

## TEMA 2

# TEORÍA CROMOSÓMICA DE LA HERENCIA



# Número cromosómico de algunas especies

---

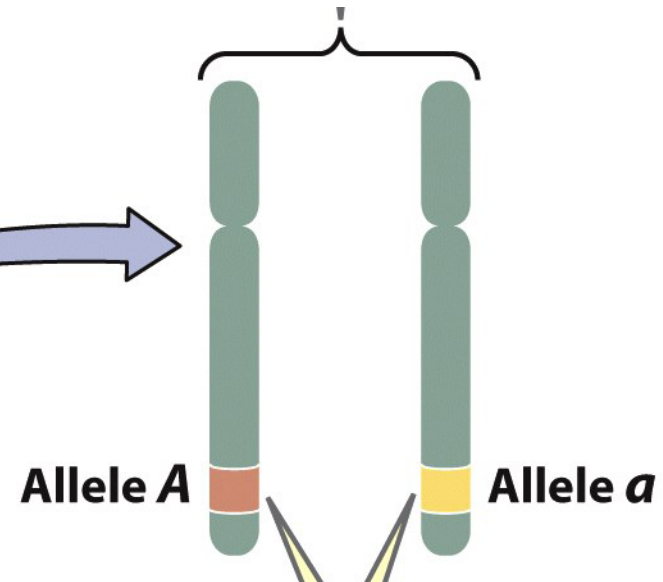
<b>Especie</b>	<b>2n</b>
<b>Lombriz intestinal</b> ( <i>Ascaris lumbricoides</i> )	<b>2</b>
<b>Mosca fruta</b> ( <i>Drosophila melanogaster</i> )	<b>8</b>
<b>Guisante</b> ( <i>Pisum sativum</i> )	<b>14</b>
<b>Grillo</b> ( <i>Gryllus domesticus</i> )	<b>22</b>
<b>Boa constrictora</b> ( <i>Boa constrictor</i> )	<b>36</b>
<b>Ratón doméstico</b> ( <i>Mus musculus</i> )	<b>40</b>
<b>Ser humano</b> ( <i>Homo sapiens</i> )	<b>46</b>
<b>Paloma</b> ( <i>Columba livia</i> )	<b>80</b>
<b>Esturión</b> ( <i>Acipenser naccarii</i> )	<b>240</b>
<b>Helecho indio</b> ( <i>Ophioglossum reticulatum</i> )	<b>1260</b>

---

**Número cromosómico en Plantas:** <http://www.tropicos.org/>

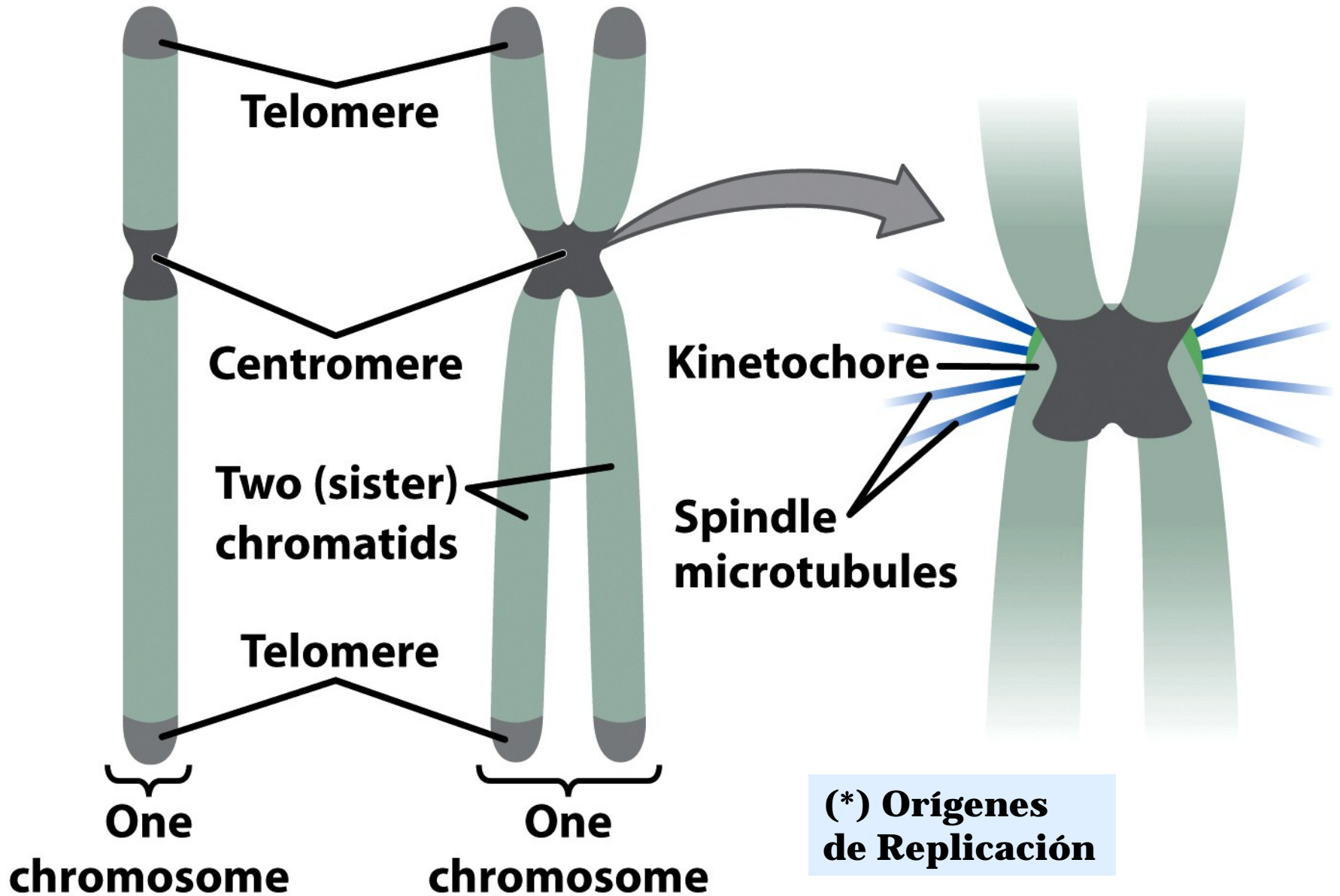
# cromosomas

La célula posee 2 conjuntos de cromosomas, uno procedente del padre y otro de la madre, constituyen una pareja de **cromosomas homólogos**

