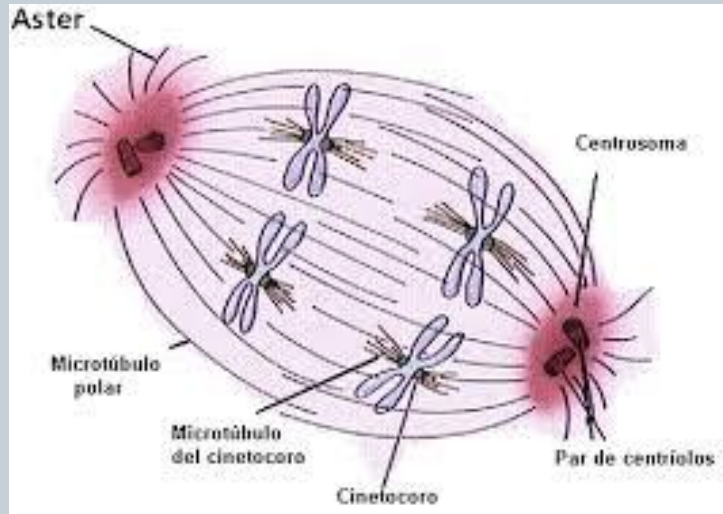


La reproducció i la relació de la cèl·lula eucariota



1. Tipus de divisió cel·lular



En els organismes eucariotes pluricel·lulars es distingeixen 2 tipus de cèl·lules:

Cèl·lules diploides (2n)

- ✓ Dos exemplars de cada cromosoma (un heretat del pare i un de la mare).
- ✓ Formen l'estructura del cos: cèl·lules somàtiques.
- ✓ Es generen a partir de la mitosi.
- ✓ Humans: $2n = 46$ cromosomes

Cèl·lules haploides (n)

- ✓ Un exemplars de cada cromosoma
- ✓ Generaran un nou individu: cèl·lules reproductores.
- ✓ Es generen a partir de la meiosi.
- ✓ Cèl·lules haploides (n)
- ✓ Humans: $n = 23$ cromosomes.
Òvuls i espermatozoides)

1. Tipus de divisió cel·lular

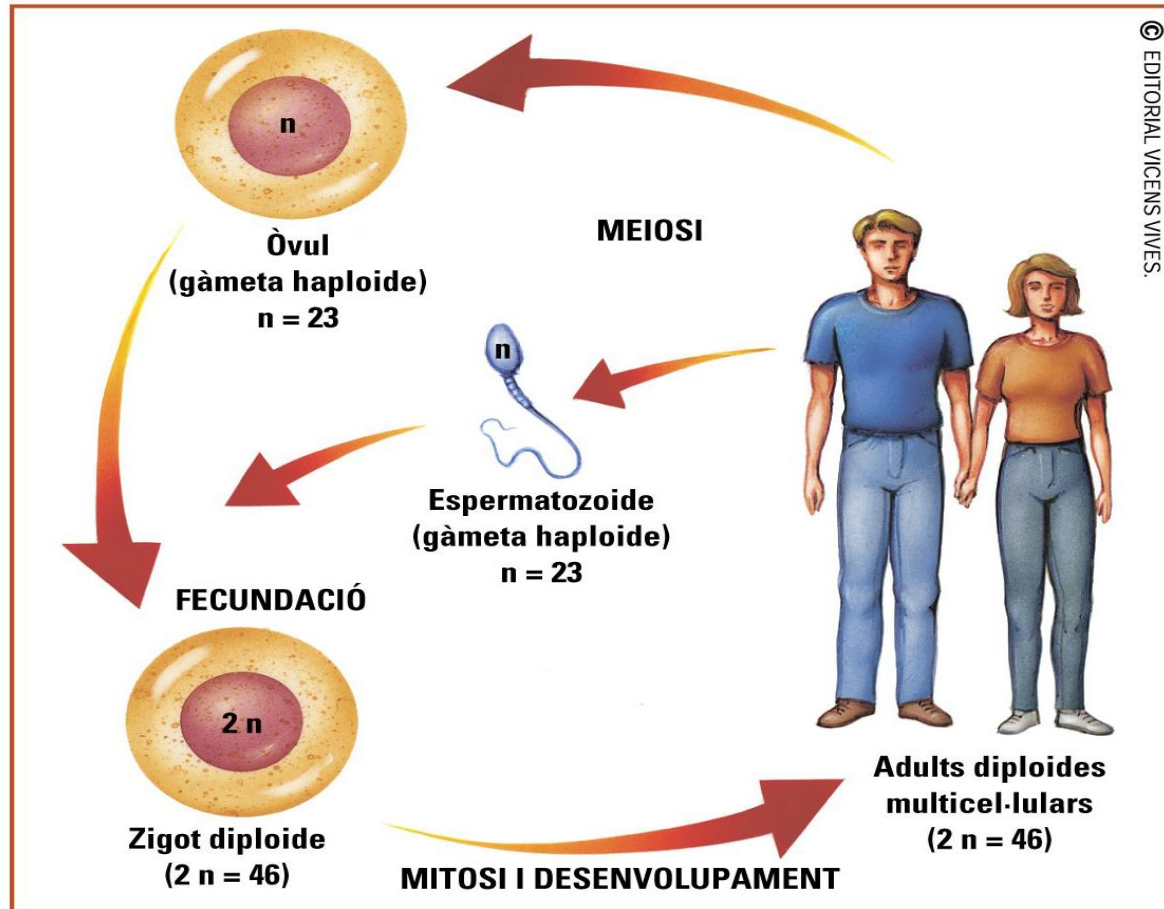


❑ Hi ha dos tipus de divisió cel·lular:

✓ La divisió generadora de cèl·lules amb el mateix nombre de cromosomes que la cèl·lula mare: inclou **la MITOSI**

✓ La divisió generadora de cèl·lules amb la meitat de cromosomes que la cèl·lula mare: **la MEIOSI**

1. Tipus de divisió cel·lular



1. La divisió generadora de cèl·lules amb el mateix nombre de cromosomes



2.1 La vida de la cèl·lula

❑ En la vida d'una cèl·lula es distingeixen 4 etapes:

- ✓ naixement
- ✓ creixement
- ✓ diferenciació
- ✓ reproducció o mort

1. La divisió generadora de cèl·lules amb el mateix nombre de cromosomes

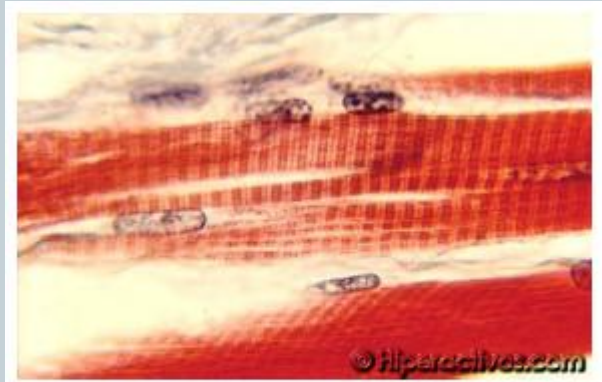


2.1 La vida de la cèl·lula

La durada de la vida cel·lular és molt variable (en general oscil·la entre unes 8 hores i 100 dies, depèn del tipus cel·lular).



Cèl·lules epitelials (hores)



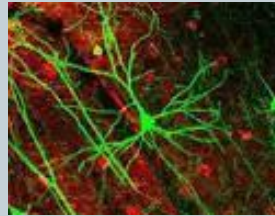
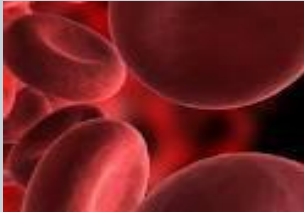
Múscul estriat (tota la vida)

1. La divisió generadora de cèl·lules amb el mateix nombre de cromosomes



2.1 La vida de la cèl·lula

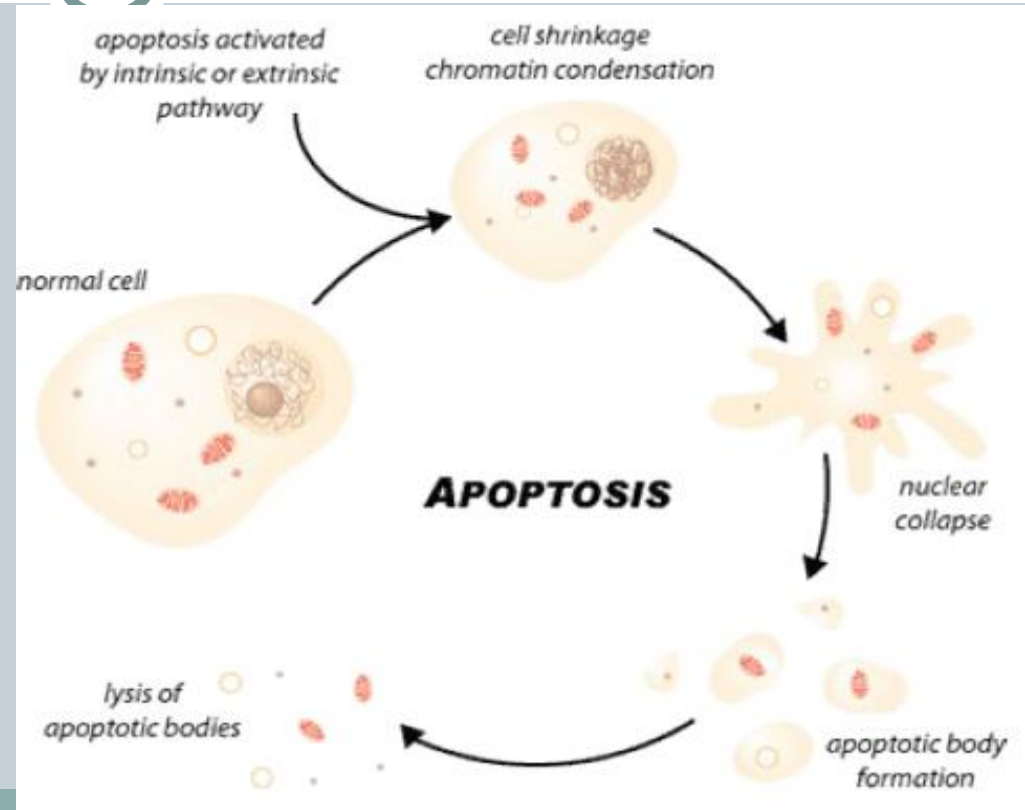
Eritròcits, cèl·lules de les fibres musculars estriades i neurones han perdut la capacitat de reproduir-se.



