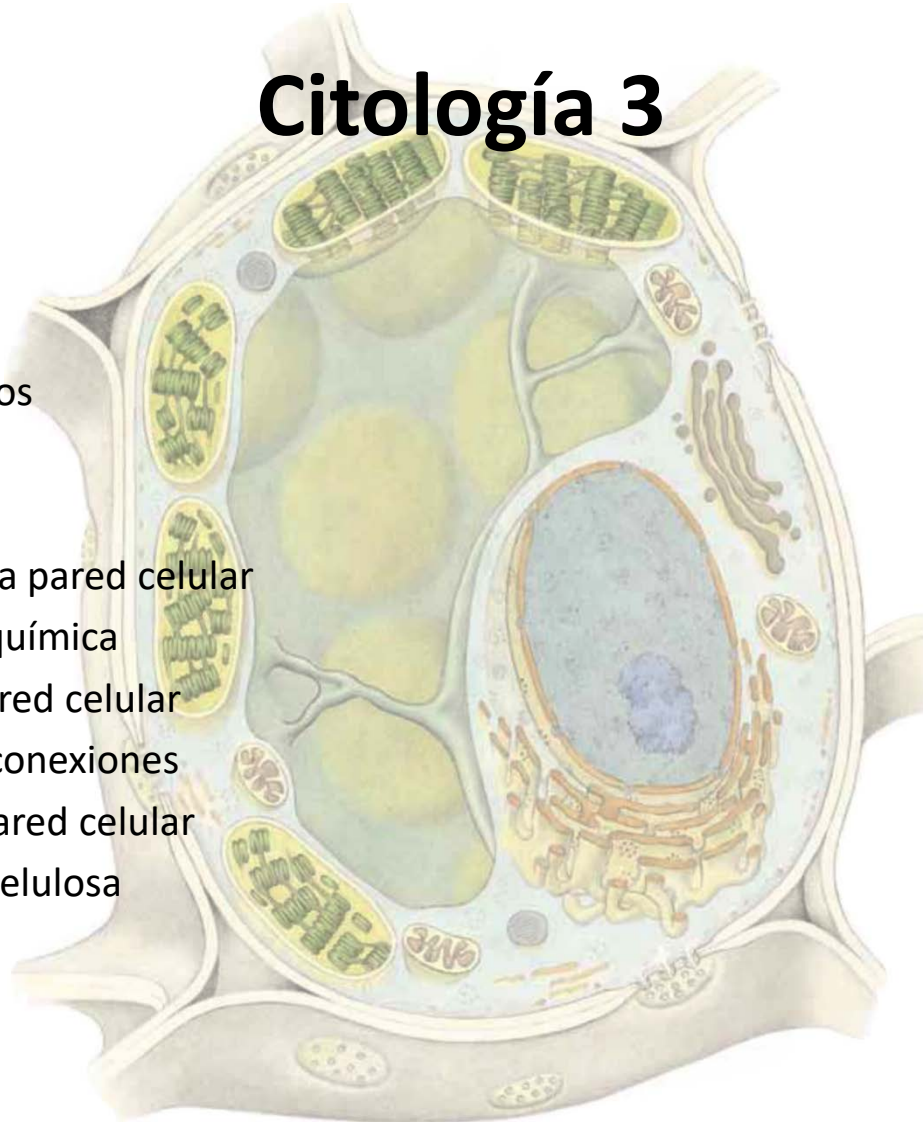
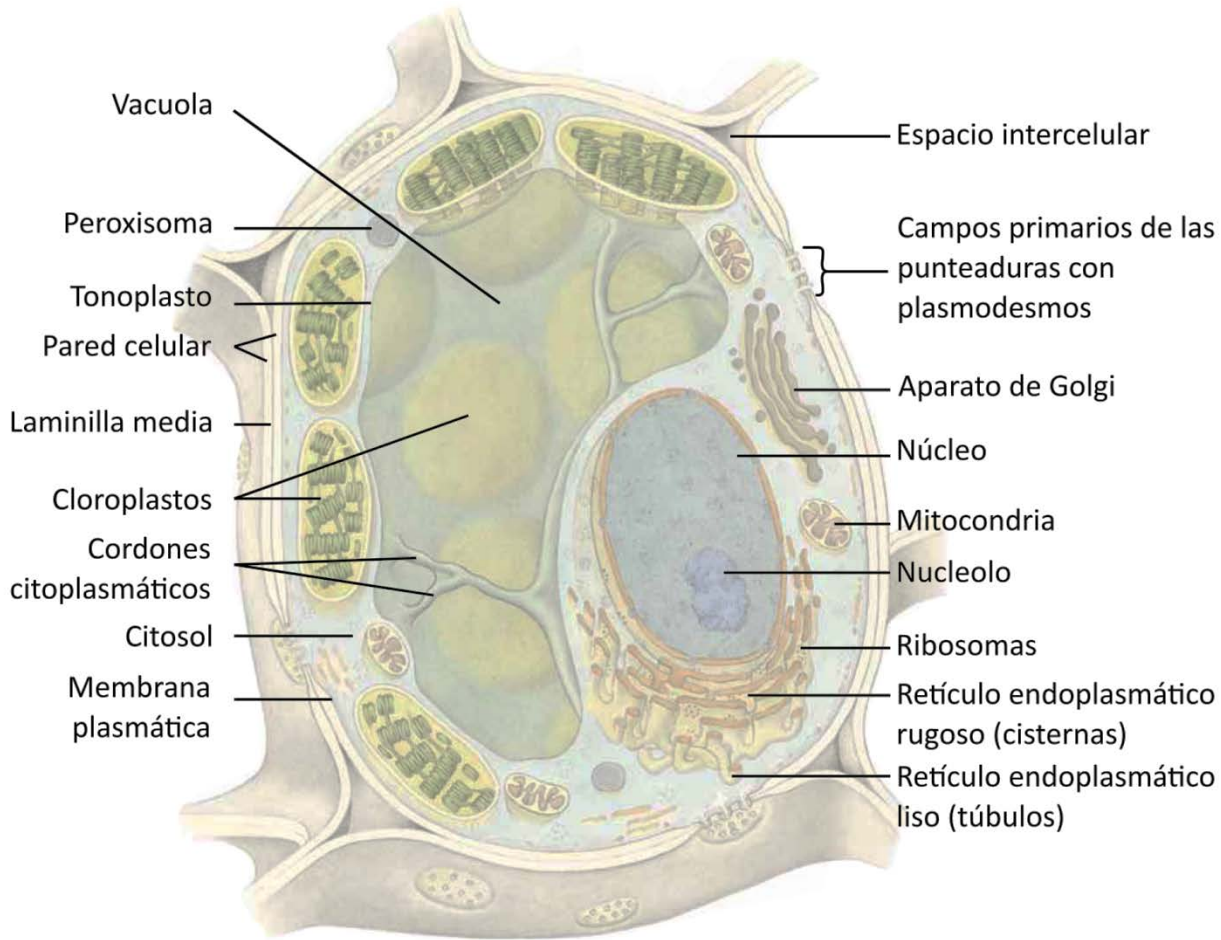


Citología 3

- Citoesqueleto
 - Microtúbulos
 - Microfilamentos
- Ribosomas
- Pared
 - Funciones de la pared celular
 - Composición química
 - Capas de la pared celular
 - Tipos de interconexiones
 - Origen de la pared celular
 - Síntesis de la celulosa

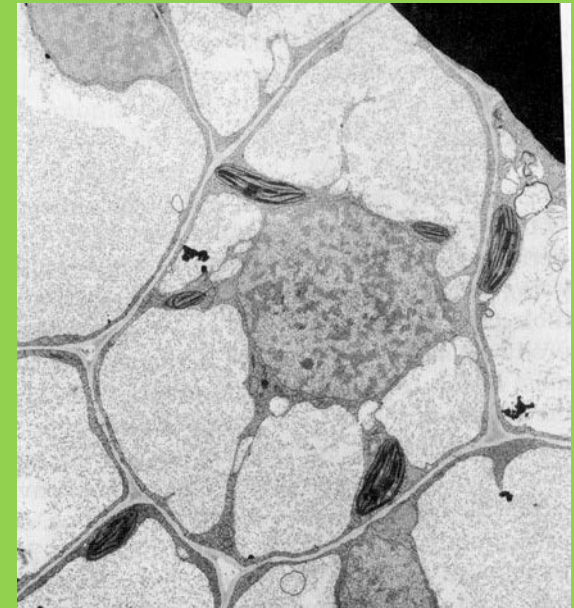


Célula vegetal: estructuras



Esquema modificado de Evert y Eichhorn 2013

Fotografía obtenida con
microscopio electrónico



Célula vegetal: estructuras

PARED CELULAR	Laminilla media Pared primaria Pared secundaria Plasmodesmos	
PROTOPLASTO o PROTOPLASMA	Núcleo	Envoltura nuclear (Carioteca) Nucleoplasma Cromatina Nucleolo
	Citoplasma	Membrana citoplasmática (Plasmalema)
		Citosol
		Organelas rodeadas por dos membranas: Plastos o plastidios Mitocondrias
		Organelas rodeadas por una membrana: Peroxisomas Vacuolas (rodeadas por tonoplasto)
		Sistema endomembranoso: Retículos endoplasmáticos Aparato de Golgi o Dictiosomas Vesículas
		Citoesqueleto: Microtúbulos Microfilamentos
		Ribosomas
		Cuerpos o gotas lipídicas

Citoesqueleto

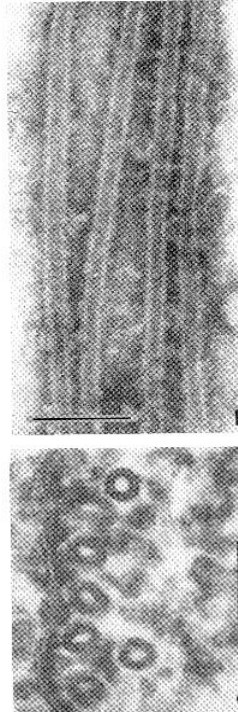
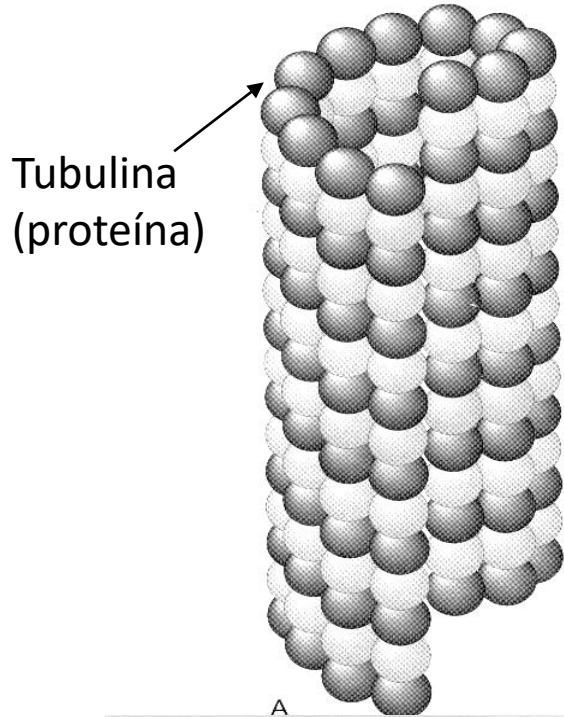
Microtúbulos y microfilamentos

Microtúbulos:

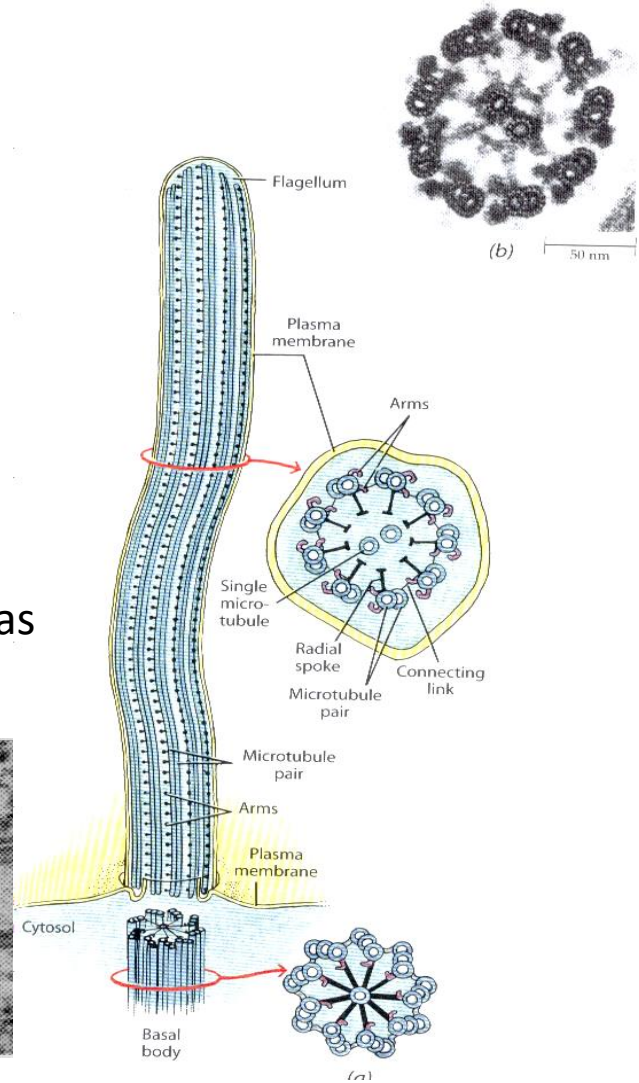
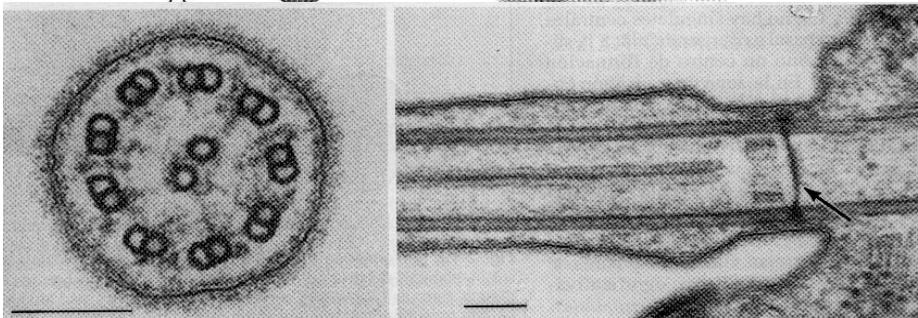
- **sistema de estructuras no membranosas largas**, delgadas y cilíndricas de aproximadamente **24 nm** de diámetro y longitud variable.
- son subunidades de la **proteína tubulina** ensambladas **en hélice y formando 13 filamentos verticales** alrededor de un hueco central.

Citoesqueleto

Microtúbulos



Fotografías ME



Citoesqueleto: Microtúbulos

- estructuras dinámicas: se fragmentan o ensamblan de acuerdo al ciclo celular.
- se forman en los centros de organización de los microtúbulos.
- están implicados en el crecimiento ordenado de la pared celular, y **alineamiento de las microfibrillas de celulosa** (la expansión celular es gobernada por el alineamiento de las microfibrillas).
- **dirigen las vesículas de los dictiosomas** a la pared en formación, y **dirigen las fibras del huso** que se forman en las células en división, e intervienen en la formación de la **placa celular**.
- forman parte de **flagelos y cilias**, e intervienen en el movimiento.

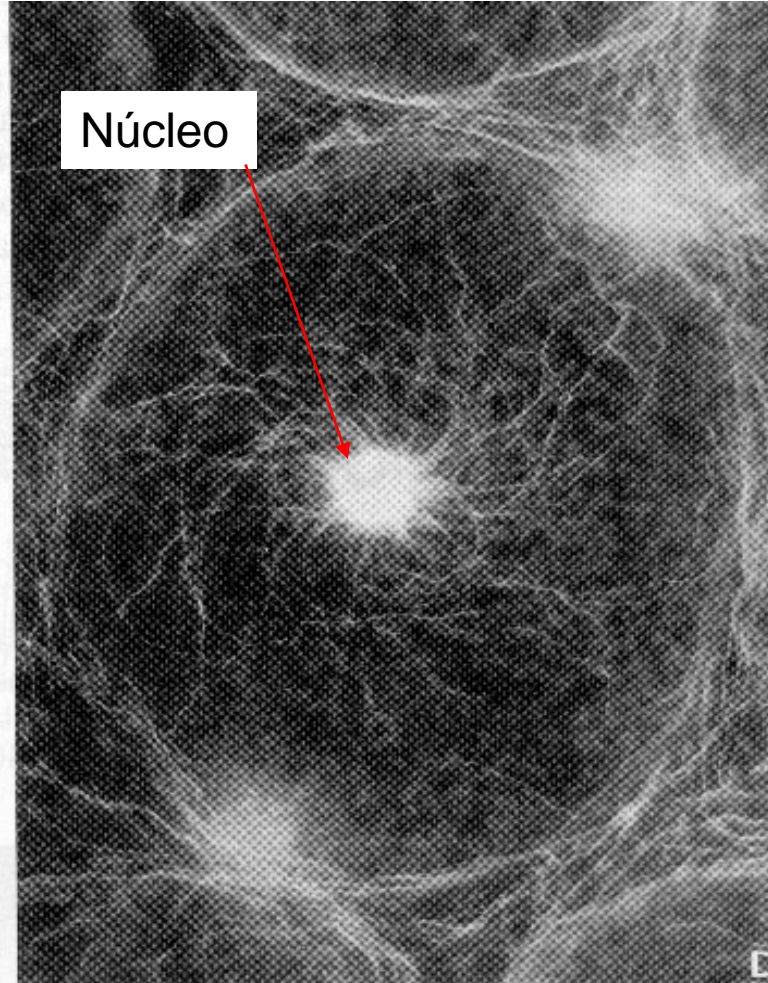
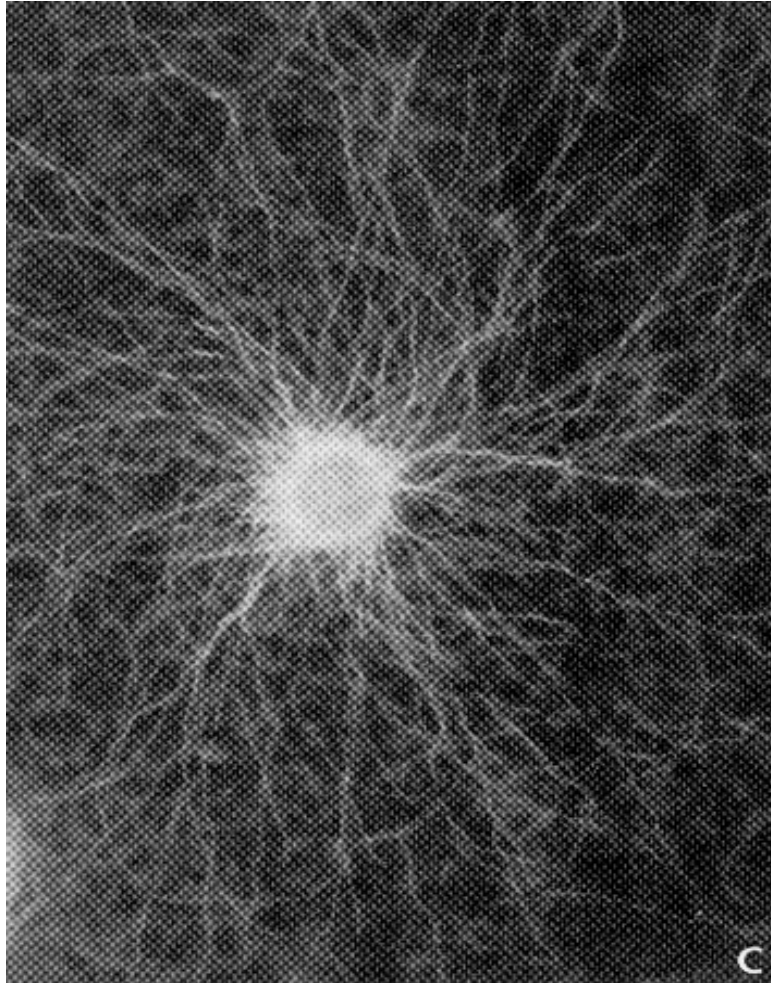
Citoesqueleto: Microfilamentos

Microfilamentos:

- constituídos por proteínas contráctiles, actinas, en forma de largos filamentos de **5-7 nm** de diámetro, que se disponen en haces y participan en el flujo citoplasmático (movimiento de estructuras y organelas en el citoplasma).
- **Enrejado microtrabecular** tridimensional de finas hebras (**3-6 nm**) que divide a la célula en:
 - una fase rica en proteínas (hebras) y
 - otra fluida rica en agua entre los espacios del enrejado, tomando una consistencia de gel.
- esta estructura da puntos de fijación a las organelas y favorece la comunicación y transporte celular.

