

Atlas de histología vegetal y animal

Célula Tipos celulares Tejidos animales Tejidos vegetales Órganos animales Órganos vegetales Técnicas histológicas Microscopía virtual Descargas

Oscuro Inicio / La célula / Citosol / Citoesqueleto / Filamentos de actina



La célula. 7. Citosol. Citoesqueleto.

FILAMENTOS de ACTINA

Los filamentos de actina constituyen uno de los componentes del citoesqueleto. En las células animales suelen ser más abundantes cerca de la membrana plasmática (Figuras 1 y 2), pero su distribución y organización intracelular depende mucho del tipo celular. Los filamentos de actina realizan **infinidad de funciones**. Sin estos filamentos una célula no podría dividirse, moverse, realizar endocitosis, ni fagocitosis, ni sus orgánulos se comunicarían entre sí. En las células animales, además, es un almacén de soporte para mantener o cambiar la forma celular.

Resumen **Medio**

Ampliación

Índice de la página

1. Estructura
2. Organización
3. Miosinas
3. Funciones
 - Forma celular
 - Movimiento celular
 - Organización interna
 - Contracción muscular
 - Citocinesis
 - Microvellosidades

ÍNDICE de la CÉLULA

1. Introducción

Diversidad
Descubrimiento
Teoría celular
Origen de la célula
Origen de los eucariotas
Endosimbiosis

2. Matriz extracelular

Proteínas estructurales
Glúcidos, proteoglicanos
Glicoproteínas
Tipos de matrices extracelulares

3. Membrana celular

Lípidos
Proteínas
Glúcidos
Permeabilidad, fluidez
Asimetría, reparación
Síntesis
Transporte
Adhesión
Complejos de unión

4. Núcleo

Envuelta nuclear
Poros nucleares
Cromatina
Nucléolo

5. Tráfico vesicular

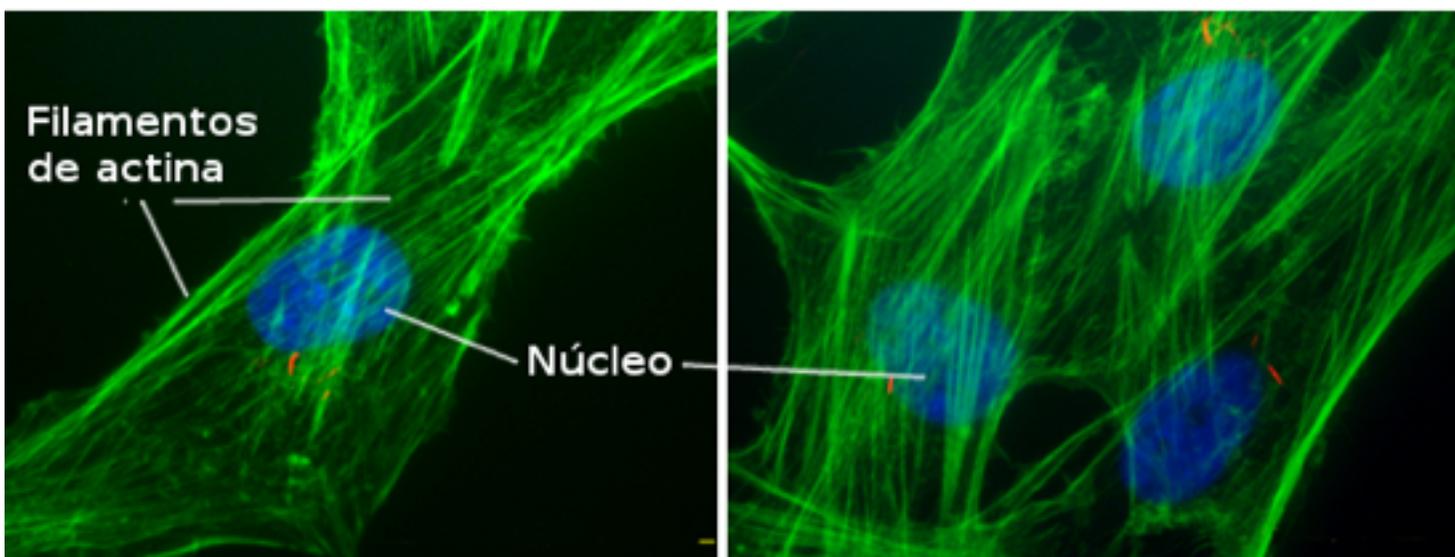


Figura 1. Imagen de filamentos de actina (color verde) en células en cultivo. Nótese su concentración en la zona periférica de la célula. (Imágenes cedidas por Sheila Castro Sánchez. Depto Bioquímica, Genética e Inmunología. Universidad de Vigo).

