

# Citoesqueleto

- Estructura con forma de red tridimensional formada por una matriz fibrosa de proteínas.
- No es una estructura rígida sino dinámica, capaz de reorganizarse continuamente en función de necesidades de la célula como cambios de forma, movimientos o división.
- Se extiende por todo el citoplasma.
- Esta presente solamente en eucariontes, y ausente en procariontes.

## Funciones

- Contribuye al mantenimiento de la forma y la estabilidad de la célula.
- Participa en algunas uniones intercelulares.
- Interviene en la locomoción celular.
- Interviene en la división celular.
- Brinda sostén y movimiento a las organelas.

## Composición

Formado por tres diferentes tipos de fibras proteicas, cada una con propiedades elásticas y mecánicas características.

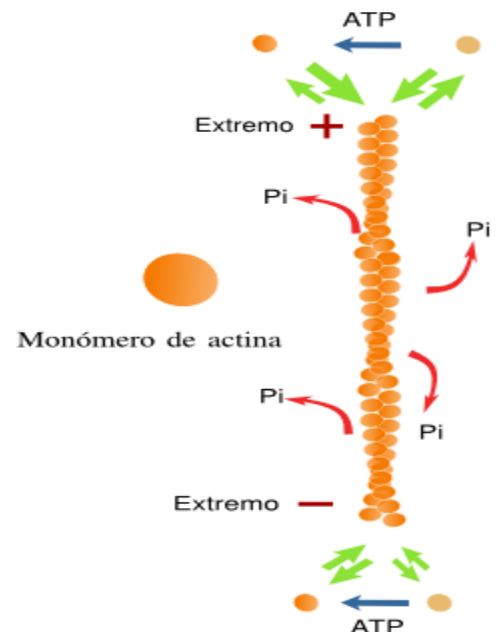
- Los microfilamentos o filamentos de actina.
- Los filamentos intermedios.
- Los microtúbulos.

Además participan una serie de proteínas accesorias que cumplen distintas funciones:

- Regulatoras: regulan el crecimiento o acortamiento de los filamentos.
- Ligadoras: actúan como elementos de unión conectando filamentos entre sí o con otras estructuras celulares.
- Motoras: interviene en procesos contráctiles o en el movimiento de vesículas u organelas por el citoplasma.

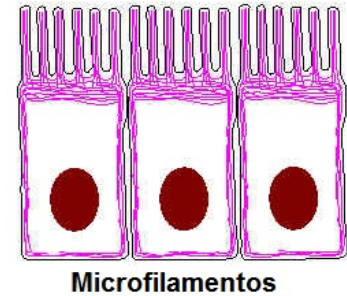
## Microfilamentos o Filamentos de actina

- Con un diámetro de aprox. 7 nanómetros, son los más delgados y flexibles.
- Cada filamento está formado por dos cadenas entrelazadas en forma helicoidal, y cada cadena es un polímero de una proteína monomérica globular llamada actina.
- Pueden alargarse en cualquiera de sus dos extremos por el agregado de monómeros de actina (polimerización).
- La velocidad de crecimiento es mayor en uno de extremos (extremo +) que en el otro (extremo -)
- Pueden acortarse por la eliminación (despolimerización) de subunidades de actina a partir de cualquiera de los extremos.
- Si bien se extienden por todo el citoplasma suelen acumularse en una capa justo por debajo de la membrana plasmática, formando una red que le confiere sustento, elasticidad y resistencia mecánica.



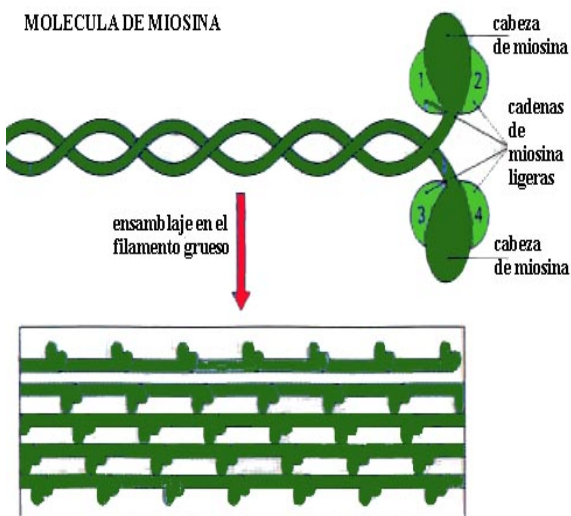
## Funciones:

