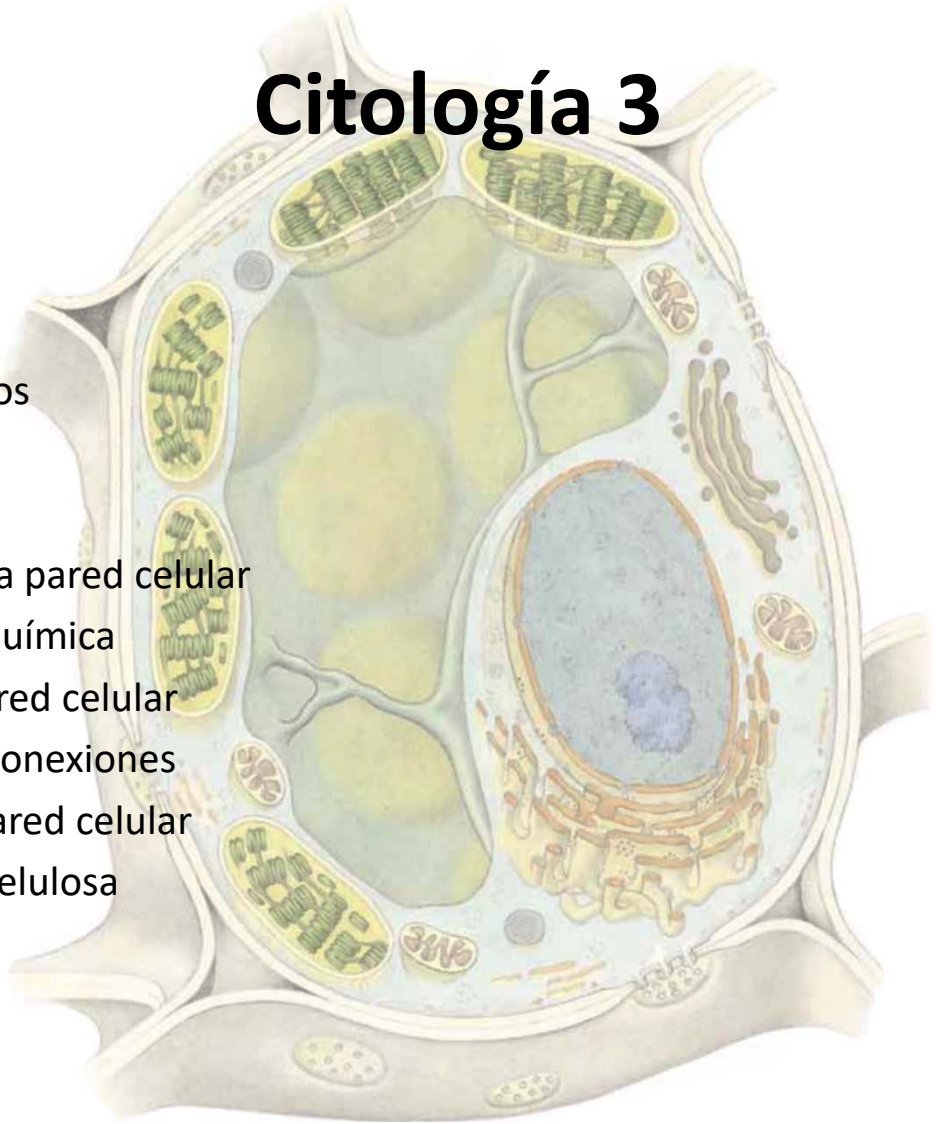
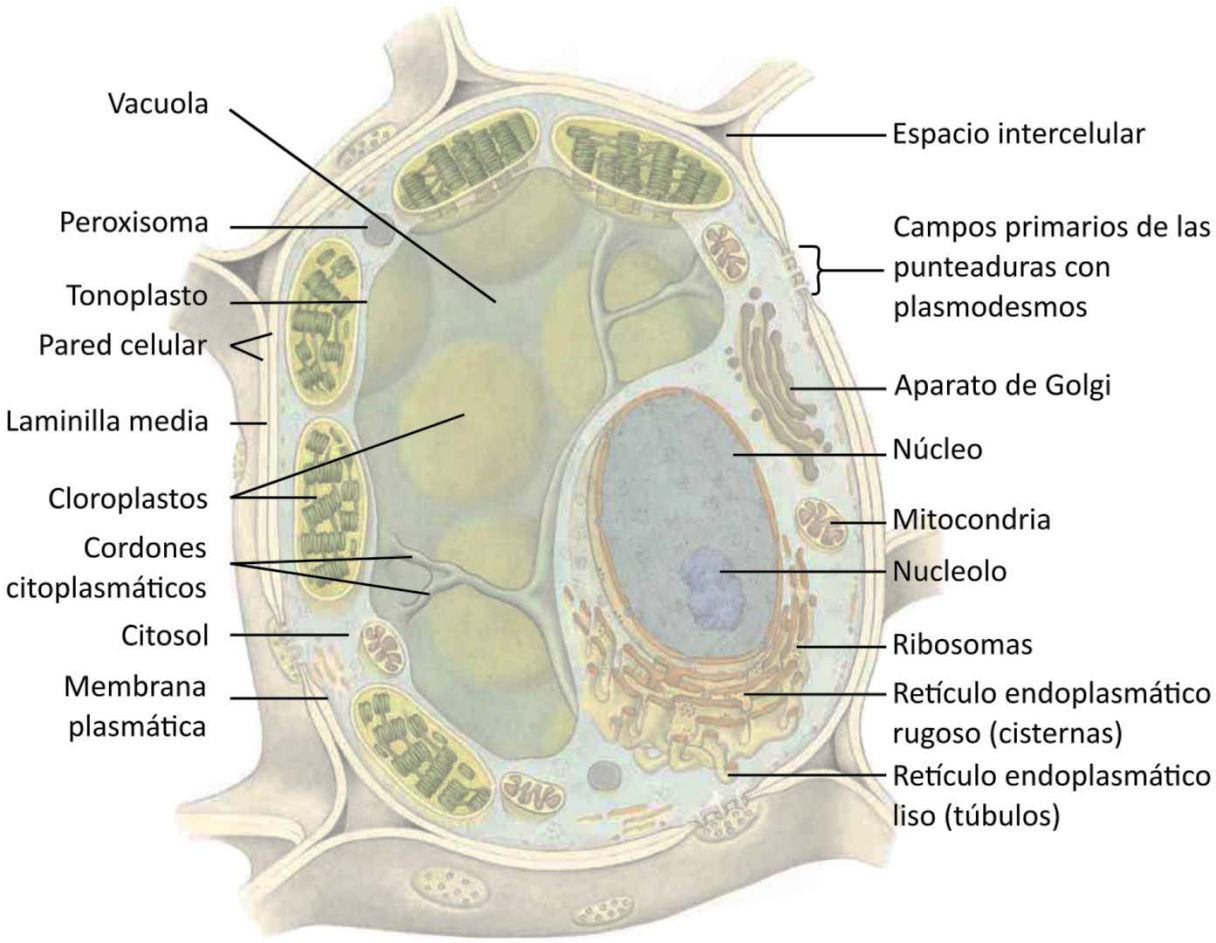
Citología 3

- 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

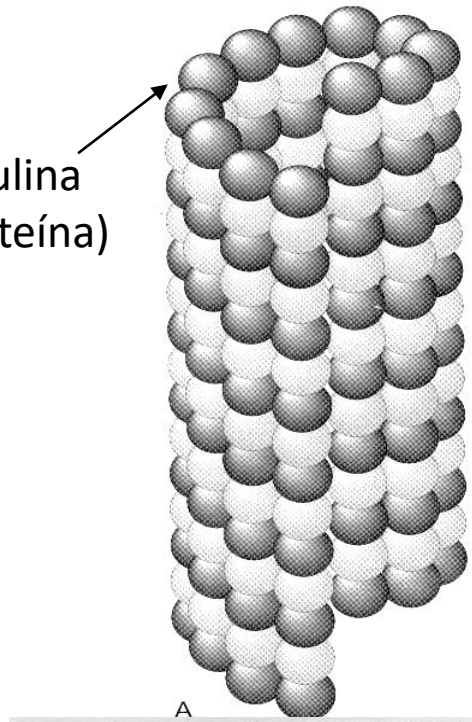
Microtúbulos:

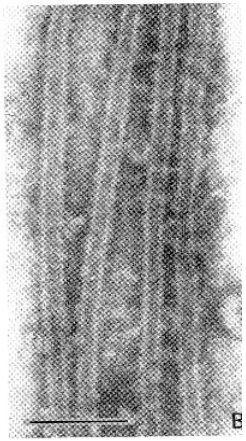
- **sistema de estructuras no membranosas largas**, delgadas y cilíndricas de aproximadamente **24 nm** de diámetro y longitud variable.
- son subunidades de la **proteína tubulina** ensambladas **en hélice y formando 13 filamentos verticales** alrededor de un hueco central.

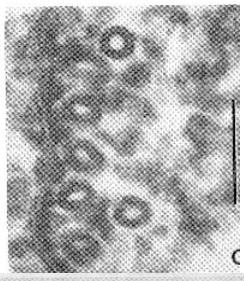
Citoesqueleto

Microtúbulos

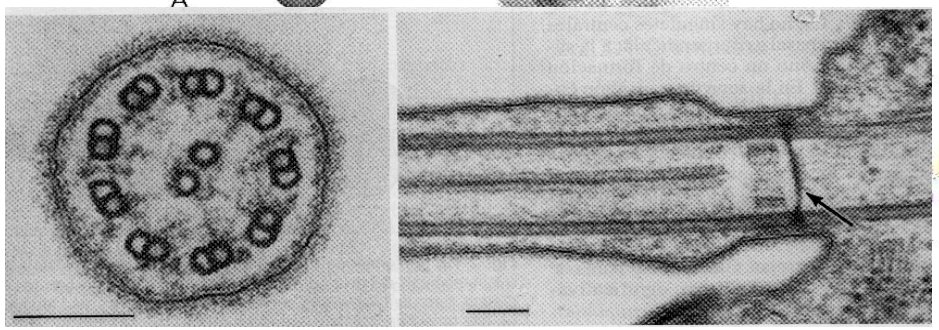
Tubulina
(proteína)