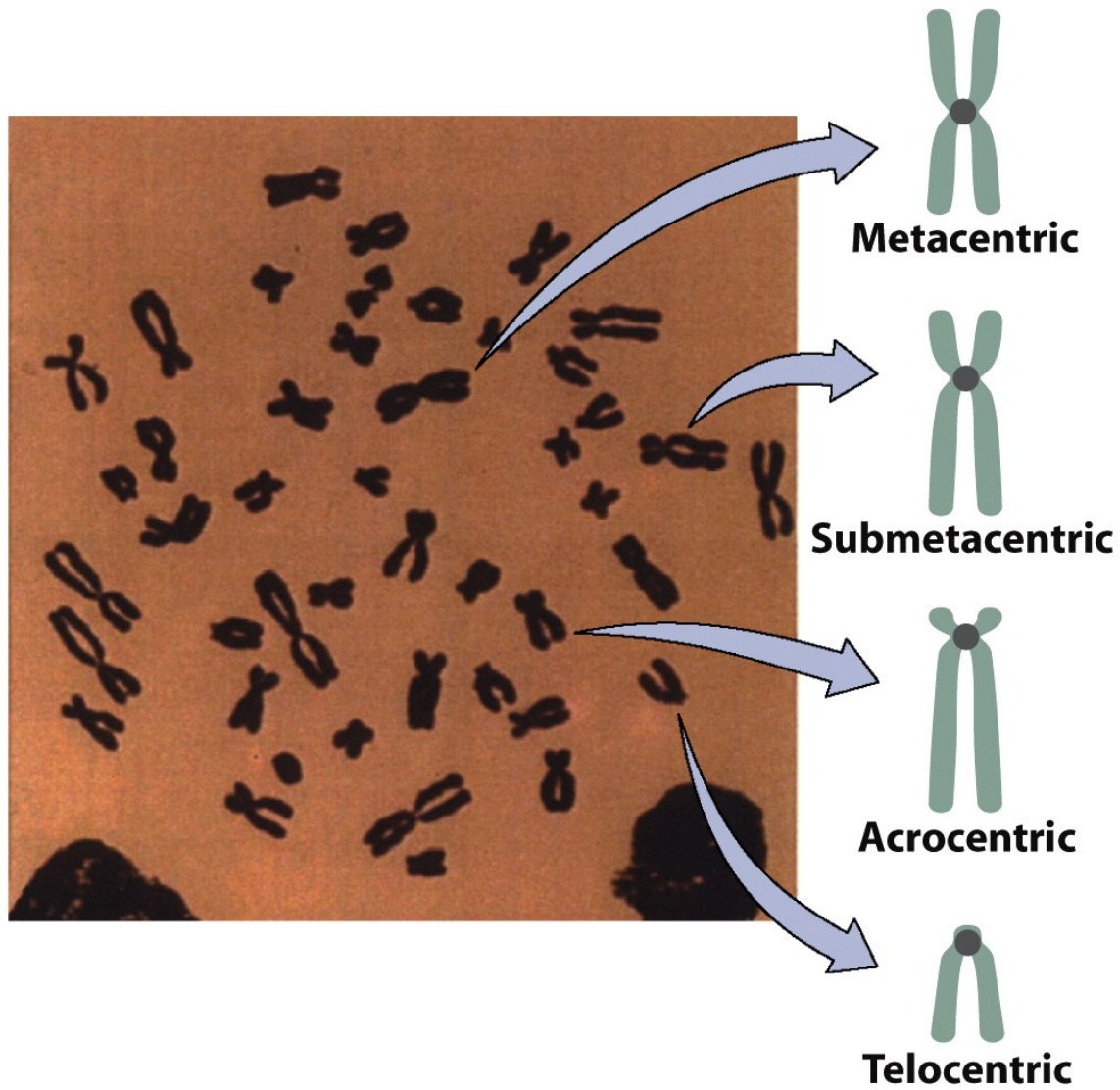


**Información genética para el mismo conjunto de características en la misma posición**

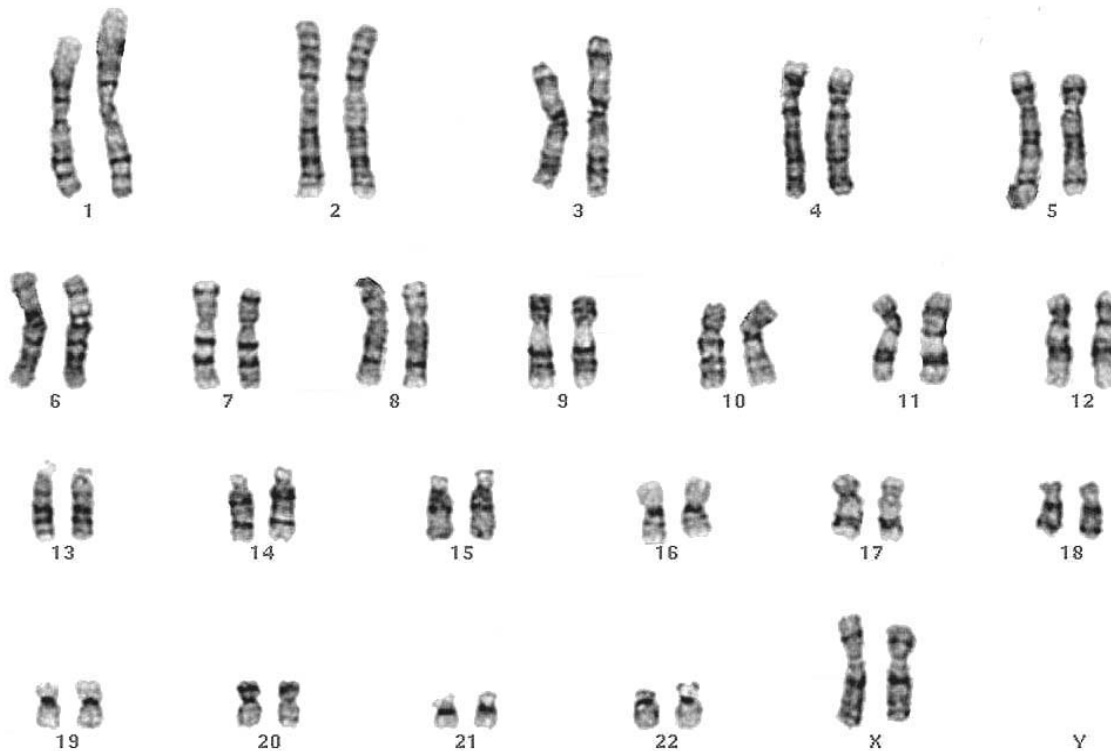
# Estructura cromosómica



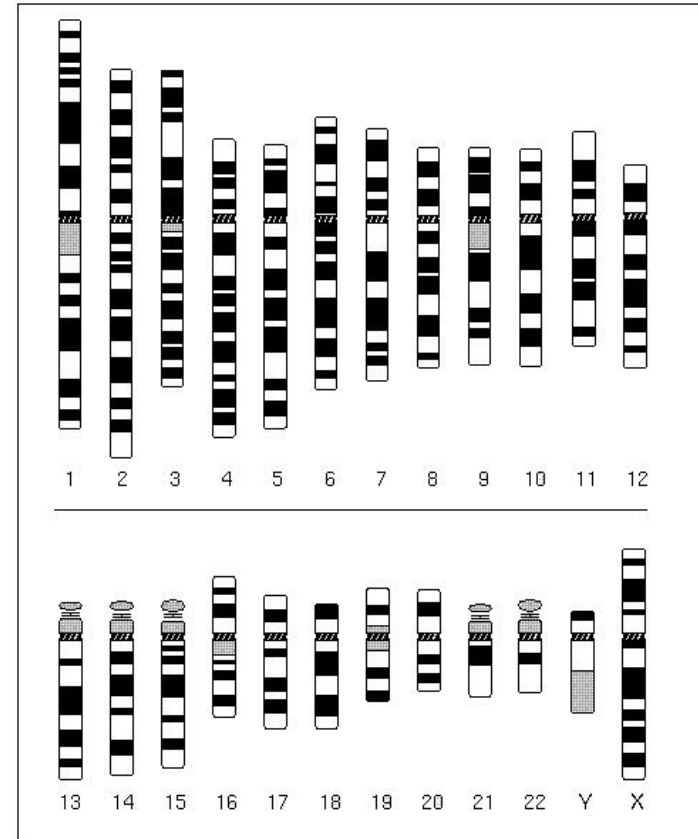
# TIPOS DE CROMOSOMA SEGÚN LA POSICIÓN DEL CENTRÓMERO



# REPRESENTACIÓN DEL CONJUNTO DE CROMOSOMAS DE UNA ESPECIE



**CARIOTIPO**



**IDEOGRAMA**

# CICLO CELULAR

Síntesis de ADN

G1/S

S phase

G1

Interphase

G2

G2/M

Mitosis

G0

Nondividing cells

La célula crece.

Síntesis de proteínas necesarias para la división celular

Se ensamblan las estructuras necesarias para la división y los cromosomas se condensan

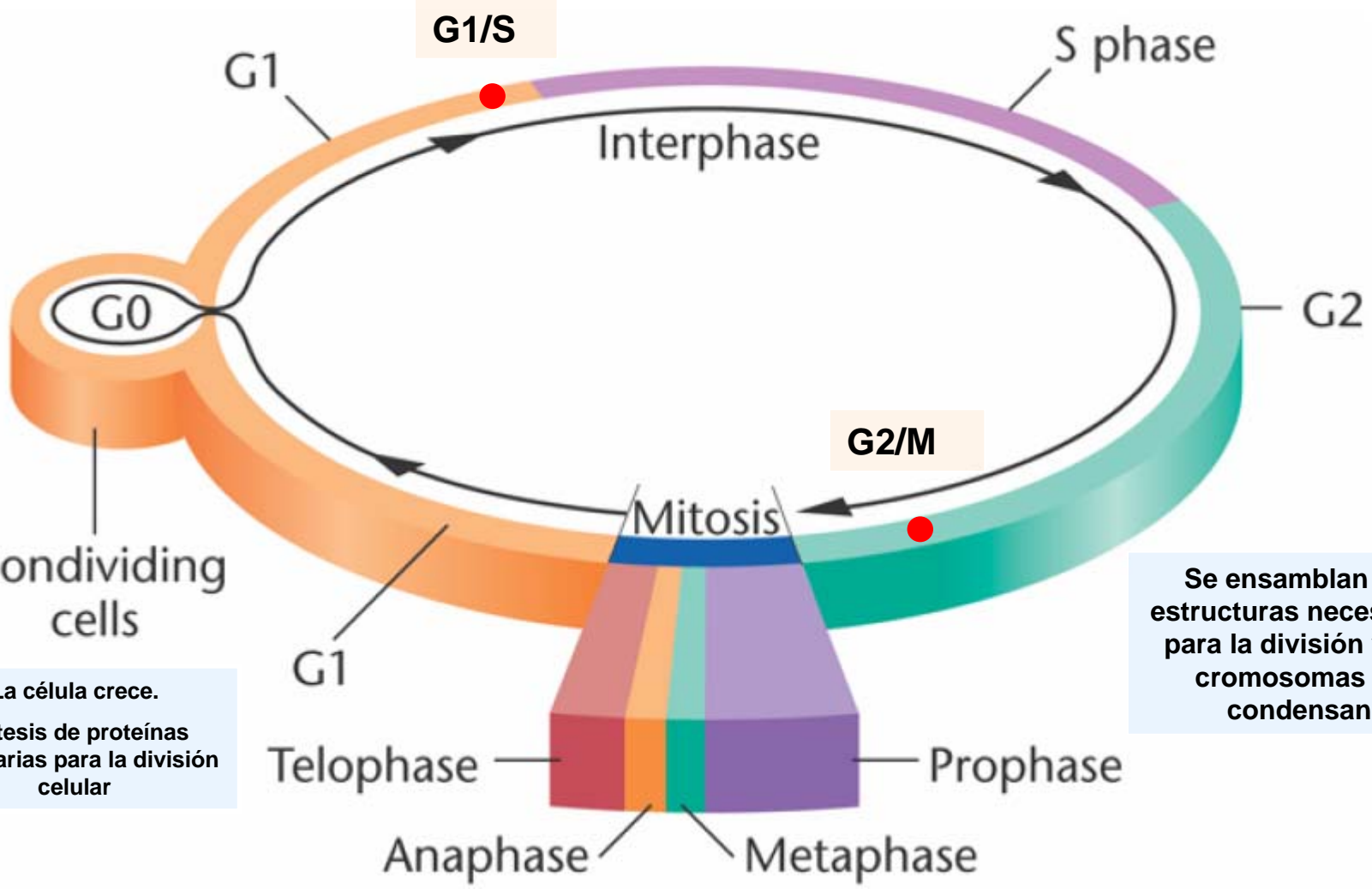
G1

Telophase

Prophase

Anaphase

Metaphase

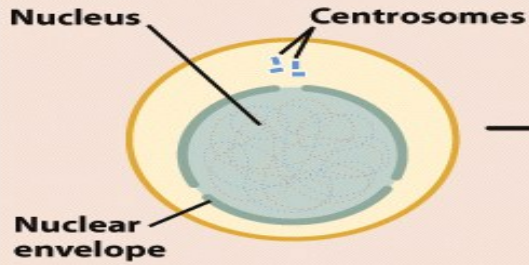
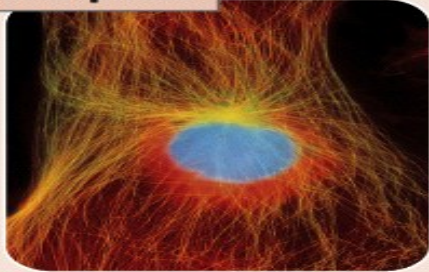




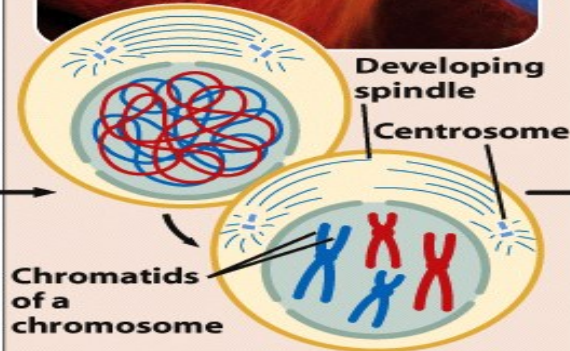
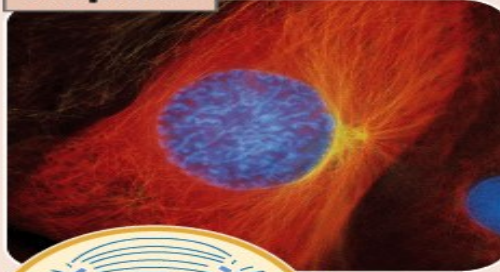
# **Etapas de la Mitosis**



