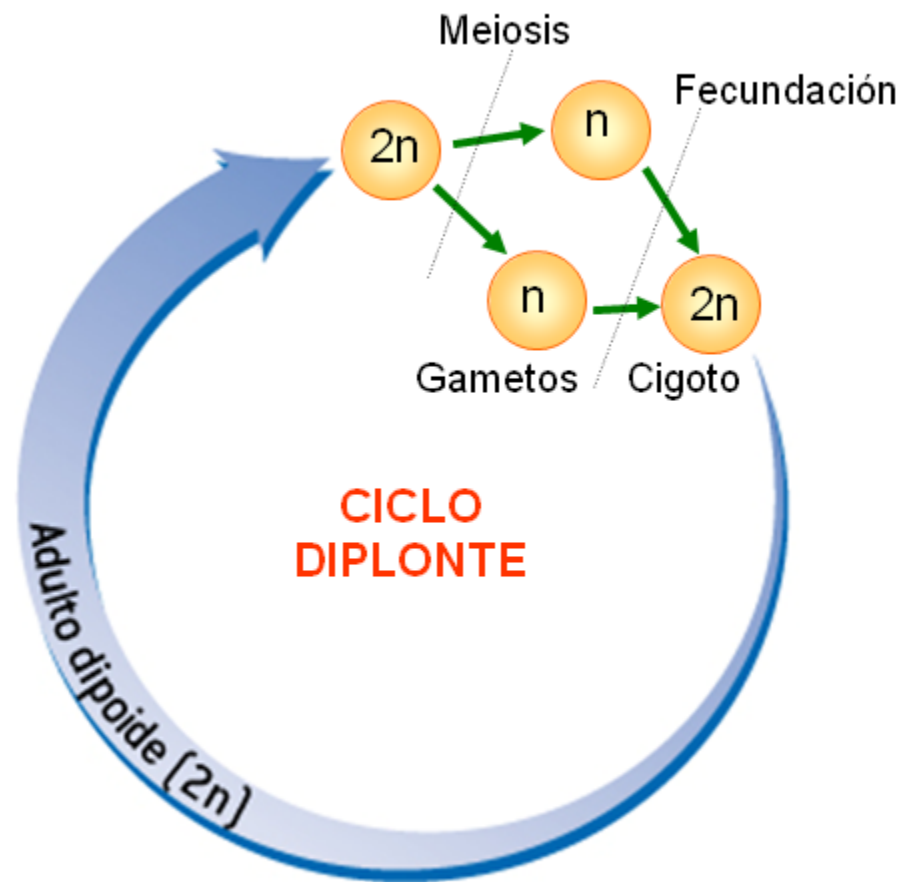
El cigoto es el único estadio diploide.

La meiosis es la primera división del cigoto

Ejemplo: hongos



Es característico de organismos que poseen una dotación cromosómica haploide. La meiosis tiene lugar tras la fecundación.



Es característico de organismos que poseen una dotación cromosómica diploide. La meiosis tiene lugar antes de la fecundación.

