



MEIOSIS Y GAMETOGENÉISIS

División celular en la que se forman células hijas con la mitad del número cromosómico del número original. Es decir que de una célula diploide ($2n$) se forman 4 células haploides (n). Ocurre en los órganos sexuales de animales y plantas.

Etapas

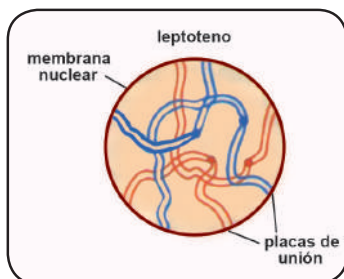
La meiosis es un proceso que implica necesariamente dos divisiones; la primera división meiótica (meiosis I) es una división reductiva que produce dos células haploides a partir de una sola célula diploide. La segunda división meiótica (meiosis II) es una división ecuacional que separa las cromátidas hermanas de las células haploides.

Meiosis I (División reduccional)

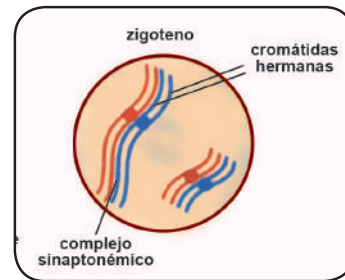
De una célula ($2n$) se forman 2 células (n).

Profase I. Es la fase más compleja de la meiosis. En el hombre la meiosis puede durar 24 días y sólo la profase I dura 3 a 14 días. Esta fase compleja, presenta los siguientes periodos:

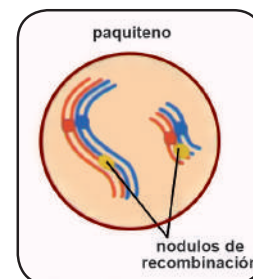
Leptonema (lepto = delgado, nema = filamento). Comienza la condensación de la cromatina que presenta engrosamientos denominados cromómeros. Generalmente los cromosomas se polarizan adhiriéndose en una región de la envoltura nuclear adoptando la forma de un bouquet (ramillete).



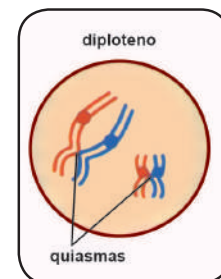
Zigonema (zigo= adjunto, unión). Los cromosomas homólogos se aparean en un proceso llamado sinapsis. Entre los cromosomas apareados se forma una estructura fibrosa proteica llamada complejo sinaptonémico que permite el apareamiento exacto de los cromosomas homólogos.



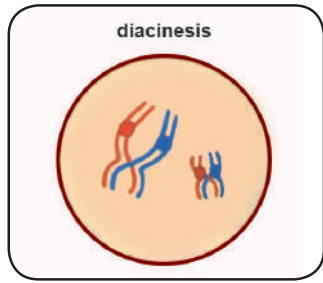
Paquinema (paqui = grueso). Los cromosomas homólogos constituyen tetradas. Cada cromosoma se observa como un cuerpo doble (formado por dos cromátidas). Los cromosomas homólogos realizan el crossing-over (recombinación genética). Es decir, intercambian pequeños segmentos de cromatina (genes). El crossing-over es importante porque permite la variabilidad de los gametos.



Diplonema (diplo = doble). Los cromosomas apareados empiezan a separarse manteniendo puntos de unión llamados quiasmas (kiasma= cruz).

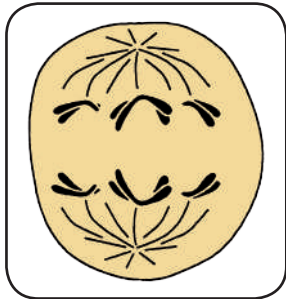


Diacinesis (día = a través de, cinesis = movimiento). El número de quiasmas se reduce, los cromosomas se distribuyen uniformemente en el núcleo. Se desorganiza el nucleolo y la envoltura nuclear.



Metafase I. Las parejas de cromosomas homólogos se mueven hacia el centro de la célula y se alinean en esa región de la célula. Se encuentran unidos a las fibras del huso con el cinetocoro, formando la doble placa ecuatorial.

Anafase I. Los cromosomas homólogos migran hacia los polos celulares. Esta migración se debe al acortamiento de las fibras del huso y se denomina disyunción.



Telofase I. Los cromosomas llegan a los polos opuestos; se reorganiza la carioteca y los nucléolos. De esta manera se forman núcleos haploides. La división nuclear es acompañada por la división citoplasmática citocinesis I.