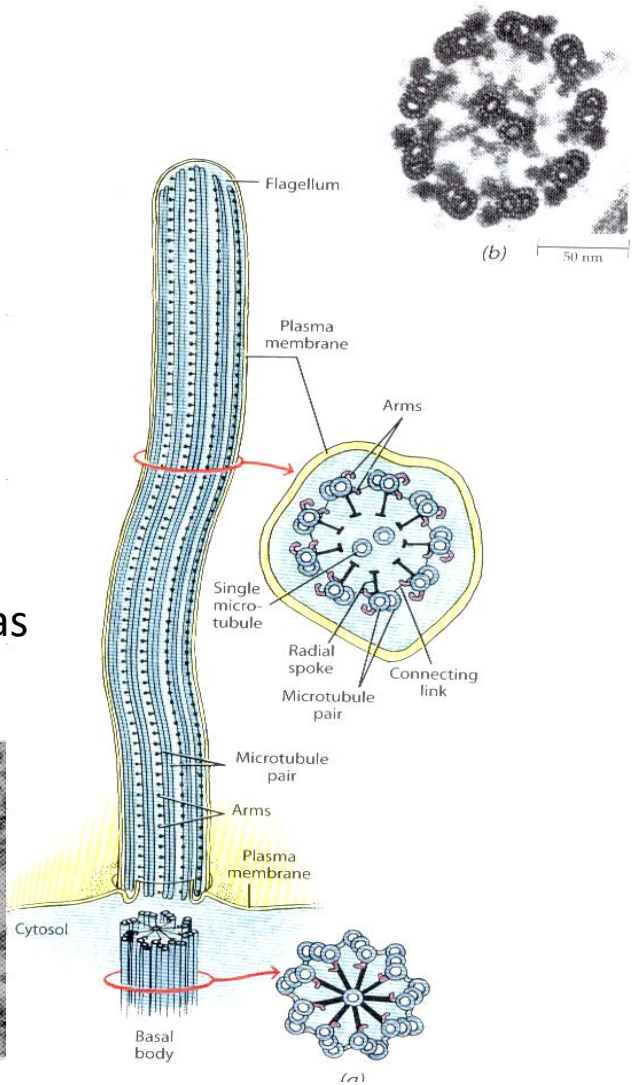






Fotografías
ME





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.

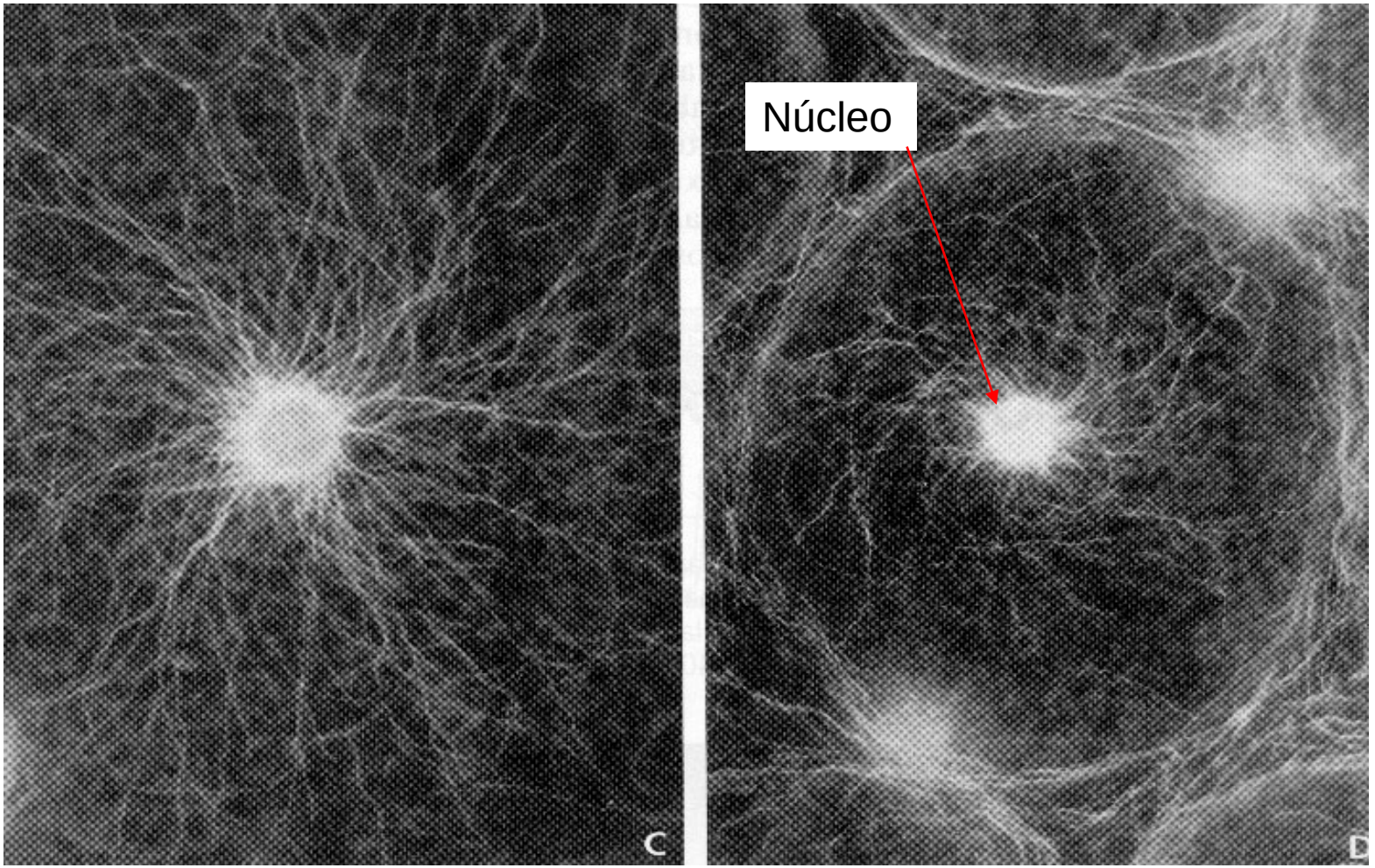
Citoesqueleto: Microfilamentos

Microfilamentos:

- constituidos 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



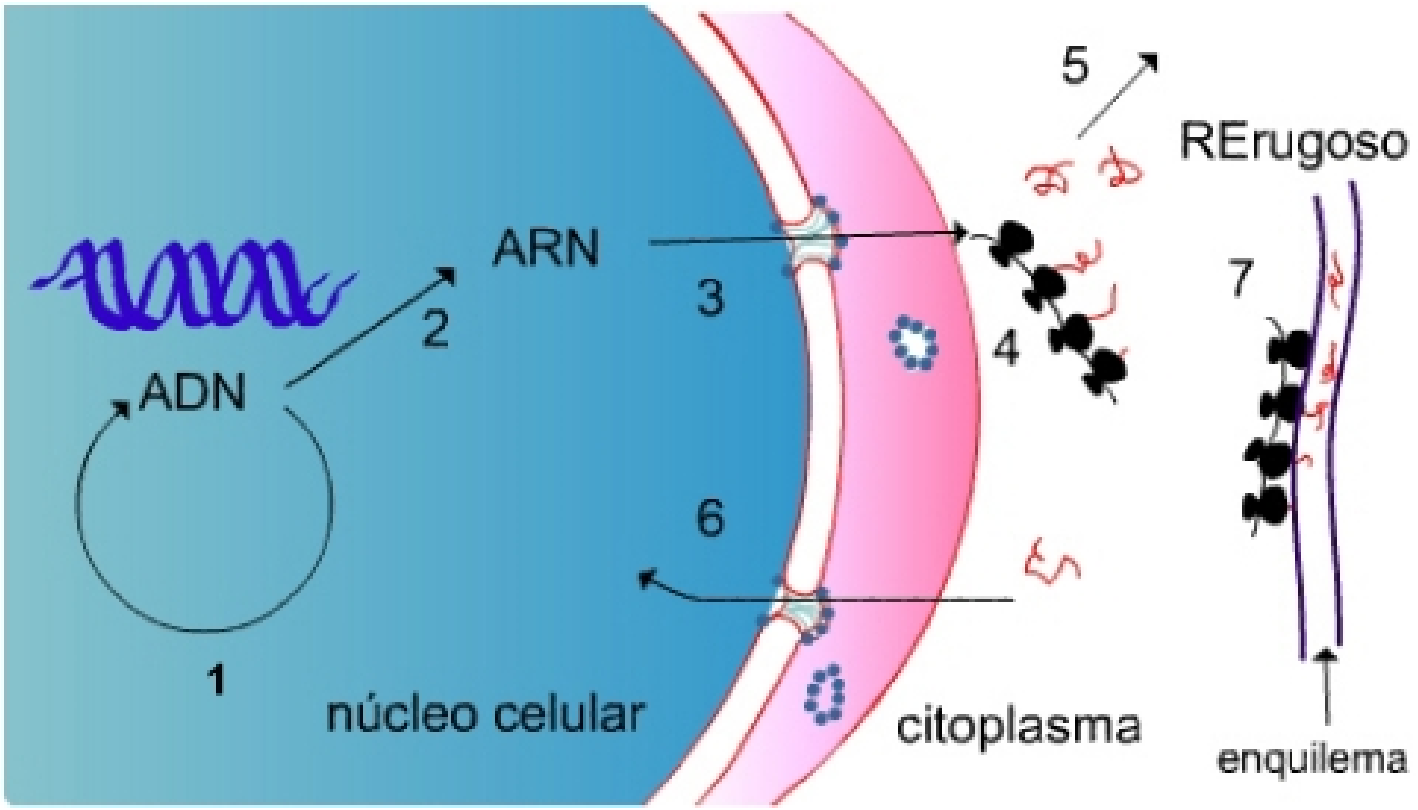
Célula vegetal: estructuras

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

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

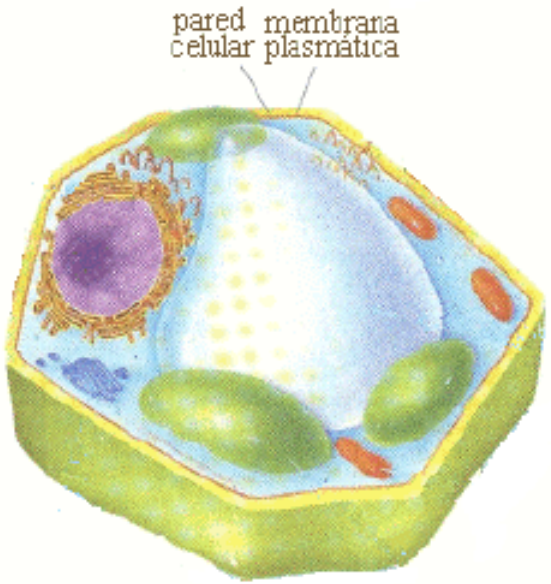

ADN
1
2
ARN
3
4
5
RErugoso
6
7
núcleo celular
citoplasma
enquilema

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



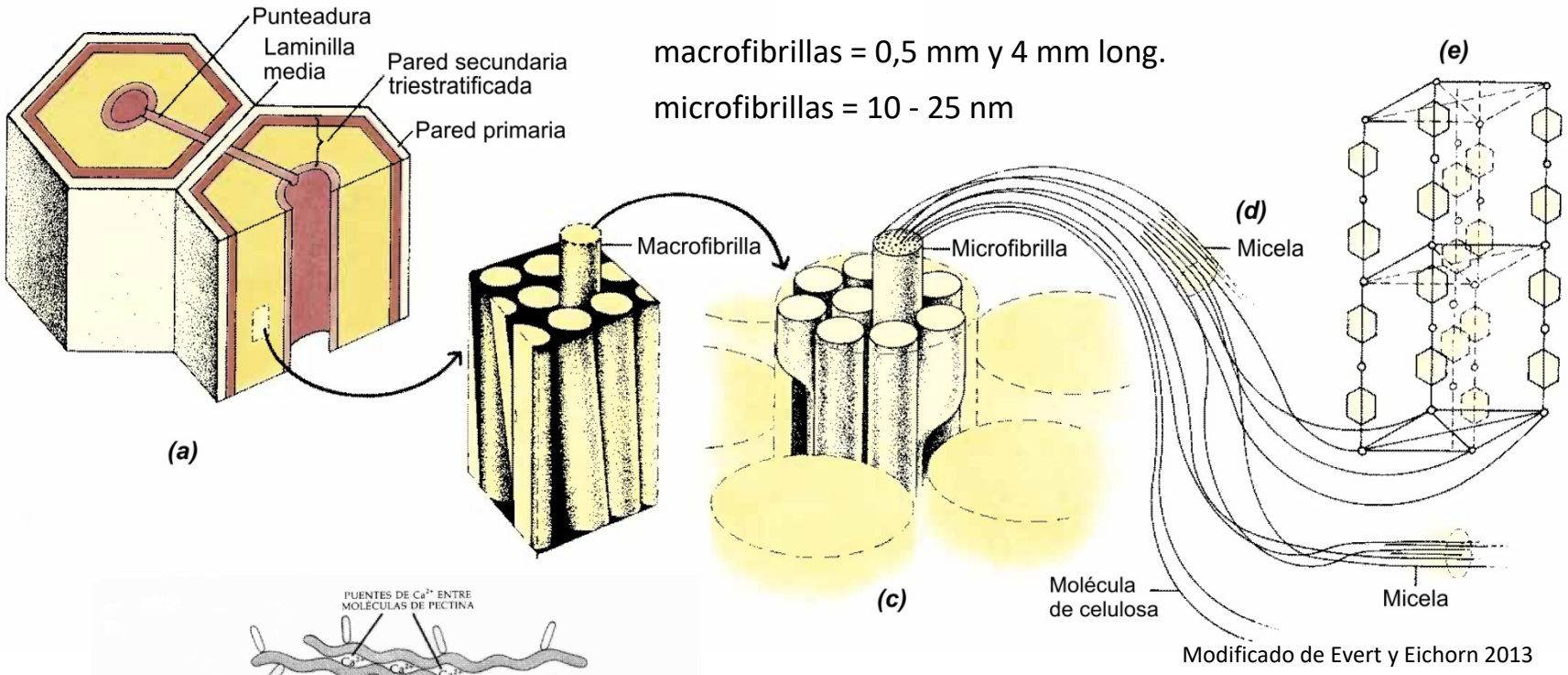
Funciones:

- 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

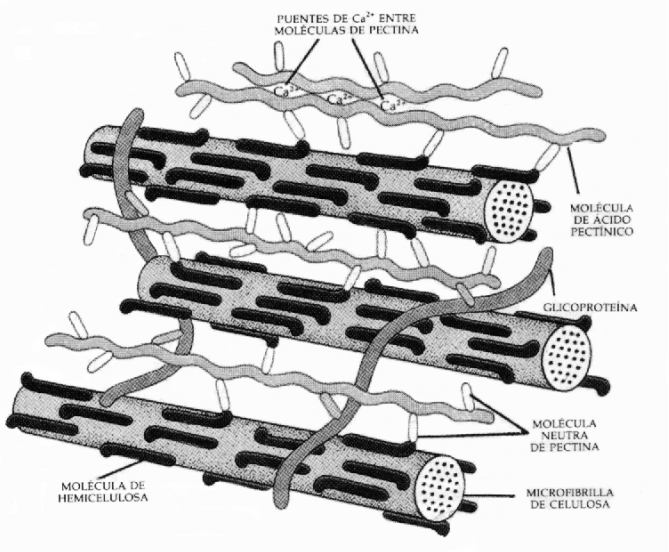
Pared celular: estructura



macrofibrillas = 0,5 mm y 4 mm 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)

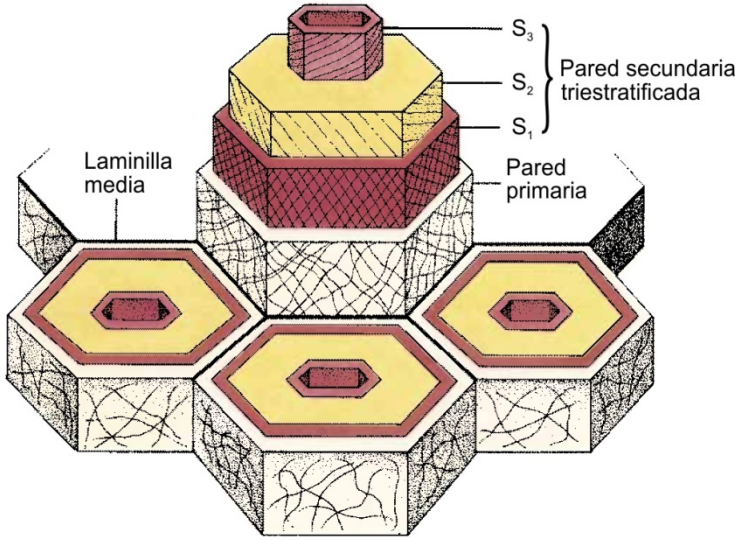
Pared celular: composición química

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



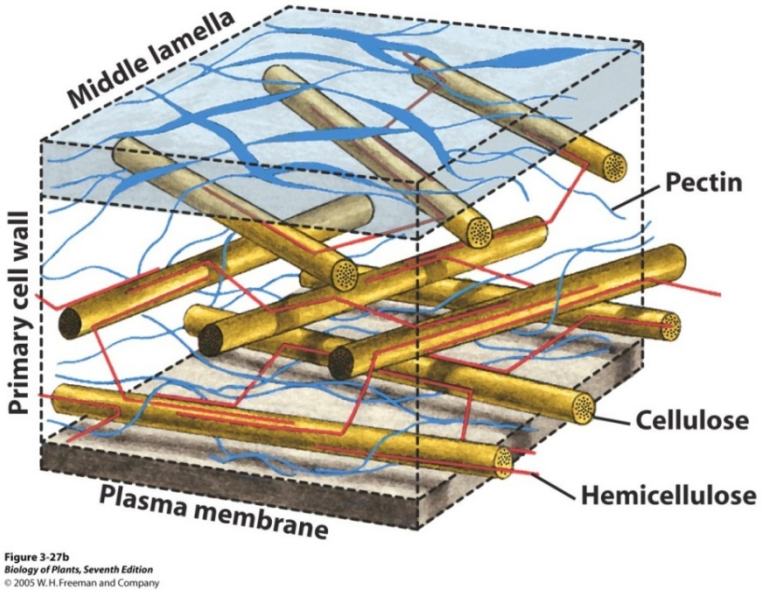


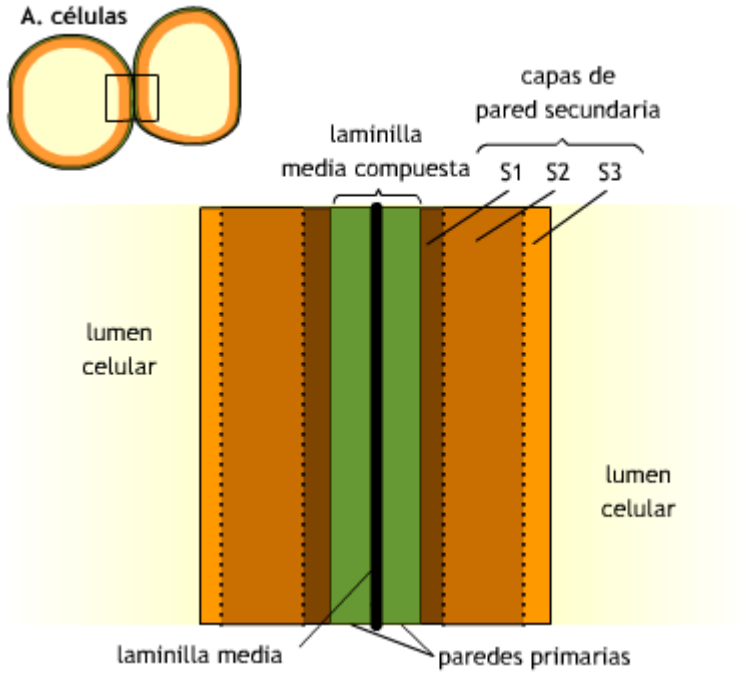
Figure 3-27b
Biology of Plants, Seventh Edition
© 2005 W.H. Freeman and Company

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 lignina } 15-35 %

Pared celular: organización

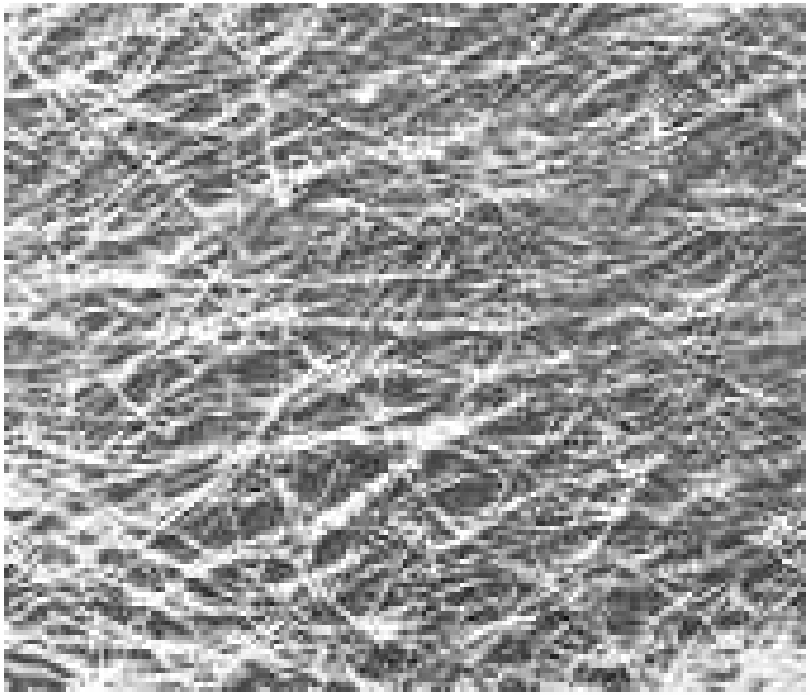
LAMINILLA MEDIA

- **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.



