

TEMA 12. LA REPRODUCCIÓN CELULAR

- 1.- La vida de la célula.
- 2.- El ciclo celular
- 3.- La división celular.
 - 3.1. Mitosis o cariocinesis.
 - 3.2. Citocinesis.
- 4.- La división meiótica.
 - 4.1. Primera división meiótica.
 - 4.2. Segunda división meiótica.
 - 4.3. Meiosis y reproducción sexual.
- 5.- Diferencias entre mitosis y meiosis.

1.- LA VIDA DE LA CÉLULA.

En la vida celular se pueden distinguir cuatro etapas: nacimiento, crecimiento, diferenciación y reproducción o muerte celular. Todas las células, tras un tiempo más o menos largo, se reproducen y dan lugar a nuevas células hijas o bien mueren, pero en ambos casos la célula inicial deja de existir.

La muerte celular se produce por **APOPTOSIS**, es decir, por autólisis a partir de la ruptura de los lisosomas. Se trata de una muerte programada y natural, por la cual las células se autodestruyen. Si una célula no entra en apoptosis se divide indefinidamente y se convierte en cancerosa.

1.1. TIPOS DE DIVISIÓN CELULAR

En organismos unicelulares, la vida celular es corta, es decir, el crecimiento y la reproducción son rápidas.

En pluricelulares, se pueden distinguir dos tipos de división celular según el número de cromosomas de las células hijas:

- a) División con mitosis. Es una división generadora de células con el mismo número de cromosomas que la célula madre.
- b) Meiosis. División generadora de células con la mitad de cromosomas con la células madre.

2.- EL CICLO CELULAR

El ciclo celular o ciclo vital de una célula eucariota comprende el periodo de tiempo que va desde que se forma, es decir, desde que nace, hasta que se divide y genera otras células nuevas.

En el ciclo celular se diferencian claramente dos etapas:

- a) **Interfase:** Es la etapa de no división. Consta a su vez de otras tres fases, denominadas **G1**, **S** y **G2**, en las cuales se observa el núcleo interfásico. Estas fases son muy activas, en las que se produce la síntesis de las sustancias de la célula, la síntesis de proteínas, etc. La síntesis del ADN se sintetiza concretamente en la fase S. Al final de la interfase el ADN se ha duplicado. Al final de la fase G1 se encuentra el punto R o **punto de RESTRICCIÓN** en el cual, cuando la célula entra en él no puede volver hacia atrás, es decir es un punto de “no retorno” a partir del cual la célula necesariamente se dividirá. Hay células que no se dividen nunca (por ejemplo neuronas) que nunca entran en el punto R y por tanto permanecen en la fase G1, entonces se denomina a esta fase Fase **G0**.
- b) **División:** Es la etapa en la que la célula madre dará lugar a dos células hijas. Consta de una fase denominada **fase M** (M de mitosis) que engloba dos procesos:
 - a. **Cariocinesis** o mitosis. Consiste en la división del núcleo. Cada molécula de ADN del núcleo, junto con su copia se condensa formando un cromosoma. Luego se rompe la envoltura nuclear y los cromosomas terminan de condensarse. Posteriormente, cada cromosoma se divide en dos y cada célula hija recibe el mismo número de cromosomas (la misma cantidad de ADN) que la célula madre.
 - b. **Citocinesis**. Es un proceso que se produce después de la mitosis y que corresponde a la división del citoplasma.

La fase M dura sólo una décima parte o menos del total del ciclo celular.

