

BIOLOGÍA Y
GEOLOGÍA 1º DE
BACHILLERATO

Reproducción en vegetales y animales



IES Sierra de San Quílez
(Binéfar-Huesca)

TEMA 9.3 REPRODUCCIÓN SEXUAL Y ASEJUAL EN LAS PLANTAS

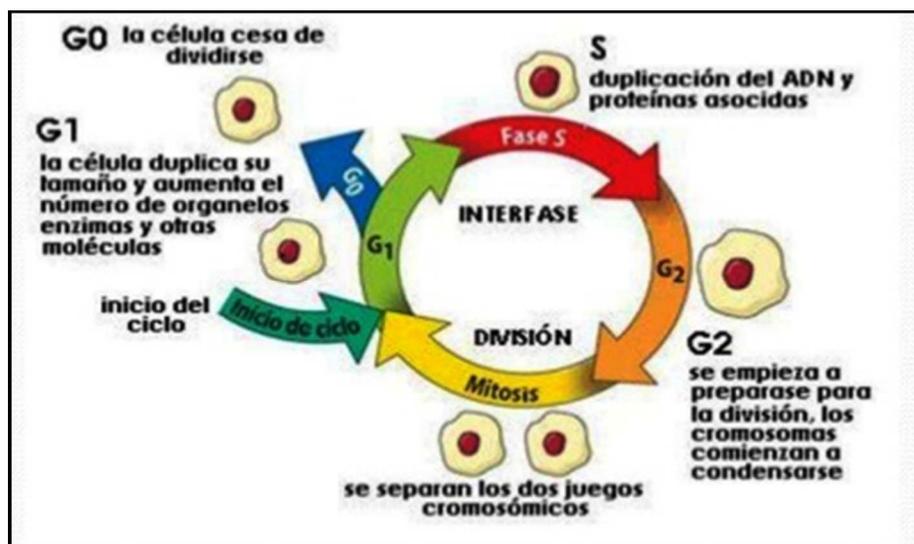
Una de las funciones vitales características de todo ser vivo es la reproducción; esa maravillosa capacidad de dejar copias de sí mismos antes de que llegue la inevitable muerte.

La reproducción de las plantas tiene dos modalidades básicas: la reproducción sexual y la reproducción asexual que a su vez están relacionadas con las dos formas de división celular (mitosis y meiosis).

Para comprender de qué manera se reproducen las plantas, es necesario primero recordar las etapas por las que pasan las células y de qué manera se multiplican y transmiten su información genética.

1- El ciclo celular

El llamado ciclo celular, de duración muy variable, se inicia en el momento en el que nace una célula y termina en el momento en el que esa célula se reproduce o muere sin dejar descendientes.



Todas las células eucariotas, a lo largo de su vida, van pasando por una serie de etapas:

-G1: La célula recién nacida crece, ejecuta una intensa síntesis de proteínas, duplica sus estructuras celulares y fabrica más y más membrana plasmática. Al final de la etapa G1 se llega al punto de no retorno, tras el cual, es imposible detener todas las demás etapas. Sin embargo, algunas células no atraviesan ese punto y toman un camino diferente: la llamada etapa G0

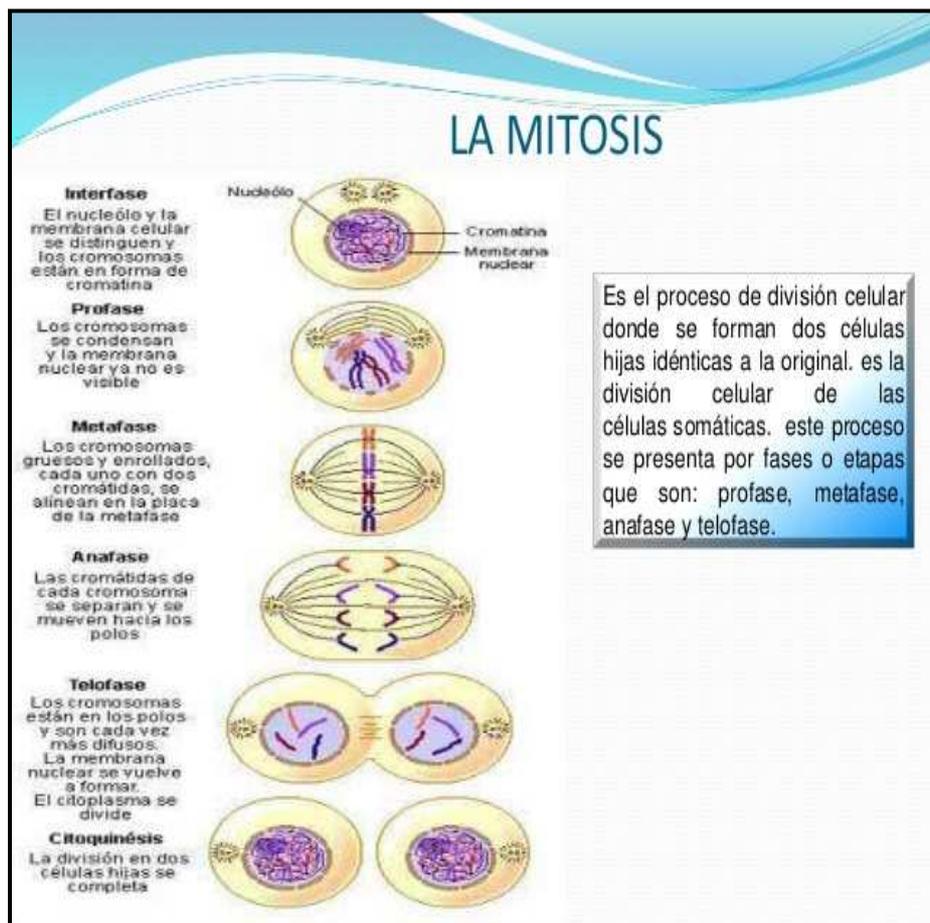
En la etapa G0 o especialización celular, la célula perderá su forma esférica, empaquetará casi todos sus genes, especializándose en la utilización de unos pocos y la célula se diferenciará transformándose en una neurona, una célula muscular, un hematíes, etc. La célula podrá vivir decenas de años y cumplirá un papel importante, pero morirá sin

reproducirse. Existen excepciones como los linfocitos, que son células especializadas pero que cuando es necesario, vuelven al ciclo celular y se reproducen intensamente. (En la actualidad se investiga la posibilidad de conseguir artificialmente la reproducción de otros tejidos especializados como el nervioso o el muscular)

-Etapa S: Las células que no se especializan y conservan la capacidad de reproducirse se denominan células madre. En la etapa S se detiene la síntesis protéica y se produce la duplicación del ADN. Al final de esta etapa, la célula cuenta con dos copias de cada hebra de ADN (ambas hebras idénticas constituirán más tarde cada uno de los brazos o cromátidas de cada cromosoma)

-Etapa G2: Esta etapa constituye los preparativos generales de la reproducción. Se sintetizan histonas, microtúbulos y comienza el empaquetamiento del ADN. Al final comenzarán a ser visibles los cromosomas.

-Mitosis: Es la etapa de reproducción celular. Sucede en cuatro etapas: profase, metafase, anafase y telofase. Al final de ella se obtienen dos células hijas genéticamente idénticas entre sí.



Las células hijas tendrán el mismo número de cromosomas que la célula madre.

El citoplasma puede dividirse por estrangulación (células animales) o por tabicación (células vegetales)

Si la contemplamos detenidamente, la mitosis no es sino una forma ordenada de repartir el ADN de una célula madre entre sus dos células hijas y de asegurarse que ambas recibirán el mismo paquete de instrucciones.

El conocimiento del ciclo celular y de la mitosis pueden parecer algo anecdótico, pero en realidad son fundamentales para la biología actual y futura puesto que su correcto conocimiento está detrás de aplicaciones clave como:

- conocimiento de los mecanismos del cáncer y de las formas de atacarlo
- cultivo de tejidos para autotrasplantes
- multiplicación de especies de interés agronómico (reproducción mucho más rápida que por vías naturales)
- cultivo de órganos (posibilidad futura)
- cultivo de células madre

2- La reproducción asexual

En la reproducción asexual, también llamada multiplicación vegetativa, las nuevas plantas se forman a partir de una o varias células del progenitor originadas por mitosis. Las plantas hijas son genéticamente idénticas a los progenitores.

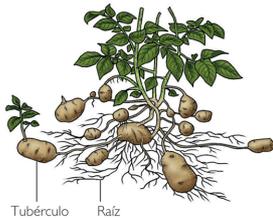
Mediante este tipo de reproducción las nuevas plantas se forman a partir de una o varias células del progenitor originando individuos idénticos, ya que el mecanismo celular subyacente es la mitosis. Permite la formación de nuevas plantas gracias a la presencia de células meristemáticas localizadas en determinadas zonas de la planta. Existen diferentes estructuras vegetales que están implicadas en la reproducción asexual, las más comunes son los tallos, pero en ciertas plantas las hojas pueden dar lugar a nuevas plantas. Los ejemplos más comunes son:



-Rizomas: son tallos horizontales subterráneos que actúan como órganos de reserva en zonas con inviernos fríos o con estaciones secas. Sus yemas cuando se desarrollan pueden formar nuevos tallos y raíces, por lo que pueden originar un número elevado de vástagos. Mediante rizomas se reproducen las gramíneas del césped, la caña de azúcar y los helechos.

-Estolones: son tallos horizontales rastreros, poseen largos entrenudos con yemas que al entrar en contacto con el suelo enraízan y originan nuevas plantas potencialmente independientes. Esta modalidad es característica de las fresas.





