

BIOLOGÍA

EL CITOESQUELETO

El citoesqueleto

El citoesqueleto es una red de filamentos proteicos que desempeña un papel importante en la **organización** de las estructuras y actividades de la célula. Esta arquitectura **filamentosa** ayuda a soportar el gran volumen del citoplasma en las células eucariotas. Una de las funciones del citoesqueleto es dar **soporte mecánico** a la célula y **mantener su forma**. El citoesqueleto se extiende por toda la célula y está adherido a la membrana plasmática y a los orgánulos internos, otorgándole a la célula un armazón para la organización celular. El citoesqueleto es una estructura muy **dinámica**, la cual puede **reorganizarse** a medida que la célula cambia de forma, se divide y responde a su entorno (**Figura 1**).

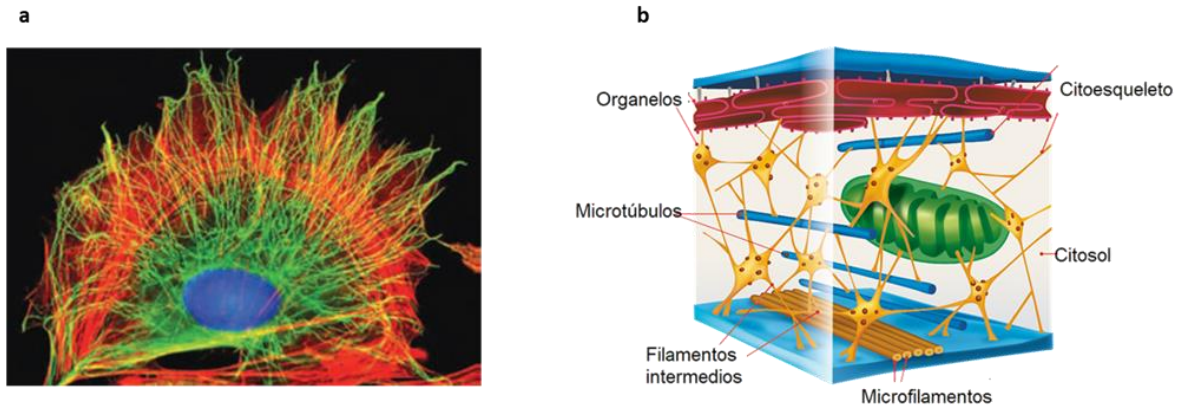


Figura 1. El citoesqueleto da forma a la célula y le permite que organice sus componentes internos. **A)** Micrografía fluorescente donde se muestran componentes del citoesqueleto: microtúbulos (verde), filamentos de actina (rojo), además en azul se muestra el ADN en el núcleo. **B)** Esquema del citoesqueleto con sus componentes.

Componentes del citoesqueleto

Los componentes del citoesqueleto son capaces de reorganizarse en menos de un minuto, o pueden ser bastante estable durante horas. El citoesqueleto está compuesto de **tres filamentos de proteínas**: **microtúbulos**, son los más gruesos de los tres componentes, **filamentos de actina** (también llamados microfilamentos), son los más delgados y **filamentos intermedios**, con diámetros intermedios. Estos componentes están organizados y regulados en el tiempo y en el espacio. Cada sistema de filamentos está

compuesto por un polímero de **subunidades ensambladas**. Las subunidades que componen los filamentos se ensamblan y desensamblan en diferentes tipos de estructuras según sea necesario (**Figura 2**).

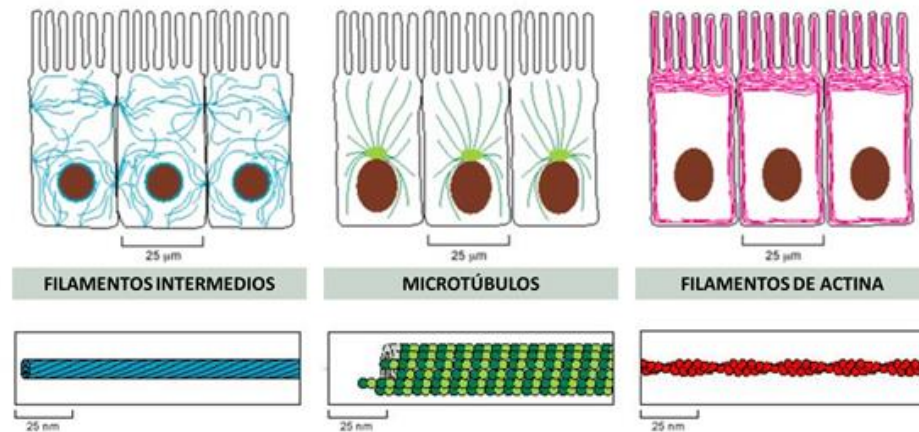


Figura 2. Los tres componentes del citoesqueleto: filamentos intermedios, microtúbulos y filamentos de actina.