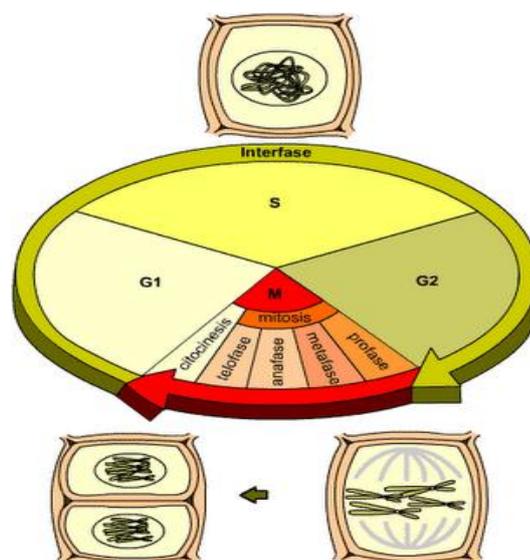


Fig. 12.1. Ciclo celular.

3. LA DIVISIÓN CELULAR O FASE M

La división celular o fase M del ciclo celular comprende la división del núcleo o **CARIOCINESIS** o **MITOSIS** propiamente dicha y la división del citoplasma o **CITOCINESIS**.

3.1. CARIOCINESIS O MITOSIS

La mitosis es el proceso por el cual una célula de una célula $2n$ se obtienen otras dos células $2n$. Gracias a la mitosis, los seres pluricelulares tienen la misma dotación genética que el cigoto.

Se pueden distinguir cuatro fases:

- a) **PROFASE:** Es la etapa inicial, se caracteriza por los siguientes procesos:
 - El ADN, que se encontraba en forma de cromatina, se condensa para formar los cromosomas. Cada cromosoma está formado por las dos cromátidas hermanas (con la información duplicada)
 - Desaparecen los nucléolos.
 - Se duplica el centrosoma y se comienzan a separar uno del otro por alargamiento de los microtúbulos que los unen, hasta situarse en los extremos de la célula (polos celulares)
 - En los cromosomas se forma el cinetocoro a partir de los cuales se originan unos microtúbulos denominados fibras cinetocóricas.
 - Desaparece la membrana nuclear.
- b) **METAFASE:**
 - Las fibras cinetocóricas se alargan y forman junto con las fibras que unen los centrosomas el denominado huso acromático.
 - Los cromosomas se sitúan en el centro de la célula (placa ecuatorial), con sus cromátidas dirigidas hacia los polos.
- c) **ANAFASE:**
 - Se produce el acortamiento de los microtúbulos del huso lo que genera que las cromátidas hermanas se separen (se divide el cromosoma) y se vayan hacia los polos celulares.
- d) **TELOFASE:** Es la etapa final y se caracteriza por:
 - Los cromosomas que ya están en los polos celulares comienzan a descondensarse para dar lugar a la cromatina. Desaparecen los cinetocoros.
 - Desaparece el huso acromático.
 - Vuelve a construirse la membrana nuclear.