-Tubérculos: son tallos subterráneos engrosados que acumulan gran cantidad de sustancias de reserva y en su superficie presentan yemas (“ojos”), a partir de las cuales brotan y se independizan nuevas plantas, como ocurre en la patata que es el tubérculo más utilizado en la alimentación humana.

-Bulbos: son tallos cortos subterráneos rodeados de muchas hojas carnosas modificadas, que almacenan sustancias de reserva y están envueltos por unas hojas secas para evitar su desecación. Pueden originar nuevas plantas dividiéndose o formar nuevos bulbos a partir de brotes laterales. Los más conocidos son los ajos, la cebolla, el tulipán, etc.



Aplicaciones en agricultura

La producción de clones a partir de estolones y rizomas es una forma muy utilizada para conseguir que una planta pueda vivir en un nuevo terreno. Las nuevas plantas se obtienen de manera mucho más rápida que por semillas y lo que es más importante, todos los individuos de la plantación presentarán la característica deseada de la planta que se ha clonado. No habrá sorpresas porque no se ha jugado a los dados de la reproducción sexual.

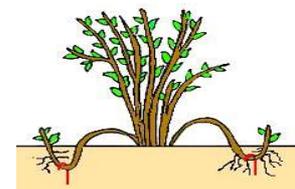
Los métodos tradicionales más utilizados son:

-Estaquilla o esqueje: es un método de propagación utilizado en arbustos y plantas de interior. Se utilizan trozos de tallos o de raíces u hojas enteras. De esta forma se cultivan frutales y cultivos como la vid.



-El injerto se utiliza en plantas leñosas. Consiste en unir partes de una planta para formar otra nueva. El patrón o tronco aporta las raíces y vasos conductores de savia. El plantón es un trozo de tallo con yemas capaces de producir nuevas hojas y tallos, que se inserta haciendo una herida en la planta patrón.

-El acodo es un método de propagación vegetativa muy utilizado en plantas ornamentales, donde, a partir de una porción de brote de una planta enterrada parcialmente en el suelo para que desarrolle las raíces, se consigue una nueva planta.



Pero actualmente se utilizan nuevas técnicas de reproducción asexual:

El cultivo in vitro de plantas es un cultivo artificial realizado en un medio nutritivo, bajo un exhaustivo control de las condiciones de luz, humedad y temperatura con el fin de obtener plantas clónicas, es decir, genéticamente iguales. El medio de cultivo o medio basal es una mezcla de nutrientes y agua, contiene sales minerales, vitaminas, aminoácidos, azúcares y hormonas reguladoras del crecimiento. El fragmento vegetal utilizado puede ser una célula, tejido, embrión o cualquier estructura de la planta. Aplicando la técnica in vitro a los

fragmentos indicados se consiguen masas de células desorganizadas, llamadas callos, o bien plantas completas.



Las **ventajas de la reproducción asexual** son obvias:

- Es un mecanismo sencillo y rápido de reproducción. Mucho más que la reproducción sexual.
- Un solo progenitor puede generar una población entera, lo que permite a un solo individuo pionero colonizar nuevos hábitats.

Sin embargo, presenta el enorme **inconveniente** de que todos los descendientes son clones. La única fuente de variación genética es la mutación, proceso más bien escaso y generalmente perjudicial. De modo que las nuevas poblaciones de plantas son muy parecidas a las anteriores y, si hay un cambio ambiental desfavorable, puede producirse la desaparición masiva de las mismas ya que no existen ejemplares más resistentes o mejor adaptados.



3-La Meiosis y la reproducción sexual

La meiosis es un proceso de división celular a través del cual a partir de una célula diploide se producen cuatro células haploides.

Las células haploides son aquellas que contienen un solo juego de cromosomas. Los gametos o las células sexuales (es decir, los óvulos y los espermatozoides) son células haploides. Así, pues, el objetivo de la meiosis es generar células sexuales.

Por esta razón, cuando un espermatozoide y un óvulo se unen en la fecundación, sus dos juegos de haploides de cromosomas se unen para formar un nuevo conjunto diploide completo, es decir, un ADN o genoma totalmente nuevo.

Por lo tanto, la meiosis, junto con la fecundación, es la base de la reproducción sexual y la variabilidad genética dentro de las poblaciones y, en consecuencia, es también la responsable de la capacidad para evolucionar rápidamente.

La palabra meiosis, como tal, proviene del griego μείωσις (meiōsis), que significa 'disminución'.

Fases de la meiosis

La meiosis se produce mediante un proceso de división celular de dos etapas: meiosis I y meiosis II.

Primera división meiótica

También conocida como fase reductiva, es la etapa donde los pares de células homólogas se separan, dando como resultado que el material genético de las células hijas sea la mitad del de las células progenitoras. Es esto lo que genera diversidad genética. Se subdivide en cuatro fases:

- Profase I: los cromosomas se condensan y forman pares. Se produce el entrecruzamiento y la recombinación genética, que permite el intercambio de partes de cadenas de ADN que dan lugar a un nuevo material genético.
- Metafase I: los pares homólogos se alinean en la placa metafásica para que se produzca la separación.
- Anafase I: los cromosomas se separan moviéndose a extremos opuestos de las células, mientras que las cromátidas hermanas permanecen juntas.
- Telofase I: se forman las células haploides. Cada cromosoma tendrá dos cromátidas hermanas, que ya no serán iguales entre sí.

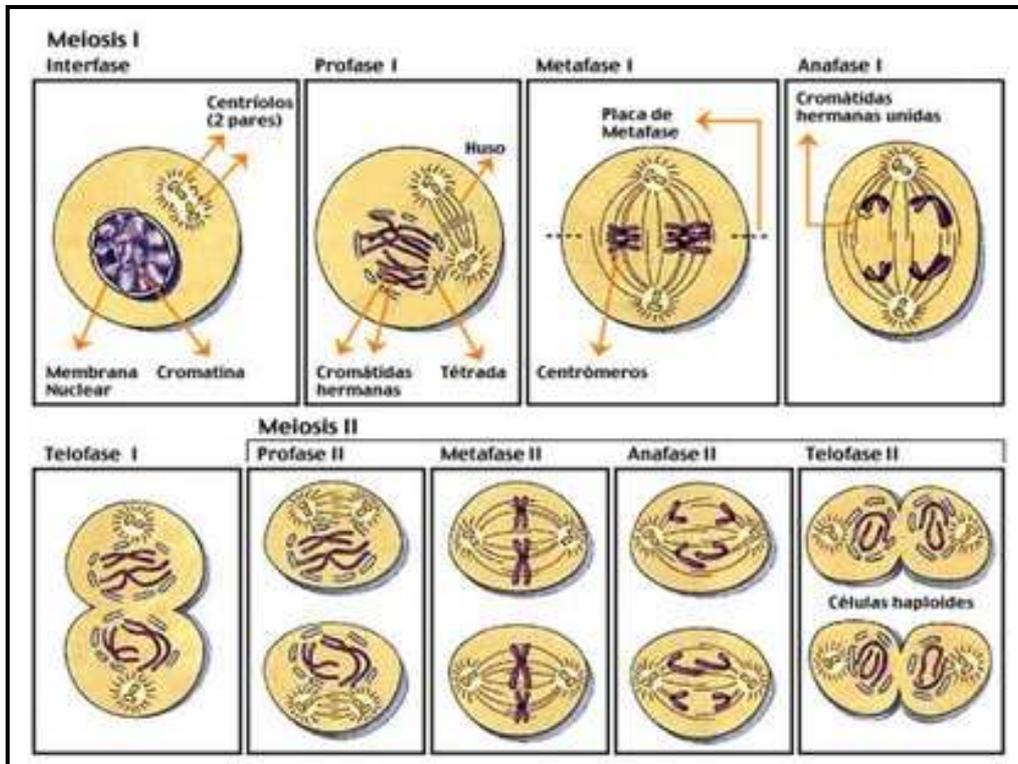
Segunda división Meiótica

La meiosis II, llamada también fase duplicativa, es la etapa en que se separan las cromátidas, produciendo un par de células hijas que contiene, cada una, 23 cromosomas, y donde cada cromosoma tiene, a su vez, una sola cromátida.

- Profase II: los cromosomas se condensan.
- Metafase II: los cromosomas se alinean en la placa metafásica.
- Anafase II: las cromátidas hermanas se separan en extremos opuestos de la célula.
- Telofase II: los gametos recién formados son haploides. Cada cromosoma tiene solo una cromátida. El producto final de la meiosis son los gametos o las meiosporas.

La meiosis es un proceso de vital importancia para llevar a cabo el ciclo de la vida, ya que permite la supervivencia de las especies al producir células sexuales o gametos, así como, la recombinación genética.

En este sentido, en la meiosis se produce la variabilidad genética entre los seres vivos de una misma especie que, aunque comparten y heredan una serie de características, son seres únicos porque su información genética es nueva.



En la reproducción sexual son necesarias células germinales especializadas, meioesporas y gametos de distinto sexo, que se unen (fecundación) para formar un cigoto o célula huevo.

Este tipo de reproducción implica mantener y generar diversidad genética por medio de dos procesos: la recombinación meiótica durante la formación de las esporas y el apareamiento al azar de los gametos. Ambos mecanismos mezclan los genes y permite la aparición de distintos genotipos en cada generación. La capacidad de adaptación generada por la diversidad genética es la principal ventaja de esta forma de reproducción.