Los microtúbulos: los microtúbulos son tubos de proteínas largos y huecos que pueden ensamblarse en un lugar y desensamblarse en otro, siendo esenciales en la organización celular. Todas las células eucariotas presentan microtúbulos formados a partir de proteínas globulares llamadas **tubulinas**. Cada tubulina es un dímero formado por **α -tubulina** y **β -tubulina** (**Figura 3**). Los microtúbulos pueden crecer agregándose dímeros de tubulina o desmontarse; y las tubulinas se pueden utilizar para construir microtúbulos en otras partes de la célula. Los extremos de los microtúbulos son ligeramente diferentes (**presenta polaridad estructural**). Un extremo puede agregar o liberar dímeros de tubulina a una velocidad mucho mayor que el otro, por lo que crece y se encoge significativamente durante las actividades celulares. Las funciones de los microtúbulos son: mantener la **forma** celular, **sostener** a la célula, **transporte** de orgánulos, transporte de vesículas, separación de los cromosomas durante la **división celular**, forman parte de **cilios** y **flagelos**.

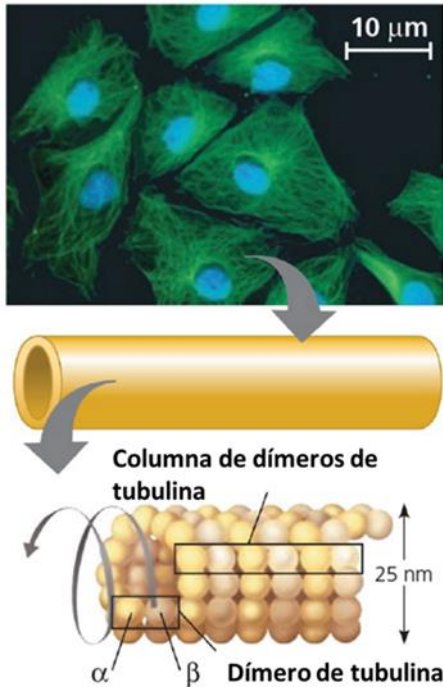


Figura 3. Los microtúbulos son polímeros de tubulina (α -tubulina y β -tubulina) cuyo diámetro es de 25 nm. La micrografía fluorescente muestra en verde los microtúbulos y en azul el ADN en el núcleo.

Los filamentos de actina (microfilamentos): los filamentos de actina son los más delgados, están presentes en todas las células eucariotas y son esenciales para muchos de sus **movimientos**, especialmente aquellos que involucran la superficie celular. Los filamentos de actina están formados por la **proteína globular actina** (G-actina), que a su vez forman dos hebras enrolladas helicoidalmente, el cual es el polímero conocido como **actina filamentosa** (F-actina). Al igual que los microtúbulos, los filamentos de actina presentan **polaridad estructural**, con un extremo positivo y un extremo negativo. Los filamentos de actina son más delgados, más flexibles y generalmente más cortos que los microtúbulos. Además de aparecer como filamentos lineales, los microfilamentos pueden formar **redes estructurales** que son más resistentes que los filamentos individuales. La función estructural de los microfilamentos en el citoesqueleto es **resistir y contrarrestar** fuerzas mecánicas (resistir tensiones). Además, por una parte, intervienen en la **contracción muscular**, y por otra, se encuentran concentrados por debajo de la membrana plasmática (córtez celular) (**Figura 4**).