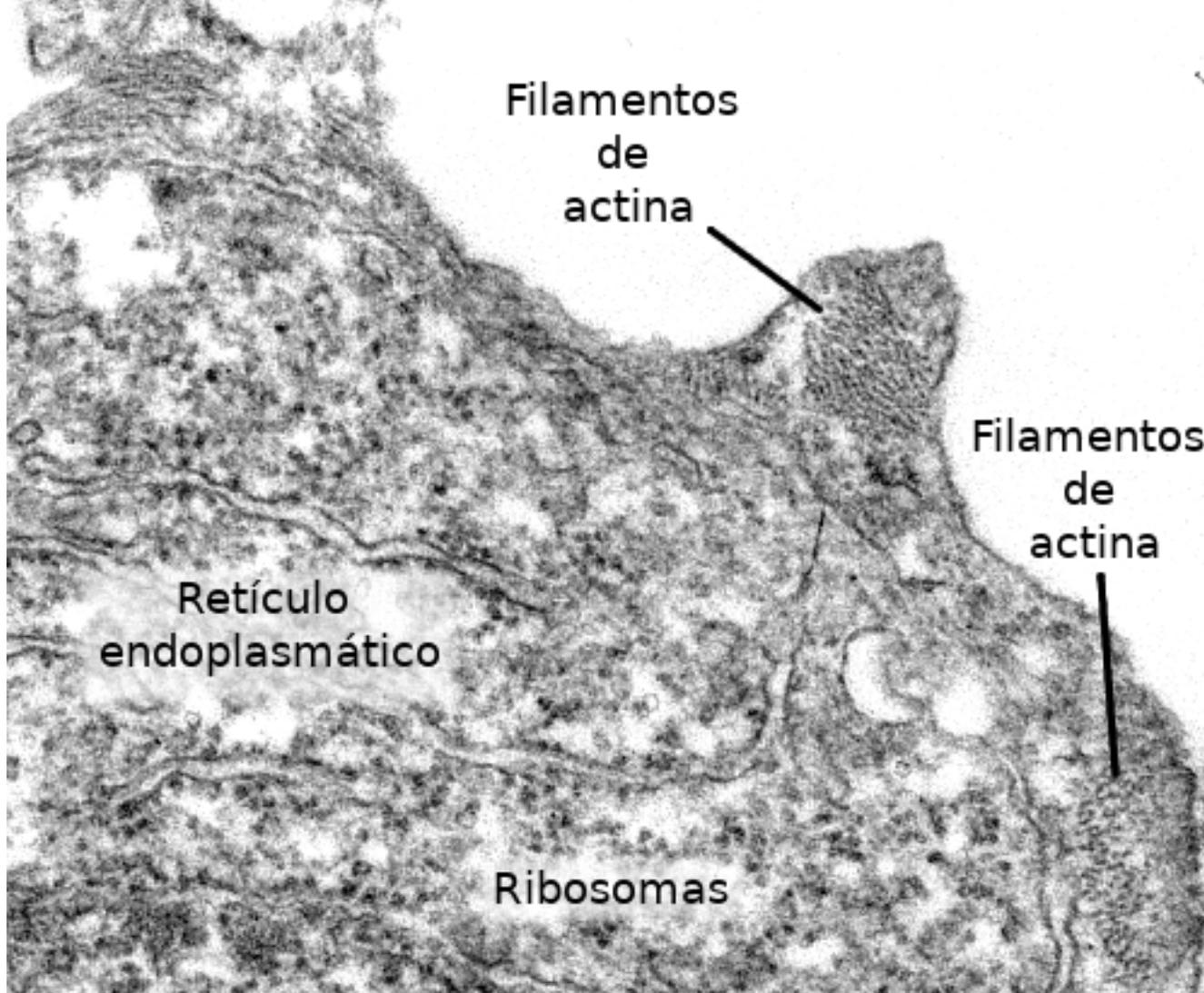
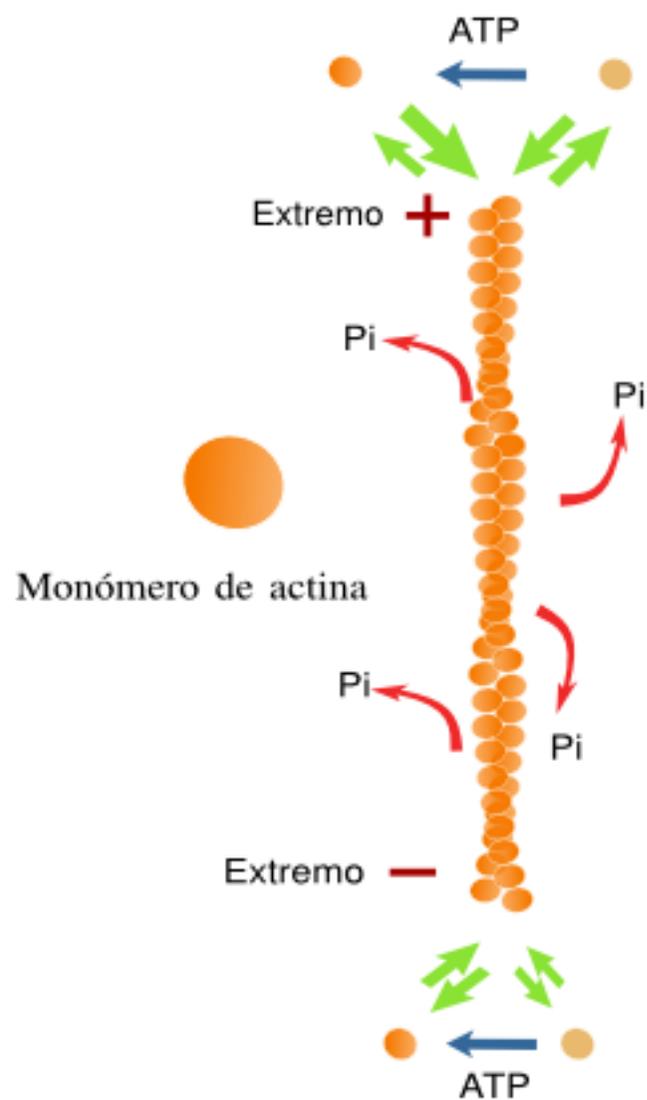


Figura 2. Imagen de microscopía electrónica de transmisión donde se observan los filamentos de actina en la zona periférica de la célula.

- Retículo endoplasmático
- Del retículo al Golgi
- Aparato de Golgi
- Exocitosis
- Endocitosis
- Endosomas
- Lisosomas
- En células vegetales
- Vacuolas
- 6. Tráfico no vesicular**
- Peroxisomas
- Mitocondrias
- Plastos
- Cloroplastos
- Gota de lípidos
- 7. Citosol**
- Citoesqueleto
- Filamentos de actina**
- Microtúbulos
- Filamentos intermedios
- 8. Ciclo celular**
- Fase G1
- Fase S
- Fase G2
- Fase M
- 9. Meiosis**
- ◀ Ampliaciones

- Cuestionarios**
- Bibliografía
- Glosario

1. Estructura



Los filamentos de actina se forman por la **polimerización** de una proteína globular denominada **actina** (Figura 3). Hay dos variantes: alfa y beta actina. La beta actina aparece en la mayoría de las células animales. La alfa actina abunda en el músculo. La actina es una proteína citosólica muy abundante, representa aproximadamente el **10 %** de las proteínas citosólicas. Una parte se encuentra formando parte de los filamentos (**F-actina**) de actina y el resto son proteínas no polimerizadas (**G-actina**).

