

UNA ALTRA FORMA DE DIVISIÓ CEL·LULAR: LA MEIOSI

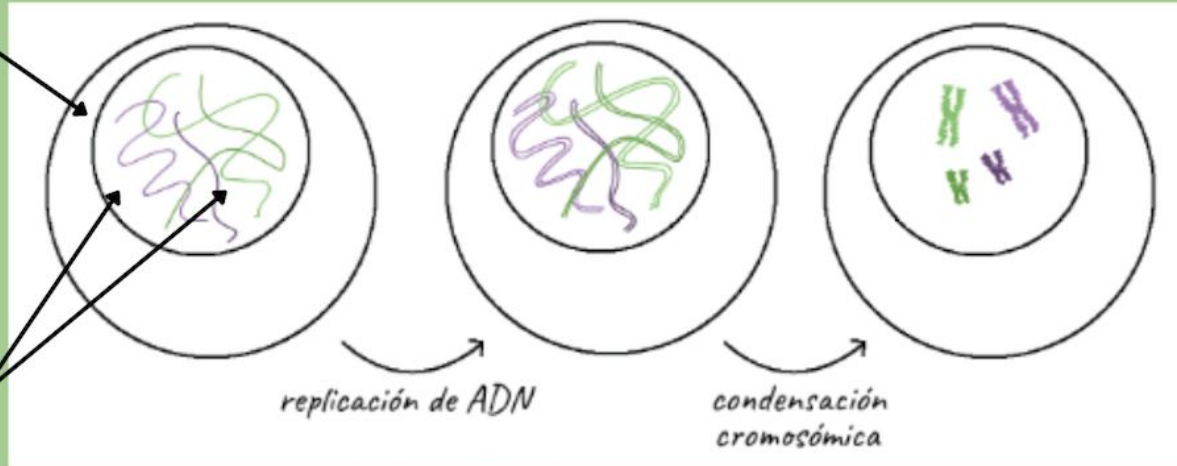
INTRODUCCIÓ: COM PODEM TROBAR L'ADN A LA CÈL·LULA?

- Durant la fase G1 del cicle cel·lular, la cèl·lula encara no ha duplicat el seu ADN.
- Les molècules d'ADN es troben molt poc compactades i no són visibles al microscopi. Aquestes molècules s'uneixen a proteïnes i tot plegat forma la CROMATINA. Cada molècula d'ADN per separat s'anomena CROMOSOMA.
- Durant la fase S, es copien les molècules d'ADN, de manera que cada cèl·lula acaba tenint el doble de les que tenia: les seves originals + les còpies.
- Quan la cèl·lula està a punt de començar la mitosi, les seves molècules d'ADN es compacten molt, i ja resulten visibles al microscopi.

1. MOLÈCULES
d'ADN poc
compactades:
CROMATINA

2. Cada molècula
d'ADN s'anomena
CROMOSOMA.
Quan encara no
s'han fet les còpies,
cada cromosoma
està format per una
sola cromàtida.

4. Cada molècula d'ADN i la seva còpia
romanen unides. Per aquest motiu, ara se'ls
anomena CROMÀTIDES GERMANES. Quan es
troben així, cada cromosoma té dues
cromàtides germanes.



3. Cada molècula
d'ADN (cromosoma) fa
la seva còpia.

5. Quan els
cromosomes formats
per dues cromàtides
germanes es
compacten, es fan
visibles al microscopi
en forma d'una "X".