- Principal componente del citoesqueleto en microvellosidades.
- Emisión de filopodios y pseudopodios.
- Corrientes citosólicas por pasaje de sol a gel.
- Participan en la endocitosis y exocitosis.
- Formación del anillo contráctil que divide el citoplasma durante la citocinesis eucarionte animal.
- En asociación con la proteína motora miosina, es responsable de la contracción en células musculares.



La contracción muscular se produce gracias a la interacción entre filamentos de actina y miosina. La miosina es una proteína motora con actividad de ATPasa que tiene la capacidad de transformar energía química proveniente de la hidrólisis del ATP en energía cinética del movimiento.

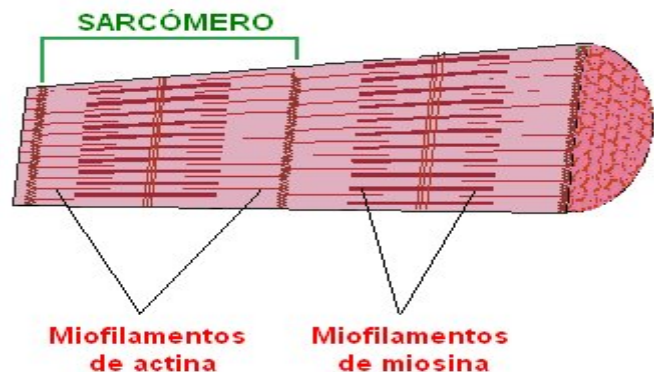
## MIOSINA



Es una proteína multimérica con una parte globular y otra fibrosa.

Se ensamblan formando filamentos.

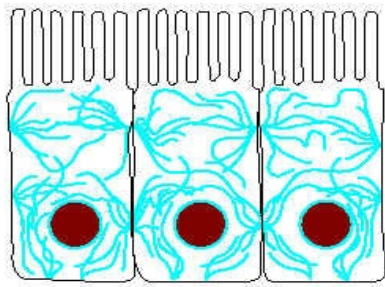
La contracción muscular se produce por la interacción entre los filamentos de actina y miosina, que se unen y se deslizan unos sobre otros provocando la contracción o la relajación de la célula muscular. En la contracción muscular los filamentos de actina y miosina se desplazan superponiéndose unos sobre otros, donde la parte globular de la miosina se desplaza sobre los filamentos de actina mientras que la parte fibrosa se une a ellos.



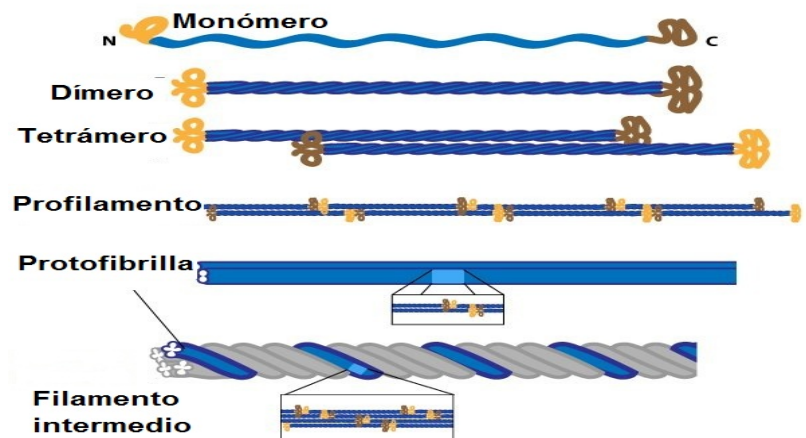
## FILAMENTOS INTERMEDIOS

- Son fibras proteicas de aproximadamente 10 nanómetros de diámetro.
- Presentan poca elasticidad y no son contráctiles, en cambio se caracterizan por su resistencia.
- Abundantes en zonas sometidas a tensiones mecánicas.
- Sus monómeros son moléculas fibrosas muy largas que se asocian en tetrámeros, los cuales constituyen las unidades de construcción de los filamentos intermedios.
- Son estructuras dinámicas que pueden autoensamblarse o desarmarse por polimerización o despolimerización.
- Existen diferentes tipos de monómeros que dan lugar a diferentes tipos de filamentos intermedios.