Citoesqueleto: Microfilamentos

Citoesqueleto puesto de manifiesto por inmunofluorescencia



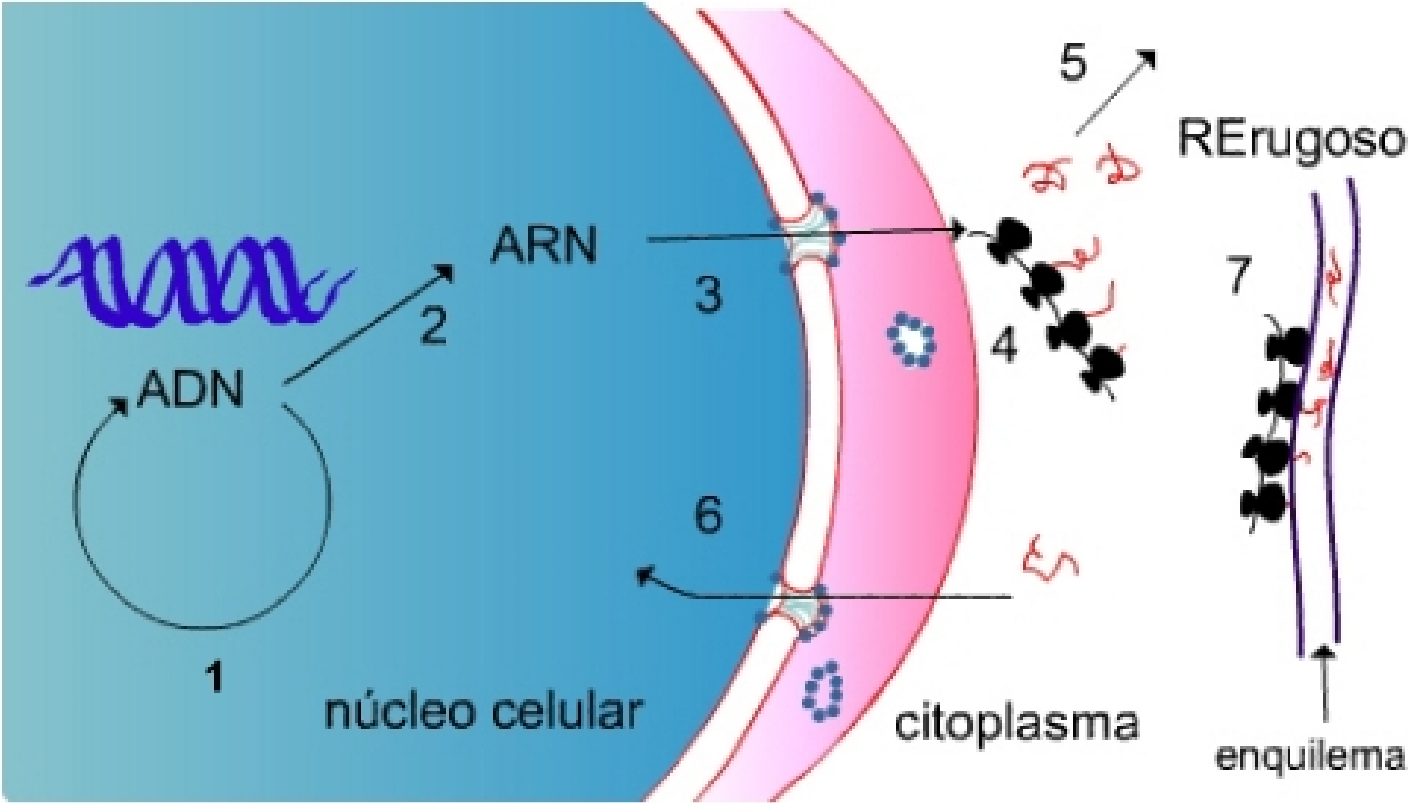
Célula vegetal: estructuras

<p>PARED CELULAR</p>	<p>Laminilla media Pared primaria Pared secundaria Plasmodesmos</p>	
<p>PROTOPLASTO o PROTOPLASMA</p>	<p>Núcleo</p>	<p>Envoltura nuclear (Carioteca) Nucleoplasma Cromatina Nucleolo</p>
	<p>Citoplasma</p>	<p>Membrana citoplasmática (Plasmalema)</p>
		<p>Citosol</p>
		<p>Organelas rodeadas por dos membranas: Plastos o plastidios Mitocondrias</p>
		<p>Organelas rodeadas por una membrana: Peroxisomas Vacuolas (rodeadas por tonoplasto)</p>
		<p>Sistema endomembranoso: Retículos endoplasmáticos Aparato de Golgi o Dictiosomas Vesículas</p>
		<p>Citoesqueleto: Microtúbulos Microfilamentos</p>
		<p>Ribosomas</p>
		<p>Cuerpos o gotas lipídicas</p>

Ribosomas

- Son pequeñas organelas de 17-23 nm (visibles solamente con microscopio electrónico)
- sin membrana,
- en los cuales ocurre la **síntesis de proteínas a partir de aminoácidos**.
- constituidas por dos subunidades de proteínas y ARN en iguales proporciones. Estas subunidades son ensambladas en el nucleolo.
- Se ubican en contacto con la membrana externa del núcleo y asociados al Retículo Endoplasmático (rugoso) donde participan en la síntesis de proteínas.
- Se organizan en grupos de 5-100 ribosomas (polirribosomas o polisomas).
- Los plastos y mitocondrias poseen ribosomas similares a los de los organismos procariotas.

Ribosomas



Célula vegetal: estructuras

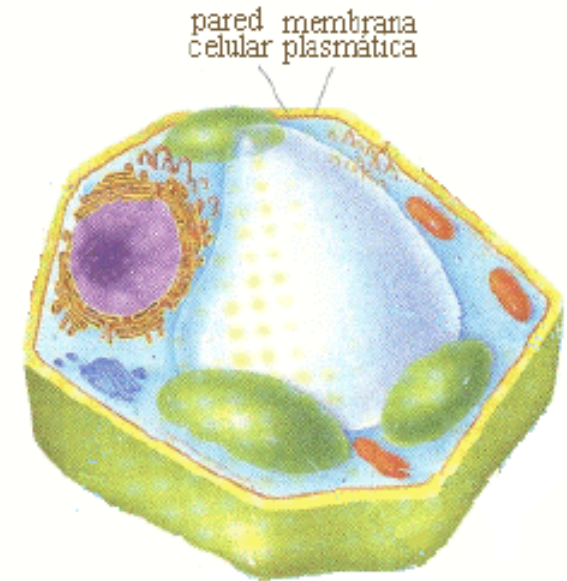
PARED CELULAR	Laminilla media Pared primaria Pared secundaria Plasmodesmos	
PROTOPLASTO o PROTOPLASMA	Núcleo	Envoltura nuclear (Carioteca) Nucleoplasma Cromatina Nucleolo
	Citoplasma	Membrana citoplasmática (Plasmalema)
		Citosol
		Organelas rodeadas por dos membranas: Plastos o plastidios Mitocondrias
		Organelas rodeadas por una membrana: Peroxisomas Vacuolas (rodeadas por tonoplasto)
		Sistema endomembranoso: Retículos endoplasmáticos Aparato de Golgi o Dictiosomas Vesículas
		Citoesqueleto: Microtúbulos Microfilamentos
		Ribosomas
		Cuerpos o gotas lipídicas

Pared celular

Definición: envoltura rígida que rodea el protoplasto de las células vegetales

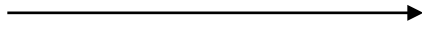
Funciones:

- determina la forma y tamaño de la célula
- previene la rotura de la membrana plasmática
- soporte mecánico de la planta
- protección contra patógenos potenciales
- define las interrelaciones celulares (vía apoplasto)
- participa de absorción, transporte y secreción de las plantas
- en tejidos externos: protege contra abrasión del viento, UV y desecación
- puede provocar cambios en las propiedades del plasmalema



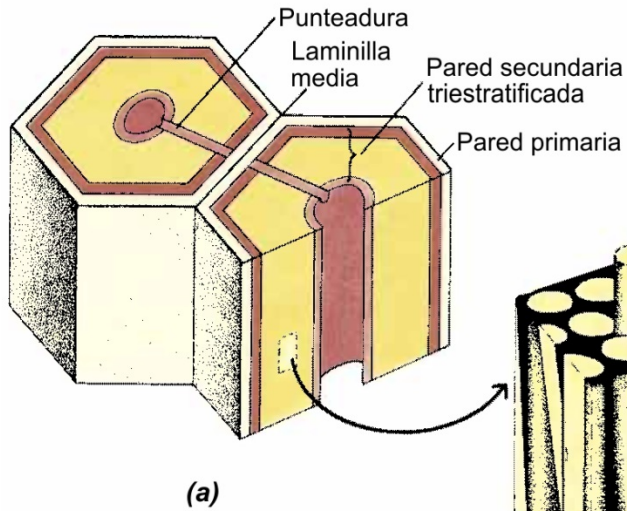
Pared celular: composición química

celulosa

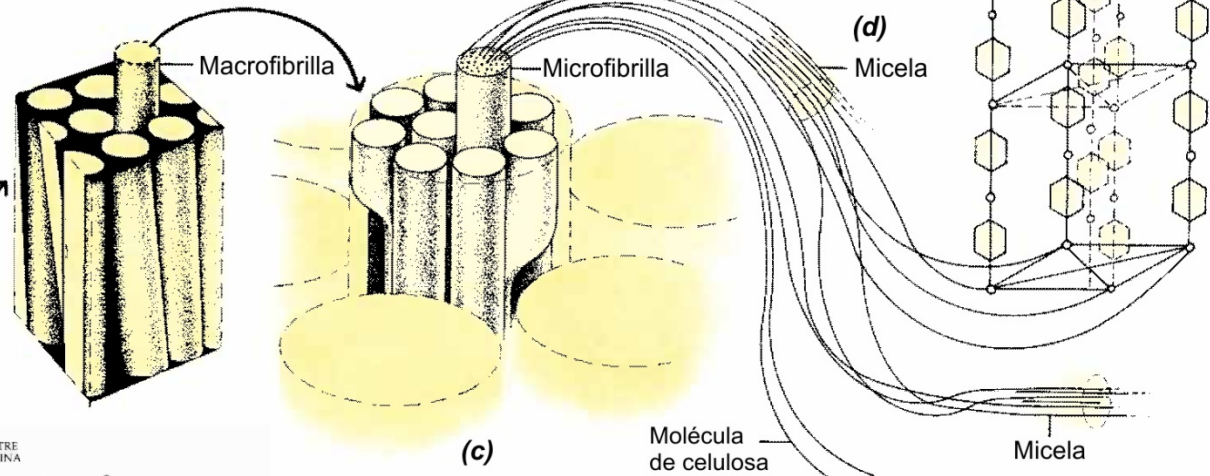


determina la arquitectura de la pared
fuerza mecánica

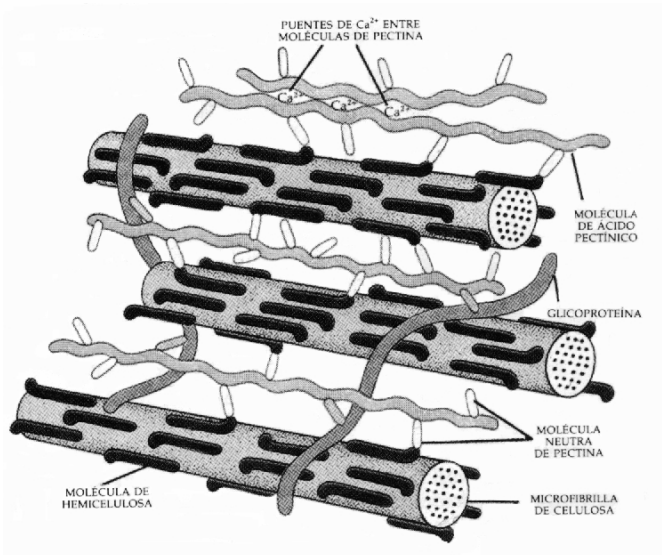
Pared celular: estructura



macrofibrillas = 0,5 μ m y 4 μ m long.
microfibrillas = 10 - 25 nm



Modificado de Evert y Eichorn 2013



Interconexión entre las microfibrillas y los componentes de la matriz (pectinas, hemicelulosas y glicoproteínas)

Pared celular: composición química

celulosa → determina la arquitectura de la pared
fuerza mecánica

componentes de la matriz

hemicelulosas → limita extensibilidad de la pared

compuestos pécticos → plasticidad

proteínas → síntesis, transferencia e hidrólisis macromoléculas

oligosacarinas → señalamiento a través de receptor de plasmalema

lignina → rigidez y resistencia a la compresión

cutina, suberina, ceras → reducen pérdida de agua

calosa → floema, microsporogénesis, cicatrización y estrés

agua → enlaces hidrógeno y conformación polímeros
solvente iones y pequeñas moléculas