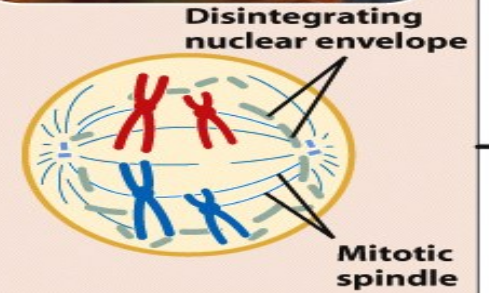
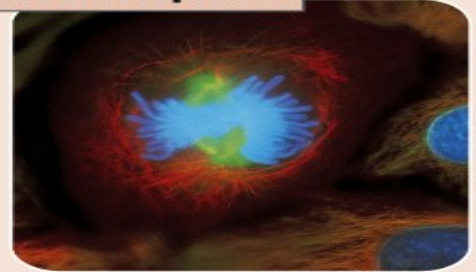
### Interphase



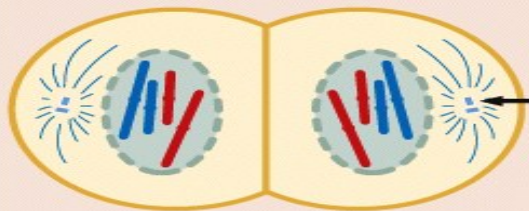
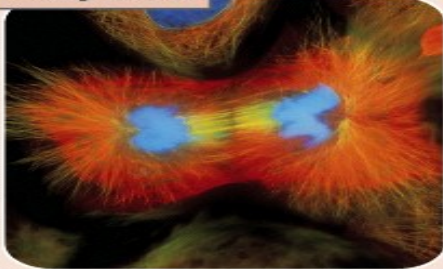
### Prophase



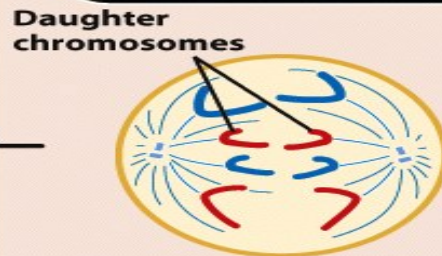
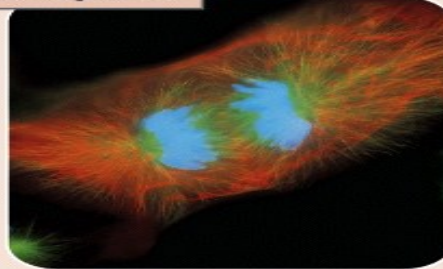
### Prometaphase



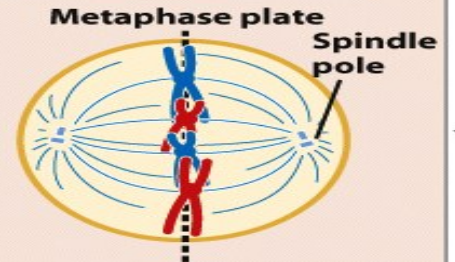
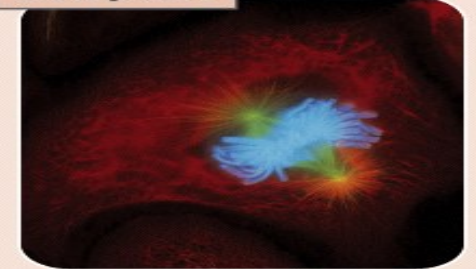
### Telophase



### Anaphase



### Metaphase



Punto de control de ensamblaje del huso

**Table 2.1 Features of the cell cycle**

<b>Stage</b>	<b>Major Features</b>
<b>G<sub>0</sub> phase</b>	<b>Stable, nondividing period of variable length.</b>
<b>Interphase</b>	
<b>G<sub>1</sub> phase</b>	<b>Growth and development of the cell; G<sub>1</sub>/S checkpoint.</b>
<b>S phase</b>	<b>Synthesis of DNA.</b>
<b>G<sub>2</sub> phase</b>	<b>Preparation for division; G<sub>2</sub>/M checkpoint.</b>
<b>M phase</b>	
<b>Prophase</b>	<b>Chromosomes condense and mitotic spindle forms.</b>
<b>Prometaphase</b>	<b>Nuclear envelope disintegrates, and spindle microtubules anchor to kinetochores.</b>
<b>Metaphase</b>	<b>Chromosomes align on the spindle-assembly checkpoint.</b>
<b>Anaphase</b>	<b>Sister chromatids separate, becoming individual chromosomes that migrate toward spindle poles.</b>
<b>Telophase</b>	<b>Chromosomes arrive at spindle poles, the nuclear envelope re-forms, and the condensed chromosomes relax.</b>
<b>Cytokinesis</b>	<b>Cytoplasm divides; cell wall forms in plant cells.</b>

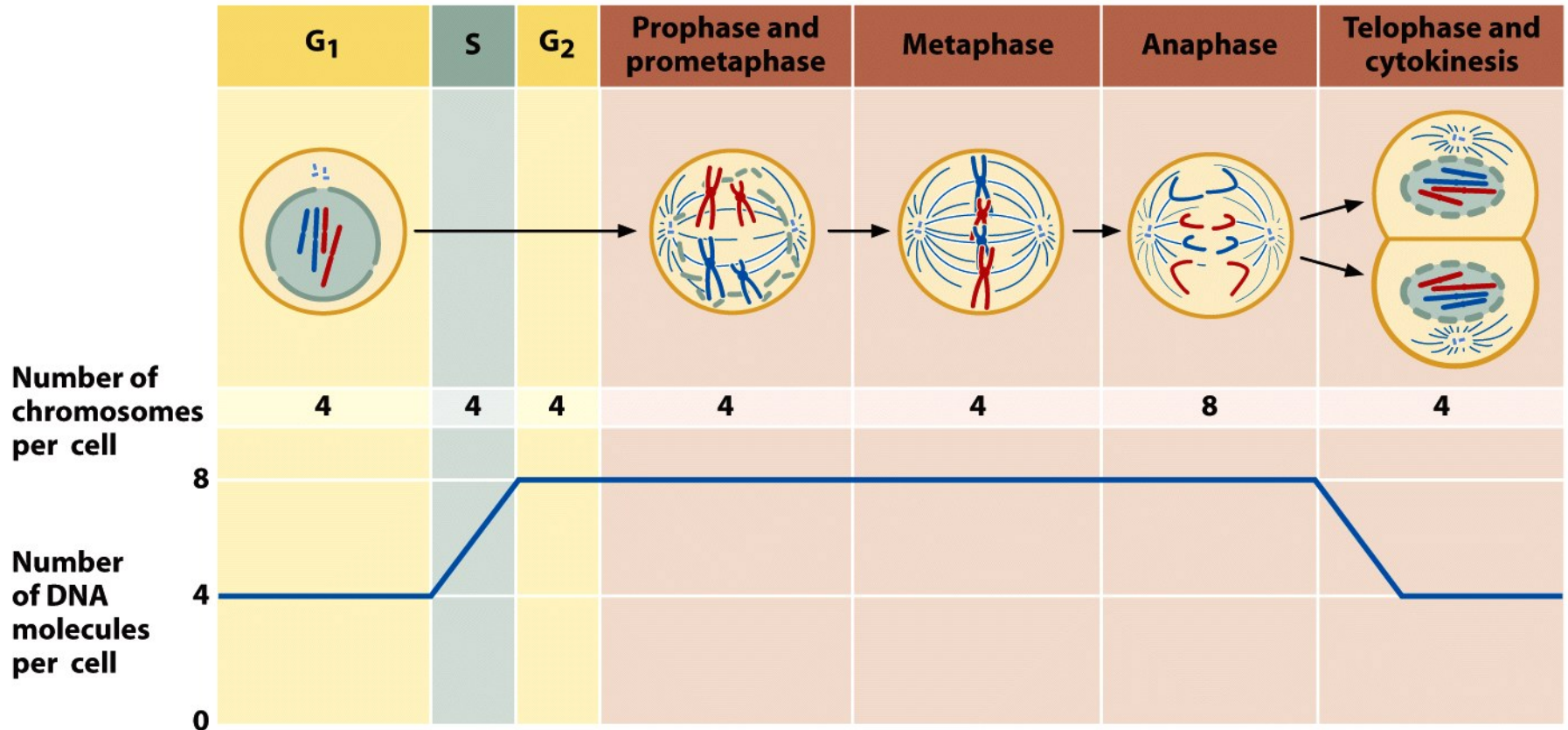
# Significado Biológico de la Mitosis

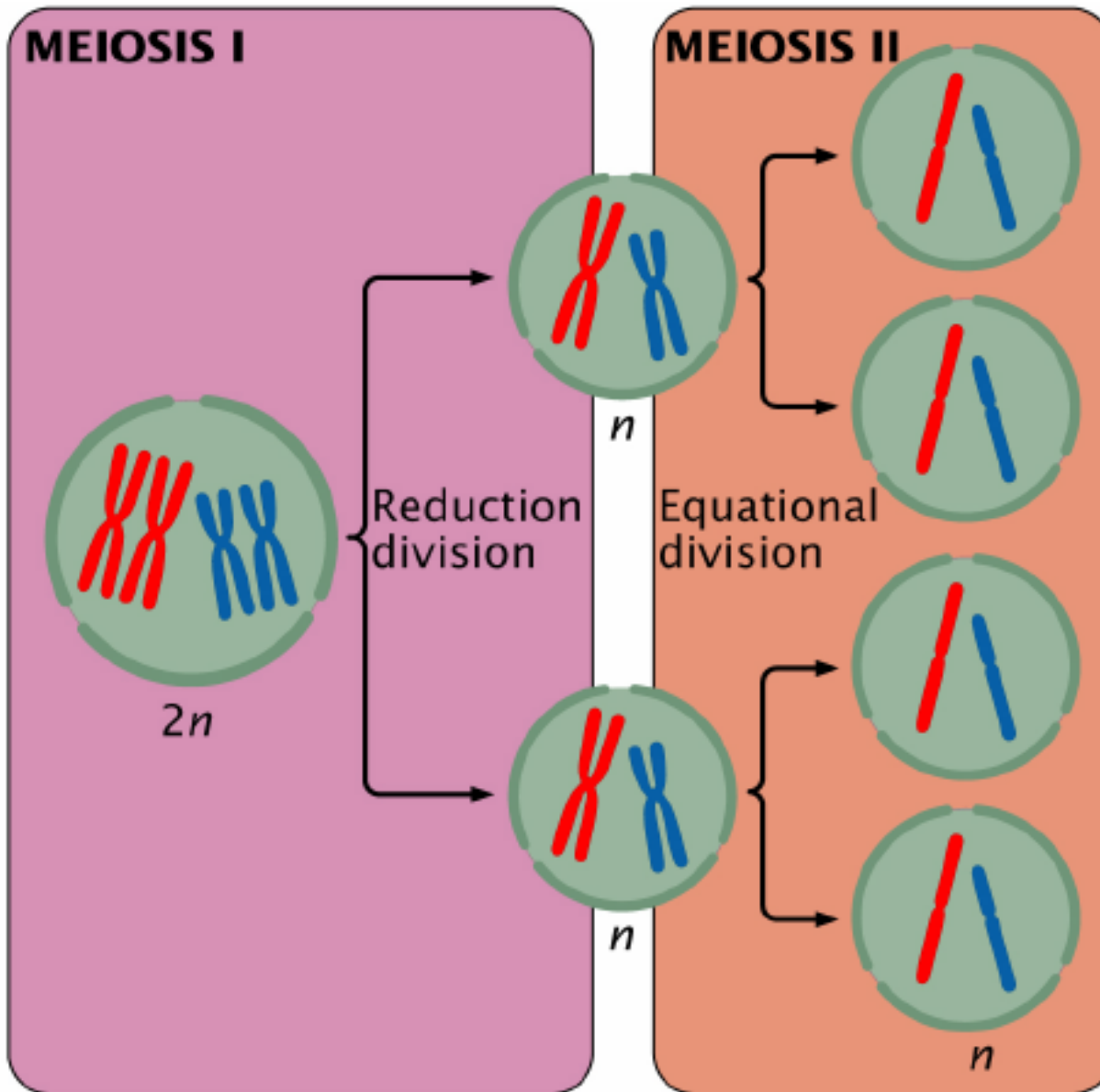
A partir de una única célula se obtienen dos células que contienen **la misma información genética**