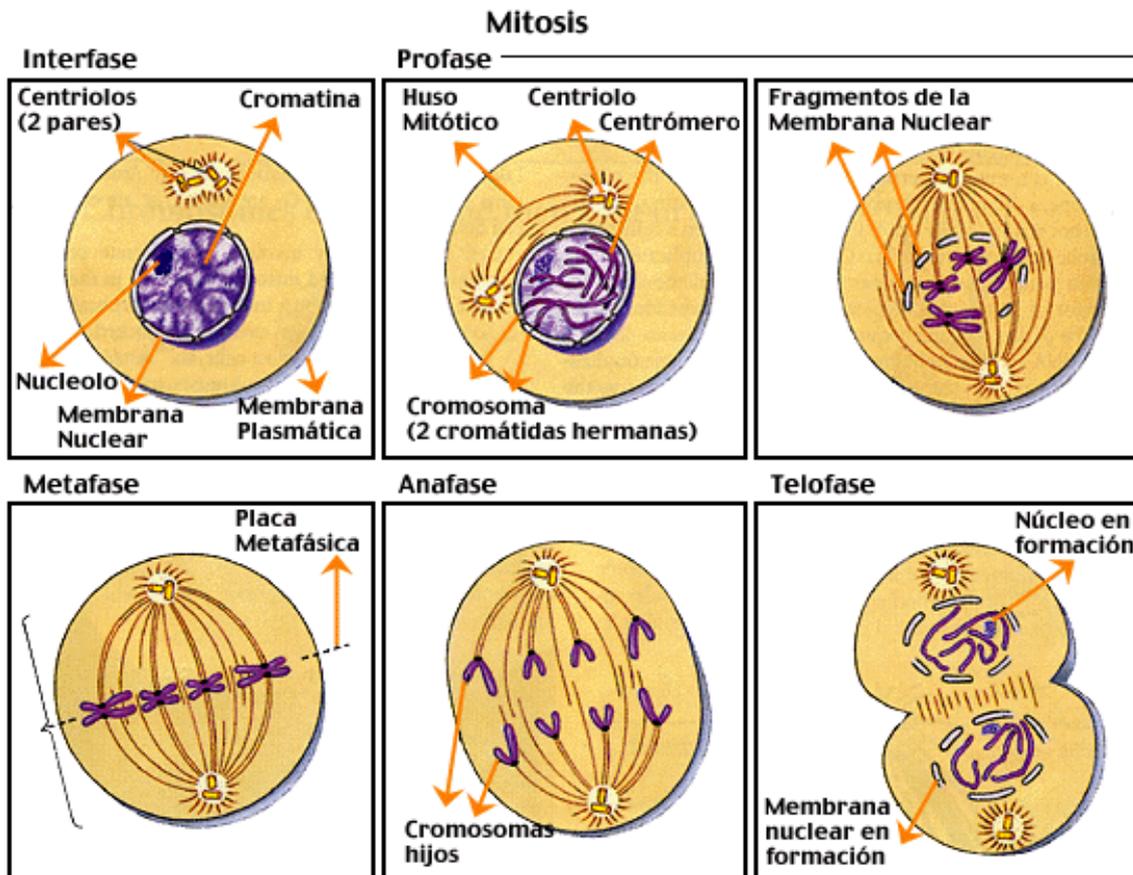


Fig 12.2

3.2. CITOCINESIS

La citocinesis es la división del citoplasma y el reparto de los orgánulos que origina dos células hijas. Puede realizarse de dos formas diferentes según el tipo de célula:

- a) En células animales, se produce por “estrangulamiento”. Una serie de microfilamentos de actina forman un surco en el centro de la célula denominado “anillo contráctil” que va cerrándose y termina por separar los dos citoplasmas de las células hijas.
- b) En células vegetales, se forma un tabique por unión de vesículas procedentes del Aparato de Golgi que se generarán posteriormente la pared de las dos células hijas.

