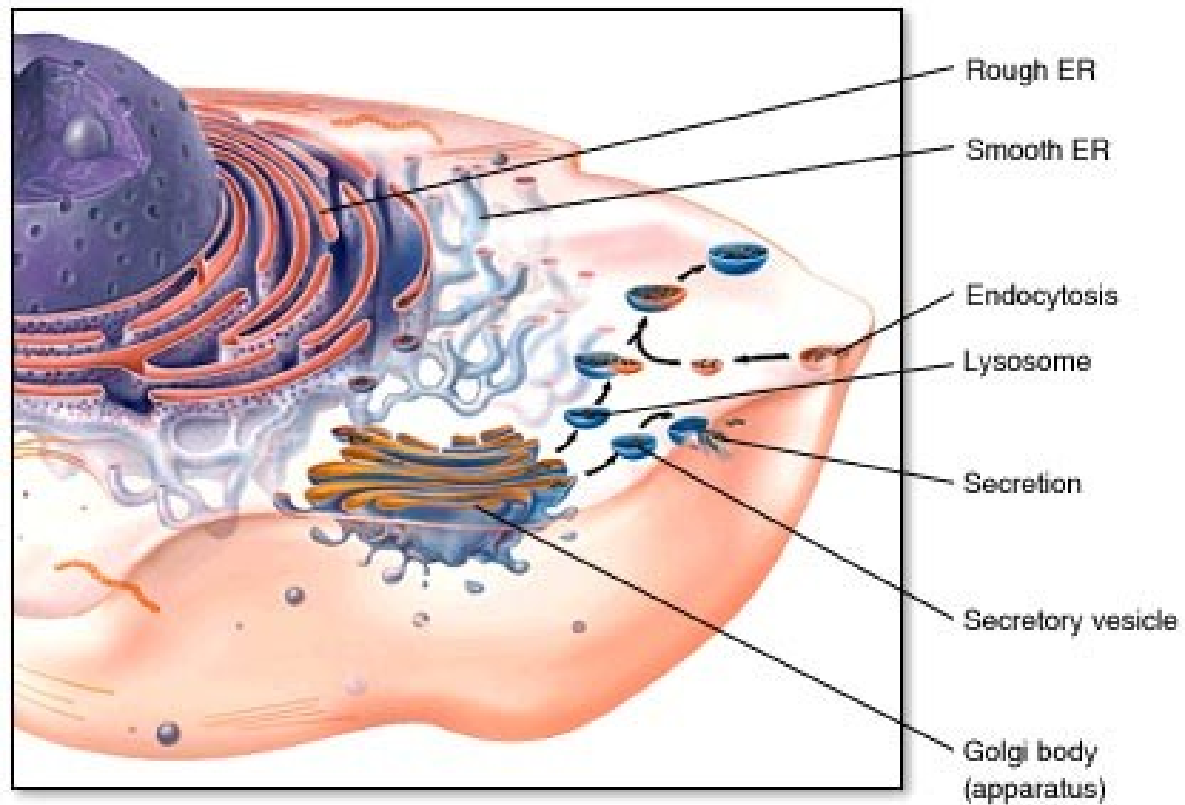


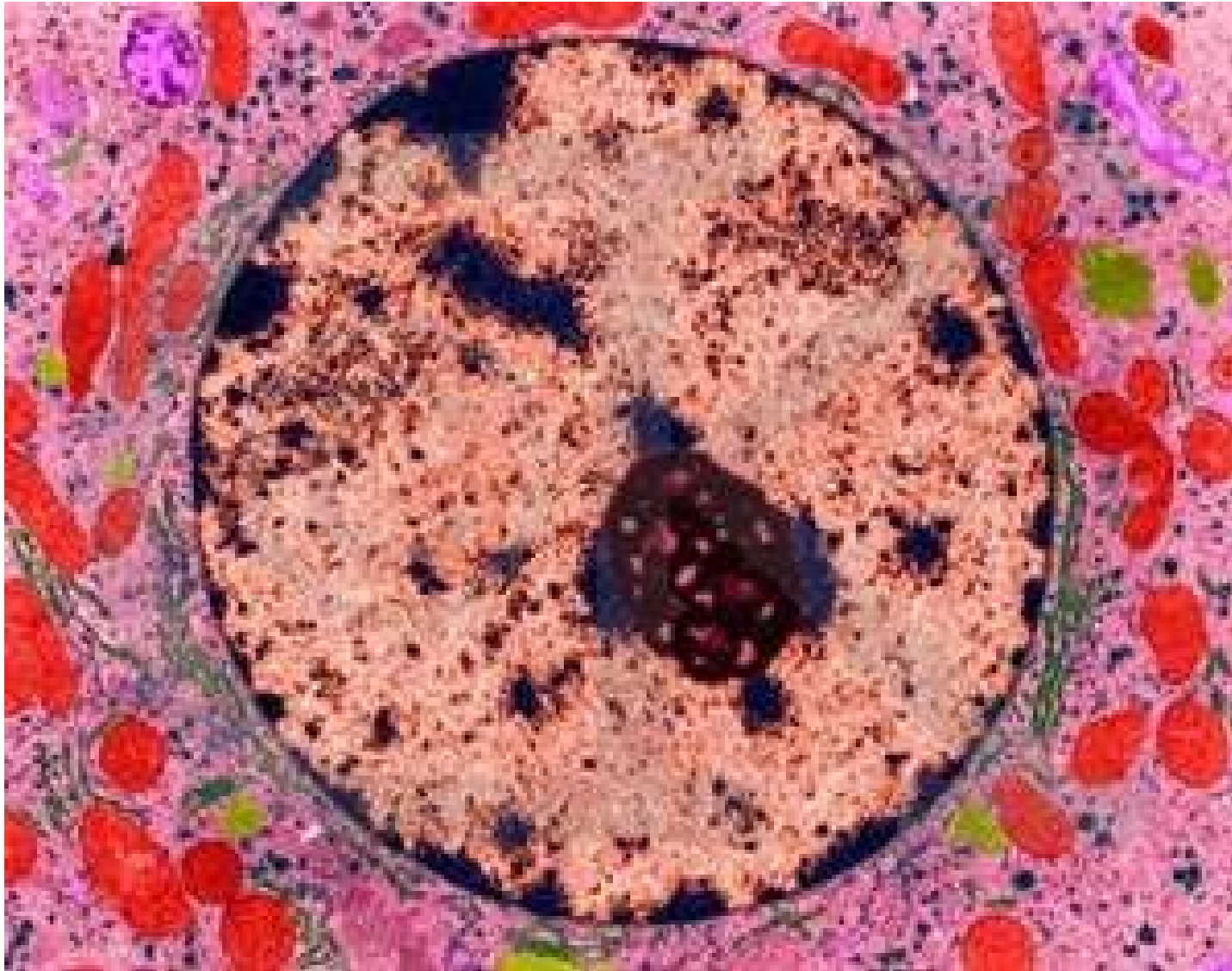
Orgànuls cel·lulars delimitats per membranes



Orgànuls cel·lulars delimitats per membranes

- El reticle endoplasmàtic.
- L'aparell de Golgi.
- Lisosomes.
- Vacúols.
- Lisosomes.
- Peroxisomes i glioxisomes.
- Orgànuls transductors d'energia: mitocondris.
- Orgànuls transductors d'energia: cloroplasts.
- **El nucli cel·lular.**
- **La cromatina i els cromosomes.**

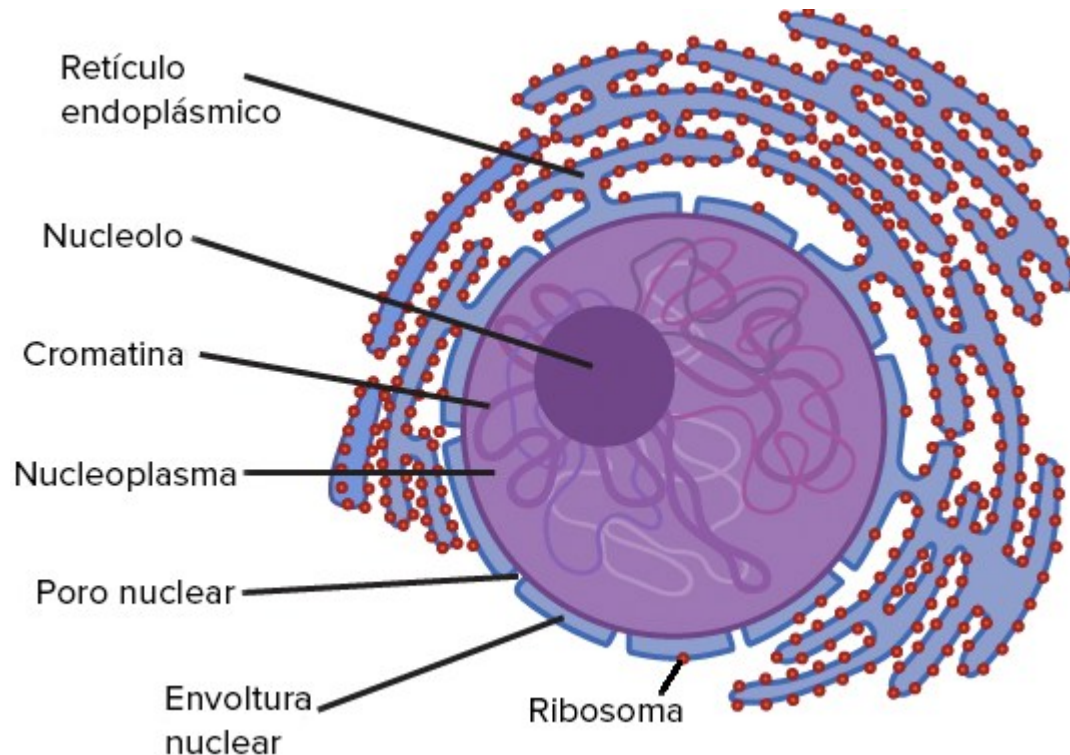
El nucli cel·lular

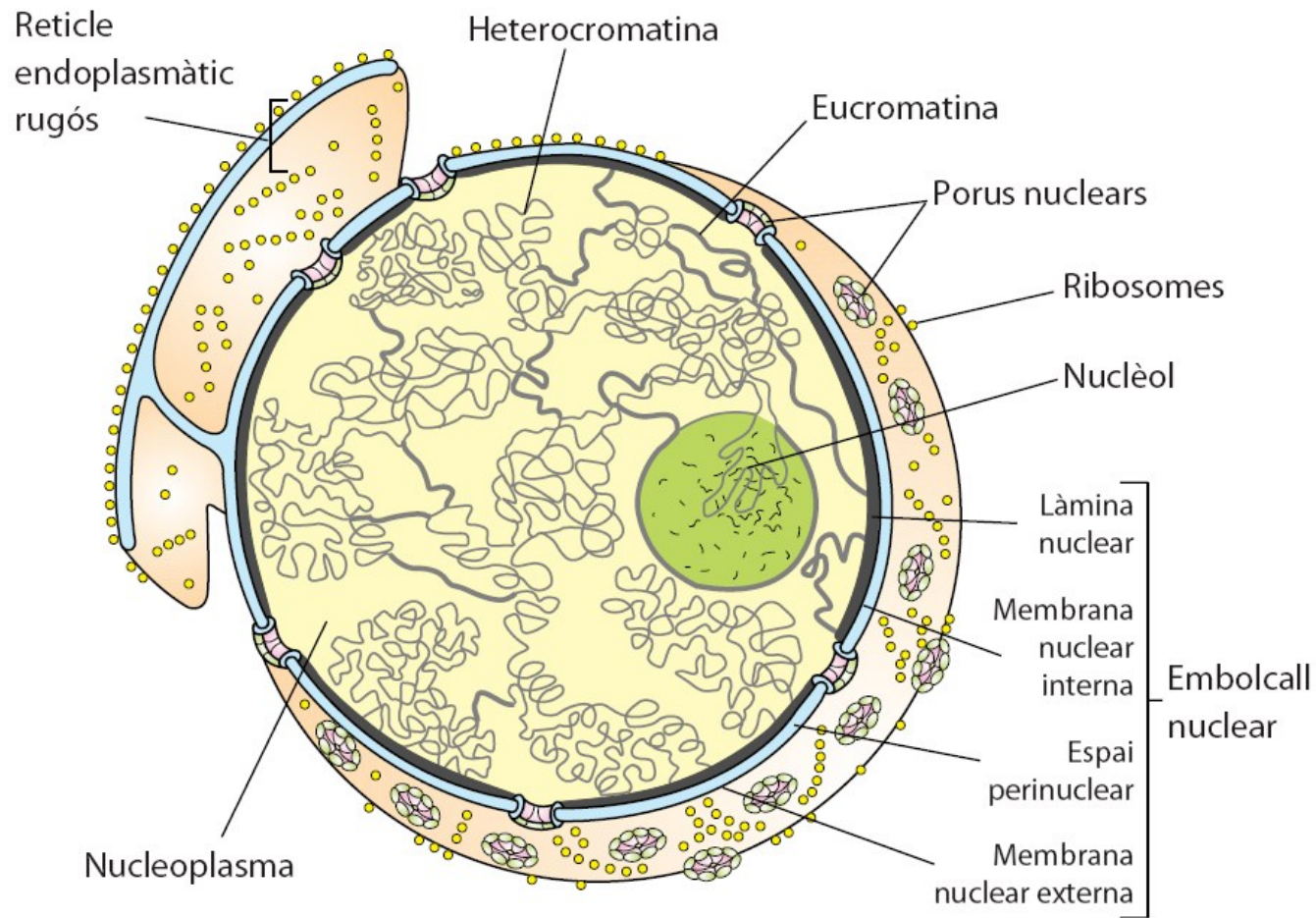


El nucli cel·lular

El material genètic (DNA) d'una cèl·lula eucariota es troba confinat a l'interior del nucli cel·lular.

El nucli està delimitat per un **embolcall nuclear** constituït per dues membranes concèntriques. Aquestes membranes presenten **porus** a través dels quals es produeix el transport de molècules entre el nucli i el citoplasma. El medi intern del nucli rep el nom de **nucleoplasma** i conté el DNA en forma de **fibres de cromatina**, més o menys condensades, i un o dos **nuclèols**.



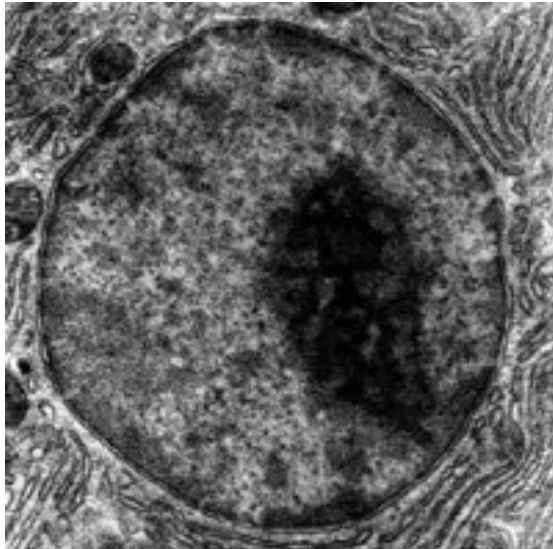


El nucli amb totes les seves parts

Estats del nucli

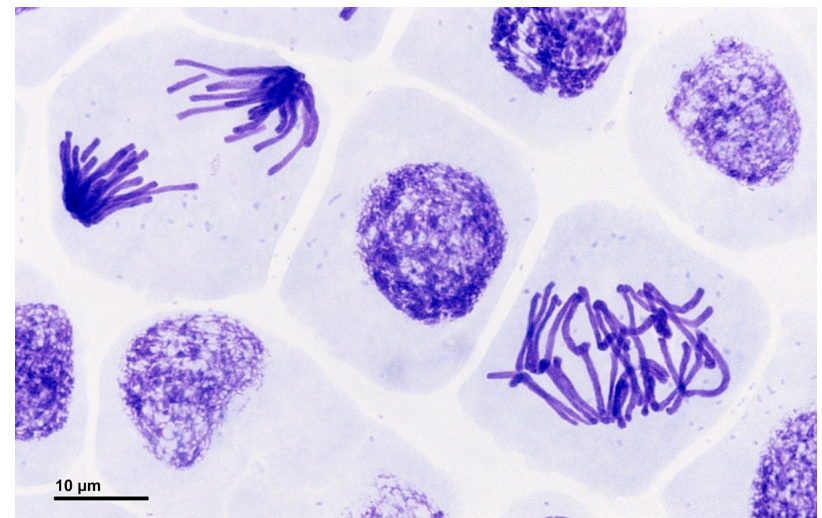
Nucli en interfase

- **Embolcall nuclear** intacte.
- DNA en forma de **fibres de cromatina**.
- Amb **nuclèol**.

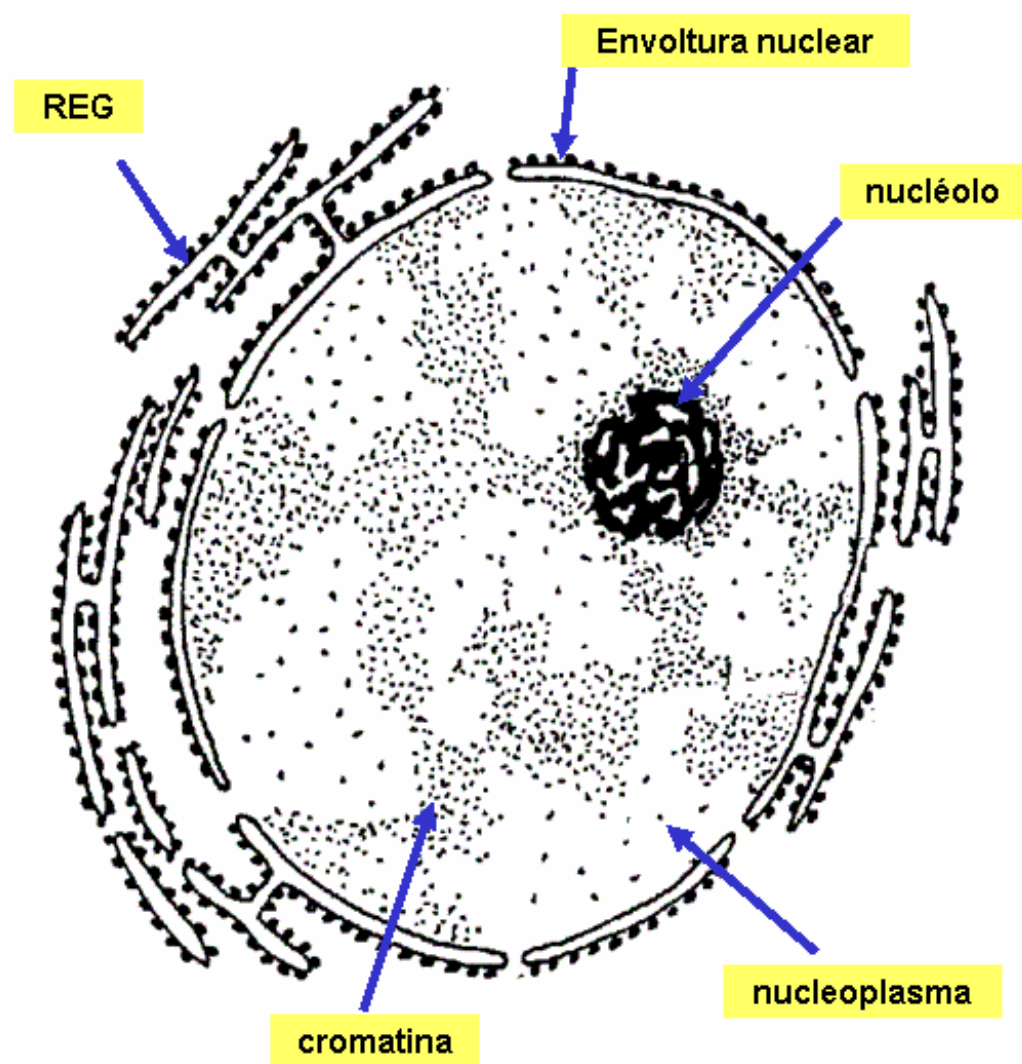


Nucli en divisió

- Condensació de les fibres de cromatina fins els nivells superiors d'empaquetament: **cromosomes**.
- **Desaparició de l'embolcall nuclear** i els cromosomes queden dispersos en el citoplasma.