1. La divisió generadora de cèl·lules amb el mateix nombre de cromosomes

2.1 La vida de la cèl·lula

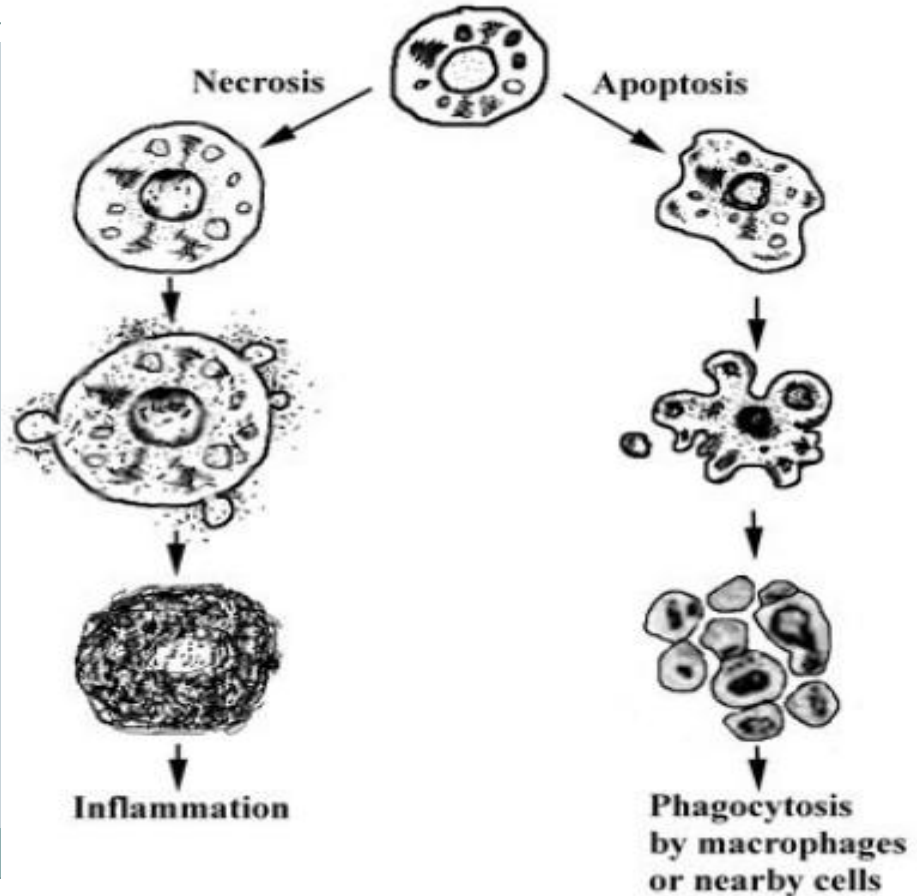
Apoptosi: mort cel·lular programada (autolisi per ruptura de lisosomes)



1. La divisió generadora de cèl·lules amb el mateix nombre de cromosomes

2.1 La vida de la cèl·lula

Necrosi: mort cel·lular deguda a agents externs.



1. La divisió generadora de cèl·lules amb el mateix nombre de cromosomes

2.1 La vida de la cèl·lula

- ✓ Durant la vida de la cèl·lula no es mantenen sempre els mateixos orgànuls: es renoven contínuament.
- ✓ Els mitocondris i els cloroplasts es divideixen periòdicament.



Gemmació d'un mitocondri

1. La divisió generadora de cèl·lules amb el mateix nombre de cromosomes



2.2 El ritme de reproducció cel·lular

- ✓ Depèn fonamentalment del tipus de cèl·lula.
- ✓ Està controlat mitjançant ciclines i cinases (proteïnes).
- ✓ Quan les cèl·lules es divideixen sense control es produeixen tumors.
- ✓ Hi ha a més un control de la diferenciació cel·lular.

1. La divisió generadora de cèl·lules amb el mateix nombre de cromosomes



2.2 El ritme de reproducció cel·lular

❑ Quan es dona la divisió cel·lular?

- ✓ Gran augment de mida del citoplasma respecte al nucli (RNP inferior a un valor determinat): nucli no pot controlar tota la cèl·lula: inducció a la divisió.
- ✓ Gran augment de la mida de la cèl·lula (relació S/V és massa petita): entrada insuficient de nutrients: inducció a la divisió.
- ✓ Hi ha disponibilitat d'espai en un teixit, és a dir quan no hi ha l'efecte inhibidor per contacte (exemple: regeneració ferida). Dins un teixit hi ha l'anomenada **dependència d'ancoratge** entre les cèl·lules (a la que falta una d'elles hi ha la necessitat de divisió)

1. La divisió generadora de cèl·lules amb el mateix nombre de cromosomes



2.2 El ritme de reproducció cel·lular

❑ Quan es dona la divisió cel·lular?

- ✓ Presència en el medi de substàncies químiques anomenades factors de creixement o agents mitògens.

(Exemple: necrohormones produïdes per cèl·lules lesionades, hormones hipofisiàries en animals, auxines en vegetals, etc).

- ✓ Les **cèl·lules tumorals** es divideixen incessantment sense control.

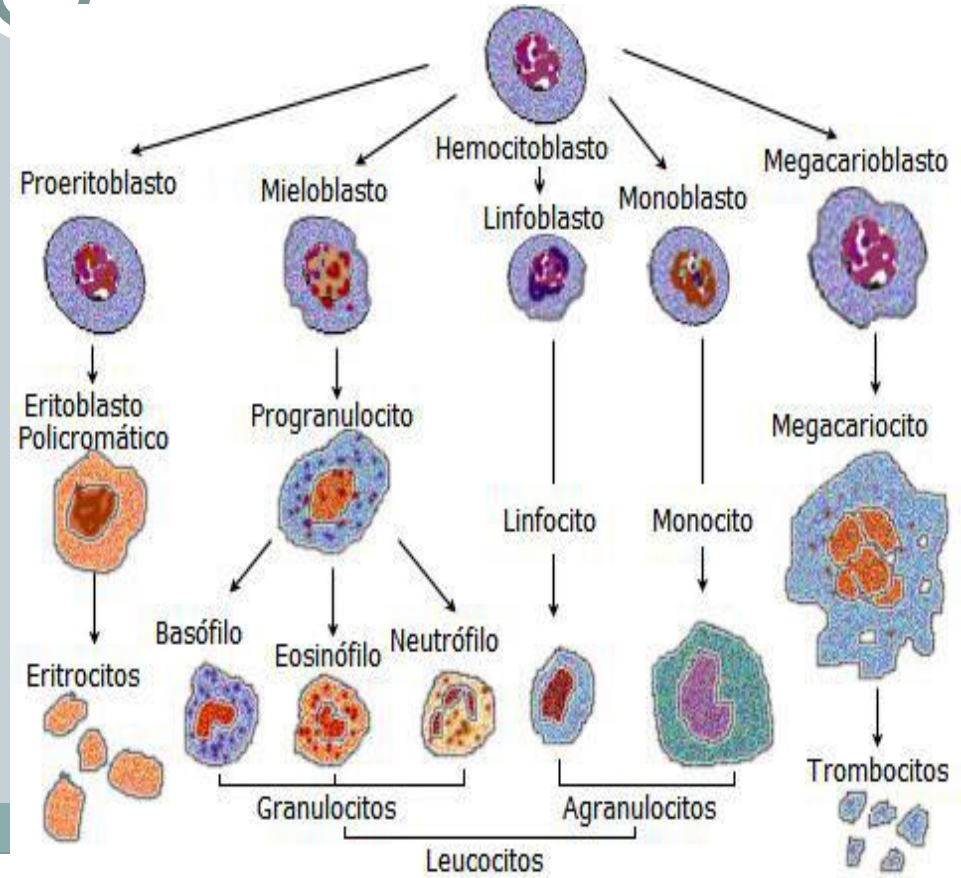
- Tumor benigne: cèl·lules es mantenen en el seu teixit.
- Tumor maligne o càncer: cèl·lules envaeixen teixits i òrgans veïns, alterant el seu funcionament.

1. La divisió generadora de cèl·lules amb el mateix nombre de cromosomes

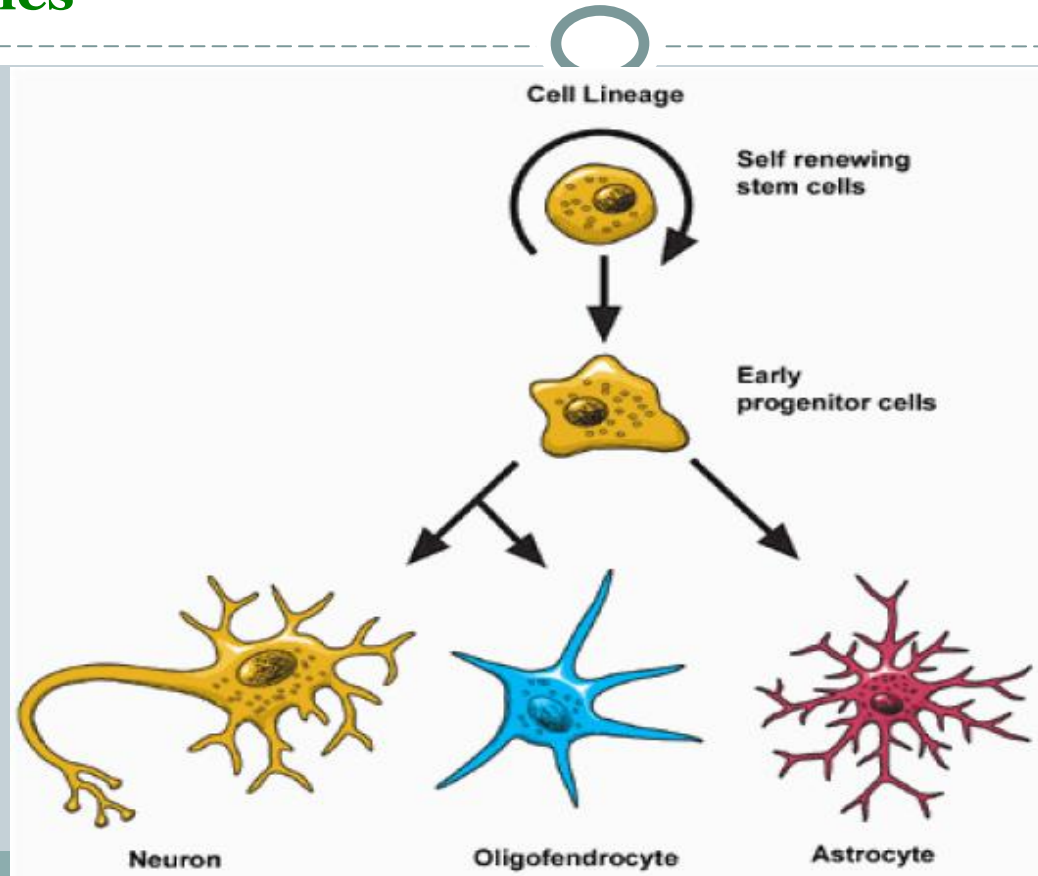
2.2 El ritme de reproducció cel·lular

❑ Control diferenciació cel·lular

Després de la reproducció, a partir de la cèl·lula mare es produeix l'especialització de les cèl·lules filles.