4- Meiosis y ciclos reproductores sexuales

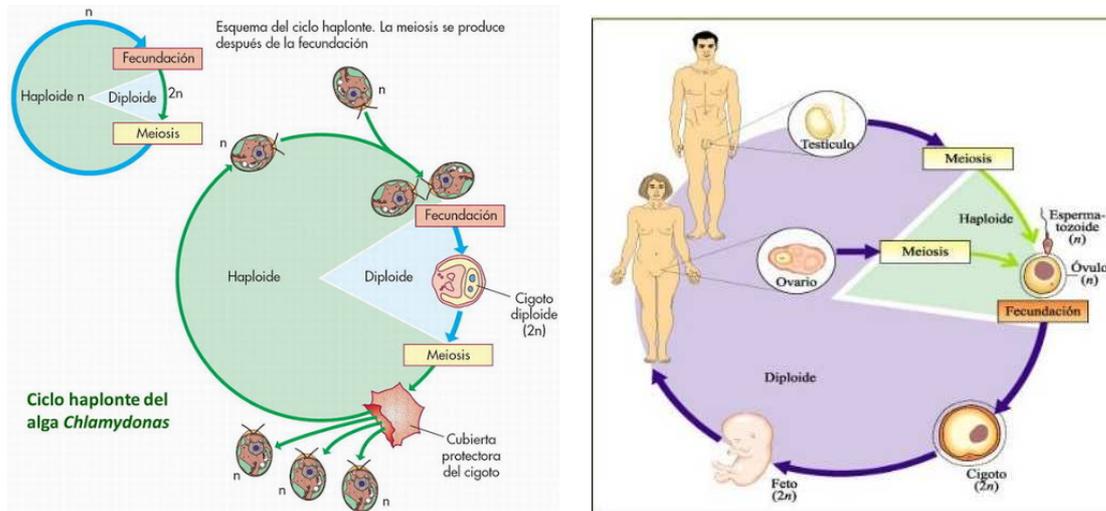
La meiosis siempre está implicada en la reproducción sexual pero no siempre sirve para generar gametos. Dependiendo del papel de la meiosis en el ciclo vital de los seres vivos, tenemos los tres tipos de ciclos sexuales.

CICLO HAPLONTE

La meiosis se produce en la 1ª división del cigoto (meiosis inicial o cigótica), lo que dará lugar a individuos adultos haploides. Éstos, por mitosis, generan gametos (n) que, al unirse en la fecundación, producirán de nuevo un cigoto ($2n$). Es característico de protozoos y representa la forma más primitiva de sexualidad.

CICLO DIPLONTE

La meiosis tiene lugar durante la gametogénesis (meiosis terminal o gamética). El cigoto ($2n$), que se divide por mitosis, dará lugar a individuos adultos constituidos por células diploides, y originará gametos haploides por meiosis. Al producirse la fecundación, se formará un nuevo cigoto diploide. Es característico de los animales.



CICLO DIPLOHAPLONTE

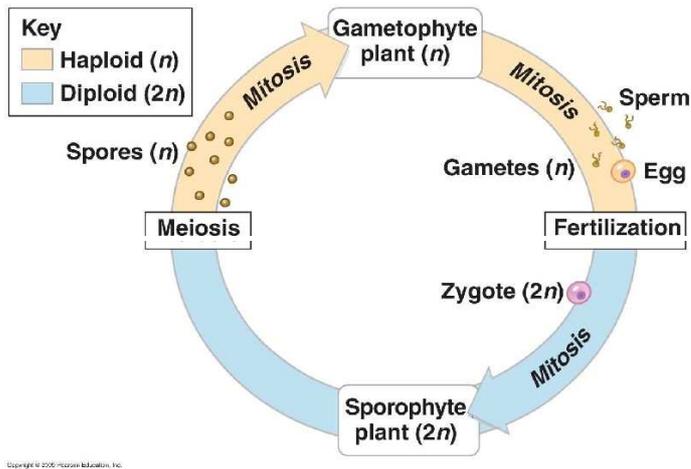
Es el característico de las plantas y se caracteriza por presentar un ciclo biológico con alternancia de generaciones, en el que se distinguen dos fases, una haploide y otra diploide. A lo largo de su ciclo vital, se forman dos tipos de individuos:

El gametófito haploide, que origina gametos por mitosis.

El esporofito diploide, que produce esporas por meiosis.

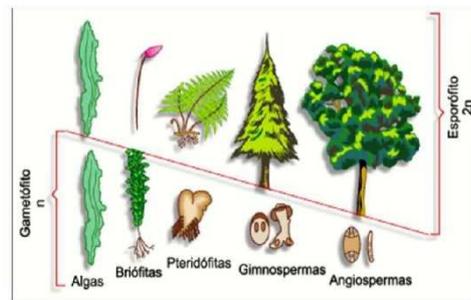
La fase haploide o gametofítica (gF) comienza con una espora haploide (n) que germina y origina el gametofito (n). Este individuo a su vez se reproduce formando gametos masculinos y femeninos (n), que se unen mediante la fecundación para producir una célula huevo o cigoto ($2n$). En las plantas los gametos se forman en órganos especializados llamados gametangios, y son dos tipos diferentes:

La fase diploide o esporofítica (eF) comienza a partir del huevo o cigoto ($2n$). El cigoto se divide y forma el embrión ($2n$) y que al desarrollarse forma al esporofito ($2n$). Este individuo se reproduce por esporas (n) tras una meiosis, comenzando así un nuevo ciclo.



Todos los grupos de plantas: musgos, helechos y espermatofitas presentan un ciclo biológico diplohaplonte, con alternancia de dos generaciones de individuos: gametofito y esporofito. A lo largo de la evolución de las plantas, la fase diploide (esporofito) va adquiriendo más importancia, en detrimento de la fase haploide (gametofito), hasta llegar a las angiospermas, cuya planta visible corresponde al esporofito o fase diploide. Los órganos reproductores se encuentran en la flor, y son los estambres (órganos masculinos) y carpelos (órganos femeninos), pero el gametofito haploide es muy reducido y solo puede observarse al microscopio.

RELAÇÃO : ESPORÓFITO / GAMETÓFITO



Las adaptaciones de las plantas al medio terrestre afectaron considerablemente a la reproducción, destacando dos hechos:

- El desarrollo del arquegonio en musgos y helechos, que en el caso de espermatofitas se convierte en ovario y en angiospermas se cierra totalmente para proteger a los óvulos de la desecación..
- En los musgos y helechos los gametos masculinos dependen del agua para desplazarse. En las espermatofitas se desarrolla el grano de polen para protegerlos y transportarlos, de modo que se pueden reproducir en ausencia de agua.

5. Ciclo vital de helechos (similar en musgos)

Los helechos son cormofitos y a pesar de haber desarrollado verdaderas estructuras vegetativas, siguen dependiendo del medio acuoso para llevar a cabo la fecundación. En su ciclo vital presentan predominio del esporofito o fase diploide, pues en los helechos, el esporofito es la planta que observamos.

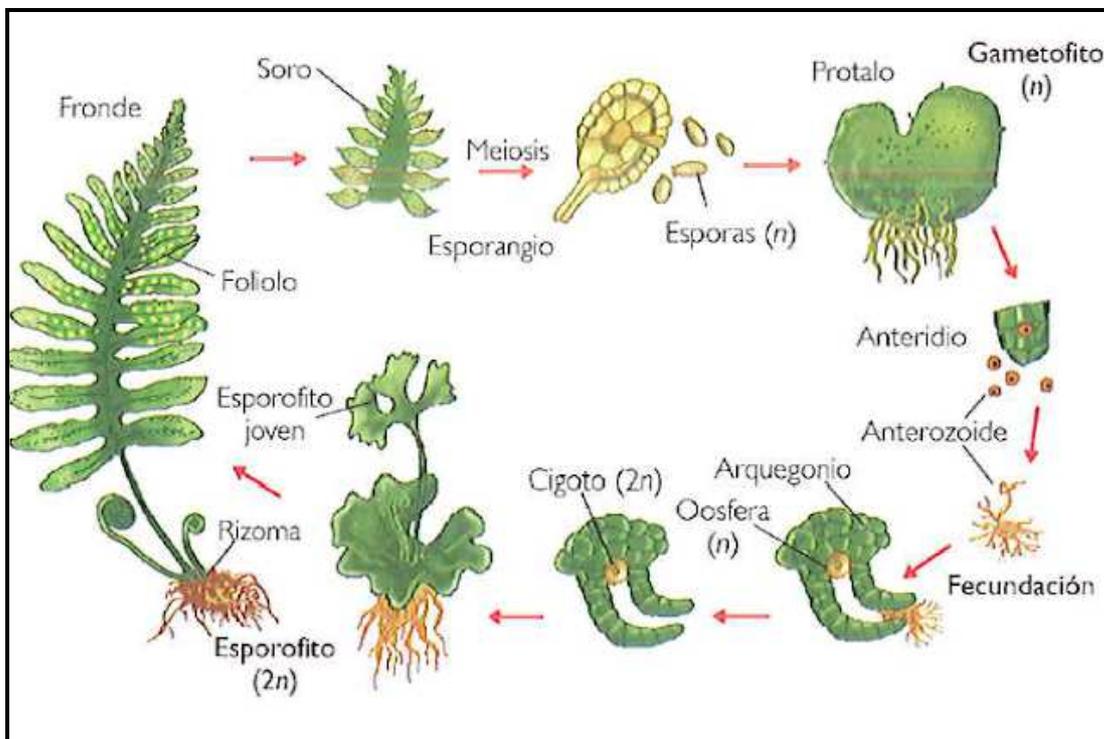
Está formado por un tallo subterráneo o rizoma que crece horizontal al suelo, del que salen numerosas raicillas y una o varios frondes, que suele estar lobulado o dividido en unos

folíolos, los pinnas. Durante el invierno, en el envés de las hojas, aparecen los esporangios, agrupados en masas esféricas llamadas soros, donde se producen mediante meiosis, las esporas.