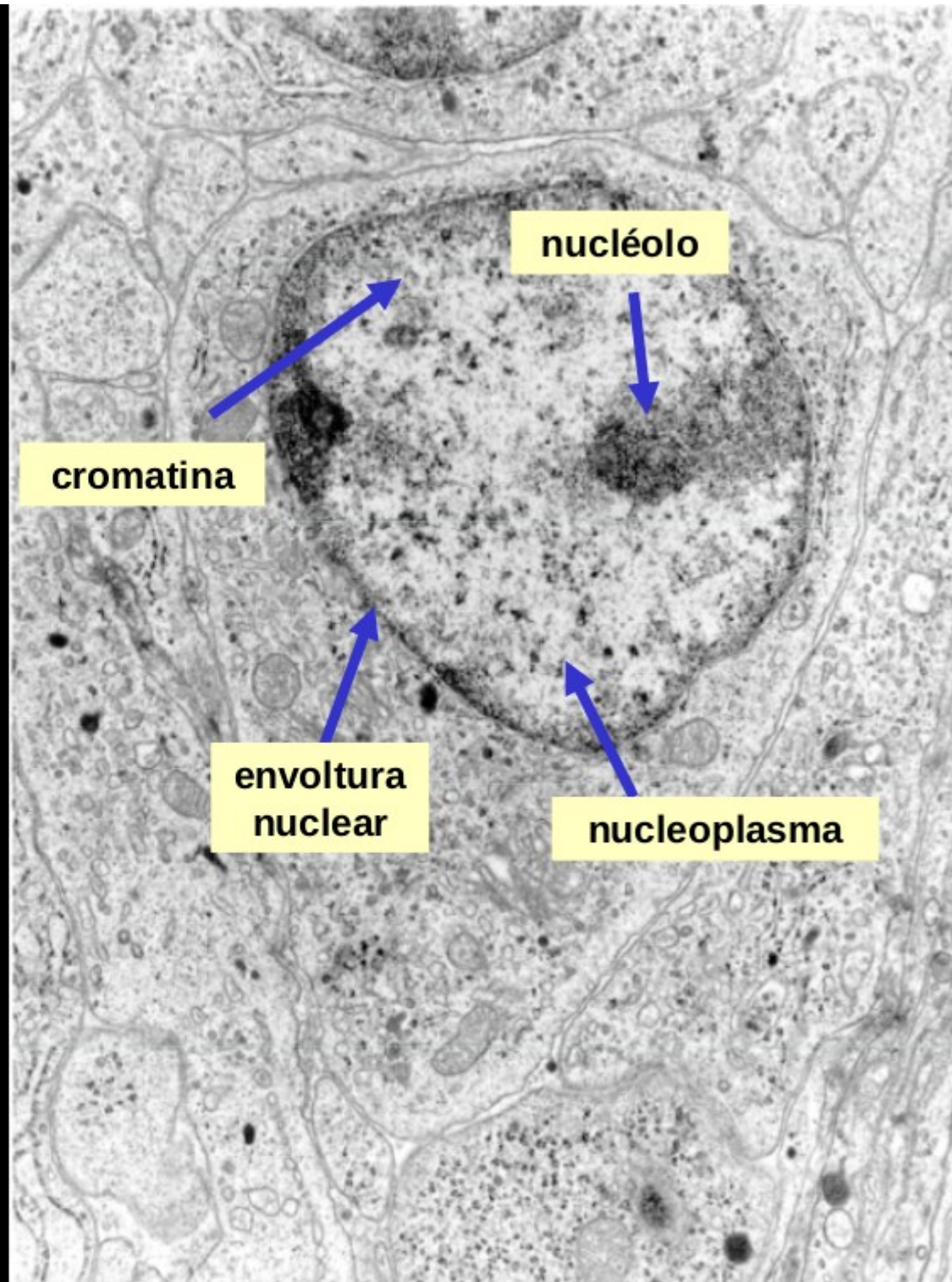


Esquema de la ultraestructura del núcleo en interfase.



Ultraestructura del núcleo en interfase.

Célula animal vista al microscopio electrónico a unos 20 000 X.

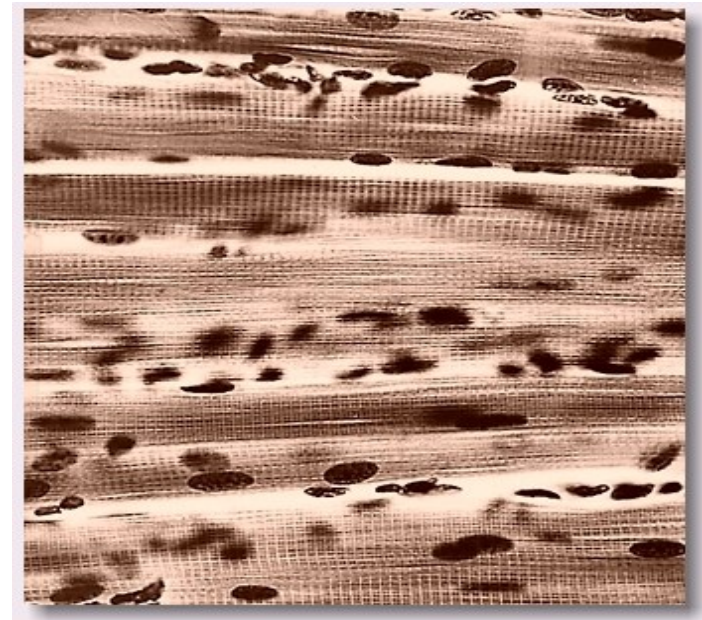
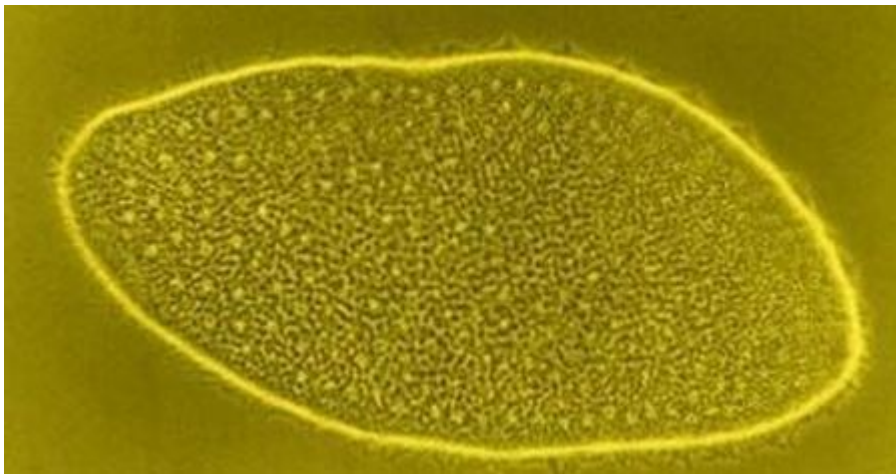


Nombre de nuclis:

Generalment només en hi ha un per cèl·lula. Excepcionalment pot haver-hi més d'un.

Les cèl·lules plurinucleades poden formar-se per:

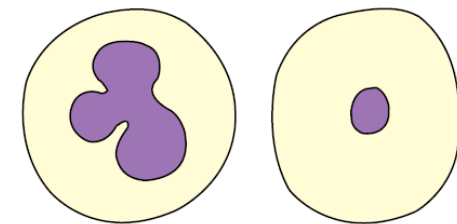
- Divisió nuclear sense la posterior divisió citoplasmàtica (exemple alguns protozous, alguns fongs).
- Unió de diverses cèl·lules uninucleades (exemple cèl·lules musculars esquelètiques)



Forma dels nuclis:

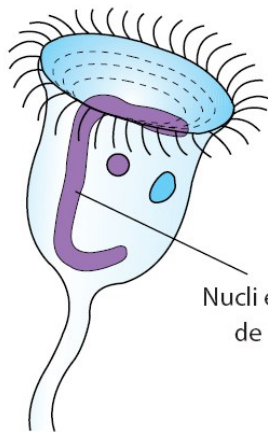
En general cèl·lules vegetals forma discoïdal i posició lateral i cèl·lules animals esfèric i posició central.

Altres formes que poden adoptar: ramificat, allargat, en forma de rosari, de ferradura, polilobulat, etc.

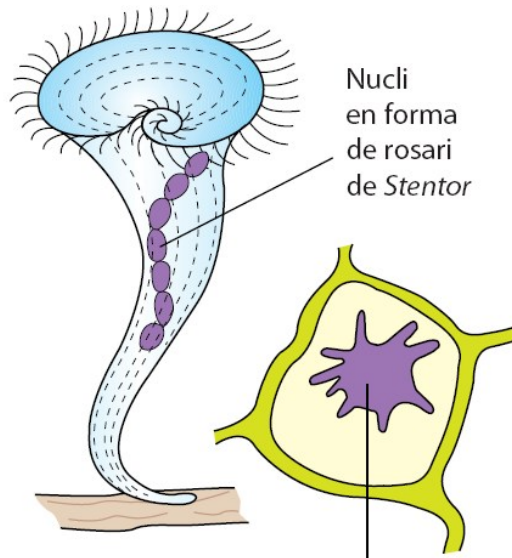


Nucli polilobulat de leucòcit neutròfil

Nucli esfèric central d'una cèl·lula animal epitelial

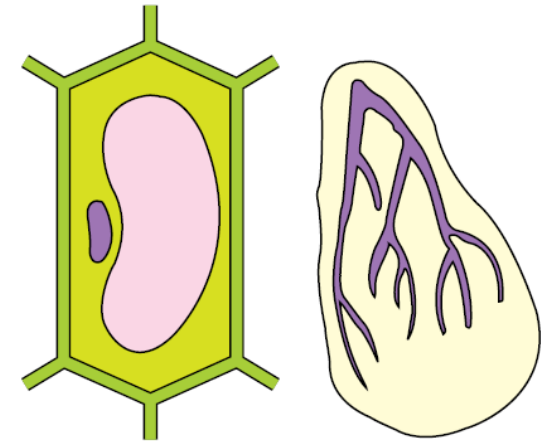


Nucli en ferradura de *Vorticella*



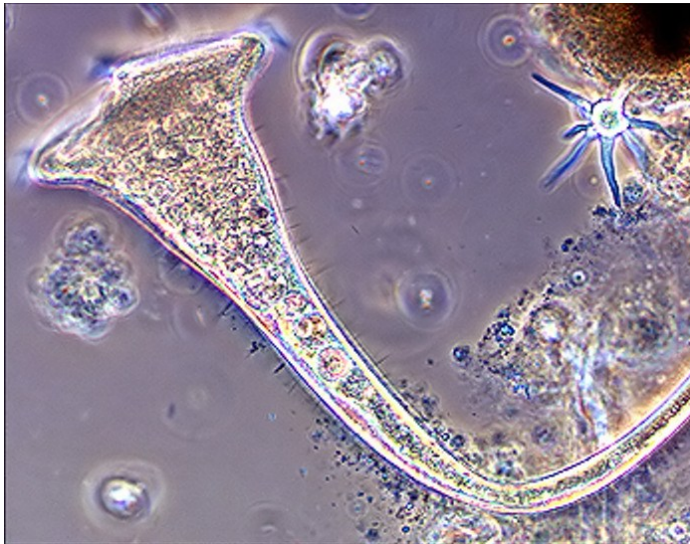
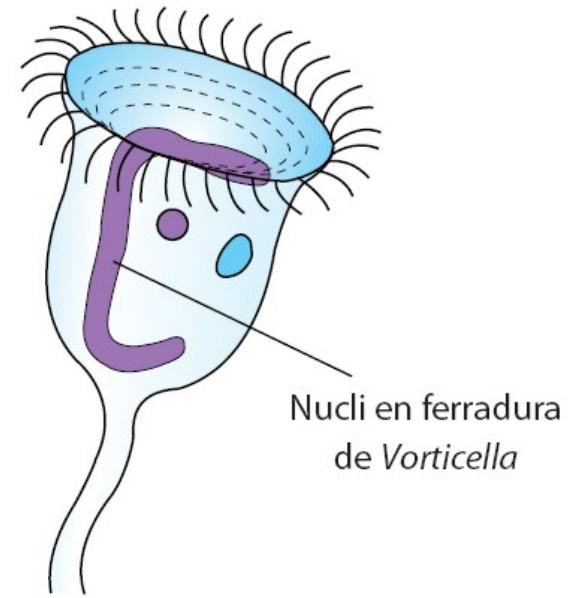
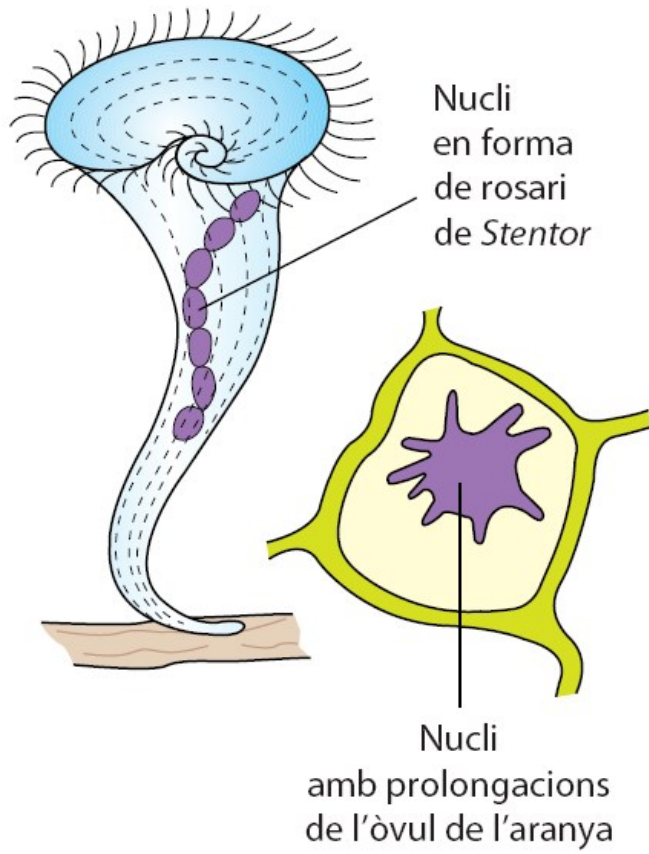
Nucli en forma de rosari de *Stentor*

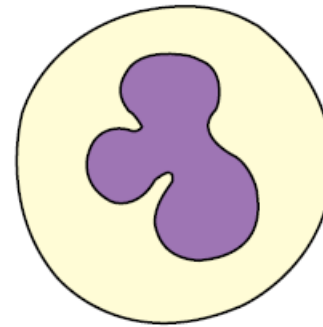
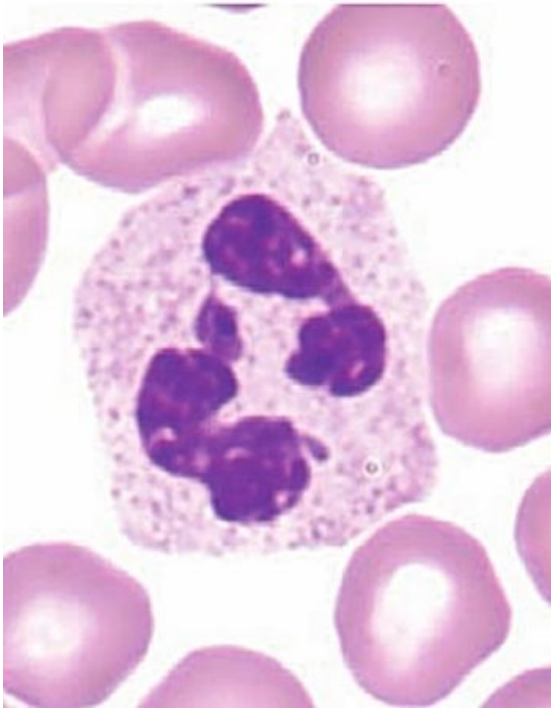
Nucli amb prolongacions de l'òvul de l'aranya



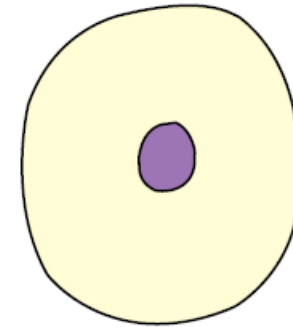
Nucli discoïdal d'una cèl·lula vegetal

Nucli ramificat d'una cèl·lula glandular

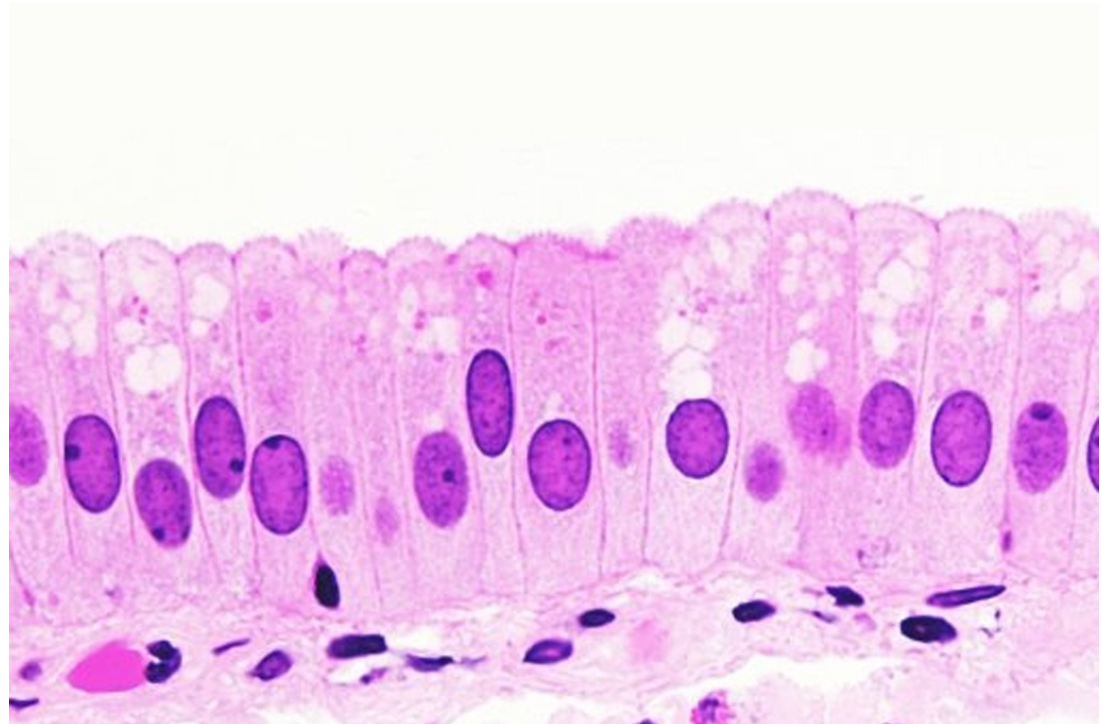




Nucli polilobulat de leucòcit neutròfil



Nucli esfèric central d'una cèl·lula animal epitelial



Mida:

Variable. La mitjana oscil·la entre 5-25µm de diàmetre.

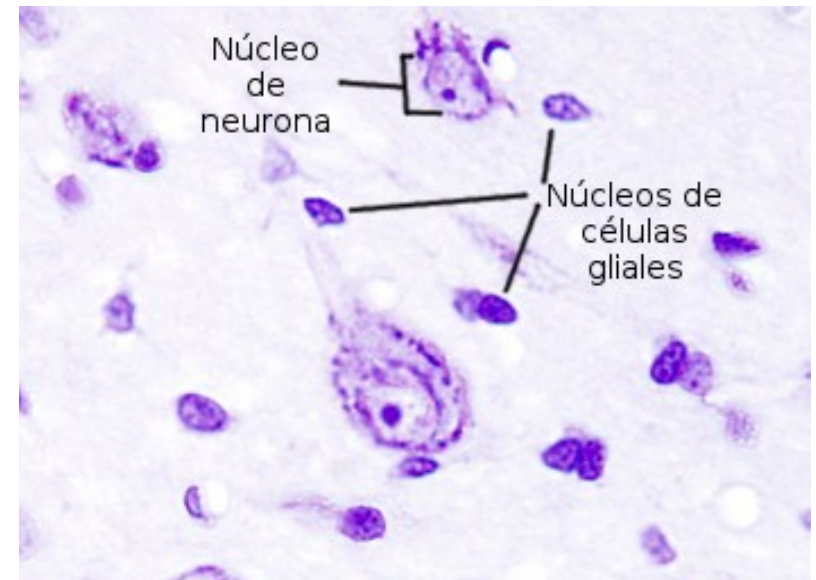
La grandària depen del tipus cel·lular, més grans en cèl·lules més actives.

Independentment de la grandària, dintre de la mateixa espècie tots els nuclis tenen la mateixa quantitat d'ADN.

Per a cada tipus cel·lular hi ha una relació nucleoplasmàtica entre el volum nuclear i el citoplasmàtic, que es manté constant. Per sota d'un determinat valor, s'indueix l'inici de la divisió cel·lular, ja que si el volum citoplasmàtic ha crescut molt, el nucli pot arribar a ser incapaç de controlar tot el citoplasma.

$$RNP = \frac{V_n}{V_c - V_n}$$

RNP=relació nucleoplasmàtica
V_n= volum del nucli
V_c=volum cel·lular



En aquesta imatge es mostren nuclis de neurones i de les cèl·lules de la glia. Les neurones amb la cromatina més laxa i les de la glia més compactada i amb el nucli més petit.

L'embolcall nuclear

L'embolcall nuclear separa les reaccions metabòliques que es donen en el citoplasma dels processos químics que es donen en el nucleoplasma.

Constituit per:

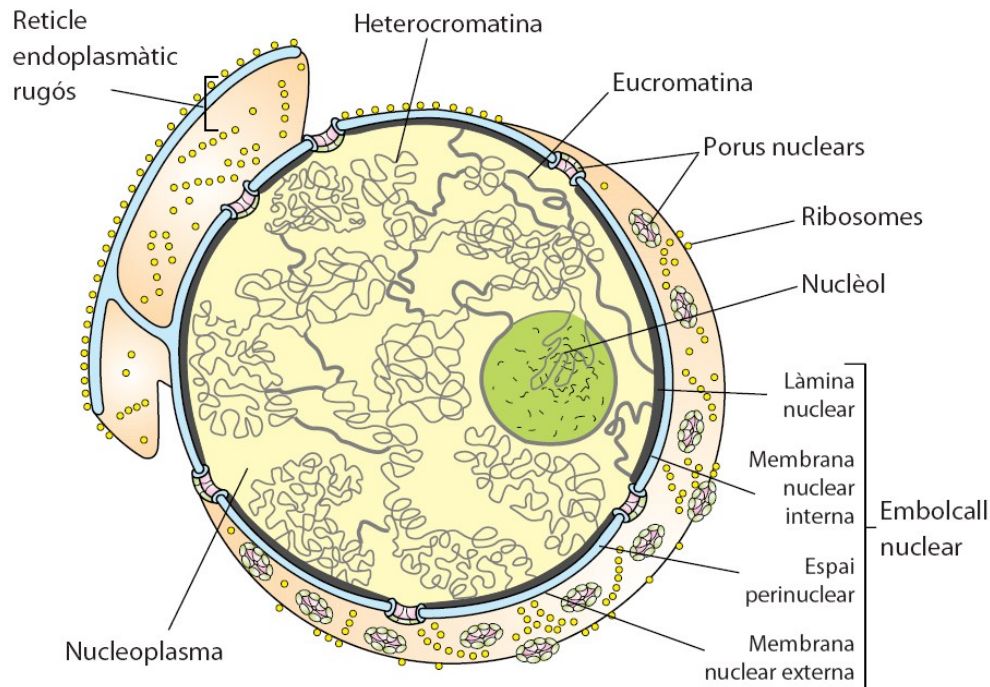
Membrana nuclear externa: amb un gran nombre de ribosomes adossats a la seva cara citoplasmàtica i comunicada amb la membrana del RER.