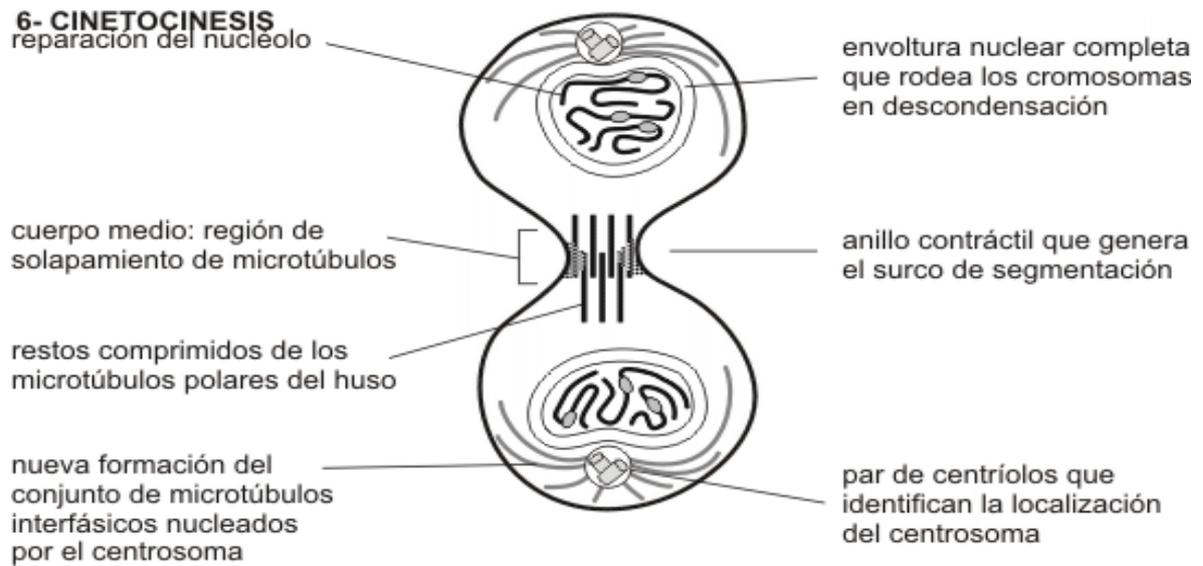


Fig. 12. 3. Citocinesis animal

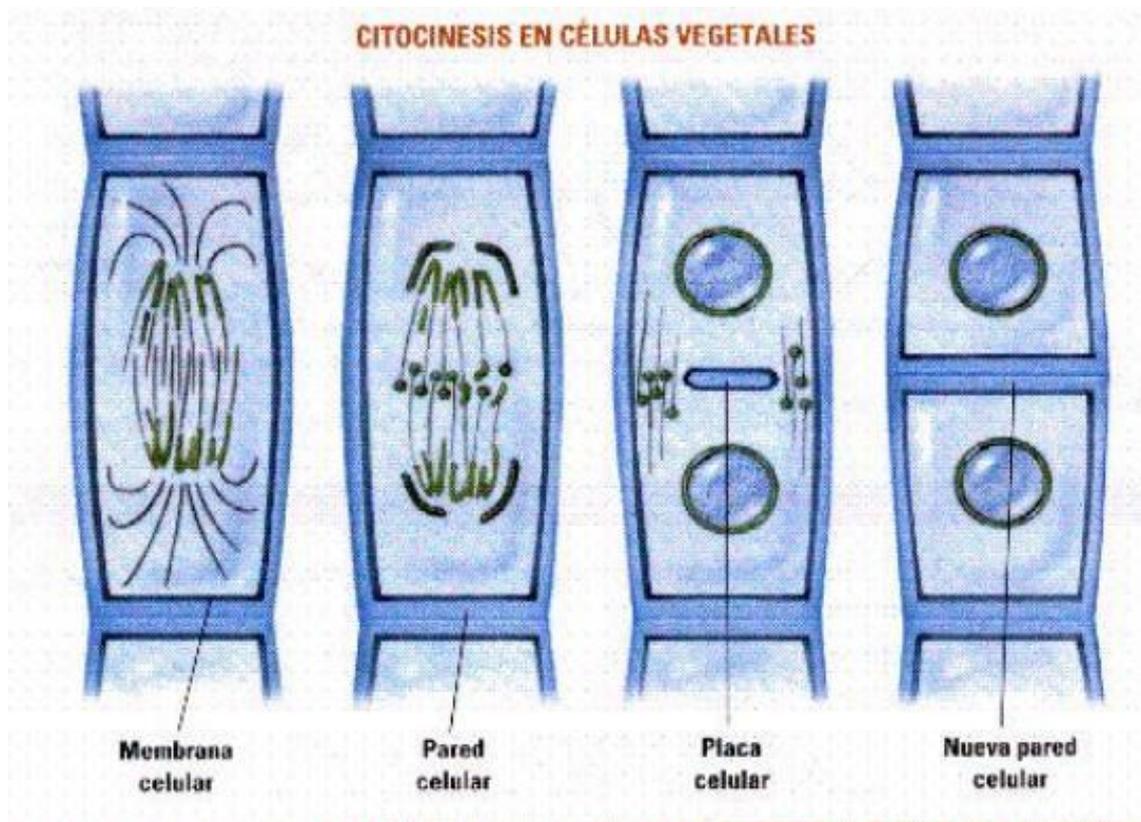


Fig. 12.4. Citocinesis vegetal

4. LA MEIOSIS

La meiosis es el proceso generador de células con la mitad de cromosomas que la célula madre. Es decir, una célula $2n$ origina cuatro células n .