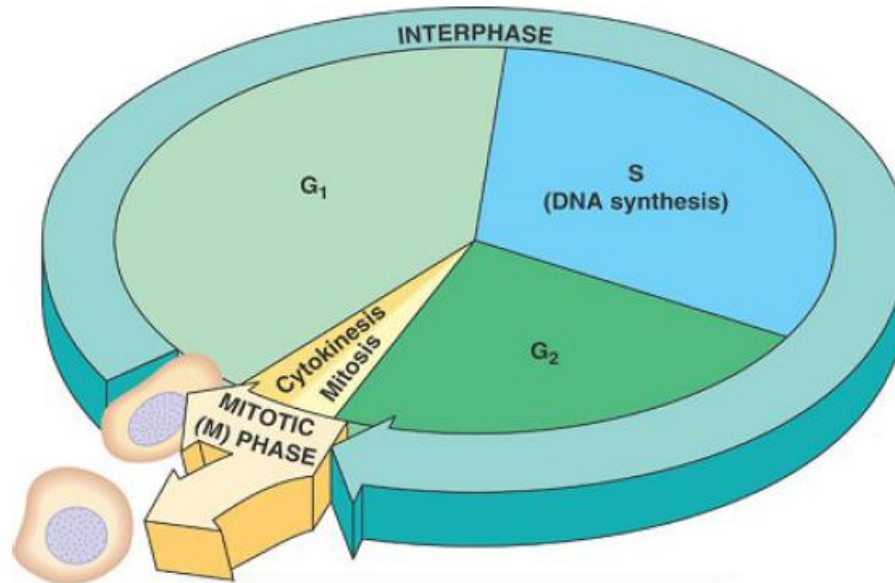
1. La divisió generadora de cèl·lules amb el mateix nombre de cromosomes



1. La divisió generadora de cèl·lules amb el mateix nombre de cromosomes

2.3 El cicle cel·lular

Període de temps que va des que es forma la cèl·lula fins que es divideix.



1. La divisió generadora de cèl·lules amb el mateix nombre de cromosomes

2.3 El cicle cel·lular

❑ El cicle cel·lular inclou dues etapes:

✓ **Interfase o fase de NO divisió**: llarga (90%), nucli visible, període bioquímicament molt actiu, síntesi DNA. Consta de 3 fases:

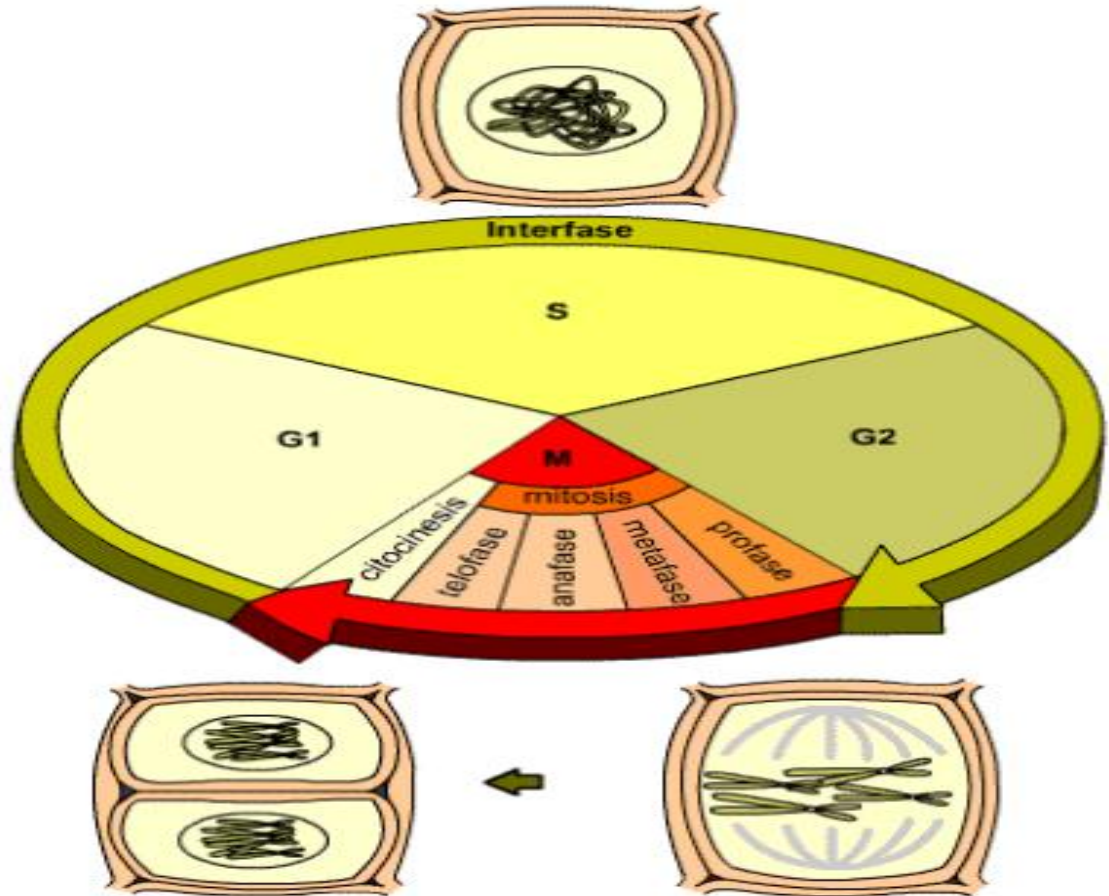
- Fase G1
- Fase S
- Fase G2

✓ **Divisió o fase M**: molt curta (10%), cromosomes visibles, síntesi bioquímica mínima, repartiment del DNA. Consta de 2 fases:

- Divisió del nucli, mitosi o cariocinesi.
- Divisió del citoplasma o citocinesi.

1. La divisió generadora de cèl·lules amb el mateix nombre de cromosomes

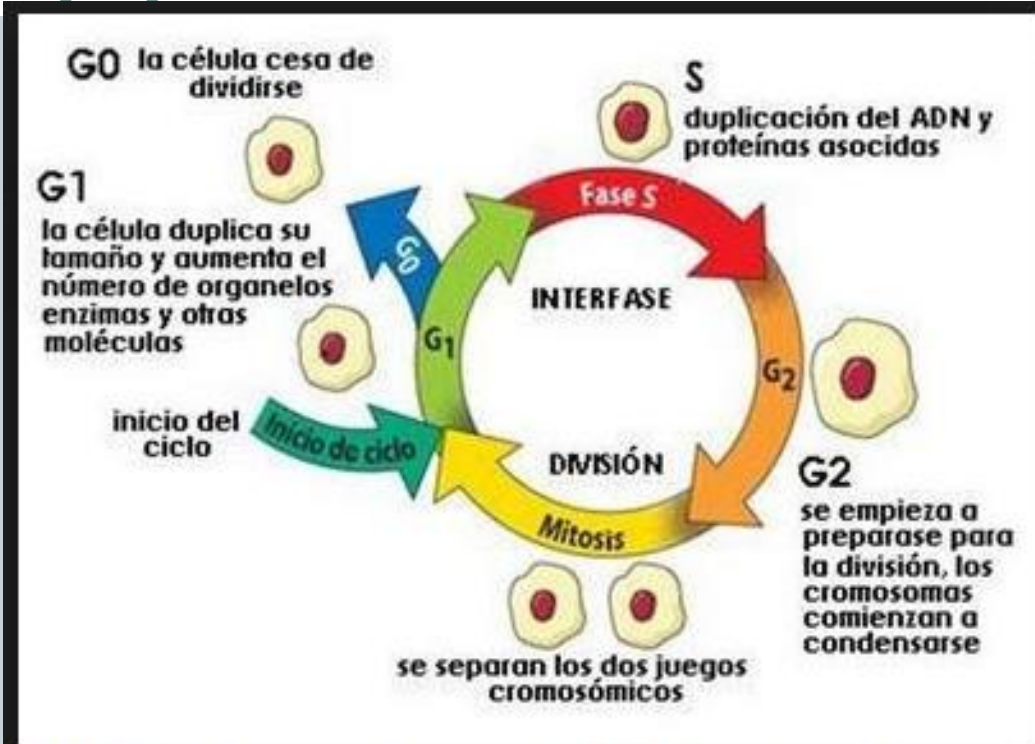
2.1 El cicle cel·lular



1. La divisió generadora de cèl·lules amb el mateix nombre de cromosomes

2.4 La interfase

- ✓ Bioquímicament és una fase molt activa.
- ✓ És el període en el que es produeix la **duplicació del DNA**.
- ✓ Consta de **3 fases** (Fase G₁, Fase S i Fase G₂)



Al finalizar el ciclo celular, la célula inicial duplica su contenido y se divide en dos células idénticas.

1. La divisió generadora de cèl·lules amb el mateix nombre de cromosomes



2.4 La interfase

Fase G1 (Gap 1=interval 1)

- ✓ Fase de major durada (hores, dies, anys... depèn del tipus cel·lular).
- ✓ Síntesi de mRNA (transcripció) i de proteïnes (traducció)
- ✓ Augment de la grandària cel·lular.
- ✓ Punt R o restricció: punt de no-retorn, cap a la fase S, G2 i M.
- ✓ Activació del FPR (factor promotor replicació).
- ✓ Algunes cèl·lules: abans punt R, diferenciació cel·lular i entrada en fase G0 (dies o mesos realitzen funcions cel·lulars). Després poden tornar a G1 o morir sense reproduir-se (ex. neurones).

1. La divisió generadora de cèl·lules amb el mateix nombre de cromosomes



2.4 La interfase

Fase S (Síntesi)

- ✓ Segona fase en durada.
- ✓ Duplicació de l'ADN.
- ✓ Transcripció i traducció (especialment histones).
- ✓ Comença la duplicació dels centríols, es forma un esbós de dos nous centríols: procentríols

1. La divisió generadora de cèl·lules amb el mateix nombre de cromosomes

2.4 La interfase

Fase G2 (Gap 2=interval 2)

- ✓ Tercera fase en durada.
- ✓ Comença quan acaba la síntesi d'ADN
- ✓ Inici de la condensació ADN en fibra de 300Å.
- ✓ Transcripció i traducció segons necessitats metabòliques (especialment histona H1: bastida de cromosomes, i proteïnes que formaran els microtúbuls del fus mitòtic, etc)
- ✓ Al final d'aquesta fase: 2 diplosomes immadurs (cada diplosoma 1 centríol i 1 procentríol)
- ✓ Activació del FPM: factor promotor de la fase M.