Pared celular: organización

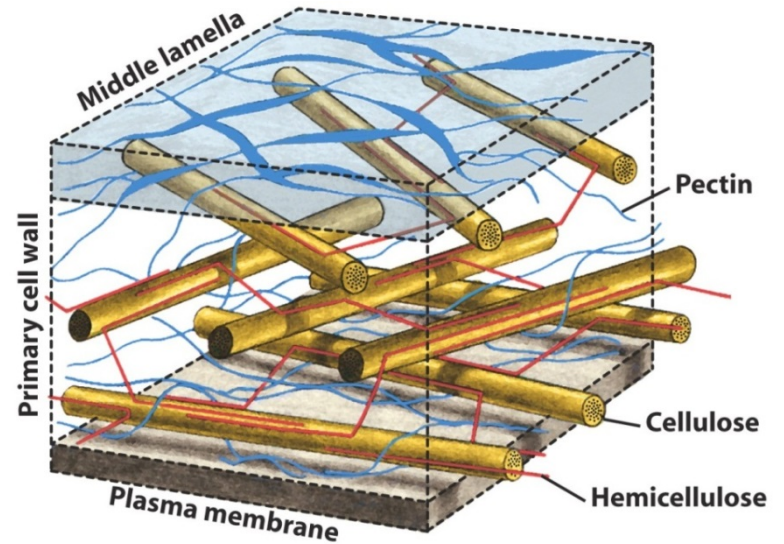
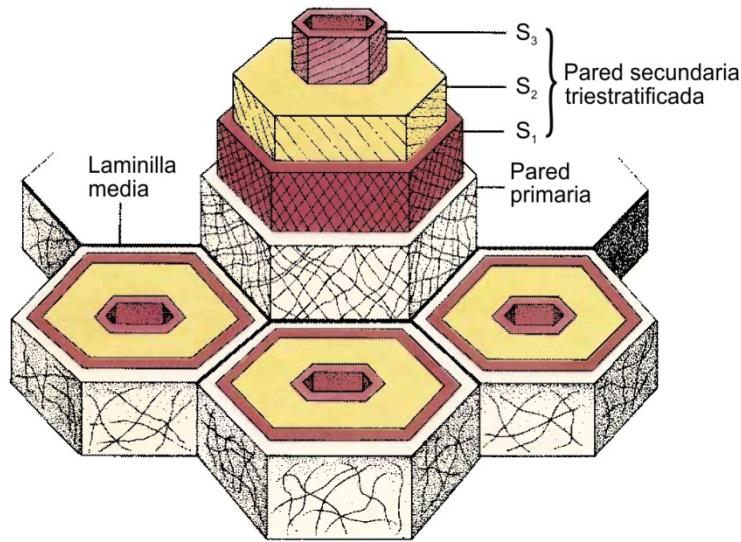


Figure 3-27b
Biology of Plants, Seventh Edition
© 2005 W. H. Freeman and Company

laminilla media

delgada, amorfa, coloidal
muy hidrofílica

sust. pécticas

pared primaria

50-100 nm, plástica y extensible
muy hidratada, permeable

celulosa 30-40 %
hemicelulosa 25 %
sust. pécticas 30 %
proteínas 5-10 %

pared secundaria

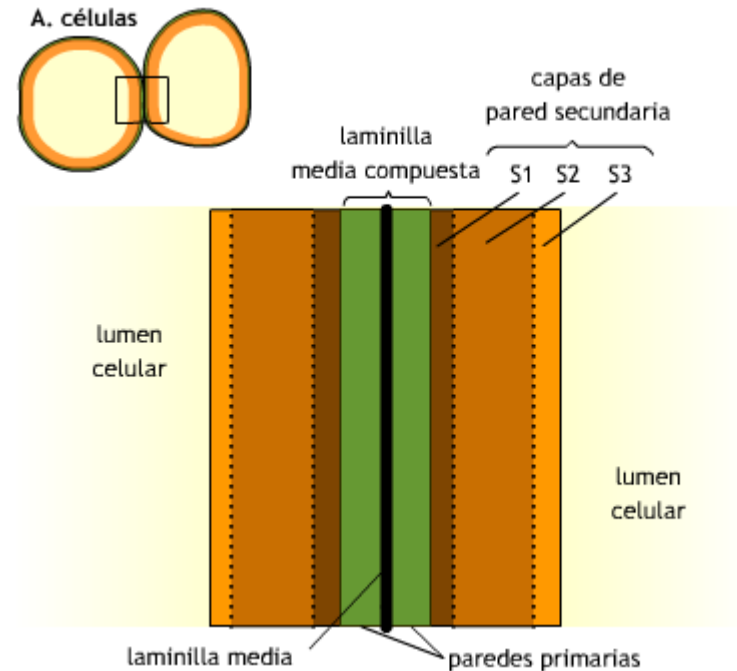
rígida, difícilmente deformable
poco hidratada

celulosa 60-70 %
hemicelulosa } 15-35 %
lignina }

Pared celular: organización

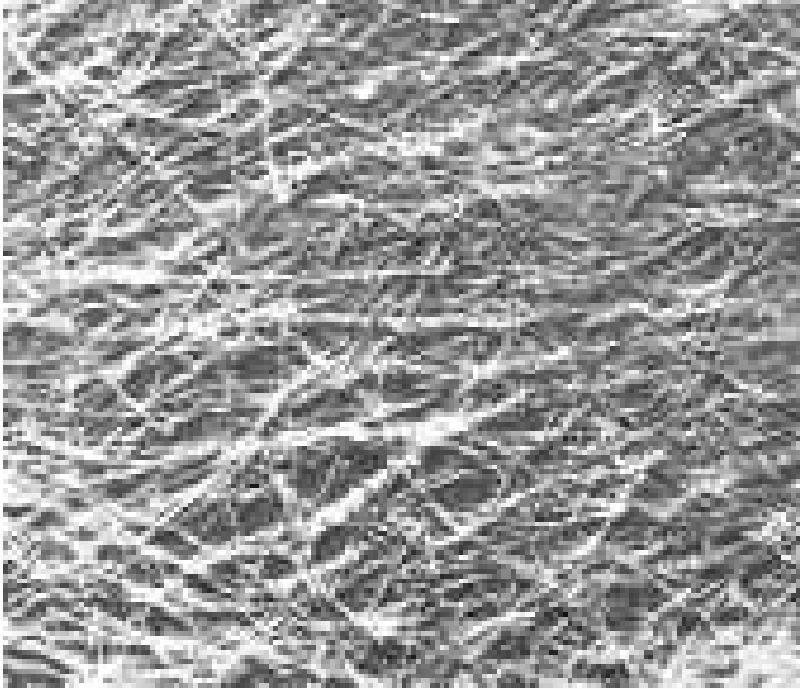
LAMINILLA MEDIA

- Se inicia como "**placa celular**", en el momento de la división celular.
- Amorfa y ópticamente inactiva.
- Compuesta principalmente de **sust. pécticas** (ácido péctico: unión de moléculas de ácido galacturónico; pectatos: ácido péctico + iones metálicos, como Ca o Mg).
- En tejidos leñosos generalmente está lignificada.
- En los tejidos adultos, difícil de identificar porque se vuelve extremadamente tenue.



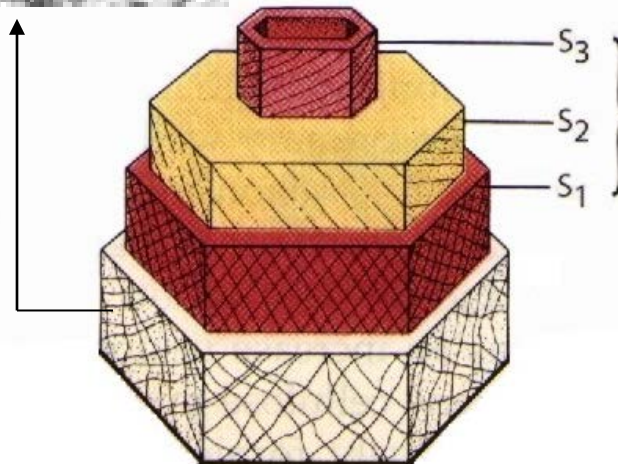
Fuente: biologia.edu.ar/botanica

Pared celular: organización



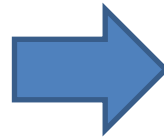
- Formada por **microfibrillas de celulosa** dispuestas en forma **desordenada**
- Matriz de hemicelulosa, sust. pécticas, proteínas y agua.
- Crecimiento en superficie (intususcepción) y espesor (aposisición)

PARED PRIMARIA



Pared celular: organización

- Células que se dividen continuamente
- Células implicadas en proceso metabólicos (fotosíntesis, respiración y secreción)



Sólo tiene paredes primarias

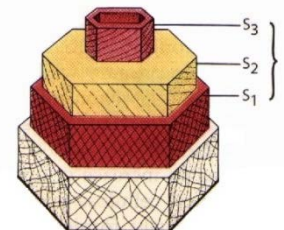


+ protoplastos vivos

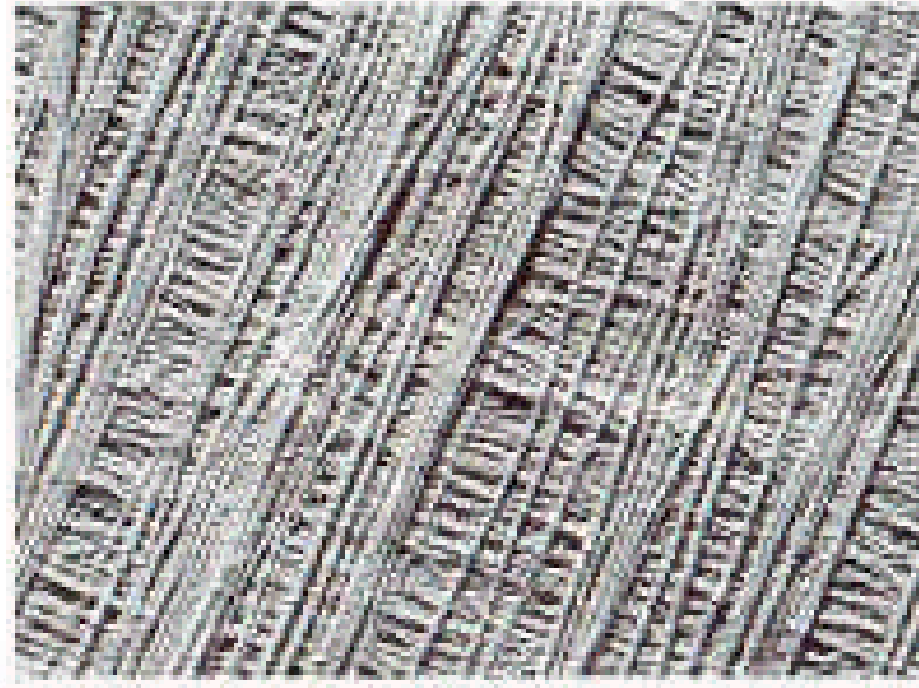
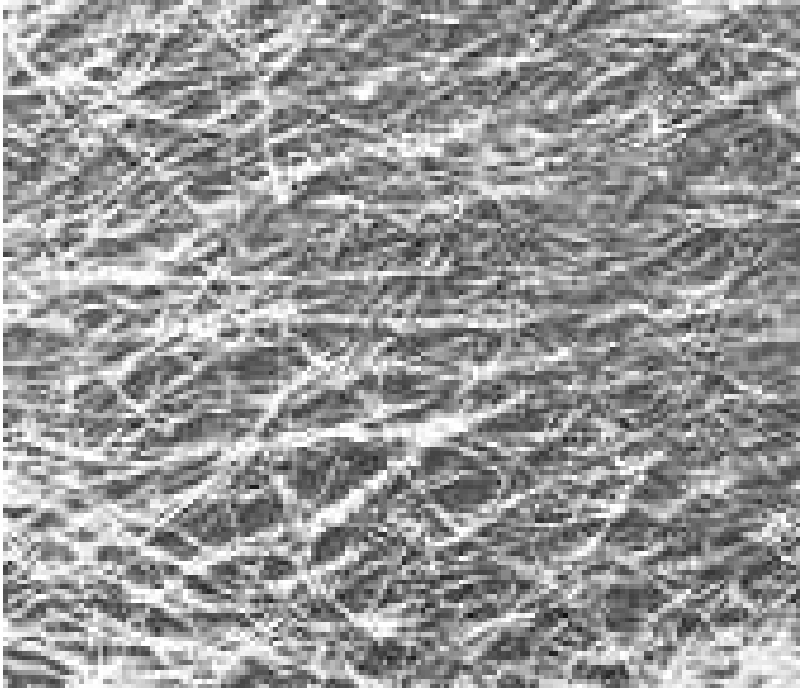
Capaces de perder su forma celular especializarse, dividirse y diferenciarse en nuevos tipos de célula