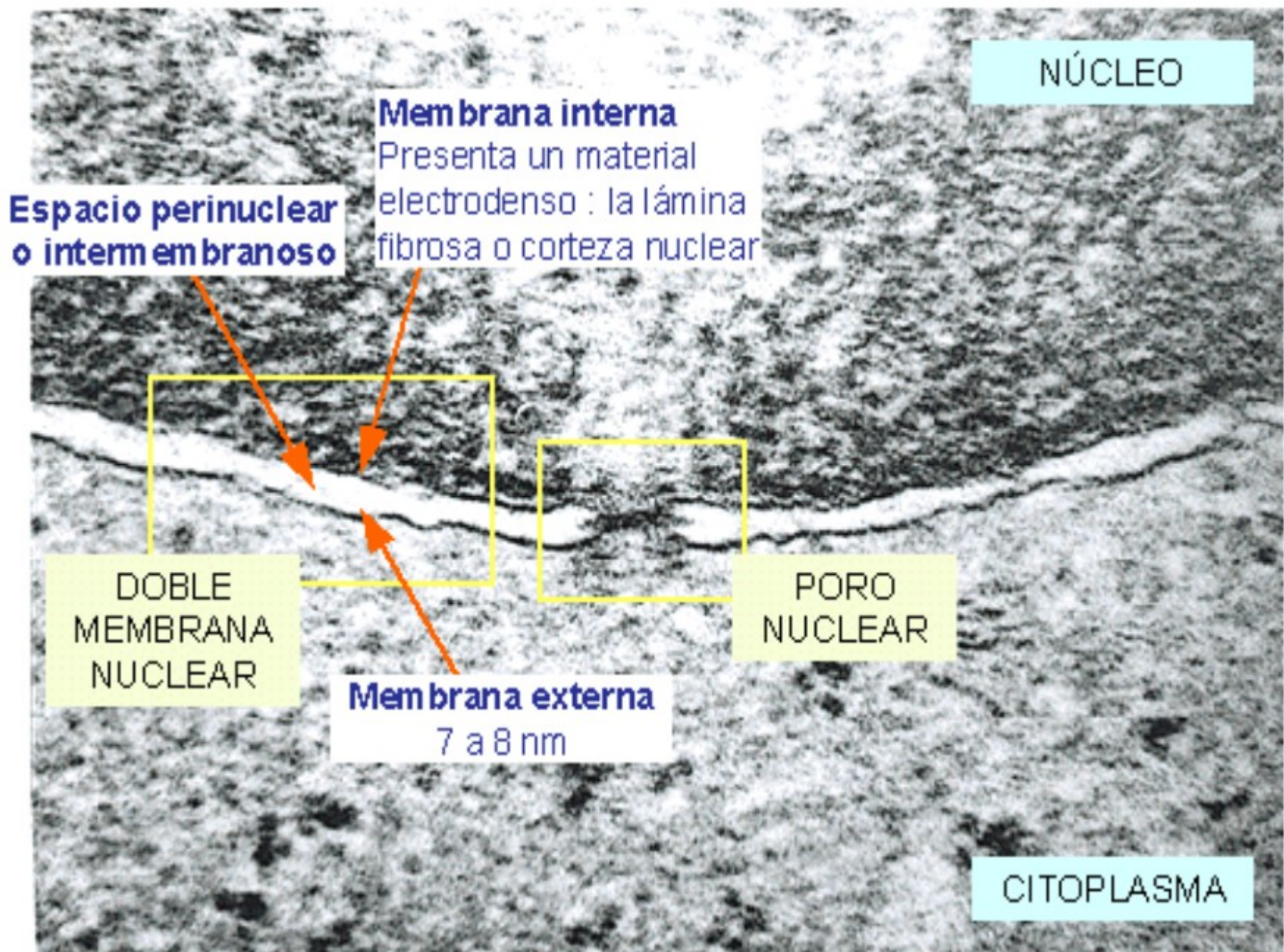
Membrana nuclear interna: amb proteïnes de membrana que serveixen d'ancoratge per a les proteïnes que constitueixen la làmina nuclear.

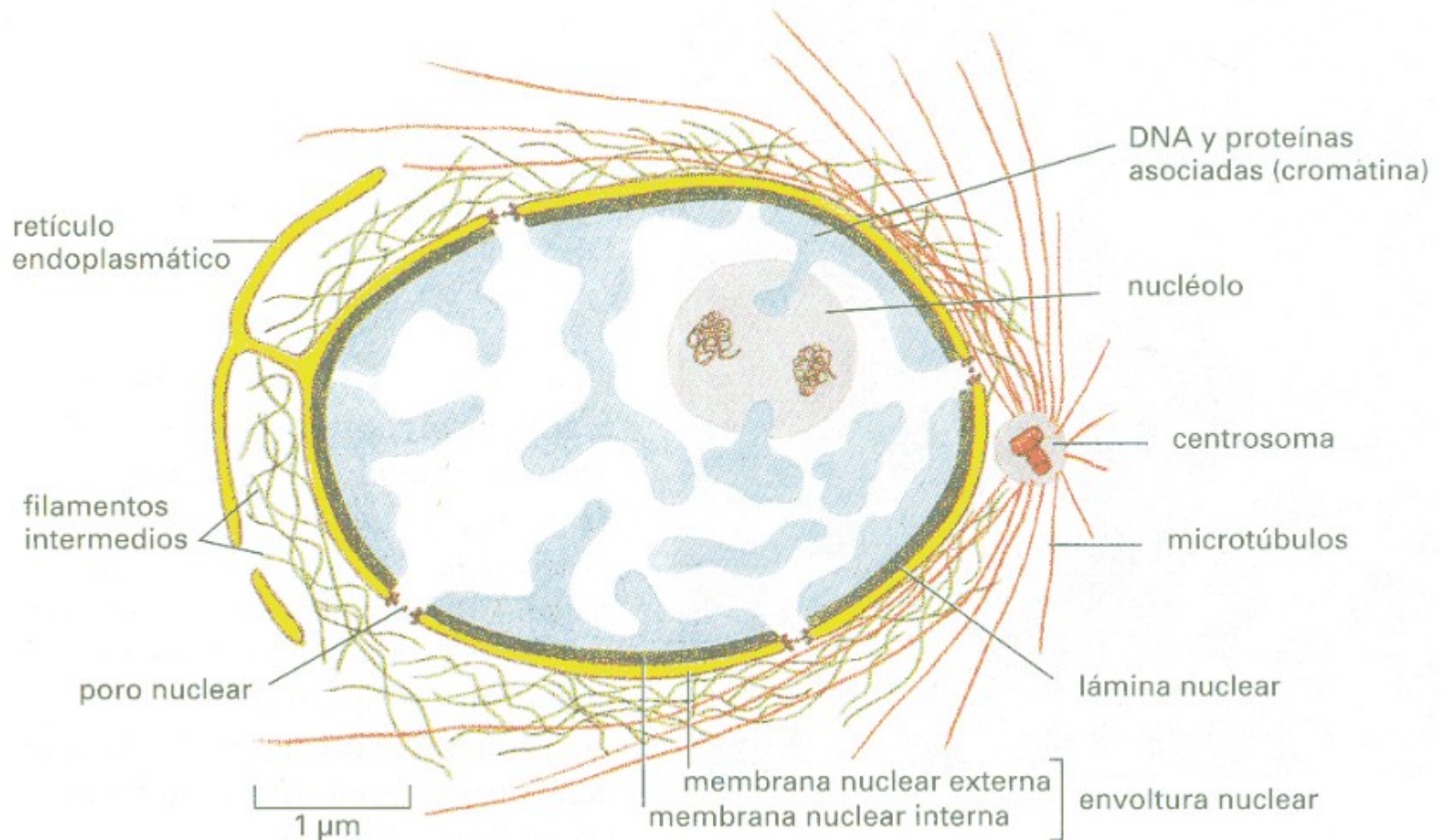
Espai perinuclear: espai entre les dues membranes. Es continua amb la llum del RER.

Làmina nuclear: xarxa de proteïnes fibrilars unides a la membrana interna. Les fibres de cromatina estan fixades a aquesta làmina en determinats punts. Joga un paper important al començament de la divisió cel·lular.

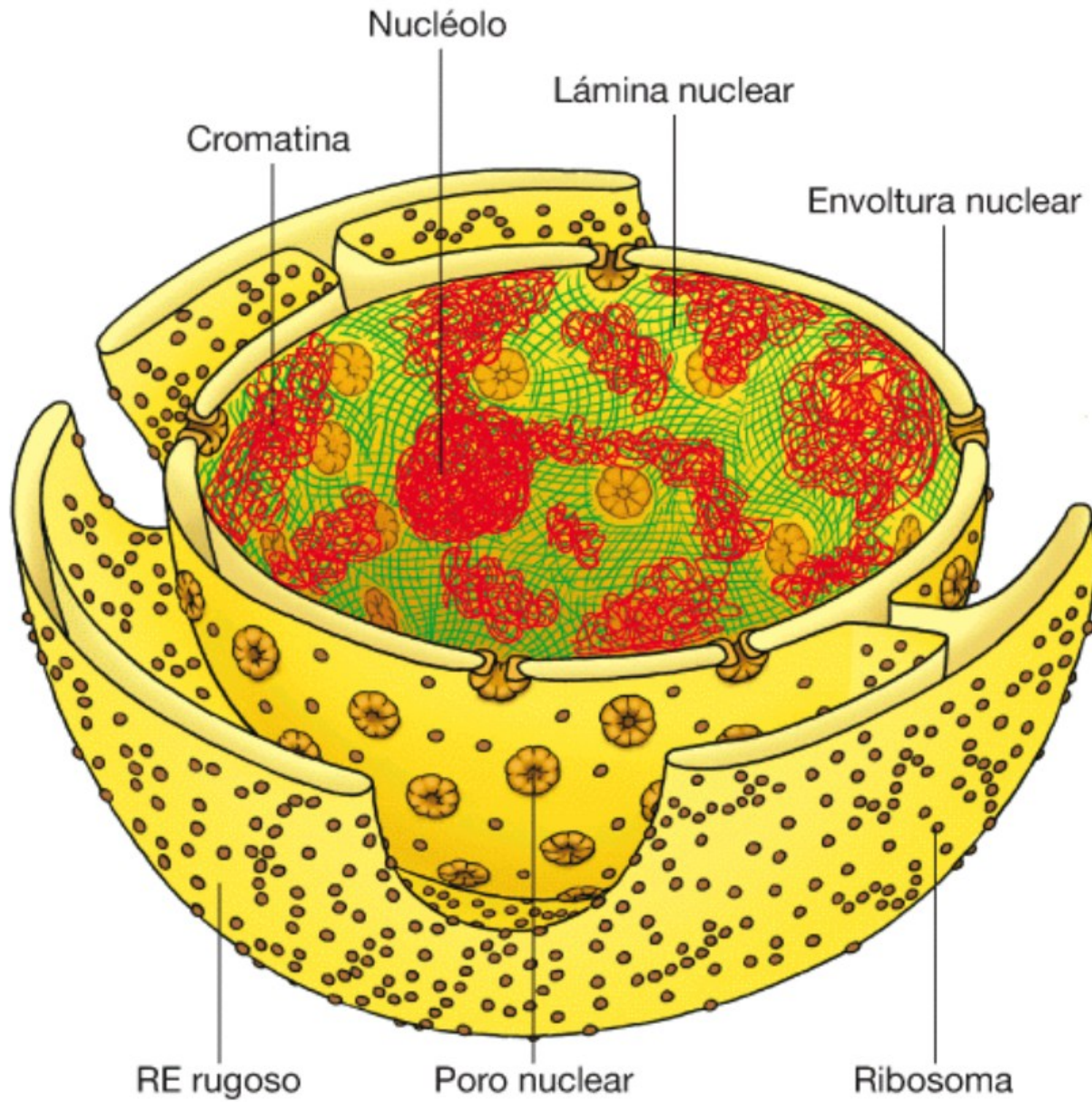
Porus nuclears: regulen el pas de molècules al seu través. La seva quantitat augmenta quan s'incrementa l'activitat cel·lular. Es tracta d'una estructura molt organitzada formada per grànuls de ribonucleoproteïnes disposades formant un anell.



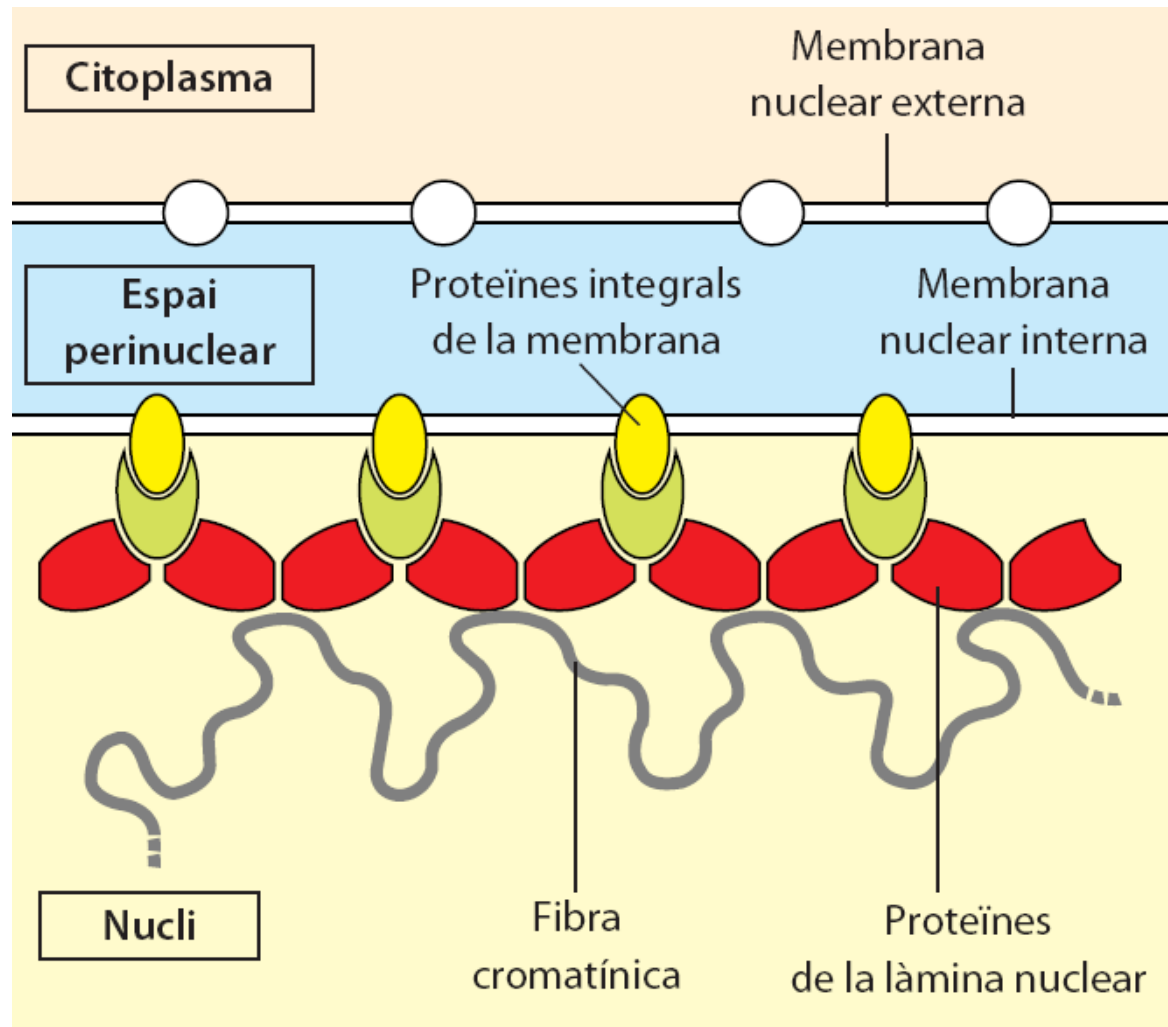




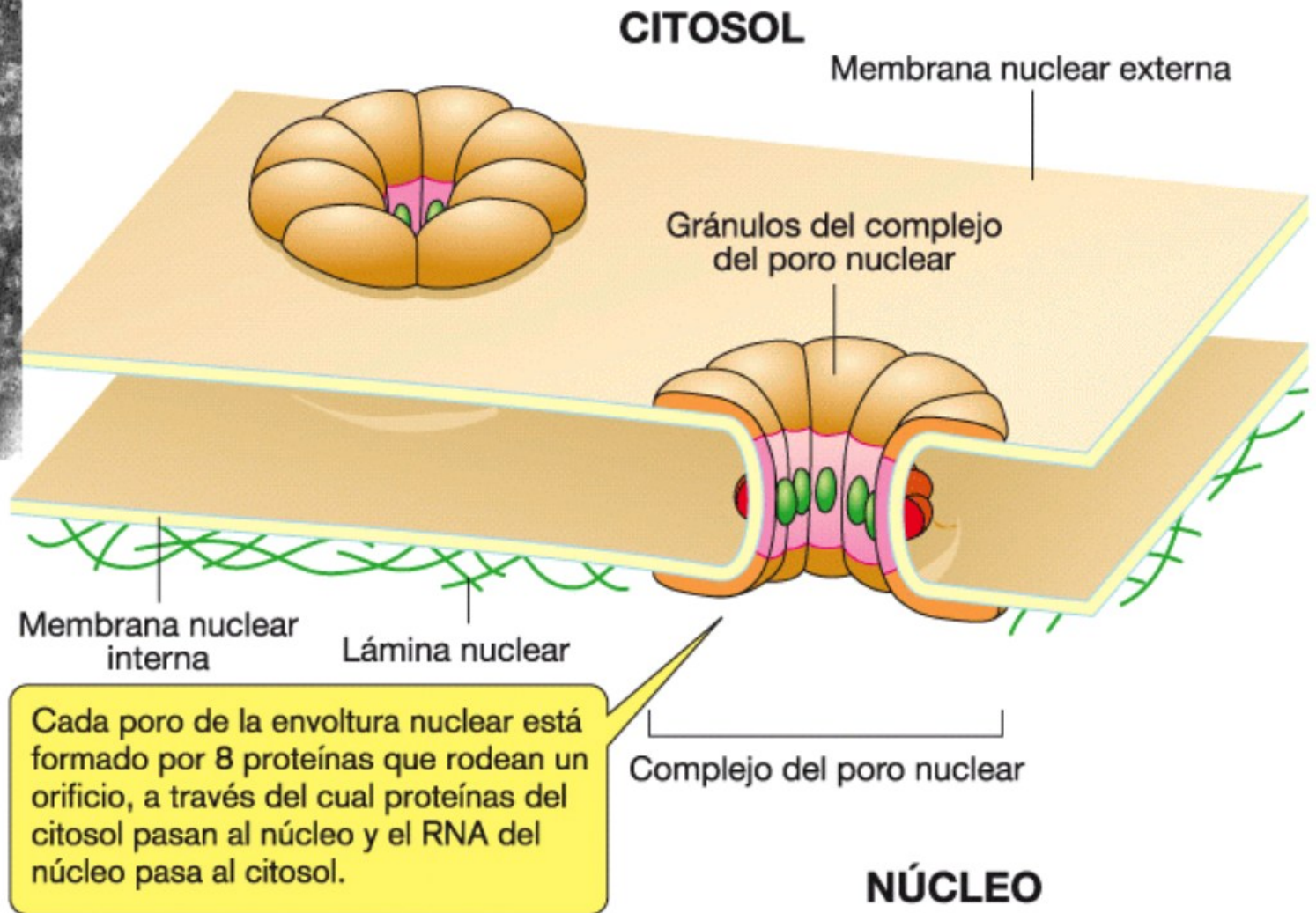
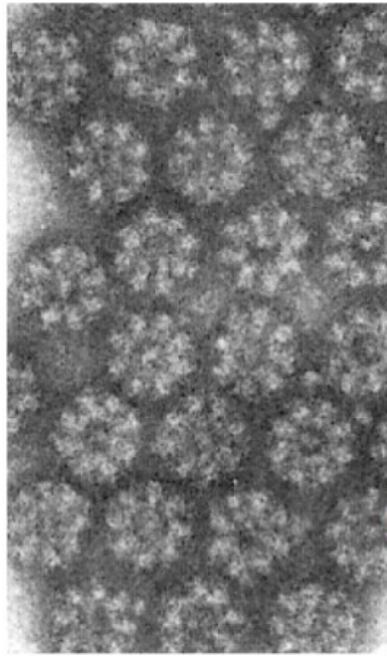
L'embolcall nuclear està connectat directament amb la membrana del RER i es manté gràcies a dos **xarxes de filaments intermedis**: una anomenada làmina nuclear, formada per una fina làmina que recobreix la membrana nuclear interna, molt organitzada, i una altra, organitzada de forma menys regular que envolta la membrana nuclear externa.