Cada una de las células que se origina contiene un juego completo de cromosomas, **sin que se produzca reducción ni aumento** en la dotación cromosómica

Ocurre en **células somáticas.**

# Recuento de cromosomas y moléculas de ADN durante la Mitosis



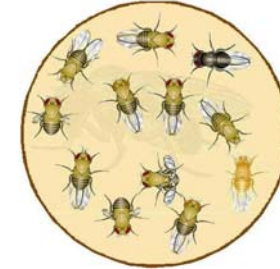


# Meiosis

Origina **gametos** en los cuales el número de **cromosomas** está reducido a la **mitad**

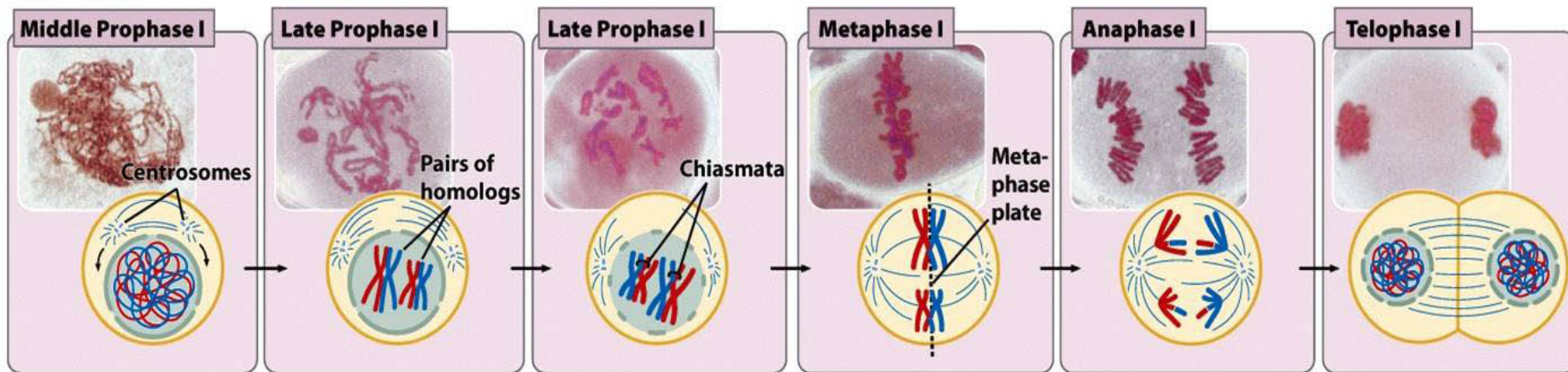
# Meiosis I

Variabilidad Genética

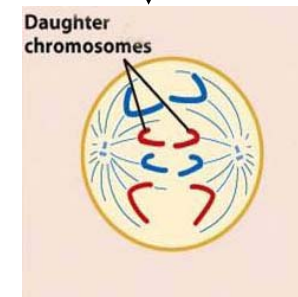
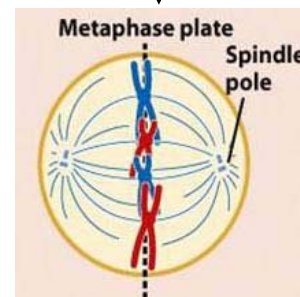


¡Entrecruzamiento!

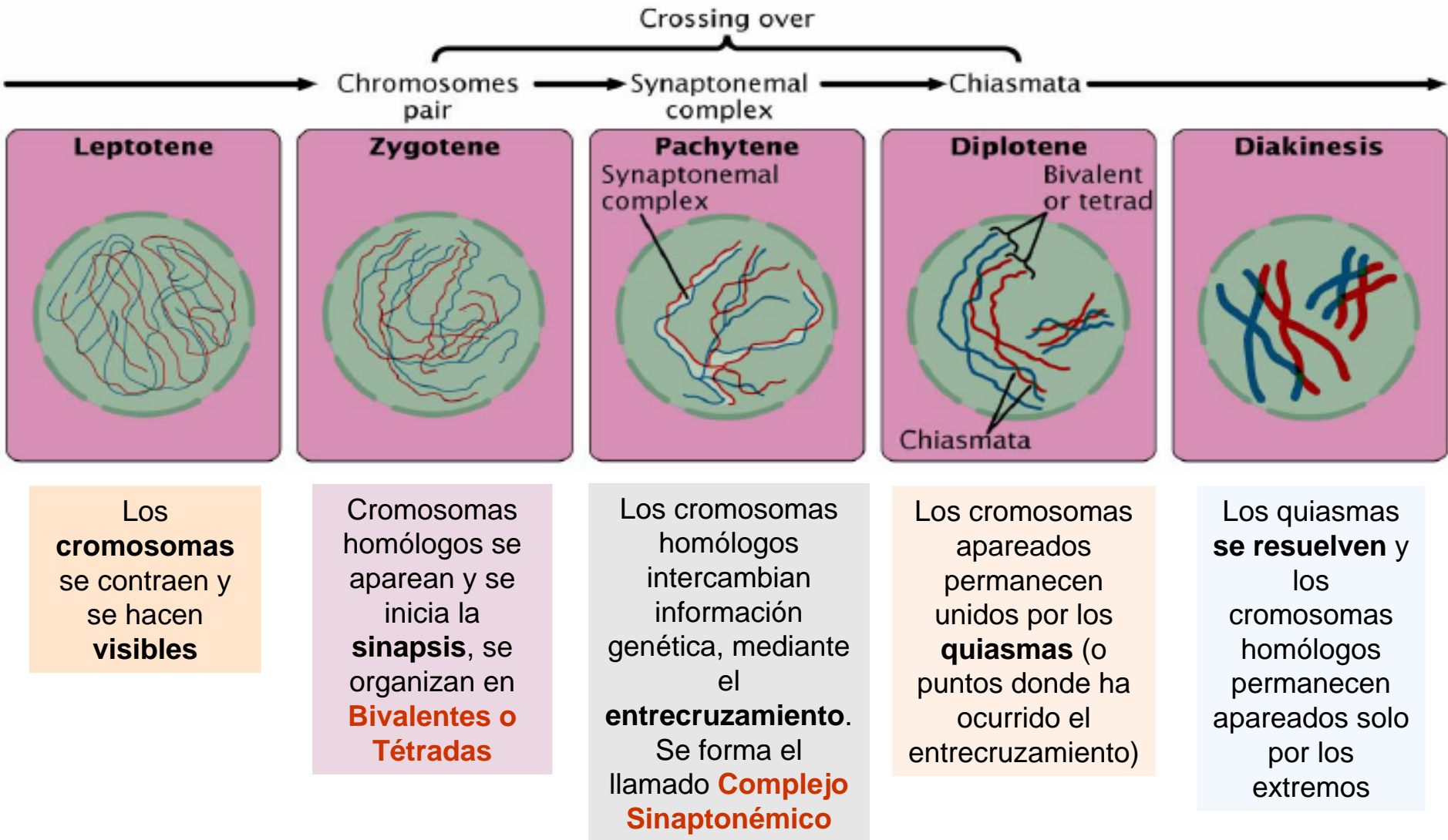
## Meiosis I



¿Qué ocurriría en Mitosis?

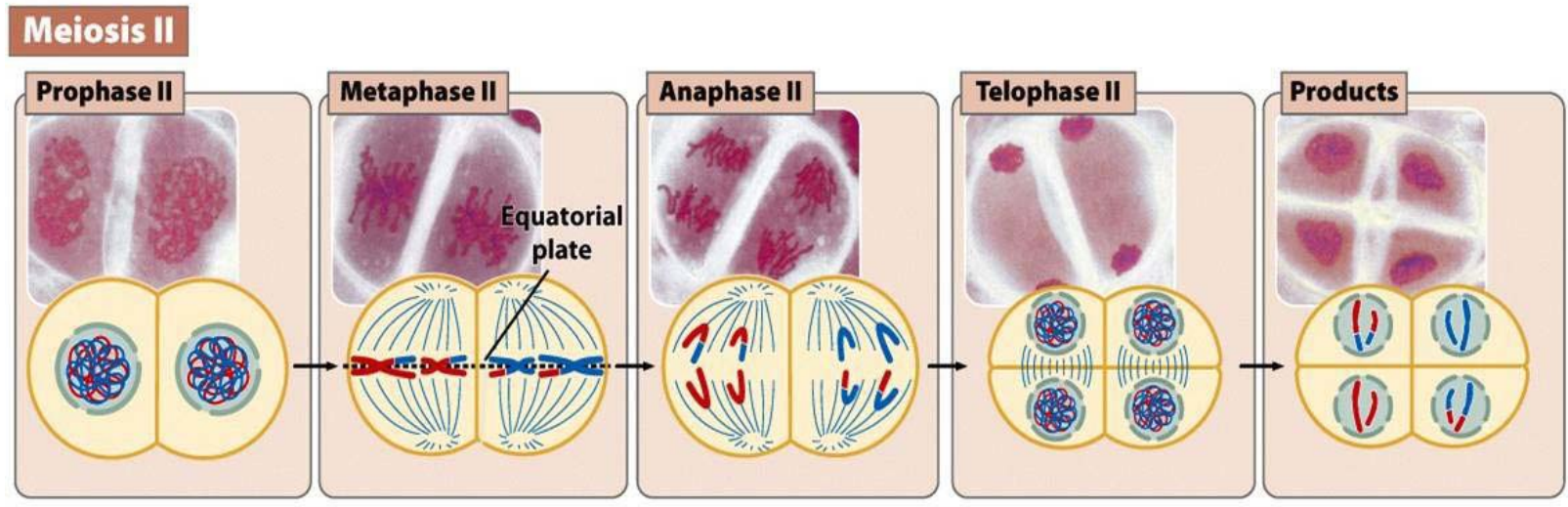


# PROFASE I en detalle



# Meiosis II

(\*) **Intercinesis**: periodo comprendido entre la Meiosis I y Meiosis II en el que **no hay duplicación del material genético**.