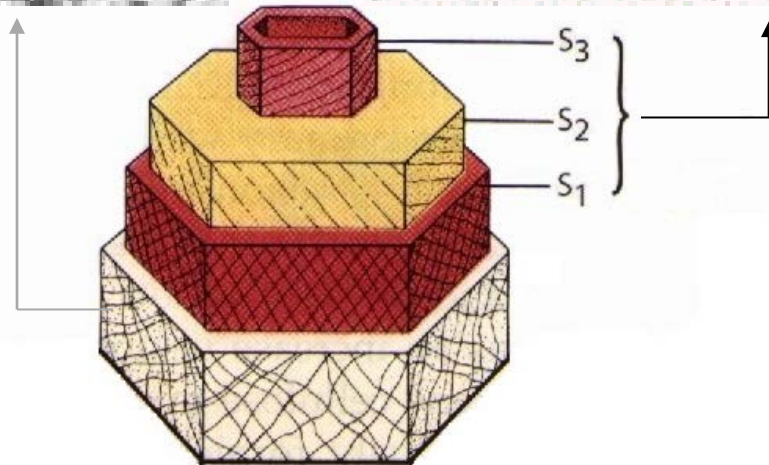
Implicadas en la cicatrización y regeneración de la planta.



Pared celular: organización



pared primaria



pared secundaria

Pared celular: organización

PAREDES SECUNDARIAS

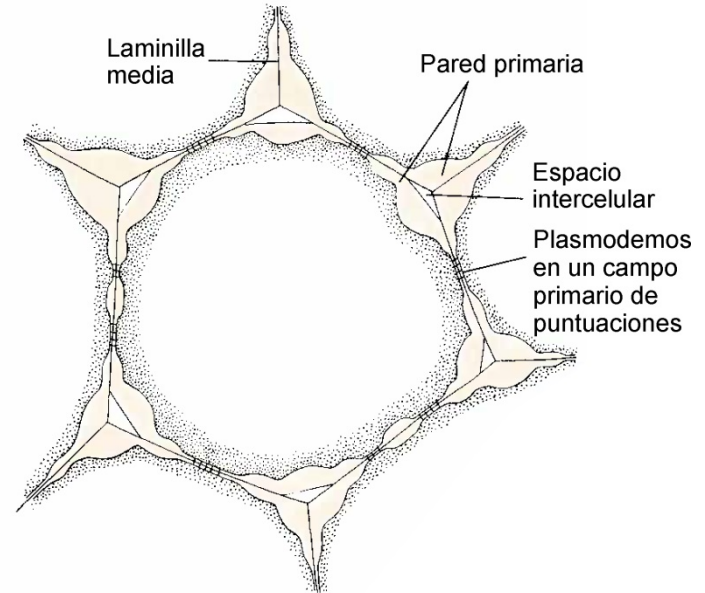
- Microfibrillas de celulosa dispuestas de manera ordenada y con una estructura más densa que la pared 1^{ra}.
- importantes en células especializadas que realizan funciones tales como el fortalecimiento y la conducción de agua;
- en estas células, **el protoplasto a menudo muere luego de la depositación de la pared 2^o**
- **celulosa más abundante que en las primarias,**
- ausencia de sustancias pécticas y glucoproteínas
- rígidas y difícilmente deformables
- matriz de la pared secundaria compuesta por hemicelulosa
- **tres capas** distintas: S1 (más externa)
S2 (media)
S3 (interna)

Pared celular: comunicación entre células

Pared primaria



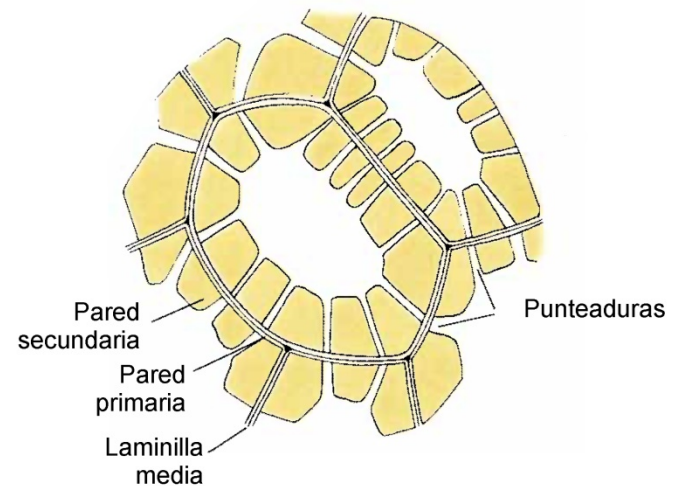
Campos primarios de puntuaciones



Pared secundaria



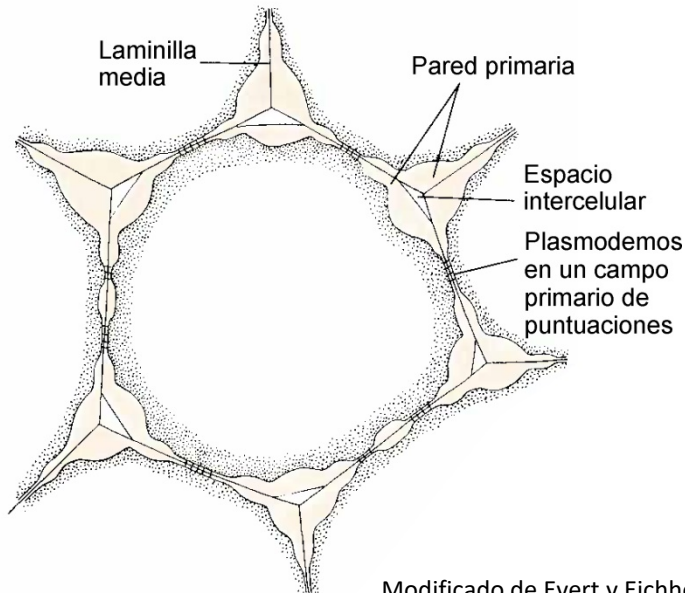
Punteaduras



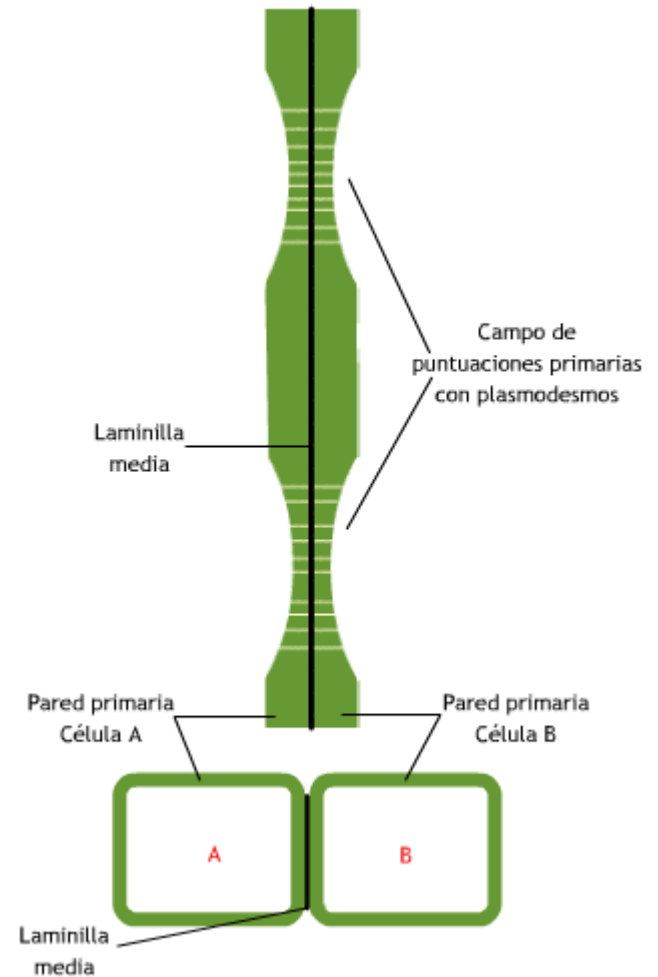
Pared celular: campos primarios de puntuaciones

CAMPOS PRIMARIOS DE PUNTUACIONES

- zonas adelgazadas (no interrupciones), deprimidas de las paredes primarias,
- en el límite del campo primario de puntuación, las microfibrillas se disponen paralelamente, formando un círculo u óvalo