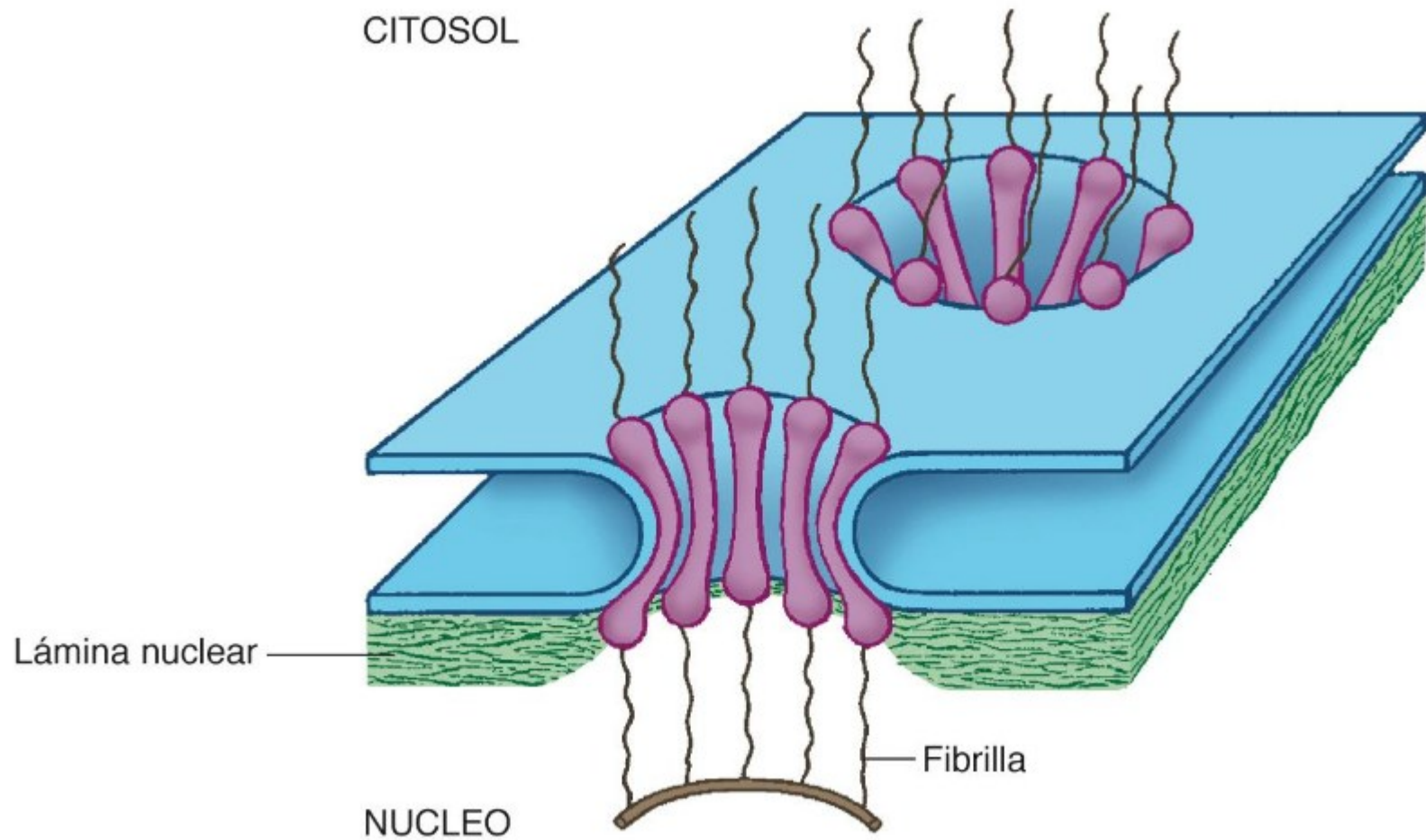
En verd la xarxa de proteïnes fibril·lars que formen la làmina nuclear. S'observa com les fibres de cromatina (vermell) es troben fixades a la làmina nuclear.



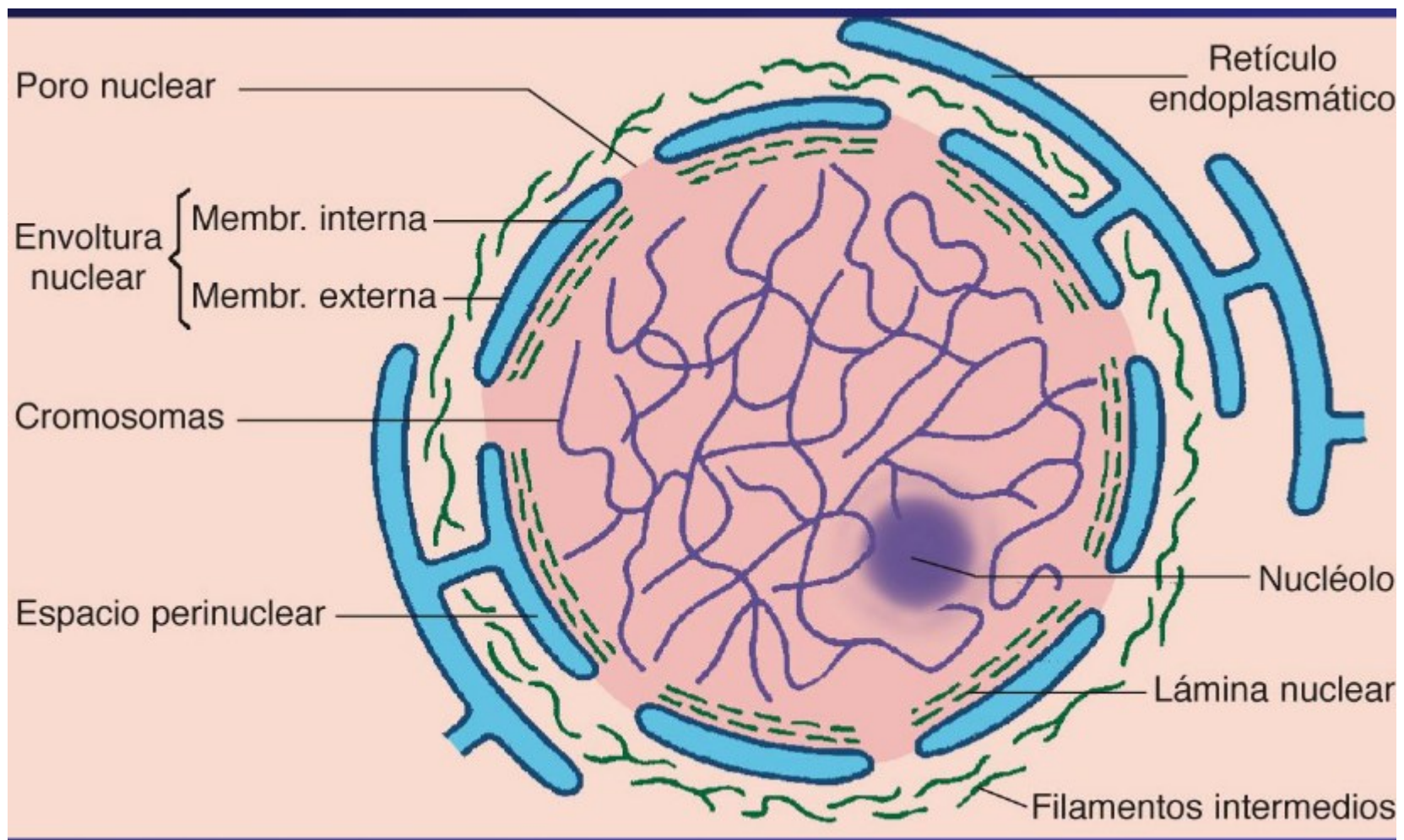
Detall de l'embolcall nuclear. S'observa com les proteïnes que formen la làmina fibrosa o nuclear (en vermell) es troben ancorades a les proteïnes de la membrana nuclear interna.

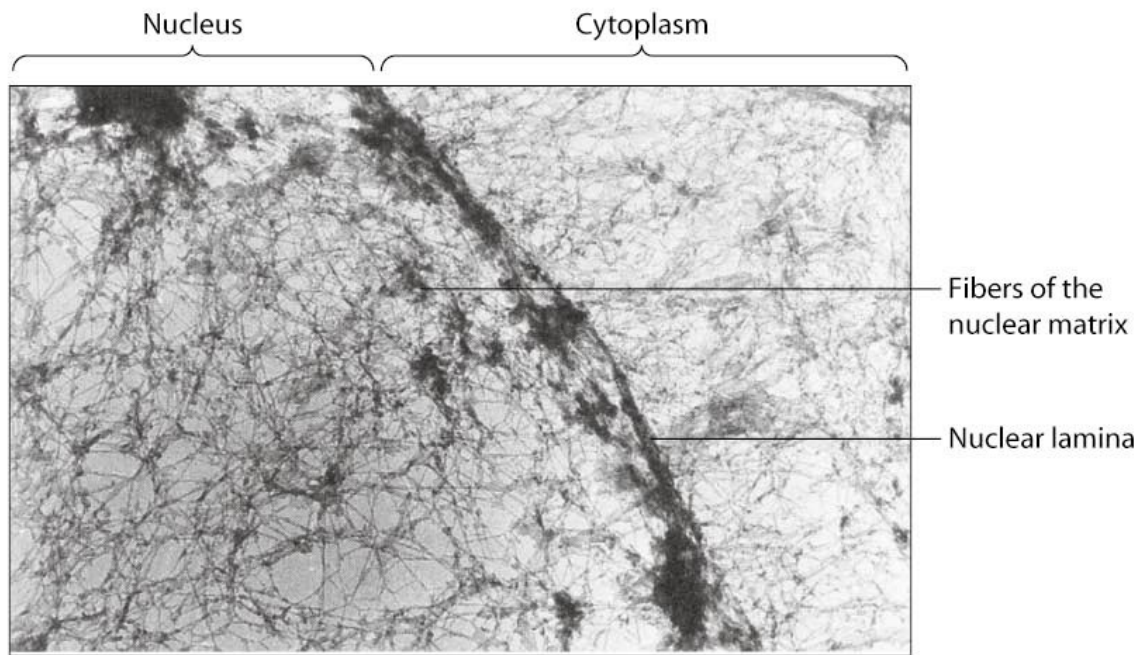


Complex del porus nuclear.

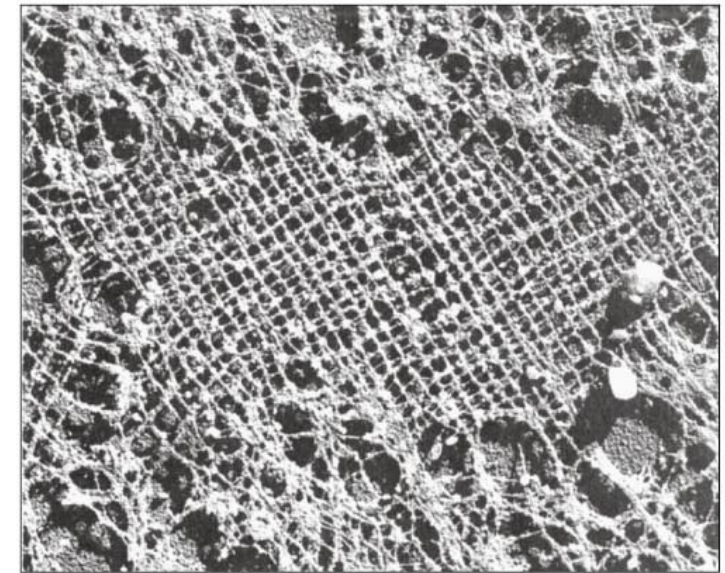


Les proteïnes fibrilars que formen la làmina nuclear estan relacionades amb la formació dels porus nuclears.





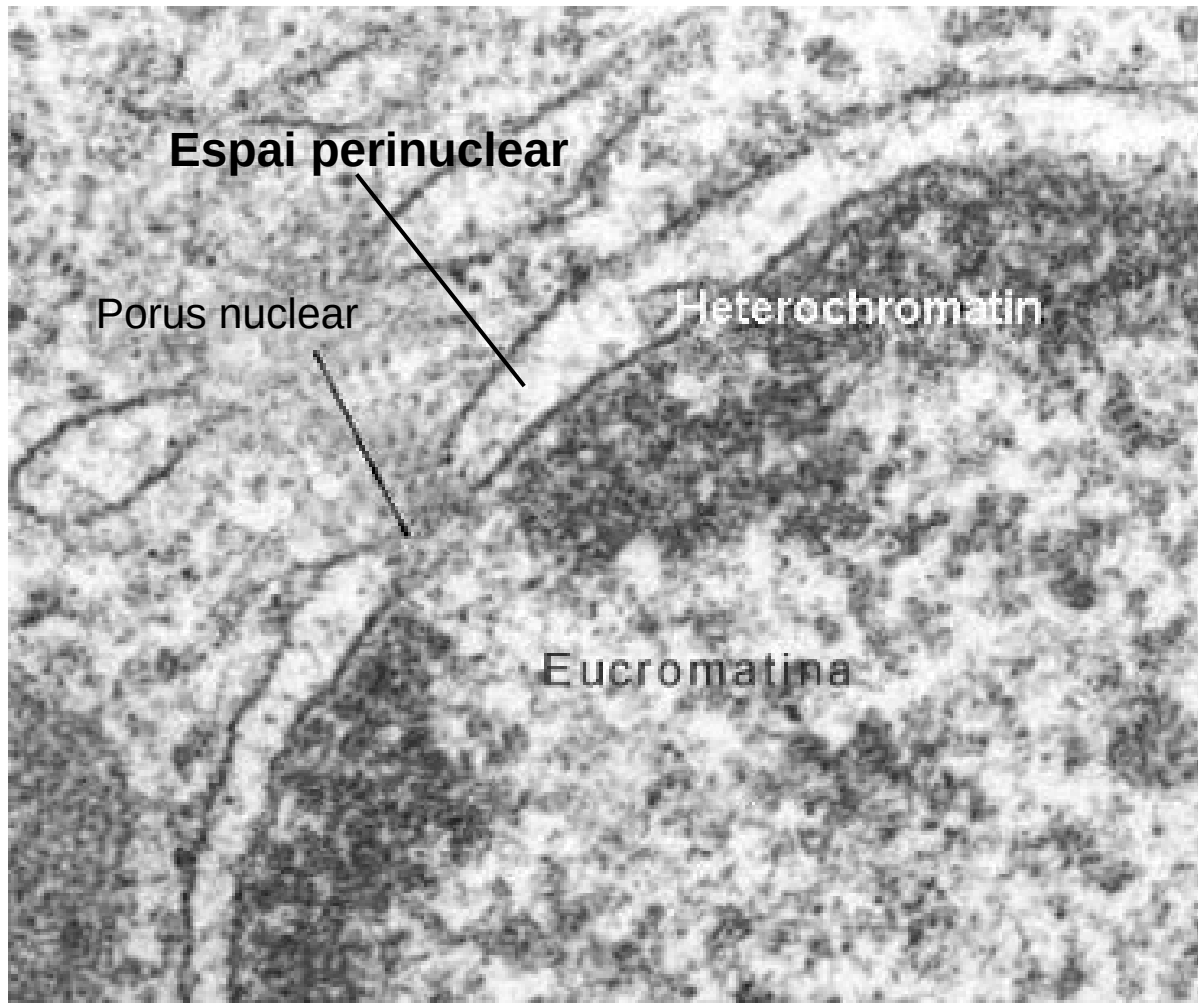
(a) Attachment of nuclear matrix fibers to the nuclear lamina



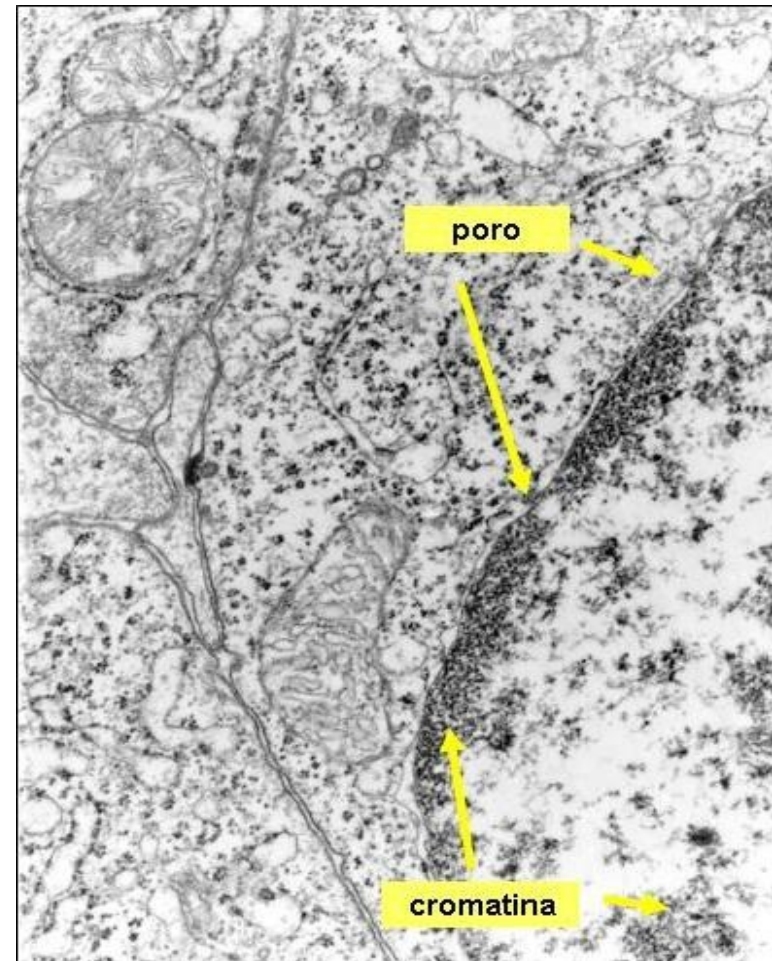
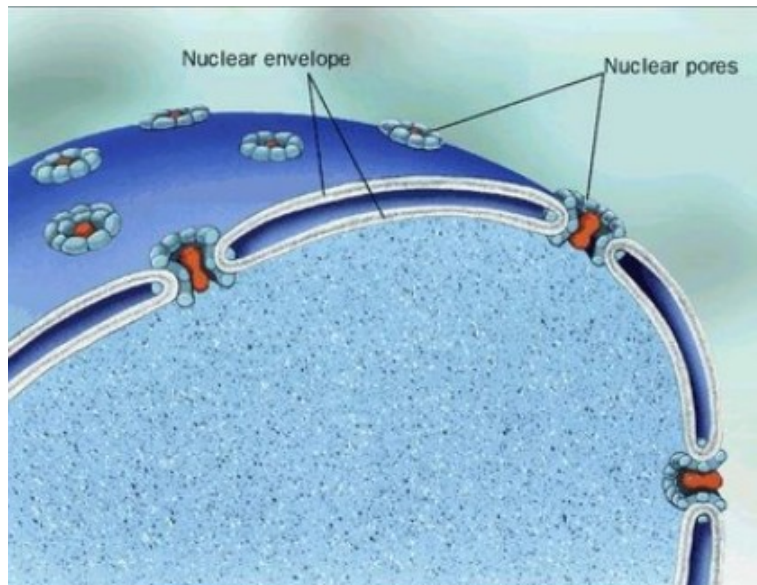
(b) Surface view of nuclear lamina

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

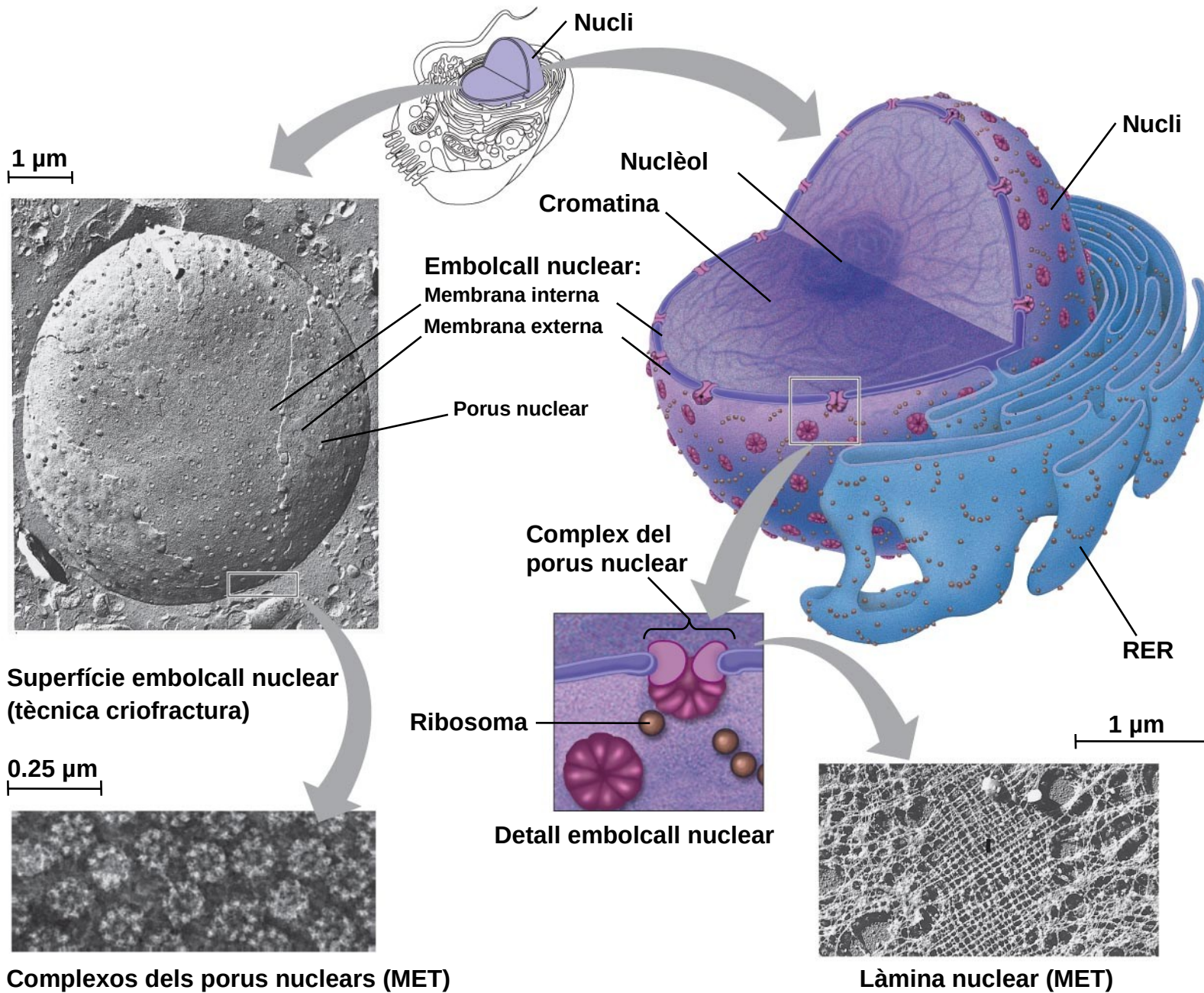
Làmina nuclear o làmina fibrosa. Formada per proteïnes fibril·lars fixades a la membrana interna i a la cromatina. Estabilitza els porus nuclears.