Comprende dos divisiones sucesivas:

- a) **Primera división meiótica o Meiosis I.** Es una división reduccional, en la que las células hijas ya tienen la mitad de cromosomas que la célula madre.
- b) **Segunda división meiótica o Meiosis II.** Es parecida a una mitosis.

En la producción de gametos la meiosis tiene un papel fundamental para que la célula resultante, el cigoto, no presente doble número de cromosomas.

En la meiosis, antes de iniciarse la primera división meiótica, igual que pasa en la mitosis, hay un periodo de interfase durante la que se duplica el ADN. En cambio previamente a la segunda división meiótica no se produce la duplicación del material genético.

Así pues, en la meiosis, tras una sola duplicación del ADN, se producen dos divisiones sucesivas. Cada una de ellas presenta una división del núcleo y una división del citoplasma.

Otra característica muy importante de la meiosis es que se produce la **RECOMBINACIÓN GENÉTICA**, o intercambio de material hereditario entre las cromátidas de los cromosomas homólogos.

4.1. PRIMERA DIVISIÓN MEIÓTICA.

En esta división se aparean los cromosomas homólogos y se produce el intercambio de material hereditario. Comprende las siguientes fases:

a) **PROFASE I**

- El ADN se condensa y forma los cromosomas. A diferencia de la mitosis, los dos cromosomas homólogos se juntan y forman las **TÉTRADAS**, entre los que se produce el intercambio de ADN. En esta fase se diferencian cinco etapas:
 - **LEPTOTENA.** Los cromosomas se condensan y forman las tétradas. Los cromosomas ya están duplicados por lo que tienen dos cromátidas.
 - **ZIGOTENA.** Cada cromosoma se asocia a su homólogo formando las tétradas.
 - **PAQUITENA.** Los cromosomas homólogos ya están formando las tétradas y dos de las cuatro cromátidas se entrecruzan al menos en un punto. Los entrecruzamientos consisten en la ruptura de las dobles hélices y su posterior unión alternada, produciéndose **RECOMBINACIÓN GENÉTICA**, que consiste en el intercambio de material genético entre las cromátidas hermanas.
 - **DILOTENA.** Finaliza la unión de los cromosomas homólogos que tienden a separarse, permaneciendo sólo unido por los puntos en los que se ha producido el entrecruzamiento, denominados **QUIASMAS**.
 - **DIACINESIS.** Se terminan de condensar los cromosomas, quedando cada uno de los cromosomas homólogos con información diferente.

- b) **METAFASE I.** La envoltura nuclear y el nucléolo han desaparecido y los cromosomas bivalentes se colocan en el plano ecuatorial de la célula.
- c) **ANAFASE I.** Los dos cromosomas homólogos, cada uno formado por dos cromátidas se separan y se dirigen hacia los polos opuestos.
- d) **TELOFASE I.** Los cromosomas pueden descondensarse un poco y formarse la envoltura nuclear que dura muy poco. O directamente iniciar la segunda división meiótica.