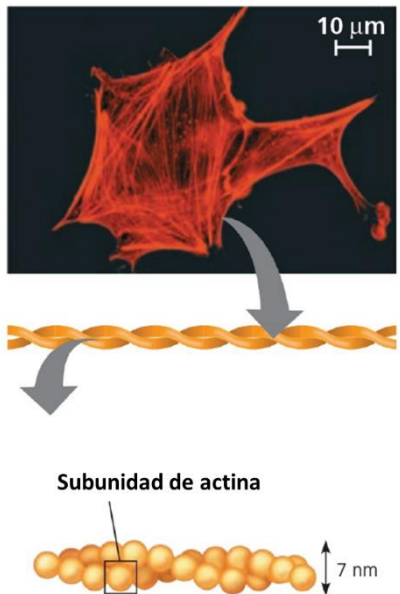


Figura 4. Los filamentos de actina son polímeros de actina que forman dos hebras de actina entrelazadas. El diámetro de estos filamentos es de 7 nm. La micrografía fluorescente muestra en rojo los filamentos de actina.

Filamentos intermedios: los filamentos intermedios solo se encuentran en las células de algunos **animales**, incluidos los vertebrados. Por lo general, forman una **red** en todo el citoplasma, rodeando el núcleo y extendiéndose hacia la periferia celular. A diferencia de los microtúbulos y los filamentos de actina, los filamentos intermedios están formados por **diferentes tipos de proteínas** (Ej. Queratinas) y carecen de polaridad estructural intrínseca. Estos filamentos son elementos permanentes del citoesqueleto y tienen como funciones el mantenimiento de la **forma celular** (elementos de soporte de tensión) y el **anclaje** del núcleo y de otros orgánulos. Además, estos filamentos se encuentran dentro del núcleo, la denominada **lámina nuclear**, la cual subyace y refuerza la envoltura nuclear (**Figura 5**).

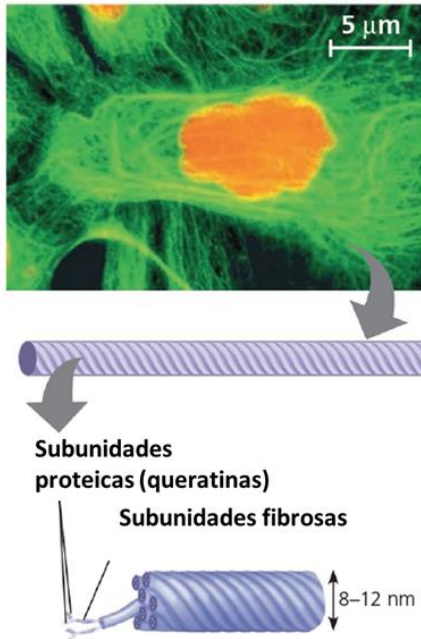


Figura 5. Los filamentos intermedios son estructuras parecidas a cuerdas, de un diámetro de aproximadamente 10 nm. Están constituidos por una familia numerosa y heterogénea de proteínas. La micrografía fluorescente muestra en verde los filamentos intermedios y naranja el ADN en el núcleo.

Actividad. Seleccione la alternativa correcta.

1.- Los filamentos intermedios presentan un diámetro de:

- a) 25 nm
- b) 7 nm
- c) 10 nm

2.- La tubulina es la subunidad de:

- a) Los filamentos intermedios.
- b) Los microfilamentos.
- c) Los microtúbulos.

3.- La lámina nuclear está formada por:

- a) Filamentos intermedios.
- b) Microfilamentos.
- c) Microtúbulos.

4.- Los filamentos intermedios están presente en:

- a) Todas las células eucariotas.
- b) Las células animales.
- c) Las células vegetales.

5.- Los microfilamentos están formados por:

- a) Queratina.
- b) Actina.
- c) Tubulina.

Respuestas

- 1) **c**
- 2) **c**
- 3) **a**
- 4) **b**
- 5) **b**

Bibliografía

- Alberts, B., Bray, D., Hopkin, K., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K. y Walter, P. (2009). Essential cell biology. 3ª edición. Garland Science, USA.
- Lodish, H., Berk, A., Kaiser, C., Krieger, M., Bretscher, A., Ploegh, H., Amon, A. y Scott, M. (2013). Molecular cell biology. 7ª edición. W. H. Freeman and Company, USA.
- Urry, L., Cain, M., Wasserman, S., Minorsky, P. y Reece, J. (2016). Campbell Biology. 11ª edición. Pearson Education, USA.