Los filamentos de actina miden unos **7 nm** de diámetro. Es el valor más pequeño dentro de los filamentos del citoesqueleto, por ello también se denominan **microfilamentos**. Poseen un extremo denominado más y otro denominado menos, es decir, son filamentos **polarizados**. En el **extremo más** predomina la polimerización, adición de nuevas moléculas de actina, respecto a la despolimerización, mientras que en el **extremo menos** predomina la despolimerización. El mecanismo de crecimiento y acortamiento de la longitud de los filamentos de actina

Figure 3. Esquema de un filamento de actina mostrando las moléculas de actina dispuestas helicoidalmente. Las constantes de asociación y disociación de la actina son diferentes en los dos

extremos (flechas verdes). Una vez polimerizada, se hidroliza el ATP de la molécula de actina liberando Pi y quedando por tanto el ADP unido (modificado de Pollard y Earnshaw, 2007).

es por polimerización y despolimerización, respectivamente. En la célula se crean y se destruyen filamentos de actina continuamente. Es el componente del citoesqueleto más **dinámico**.

Las condiciones y la concentración de las moléculas de actina libres (G-actina) impiden que se asocien espontáneamente para formar filamentos. Por ello la nucleación y formación de nuevos filamentos es posible gracias a la presencia de **proteínas nucleadoras**. Las proteínas **Arp2/3** actúan como moldes para la formación de un nuevo filamento, mientras que las **forminas** estabilizan uniones espontáneas de proteínas de actina, favoreciendo la formación y elongación del microfilamento. Esto es tremendamente útil para la célula porque forma nuevos filamentos sólo allí donde se necesitan mediante la ubicación precisa de estas proteínas nucleadoras.

2. Organización

Una de las grandes ventajas de los filamentos de actina es su **versatilidad**, es decir, la facilidad con que se crean y se destruyen, así como por su capacidad de asociarse y formar estructuras tridimensionales. Esto se debe a un ejército de proteínas denominadas **proteínas accesorias**, de las cuales existen **más de 100 tipos** diferentes (Figura 4). Regulan la velocidad de creación y destrucción de filamentos, la velocidad de polimerización, la longitud de los filamentos de actina, así como su ensamblado para formar estructuras tridimensionales. De hecho, prácticamente no existen ni microfilamentos, ni proteínas de actina, "desnudos" en el citosol, sino siempre unidos a alguna proteína accesorias.

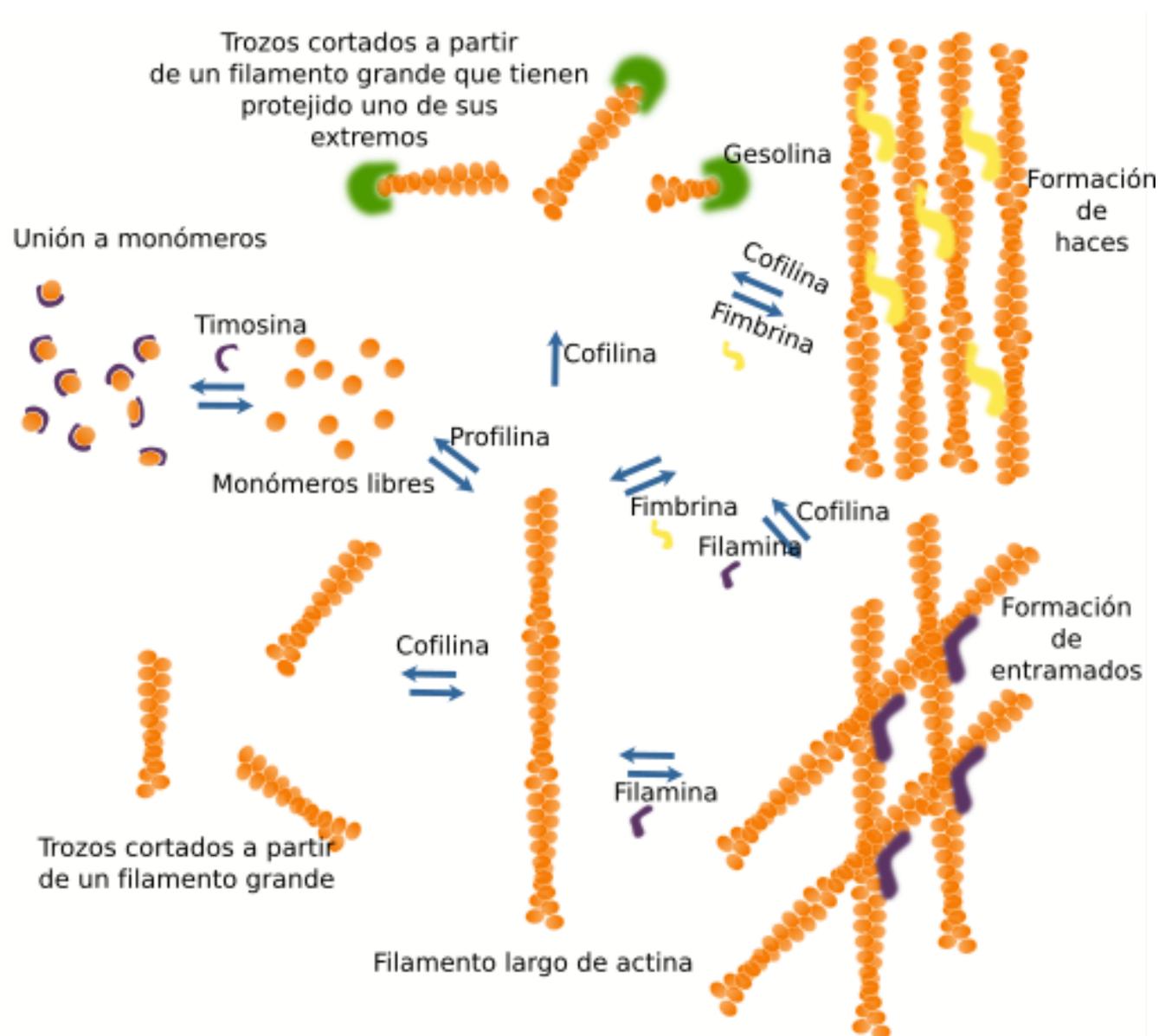


Figura 4. La polimerización y despolimerización de los filamentos de actina se ven

Las proteínas accesorias se pueden clasificar según su acción: a) Afectan a la **polimerización**. Algunas proteínas, como la profilina, se unen a las proteínas de actina libres y favorecen su unión a filamentos preexistentes, mientras otras, como la timosina, inhiben su unión, evitando la polimerización espontánea. b) Afectan a la **organización** tridimensional, como las fimbrina y la α -actinina, que permiten la formación de haces de filamentos de actina mediante el establecimiento de puentes cruzados entre filamentos, mientras otras, como la filamina, permiten la formación de estructuras reticulares. c) La cofilina, la katanina o la gesolina, provocan la **rotura y remodelación** de los filamentos de actina; d) Median en la **interacción** de los filamentos de actina con otras proteínas como la tropomiosina. e) Las proteínas de **anclaje** son intermediarias que permiten la unión de los filamentos de actina a estructuras celulares como los complejos de unión, a la membrana plasmática u otras membranas del interior celular. Algunas de estas proteínas pueden realizar **más de una función**.