Nota: Luego de la citocinesis I, las células formadas aumentan su volumen celular y duplican sus centríolos. A este periodo se le llama intercinesis, porque es un intervalo comprendido entre la meiosis I y la meiosis II.

La Meiosis II (División ecuacional)

Origina dos células haploides a partir de una célula también haploide formada durante la meiosis I.

Profase II. Se desorganiza la envoltura nuclear y los nucléolos, se observan los cromosomas que constan de dos cromátides unidas a nivel de sus centrómeros. En esta etapa no hay recombinación genética.

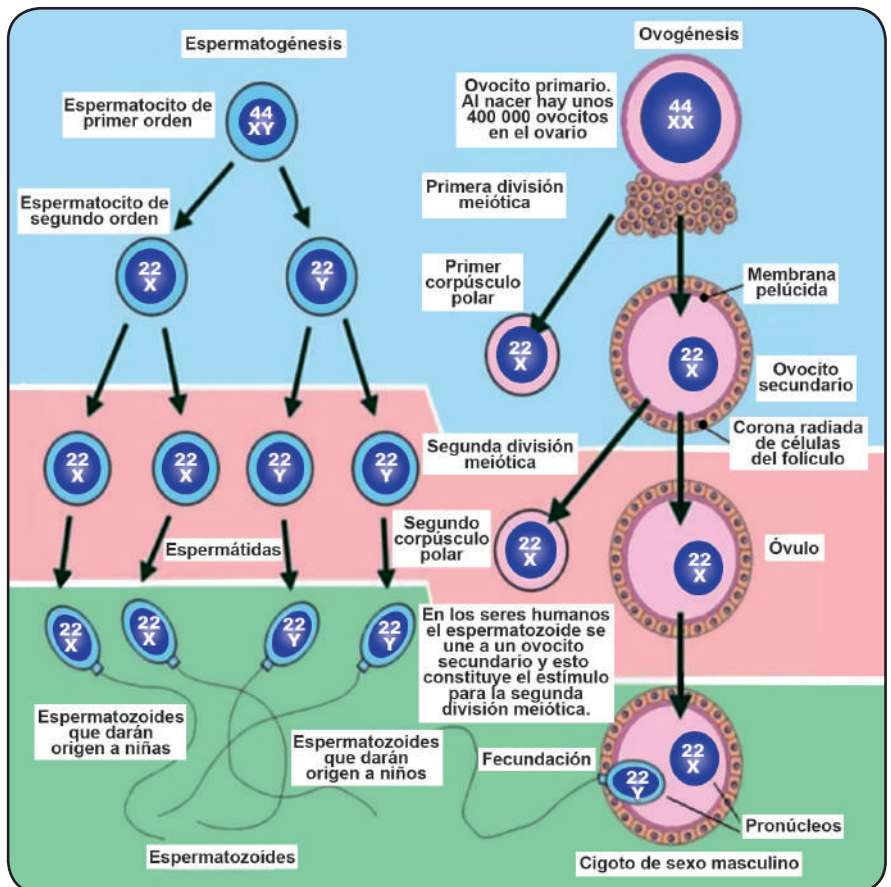
Metafase II. Los cromosomas dobles se alinean en la región central de la célula formando una placa ecuatorial.

Anafase II. Las cromátides de cada cromosoma doble se separan y se desplazan hacia los polos opuestos de la célula, es decir, se reparte en forma equitativa el ADN.

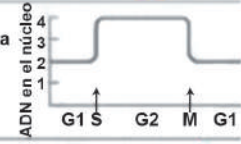
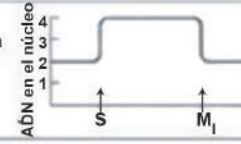




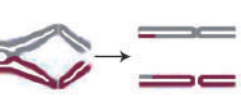
Telofase II. Las cromátides llegan a los polos celulares. Se construyen la envoltura nuclear y los nucléolos.

Gametogenesis

Proceso de elaboración de gametos. Ejm: espermatozoides y óvulos. Este proceso se realiza en los testículos y ovarios.