- Los filamentos intermedios pueden variar según el tipo celular: los filamentos de queratina son abundantes en las células epiteliales, los neurofilamentos en las neuronas, los filamentos de laminina en la envoltura nuclear.



**Filamentos intermedios**

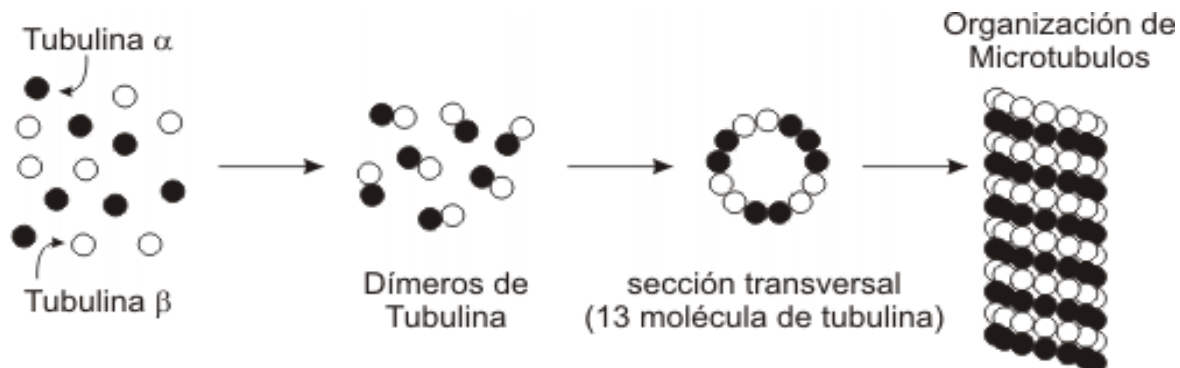


## Funciones

- En general los filamentos intermedios son elementos que aportan resistencia a las tensiones mecánicas, y contribuyen al mantenimiento de la forma.
- En los epitelios, los filamentos intermedios de queratina participan de la estructura de los desmosomas, un tipo de unión entre células que aporta resistencia al tejido.
- Los filamentos de laminina forman una placa proteica llamada lámina nuclear que proporciona soporte a la envoltura nuclear y fijación a los filamentos de cromatina.
- En las neuronas, un tipo particular de filamentos intermedios, los neurofilamentos, constituyen el citoesqueleto de los axones.

## Microtúbulos

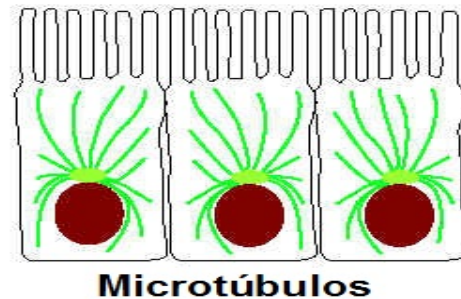
- Son filamentos cilíndricos y huecos con un diámetro aproximado de 25 nanómetros.
- Se forman por la polimerización de unidades de una proteína globular denominada tubulina.
- Existen dos formas de tubulina: la  $\alpha$ -tubulina y la  $\beta$ -tubulina.
- La unión de una alfa-tubulina con una beta-tubulina forma un heterodímero que representa la unidad o bloque de construcción de los microtúbulos.
- Cada filamento puede alargarse por agregado (o polimerización) de dímeros de tubulinas a los extremos.
- Al igual que los microfilamentos de actina presentan polaridad, uno de sus extremos (extremo +) crece a mayor velocidad que el otro (extremo -).
- También pueden desarmarse por la eliminación de dímeros.