Existen **factores adicionales** que condicionan la acción de estas proteínas accesorias, como la concentración de calcio, proteínas como las Rho-GTPasas, lípidos o la mayor o menor expresión génica. También hay drogas que afectan a la polimerización de los filamentos de actina. Por ejemplo, las citocalasinas impiden la polimerización y las faloidinas impiden la despolimerización.

3. Miosinas

Gran parte de las funciones que realizan los filamentos de actina se deben a su asociación con unas **proteínas motoras** denominadas **miosinas**. Se llaman motoras porque generan **fuerzas de tracción** con gasto de **ATP** y se mueven por el filamento de actina hacia el extremo más. Estas fuerzas pueden arrastrar estructuras celulares a lo largo del filamento de actina, o desplazar unos filamentos de actina sobre otros. Si la miosina está anclada lo que se mueve es el filamento de actina. Las miosinas forman en realidad una **familia de proteínas** muy diversa con más de **40** miembros en mamíferos.

4. Funciones

Forma celular

Bajo la membrana plasmática hay una **capa** de filamentos de actina de unos 100 nm de espesor (Figura 5) tramados entre sí por proteínas accesorias, y unidos a proteínas y lípidos de la membrana plasmática. También hay miosina que genera fuerzas entre filamentos de actina y cambia la disposición de la membrana. Esta capa permite a la célula resistir y contrarrestar fuerzas mecánicas, o generarlas, así como condicionar la **forma** de las células. Las células animales no poseen pared celular, por tanto la forma celular depende en gran medida de los filamentos de actina de la zona cortical de la célula.

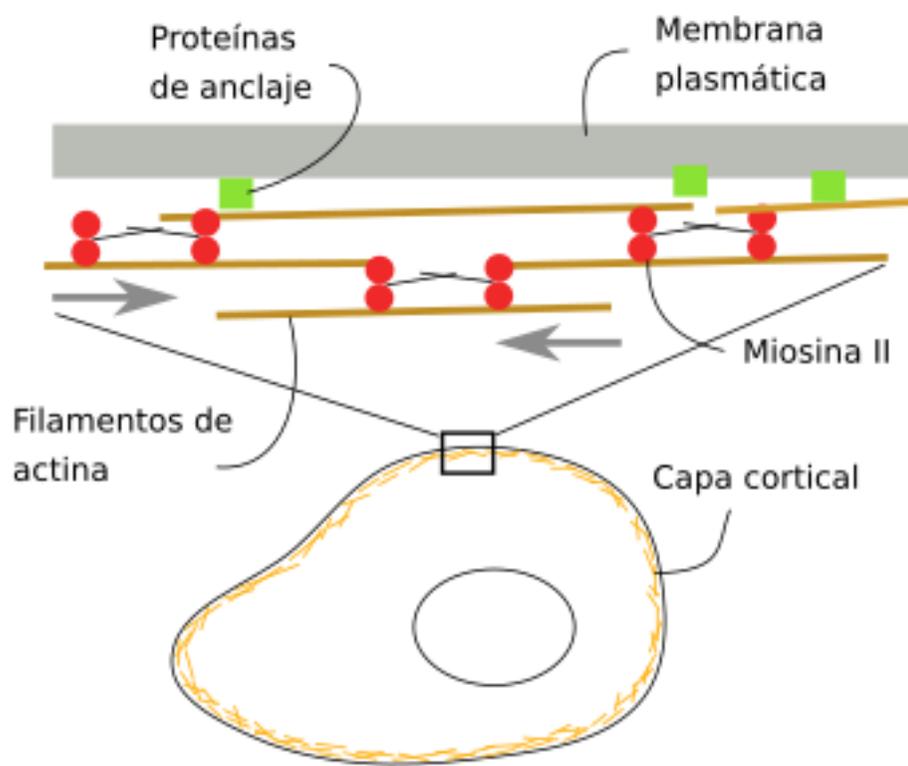


Figura 5. Filamentos de actina organizados en una capa bajo la membrana plasmática de las células animales.

En muchas células animales la forma celular también depende de cómo sean sus **contactos adhesivos** con la matriz extracelular o con otra células (Figura 6). Las **integrinas** median la adhesión de las células a la matriz extracelular. En su lado citosólico, estas moléculas están conectadas con los filamentos de actina de manera que se establece una continuidad estructural entre el citoesqueleto y el medio externo. Hay **complejos de unión** como las uniones estrechas y las uniones adherentes, en las que las proteínas de adhesión claudinas y ocludinas en las primeras, y en las cadherinas en las segundas, a través de proteínas interpuestas, están conectadas con los filamentos de actina.