En cada soro se agrupan los esporangios, enrollados como un ovillo, repletos de esporas. Cuando alcanzan la madurez, si el tiempo está seco, los esporangios se abren bruscamente, como una catapulta, y lanzan al aire a gran distancia las esporas. Las esporas que caen a tierra germinan cuando las condiciones de calor y humedad son favorables.

De cada spora se desarrolla por mitosis sucesivas una lámina verde fina y pequeña, similar a un alga, llamada prótalo. Este se fija al sustrato mediante rizoides y cuando se ha crecido suficientemente aparecen en su cara inferior los arquegonios y los anteridios. El arquegonio tiene forma de botella y en su interior se encuentra una sola oosfera. El anteridio tiene una forma mazuda y contiene varios espermatozoides o células reproductoras masculinas flageladas. Con ayuda del rocío o de la lluvia, los espermatozoides de los anteridios se desplazan por medio de los flagelos hasta los arquegonios. Uno de ellos fecundará a la oosfera para formar un cigoto.

El cigoto da lugar a un pie que se hunde en el prótalo y también un pequeño tallo, una raicilla y una hojita. Durante las etapas iniciales del desarrollo, este esporofito juvenil recibe nutrientes del gametofito a través del pie. Cuando el esporofito alcanza la madurez, en el envés de las hojas se formarán los soros, y así comienza de nuevo el ciclo.



7. La reproducción en Angiospermas

Como sabes, las plantas con semillas son el grupo de plantas más extendido en la actualidad, habiendo conquistado todos los medios imaginables.

En las angiospermas el tamaño del gametofito y la fase haploide queda tan reducida que sólo puede ser estudiado a microscopio. Casi podría considerarse que en las angiospermas el ciclo diplohaplonte ha evolucionado hasta convertirse casi en un ciclo diplonte similar al de los animales. Los órganos reproductores de las angiospermas son las flores.

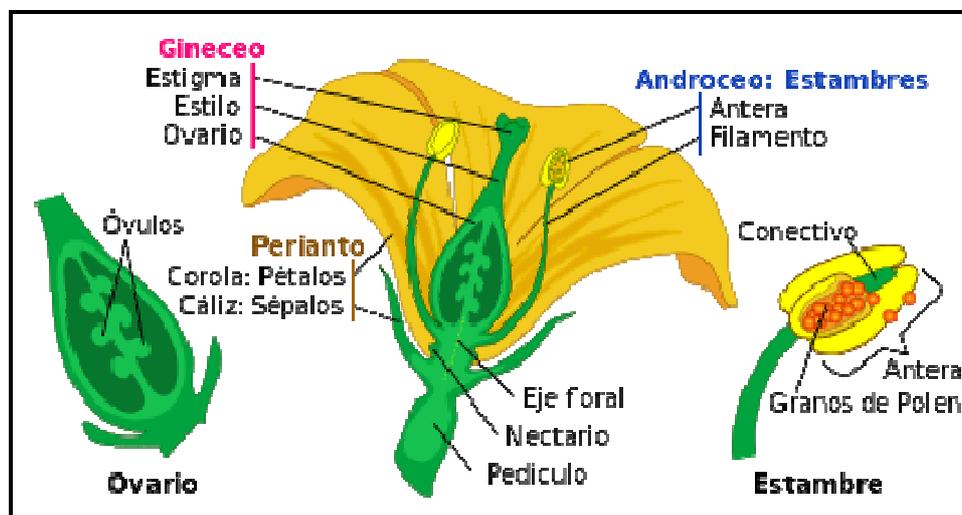
7.1- La flor.

Las flores son órganos temporales que, a diferencia de lo que sucede en los animales, aparecen sólo en la temporada de la reproducción.

En una flor típica se puede distinguir el pedúnculo (soporte de la flor) que se ensancha en su zona terminal constituyendo el receptáculo, en el que se insertan las envolturas florales o verticilos. El más externo es el cáliz, formado por hojitas verdes denominadas sépalos. El segundo verticilo es la corola, formada por los pétalos, que suelen presentar colores vistosos para guiar a los insectos polinizadores. Ambas envueltas constituyen el periantio. (existen flores sin sépalos: asépalas, y flores sin pétalos: apétalas. También existen flores en las que pétalos y sépalos son idénticos, denominándose entonces “tépalos”)

La tercera envuelta es el androceo o aparato reproductor masculino. El androceo está formado por los estambres, que constan de un filamento que se ensancha en su parte superior para formar la antera, en cuyo interior se encuentran los sacos polínicos, en cuyo interior maduran los granos de polen.

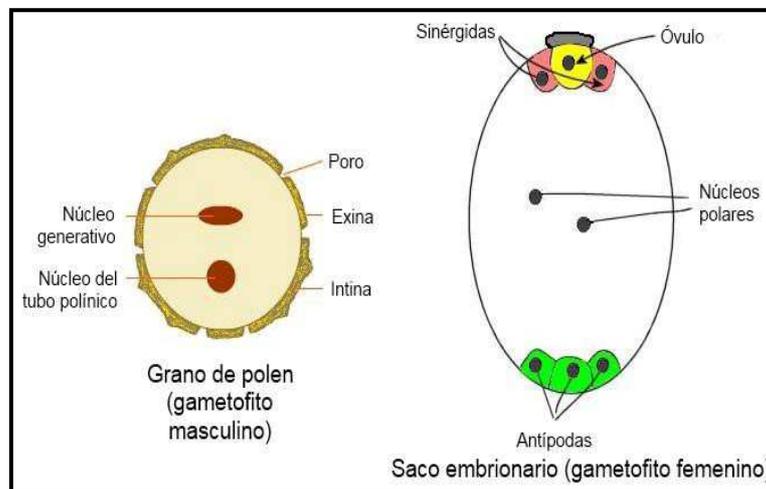
El verticilo central o cuarta envuelta floral, está formado por el carpelo o pistilo, órgano femenino con forma aproximada de botella que presenta en su base una zona de mayor diámetro llamada ovario. El ovario, lugar donde madurarán los óvulos, se prolonga hacia arriba en un cuello fino denominado estilo que termina en una zona de abertura más ancha llamada estigma. Es en el estigma donde se depositarán los granos de polen. Las flores pueden tener uno o más pistilos y su conjunto se denomina gineceo.



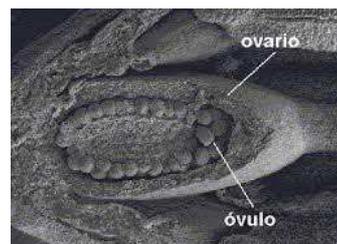
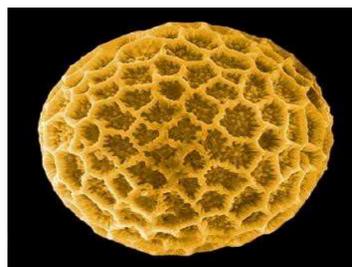
Existen flores masculinas, que sólo producen gametos masculinos; existen flores femeninas, que sólo producen gametos femeninos; y también hay flores hermafroditas que producen tanto gametos masculinos como femeninos. Las especies cuyos individuos sólo poseen flores de un sexo se llaman monoicas. Las especies en las que hay individuos que tienen flores de ambos sexos o con flores hermafroditas se llaman dioicas.

En el ovario se encuentran uno o más óvulos y en el interior de cada óvulo hay una célula madre diploide que, tras la meiosis, origina cuatro haploides; tres de ellas degeneran y sólo una sigue creciendo. Experimentará tres divisiones mitóticas, de modo que se originan ocho núcleos que, en conjunto forman el saco embrionario o gametofito femenino (n).

De los ocho núcleos, uno será el gameto femenino u oosfera (n) y otros dos unidos constituyen el núcleo secundario ($2n$) y el resto recibe distintos nombres (sinérgidas y antípodas). En total en el saco embrionario o gametofito femenino se forman siete células.



Por su parte, cada uno de los cuatro sacos polínicos de las anteras hay cientos de miles de células madre del polen ($2n$), cada una de las cuales, mediante la meiosis, originara cuatro microsporas haploides (n). Estas microsporas al crecer dan lugar a los granos de polen que constituyen los gametofitos masculinos (n). El grano de polen contiene dos núcleos, uno es el núcleo vegetativo o núcleo del tubo polínico y el otro es el núcleo generativo o germinativo. Este núcleo generativo se dividirá y formará los dos gametos masculinos o núcleos espermáticos (n). Alrededor del grano de polen se desarrolla una cubierta protectora doble de exina e intina que evita la desecación.



7.2- La polinización

La polinización es el transporte del grano de polen desde una antera hasta un estigma. Cuando ha madurado el polen, los sacos polínicos de las anteras se abren y dejan salir los granos de polen, que son transportados por el viento, los animales o el agua.



Sin embargo, existen flores que están cerradas permanentemente y ellas mismas se polinizan. Si el polen se transfiere desde la antera de una flor hasta el estigma de la misma flor u otra flor de la misma planta, se habla de autopolinización. Cuando la transferencia del polen se realiza desde la antera de una flor hasta el estigma de una flor de otra planta de la misma especie, se trata de la polinización cruzada. Para evitar la autopolinización, los estambres y los estigmas de muchas plantas maduran en momentos diferentes.

La polinización por el viento o anemógama es la más sencilla, no requiere diseños florales complicados, pero se deben producir grandes cantidades de polen para asegurar que al menos algunos granos lleguen a su destino. La polinización mediante los insectos o entomógama es más costosa pero más eficaz. Las plantas han coevolucionado con sus animales polinizadores y las flores atraen insectos gracias a sus pétalos vistosos y/o al aroma de su néctar.