1 cromosoma
1 cromátida

copiado de ADN



cohesina

1 cromosoma
2 cromátidas hermanas

condensación
cromosómica



centrómero

1 cromosoma
2 cromátidas hermanas

separación
cromosómica

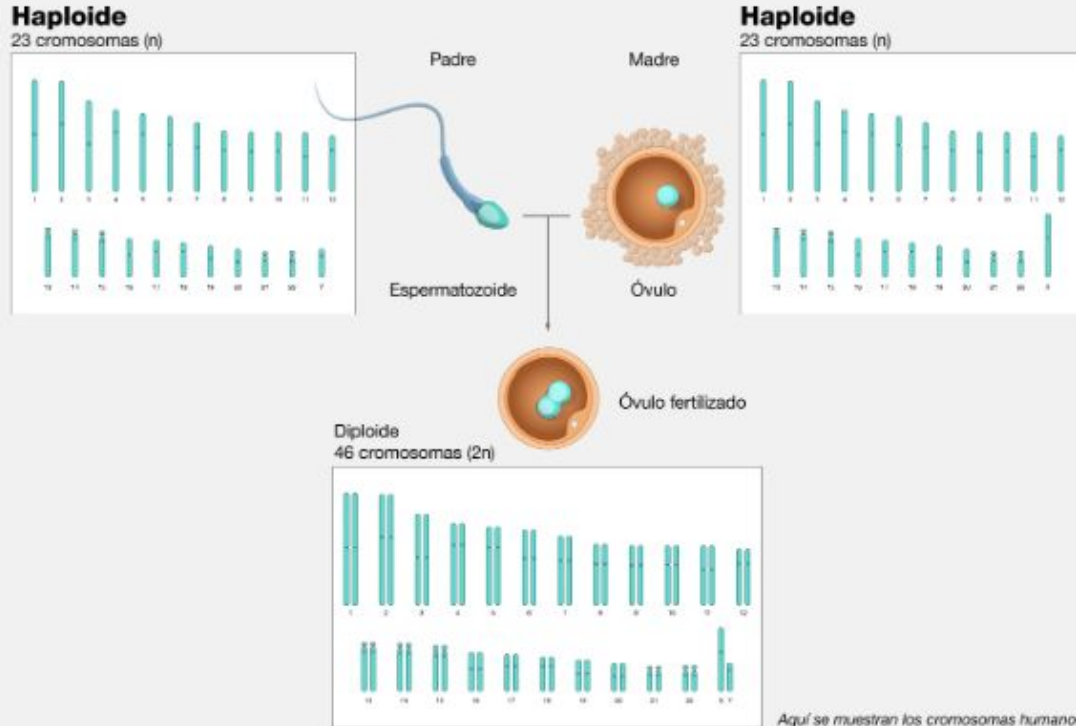


2 cromosomas
1 cromátida c/u

LA DOTACIÓ CROMOSÒMICA

- La dotació cromosòmica d'una cèl·lula és el nombre total de cromosomes que conté en el nucli. Aquest nombre de cromosomes:
 - És el mateix per a totes les cèl·lules de l'individu, tret de les cèl·lules sexuals
 - Cada espècie té un nombre determinat de cromosomes, que es manté constant en tots els seus individus.
- Segons la seva dotació cromosòmica, les cèl·lules poden ser HAPLOIDES o DIPLOIDES.

- “HAPLOIDES” són les cèl·lules que tenen un únic conjunt de cromosomes. Els organismes de reproducció sexual són “DIPLOIDES” perquè tenen dos conjunts de cromosomes: un conjunt prové de l'òvul de la mare i l'altre de l'espermatozoide del pare.
- En els éssers humans, totes les nostres cèl·lules són diploides, tret dels òvuls i dels espermatozoides

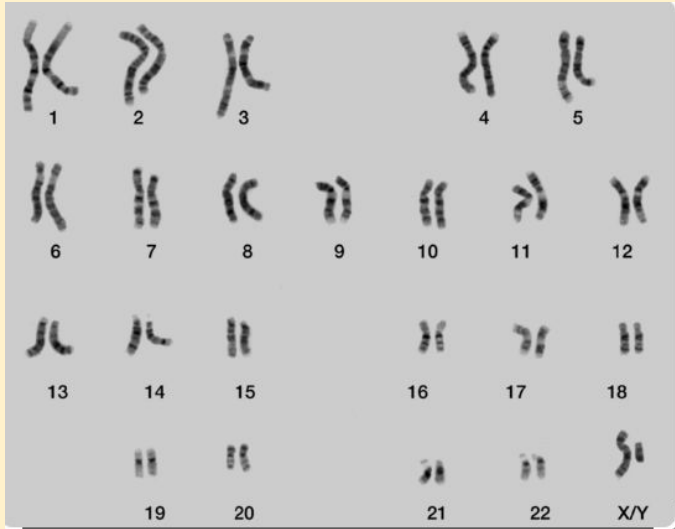


Per cada cromosoma que heredem del pare, rebem un “semblant” de la mare. Aquests parelles de cromosomes semblants, s’anomenen **CROMOSOMES HOMÒLEGS**.