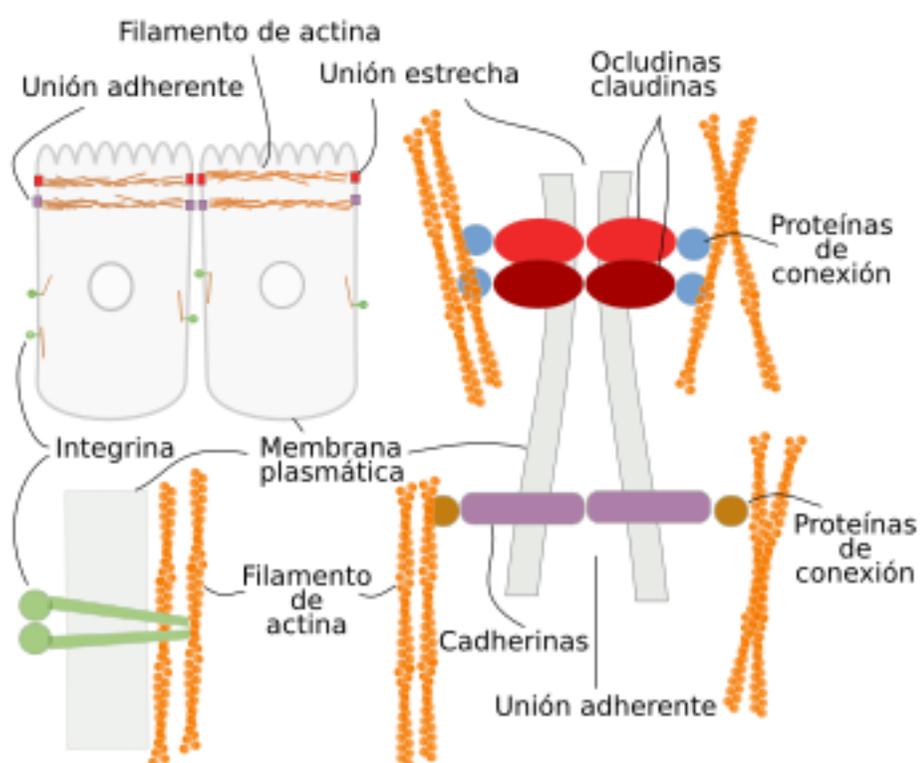


Figura 6. Algunas moléculas de adhesión están conectadas con los filamentos de actina mediante proteínas intermediarias.

Movimiento celular

Las células no nadan sino que se desplazan arrastrándose por el medio que las rodea, y

ello se hace por un mecanismo para **reptar**, como ocurre en las células embrionarias durante el desarrollo, en el desplazamiento de las amebas, en la invasión de los linfocitos de los tejidos infectados o en los conos de crecimiento de los axones cuando buscan sus dianas. Se sabe que para el desplazamiento celular se necesitan una serie de pasos: **extensión** de porciones citoplasmáticas hacia la dirección del movimiento, **adhesión** de éstas al sustrato y **arrastre** del resto de la célula mediante tracción hacia esos puntos de anclaje. Las extensiones citoplasmáticas reciben diferentes nombres según su forma y organización: **lamelipodios**, **filopodios** y **podosomas**. Todas ellas dependen de los filamentos de actina (Figura 7). De hecho es la **polimerización** de los filamentos de actina lo que empuja a la membrana plasmática y da forma a estas expansiones.

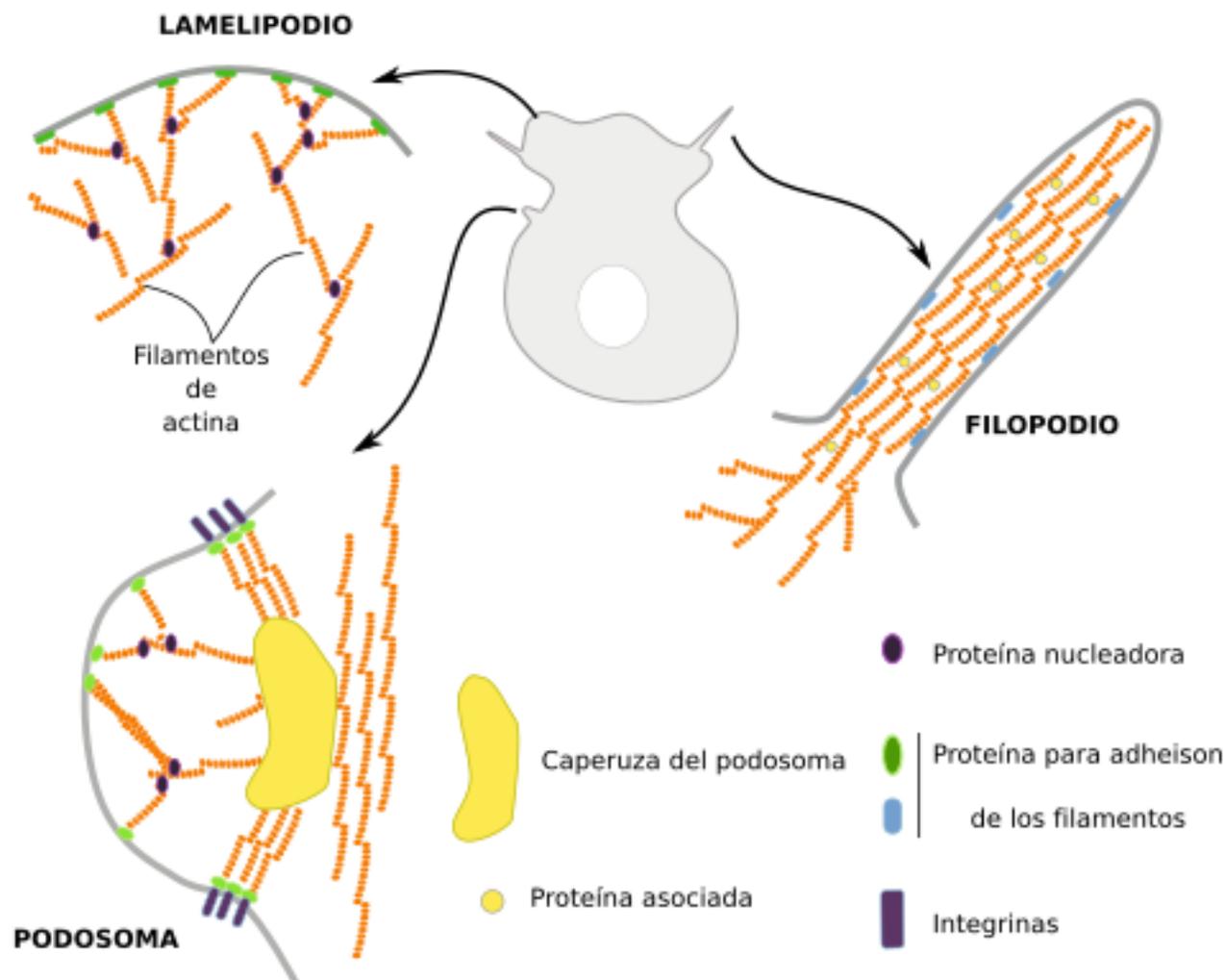


Figura 7. Expansiones celulares provocados por los filamentos de actina y sus proteínas accesorias.