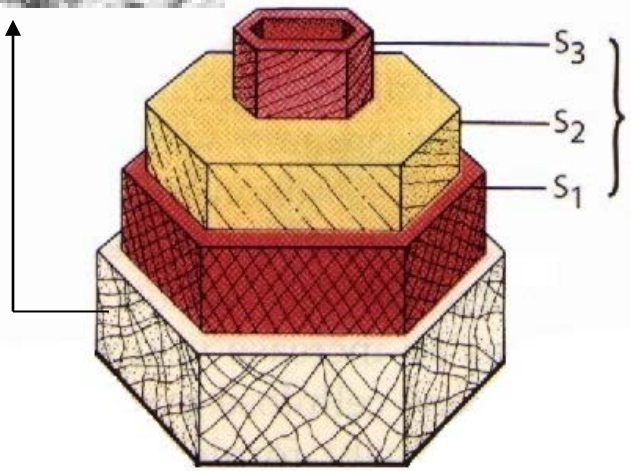
Fuente: biologia.edu.ar/botanica

Pared celular: organización



PARED PRIMARIA

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



Pared celular: organización

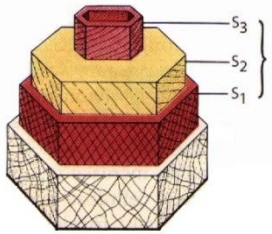
- Células que se dividen continuamente
- Células implicadas en proceso metabólicos (fotosíntesis, respiración y secreción

Sólo tiene paredes primarias

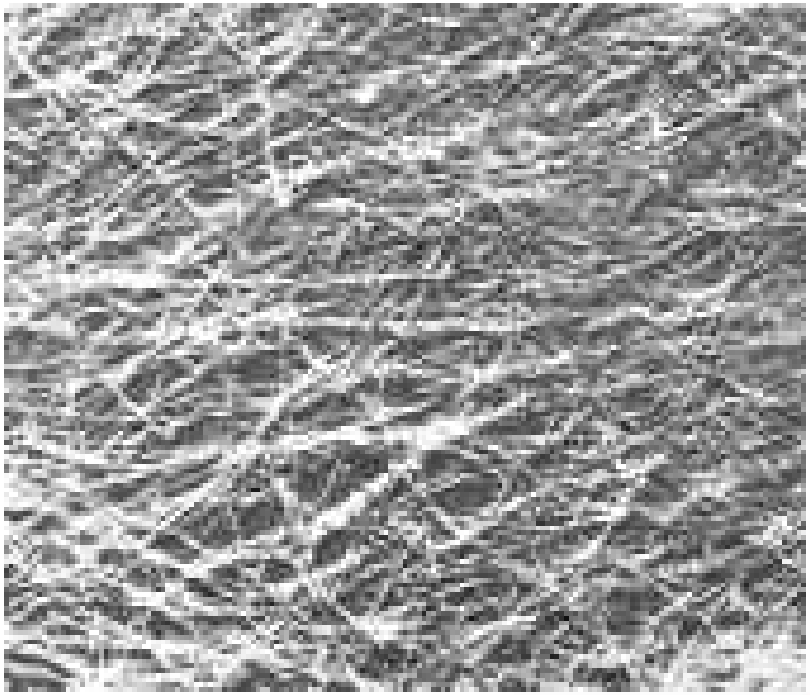
+ protoplastos vivos

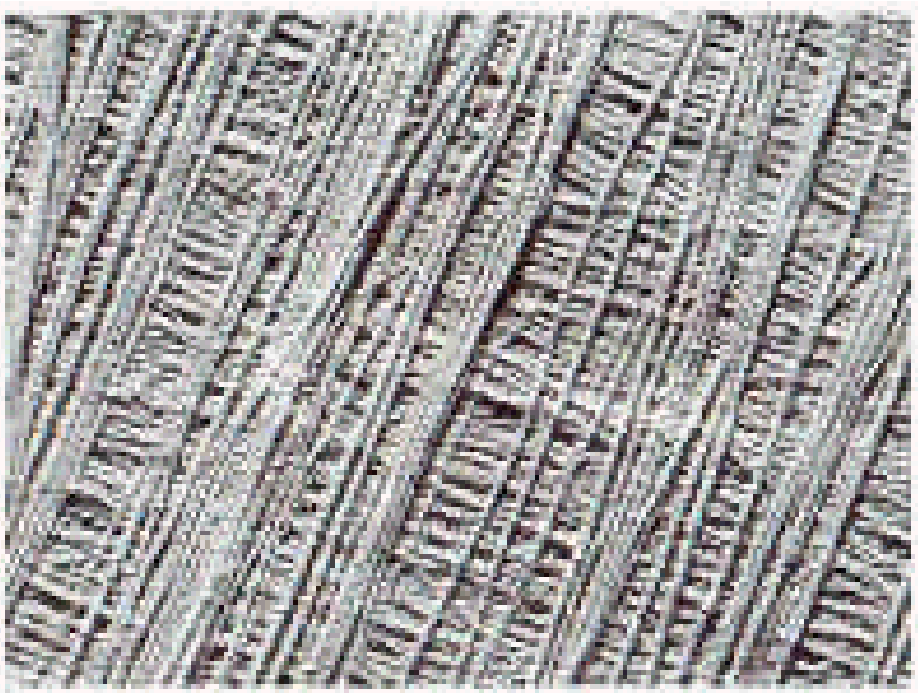
Capaces de perder su forma celular, especializarse, dividirse y diferenciarse en nuevos tipos de células

Implicadas en la cicatrización y regeneración de la planta.

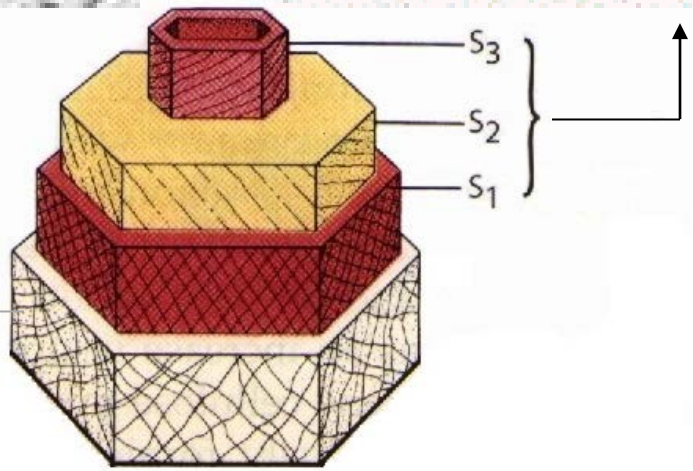


Pared celular: organización





pared primaria



pared secundaria

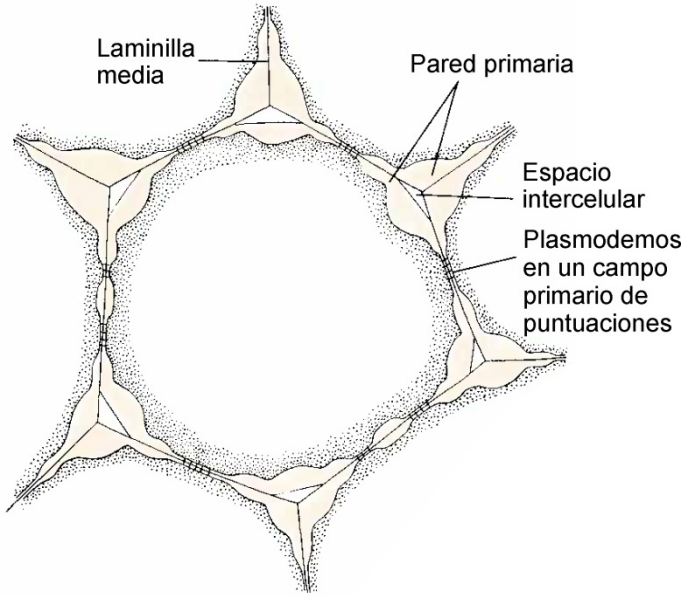
Pared celular: organización

PAREDES SECUNDARIAS

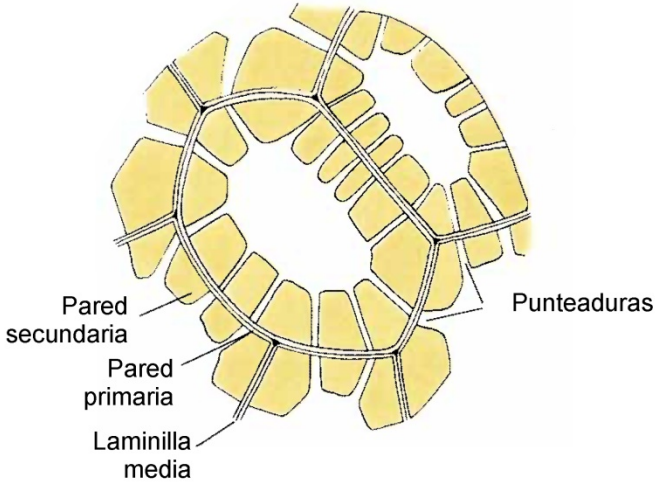
- **Microfibrillas de celulosa dispuestas de manera ordenada** y con una estructura **más densa que la pared 1ria**.
- importantes **en células especializadas** que realizan funciones tales como el sostén de los órganos y la conducción de agua;
- en estas células, **el protoplasto a menudo muere luego de la depositación de la pared 2º**
- **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