Els cromosomes homòlegs transmeten el mateix tipus d’informació. Per exemple, el color dels ulls. No obstant això, la informació no ha de ser idèntica: per exemple, un progenitor pot transmetre el color blau i un altre el marró. Per això diem que són homòlegs, però no idèntics.

EL CARIOTIP HUMÀ

- El CARIOTIP és la representació gràfica de tots els cromosomes d'una cèl·lula. En un cariotip, els cromosomes es representen ordenats, numerats i aparellats amb el seu homòleg, si la cèl·lula és diploide.



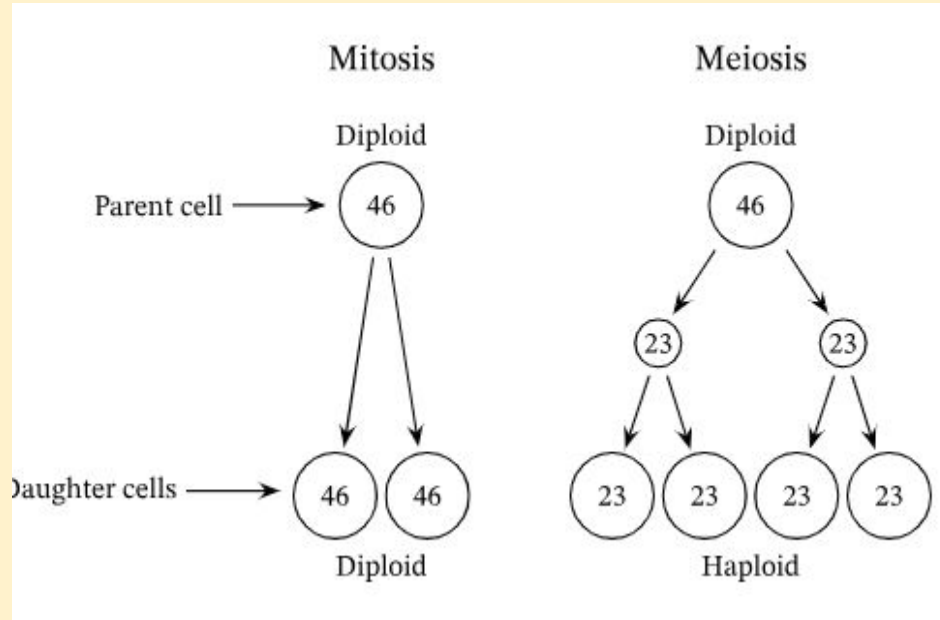
Les cèl·lules humanes tenen una dotació cromosòmica:

$$2n = 46$$

és a dir, tenim 46 cromosomes aparellats en 23 parells d'homòlegs.

Els 22 primers parells s'anomenen AUTOSOMES i el parell 23 són els CROMOSOMES SEXUALS

MITOSI / MEIOSI



MITOSI:

- d'una cèl·lula mare se n'obtenen dues cèl·lules filles **idèntiques a la mare**.
- La cèl·lula mare i les filles són **DIPLOIDES: tenen 23 parells de cromosomes**. Cada parell està format per un cromosoma heretat de la mare (òvul) i un cromosoma heretat del pare (espermatozoide). Aquests 2 cromosomes de cada parell s'anomenen cromosomes homòlegs.
- Útil per generar cèl·lules que reparin teixits o que els facin créixer.
- La porten a terme totes les cèl·lules del cos, amb l'excepció de les cèl·lules formadores de gàmetes (òvuls i espermatozoides)