Existen también plantas que son polinizadas por moscas, por colibríes e incluso por murciélagos.

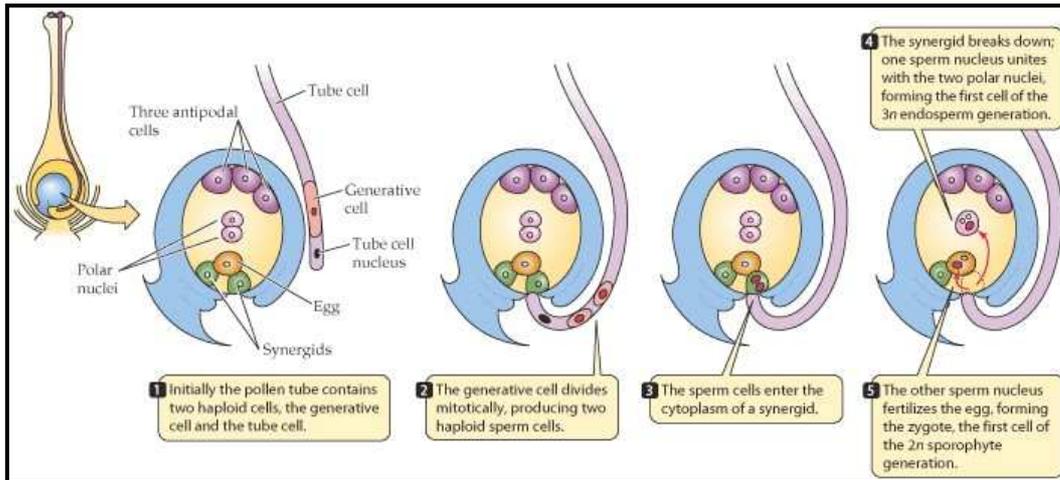
7.3- La fecundación.

Cuando el grano de polen llega al estigma, los granos de polen compatibles germinan y la célula vegetativa dirige su alargamiento, de modo que crece y avanza por el estilo y entra en el ovario hasta alcanzar el óvulo. Si el núcleo generativo no se ha dividido, lo hace ahora y forma dos gametos masculinos (células espermáticas).

Ambos gametos masculinos son funcionales en las angiospermas (no así en las gimnospermas), lo que da origen a una doble fecundación:

-Un núcleo espermático (n) se fusiona con el núcleo de la oosfera (n), y el cigoto resultante origina el embrión de la semilla ($2n$).

-El segundo núcleo espermático (n) se fusiona con los núcleos secundarios ($2n$), para originar un tejido triploide ($3n$), el endospermo o albumen, que constituye la reserva nutritiva de la semilla.



Este proceso característico de las angiospermas recibe el nombre de doble fecundación. El resto del tubo polínico se desintegra durante el proceso de la doble fecundación y lo mismo sucede con las células antípodas y las sinérgidas.

La semilla es la estructura que resulta del desarrollo del óvulo tras su fecundación. En las angiospermas, las semillas se encuentran encerradas en el interior del ovario que, tras la fecundación, se transformará en fruto.

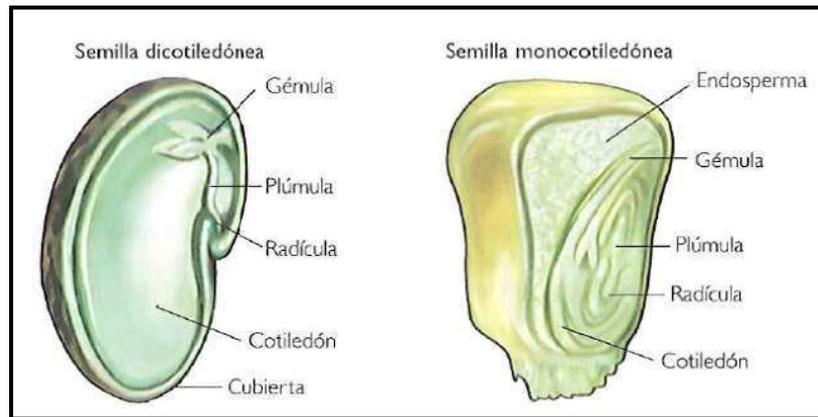
A partir de la doble fecundación se inician tres procesos:

- el cigoto se transformará en el embrión
- el núcleo triploide formará el albumen de la semilla (reserva nutritiva)
- las cubiertas del óvulo originarán los tegumentos de la semilla.

7.4- La semilla

La semilla está formada por el embrión, el albumen y dos cubiertas denominadas testa y tegmen. El embrión que es una planta en miniatura, con una pequeña raíz (radícula), un pequeño tallito o plúmula, una pequeña yema (gémula) y una o dos hojas embrionarias (cotiledones), dependiendo de que se trate de una planta monocotiledónea o dicotiledónea.

El destino del albumen es servir como fuente de nutrientes para el desarrollo del embrión y en muchos casos para el desarrollo de la plántula. En la mayoría de las dicotiledóneas y en algunas monocotiledóneas, el embrión absorbe todo o casi todo el tejido de reserva en los cotiledones antes de entrar en estado de latencia, como sucede en los guisantes y judías.



Una vez que la semilla ha madurado, pasa por un periodo de reposo o latencia en el que puede permanecer varios años. En determinadas condiciones ambientales, el embrión deja su estado de latencia y empieza su desarrollo, pero la semilla únicamente germina si dispone de agua y oxígeno suficientes, así como de una temperatura que oscile entre 20°- 30 °C y de una intensidad de luz adecuada.

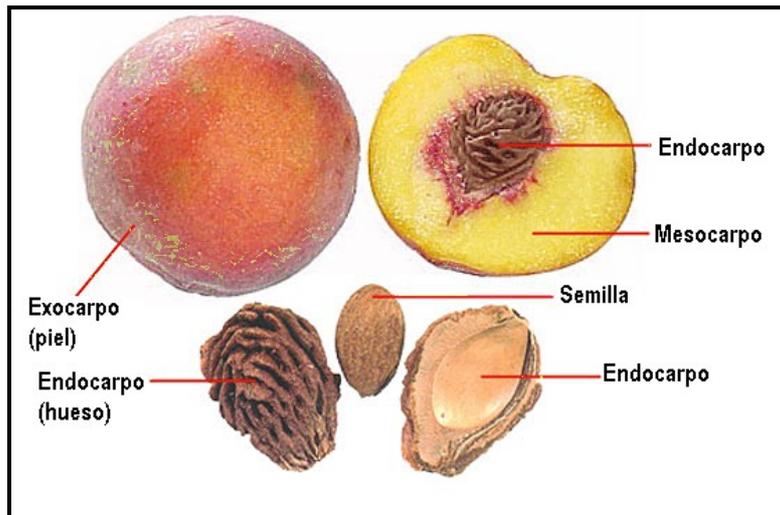
La germinación se produce con la entrada masiva de agua en la semilla (imbibición), lo que provoca la ruptura de los tegumentos y el inicio de la actividad de las células del embrión.

7.5- El fruto

La función del fruto es proteger a la semilla y ayudar a su dispersión. La dispersión de las semillas permite que las plantas puedan alcanzar lugares alejados e introducirse en nuevos hábitats, de esta forma disminuye la competencia por los recursos entre la planta madre y sus descendientes.

Después de la fecundación, las flores suelen experimentar alteraciones: los sépalos, los pétalos y otras partes de la flor desaparecen. Al mismo tiempo que se forma la semilla, el ovario sufre una serie de modificaciones hasta su transformación en fruto. El ovario modifica sus dimensiones, su consistencia, su coloración y su composición química para transformarse en fruto, podemos definir el fruto como el ovario transformado y maduro tras la fecundación.

Durante dicha transformación, la pared del ovario se convierte en el pericarpo, generalmente se engrosa y forma tres capas: el exocarpo (epicarpo) o capa externa, el mesocarpo o capa intermedia y el endocarpo o capa interna.



Además de simples, múltiples y compuestos, también se puede hablar de frutos carnosos, frutos secos, frutos voladores, frutos flotadores, etc.

7.6- La dispersión de semillas y frutos

Las plantas intentan por diversos medios que sus semillas se alejen todo lo posible de la planta madre. Si las semillas cayeran en la base estarían condenadas a no germinar por falta de luz. De manera análoga a lo que ocurre con el polen, las semillas también presentan diferentes adaptaciones a los diferentes agentes trasportadores que utilizan. Se denomina dispersión anemócora si el viento dispersa las semillas, zoócora si son los animales, hidrócora si es el agua, y autocora si la propia planta expulsa lejos sus semillas mediante algún tipo de propulsión.



TEMA 10.3 REPRODUCCIÓN EN ANIMALES

1.- LA REPRODUCCIÓN ASEXUAL Y SEXUAL

La reproducción es uno de las funciones vitales que diferencia a los seres vivos. Para ello pueden emplear dos métodos de mecanismos y características distintas: la reproducción sexual y la asexual.

1.1.-¿Cómo se realiza la reproducción asexual?

En muchos animales los individuos pueden clonarse, es decir, hacer una copia exacta de sí mismos. Puede realizarse de diferentes modos:

-Gemación: ocurre en algunos animales como esponjas o pólipos, un grupo de células del cuerpo del progenitor se divide por mitosis, forma una yema, o brote que forma una cría. En unos casos se desprende del progenitor dando lugar a un ser independiente, y en otros se queda adherido convirtiéndose en un nuevo miembro con cierta independencia, formando una colonia.