**Table 2.2 Major events in each stage of meiosis**

<b>Stage</b>	<b>Major Events</b>
<b>Meiosis I</b>	
<b>Prophase I</b>	<b>Chromosomes condense, homologous chromosomes synapse, crossing over takes place, nuclear envelope breaks down, and mitotic spindle forms.</b>
<b>Metaphase I</b>	<b>Homologous pairs of chromosomes line up on the metaphase plate.</b>
<b>Anaphase I</b>	<b>The two chromosomes (each with two chromatids) of each homologous pair separate and move toward opposite poles.</b>
<b>Telophase I</b>	<b>Chromosomes arrive at the spindle poles.</b>
<b>Cytokinesis</b>	<b>The cytoplasm divides to produce two cells, each having half the original number of chromosomes.</b>
<b>Interkinesis</b>	<b>In some types of cells, the spindle breaks down, chromosomes relax, and a nuclear envelope re-forms, but no DNA synthesis takes place.</b>
<b>Meiosis II</b>	
<b>Prophase II*</b>	<b>Chromosomes condense, the spindle forms, and the nuclear envelope disintegrates.</b>
<b>Metaphase II</b>	<b>Individual chromosomes line up on the metaphase plate.</b>
<b>Anaphase II</b>	<b>Sister chromatids separate and move as individual chromosomes toward the spindle poles.</b>
<b>Telophase II</b>	<b>Chromosomes arrive at the spindle poles; the spindle breaks down and a nuclear envelope re-forms.</b>
<b>Cytokinesis</b>	<b>The cytoplasm divides.</b>

**\*Only in cells in which the spindle has broken down, chromosomes have relaxed, and the nuclear envelope has re-formed in telophase I. Other types of cells proceed directly to metaphase II after cytokinesis.**

Table 2-2

*Genetics: A Conceptual Approach, Third Edition*

© 2009 W. H. Freeman and Company

# Significado Biológico de la Meiosis

A partir de una única célula (y tras dos divisiones) se obtienen **cuatro células hijas**, que **no contienen idéntica información genética**

Las nuevas células o gametos, son **haploides** (número de cromosomas reducido a la mitad), lo que asegura que la cantidad de **información genética no varíe de generación en generación.**

Ocurre en **células sexuales o gametos.**

# Origen de la Variación Genética que introduce la Meiosis

- A nivel de la organización intracromosómica: se forman nuevas variantes cromosómicas mediante **entrecruzamiento**.

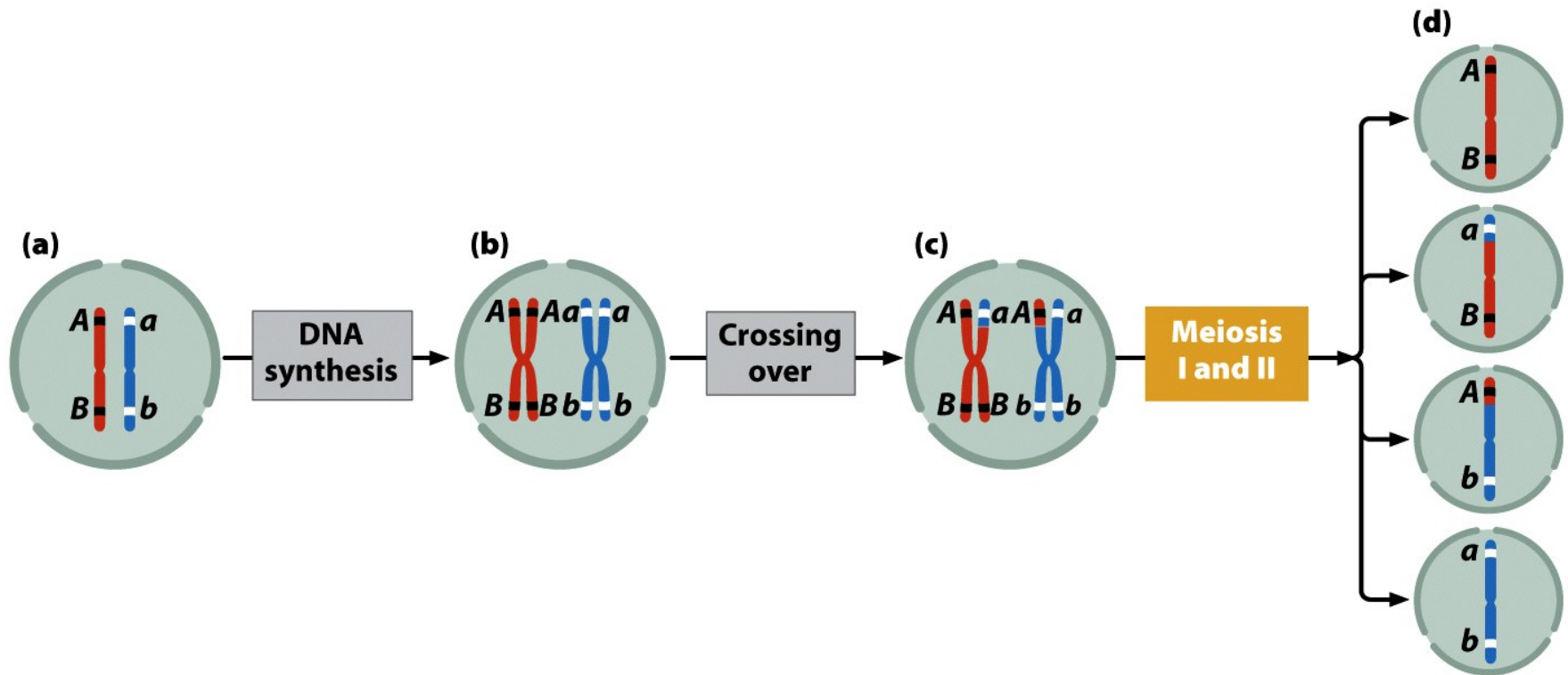
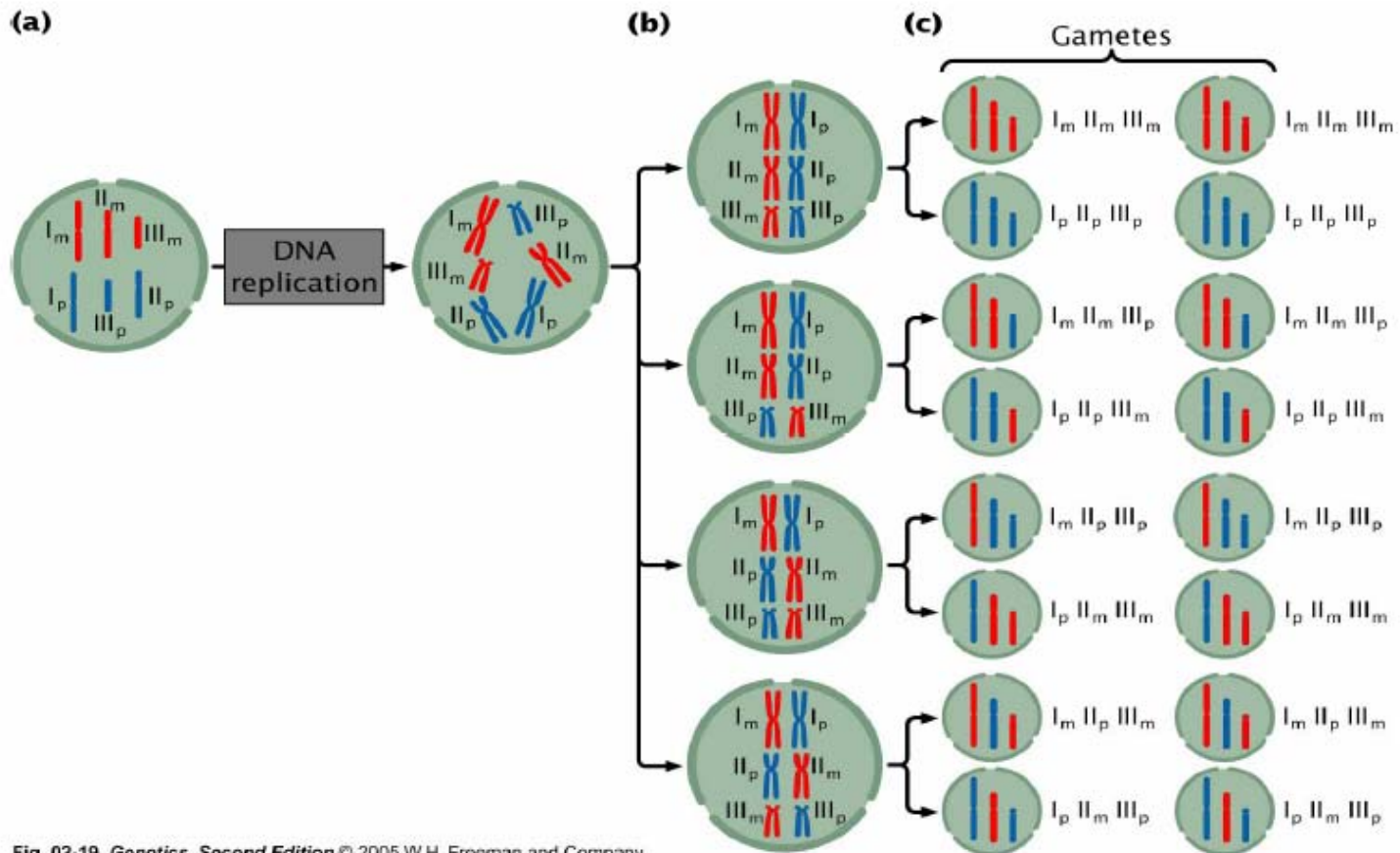


Figure 2-16  
*Genetics: A Conceptual Approach, Third Edition*  
© 2009 W. H. Freeman and Company

# Origen de la Variación Genética que introduce la Meiosis

- A nivel del reparto de los cromosomas: se forman nuevas combinaciones cromosómicas gracias a que cada integrante de un par homólogo **segrega de forma independiente**.