Los **lamelipodios** son extensiones más o menos aplanadas producidas por la polimerización de filamentos de actina que se organizan en un entramado ramificado, en vez de formar haces. Los lamelipodios parecen ser un mecanismo para el desplazamiento celular, pero también participan en la macropinocitosis y fagocitosis. Los **filopodios** pueden surgir de los propios lamelipodios o de forma independiente. Los típicos tienen unas pocas micras de grosor y no más de 10 micras de longitud. Están formados por unas pocas docenas de filamentos de actina formando un haz. Los **podosomas** son un tipo de expansión celular que hace contacto con la matriz extracelular mediante integrinas localizadas en su superficie, y también cuentan con metaloproteinasas para degradar la matriz. Contienen un esqueleto central de filamentos de actina ramificado, rodeado por filamentos no ramificados de actina. Actúan a modo de mecanosensores que tantean medio que rodea a las células y están implicados en el desplazamiento celular.

Cuando estas expansiones contactan con algún lugar del medio extracelular, matriz

extracelular o la superficie de otra célula, se unen a él gracias a proteínas de adhesión como las integrinas. Una vez anclada, la célula arrastra sus componentes intracelulares hacia el lugar de adhesión. Este arrastre está mediado por las denominadas **fibras de estrés**, formadas por filamentos de actina y por miosina (Figura 8).

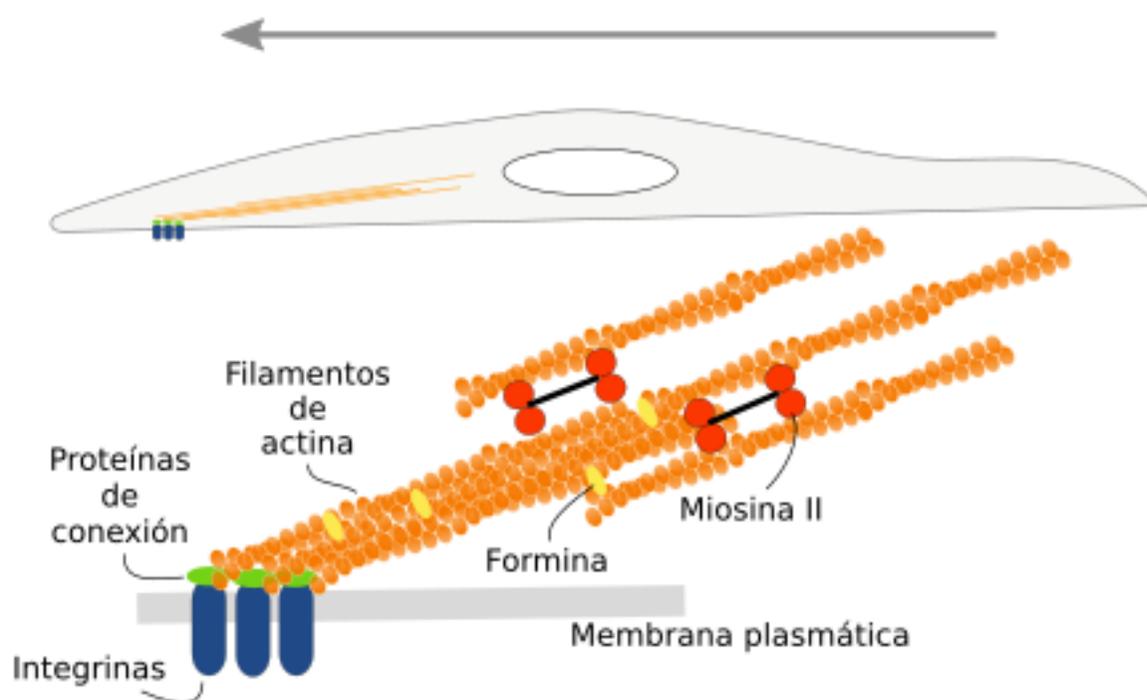
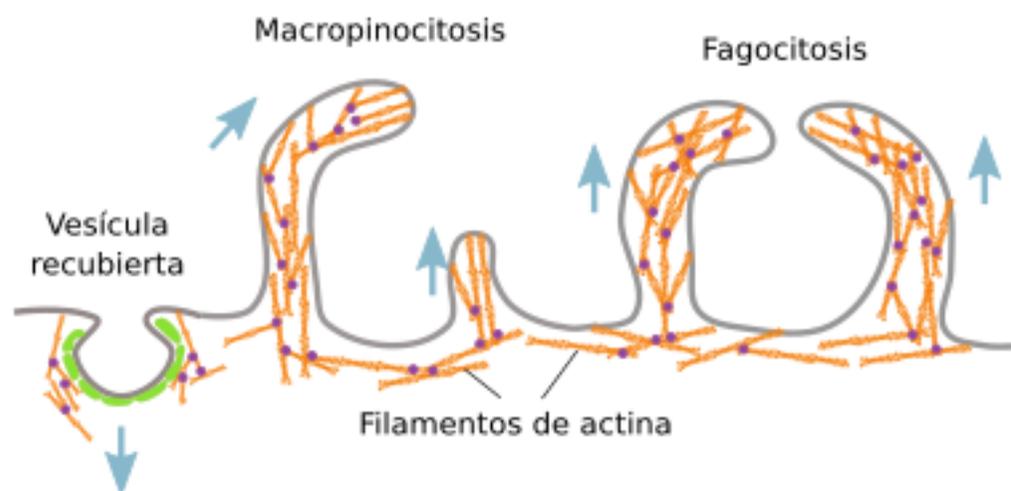


Figura 8. Haces de filamentos de actina formando las denominadas fibras de estrés durante el desplazamiento celular.

Organización interna

Los filamentos de actina que se encuentran próximos a la membrana plasmática, en la denominada corteza celular, participan en procesos de **formación de vesículas**, **macropinocitosis** y **fagocitosis** (Figura 9).



i
Formación y fusión de vesículas.

Figura 9. Los filamentos de actina en la formación de vesículas recubiertas, macropinocitosis y fagocitosis,

Los **orgánulos** han de moverse por el interior de la célula. Los filamentos de actina participan en estos movimientos con ayuda de la proteína motora miosina (Figura 10). La participación de los filamentos de actina es relevante en las células de las **plantas**, donde se encargan de la mayor parte del movimiento intracelular. El movimiento de los cloroplastos se puede observar bajo el microscopio, fenómeno conocido como ciclosis.