-Escisión o fragmentación: Consiste en la rotura espontánea del organismo progenitor en dos o más fragmentos, cada uno de los cuales dará lugar a un individuo completo. Así ocurre en algunos animales de organización sencilla como los gusanos marinos.

Además, algunos animales son capaces de volver a formar las partes perdidas como consecuencia de una lesión. Lagartijas, cangrejos, por ejemplo, pueden adquirir una nueva cola, pata u otros órganos cuando han perdido el original. En estos casos se habla de regeneración y no se considera un mecanismo de reproducción. Si es así cuando se origina un nuevo individuo completo, como puede ocurrir en la estrella de mar.

1.2.- Mecanismo de reproducción sexual

Intervienen los siguientes procesos:

. Formación de gametos, es decir, de células especializadas portadoras de la información genética de los progenitores. Éstas (óvulos y espermatozoides son células haploides (n) que se originan por meiosis.

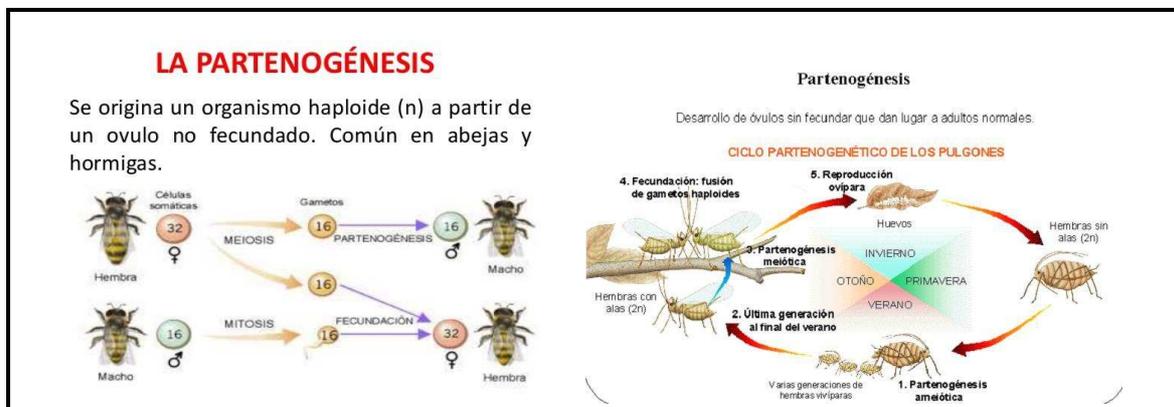
- . Formación del cigoto mediante la unión de los gametos y la fusión de sus núcleos
- . Desarrollo del cigoto. El cigoto se divide por mitosis se acuerdo con las instrucciones genéticas y origina un individuo con caracteres de ambos progenitores.

1.3.- La partenogénesis

En algunas especies animales, las hembras producen huevos que se desarrollan sin haber sido fecundados. Esta forma de reproducción se denomina partenogénesis, y sucede en algunas especies de insectos, crustáceos, peces, reptiles e incluso aves.

Por su frecuencia en el ciclo biológico de la especie puede ser:

-Partenogénesis obligatoria. Los óvulos se desarrollan normalmente por partenogénesis, aunque, en condiciones adversas, puede intercalarse una generación con reproducción sexual. Ejemplo: los pulgones.



-Partenogénesis accidental. La reproducción sexual es la normal y presentan partenogénesis en un momento dado. Sucede en el tiburón martillo, en ausencia de machos.

-Partenogénesis facultativa. Los óvulos pueden desarrollarse con fecundación (nacen hembras) o sin ellas (nacen machos), como sucede en las abejas.

2.- LA GAMETOGÉNESIS

La gametogénesis, o formación de los gametos, tiene lugar en los órganos reproductores o gónadas de los individuos adultos. En las gónadas femeninas u ovarios se forman los óvulos y en las masculinas o testículos, los espermatozoides.

2.1.- Ovogénesis y espermatogénesis

En el caso de los seres humanos podemos resumir el proceso en las siguientes fases:

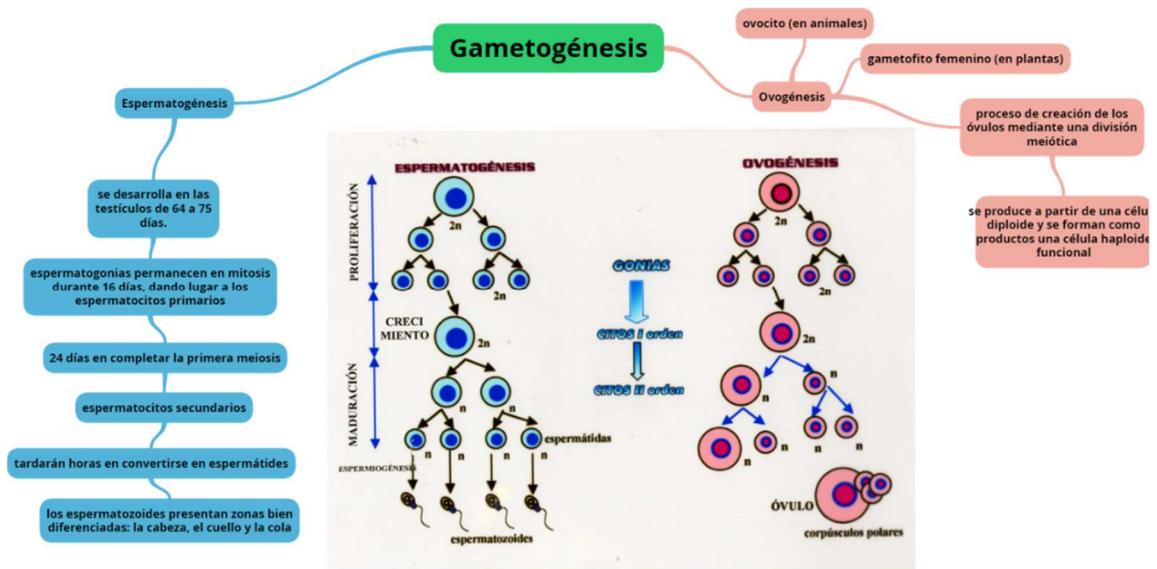
Fase de multiplicación. En las gónadas femeninas y masculinas, las células diploides conocidas como ovogonias y espermatogonias se multiplican por mitosis. Solo algunas de las células hijas inician el proceso de formación de los gametos.

Fase de crecimiento. Algunas ovogonias y espermatogonias crecen y se transforman en ovocitos primarios y espermatozoides primarios, todavía diploides.

Fase meiótica. Los ovocitos y espermatoцитos primarios entran en meiosis. El proceso es diferente en mujeres y en hombres.

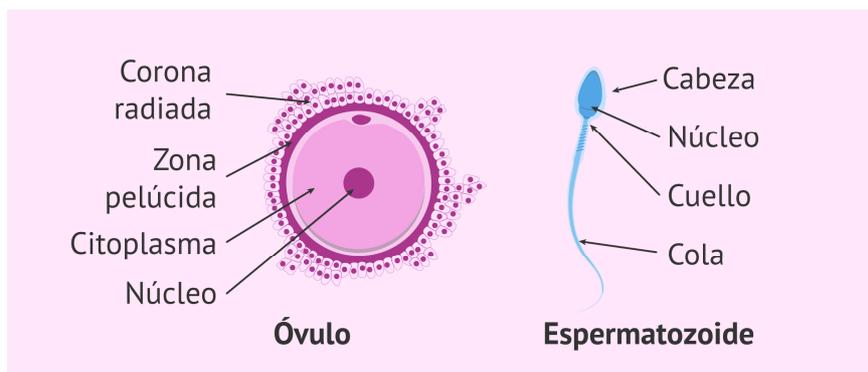
Mujeres: solo uno de los productos haploides de la meiosis se convierte en un ovocito secundario que madurará y dará lugar a un óvulo. Las otras células llamadas corpúsculos polares, poseen una cantidad muy pequeña de citoplasma y no originan óvulos.

En la mayoría de las especies, la producción de ovocitos primarios cesa muy pronto (en los seres humanos, antes del nacimiento). Los ovocitos primarios entran en la profase de la meiosis durante el desarrollo embrionario y quedan detenidos durante meses o años. En las mujeres a partir de la pubertad y de forma periódica, un ovocito primario completa su transformación en óvulo.



Hombres. Los espermatozoides primarios completan la primera división de la meiosis y producen, cada uno de ellos, dos espermatoцитos secundarios. Tras la segunda división se obtienen cuatro células haploides denominadas espermátidas. Las espermatozonias y los espermatoцитos se producen continuamente durante la vida adulta.

. Fase de diferenciación. El óvulo apenas sufre modificaciones, en cambio, las espermátidas cambian profundamente y se transforman en espermatozoides.

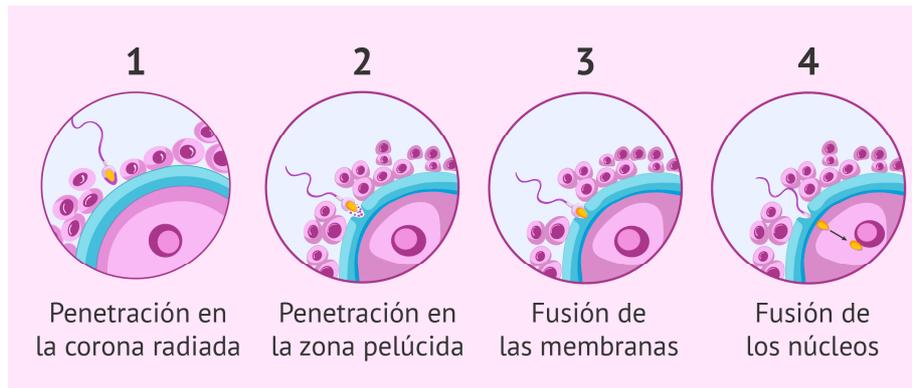


3.- LA FECUNDACIÓN

Es el proceso de fusión del espermatozoide y un óvulo para formar una célula diploide conocida como Zigoto.