4.2. SEGUNDA DIVISIÓN MEIÓTICA.

Se produce sin duplicación del ADN. Es parecida a una división mitótica, exceptuando que sólo hay un cromosoma homólogo de cada pareja. Se distinguen cuatro fases:

- a) **PROFASE II.** Se rompe la envoltura nuclear, se duplican los centrosomas y se forma el huso acromático.
- b) **METAFASE II.** Los cromosomas se disponen en el región ecuatorial.
- c) **ANAFASE II.** Las dos cromátidas de cada cromosoma se separan y migran hacia los polos ecuatoriales.
- d) **TELOFASE II.** Los cromosomas se desenrollan y se forman las envolturas nucleares. Posteriormente se produce la Citocinesis.

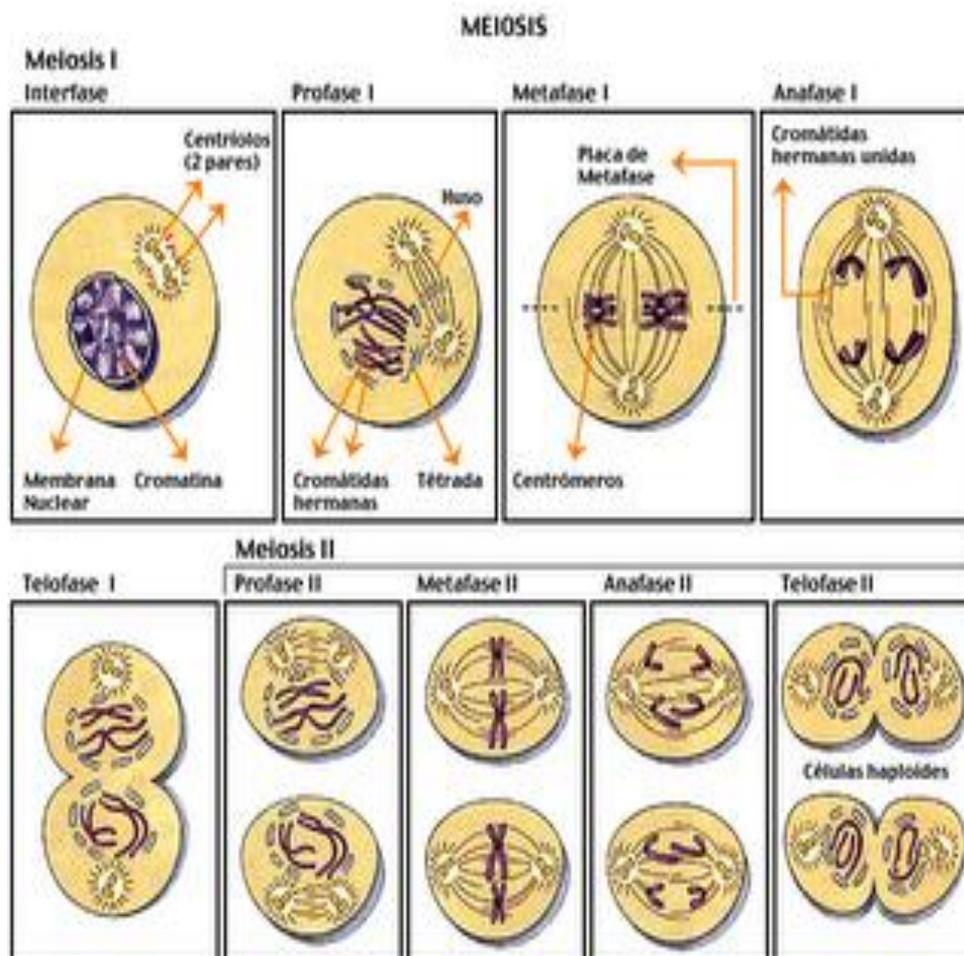


Fig. 12.5. Meiosis.