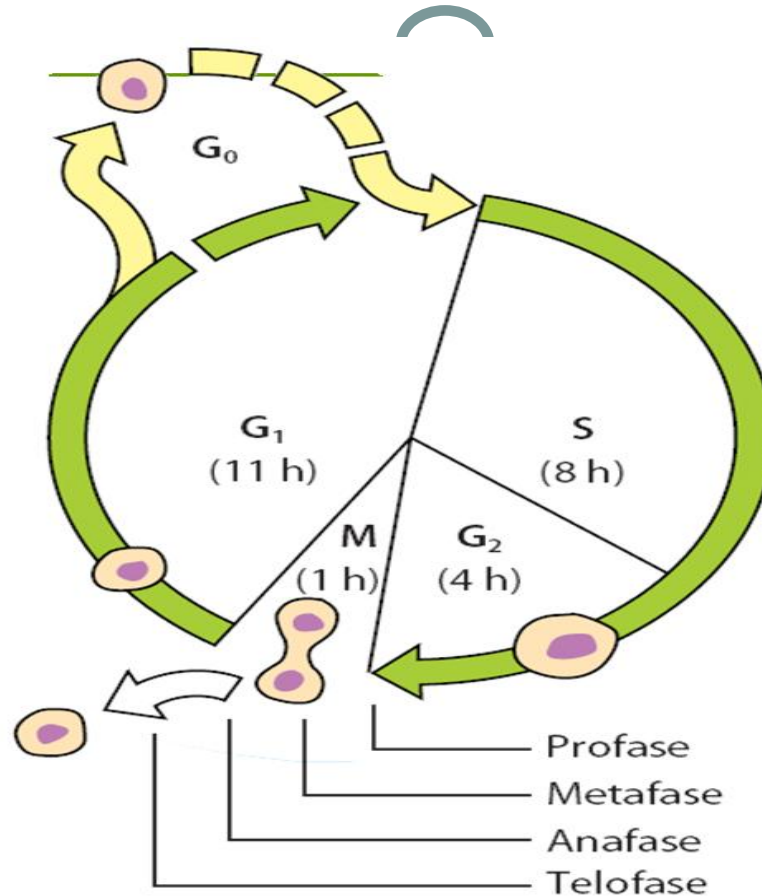
1. La divisió generadora de cèl·lules amb el mateix nombre de cromosomes

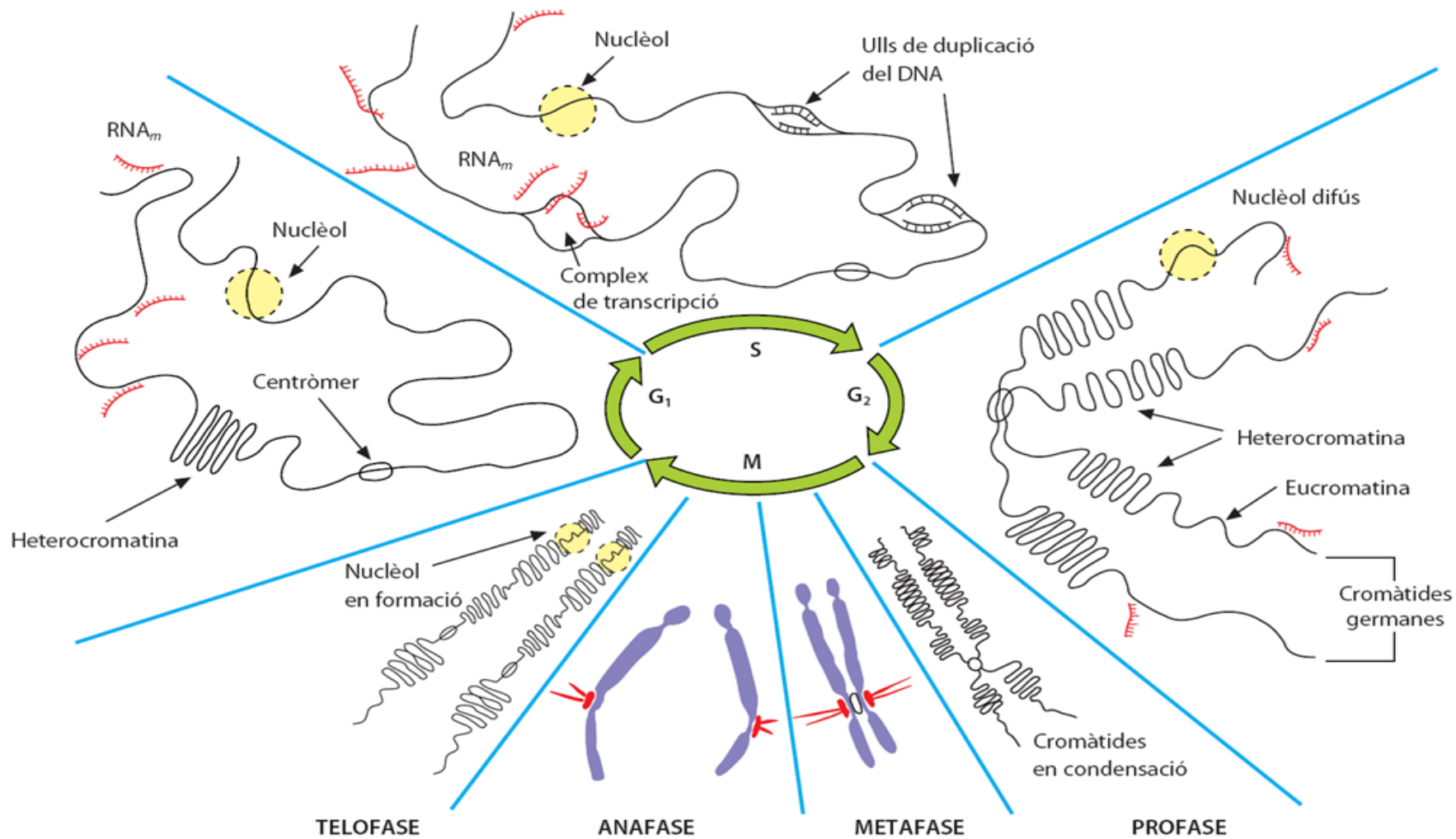


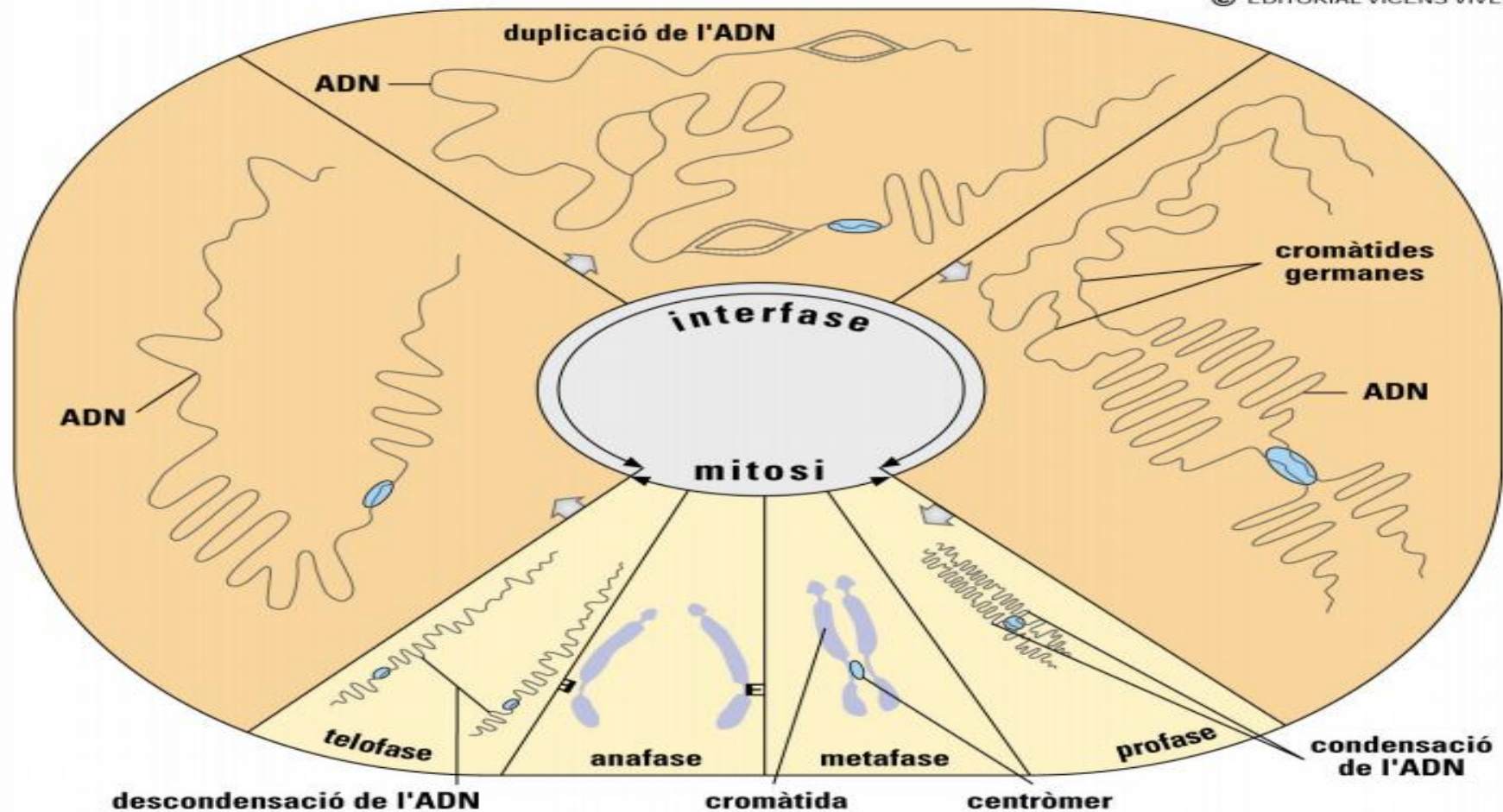
2.4 La interfase

- ✓ Durant les **3 fases (G1, S i G2)**, les cèl·lules creixen i produeixen proteïnes i orgànuls citoplasmàtics. Ara bé, duplicació del DNA només en fase S. Per tant una cèl·lula creix, continua creixent mentre duplica el seu DNA, i creix a mesura que completa la seva preparació per a dividir-se

1. La divisió generadora de cèl·lules amb el mateix nombre de cromosomes







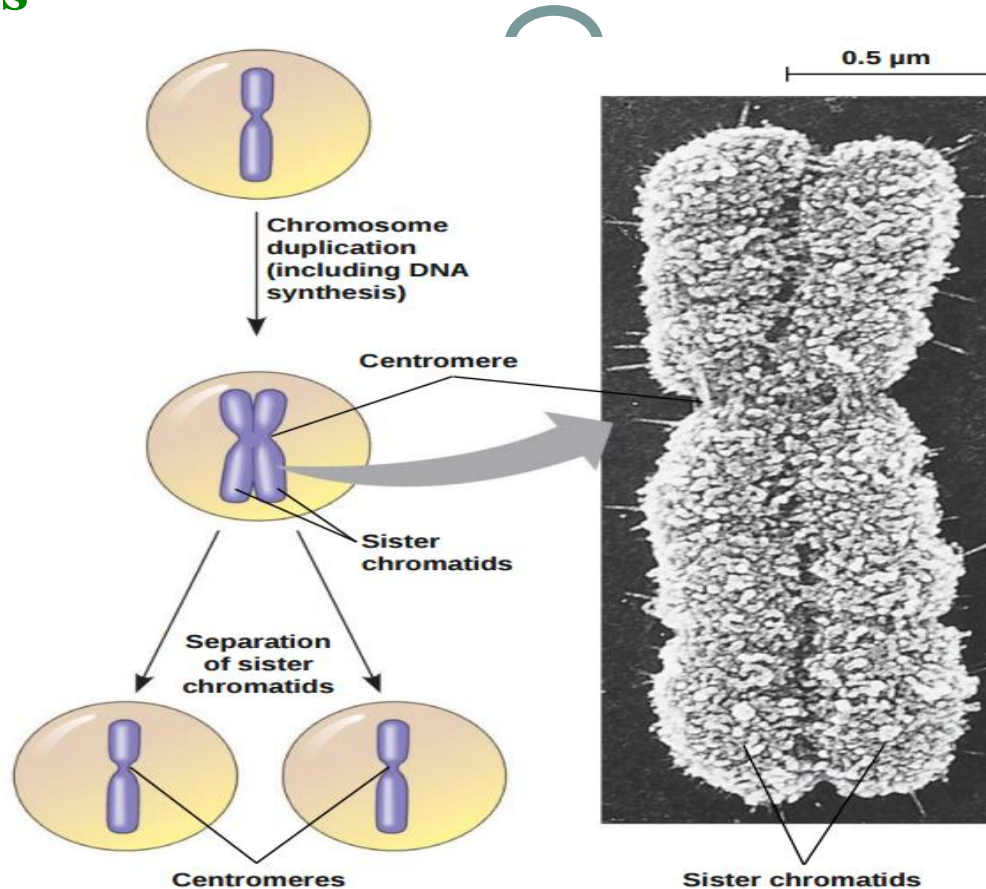
1. La divisió generadora de cèl·lules amb el mateix nombre de cromosomes