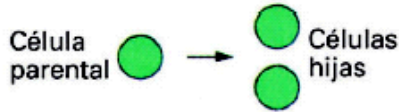
Fig\_02-19 *Genetics, Second Edition* © 2005 W.H. Freeman and Company

# COMPARACIÓN ENTRE MITOSIS Y MEIOSIS

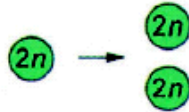
## Mitosis

Ocurre en células somáticas

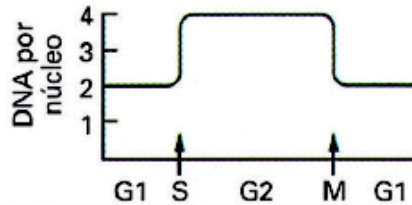
Una división celular, que da lugar a dos células hijas



El número de cromosomas por núcleo se mantiene (ejemplo de una célula diploide)



Una fase S premitótica por división celular (ejemplo de una célula diploide)

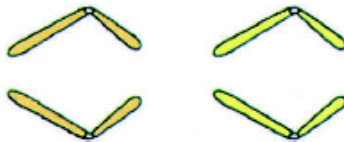


Normalmente, no hay emparejamiento de homólogos



Normalmente, no hay entrecruzamientos

Los centrómeros se dividen en anafase



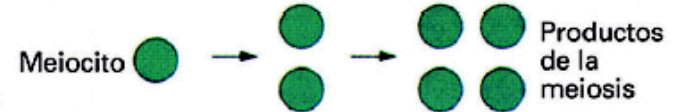
Proceso conservativo: los genotipos de las células hijas son idénticos al genotipo parental

La célula que sufre mitosis puede ser diploide o haploide

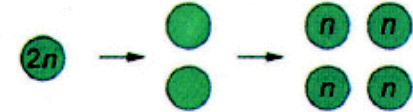
## Meiosis

Ocurre en células durante el ciclo sexual

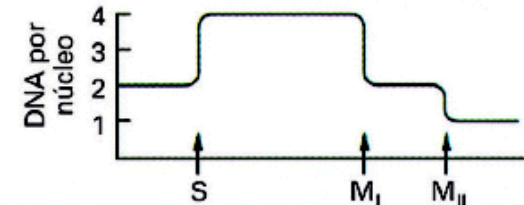
Dos divisiones celulares, que dan lugar a cuatro productos meióticos



El número de cromosomas se reduce a la mitad en los productos meióticos



Una fase S premeiótica para las dos divisiones celulares



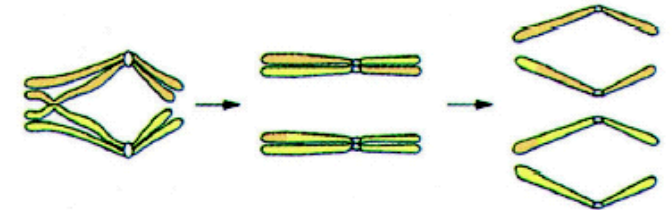
Sinapsis completa de homólogos en profase I



Al menos un entrecruzamiento por par de homólogos




Los centrómeros no se dividen en anafase I pero lo hacen en anafase II



Genera variación entre los productos de la meiosis

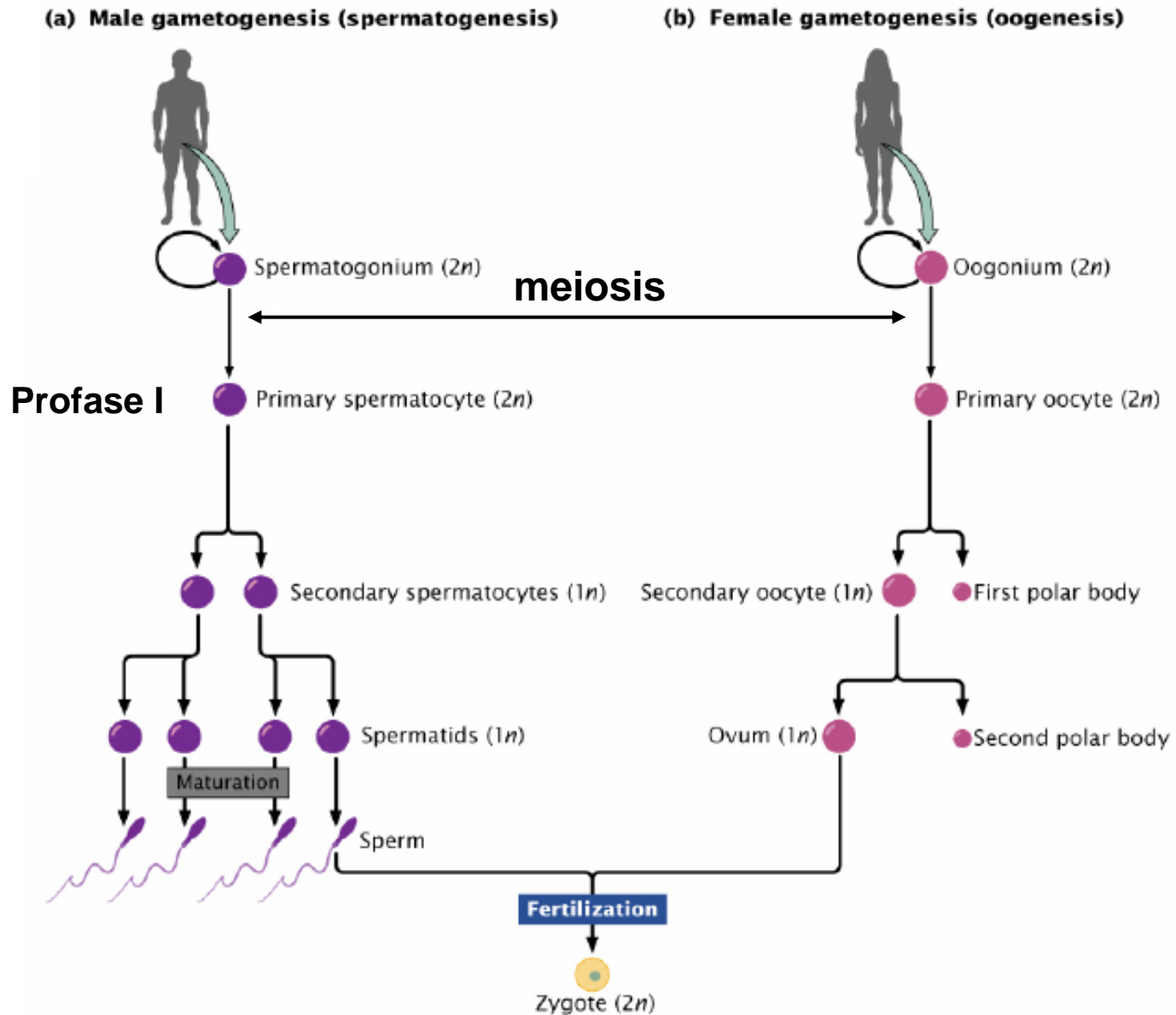
La célula que sufre meiosis es diploide



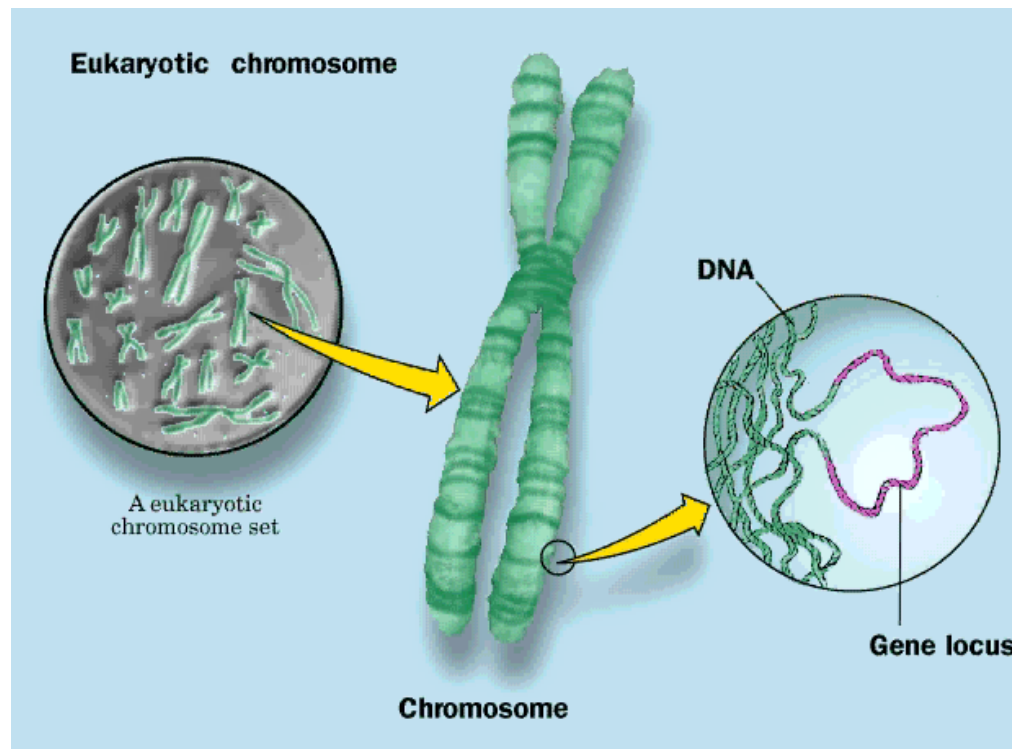
La **mitosis** es la solución al problema de la división celular y la **constancia en el número de cromosomas** de las células hijas.

La **meiosis** provoca que, a pesar de la presencia de dos progenitores en los organismos con reproducción sexual, haya **constancia en el número cromosómico entre generaciones**.