Espai perinuclear. Espai entre la membrana nuclear externa i la membrana nuclear interna. Aques espai es continua amb la llum del reticle endoplasmàtic rugós.

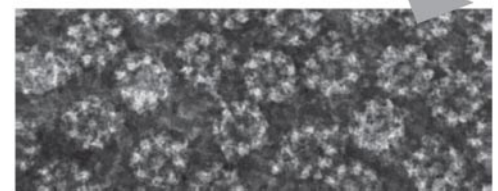


Porus nuclears. Orificis de l'embolcall nuclear. La seva quantitat augmenta quan s'incrementa l'activitat cel·lular.

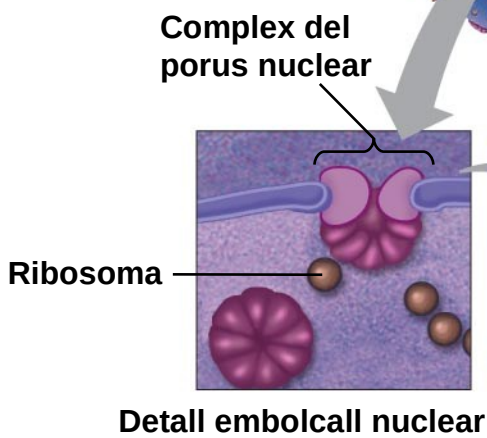


Superfície embolcall nuclear (tècnica criofractura)

0.25 µm



Complexos dels porus nuclears (MET)



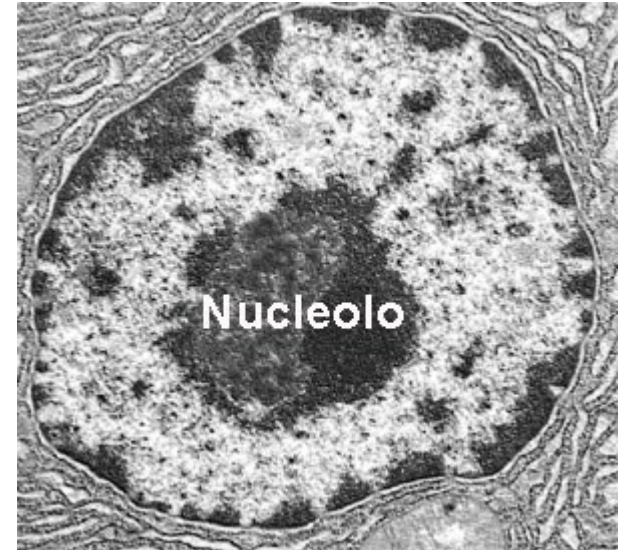
Detall embolcall nuclear



Làmina nuclear (MET)

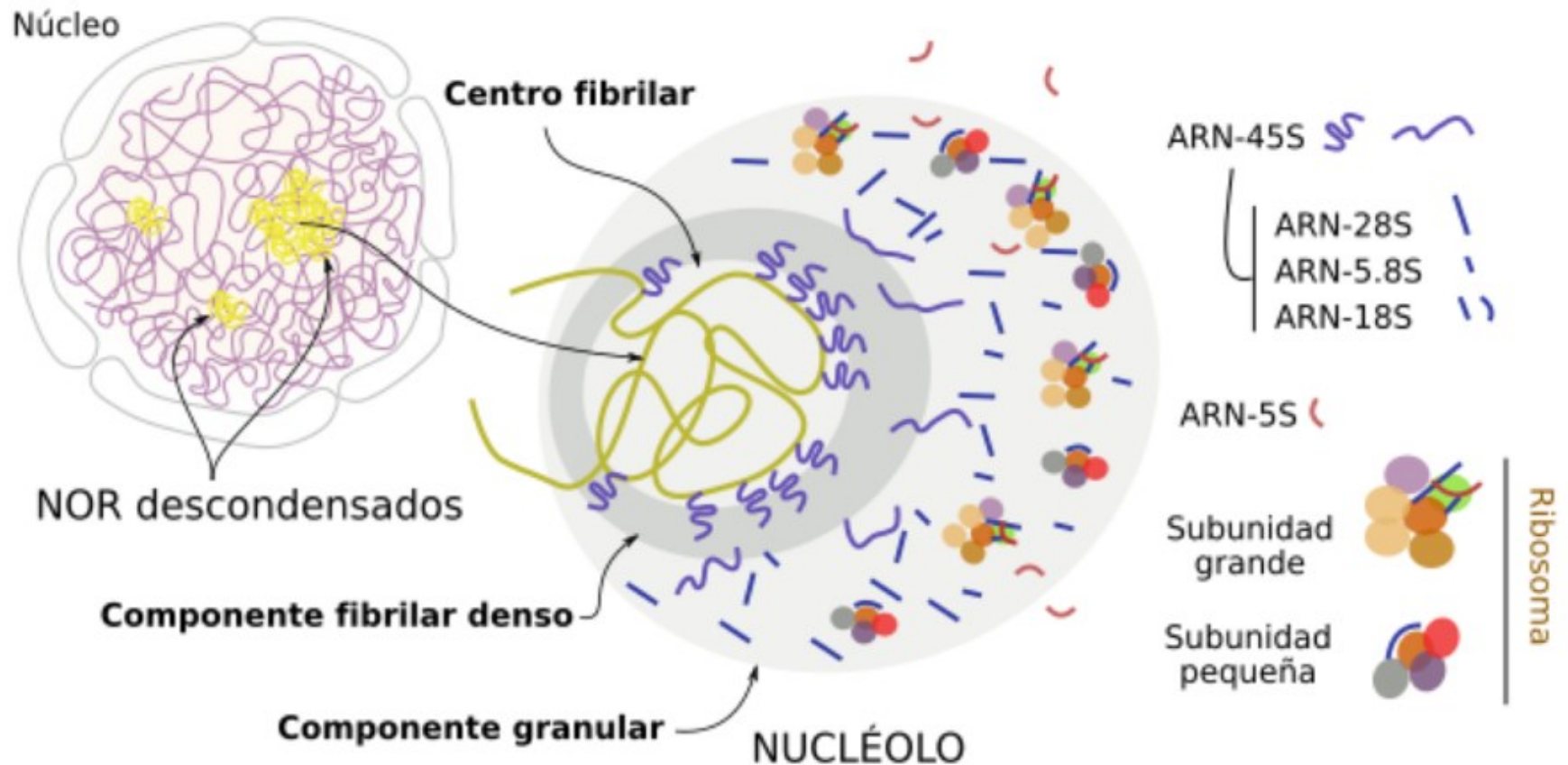
El nuclèol

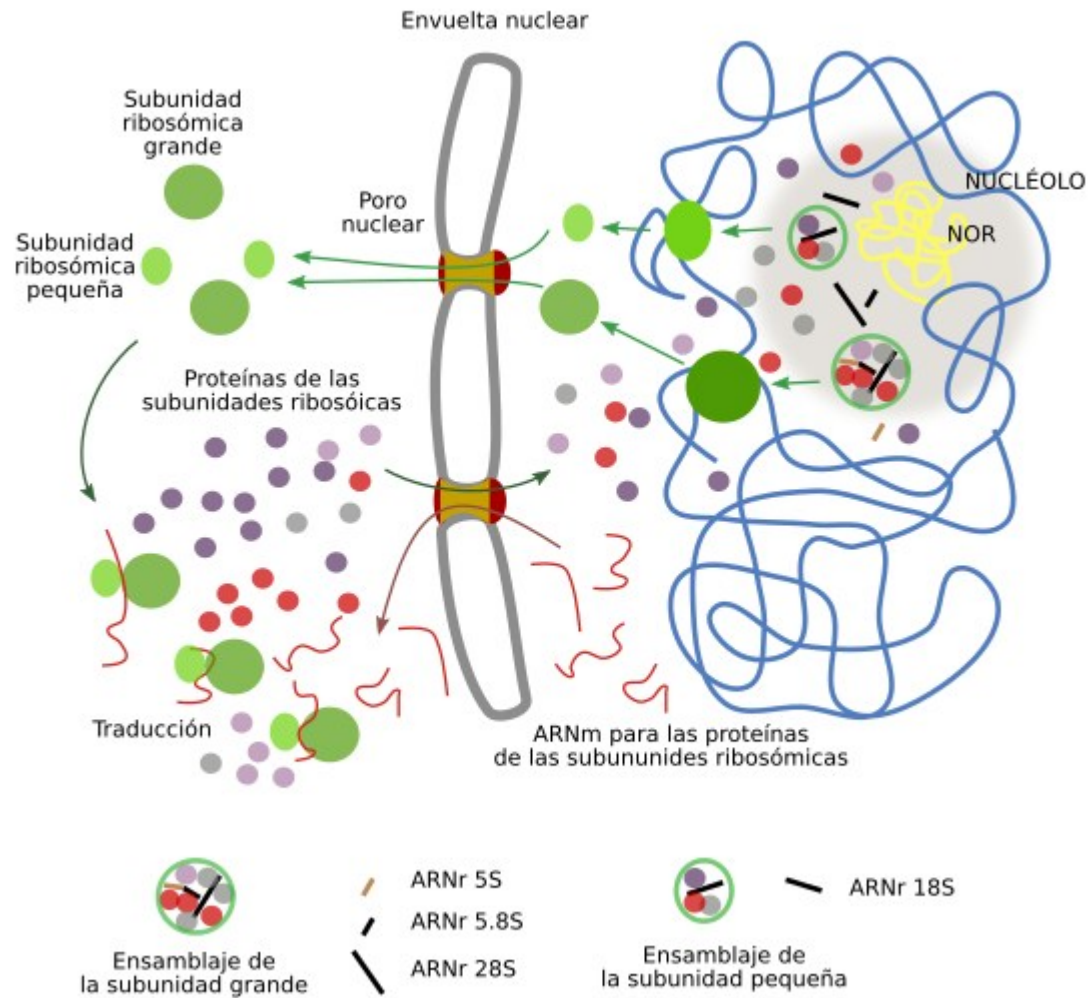
- Corpuscle esfèric sense membrana.
- Es troba al nucli en interfase.
- Normalment un o dos per cèl·lula.
- La seva funció és sintetitzar RNA nucleolar, transformar-lo en RNA ribosòmic i associar-lo amb proteïnes per **formar els ribosomes**.
- La mida del nuclèol és més gran en les cèl·lules que requereixen un nombre elevat de ribosomes perquè duen a terme una elevada síntesi proteica.



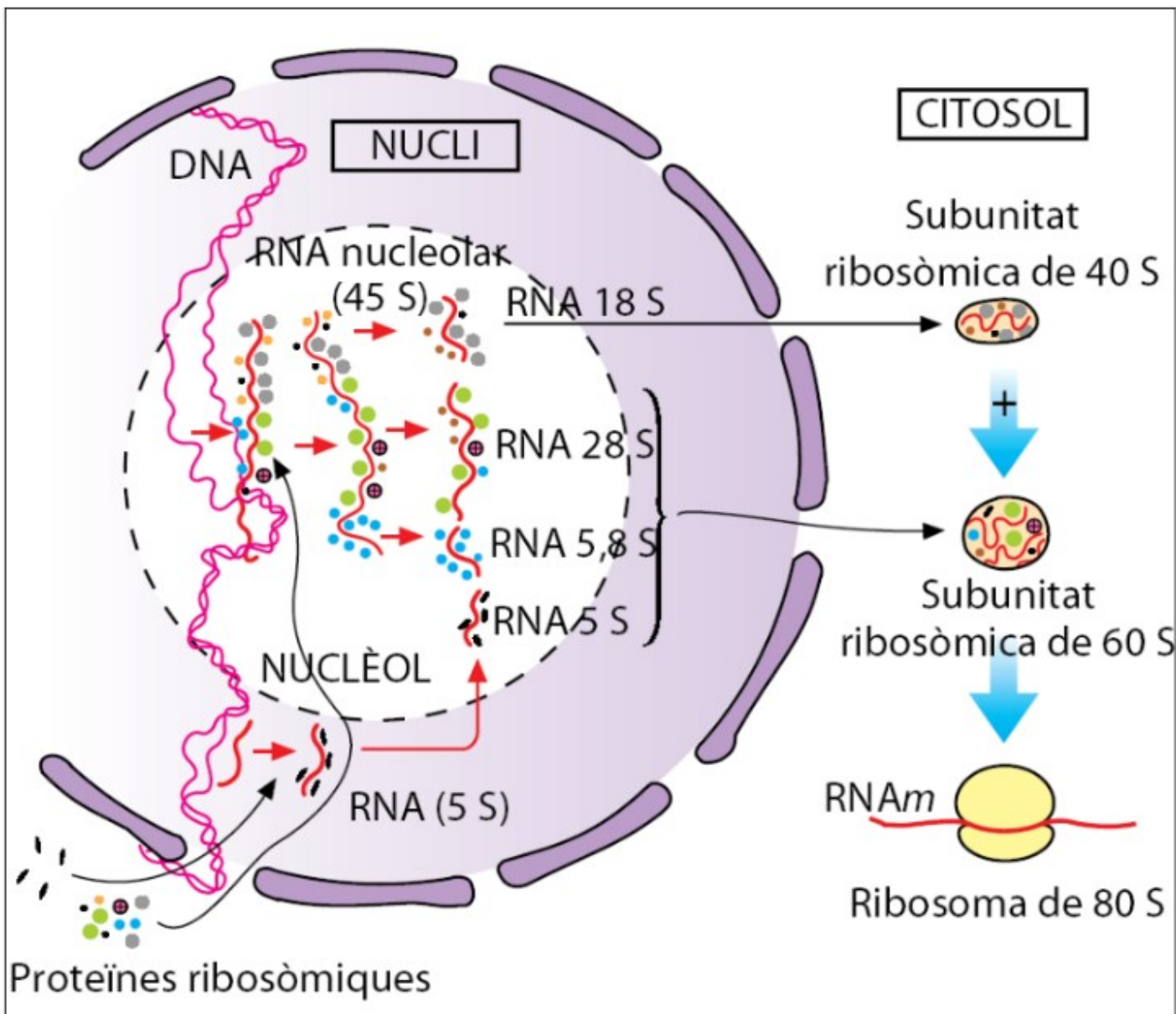
En el nuclèol es poden distingir dues regions:

- La **zona fibrilar**: més interna i constituïda principalment per les molècules de *RNA nucleolar* transcrites a partir de la *regió organitzadora nucleolar* (NOR) del DNA, que també forma part d'aquesta zona del nuclèol.
- La **zona granular**: més perifèrica i constituïda principalment per RNA ribosòmics que s'associen a proteïnes, formant les subunitats ribosòmiques que després sortiran pels porus nuclears cap al citosol.





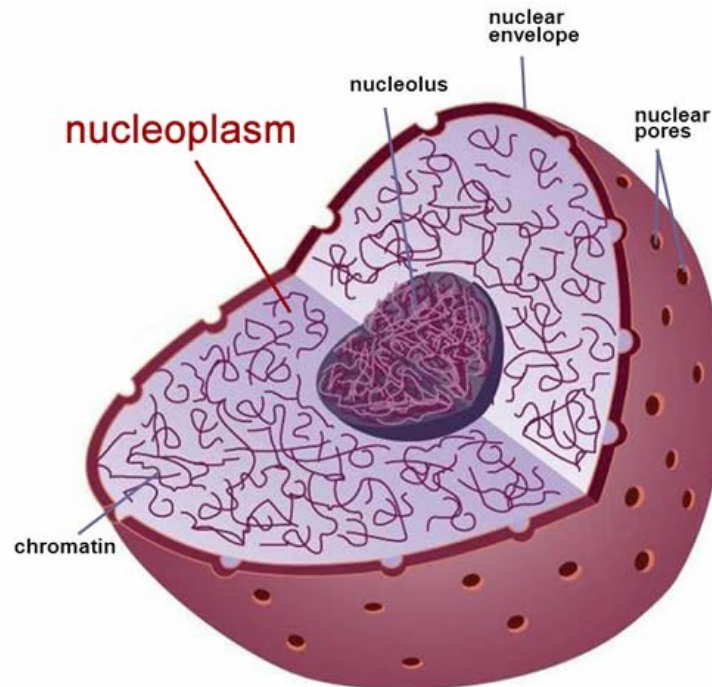
L'esquema mostra la complexitat de la síntesi de ribosomes i el trasbals de molècules entre el citoplasma i el nucli.



El RNA nucleolar 45S s'origina a partir d'una regió del DNA anomenada *regió organitzadora nucleolar* i després s'associa a proteïnes procedents del citoplasma. Posteriorment, aquest rRNA 45S associat a proteïnes donarà lloc a tres RNA ribosòmics, el rRNA 18S, el rRNA 28S i el rRNA 5,8S. Un rRNA 5S sintetitzat fora del nuclèol (al nucleoplasma) a partir d'un altre segment de DNA entra al nuclèol. A partir de tots quatre rRNA es formen les dues subunitats ribosòmiques, una de 40S i l'altra de 60S, que travessen l'embolcall nuclear i s'uneixen en el citoplasma donant lloc a un ribosoma 80S.

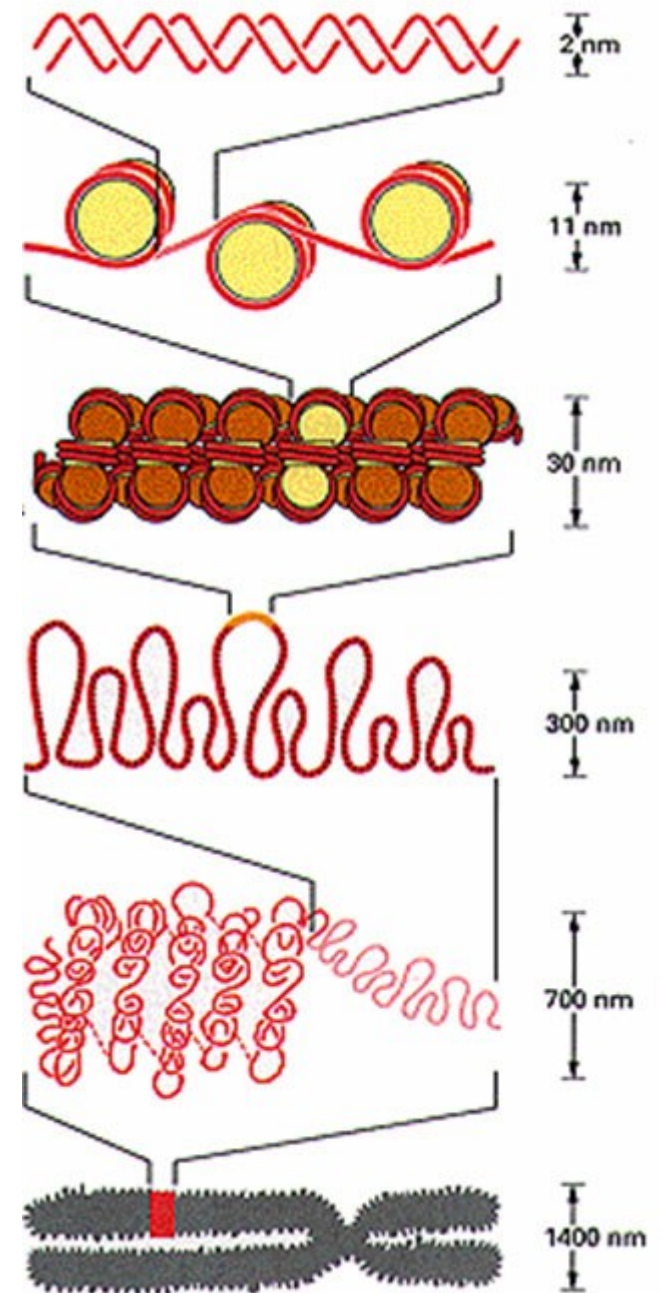
El nucleoplasma o carioplasma

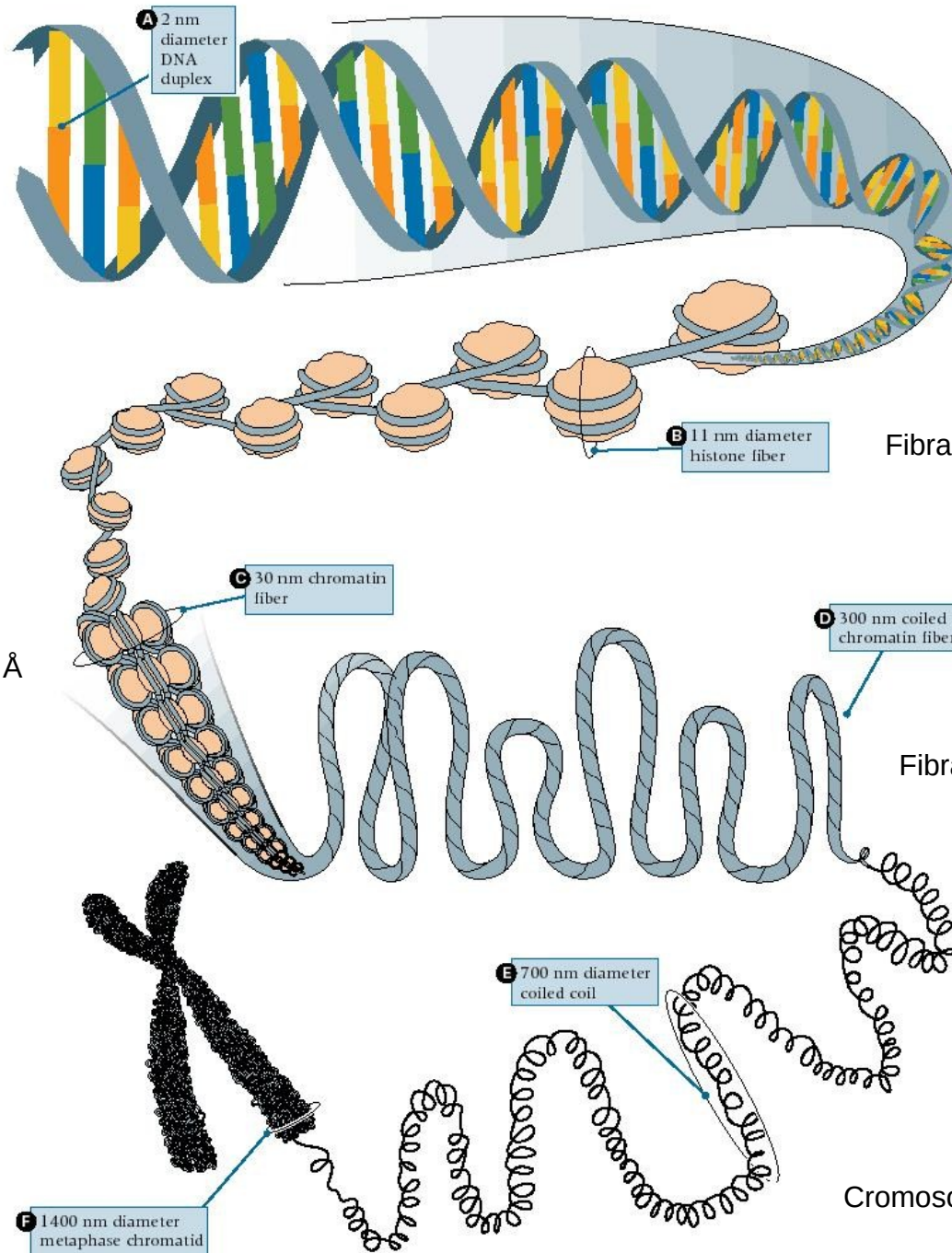
- Medi intern del nucli on es troben immerses les fibres de cromatina.
- És una dispersió col·loïdal en estat de gel composta de proteïnes, desoxinucleòtids, ribonucleòtids, aigua i ions.
- Lloc on es realitza la síntesi dels àcids ribonucleics (RNAhn, RNAat i el RNAm), i la replicació DNA nuclear.