2.5 La divisió cel·lular o fase M

- ✓ A partir d'una cèl·lula mare s'obtenen dues cèl·lules filles amb idèntica dotació cromosòmica que la progenitora.
- ✓ 2 fases:
 1. Mitosi o divisió del nucli (cariocinesi)
 2. Divisió del citoplasma (citocinesi)

1. La divisió generadora de cèl·lules amb el mateix nombre de cromosomes



1. La divisió generadora de cèl·lules amb el mateix nombre de cromosomes



2.5 La divisió cel·lular o fase M

- ✓ Produeix cèl·lules amb el mateix nombre de cromosomes que la mare.
- ✓ Organismes diploides : **1 (2n) → 2 (2n)**
- ✓ Totes les cèl·lules somàtiques tindran la mateixa dotació genètica que el zigot.
- ✓ Les cèl·lules especialitzades ho són per **diferenciació cel·lular** (expressió genètica diferent).
- ✓ Es diferencien 4 fases:
 - Profase
 - Metafase
 - Anafase
 - Telofase

1. La divisió generadora de cèl·lules amb el mateix nombre de cromosomes

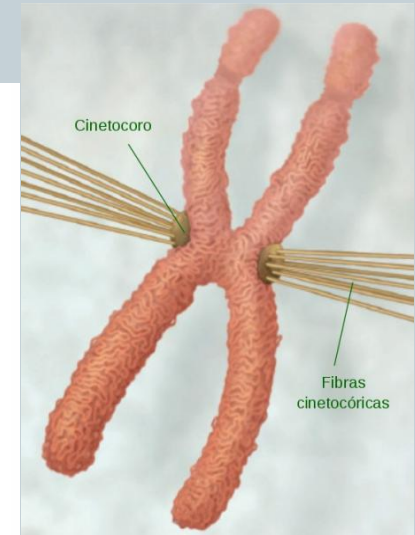
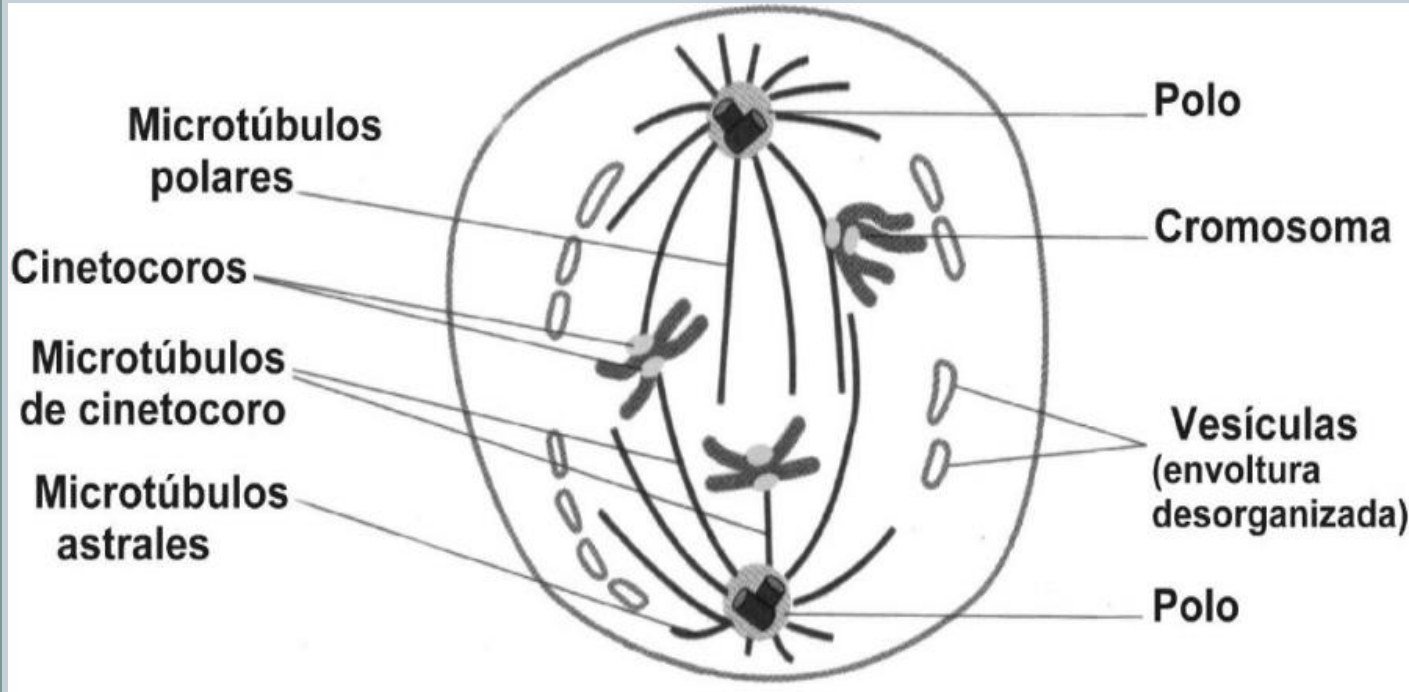


2.5 La divisió cel·lular o fase M: PROFASE

- ✓ Condensació cromatina fins formació cromosomes ambdues cromàtides.
- ✓ Desaparició nuclèol.
- ✓ Cèl·lules animals: duplicació centríols.
- ✓ Trencament embolcall nuclear i desaparició nucli.
- ✓ Formació fus mitòtic
- ✓ Migració de cada parella de centríols cap als pols de la cèl·lula.
- ✓ Formació cinetocor en el centròmer dels cromosomes i formació dels microtúbuls cinetocòrics.
- ✓ La interacció entre els microtúbuls cinetocòrics i les fibres polars orienta a cada cromosoma respecte l'eix del fus mitòtic i cada cinetocor queda mirant a un pol.

1. La divisió generadora de cèl·lules amb el mateix nombre de cromosomes

PROFASE



1. La divisió generadora de cèl·lules amb el mateix nombre de cromosomes

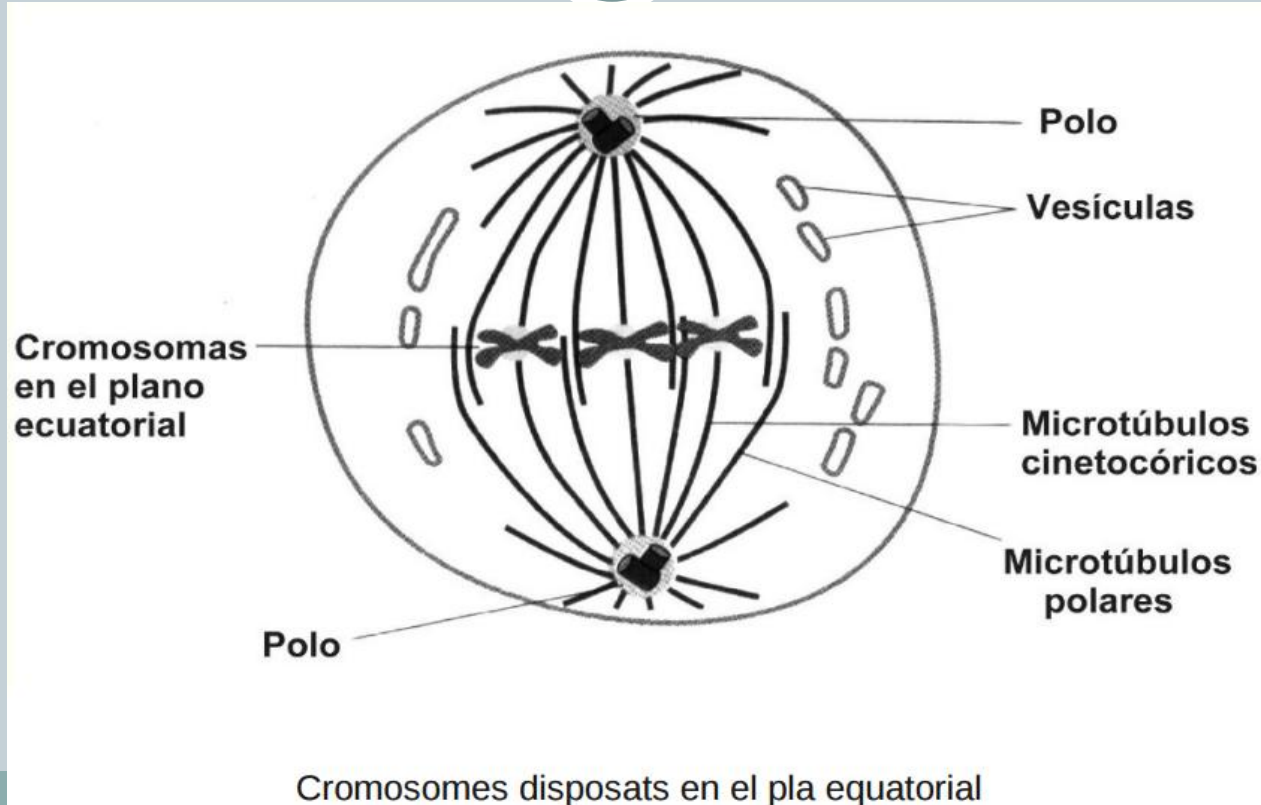


2.5 La divisió cel·lular o fase M: METAFASE

- ✓ Els cromosomes estan totalment formats (màxim grau d'empaquetament), es distingeixen perfectament: cromosomes metafàsics.
- ✓ L'allargament dels microtúbuls cinetocòrics i la seva interacció amb les fibres polars situa els cromosomes en un pla, el pla equatorial de la cèl·lula, que es troba a la meitat del fus mitòtic: es forma la **placa equatorial**.