3.1.- El mecanismo de la fecundación

Para que se produzca la fecundación, un espermatozoide y un óvulo tienen que coincidir, reconocerse que pertenecen a la misma especie y unirse. Esta unión desencadena el principio del desarrollo.



3.2.- Tipos de fecundación

Según el lugar donde ocurra, se distinguen dos tipos.

-Fecundación externa. Es frecuente en animales acuáticos. Los óvulos sin fecundar son expulsados por la hembra y, posteriormente, el macho libera los espermatozoides que fecundarán dichos óvulos en el medio exterior.

-Fecundación interna. Es característica de los animales terrestres. Para ello es necesario el apareamiento entre macho y hembra. Los machos de muchos reptiles, aves y todos los mamíferos tienen un órgano copulador para introducir los espermatozoides en las vías genitales femeninas. Otras especies liberan paquetes de espermatozoides, denominados espermatóforos, que son transferidos a las hembras.

4.- LOS SISTEMAS REPRODUCTORES

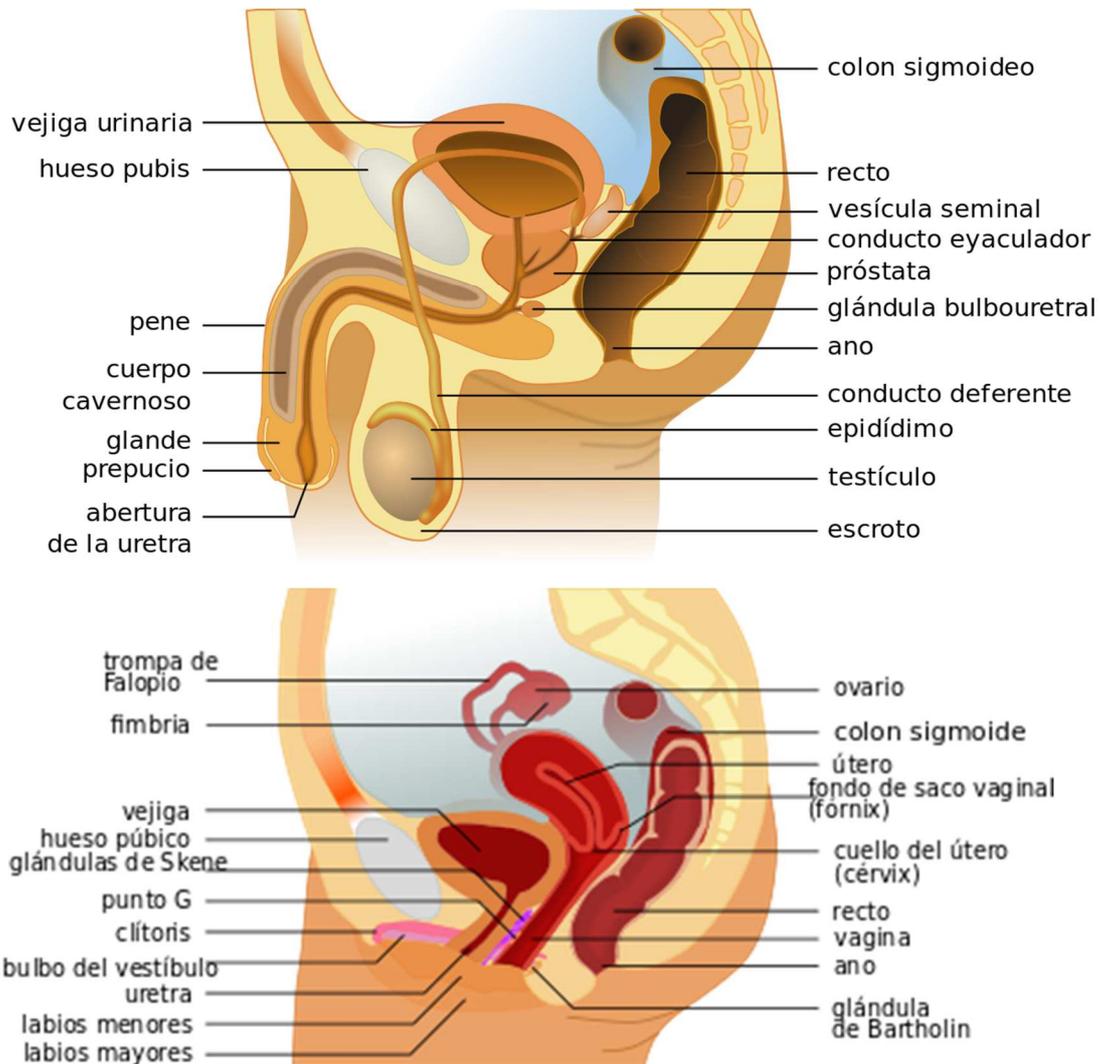
Los sistemas reproductores tienen por misión la formación de células reproductoras o gametos. En los animales de fecundación interna deben garantizar, además, la unión entre los gametos procedentes de organismos diferentes. En la mayoría de animales, los sistemas reproductores están constituidos por:

-Primarios o gónadas. Donde se forman los gametos y se producen las hormonas

-Accesorios. Ayudan a las gónadas en el proceso de formación de gametos y dan acogida y protección al embrión. Son muy variados y entre ellos se encuentran las vías genitales, órganos copuladores, órganos que almacenan espermatozoides...

4.1.- El sistema reproductor de los vertebrados

En los vertebrados-en particular en los machos- el sistema genital está estrechamente relacionado con el excretor.



4.2.- El sistema reproductor de los invertebrados

En algunos invertebrados de vida acuática, como medusas, las gónadas son los únicos órganos sexuales. Los gametos son liberados al medio externo.

Sin embargo, en la mayoría de invertebrados el sistema reproductor es más complejo y disponen de estructuras similares a los vertebrados. En algunos casos, como en artrópodos terrestres, las hembras disponen, además, de un receptáculo seminal o espermateca al que emigran los espermatozoides tras la cópula. Allí quedan almacenados y se liberan a medida que la hembra expulsa sus óvulos.

FILO ARTRÓPODOS. Clase Insectos. Aparato reproductor

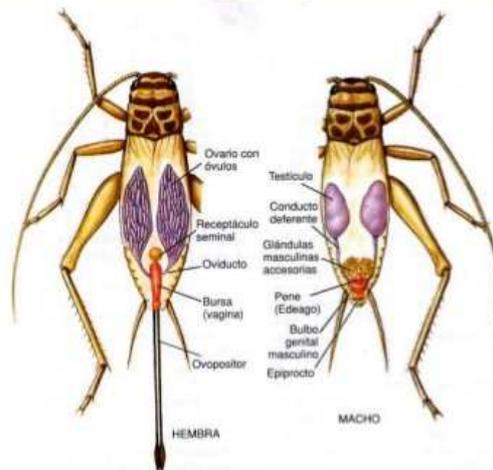


Figura 7-11

Aparato reproductor de los grillos. Los espermatozoides que produce el macho pasan desde la pareja de testículos, a través de los espermiductos (conductos deferentes), hasta el conducto eyaculador, que se encuentra en el interior del pene. En las hembras, los óvulos producidos en los ovarios pasan por los oviductos hasta la bursa genital. En la cópula, los espermatozoides encerrados en el interior de un saco membranoso (espermatozoforo), formado gracias a las secreciones de una glándula accesoria, se depositan en la bursa genital de la hembra y entonces emigran hasta un receptáculo seminal, en el que quedan almacenados. La hembra controla la liberación de unos pocos espermatozoides, que fecundarán sus óvulos en el momento de la puesta y utiliza un largo ovopositor, en forma de aguja, para poner los huevos en el interior del suelo.

4.3.- Unisexualidad y hermafroditismo

La mayoría de especies animales son unisexuales o dioicas, así, existen dos tipos de individuos según tengan gónadas masculinas o femeninas. En estos casos, es frecuente el dimorfismo sexual, es decir, la diferencia morfológica entre individuos de uno y otro sexo.

En las especies hermafroditas o monoicas, los individuos son portadores de ambos tipos de gónadas y producen los dos tipos de gametos. Así ocurre en especies de anélidos y moluscos. En estos animales, los gametos se forman en órganos sexuales llamados ovotestis.

El hermafroditismo es común en organismos que viven fijos o de movimientos lentos. No obstante, la autofecundación se evita siempre que es posible mediante la fecundación cruzada en la que dos individuos hermafroditas se aparean.

5.- EL DESARROLLO EMBRIONARIO

El desarrollo embrionario es el proceso de formación del nuevo individuo a partir de la célula huevo. El organismo desarrollado se llama embrión.

5.1.- ¿Dónde sucede el desarrollo embrionario?

Según el lugar, se distinguen tres tipos de fecundación:

-Ovípara. Los óvulos o huevos fecundados son expulsados al medio externo. Es propia de los animales de fecundación externa y algunos de fecundación interna, como las aves.

-Ovovivípara. Los huevos fecundados se desarrollan dentro del aparato reproductor femenino, donde reciben protección y se alimentan del vitelo del huevo. Algunas especies de fecundación interna, como ciertos peces y reptiles, son ovovivíparas.