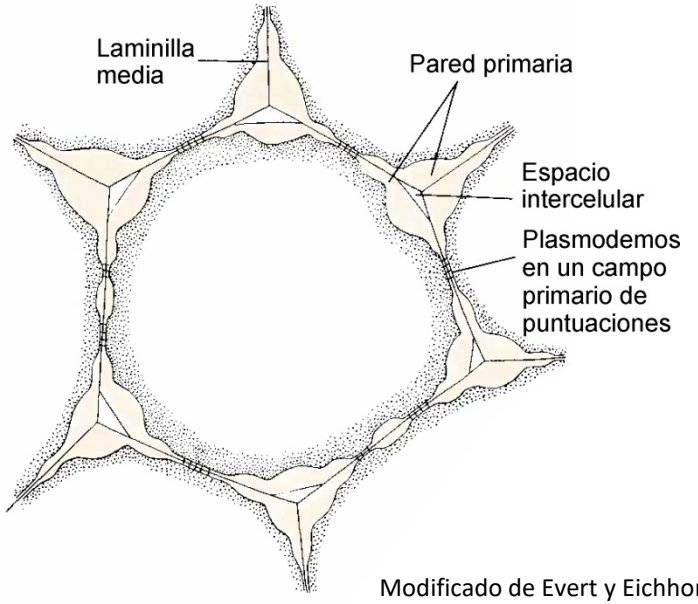


Modificado de Evert y Eichhorn 2013

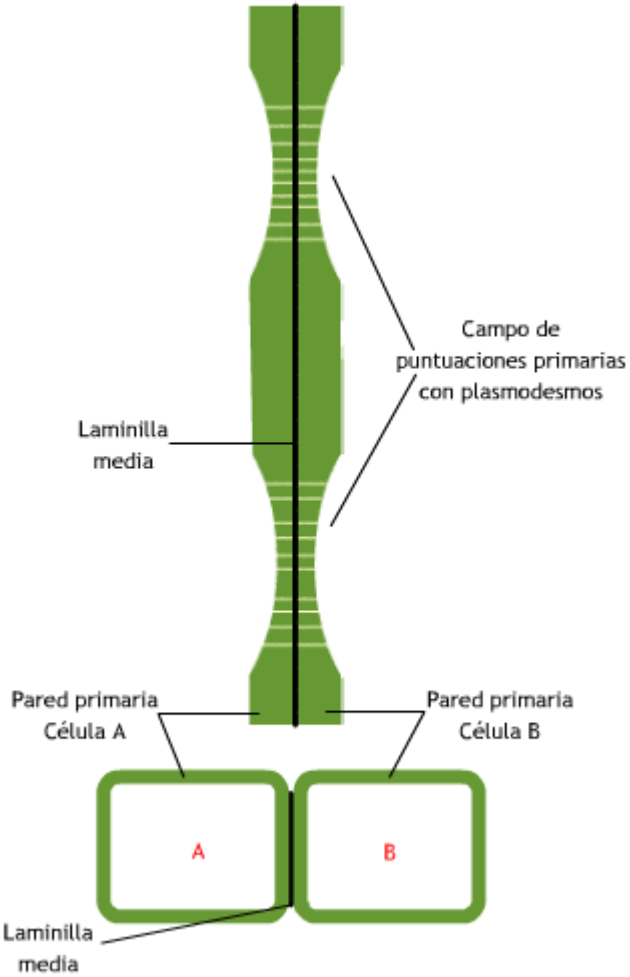
Pared celular: campos primarios de puntuaciones