Modificado de Evert y Eichhorn 2013



Fuente: biologia.edu.ar/botanica

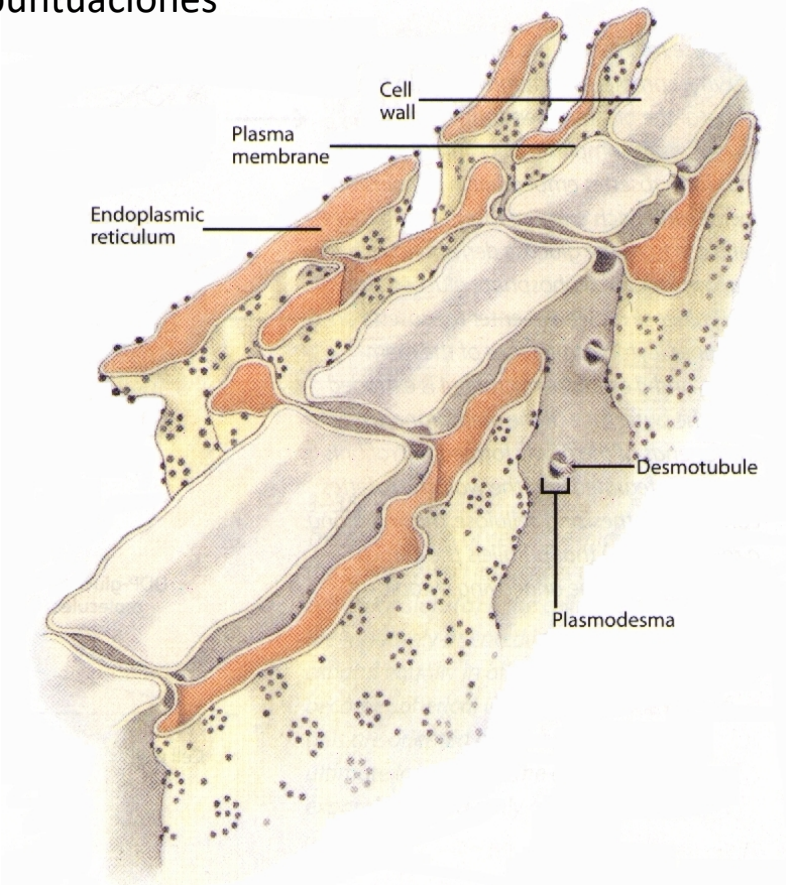
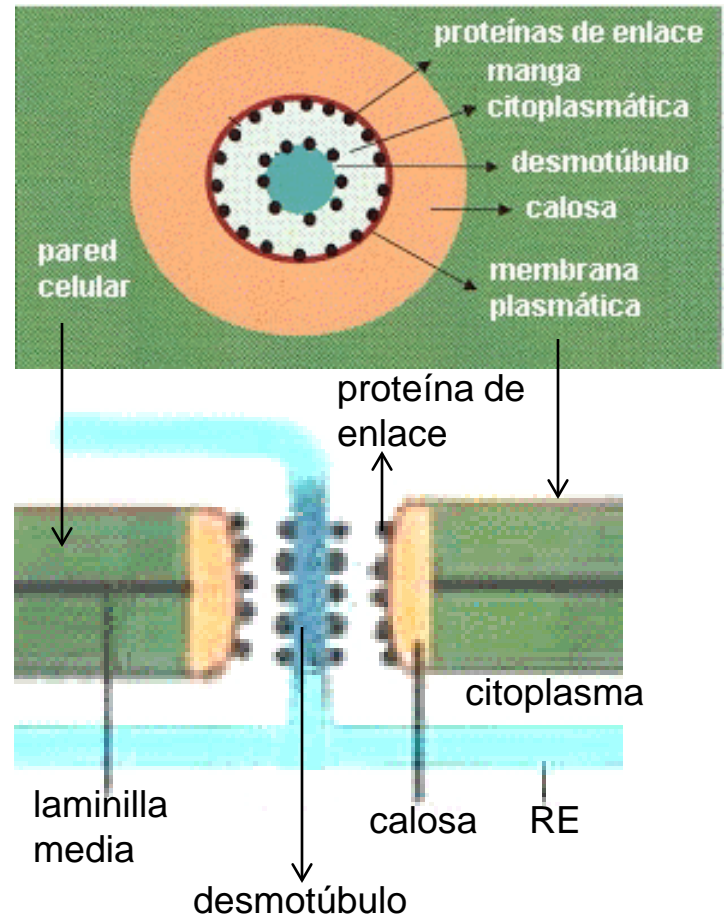
Pared celular: plasmodesmos

PLASMODESMOS

complejos de **transporte simplástico** intercelular de macromoléculas (azúcares solubles, aminoácidos, nucleótidos libre, partículas virales) que conectan células vecinas a través de campos primarios de puntuaciones

Transferencia

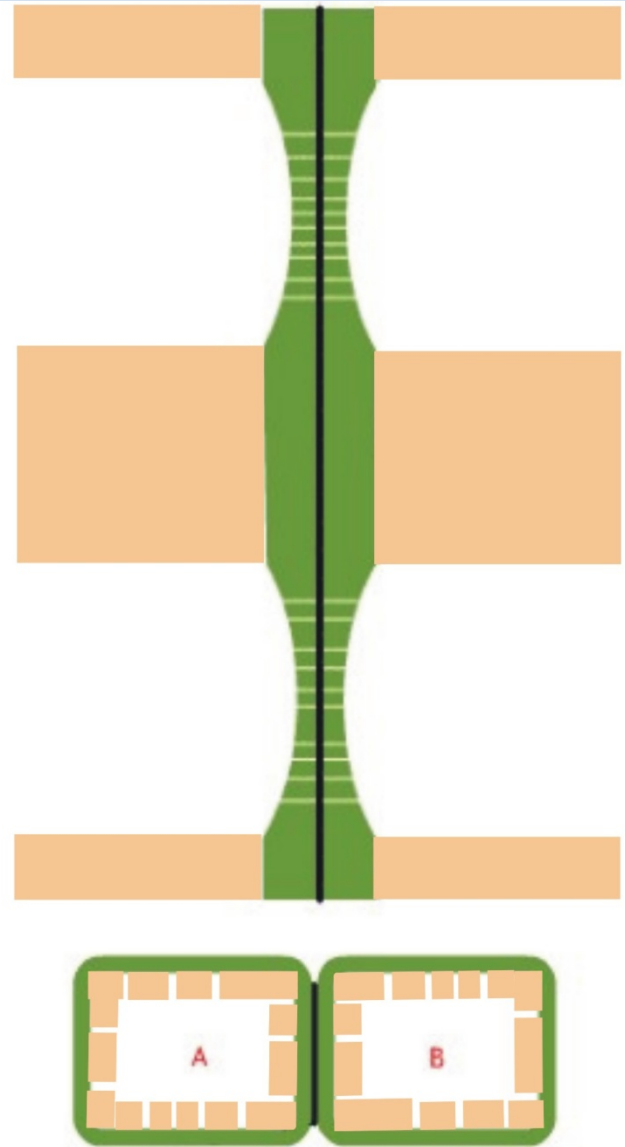
plasmalema
citoplasma
desmotúbulo



Pared celular: punteaduras

PUNTEADURA (o puntuación)

- discontinuidad o interrupción en el depósito de pared secundaria a nivel de un campo primario de puntuación, aunque también pueden diferenciarse en zonas donde no había campos primarios.
- la laminilla media y las dos paredes primarias situadas entre las dos cavidades de las punteaduras reciben el nombre de membrana de la punteadura.

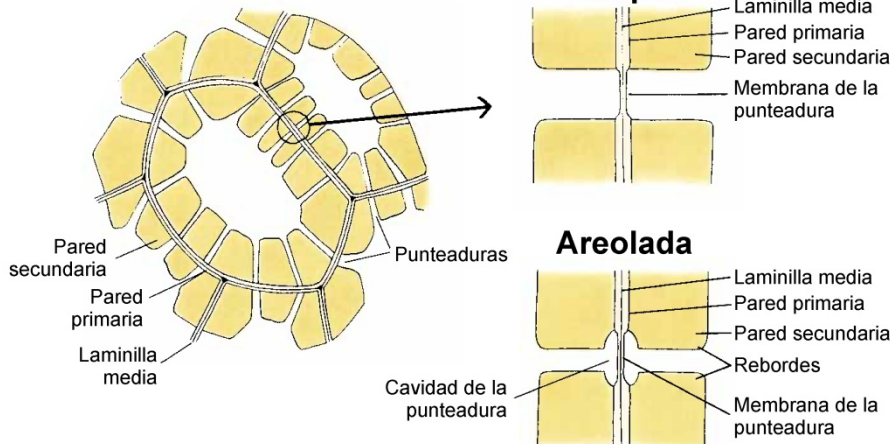


Pared celular: punteaduras

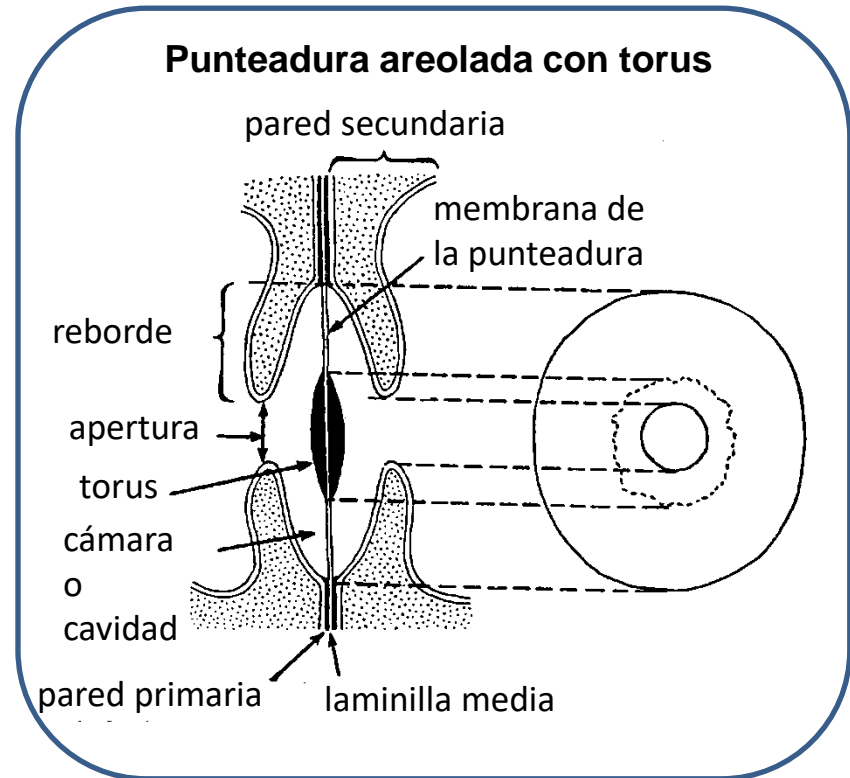
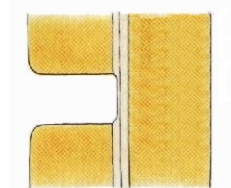
PUNTEADURA (o puntuación)