La cromatina

- Està constituïda per tots els **filaments de DNA** en diferents graus de condensació.
- Hi ha tants filaments com cromosomes presents a la cèl·lula durant la divisió del nucli.
- Els filaments de DNA es troben adossats a la làmina nuclear o en contacte amb el nuclèol.
- Durant la major part de vida d'una cèl·lula el DNA es troba en forma de cromatina de 100\AA .





Fibra de cromatina de 100 Å

Fibra de cromatina de 300 Å

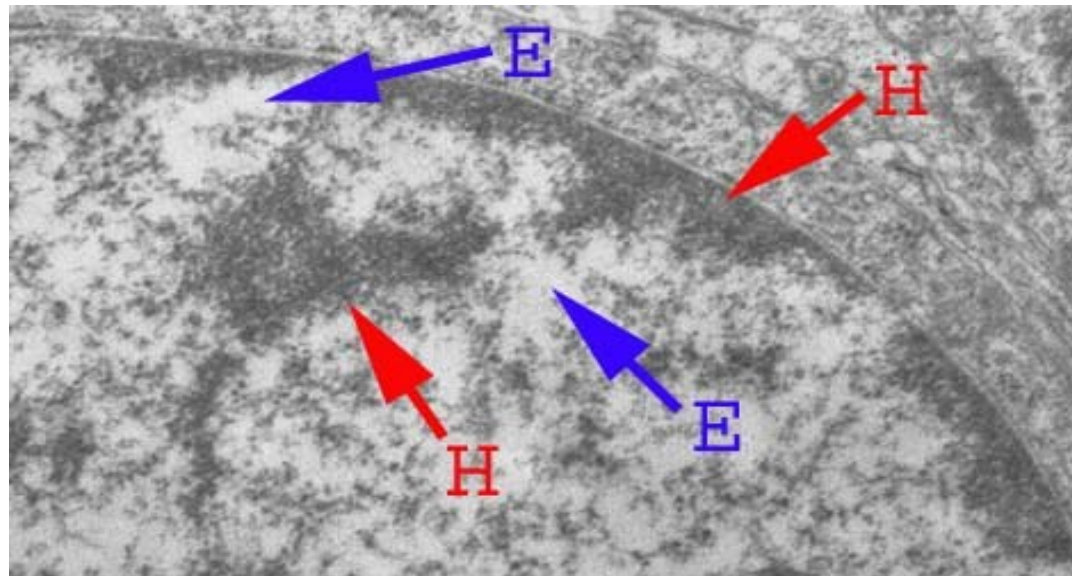
Fibra de cromatina de 3000 Å

Cromosoma (7000 Å)

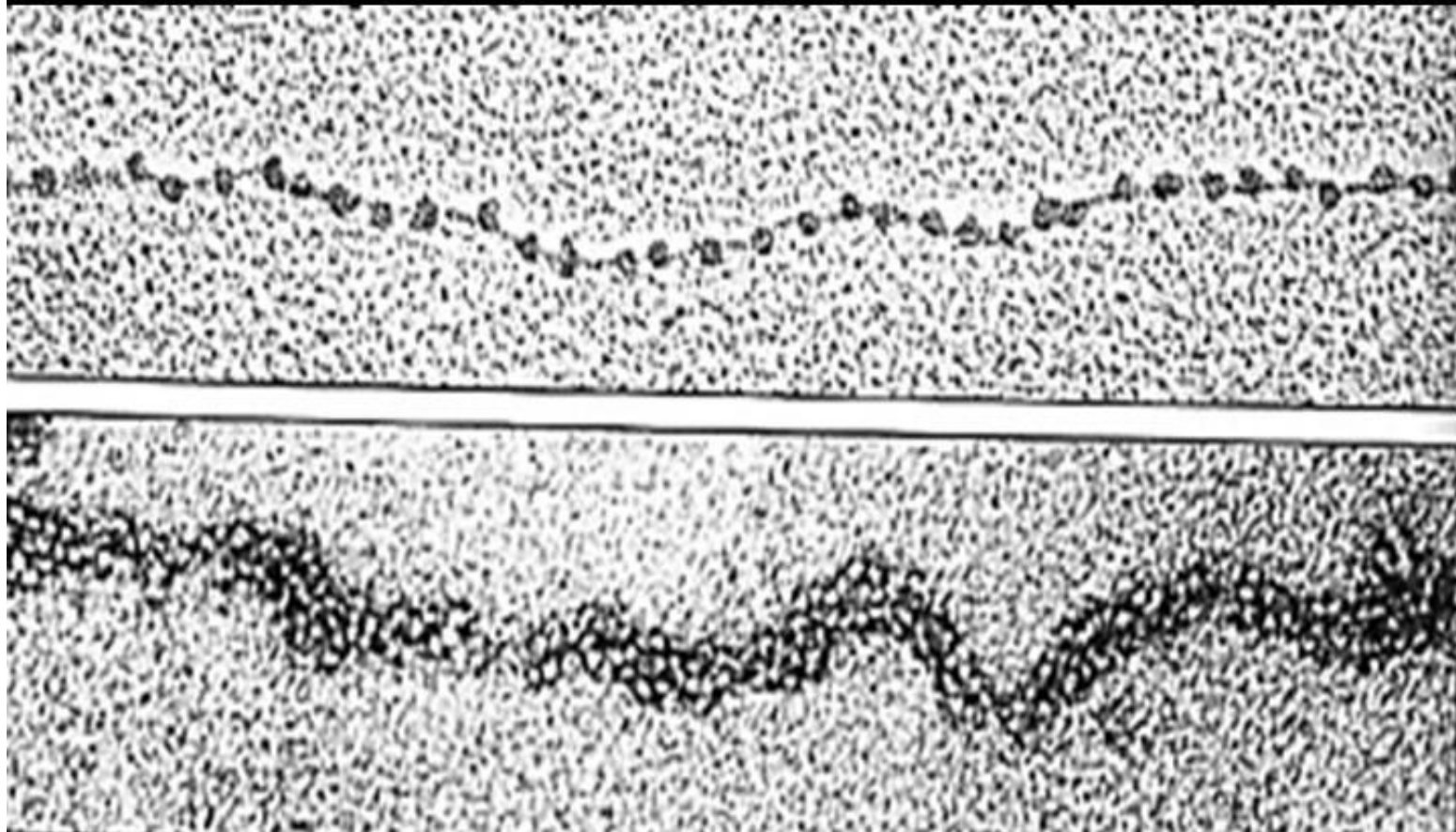
La cromatina es forma a partir dels cromosomes que es descondensen quan finalitza la divisió del nucli.

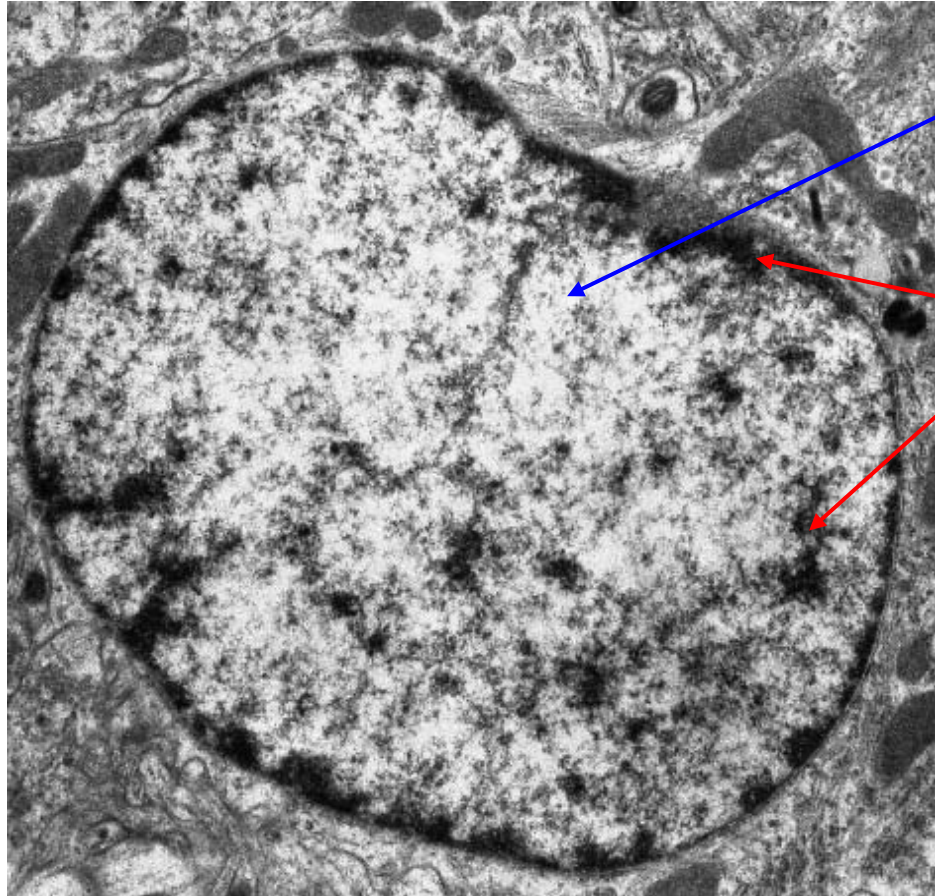
Es distingeixen dos tipus de cromatina:

- **Eucromatina**: cromatina que es descondensa durant la interfase (en forma de collaret de perles). Es transcriu.
- **Heterocromatina**: cromatina que es manté condensada durant la interfase (en forma de solenoide o nivells superiors). No es transcriu. Al seu torn podem diferenciar:
 - **Heterocromatina constitutiva**: es manté condensada en totes les cèl·lules de l'organisme.
 - **Heterocromatina facultativa**: es manté condensada en unes cèl·lules però no en d'altres del mateix organisme.



Cromatina del núcleo de una célula eucariota. Se observan una fibra nucleosómica (collar de perlas) y una fibra de 30 nm.





euromatina

heterocromatina

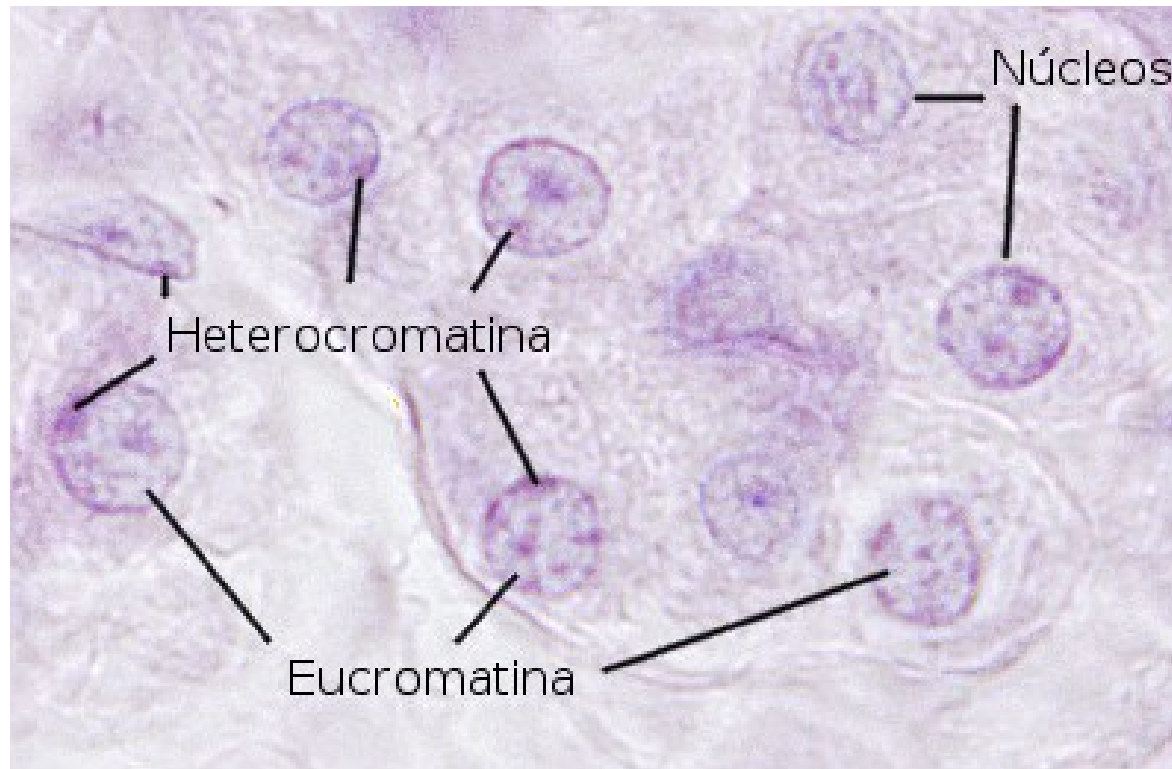
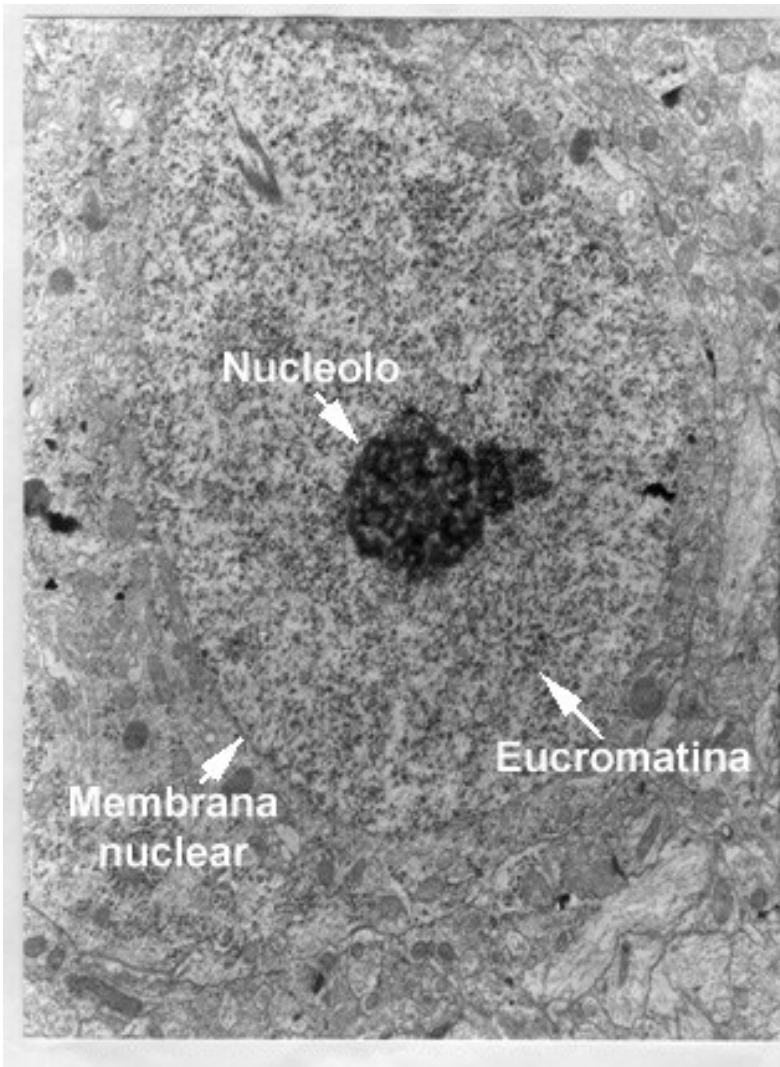
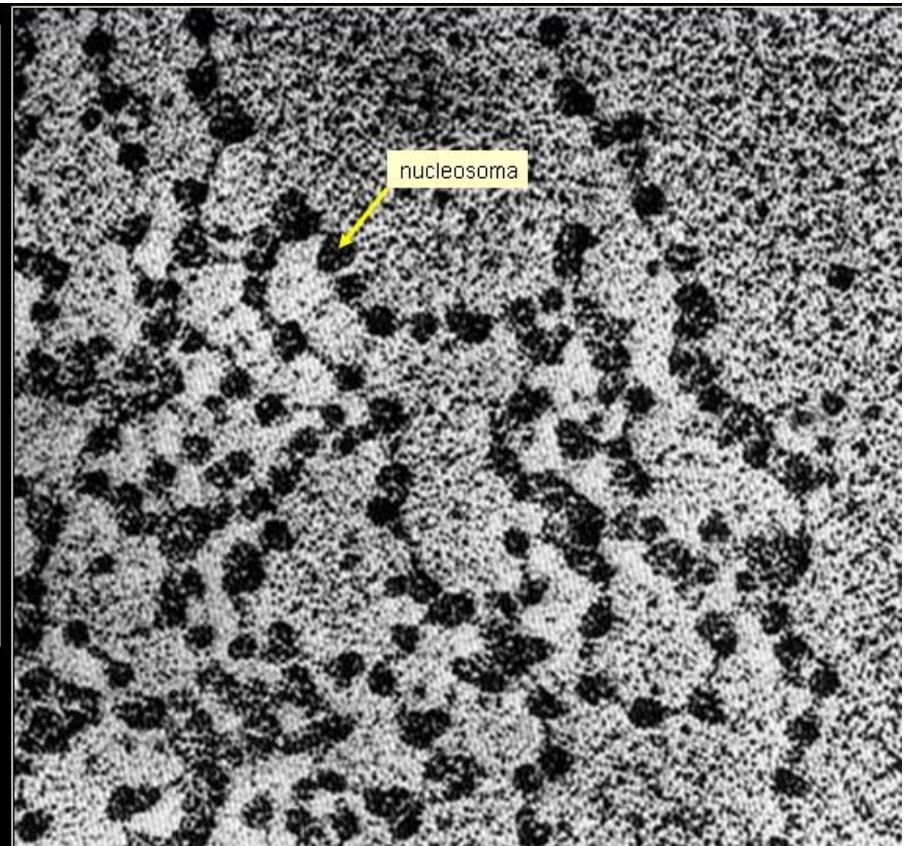


Imagen tomada con un microscopio óptico de las vellosidades intestinales de un mamífero teñidas con hematoxilina. Los núcleos redondeados presentan zonas púrpuras más densas y zonas más claras. Las zonas densas corresponden a la heterocromatina, donde más colorante se ha unido, mientras que las zonas claras corresponden con cromatina menos empaquetada, se une menos colorante.

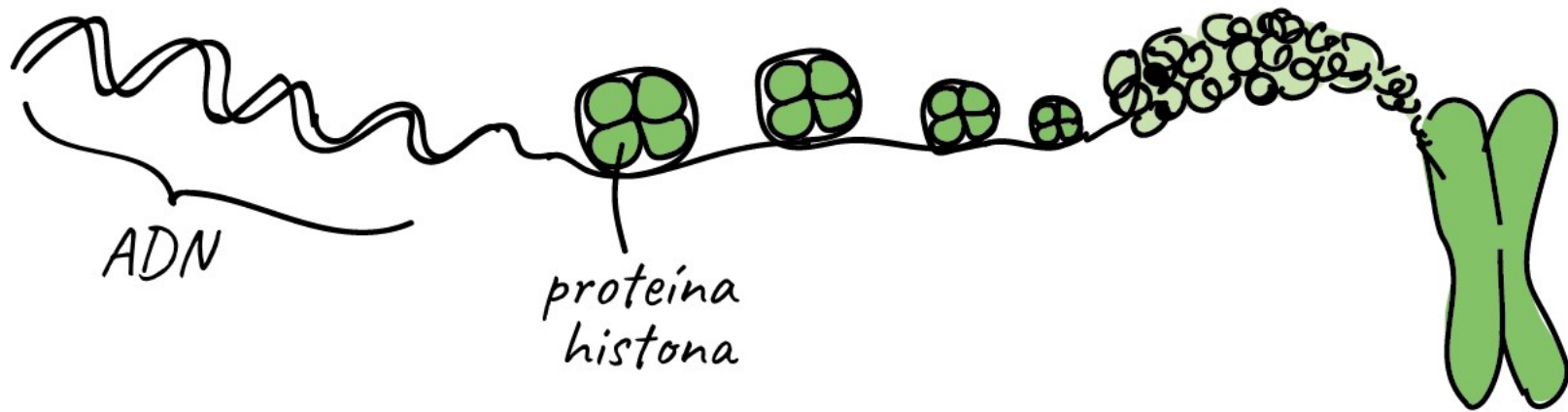


Cromatina del núcleo de una célula eucariota.