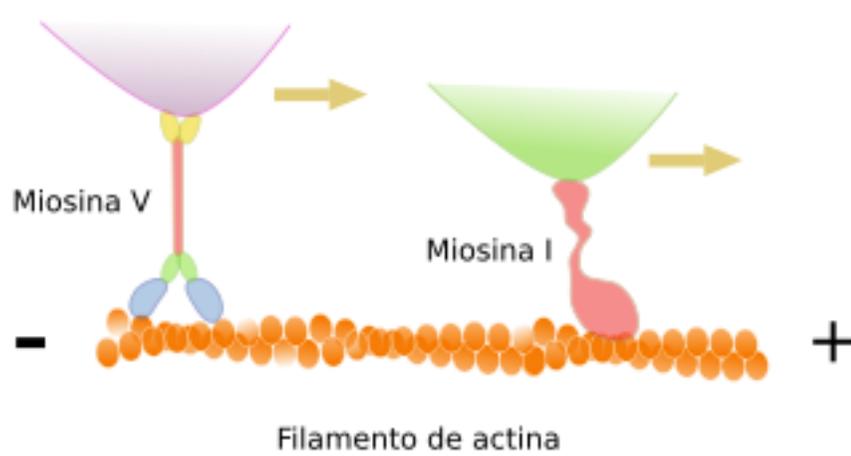
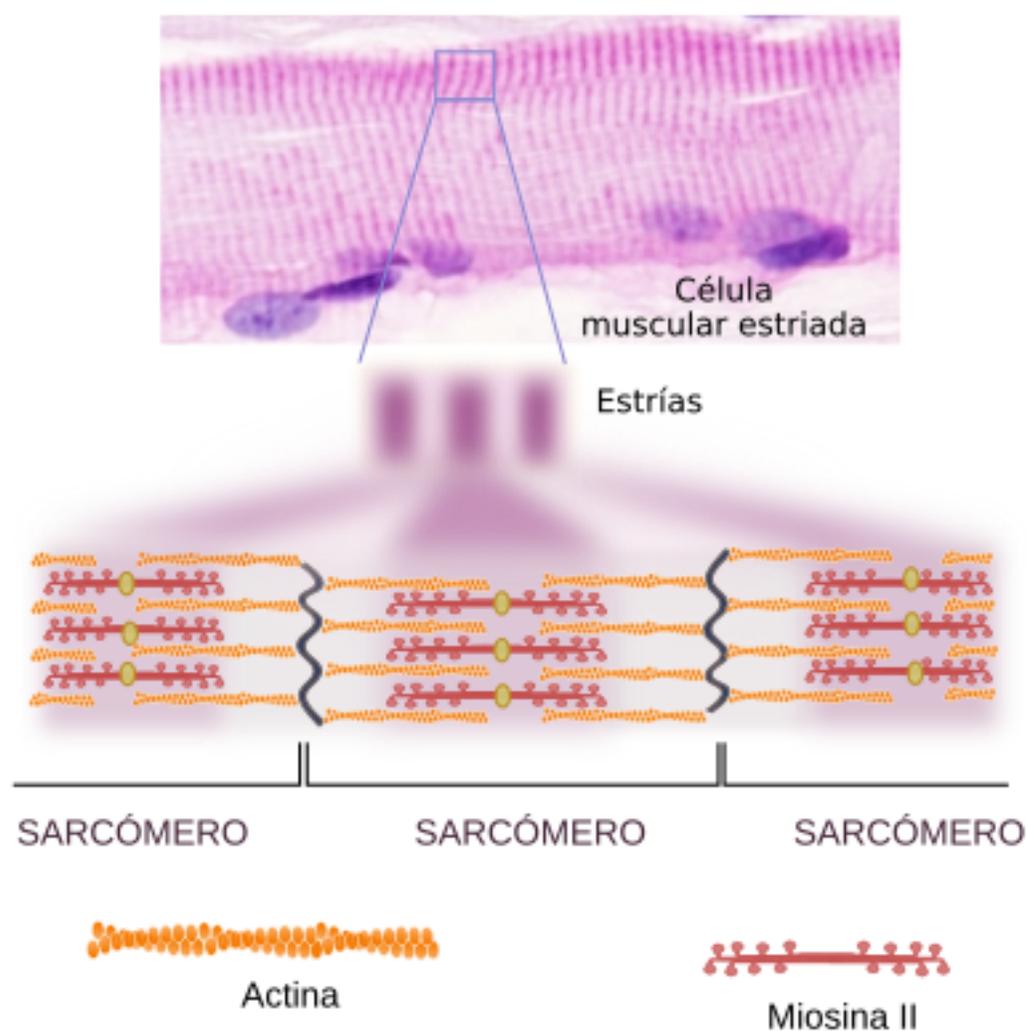


Figura 10. Los filamentos de actina funcionan como raíles por los cuales los orgánulos se transportan arrastrados por las miosinas.

Contracción muscular

En las células musculares muchas moléculas de miosina II se asocian para formar los filamentos gruesos del músculo, los cuales tienen una polaridad como una flecha de doble cabeza (Figura 11). En el músculo estriado cada una de estas cabezas arrastra a filamentos de actina (filamentos delgados) hacia el punto intermedio entre ellas, lo que se traduce en una **contracción celular**.