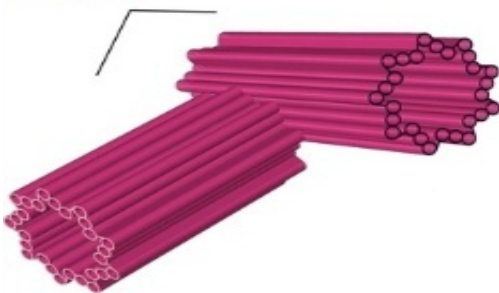
## Funciones:

- Contribuyen al mantenimiento de la forma celular y al sostén de organelas.
- Participan en el desplazamiento de vesículas y organelas por el citoplasma.
- Forman el citoesqueleto de estructuras para la motilidad o la locomoción como los cilios y flagelos.
- Intervienen en la división celular formando un sistema de fibras que se encarga de distribuir el material genético entre las células hijas.

Se originan a partir de centros organizadores, los cuales determinan tanto su localización como su orientación. Los microtúbulos citoplasmáticos así como los que participan en la división celular se originan a partir de un centro organizador denominado centrosoma ubicado cerca del núcleo.



centriolos



En las células eucariontes animales el centrosoma está compuesto por una matriz densa, rica en proteínas y dos estructuras cilíndricas llamadas centriolos, dispuestas en ángulo recto y formados también por microtúbulos. Cada uno de los dos centriolos está compuesto por 9 tripletes de microtúbulos paralelos en el plano longitudinal, y como no hay microtúbulos centrales esta disposición recibe el nombre de 9+0.

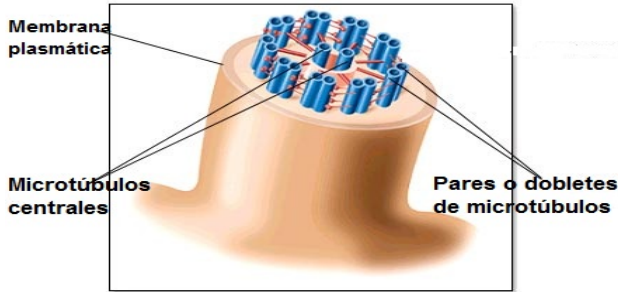
Las células eucariontes vegetales carecen de centriolos, sin embargo presentan una zona densa a partir de la cual se organizan los microtúbulos durante la división celular.

## Cilios y flagelos

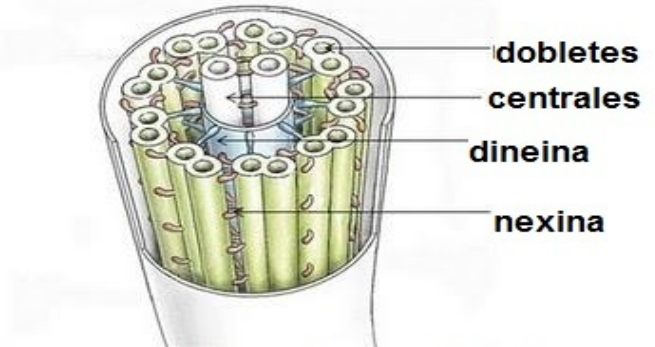
- Estructuras tipo apéndices largos y delgados presentes en algunas células eucariontes.
- Presentan la misma organización compuesta por un citoesqueleto de microtúbulos rodeado de membrana plasmática.
- Los cilios son cortos y se presentan en gran número sobre la superficie de la célula, los flagelos son mucho más largos y se presentan en un número reducido.
- Los flagelos son apéndices para la locomoción de la célula, los cilios pueden tener la misma función o bien pueden servir en células epiteliales para mover el medio exterior.

El citoesqueleto de cilios y flagelos está formado por una estructura cilíndrica de 9 pares o **dobletes** de microtúbulos que rodean a dos microtúbulos simples **centrales**, en una disposición llamada 9+2.

Se origina a partir de un centro organizador ubicado inmediatamente por debajo de la membrana plasmática, a la base de la estructura, llamado cuerpo basal y que es esencialmente idéntico a un centriolo individual, 9 tripletes radiales y ninguno central (9+0).