Si se rompe la célula, y se aísla y purifica la cromatina del núcleo celular se observan unas estructuras filamentosas llamadas: fibras nucleosómicas.



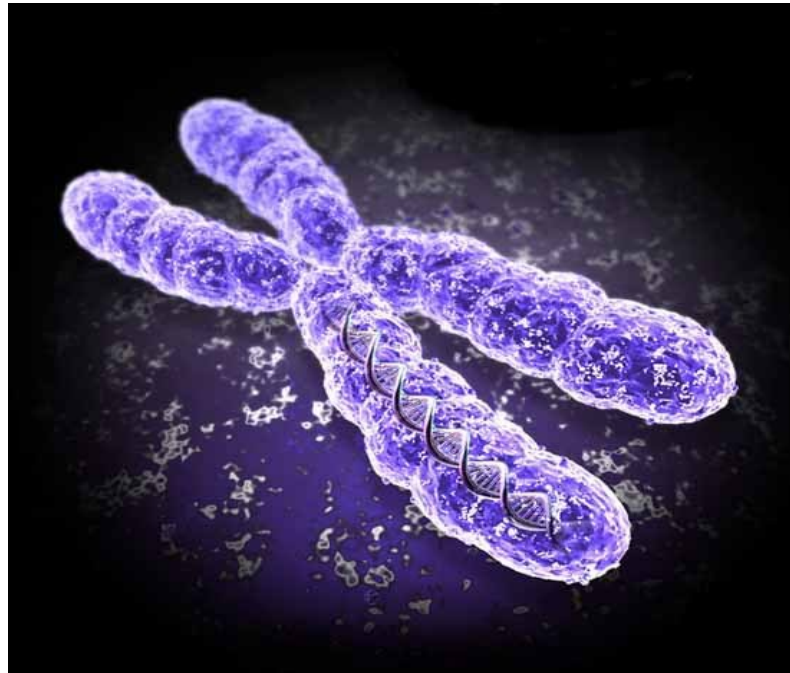
Filaments d'eucromatina
(collaret de perles)



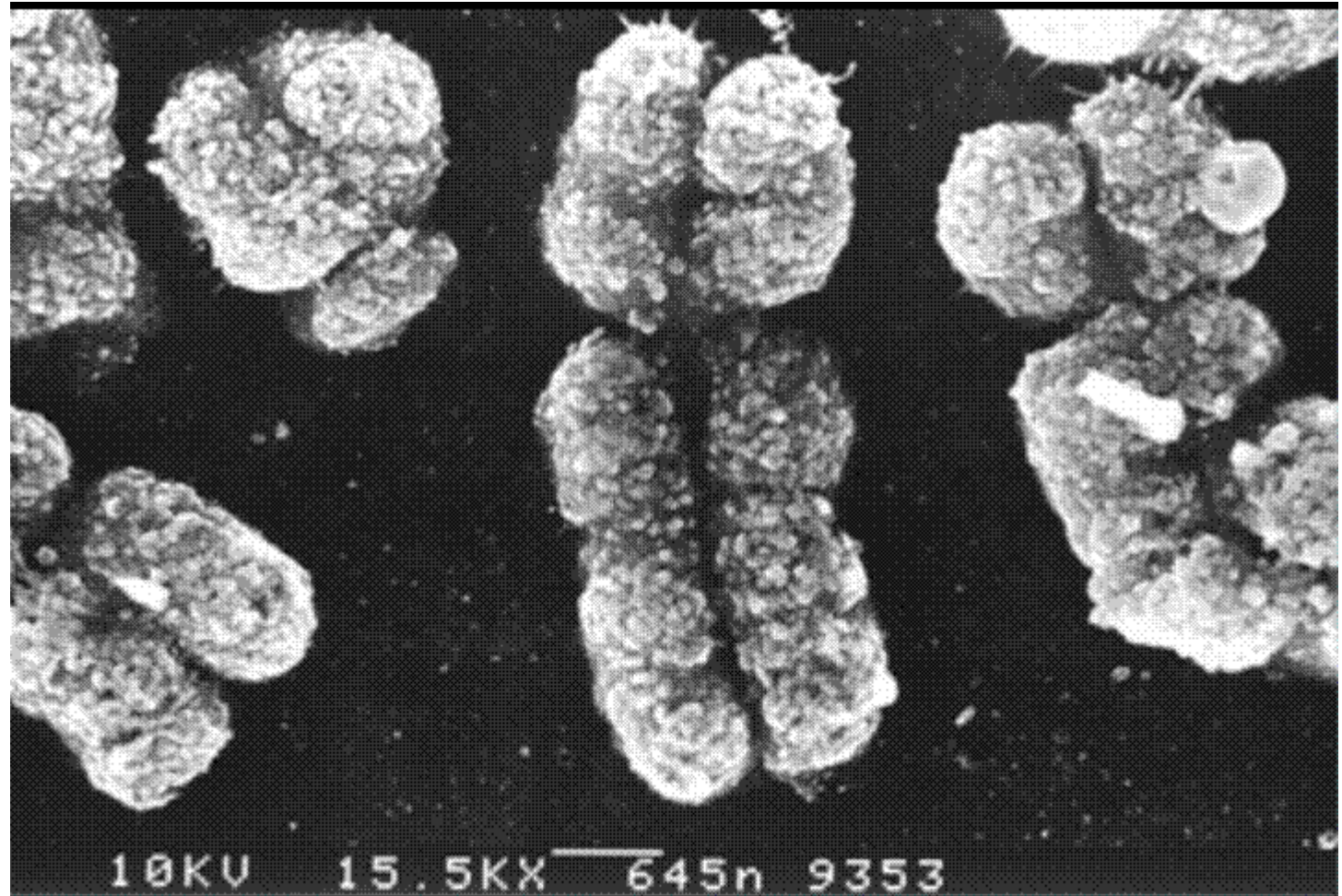
El màxim nivell de condensació d'un filament de cromatina és el cromosoma.

Els cromosomes

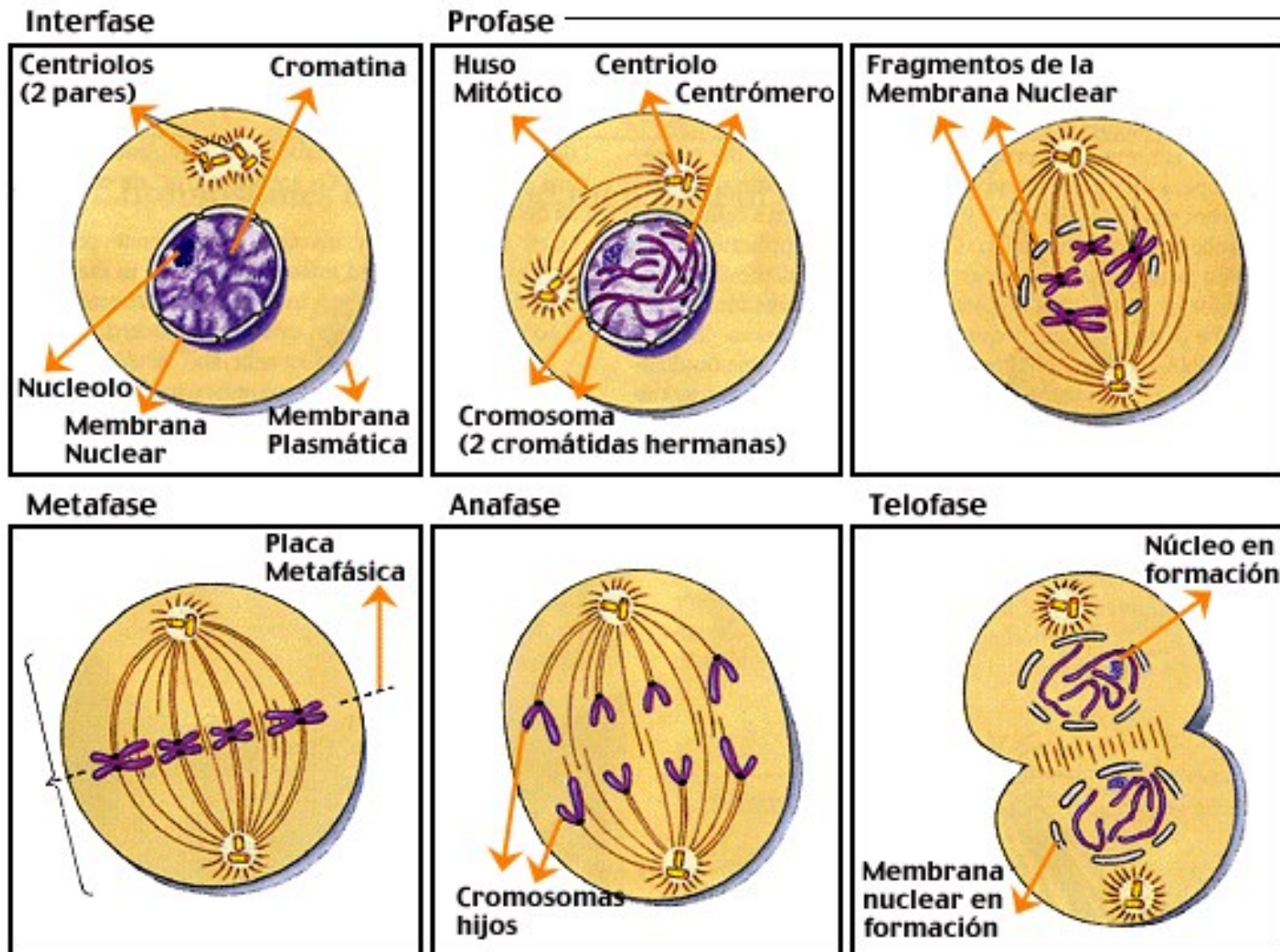
Estructures, generalment en forma de bastonet, que resulten de la condensació sobre si mateix de les fibres de cromatina de 300Å que apareixen en iniciar-se la divisió del nucli.



Darrer nivell
d'empaquetament
14.000 Å



Mitosis



Durant el procés de divisió del nucli o mitosi l'ADN es troba en forma de cromosomes.

Nombre de cromosomes:

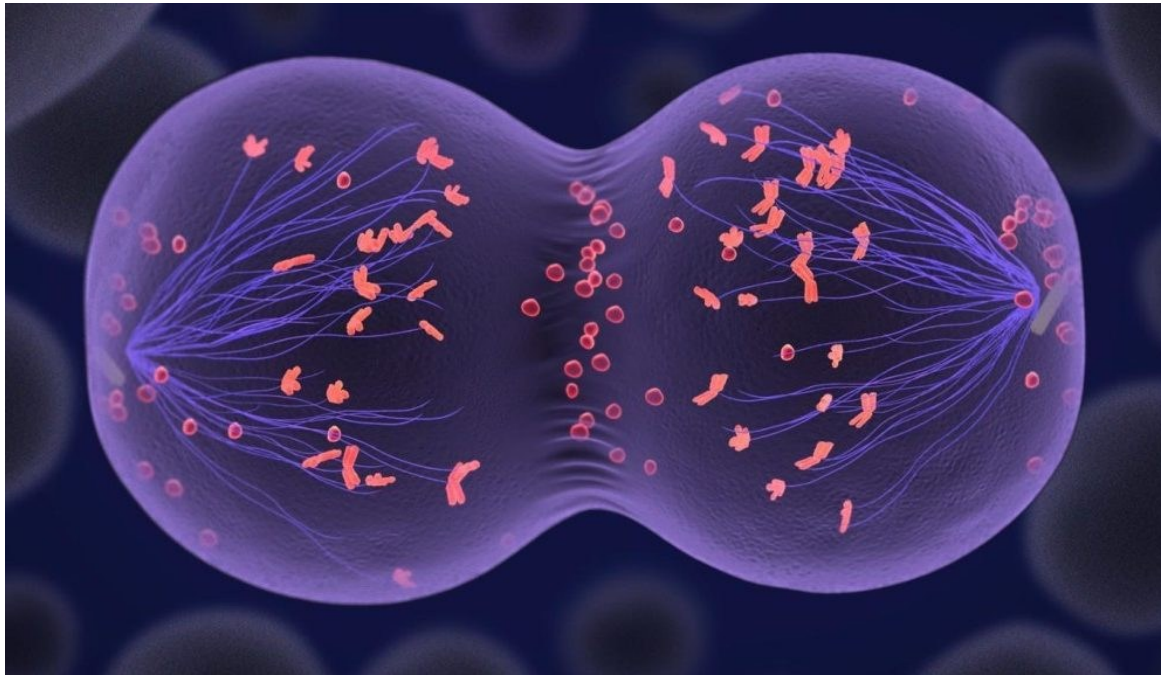
Totes les cèl·lules somàtiques de tots els individus de la mateixa espècie tenen el mateix nombre de cromosomes.

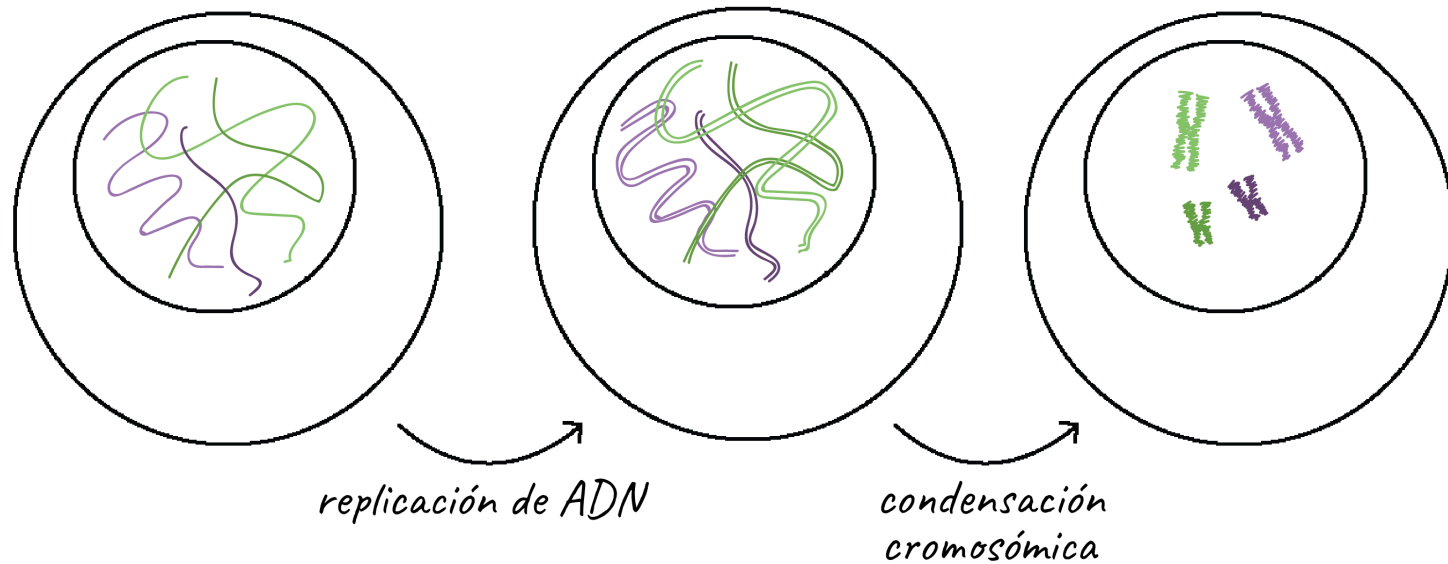
El nombre de cromosomes varia segons les espècies.

La especie humana.....	46
El chimpancé.....	48
El perro.....	78
Toro/vaca.....	60
Gallo/gallina.....	78
Rana.....	26
Mosca.....	12
Maíz.....	20
Trigo.....	46
Algodón.....	52

Funció dels cromosomes:

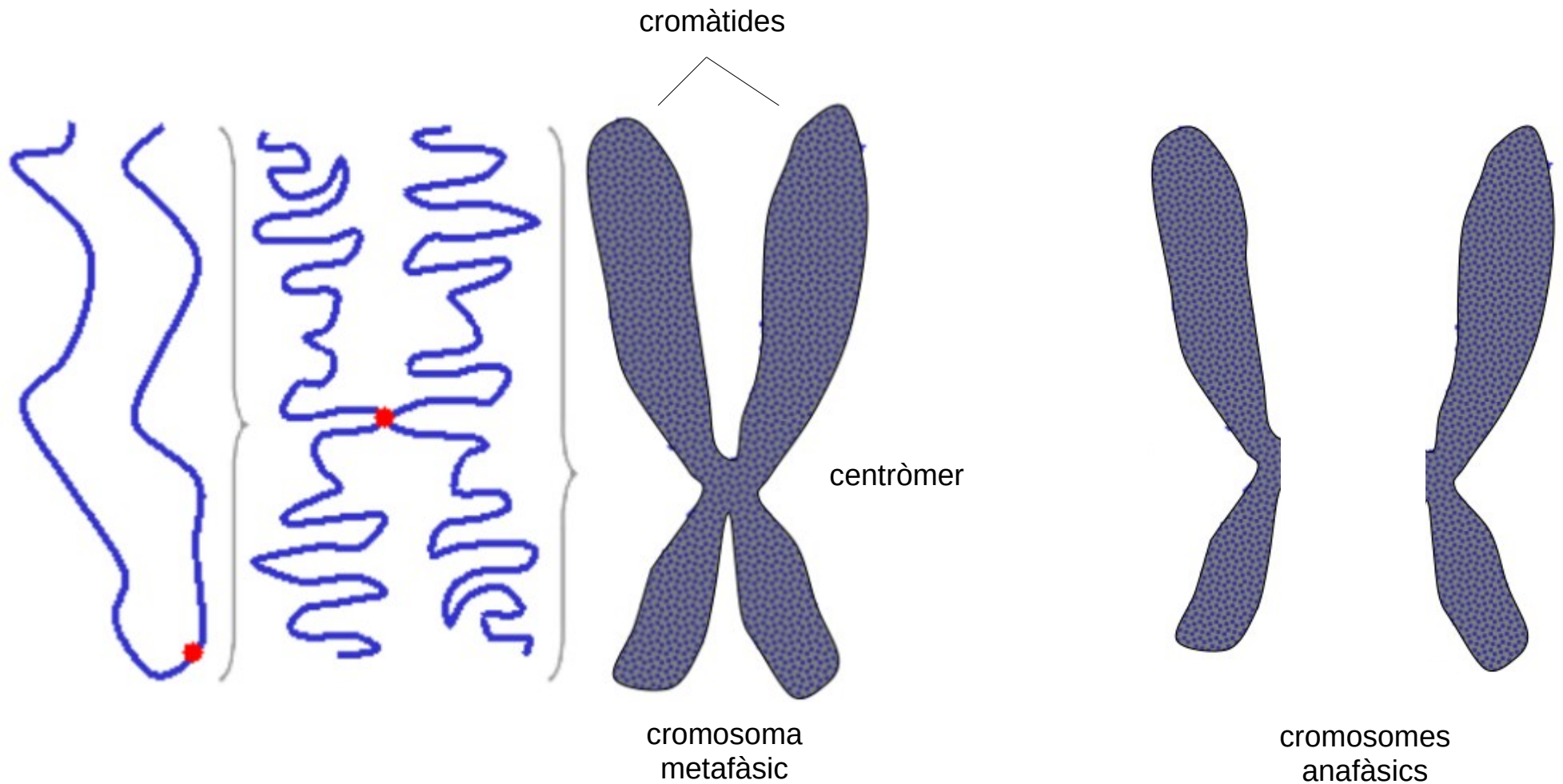
Facilitar el repartiment de la informació genètica continguda al DNA de la cèl·lula mare entre les seves dues cèl·lules filles. Prèviament s'han de duplicar.





Quan la cèl·lula està a punt de dividir-se, les fibres de cromatina es dupliquen i un cop ho han fet, comença la condensació fins arribar al nivell màxim d'empaquetament que són els cromosomes.

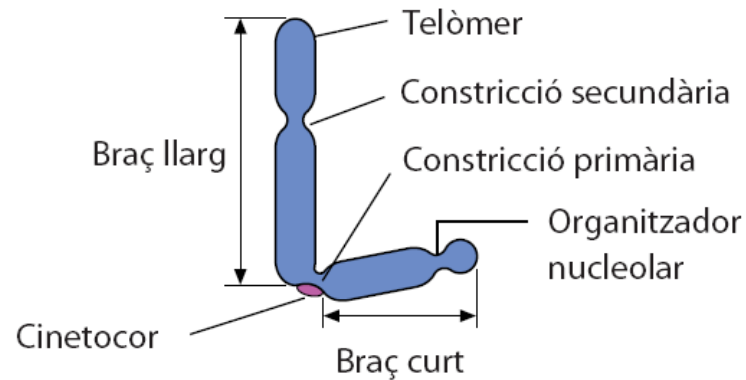
El DNA dels cromosomes es troba inactiu, ja que com està fortament empaquetat no es pot transcriure.



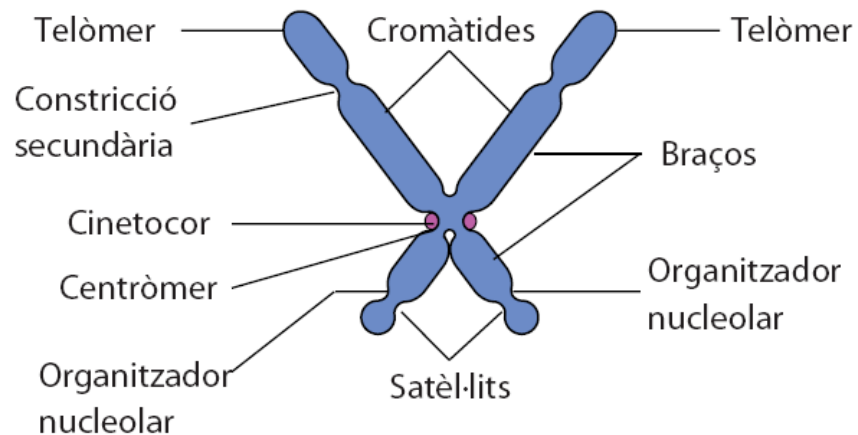
Quan s'inicia la divisió de la cèl·lula es produeix una duplicació del DNA, i com a conseqüència apareixen dues fibres de DNA idèntiques, fortament replegades sobre si mateixes, anomenades **cromàtides**, que queden unides per un punt anomenat **centròmer** (es mantenen així durant la profase i la metafase). Posteriorment al llarg de la mitosi, les dues cromàtides se separen i cadascuna dona lloc a un **cromosoma** (en l'anafase i la telofase).