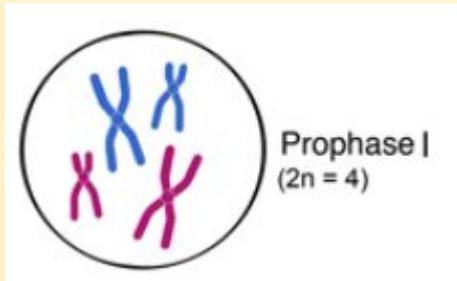
MEIOSI:

- d'una cèl·lula mare se n'obtenen 4 cèl·lules filles, **totes 4 diferents entre sí**.
- La cèl·lula mare és diploide, però les 4 cèl·lules filles són **HAPLOIDES: tenen només 23 cromosomes**: de les parelles de cromosomes homòlegs, s'han quedat només 1.
- Útil per generar descendència amb variabilitat
- La porten a terme únicament les cèl·lules productores d'òvuls i d'espermatozoides (gàmetes)

ETAPES DE LA MEIOSI

- Durant la meiosi es porten a terme dues divisions cel·lulars: per això parlem de la divisió per MEIOSI I i de la divisió per MEIOSI II.
- MEIOSI I:

Profase I. Idèntica a la profase de la mitosi.



Els cromosomes, ja duplicats (formats per dues cromàtides germanes) es condensen i es fan visibles al microscopi.

La membrana nuclear es desintegra

Els cromosomes homòlegs comencen a aparellar-se, formant TÈTRADES (tetra= 4, de 4 cromàtides). Més endavant veurem que també es dona l'encreuament entre cromosomes homòlegs)

ETAPES DE LA MEIOSI

- MEIOSI I:

Metafase I.



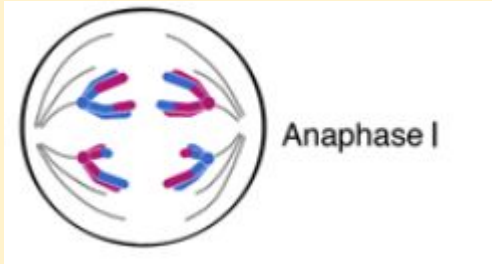
A la mitosi, tots els cromosomes es col·loquen en fila al mig (eqüador) de la cèl·lula.

A la mitosi, tots els cromosomes s'organitzen per parelles d'homòlegs, i aquestes parelles es col·loquen al mig de la cèl·lula.

ETAPES DE LA MEIOSI

- MEIOSI I:

Anafase I



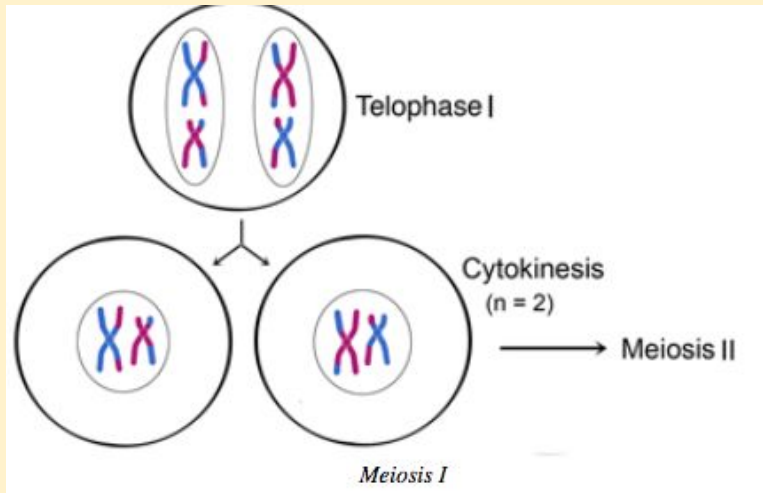
A la mitosi, les dues cromàtides germanes se separen amb l'ajuda del fus mitòtic. S'obtenen dos grups de cromàtides simples, un grup a cada costat de la cèl·lula.