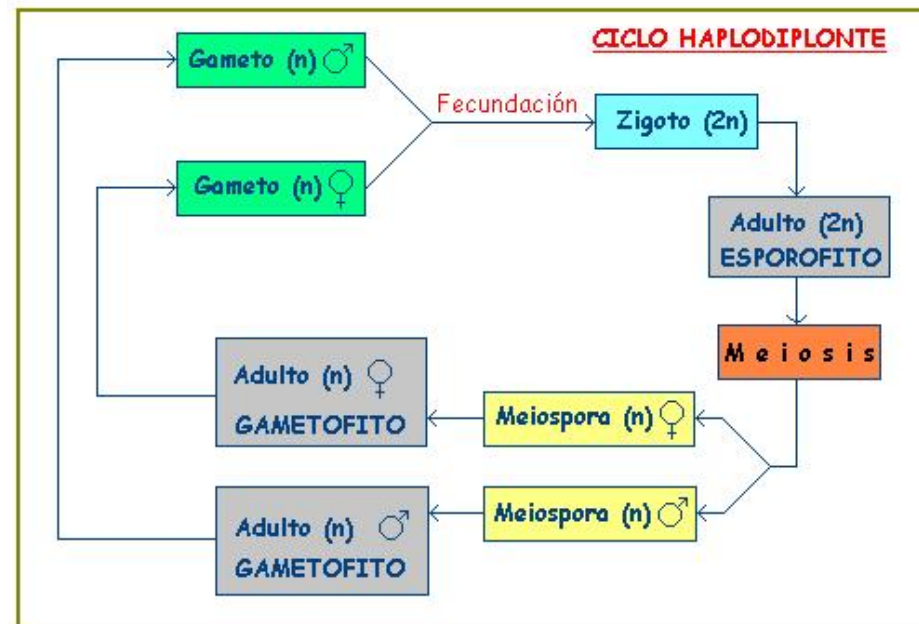
11. TIPOS DE CICLOS BIOLÓGICOS

Ciclo haplodiplonte

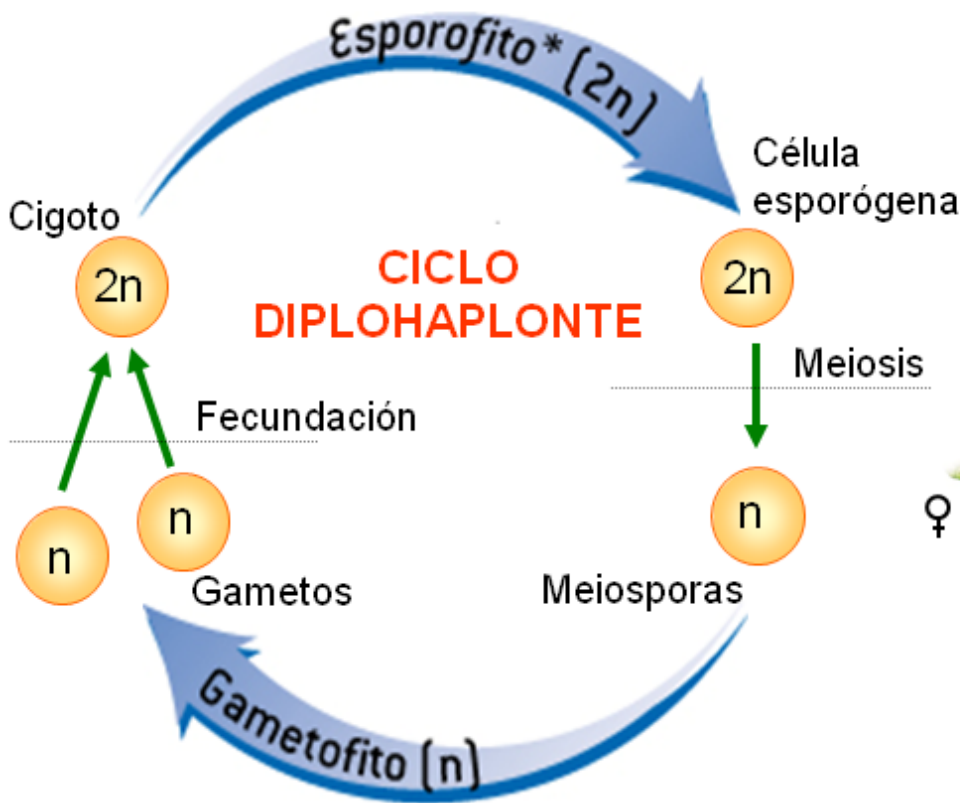
Se caracteriza por la alternancia de una fase diploide y otra haploide, por lo que se llama también reproducción alternante.

La meiosis y la fecundación se realizan en momentos muy separados.