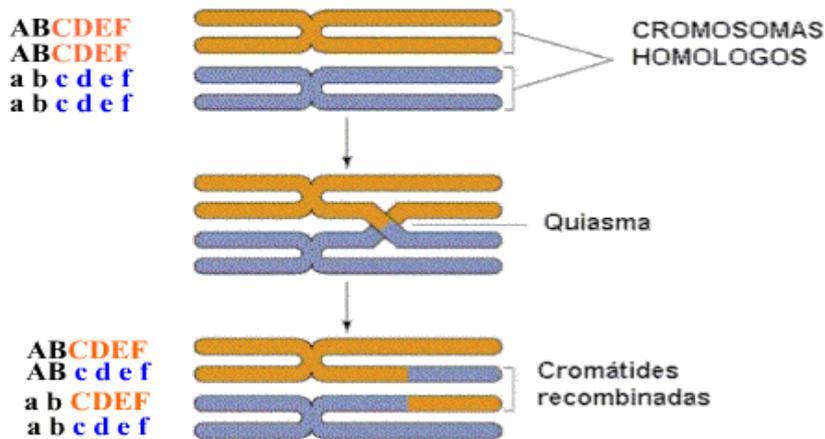


Fig. 12.6. Cromosomas recombinados.

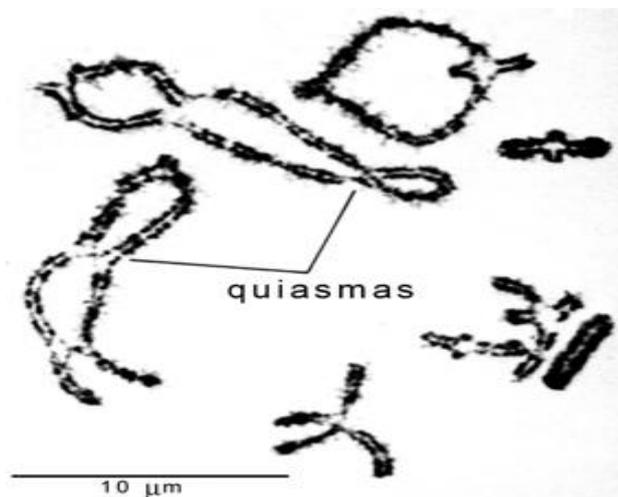


Fig 12.7. Cromosomas con quiasmas

4.3. MEIOSIS Y REPRODUCCIÓN SEXUAL

Cuando una célula se divide por mitosis, las dos células hijas producidas son genéticamente idénticas a la célula original, lo que significa que, para aquellos organismos que se reproducen asexualmente, las posibilidades de variabilidad genética y en consecuencia, de adaptación y de evolución son muy limitadas (sólo por mutaciones).

En los organismos con reproducción sexual, sin embargo, la fusión de los dos gametos haploides diferentes origina un cigoto diploide con información genética distinta, procedente de la recombinación de los dos núcleos parentales.

La variabilidad genética generada en la reproducción sexual se debe a:

- Las distintas posibilidades de reparto en la segregación de los cromosomas parentales que tiene lugar durante la primera división meiótica.
- La recombinación y el intercambio de información genética producidos en la profase meiótica I.

En los seres superiores, las células de cada organismo se dividen asexualmente por mitosis, pero la especie se reproduce sexualmente.

5. DIFERENCIAS ENTRE MITOSIS Y MEIOSIS.

MITOSIS	MEIOSIS
<ul style="list-style-type: none">• Da lugar a dos células con el mismo número de cromosomas que la madre.• En la profase no hay entrecruzamientos• En la anafase las cromátidas hermanas se separan• Si no hay mutaciones, los cromosomas de las células hijas son idénticos a los de la célula madre.• Se produce una división con una duplicación del ADN• No hay variabilidad genética	<ul style="list-style-type: none">• Da lugar a cuatro células con la mitad de cromosomas que la madre.• En la profase I hay entrecruzamientos.• En la anafase I las cromátidas hermanas no se separan, sino que lo hacen los cromosomas homólogos.• Los cromosomas de las células hijas son diferentes a los de la célula madre.• Se producen dos divisiones sucesivas con una sola duplicación del ADN.• Hay variabilidad genética.