A la meiosi, els cromosomes homòlegs se separen amb l'ajuda del fus mitòtic. Cada cromosoma homòleg separat, encara continua format per dues cromàtides germanes. S'obtenen dos grups de cromosomes encara formats per dues cromàtides germanes.

ETAPES DE LA MEIOSI

- MEIOSI I:

Telofase I + citocinesi I

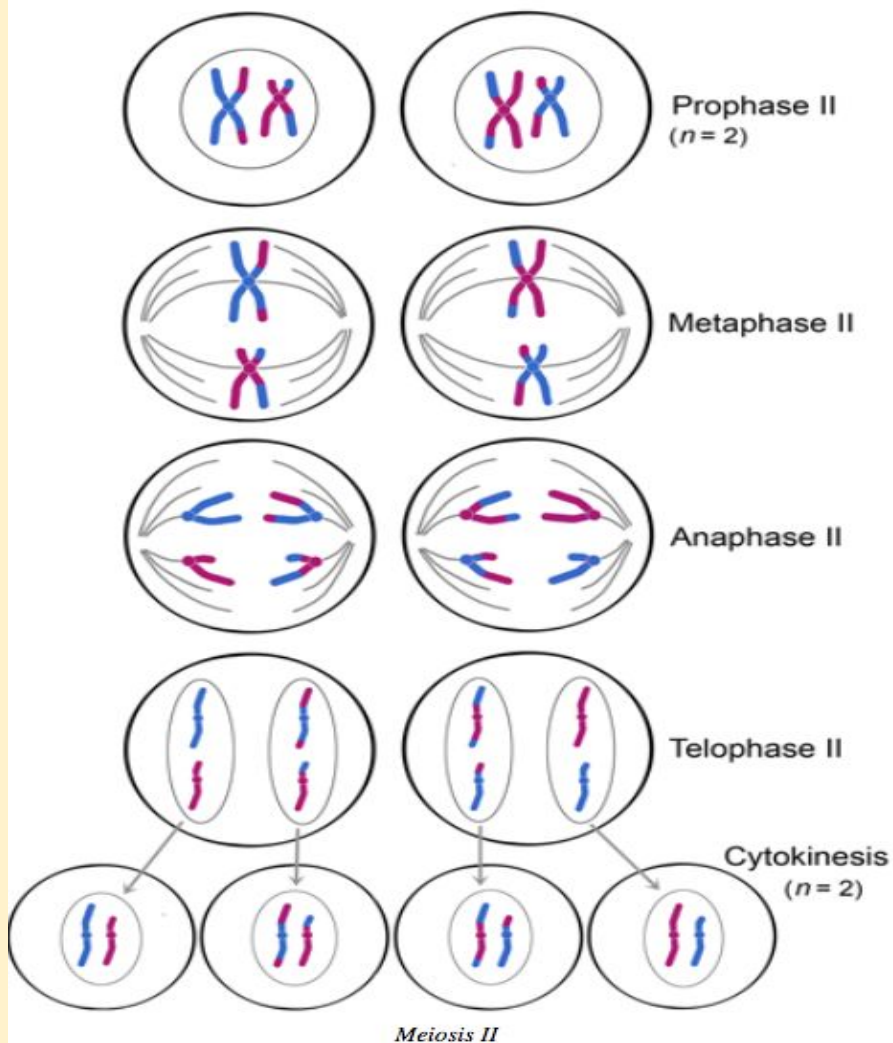


A la mitosi, al voltant de cada grup de **cromosomes de cromàtides simples** es genera una nova membrana nuclear. Posteriorment, amb la citocinesi, el citoplasma es divideix en dos. El procés s'acaba.

Resultat: **dues cèl·lules amb els cromosomes idèntics a la cèl·lula mare: 23 parells de cromosomes homòlegs**

A la meiosi, al voltant de cada grup de **cromosomes amb dues cromàtides germanes** es genera una nova membrana nuclear. Posteriorment, amb la citocinesi, el citoplasma es divideix en dos. El procés encara continuarà.