# MEIOSIS EN EL CICLO DE VIDA DE LOS ANIMALES



# Teoría Cromosómica de la Herencia





# PARALELISMO ENTRE GENES Y CROMOSOMAS

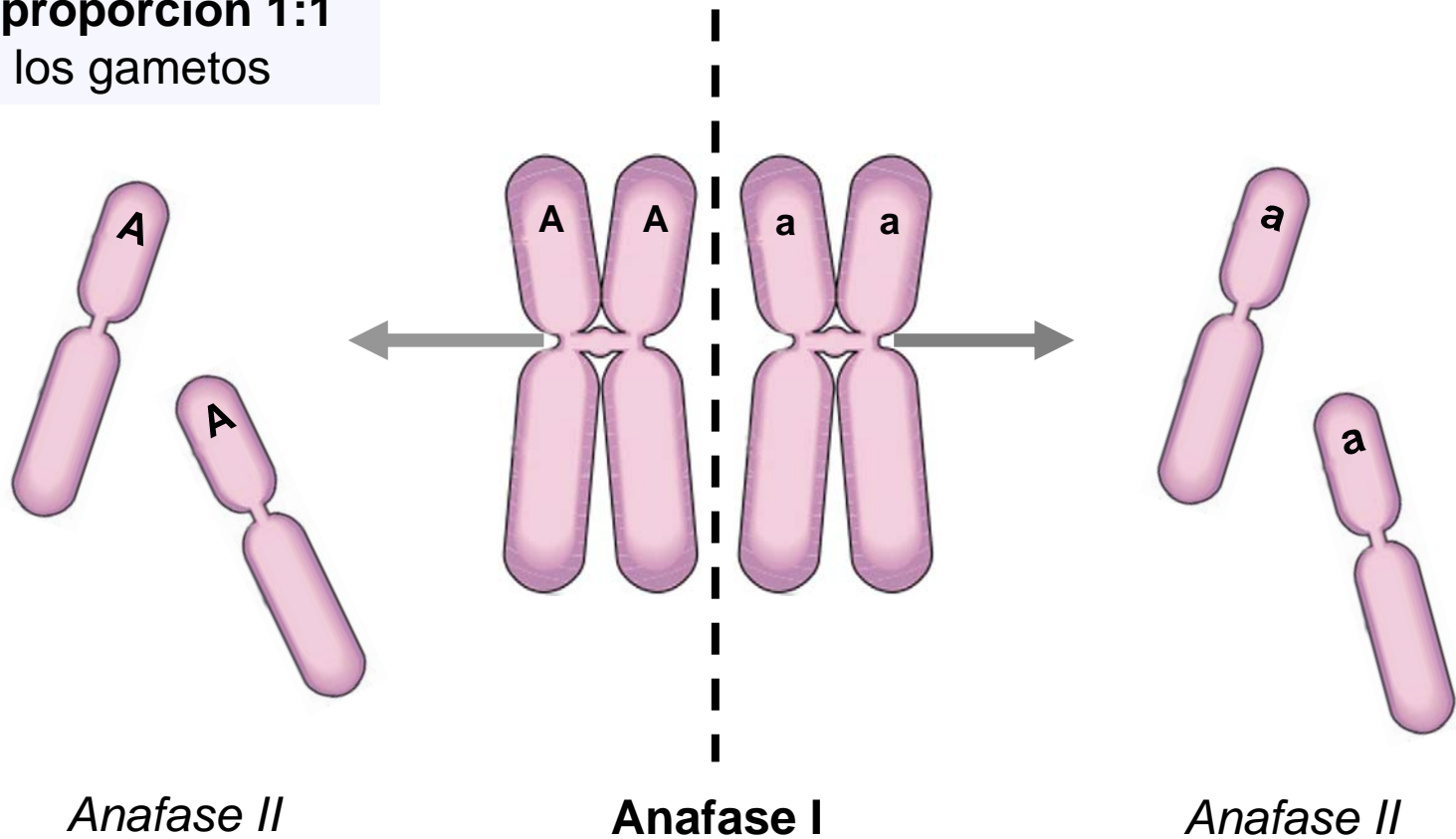
En 1902 **Walter Sutton** y **Theodor Boveri** se percataron de que la segregación de los factores mendelianos (alelos) era consistente con la segregación de los cromosomas durante la meiosis

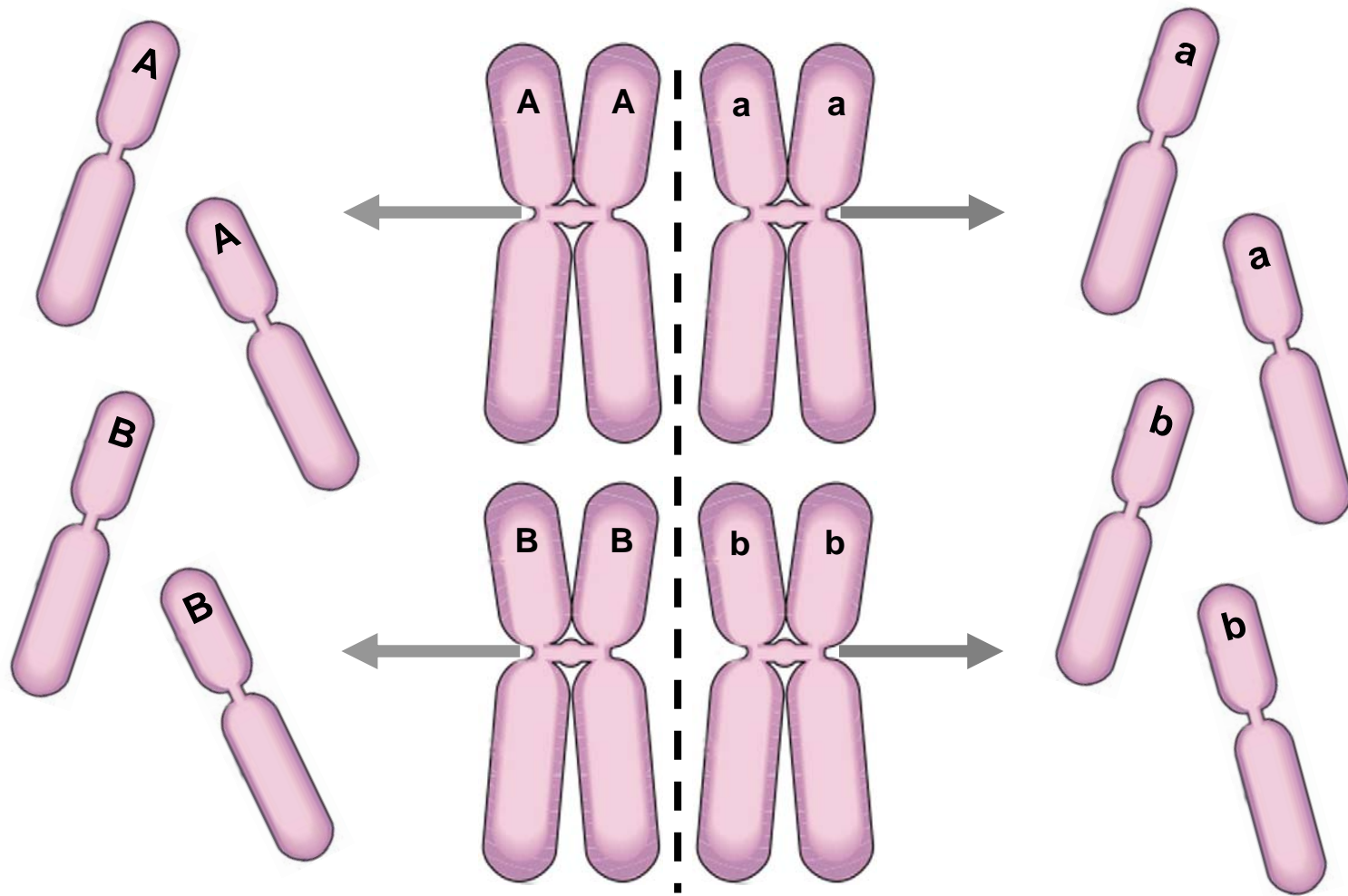
Los genes y los cromosomas ocurren en **pares**

Tanto los alelos como los cromosomas homólogos segregan en la **proporción 1:1** en los gametos

Genes distintos y pares distintos de cromosomas homólogos **segregan independientemente**