Cuadro comparativo de la mitosis y meiosis

Mitosis	Meiosis
En células somáticas	En células germinales o sexuales
De una división celular resultan dos células hijas Célula madre → Células hijas	Dos divisiones que producen cuatro células hijas Meiocito → Productos de la meiosis
El número de cromosomas en el núcleo se mantiene (Ej: 23 pares en diploides) $2n \rightarrow 2n$	El número de cromosomas se reduce a la mitad en el producto de la meiosis $2n \rightarrow n, n$
Una fase premeiótica S de división 	Una fase premeiótica S para ambas divisiones meióticas 
Los Cromosomas homólogos no se aparean 	Se produce la sinapsis de los homólogos en la profase I (cigotene) 
No hay crossing over (entrecruzamiento)	Existen entrecruzamientos entre los homólogos 
Los centromeros están divididos en la Anafase 	Los centromeros no se dividen en la anafase I, pero si lo realizan en la anafase II 
Proceso conservativo: Los genotipos de las células hijas y parentales son iguales	Se promueve la variación en los productos de la meiosis (las gametas son todas de distinta carga genotípica)
La célula original es diploide	La célula original es diploide

Retroalimentación

1. La primera etapa de la meiosis es una división _____ y la segunda es una división _____.
2. La meiosis genera la variabilidad genética en las células por eso produce: _____.
3. El crossing over o recombinación genética se da en la etapa _____.
4. Las etapas de la profase I son: _____, _____, _____ y _____.

Trabajando en clase

CUADRO COMPARATIVO

Mitosis	Meiosis
1. En una división ecuacional que separa las cromátidas.	1. La primera etapa de la división _____ y la segunda es una división _____.
2. No hace _____ los cromosomas, no se forman quiasmas, no hay intercambio genético entre los cromosomas homólogos.	2. Los cromosomas homólogos se unen (_____) y forman quiasmas en estos sitios se efectúa el intercambio genético entre los cromosomas.
3. _____ elementos (células hijas) producidos en cada ciclo.	3. _____ elementos celulares (gametos o esporas) producidos por el ciclo.
4. _____ del contenido genético de los productos mitóticos.	4. El contenido genético es _____ a las esporas producidas.
5. El número de cromosomas de las células hijas es el _____ que el número de cromosomas de la célula madre.	5. El número de cromosomas de los productos meióticos es la _____ de los cromosomas de la célula madre.
6. Los productos mitóticos son capaces de efectuar mitosis.	6. Los productos meióticos no pueden experimentar otra división meiótica.

Verificando el aprendizaje

1. El periodo comprendido entre la meiosis I y la meiosis II se llama:
a) Citocinesis c) Interfase e) Intercinesis
b) Cariocinesis d) Ciclo celular
2. Los cromosomas homólogos se aparean e intercambian pequeños segmentos de cromatina, durante:
a) Interfase
b) Mitosis
c) Profase II
d) Meiosis II
e) Meiosis I
3. La sinapsis de los cromosomas ocurre durante la _____.
a) Mitosis
b) Meiosis I
c) Meiosis II
d) Interfase
e) Intercinesis
4. Como resultado de la meiosis I, las células hijas de una célula germinal de 24 cromosomas, tendrán _____ cromosomas cada una y al final de la meiosis II, las células tendrán _____ cromosomas.
a) 24 y 24
b) 12 y 12
c) 12 y 24
d) 24 y 12
e) 12 y 12
5. Con respecto a la meiosis, señala lo correcto:
UNALM 2001-I
a) Luego de la meiosis I se obtienen células diploides.
b) En la meiosis II encontramos emigrando cromosomas homólogos.
c) En la anafase II se produce la citocinesis.
d) El crossing-over se realiza en la profase I.
e) No produce variabilidad.
6. Cuando a partir de una célula diploide se obtiene 4 células haploides, se dice que ha ocurrido:
UNALM 2000-I
a) Mitosis
b) Clonación
c) Gemación
d) Meiosis
e) Partenogénesis
7. En la división meiótica o mitótica cuando los cromosomas no se distribuyen bien (anafase) ¿Qué ocurrirá?
UNALM 2004-I
a) Una mutación
b) Una célula nace normal y la otra nace anormal
c) Ocurrirá una anomalía cromosomática
d) Hay células mucho mejor adaptadas
e) No ocurre telofase
8. ¿En qué etapa se visualiza núcleos haploides?
UNALM 2005-I
a) Citocinesis
b) Profase I
c) Telofase I
d) Interfase
e) Metafase
9. La reducción del material genético se da en:
UNALM 2005-I
a) Profase I d) Intercinesis
b) Profase II e) Anafase I
c) Anafase II
10. El factor que permite el intercambio de materia genética es:
UNALM 2005-I
a) La citocinesis
b) La reproducción asexual
c) La presencia de cromosomas homólogos
d) La separación de cromátides hermanas
e) La mitosis