Resultat: **dues cèl·lules amb 23 cromosomes cadascuna. Aquests cromosomes conserven dues cromàtides germanes.**



MEIOSI II

Les cèl·lules comencen la Meiosi II sense tornar a copiar l'ADN.

Es podria pensar la Meiosi II com a “una mitosi per a cèl·lules haploides).

Després de la Meiosi I, les cèl·lules resultants són haploides: tenen un cromosoma de cada parell d'homòlegs, però els seus cromosomes encara estan formats per dues cromàtides germanes.

En la meiosi II, les cromàtides germanes se separen i produeixen 4 cèl·lules haploides amb cromosomes d'una sola cromàtida

COM S'ACONSEGUEIX VARIABILITAT GENÈTICA?

- La variabilitat genètica és un gran avantatge per la supervivència de les espècies.
- En els organismes amb reproducció sexual, la variabilitat genètica és deguda a dos processos:
 - Recombinació genètica.
 - Durant la PROFASE I de la meiosi, els cromosomes homòlegs s'intercanvien fragments de cromosomes, en un procés a l'atzar:

<https://www.youtube.com/watch?v=uTTKi4Pcsf0>

Cada vegada que es duu a terme una meiosi, els fragments intercanviats poden ser diferents, i això ocasiona que els gàmetes formats al final del procés (òvuls i espermatozoides) també siguin diferents.

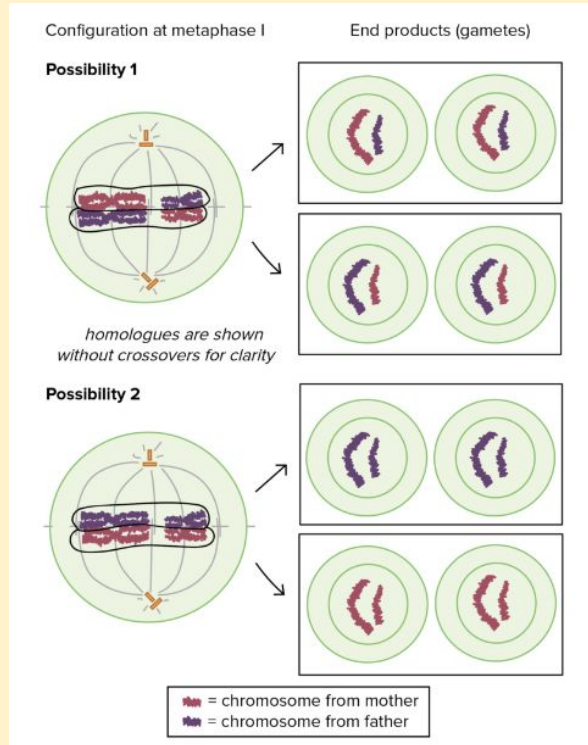
- També durant la PROFASE I de la meiosi, els cromosomes homòlegs s'aparellen a l'atzar. Això també proporciona moltes possibilitats de formar gàmetes diferents:

COM S'ACONSEGUEIX VARIABILITAT GENÈTICA?

Per a una cèl·lula $2n = 4...$

Repartiment aleatori de cromosomes homòlegs:

Quan els cromosomes homòlegs s'aparellen a la Profase I per a formar les tètades, cada homòleg (l'hereditat de la mare i l'hereditat del pare) es poden ordenar a l'atzar. Cada manera d'ordenar-se donarà lloc a gàmetes diferents.



Possible organització 1:
A la meiosi I, s'acabaran separant de manera que cada cèl·lula tindrà un homòleg del pare i un altre de la mare.

Possible organització 2: a la meiosi I, s'acabaran separant de manera que una cèl·lula tindrà dos homòlegs del pare i l'altre dos homòlegs de la mare.

... es poden formar $2(2) = 4$ gàmetes diferents. (2 elevat al nombre haploide de cromosomes de l'espècie)

COMPARACIÓ MITOSI I MEIOSI

<https://www.youtube.com/watch?v=yHnm5p4ddGE>