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

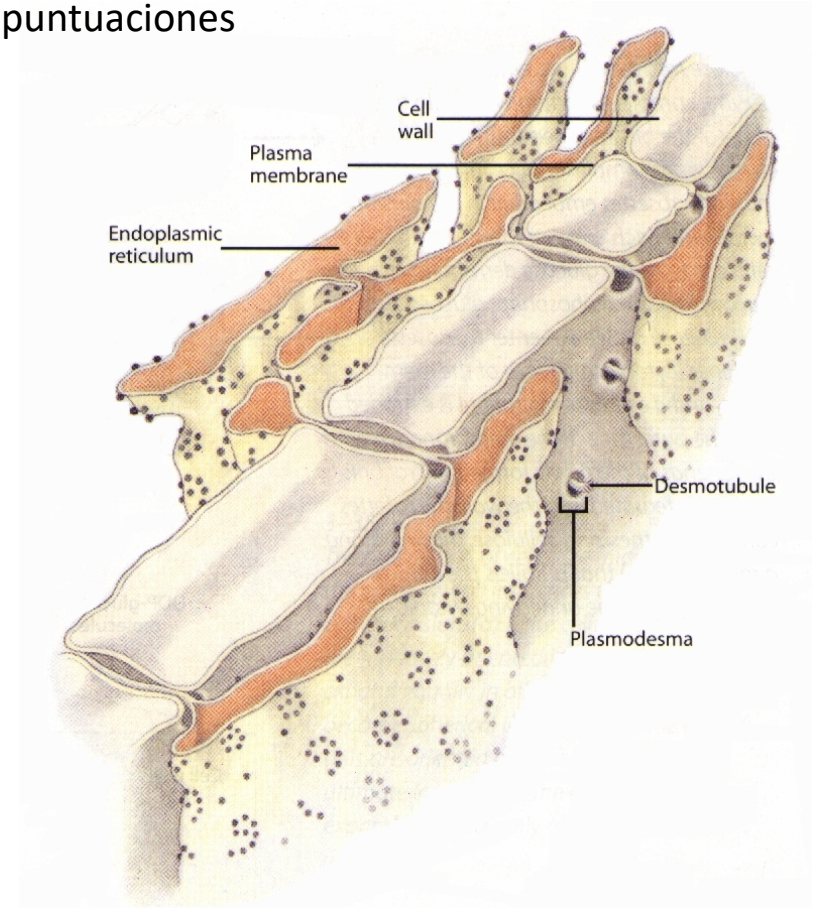


Fuente: biologia.edu.ar/botanica

Pared celular: plasmodesmos

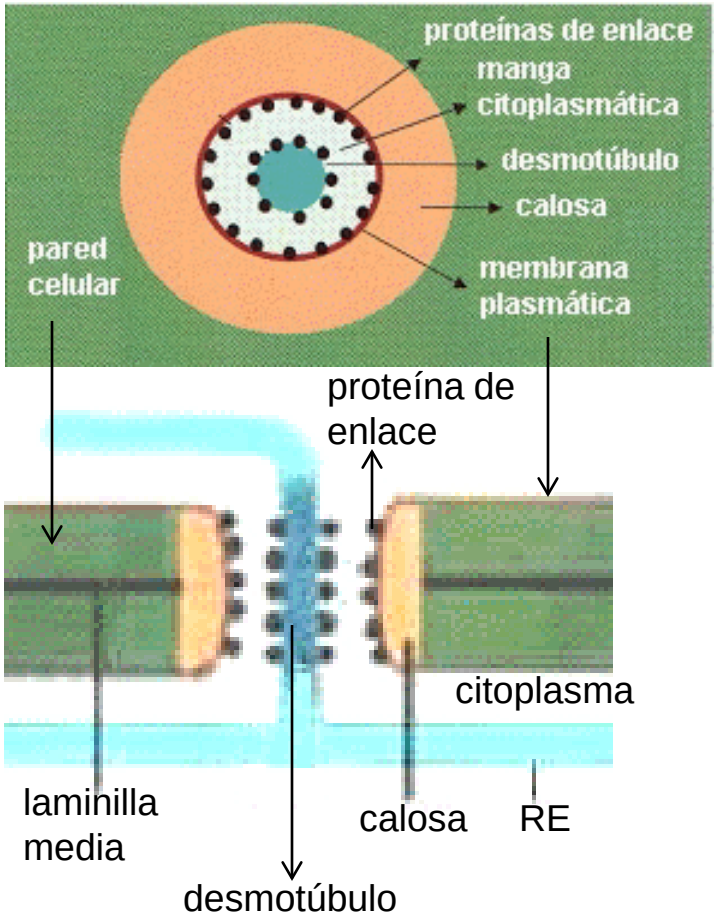
PLASMODESMOS

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

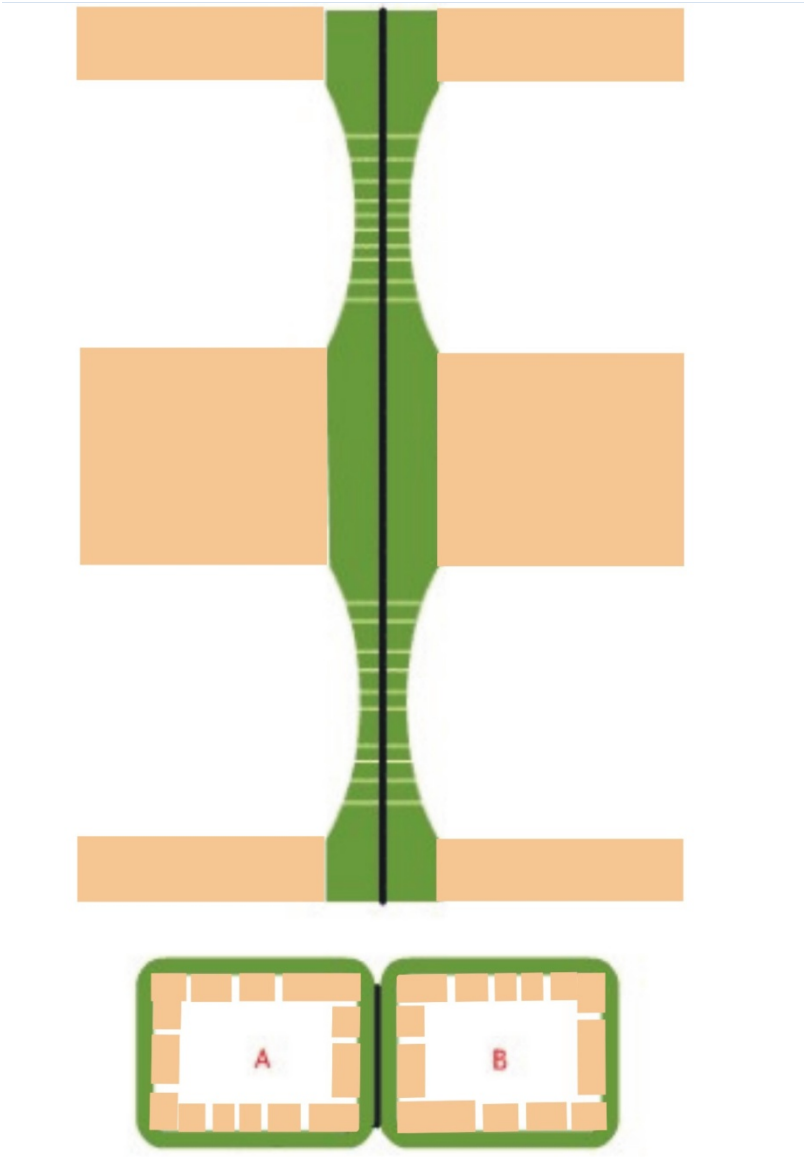
plasmalema
citoplasma
desmotúbulo



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

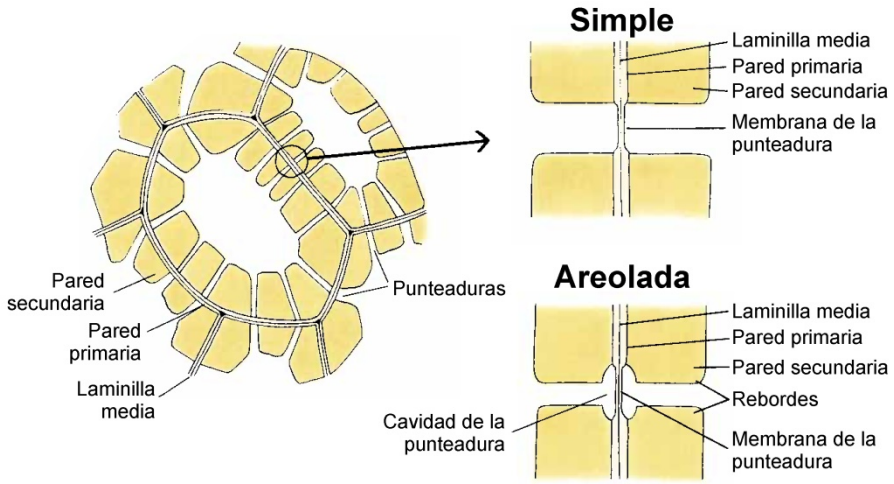
PUNTEADURA (o puntuación)