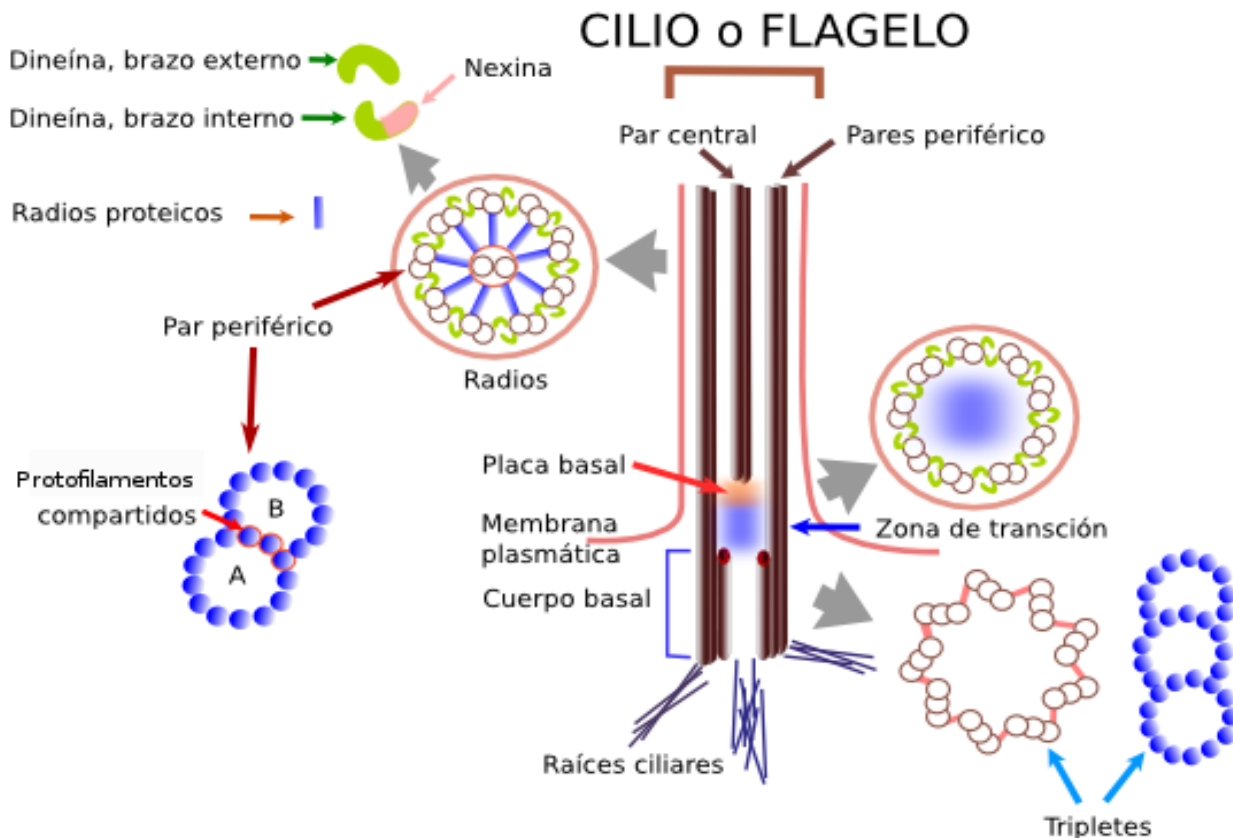


Corte transversal de un cilio o un flagelo



esquema de un cilio o un flagelo

En el citoesqueleto de cilios y flagelos hay proteínas motoras, las **dineínas ciliares**, encargadas de generar el movimiento, y proteínas que unen los dobletes de microtúbulos de modo de coordinar y propagar el movimiento a toda la estructura, se trata de las **nexinas**.



## Desplazamiento de vesículas u organelas

- Los microtúbulos citoplasmáticos funcionan como una suerte de carreteras que guían el desplazamiento de vesículas u organelas.
- intervienen proteínas motoras, las dineínas citoplasmáticas y las quinesinas.
- estas proteínas se enganchan a la carga que deben transportar (una organela o una vesícula) y al microtúbulo, tienen la capacidad de hidrolizar ATP y así transformar energía química en movimiento.
- Las dineínas citoplasmáticas transportan organelas desde la periferia hacia el interior de la célula, y las quinesinas lo hacen desde el interior hacia la periferia.