- 2 Tipos**
- Simple** interrupción abrupta
 - Areolada** con reborde o areola

par de punteaduras

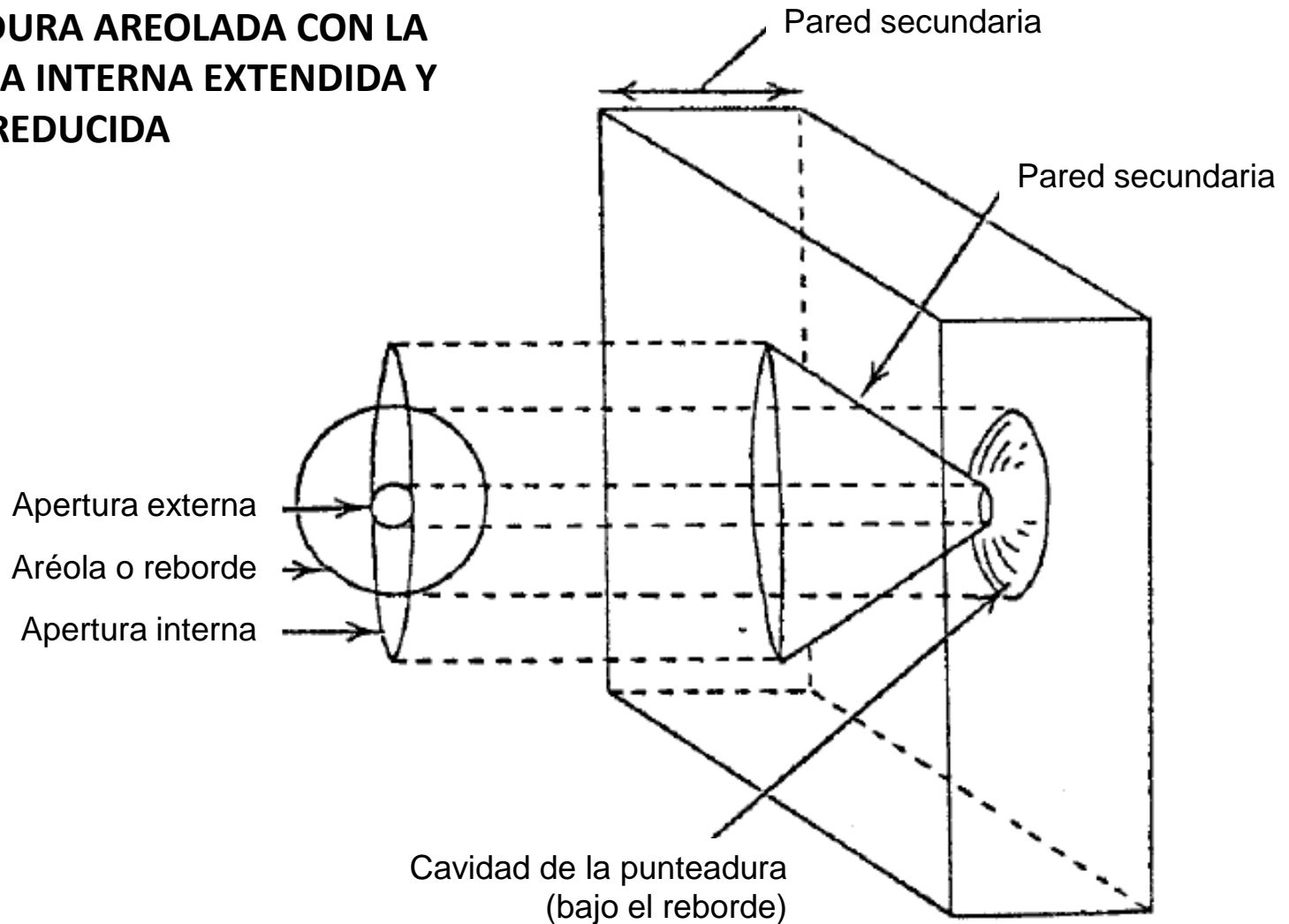


punteadura ciega



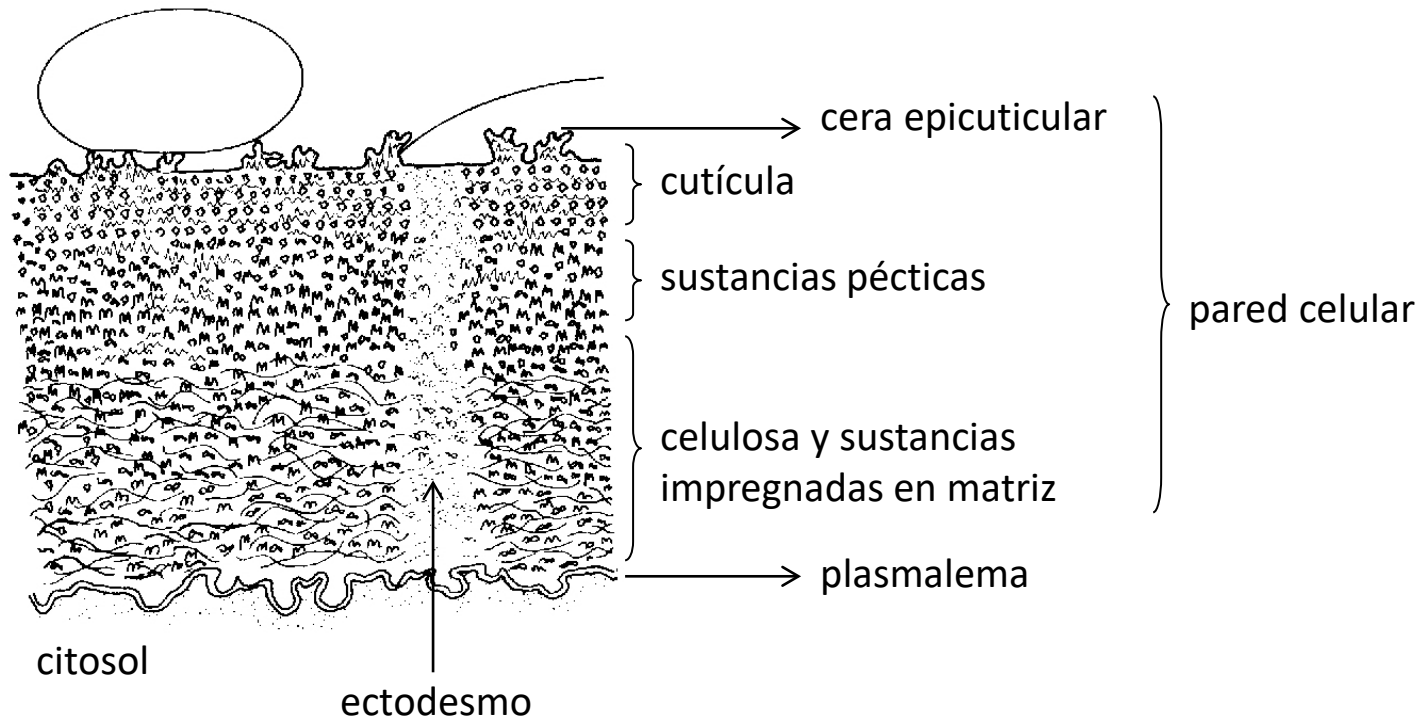
Pared celular: punteaduras

PUNTEADURA AREOLADA CON LA APERTURA INTERNA EXTENDIDA Y ARÉOLA REDUCIDA



Pared celular: teicodes

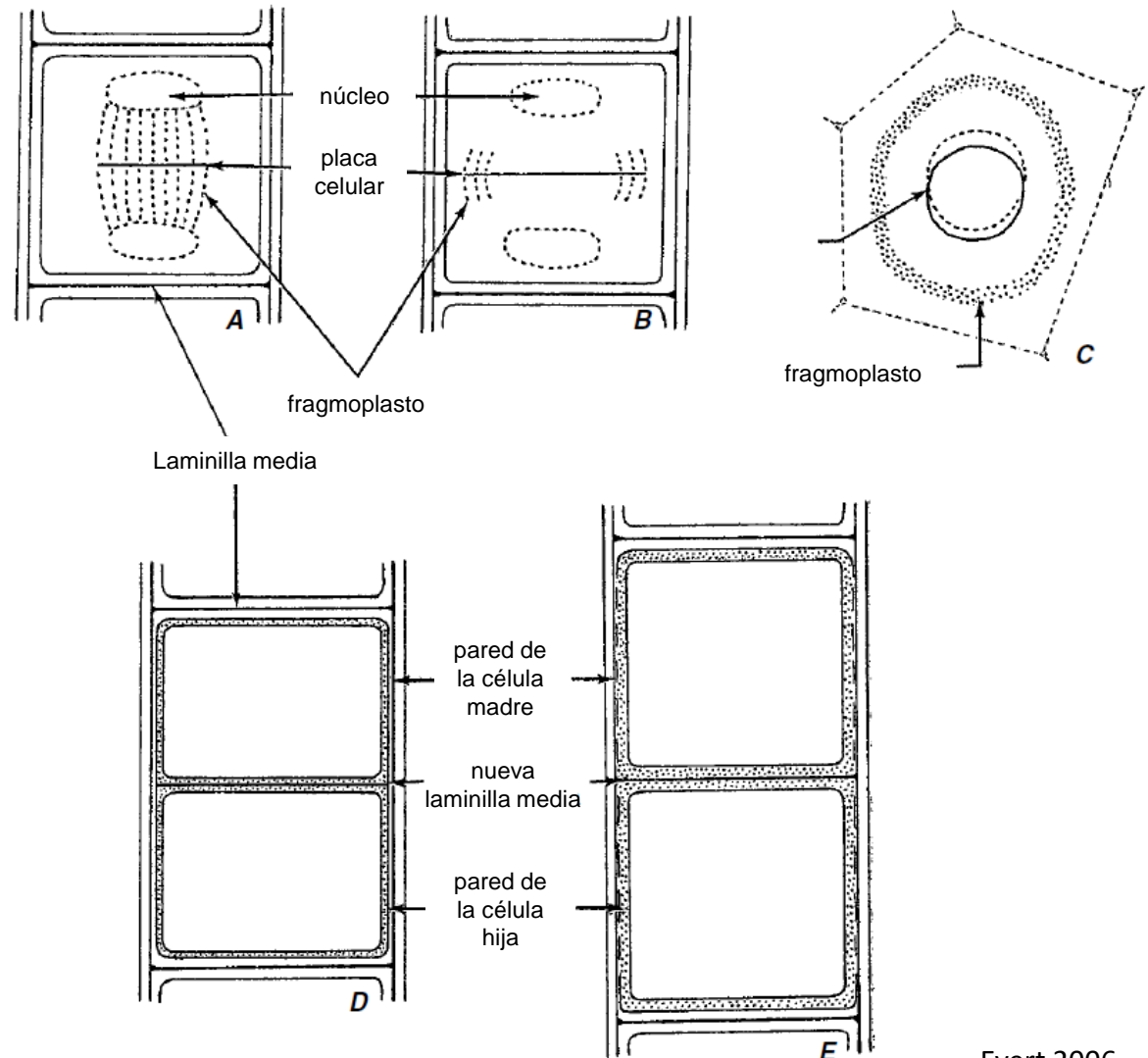
TEICODES = ECTODESMOS: espacios en que la estructura fibrilar de la pared externa de la epidermis es laxa y bastante abierta.



Pared celular: origen

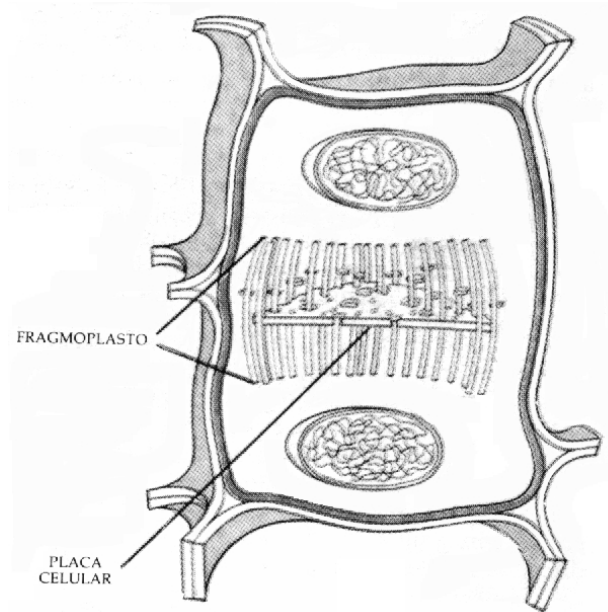
ORIGEN DE LA PARED

- La citocinesis se inicia en la anafase tardía con la formación del **fragmoplasto**, un sistema inicialmente en forma de barril de microtúbulos- restos del huso mitótico- que aparece entre las dos dotaciones cromosómicas hijas.
- El fragmoplasto sirve como armazón para el montaje de la **placa celular**, la partición inicial entre las células hijas.
- La placa celular se forma a partir de la fusión de vesículas derivadas de Golgi aparentemente dirigidas al plano de división por los microtúbulos de fragmoplasto