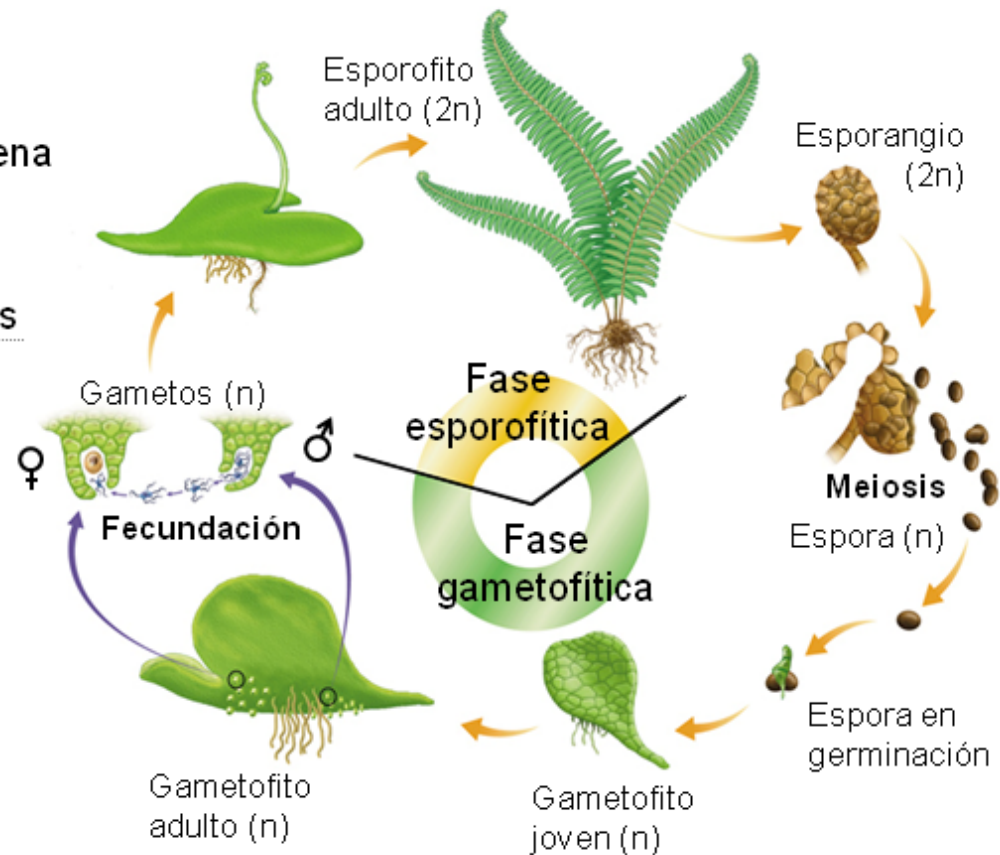
Todos los vegetales presentan este tipo de ciclo biológico.



Es característico de organismos que presentan alternancia de fases en su ciclo biológico con dos tipos de individuos, haploides y diploides.



CICLO DIPLOHAPLONTE DE UN HELECHO



11. TIPOS DE CICLOS BIOLÓGICOS

Ciclo biológico de las espermatofitas

Es un ciclo haplodiplonte, donde alternan una generación haploide y otra diploide.

Hay 2 tipos de individuos:

Esporofito: que es diploide

Gametofito: que es haploide

La meiosis tiene lugar al formarse las esporas.

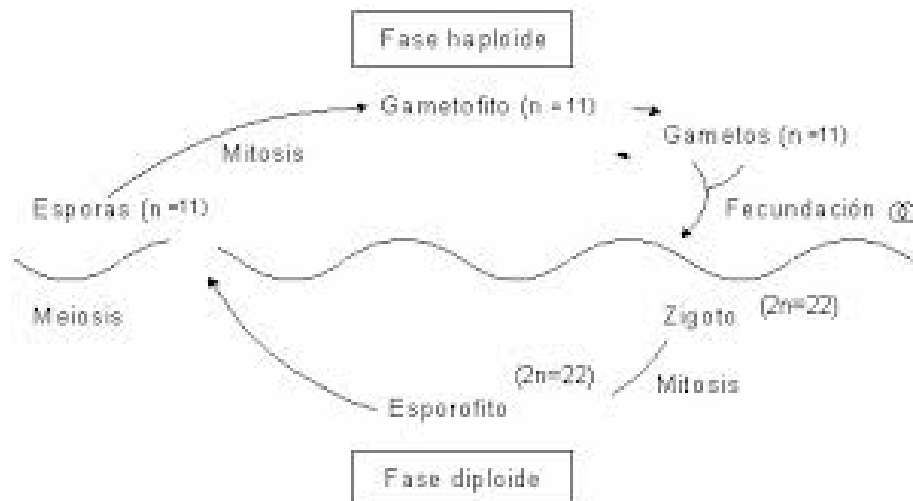
11. TIPOS DE CICLOS BIOLÓGICOS

Ciclo biológico de las espermatofitas

En la fase diploide: **esporofítica**, el **esporofito** (diploide) produce por meiosis esporas haploides: **meiosporas**.

Las meiosporas dan lugar a una forma adulta haploide: **gametofito**, donde se forman los gametos haploides.

Tras la fecundación, el cigoto diploide reproduce un individuo diploide que será el nuevo **esporofito**.



Ciclo biológico de las espermatofitas