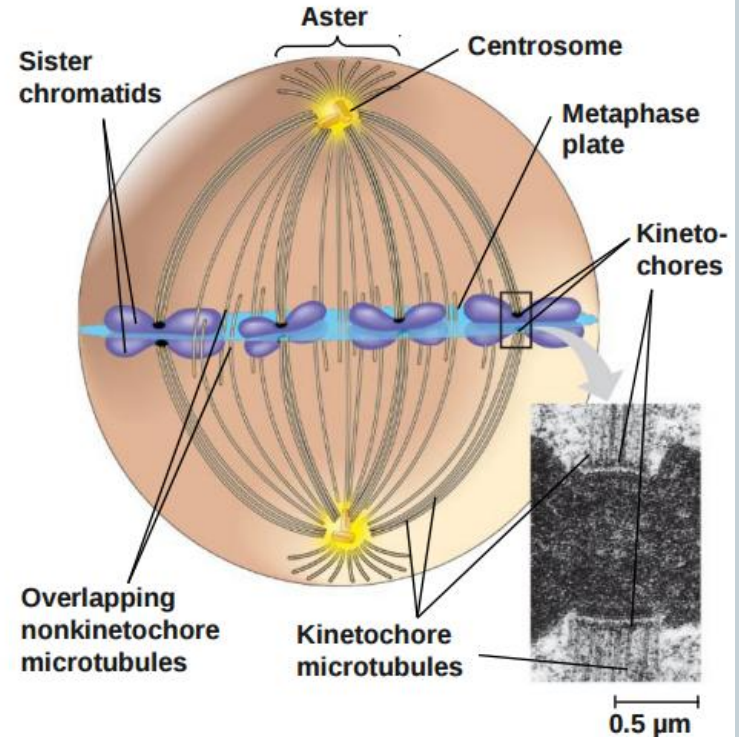
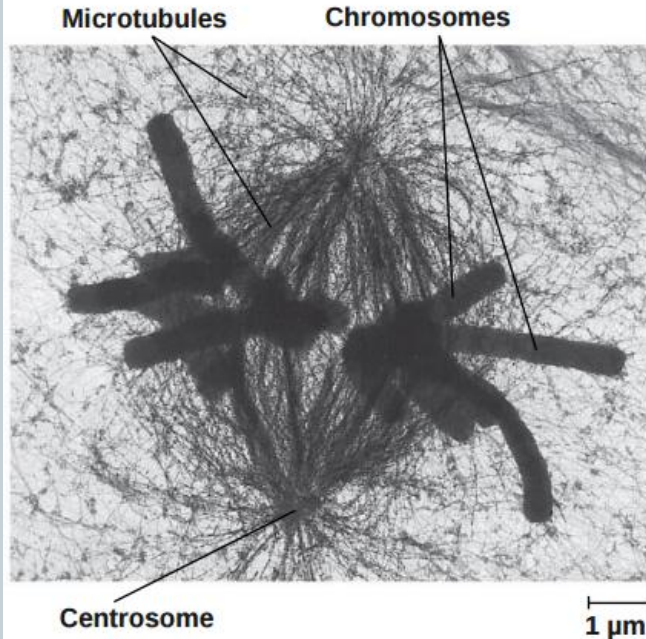
1. La divisió generadora de cè·l·lules amb el mateix nombre de cromosomes

METAFASE



1. La divisió generadora de cèl·lules amb el mateix nombre de cromosomes

METAFASE



1. La divisió generadora de cèl·lules amb el mateix nombre de cromosomes

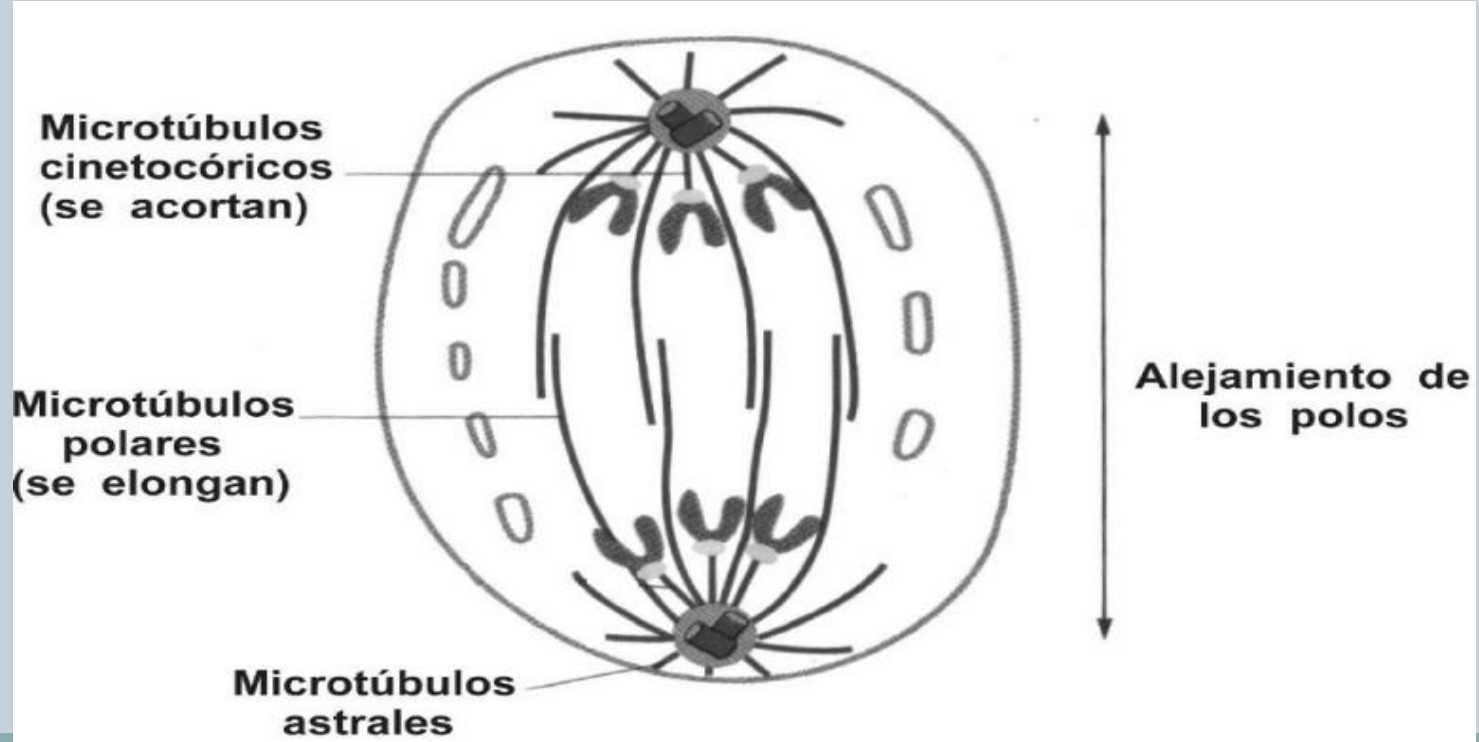


2.5 La divisió cel·lular o fase M: ANAFASE

- ✓ Separació cromàtides germanes de cada cromosoma.
- ✓ Cada cromàtide constitueix a partir d'aquest moment un cromosoma independent: **cromosoma anafàsic**.
- ✓ Escurçament microtúbuls cinetocòrics que arrossegueu cada cromàtide cap a un pol oposat de la cèl·lula.
- ✓ Cromosomes anafàsics arriben als pols i **desaparició dels cinetocors**.