2 Tipos

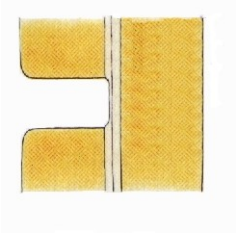
Simple interrupción abrupta

Areolada con reborde o areola

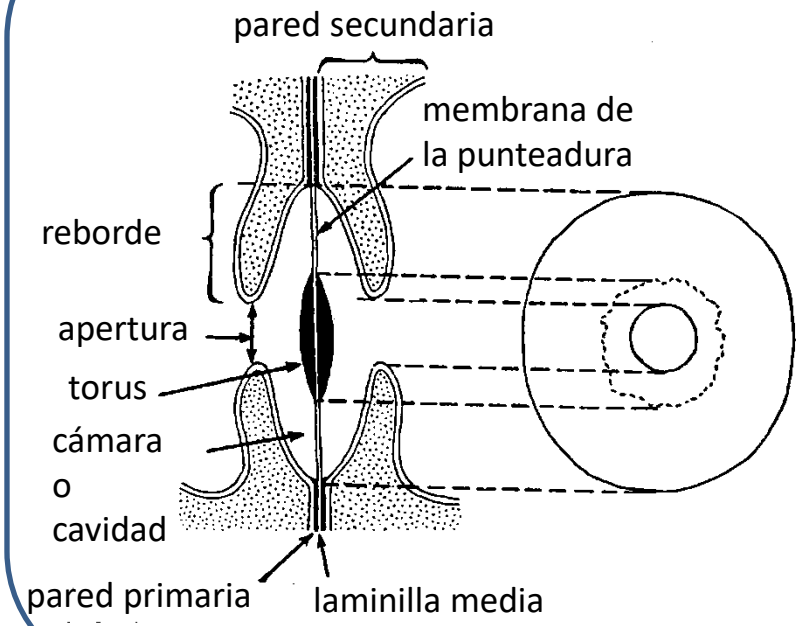
par de punteaduras



punteadura ciega

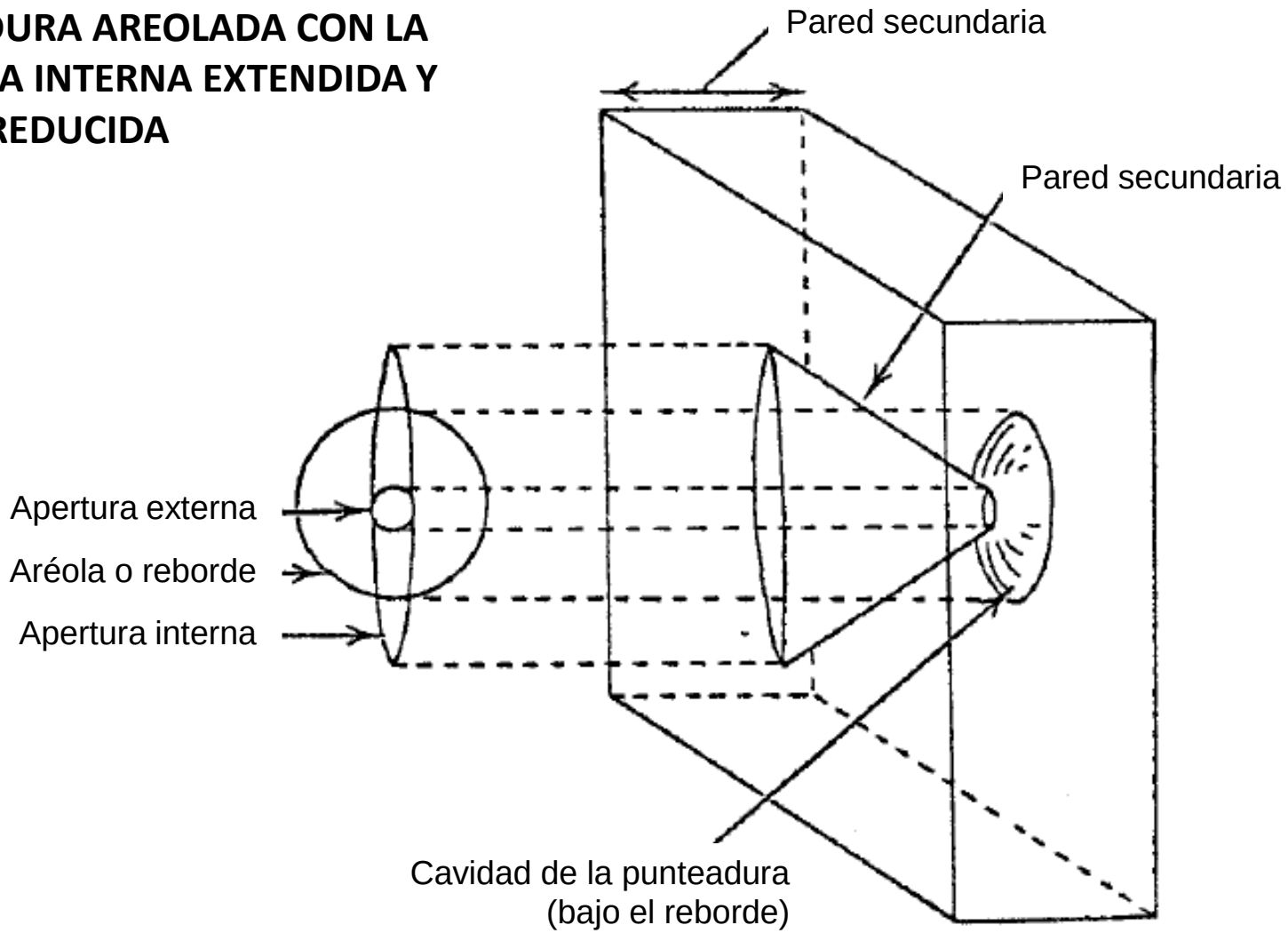


Punteadura areolada con torus



Pared celular: punteaduras

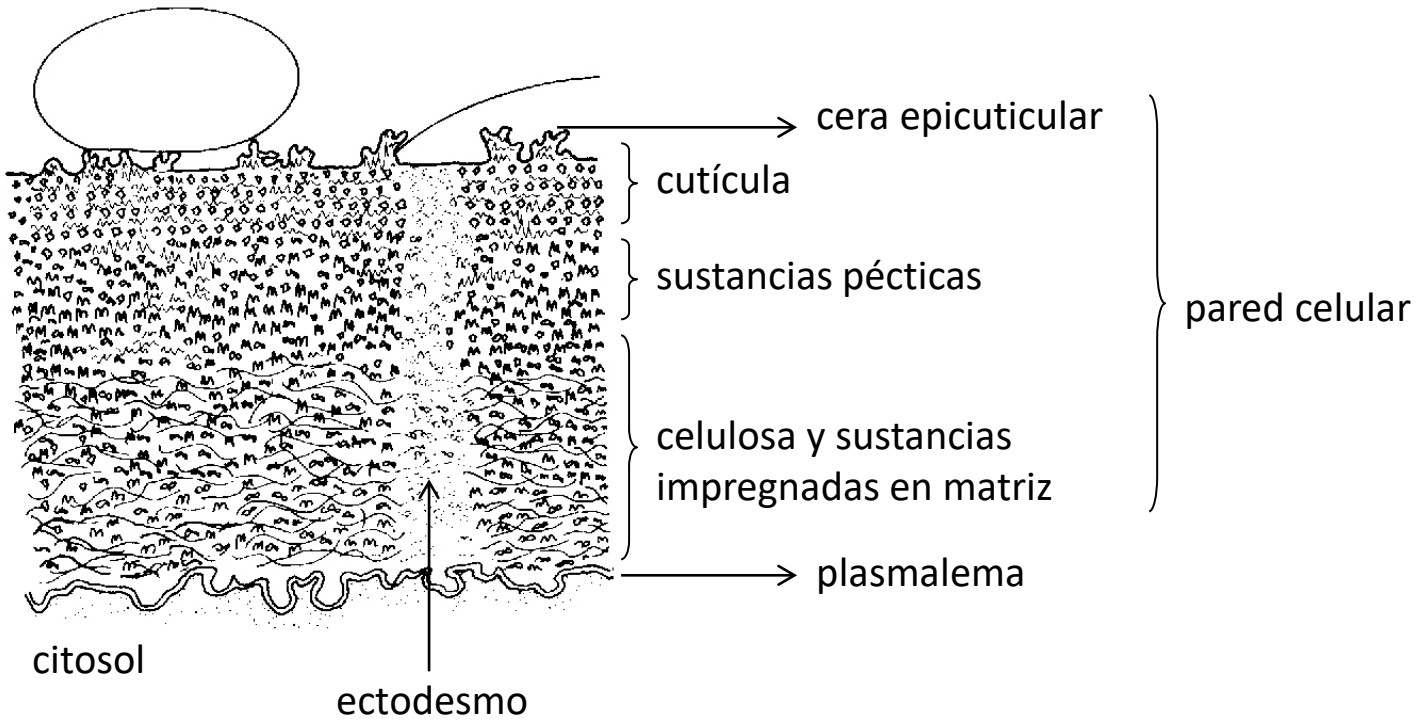
PUNTEADURA AREOLADA CON LA APERTURA INTERNA EXTENDIDA Y ARÉOLA REDUCIDA



Evert 2006

Pared celular: teicodes

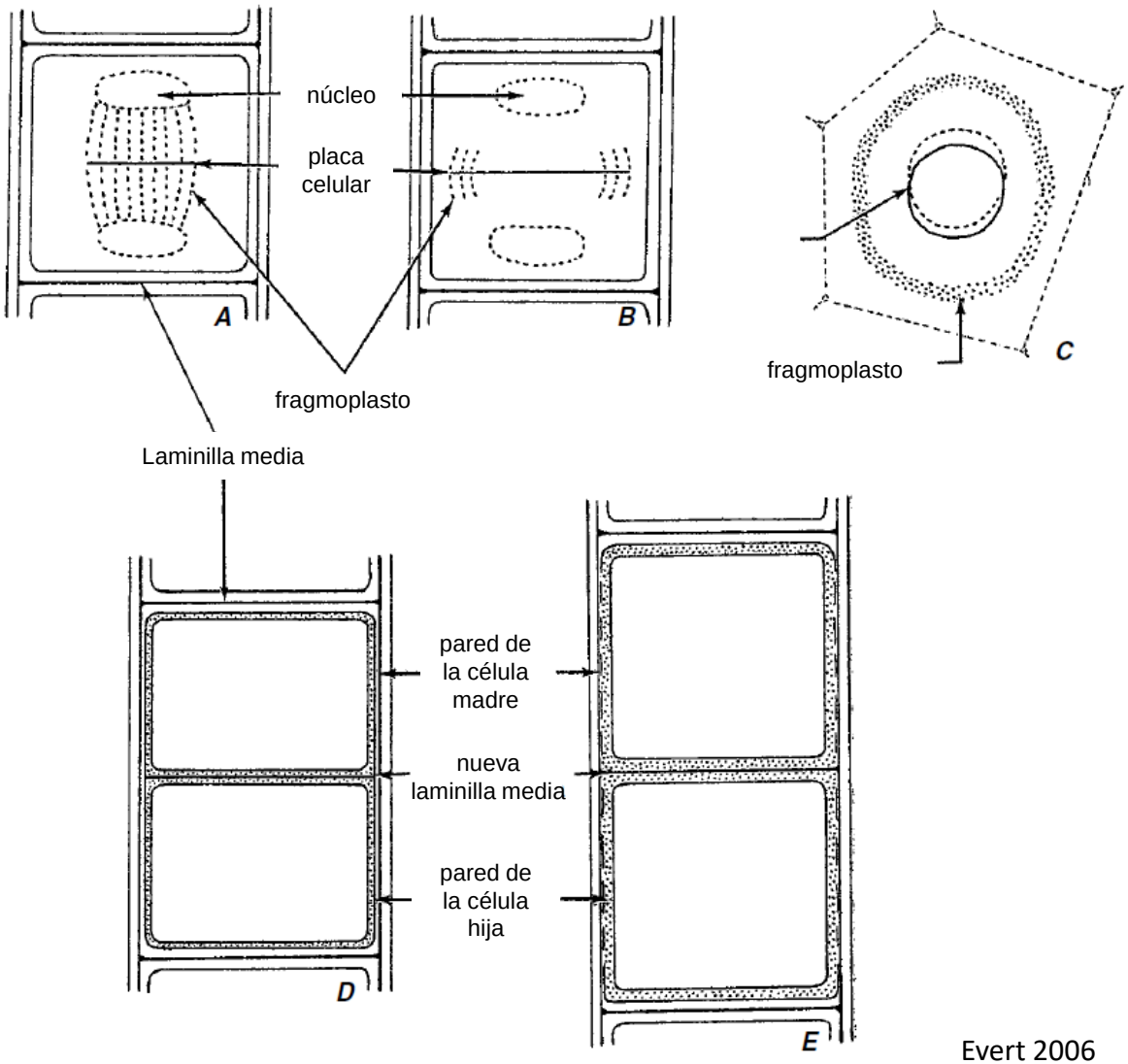
TEICODES = **ECTODESMOS:** espacios en que la estructura fibrilar de la pared externa de la epidermis es laxa y bastante abierta.



Pared celular: origen

ORIGEN DE LA PARED

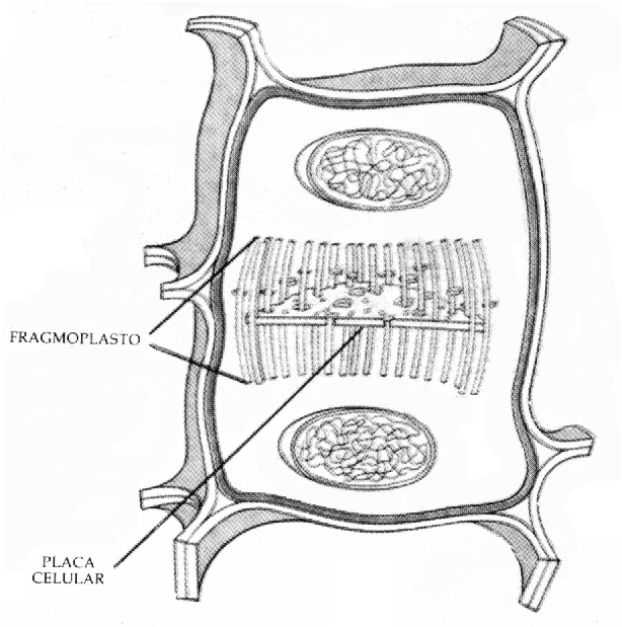
- La citocinesis se inicia en la anafase tardía con la formación del **fragmoplasto**, un sistema inicialmente en forma de barril de microtúbulos-restos del huso mitótico-que aparece entre las dos dotaciones cromosómicas hijas.
- El fragmoplasto sirve como armazón para el montaje de la **placa celular**, 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



Evert 2006

Pared celular: origen

ORIGEN DE LA PARED



microtúbulos + vesículas → fragmoplasto

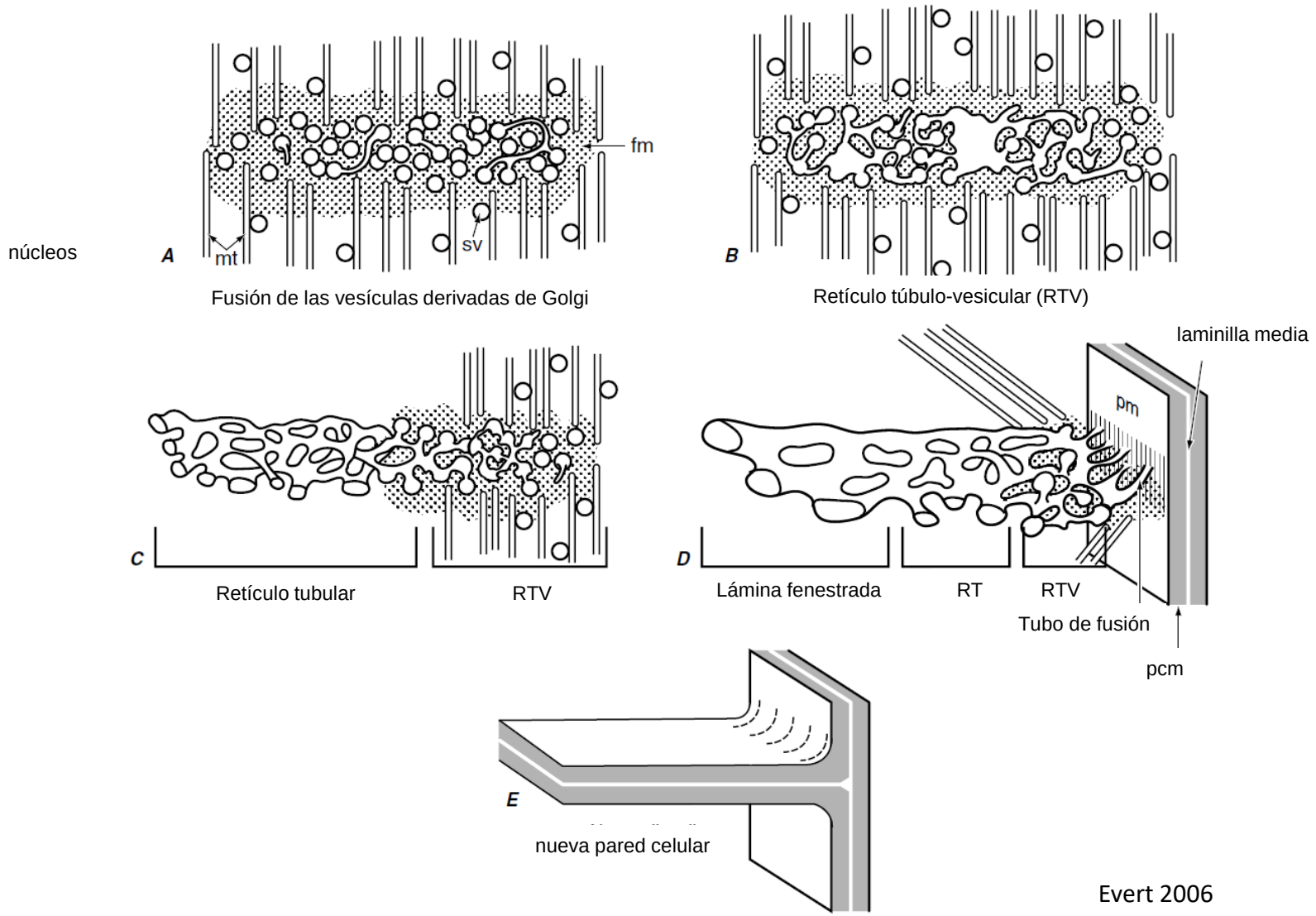
membranas + microtúbulos → residuales + vesículas placa celular