Pared celular: origen

ORIGEN DE LA PARED



microtúbulos + vesículas → fragmoplasto

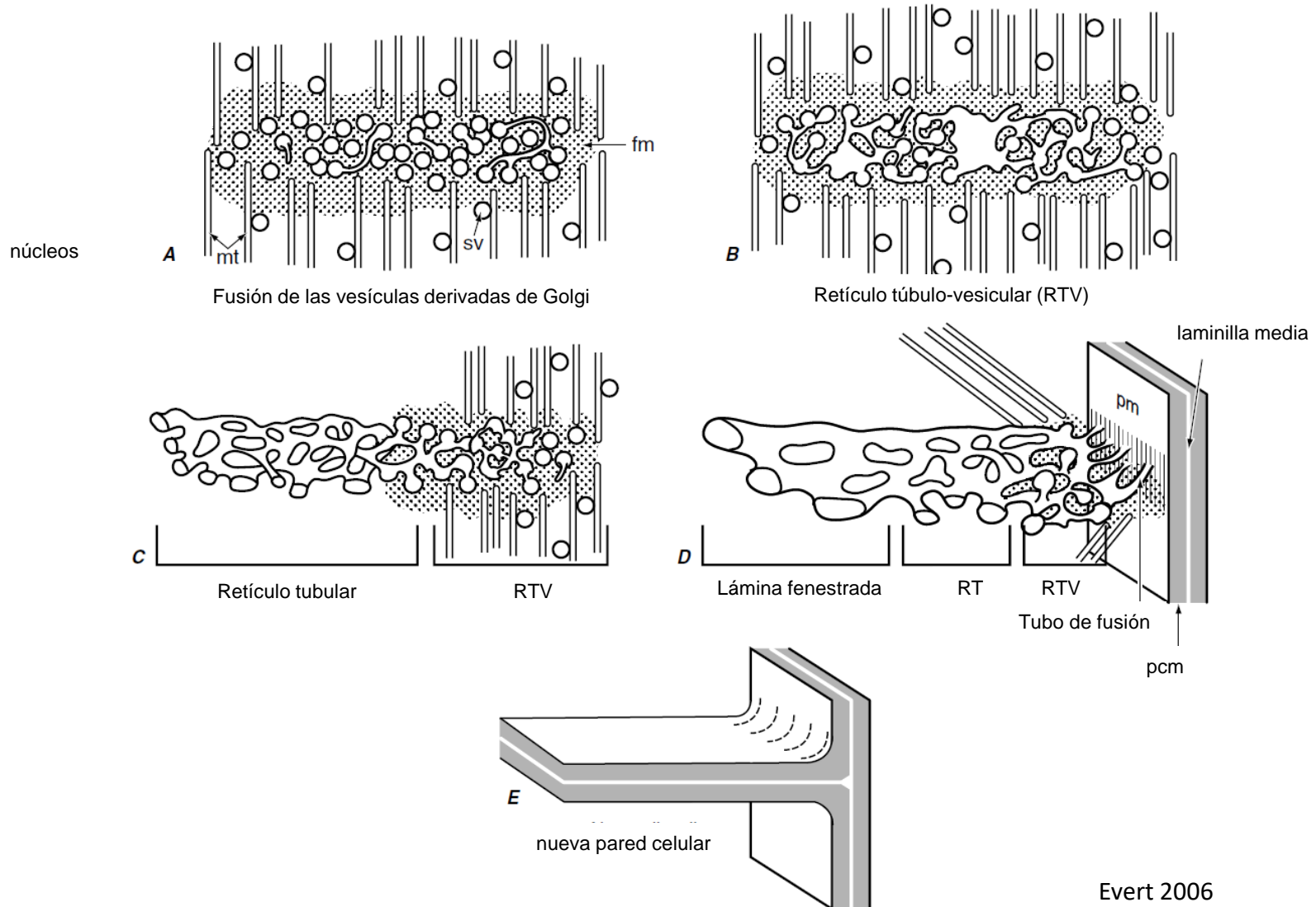
membranas + microtúbulos → residuales +
vesículas placa celular

vesículas (pectinas) → laminilla media

microfibrillas → pared primaria

Pared celular: origen

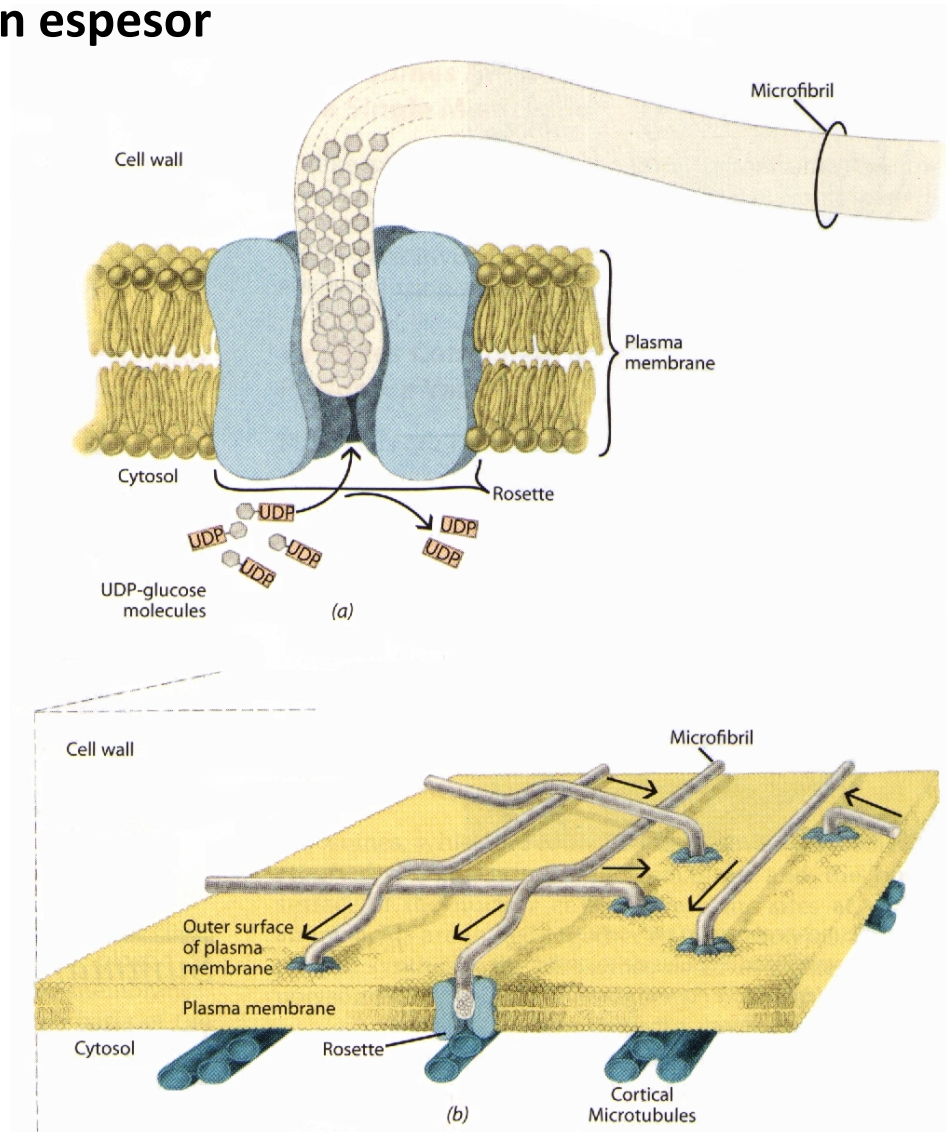
ORIGEN DE LA PARED: Desarrollo de la placa celular



Pared celular: crecimiento

CRECIMIENTO DE LA PARED CELULAR:

1) Crecimiento en espesor

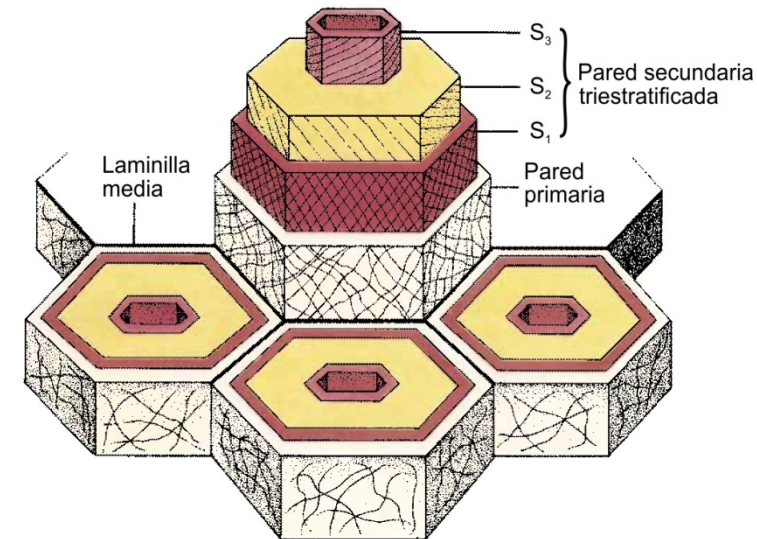


Pared celular: crecimiento

CRECIMIENTO DE LA PARED CELULAR:

1) Crecimiento en espesor

- La fase fibrilar se deposita únicamente por **aposición** (= adcrustación), es decir por deposición de nuevo material sobre el anterior.
- La fase amorfa se deposita por **intususcepción** (=incrustación), es decir por intercalación de moléculas en la estructura existente; así se depositan la lignina, la cutina y los taninos
- A medida que la célula crece, las microfibrillas muestran **cambios en su orientación**: de una orientación casi horizontal pasan a otra casi vertical cuando terminó el alargamiento.
- Lugo se van depositando por dentro otras capas de microfibrillas con diferente orientación.



Pared celular: crecimiento

CRECIMIENTO DE LA PARED CELULAR:

2) Crecimiento en extensión

En **células isodiamétricas**, las **microfibrillas** se depositan formando una **red irregular**. La pared aparece como una sucesión de redes de microfibrillas, interpretación llamada "teoría de la red múltiple o multinet"

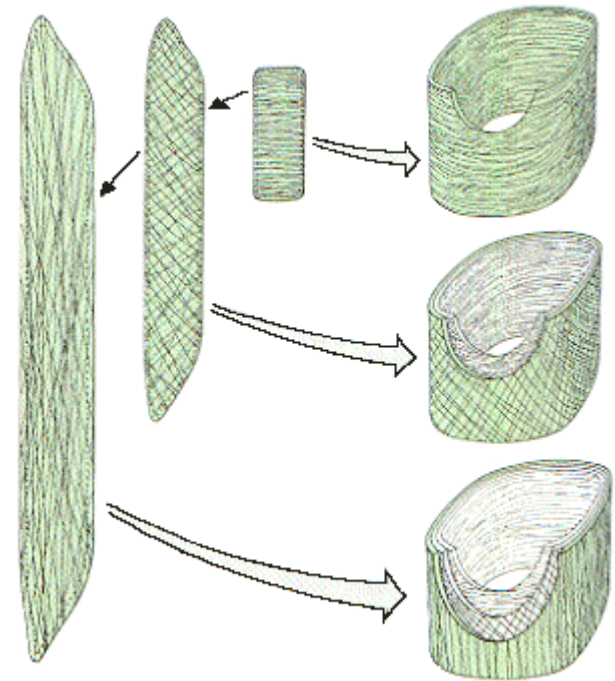
En **células alargadas** las **microfibrillas** se depositan en las paredes laterales **perpendicularmente al eje de crecimiento** de la célula.

Pared celular: crecimiento

CRECIMIENTO DE LA PARED CELULAR:

2) Crecimiento en extensión

- Para que las células puedan aumentar de tamaño se requiere un aflojamiento de la estructura que es producido por una proteína enzimática llamada **extensina**. Esta descompone los polisacáridos de la matriz amorfa permitiendo los cambios de posición de las microfibrillas.
- La actividad de la extensina está regulada por hormonas llamadas auxinas.



<http://www.euita.upv.es/varios/biologia/Temas/Pared%20celular%20ampliada.htm#Crecimiento>

Citología 3

- Citoesqueleto
 - Microtúbulos
 - Microfilamentos
- Ribosomas
- Pared
 - Funciones de la pared celular
 - Composición química
 - Capas de la pared celular
 - Tipos de interconexiones
 - Origen de la pared celular
 - Síntesis de la celulosa