1. La divisió generadora de cè·l·lules amb el mateix nombre de cromosomes

ANAFASE



1. La divisió generadora de cèl·lules amb el mateix nombre de cromosomes

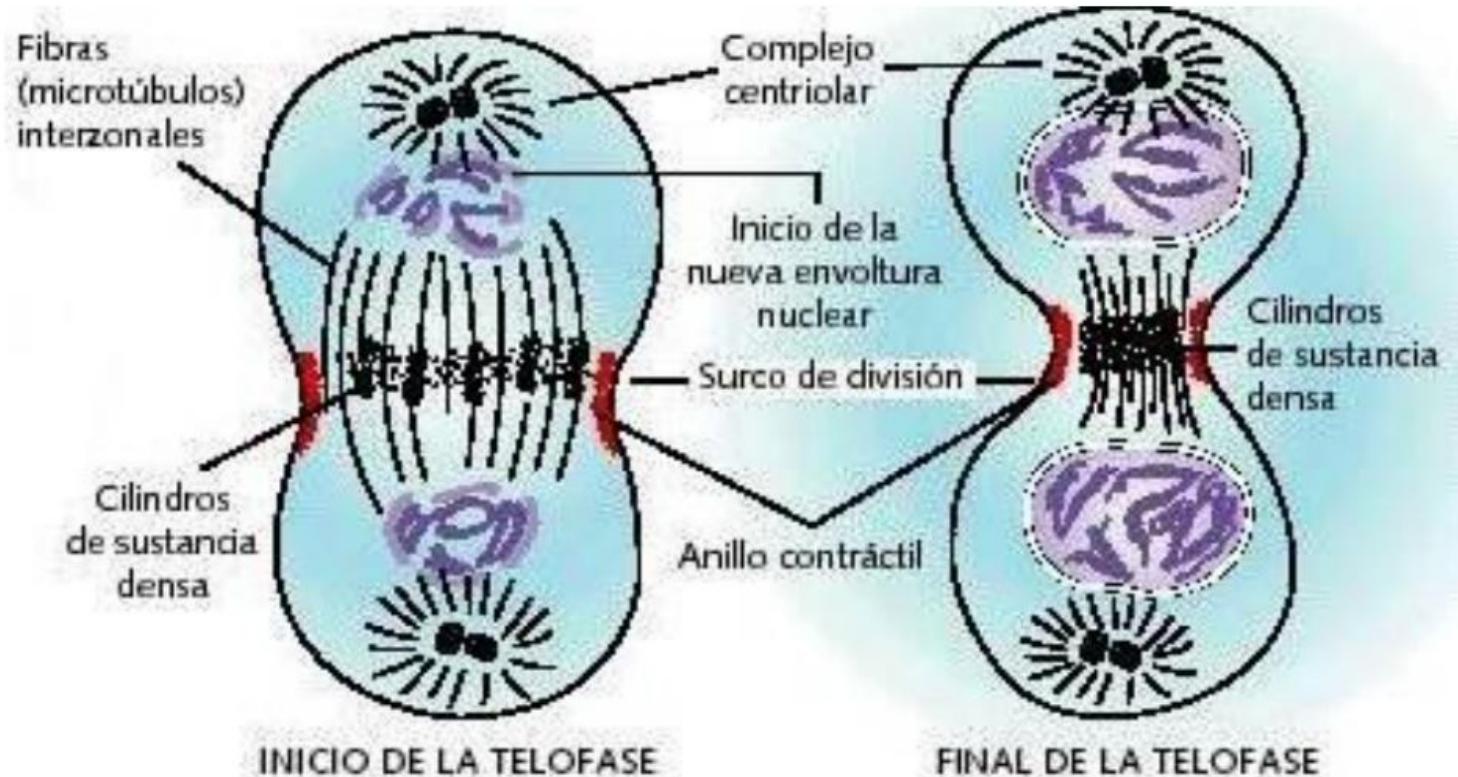


2.5 La divisió cel·lular o fase M: TELOFASE

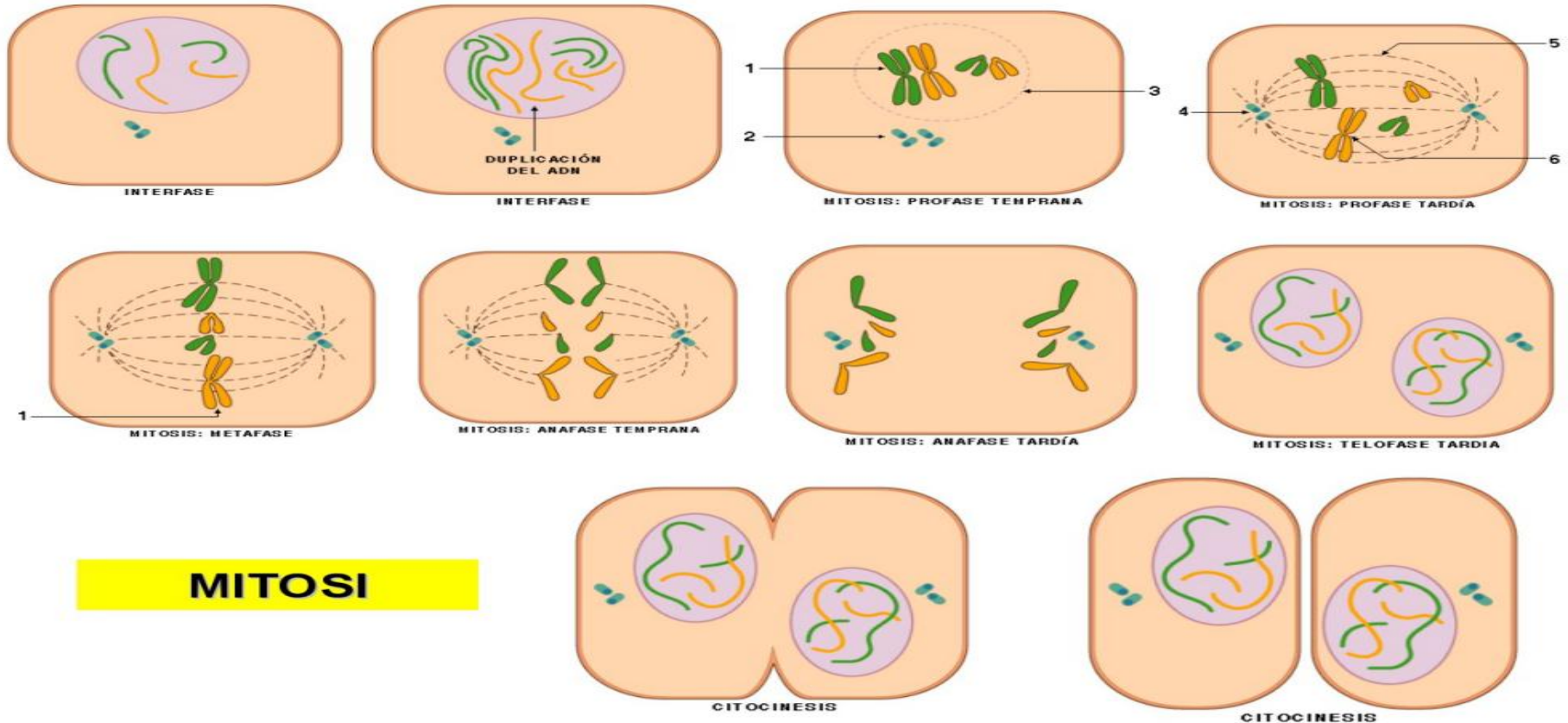
- ✓ Les dues dotacions cromosòmiques s'agrupen en dues masses, situades als pols del fus mitòtic, i s'envolten d'un nou embolcall nuclear.
- ✓ Descondensació dels cromosomes.
- ✓ Formació d'un nou nuclèol.
- ✓ Es formen així els dos nuclis fills.
- ✓ Acumulació microtúbuls fus mitòtic i proteïnes en el pla equatorial de la cèl·lula.

1. La divisió generadora de cèl·lules amb el mateix nombre de cromosomes

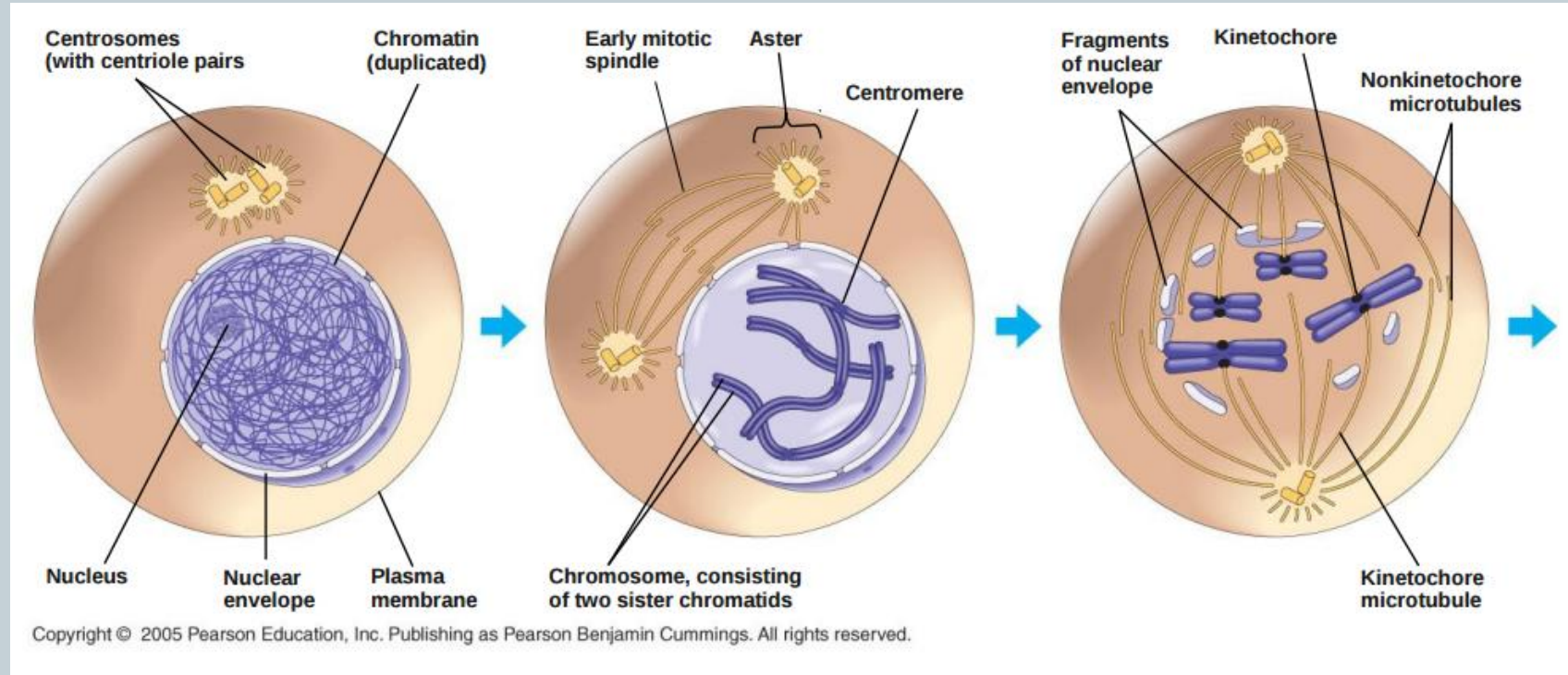
TELOFASE



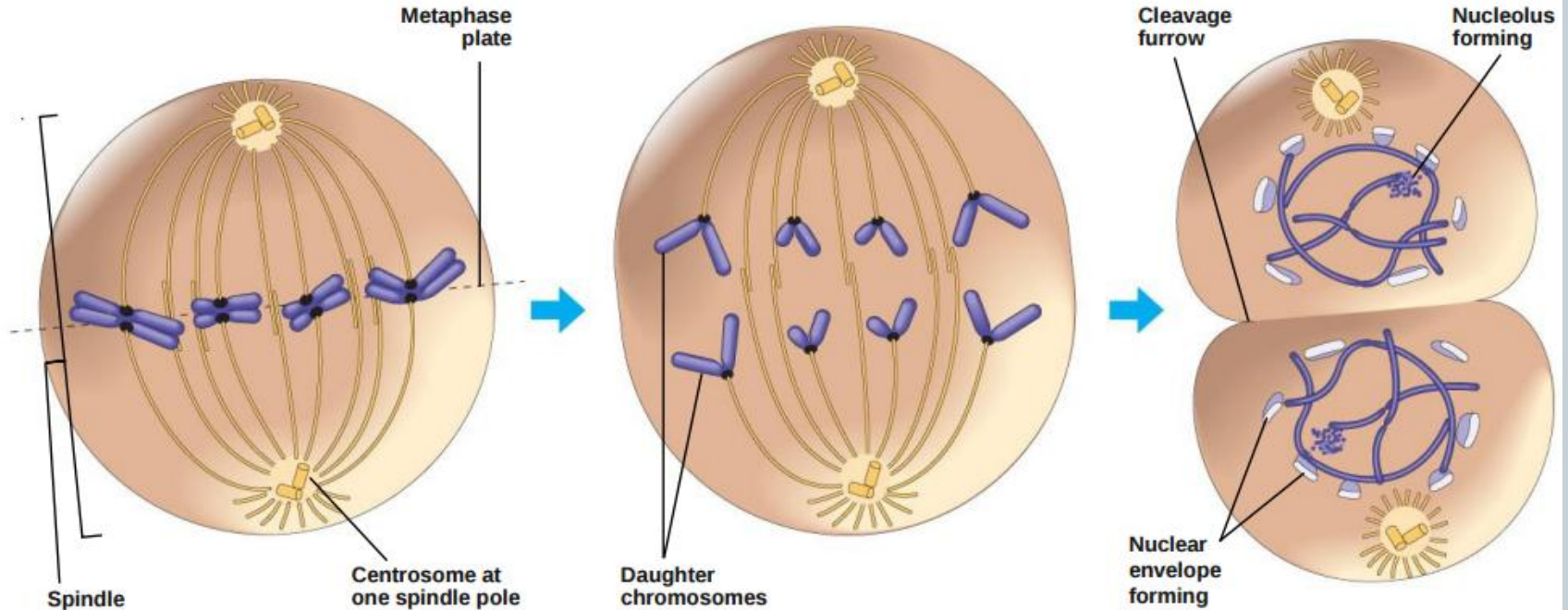
1. La divisió generadora de cèl·lules amb el mateix nombre de cromosomes



1. La divisió generadora de cèl·lules amb el mateix nombre de cromosomes



1. La divisió generadora de cèl·lules amb el mateix nombre de cromosomes



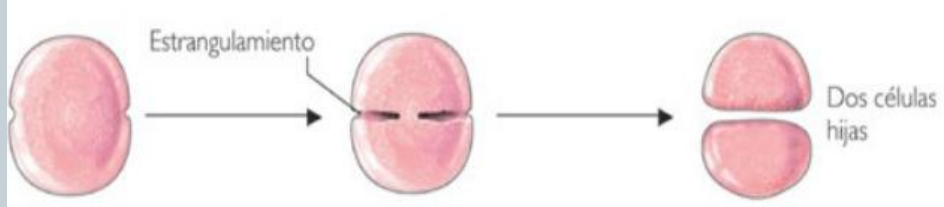
Copyright © 2005 Pearson Education, Inc. Publishing as Pearson Benjamin Cummings. All rights reserved.