vesículas (pectinas) → laminilla media

microfibrillas → pared primaria

Pared celular: origen

ORIGEN DE LA PARED: Desarrollo de la placa celular

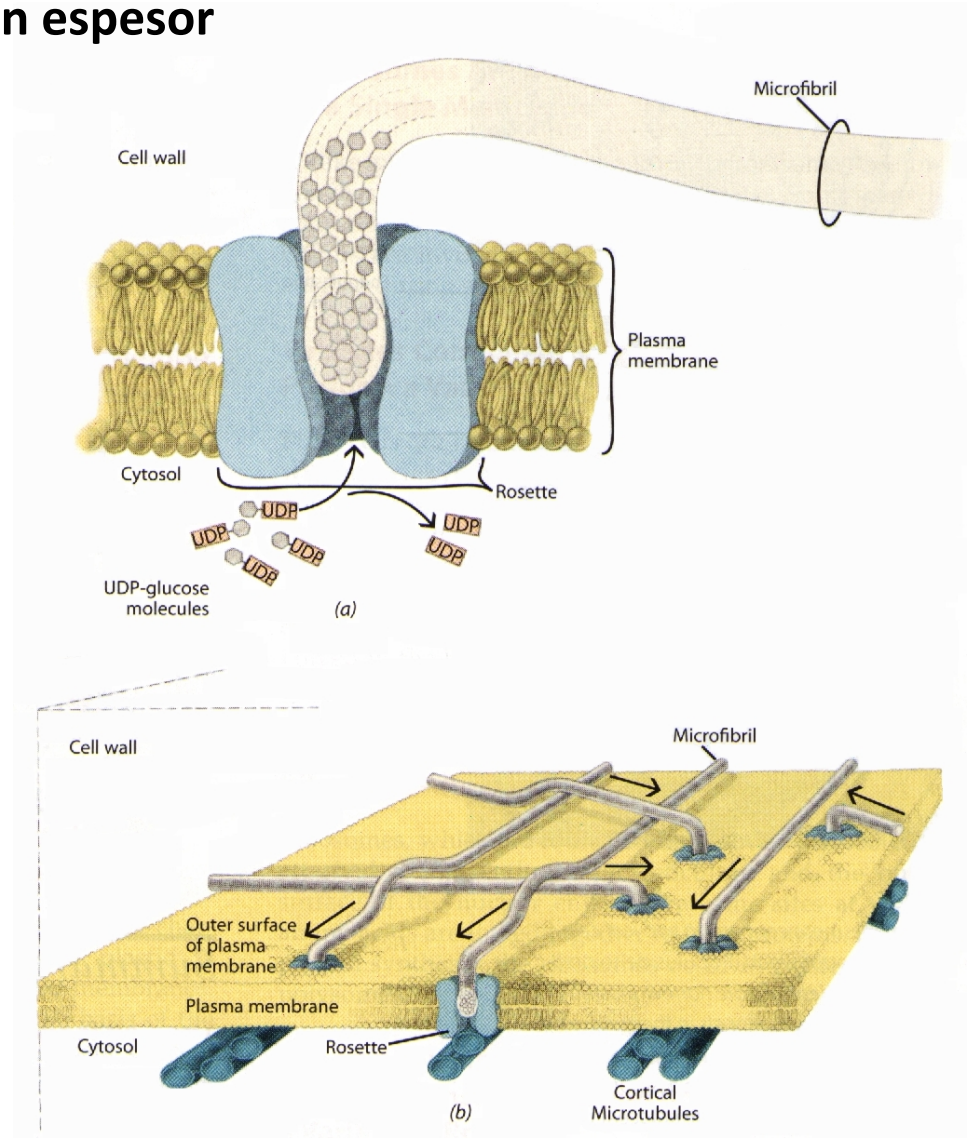


Evert 2006

Pared celular: crecimiento

CRECIMIENTO DE LA PARED CELULAR:

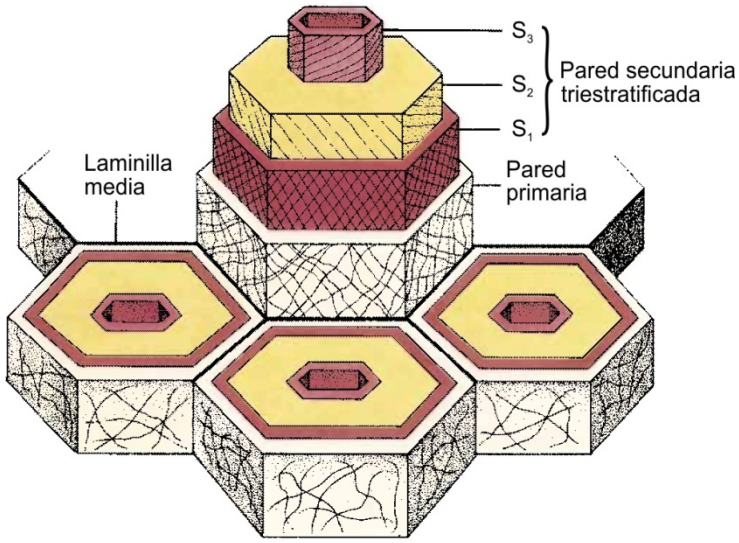
1) Crecimiento en espesor



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

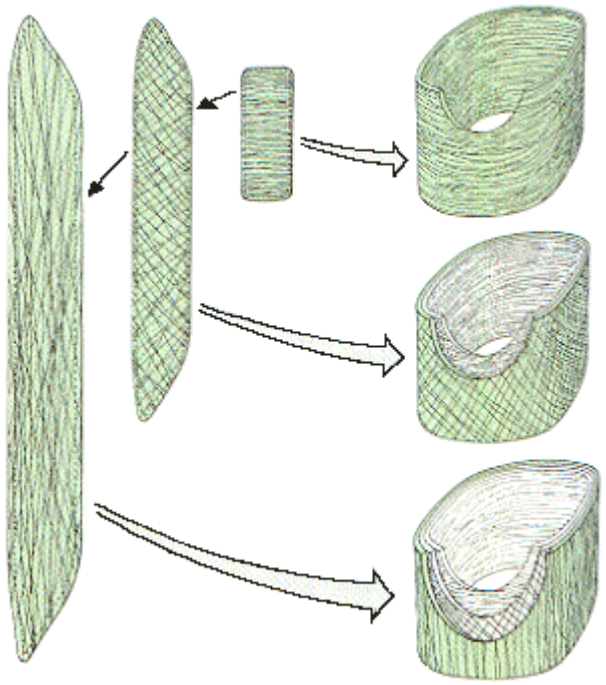
En **células isodiamétricas**, las **microfibrillas** se depositan formando una **red irregular**. La pared aparece como una sucesión de redes de microfibrillas, interpretación llamada "teoría de la red múltiple o multinet"

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

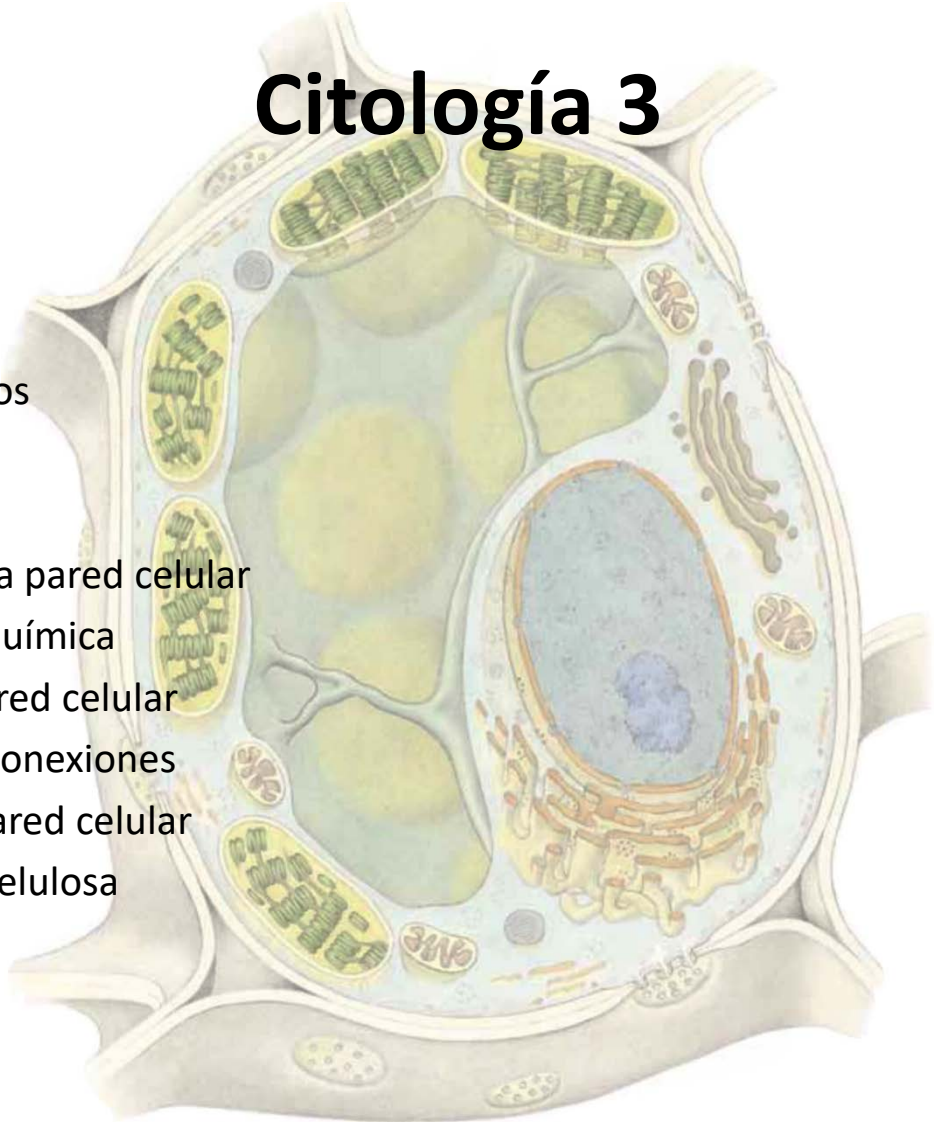
Pared celular: crecimiento

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