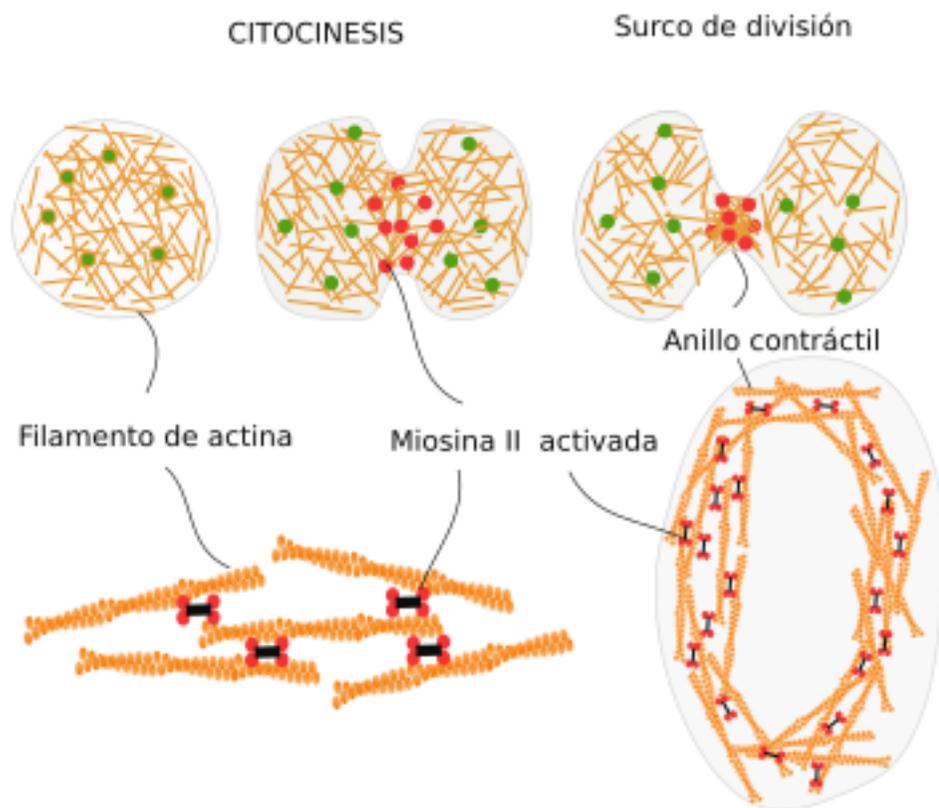
Célula muscular estriada

Figura 11. Los filamentos de actina y los de miosina II, forman el sarcómero de las células musculares.

Citocinesis

El **estrangulamiento** final del citoplasma durante el proceso de división de las células animales se produce gracias a la formación de un **anillo** de filamentos actina, que, ayudado por la miosina II, va estrechando su diámetro progresivamente hasta la separación completa de los

dos citoplasmas de las células hijas (Figura 12).

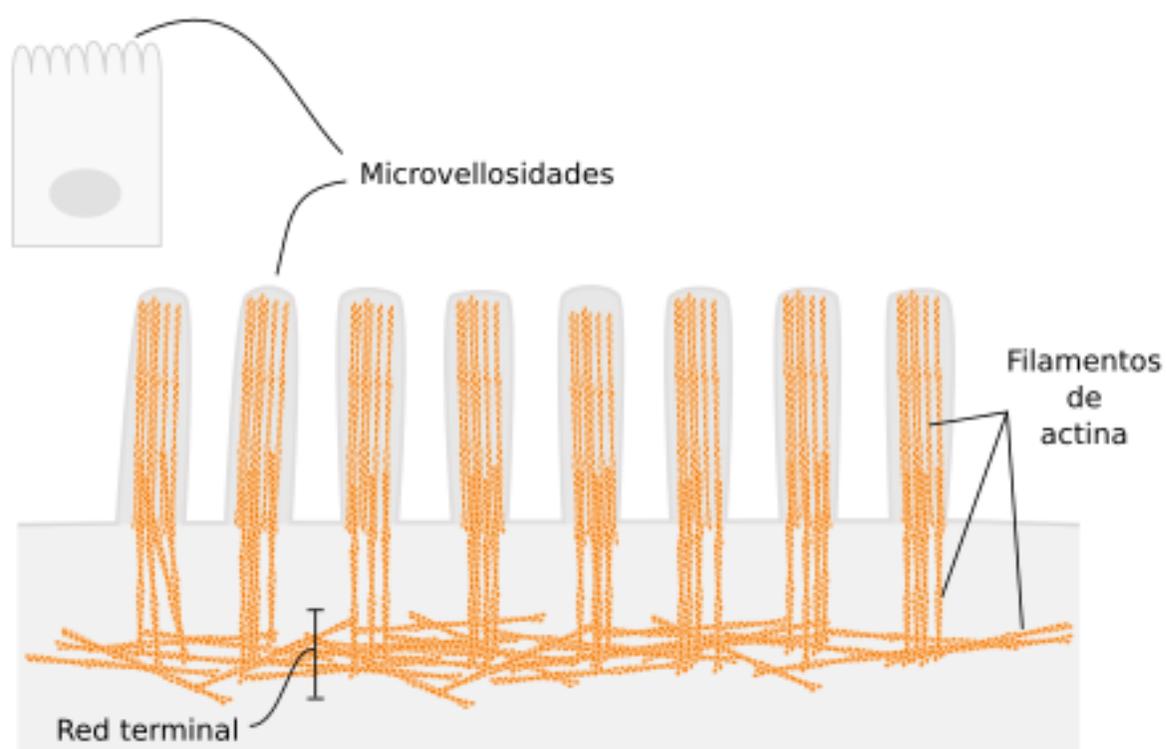


Citocinesis.

Figura 12. Los filamentos de actina, junto con la miosina II, estrangulan el citoplasma durante la citocinesis.

Microvellosidades

Las microvellosidades son expansiones filiformes estables que permiten a la célula aumentar enormemente la **superficie** de su membrana plasmática. Aparecen en muchos tipos celulares como las células epiteliales del tubo digestivo, las del tubo contorneado proximal del riñón, y otras muchas. Cada microvellosidad tiene de 1 a 2 μm de longitud y 0.1 μm de diámetro, y contiene en su interior varias **docenas** de filamentos de actina orientados paralelos al eje longitudinal (Figura 13). En la base de las microvellosidades aparece un entramado llamado **red terminal**, formado también por filamentos de actina, al cual se conectan los que forman las microvellosidades.



Microvellosidades

Figura 13. Los filamentos de actina son el esqueleto de las microvellosidades.

Svitkina TM. 2018. Ultrastructure of the actin cytoskeleton. *Current opinion in cell biology.* 54:1-8.

Rottner K, Faix J, Bogdan S, Linder S, Kerkhoff E. 2017. Actin assembly mechanisms at a glance. *Journal of cell science.* 130: 3427-3435. 

 Citoesqueleto

Microtúbulos 

Inicio / La célula / Citosol / Citoesqueleto / Filamentos de actina  

Actualizado: 08-09-2019. 20:16

[¿Cómo citar esta página?](#)

Atlas de Histología Vegetal y Animal
Depto. de Biología Funcional y Ciencias de la Salud.
Facultad de Biología.
Universidad de Vigo
España

Inicio
Mapa del sitio
Novedades
Descargas

La célula
Tipos celulares
Microscopio virtual
Técnicas histológicas

Tejidos animales
Tejidos vegetales
Órganos vegetales
Órganos animales

Agradecimientos