Alelos y cromosomas homólogos segregan en la **proporción 1:1** en los gametos



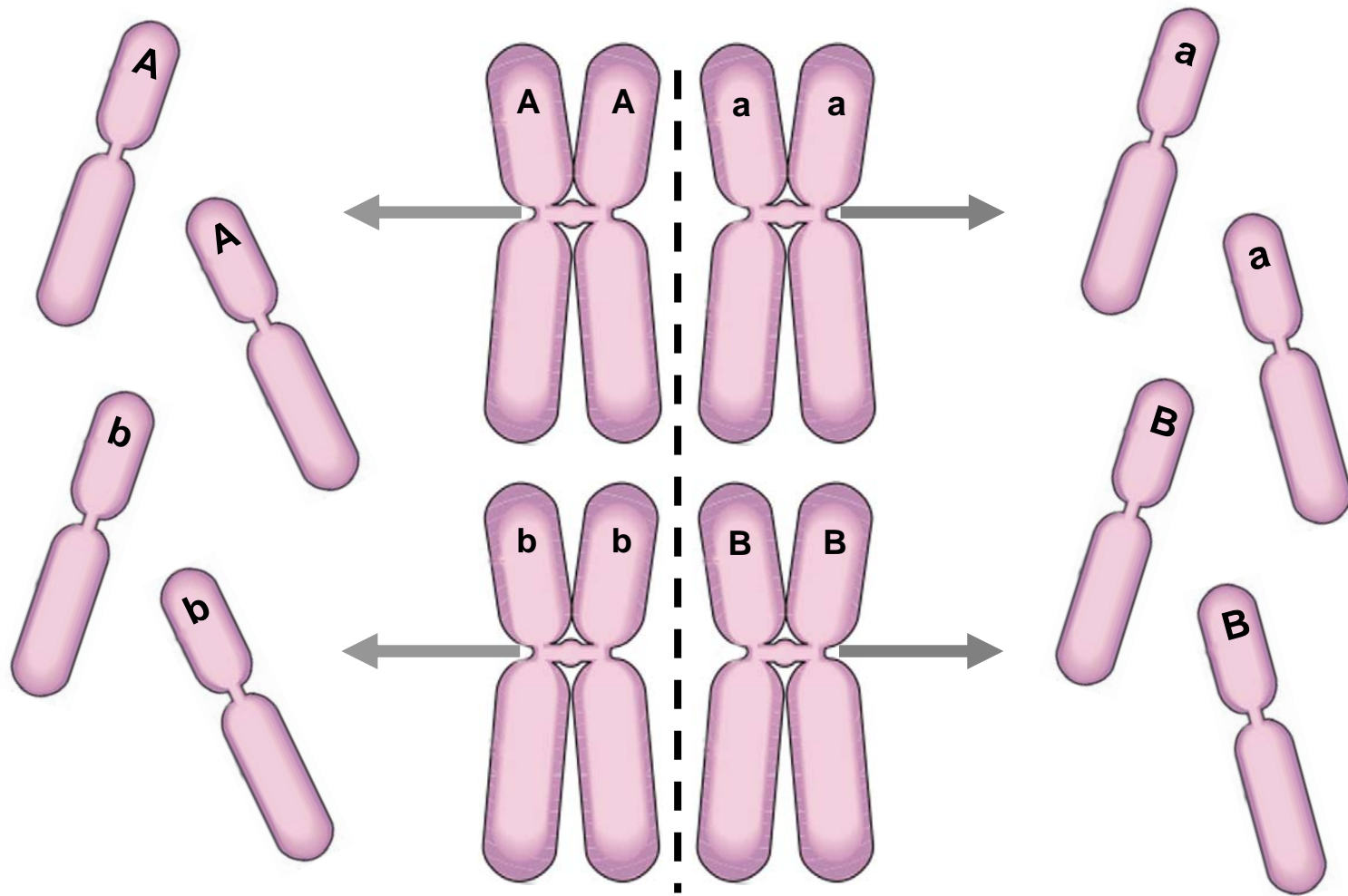


*Anafase II*

**Anafase I**

*Anafase II*

Segregación Independiente



*Anafase II*

**Anafase I**

*Anafase II*

Segregación Independiente

# Teoría Cromosómica de la Herencia

Los **genes** se encuentran en los **cromosomas**

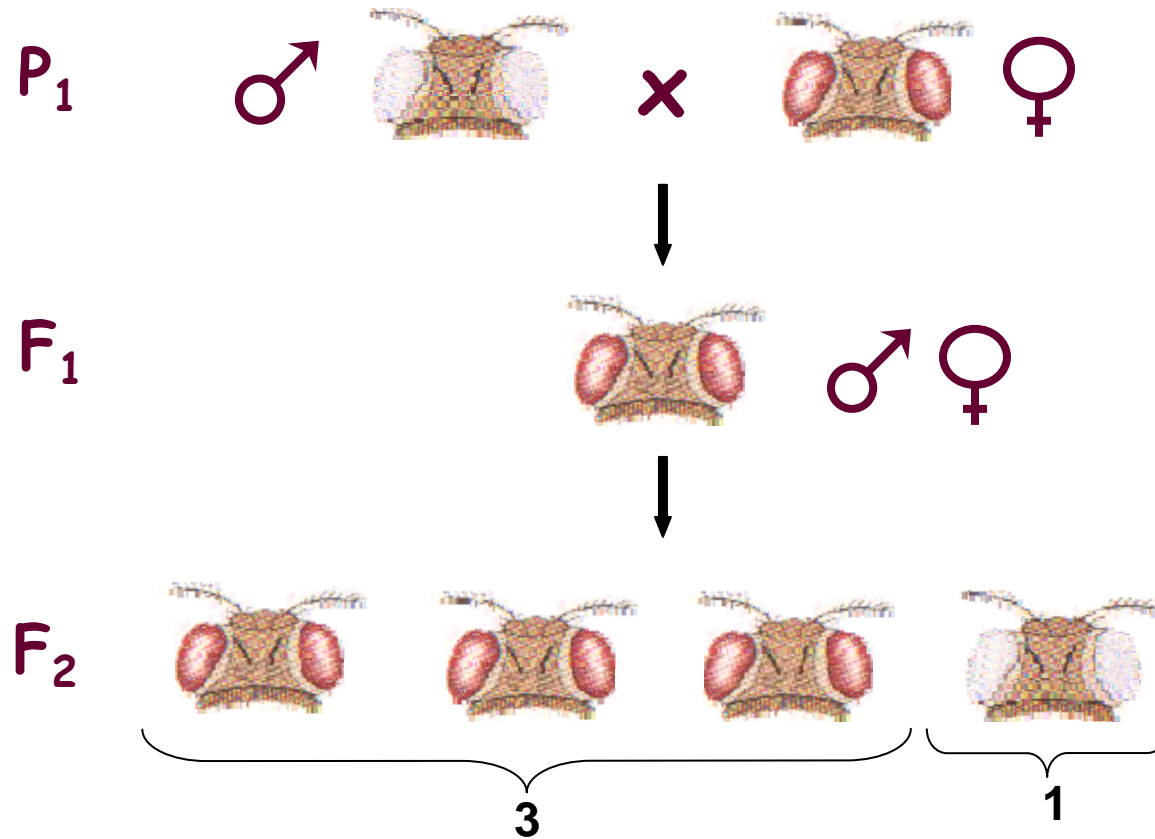
Los postulados de Mendel tienen sentido si atendemos al comportamiento de los **cromosomas en meiosis**

El lugar que ocupa un gen en un cromosoma se denomina ***locus***

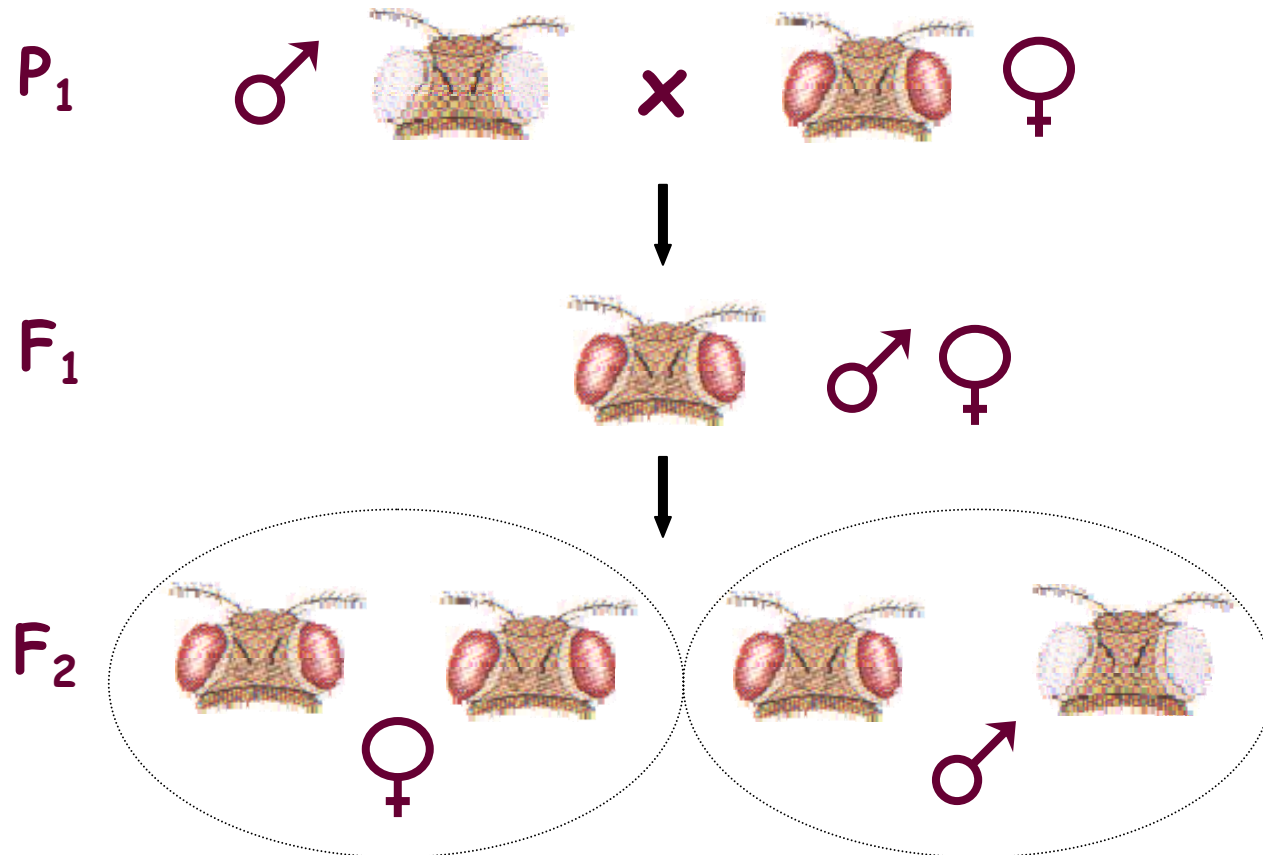
Demostrada por **Thomas H. Morgan** (1909) usando un mutante de *Drosophila* de ojos blancos



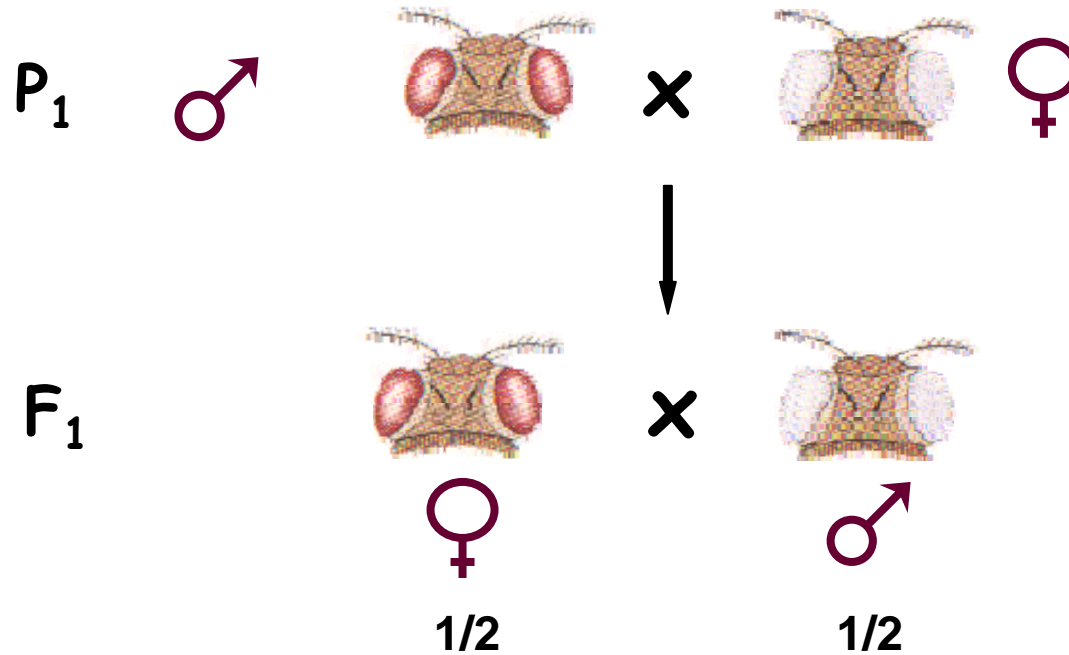
# El experimento de Morgan



# El experimento de Morgan



## Cruce recíproco



Morgan propuso que el locus que afecta al color de los ojos estaba en el **cromosoma X** y que no existía un correspondiente en el cromosoma Y