-Vivípara. Los óvulos fecundados se desarrollan en el aparato reproductor materno, que le alimenta durante el desarrollo. Todos los vivíparos son de fecundación interna, como ciertos peces, reptiles y la mayoría de los mamíferos

5.2.- PROCESOS BÁSICOS DEL DESARROLLO EMBRIONARIO

El proceso está a cargo de la información genética presente en el núcleo del huevo. Dicho proceso puede variar según la especie, pero en todas las secuencias del desarrollo se repiten estos procesos:

-Multiplicación celular y muerte celular programada (apoptosis). Para que el embrión se desarrolle, sus células tienen que dividirse y fabricar nuevas células. Al mismo tiempo, cuando los tejidos toman forma, hay células que deben morir y sufren apoptosis.

-Movimientos celulares. Las células del embrión pueden moverse unas entre otras causando importantes cambios de forma. Incluso grupos de células pueden migrar de un lugar al otro del embrión, donde originan tipos celulares diferentes.

-Diferenciación celular. Las células indiferenciadas se especializan en lugares y momentos concretos, de forma escalonada. Las que no se diferencian reciben el nombre de células madre.

-Interacciones intercelulares. Las células embrionarias se multiplican, se mueven o se diferencian en respuesta a señales que proceden de otras células.

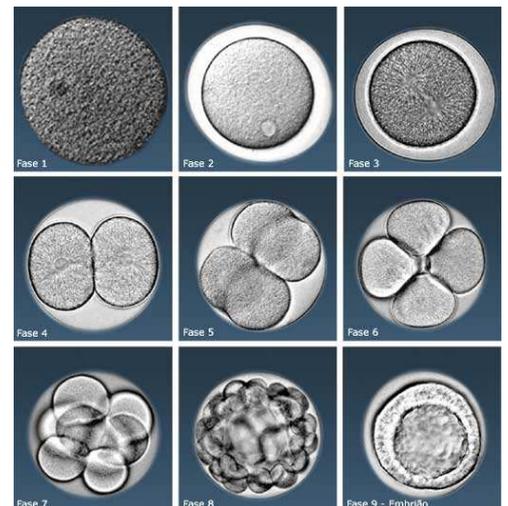
El desarrollo embrionario se divide en tres etapas: segmentación, gastrulación y organogénesis.

5.3.- La segmentación: multiplicación sin crecimiento

El desarrollo embrionario se inicia con una serie de rápidas divisiones celulares por mitosis, entre las cuales no hay crecimiento celular. El proceso se conoce como segmentación o clivaje y está muy influido por la cantidad de vitelo y su distribución en el huevo.

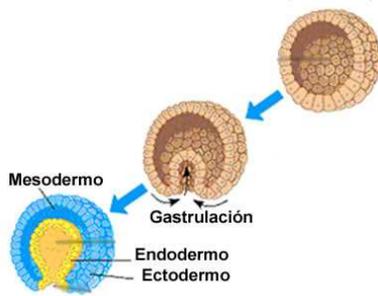
La segmentación da origen una masa esférica de células, cada vez más pequeñas, denominada mórula. Conforme progresa, las células, denominadas blastómeros, forman una capa en la superficie del embrión que deja una cavidad en el interior, o blastocele. Este estado embrionario recibe el nombre de blástula.

En los mamíferos placentarios, como los seres humanos, se forma una blástula especializada, el blastocito, con dos grupos diferenciados de células. De ellos se formarán, por un lado el embrión y, por otro, las complejas estructuras extraembrionarias que se disponen entre el embrión y el útero materno.



5.4.- La gastrulación: producción de un plan corporal

Durante la gastrulación, la multiplicación celular se hace más lenta y deja paso a un nuevo proceso: el movimiento celular. Una serie de movimientos bien organizados reordenan las células embrionarias en una estructura denominada gástrula.



En esta etapa se forman las capas de tejido embrionario, o capas germinativas, de las que resultaran los tejidos y los órganos del adulto.

Según el número de capas germinativas de la gástrula, los animales pueden diferenciarse en:

DIBLÁSTICOS. Son los animales cuya gástrula posee solo dos capas embrionarias, como las esponjas. La capa externa se llama ectodermo y la interna, endodermo.

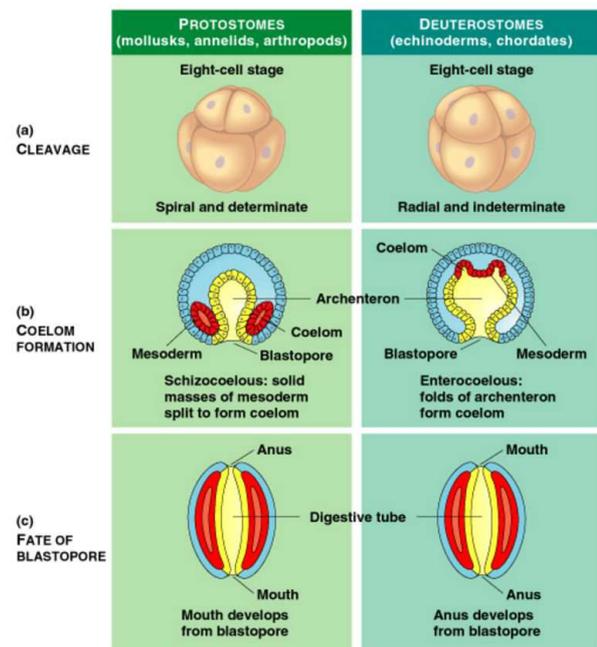
Al inicio de la gastrulación las células se mueven hacia el hueco (blastocelo), la nueva capa, el endodermo, delimita a una cavidad, el arquenterón o intestino primitivo, que comunica con el exterior por un único orificio llamado blastoporo, que hará en el adulto de boca y de ano.

TRIBLÁSTICOS. En la mayoría de los animales se forma una tercera capa embrionaria, el mesodermo, entre el ectodermo y el endodermo.

En muchos triblásticos, en el interior del mesodermo se forma una cavidad llena de fluidos llamada celoma que crea un contenedor de circulación de nutrientes y deja espacio para que los órganos internos del adulto se muevan.

Entre los animales triblásticos existen dos modelos de desarrollo:

- Los protóstomos. En ellos la boca del nuevo individuo se forma a partir del blastoporo, la primera abertura del embrión
- Los deuterostóstomos. Son los de boca secundaria, el blastoporo se convierte en ano y la boca se abre posteriormente en un lugar diferente.



© 1999 Addison Wesley Longman, Inc.

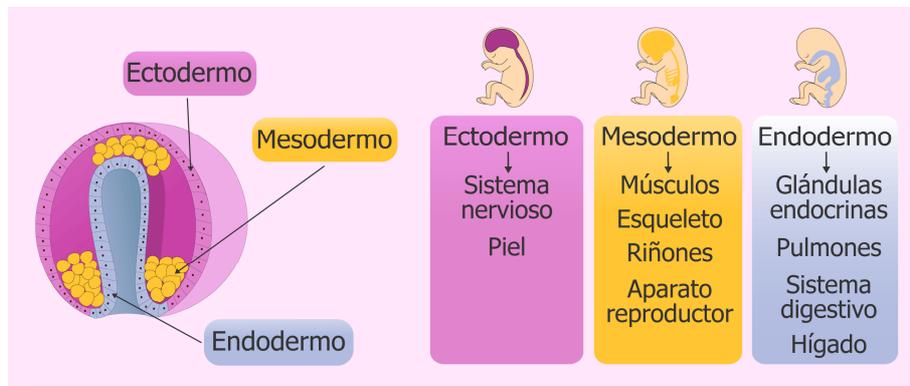
5.5.- La organogénesis: formación de tejidos y órganos.

El desarrollo embrionario se completa con la formación de los órganos a partir de las capas embrionarias. En este proceso, las células embrionarias más o menos uniformes se diferencian y adquieren formas y estructuras adecuadas a las funciones que van a desempeñar. De esta manera se forman los tejidos.

El destino de las hojas embrionarias es el siguiente:

- A partir del ectodermo se forma la epidermis de la piel y sus órganos anejos (pelos, plumas..) el tejido nervioso y las células receptoras de los sentidos.

- A partir del endodermo se origina el revestimiento epitelial del tubo digestivo y respiratorio, las glándulas digestivas y la vejiga urinaria.
- A partir del mesodermo se forman 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.



5.6.- Las membranas extraembrionarias

El embrión de reptiles, aves y mamíferos está rodeado de varias membranas extraembrionarias que se originan a partir del embrión pero no son parte de él. Son muy importantes en el desarrollo y se dividen en:

- El saco vitelino: es la primera membrana embrionaria y se forma a partir del endodermo.
- El amnios y el corion: se forma a partir del mesodermo, el amnios rodea al Embrión y genera el líquido amniótico que proporciona un ambiente acuoso al embrión. El corion es una membrana que rodea al amnios y al saco vitelino, limita la cantidad de agua y regula el intercambio de gases.
- El alantoides: se forma a partir del endodermo y crea una bolsa para almacenar desechos metabólicos

En la mayoría de mamíferos estas capas tienen un papel fundamental, ya que junto con los tejidos de la pared del útero forman la placenta, órgano responsable de la nutrición del embrión y el cordón umbilical que une el embrión con la placenta.

6- LA METAMORFOSIS

Se llama metamorfosis a un proceso biológico por el que un animal se desarrolla desde su nacimiento (pasado el desarrollo embrionario) hasta la madurez por medio de grandes cambios estructurales y fisiológicos. No solo hay cambios de tamaño y un aumento del número de células, sino que hay cambios de diferenciación celular. Muchos insectos, anfibios, moluscos, crustáceos, cnidarios, equinodermos y tunicados sufren metamorfosis, la cual generalmente está acompañada de cambios en hábitat y comportamiento.

El desarrollo posembrionario

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