Morfologia dels cromosomes:

Segons el moment de la divisió cel·lular, es poden distingir dos tipus de cromosomes: el cromosoma metafàsic, amb dues cromàtides unides, i el cromosoma anafàsic, amb una de sola.



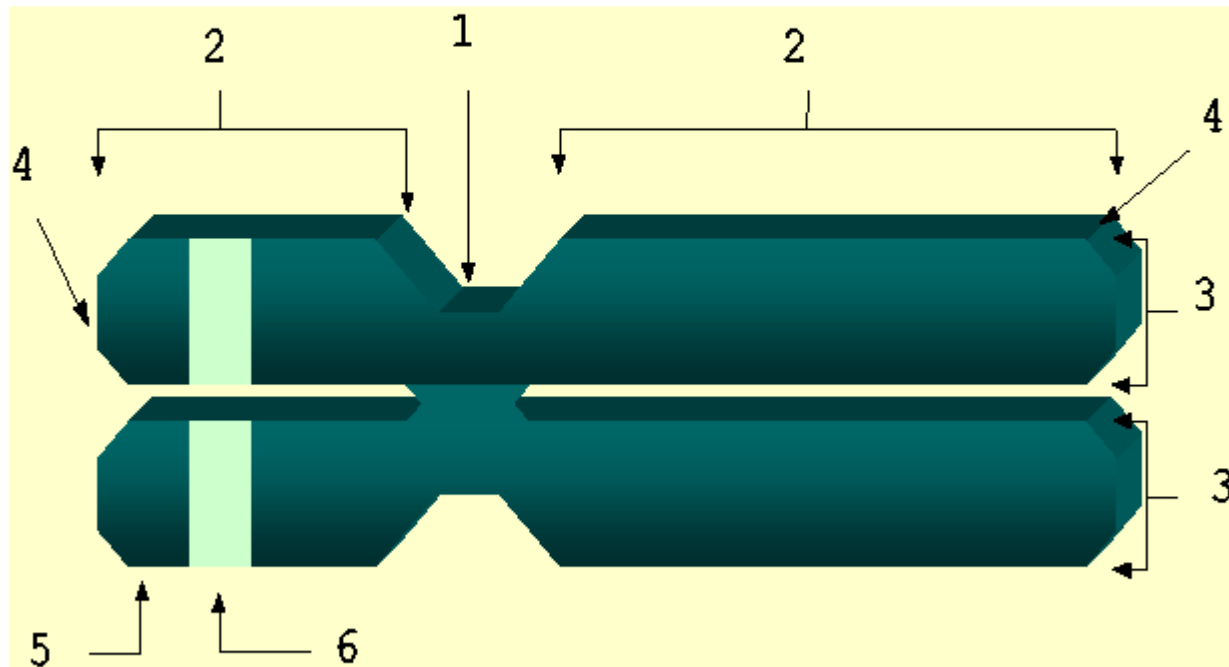
Cromosoma anafàsic



Cromosoma metafàsic

ELEMENTOS CARACTERÍSTICOS DEL CROMOSOMA

1) Centrómero; 2) brazos; 3) cromátidas; 4) telómeros; 5) satélite; 6) NOR, zona del organizador nucleolar.

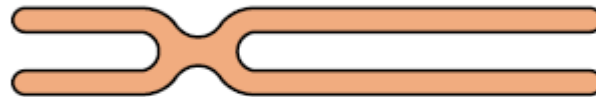


Tipus de cromosomes segons la posició del centròmer

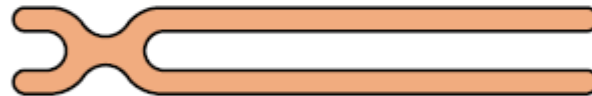
Metacèntric



Submetacèntric



Acrocèntric



Telocèntric

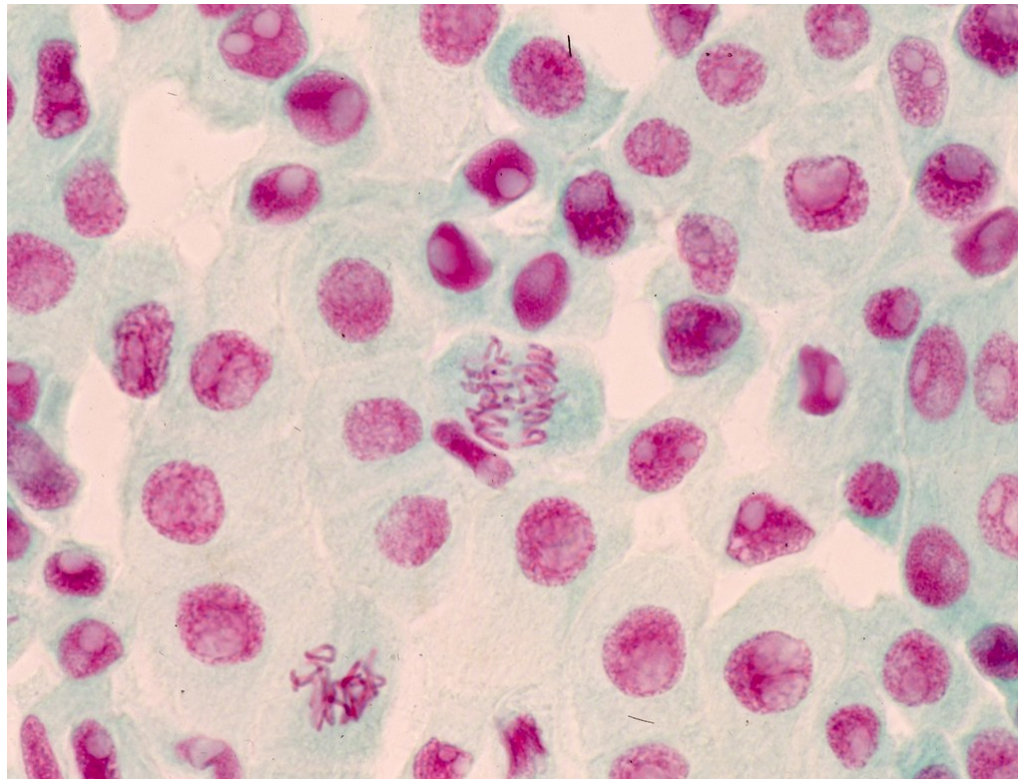


Observació cromosomes

Mètode. Tinció de Feulgen

Regions heterocromàtiques (molt tenyides)

Regions eucromàtiques (poc tenyides)



Observació cromosomes

Tècnica bandes cromosòmiques

Permeten distingir una sèrie de bandes de diferent intensitat.





Els cromosomes que es troben al nucli d'una cèl·lula es poden distingir entre si per la seva longitud, per la posició del centròmer i pel patró de bandes.

Cariotipo humano



1



2



3



4



5



6



7



8



9



10



11



12



13



14



15



16



17



18



19



20



21

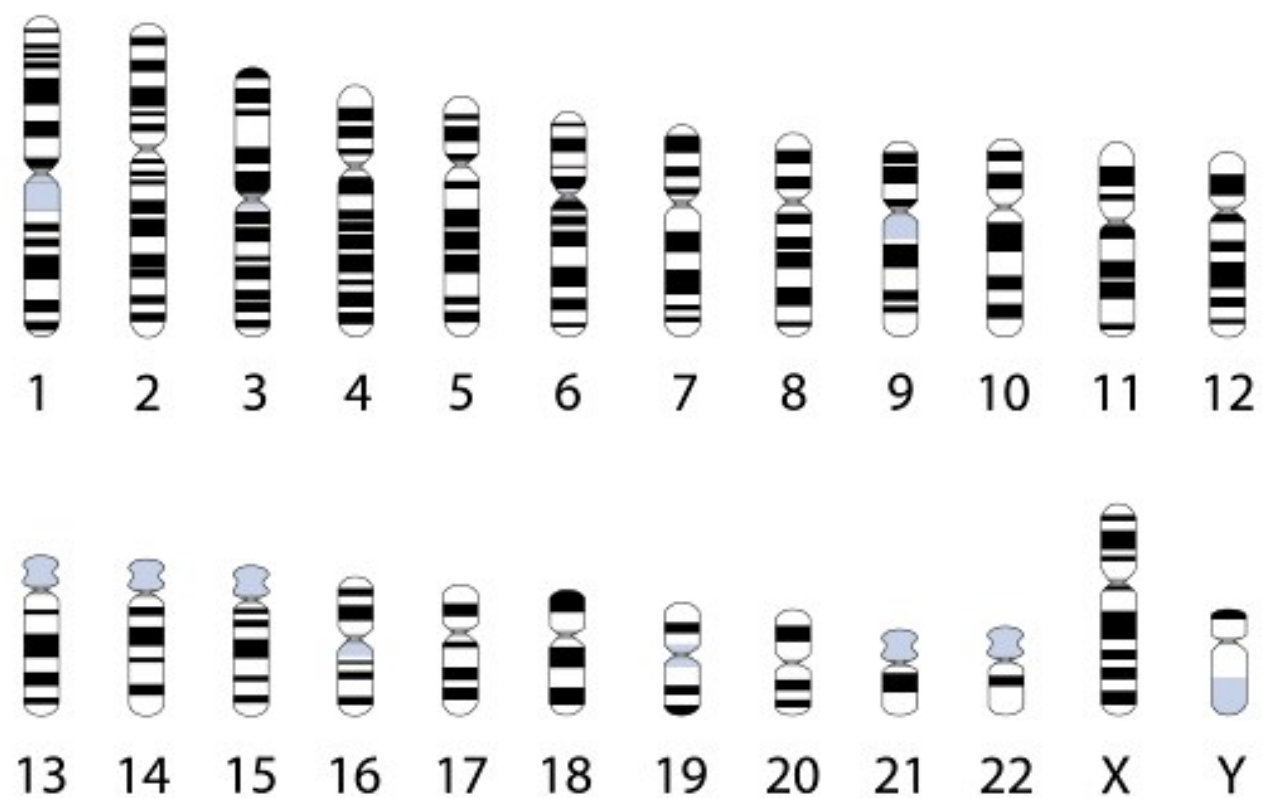


22



X/Y

Idiograms of Human Chromosomes



Organismes / cèl·lules diploides

Organismes diploides: presenten dos exemplars de cada cromosoma en les cèl·lules somàtiques.

Totes les cèl·lules d'un organisme, excepte les cèl·lules sexuals, presenten dos jocs de cromosomes, l'un heretat del pare i l'altre de la mare.

Cromosomes homòlegs: cadascun dels cromosomes d'una parella. Tenen informació per als mateixos caràcters.

La majoria d'animals, plantes superiors i fongs són diploides.

El número diploide d'una espècie es representa com $2n$, essent n el nombre de cromosomes diferents.

Exemple.

L'espècie humana té 46 cromosomes totals ($2n=46$), 23 tipus de cromosomes diferents ($n=23$)

Cèl·lules haploides

Cèl·lula haploide: cèl·lules amb un sol exemplar de cada cromosoma.

Les cèl·lules reproductores sexuals, com els gàmetes (òvuls i espermatozoides) i les meisòspores dels fongs, les moltes i les falgueres són cèl·lules haploides.

El número haploide es representa com **n**, essent **n** el nombre de cromosomes totals de la cèl·lula.

Exemple.

Els òvuls i els espermatozoides humans tenen 23 cromosomes totals (n=23)

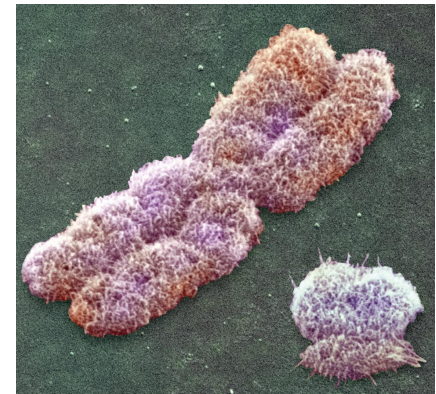
Heterocromosomes / Autosomes

Els cromosomes que determinen el sexe de l'individu s'anomenen **heterocromosomes o cromosomes sexuals**.

El terme heterocromosoma prove del fet que aquests cromosomes estan condensats, total o parcialment, en forma d'heterocromatina, al nucli interfàsic.

Hi ha dos tipus de cromosomes sexuals:

- El cromosoma X
- El cromosoma Y (molt petit)



La resta de cromosomes reben el nom d'**autosomes**. Tots els autosomes són iguals en homes i en dones.

En les cèl·lules humanes, hi ha 44 autosomes (dos exemplars de cadascun dels 22 tipus d'autosomes) i 2 heterocromosomes (dos cromosomes X en les dones i un cromosoma X i un altre Y en els homes).

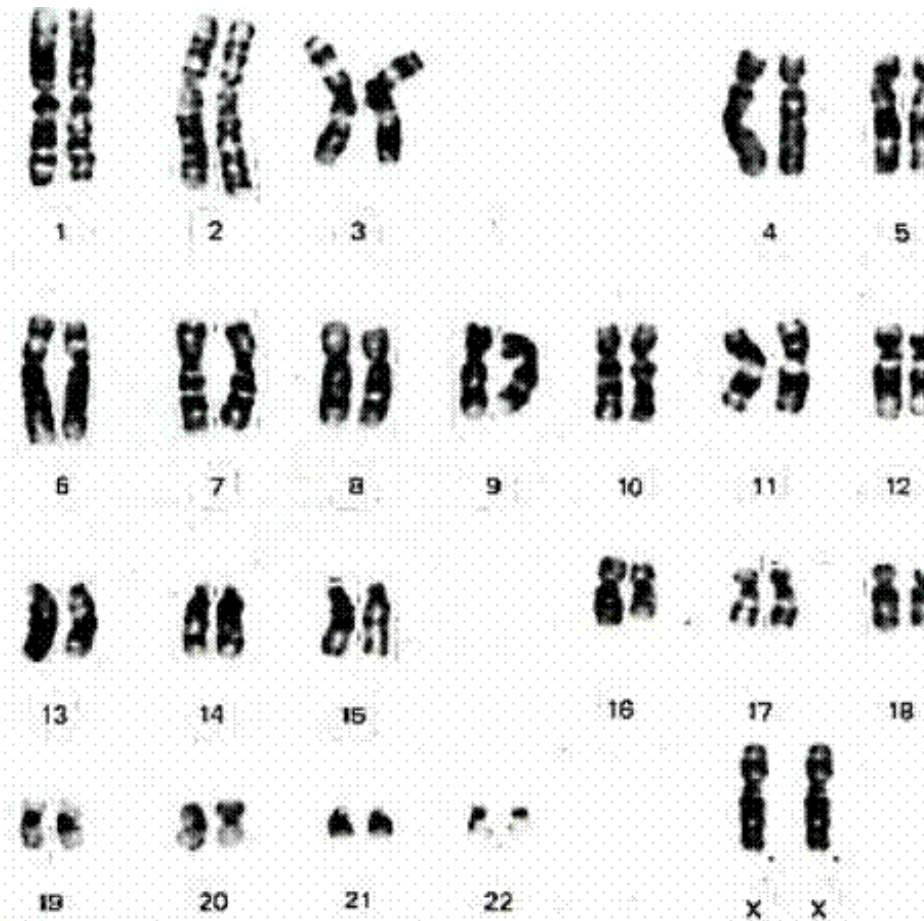
Les dones tenen per tan 23 tipus diferents de cromosomes i els homes 24.

El cariotipo de una mujer

Podemos ver que la mujer tiene 22 pares de cromosomas.

Estos cromosomas se llaman **autosomas** y en ellos se encuentran los caracteres no sexuales. Además, las mujeres tienen dos cromosomas X que son los que determinan que una persona sea mujer.

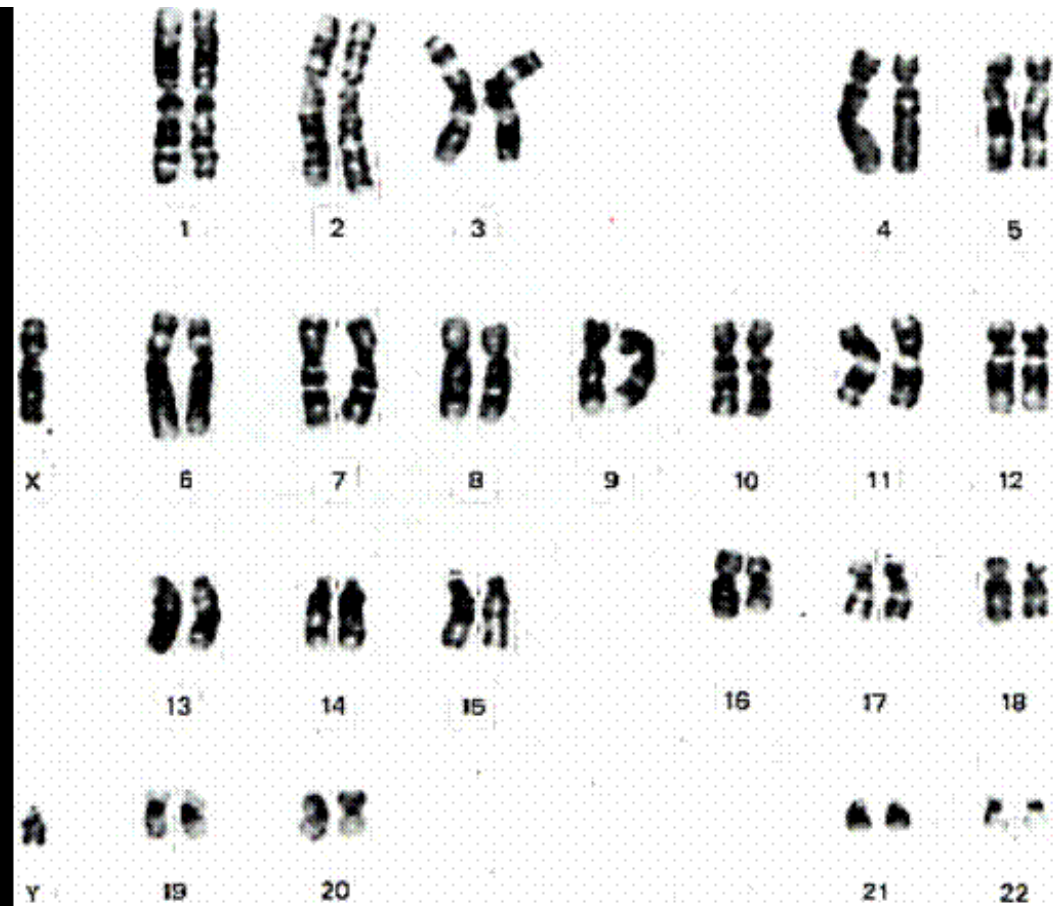
El par XX determina el sexo femenino.



El cariotipo de un hombre

El hombre tiene también 22 pares de autosomas. Pero el hombre, en lugar de tener dos cromosomas X tiene un cromosoma X y otro Y.

La pareja XY (heterocromosomas) determina el sexo masculino.

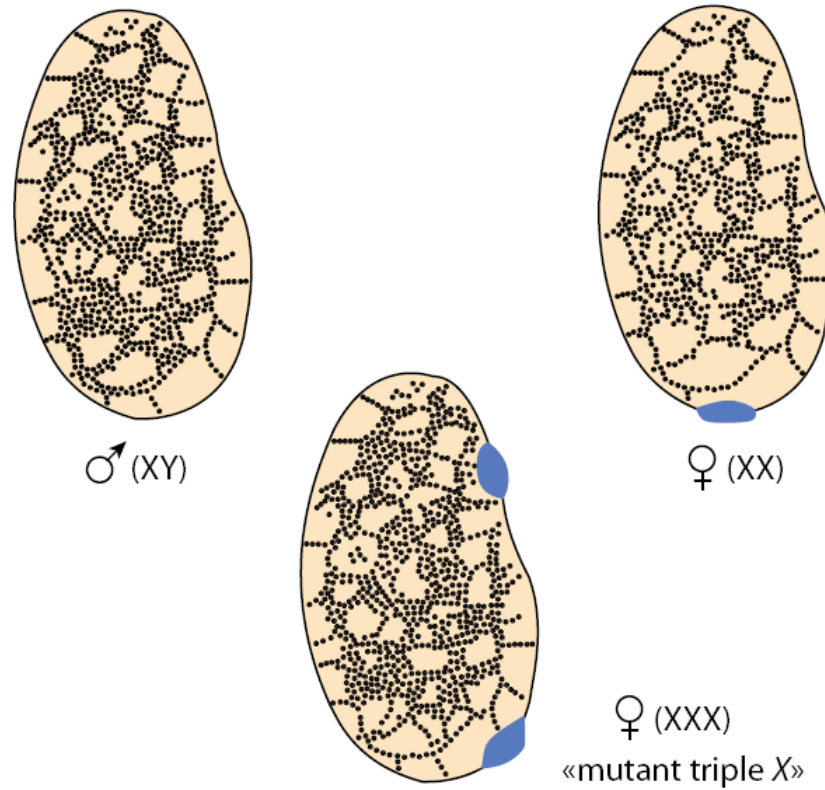


El corpuscle de Barr

En les femelles de mamífer, un dels cromosomes X es condensa totalment durant la interfase, perquè la manifestació dels gens dels dos cromosomes X podria resultar letal per a l'individu. Es tracta d'un exemple de heterocromatina constitutiva.

El cromosoma X que es troba condensat forma una estructura compacta a la perifèria del nucli interfàsic anomenada corpuscle de Barr, la qual cosa permet conèixer el sexe de l'individu amb la simple observació amb el microscopi òptic d'una de les cèl·lules: les dones presenten un corpuscle de Barr i els homes cap.





Nuclis de les cèl·lules epitelials de la mucosa bucal humana en els quals s'aprecia el corpuscle de Barr.