1. La divisió generadora de cèl·lules amb el mateix nombre de cromosomes

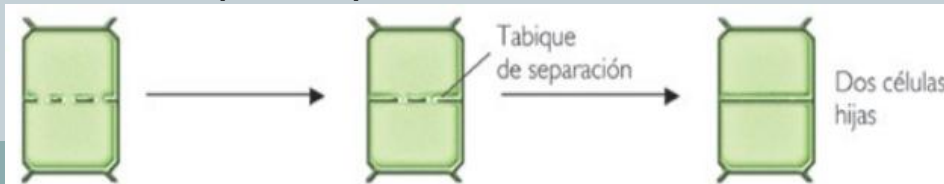
2.5 La divisió cel·lular o fase M: CITOCINESI

❑ Pot produir-se de dues maneres:

✓ Citocinesi per estrangulació



✓ Citocinesi per septe



1. La divisió generadora de cèl·lules amb el mateix nombre de cromosomes



2.5 La divisió cel·lular o fase M: CITOCINESI

☐ Citocinesi per estrangulació

- ✓ Es dona en **cèl·lules animals**
- ✓ Comença al final de l'anafase.
- ✓ Invaginació membrana plasmàtica a l'altura del pla equatorial i formació d'un anell contràctil (d'actina i miosina).
- ✓ L'anell contràctil va estrangulant el citoplasma fins dividir la cèl·lula en dues cèl·lules filles.

1. La divisió generadora de cèl·lules amb el mateix nombre de cromosomes

2.5 La divisió cel·lular o fase M: CITOCINESI

❑ Citocinesi per estrangulació



6- CINETOCINESIS reparación del nucleolo

cuerpo medio: región de solapamiento de microtúbulos

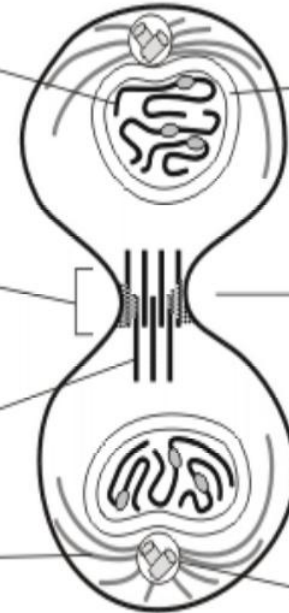
restos comprimidos de los microtúbulos polares del huso

nueva formación del conjunto de microtúbulos interfásicos nucleados por el centrosoma

envoltura nuclear completa que rodea los cromosomas en descondensación

anillo contráctil que genera el surco de segmentación

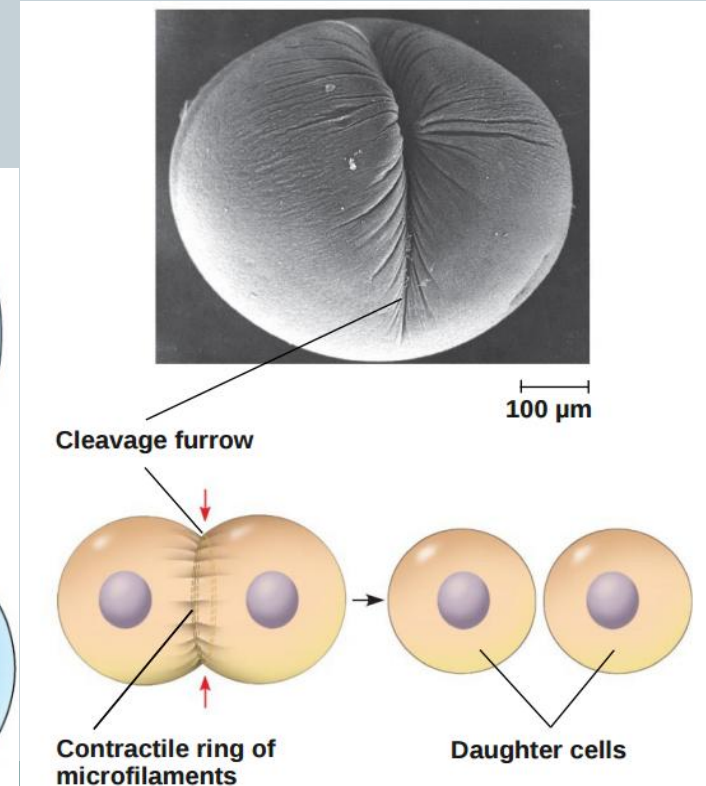
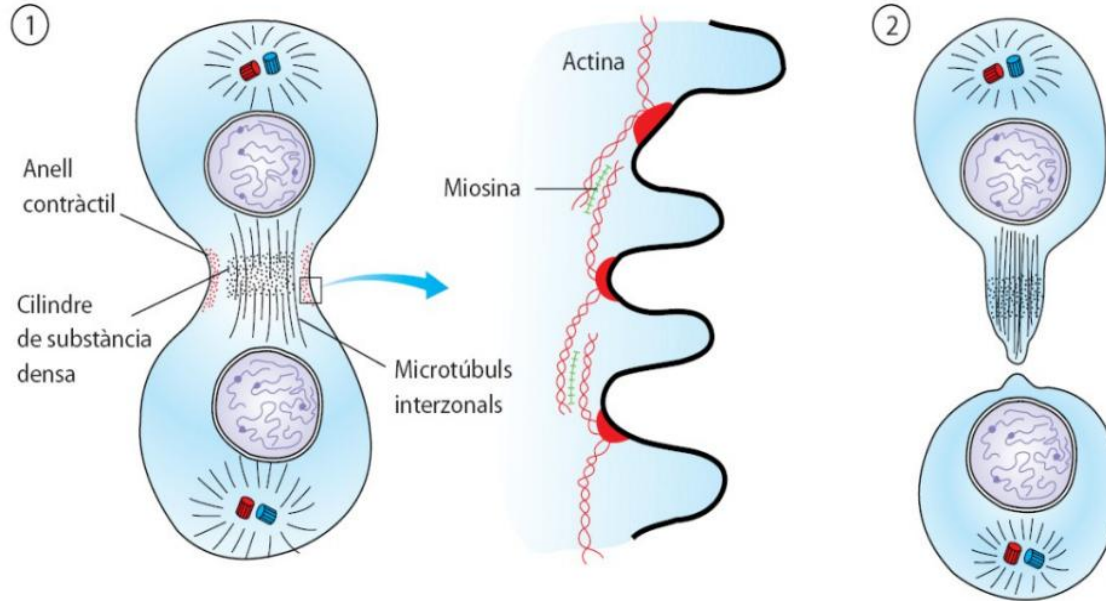
par de centriolos que identifican la localización del centrosoma



1. La divisió generadora de cèl·lules amb el mateix nombre de cromosomes

2.5 La divisió cel·lular o fase M: CITOCINESI

❑ Citocinesi per estrangulació



1. La divisió generadora de cèl·lules amb el mateix nombre de cromosomes



2.5 La divisió cel·lular o fase M: CITOCINESI

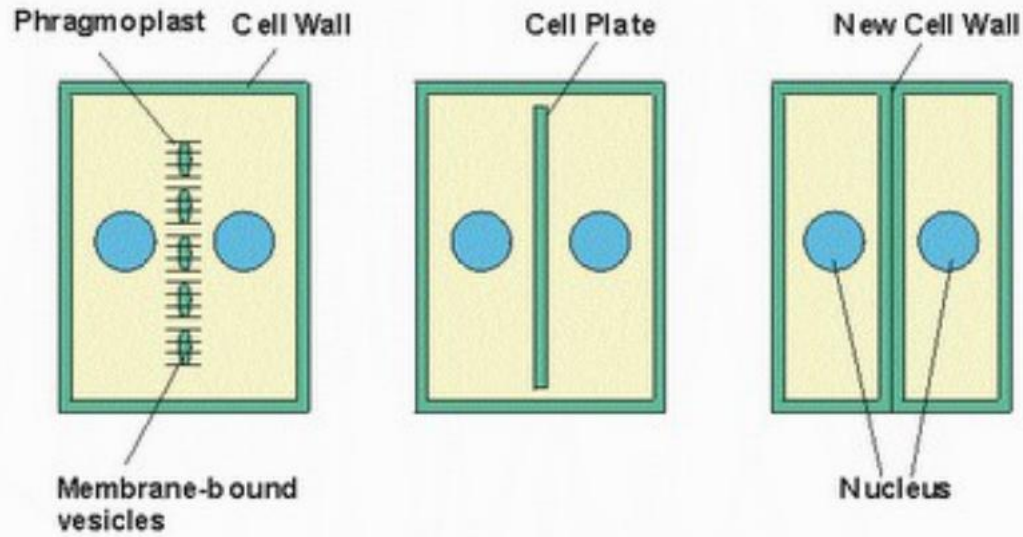
☐ Citocinesi per septe

- ✓ Es dona en cèl·lules vegetals.
- ✓ Agrupació de vesícules procedents de l'aparell de Golgi (contenen pectina i hemicel·lulosa) en el pla equatorial de la cèl·lula, donant lloc al fragmoplast.
- ✓ Fusió de les vesícules i formació envà de separació que donarà lloc a la paret cel·lular vegetal de les dues cèl·lules filles.

1. La divisió generadora de cèl·lules amb el mateix nombre de cromosomes

2.5 La divisió cel·lular o fase M: CITOCINESI

❑ Citocinesi per septe



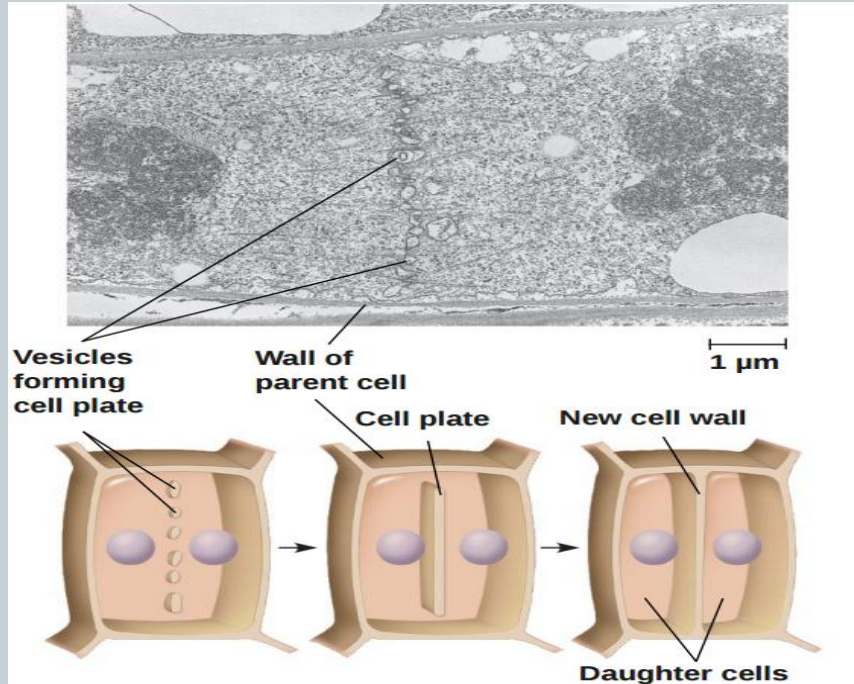
Cytokinesis in a plant cell



1. La divisió generadora de cèl·lules amb el mateix nombre de cromosomes

2.5 La divisió cel·lular o fase M: CITOCINESI

❑ Citocinesi per septe



(b) Cell plate formation in a plant cell (TEM)