

Fátima Adrio Fondevila, Eva Candal Suárez, Manuel Noia Guldrís (Dpto. de Bioloxía Funcional. Área de Bioloxía Celular)

ENVOLTURA NUCLEAR. Dobre membrana (membrana nuclear interna -MNI- e membrana nuclear externa -MNE-) que rodea o núcleo manténdoo como un compartimento bioquímico distinto do citoplasma. A MNE é continua coa membrana do retículo endoplasmático e son funcionalmente semellantes. A MNE e a MNI únense nalgúns zonas da envoltura nuclear a través dos **COMPLEXOS DOS POROS NUCLEARES** que son canles que permiten o transporte selectivo de moléculas entre o núcleo e o citoplasma en ambos os sentidos. Este transporte selectivo establece a composición interna do núcleo e xoga un papel crucial na regulación da expresión xénica.

NÚCLEO. Orgánulo que contén a información xenética responsable de regular todas as actividades celulares (metabolismo, crecemento, diferenciación celular). No seu medio líquido interno, denominado **NUCLEOPLASMA**, atópanse embebidos os corpos nucleares e a **CROMATINA**, formada polo conxunto do ADN e proteínas asociadas. O grao de condensación da cromatina varía durante o ciclo celular e xoga un papel importante na regulación da expresión xénica. O núcleo interfásico contén un 10% de *heterocromatina* (compacta e transcricionalmente inactiva) e un 90% de *eucromatina* (dispersa e transcricionalmente activa). Na división celular, a cromatina condénsase formando os *chromosomas*.

NUCLÉOLO. Rexión densa granular onde ten lugar a síntese dos ribosomas. É o máis evidente dos corpos nucleares e pode haber máis dun en cada núcleo.

VACÚOLO VEXETAL. Orgánulo exclusivo das células vexetais que pode chegar a ocupar un 90% do volume celular. Está rodeado dunha membrana chamada *tonoplasto*. Almacena auga, ións inorgánicos disoltos, ácidos orgánicos, azucres, enzimas hidrolíticas e metabolitos secundarios que soen ser tóxicos e estar implicados na defensa da planta fronte a organismos herbívoros.

Os enzimas hidrolíticos participan na dixestión celular e, ademais, a medida que a célula avellenta, son liberados ao citoplasma onde interveñen na reciclaxe de nutrientes útiles para as partes vivas da planta. Por isto, o vacúolo vexetal considérase funcionalmente equivalente aos lisosomas das células animais. Ademais, mantén a presión de turxidez e o equilibrio osmótico.

PEROXISOMAS. Orgánulos rodeados por unha membrana (bicapa lipídica e proteínas) que conteñen enzimas implicados en diversas reaccións metabólicas. Fórmanse por xemación no retículo endoplasmático ou por división dos xa existentes. Son orgánulos moi dinámicos que poden aumentar en número e tamaño segundo as necesidades da célula. Os *glioxisomas* son uns peroxisomas especializados, presentes nos tecidos de reserva das plantas, que son capaces de degradar os ácidos graxos (como todos os peroxisomas) pero converténdooos en carbohidratos necesarios para o crecemento da plántula.

RETÍCULO ENDOPLASMÁTICO (RE) RUGOSO. Rede de sáculos aplanados membranosos (bicapa lipídica e proteínas) continuos coa membrana nuclear externa que presenta ribosomas adheridos á súa superficie. Presenta zonas sen ribosomas, denominadas RE de transición, onde se forman as vesículas de transporte. Está implicado na síntese e nas modificacións postraducionais das proteínas.

CITOPLASMA. Material interno da célula rodeado pola membrana plasmática e constituído polo *citósol* (líquido viscoso que enche o interior celular) no que están embebidos os orgánulos celulares e o citoesqueleto.

PAREDE CELULAR
[ver reverso]

Lámina media

Paredes celular primaria

MEMBRANA PLASMÁTICA. Estrutura que rodea a célula formada por unha bicapa lipídica con proteínas e hidratos de carbono asociados. Mantén o medio intracelular separado do medio que o rodea, coordina a síntese das microfibrilas de celulosa da parede celular, recibe sinais hormonais e do medio ambiente implicados no control do crecemento e na diferenciación celular, e interveñen no transporte de moléculas entre o interior e o exterior celular.

COMPLEXO DE GOLGI. Está formado por cisternas membranosas aplanadas denominadas *dictiosomas*. O número de dictiosomas varía dependendo do tipo e actividade da célula. Nas células vexetais os dictiosomas están separados e dispersos por todo o citoplasma, mentres que nas células animais soen estar agrupados nunha parte da célula.

Cada dictiosoma consta de distintas rexións funcionais: rede *cis* do Golgi, enrimamento do Golgi (onde teñen lugar a maior parte das actividades metabólicas) e rede *trans* do Golgi.

As proteínas e os lípidos do retículo endoplasmático entran mediante transporte vesicular no complexo de Golgi pola súa cara *cis* e saen pola cara *trans*. Está implicado no procesamento e clasificación de proteínas e lípidos, e sintetiza os polisacáridos non celulósicos (pectinas e hemicelulosas) da parede celular vexetal.

CLOROPLASTOS. Pertencen a un grupo de orgánulos exclusivos das células vexetais, denominados **plastos**, que presentan dobre membrana. Dependendo do tipo celular, as células vexetais poden conter diferentes tipos de plastos con diversas funcións: leucoplastos (elaioplastos, amiloplastos, proteoplastos), cromoplastos e cloroplastos.

Os cloroplastos presentan dobre membrana, interna e externa, cun espazo intermembrana. No seu interior un terceiro sistema de membranas delimita uns compartimentos denominados *tilacoides*, que forman unha rede de discos aplanados que poden enrimarse formando os *grana*. Na membrana tilacoidal atópase a cadea de transporte de electróns e a ATP sintase, responsables da conversión da enerxía lumínica en enerxía química (ATP). O interior (*estroma*) contén o ADN e a maquinaria de síntese proteica do cloroplasto onde se sintetizan enzimas responsables da conversión de CO₂ en hidratos de carbono durante a fotosíntese. Ademais, os cloroplastos participan no almacenamento transitorio de amidón, na síntese de aminoácidos e son os únicos orgánulos vexetais nos que se realiza a síntese de ácidos graxos. Divídense de xeito binario segundo as necesidades da célula.

MITOCONDRIAS. Orgánulos responsables da respiración, proceso no que se utiliza a enerxía liberada polo metabolismo dos azucres para a síntese de ATP. Están rodeadas por unha dobre membrana: membrana mitocondrial interna (MMI, presenta pregamentos denominados *cristas mitocondriais*) e membrana mitocondrial externa (MME), cun espazo intermembrana. A MME e MMI son funcionalmente diferentes. O seu interior denomínase *matriz mitocondrial* e contén o ADN mitocondrial (que é maior que o das células animais) e a maquinaria de síntese proteica da mitocondria. As mitocondrias están a se dividir e fusionar continuamente segundo as necesidades da célula (*dinámica mitocondrial*).

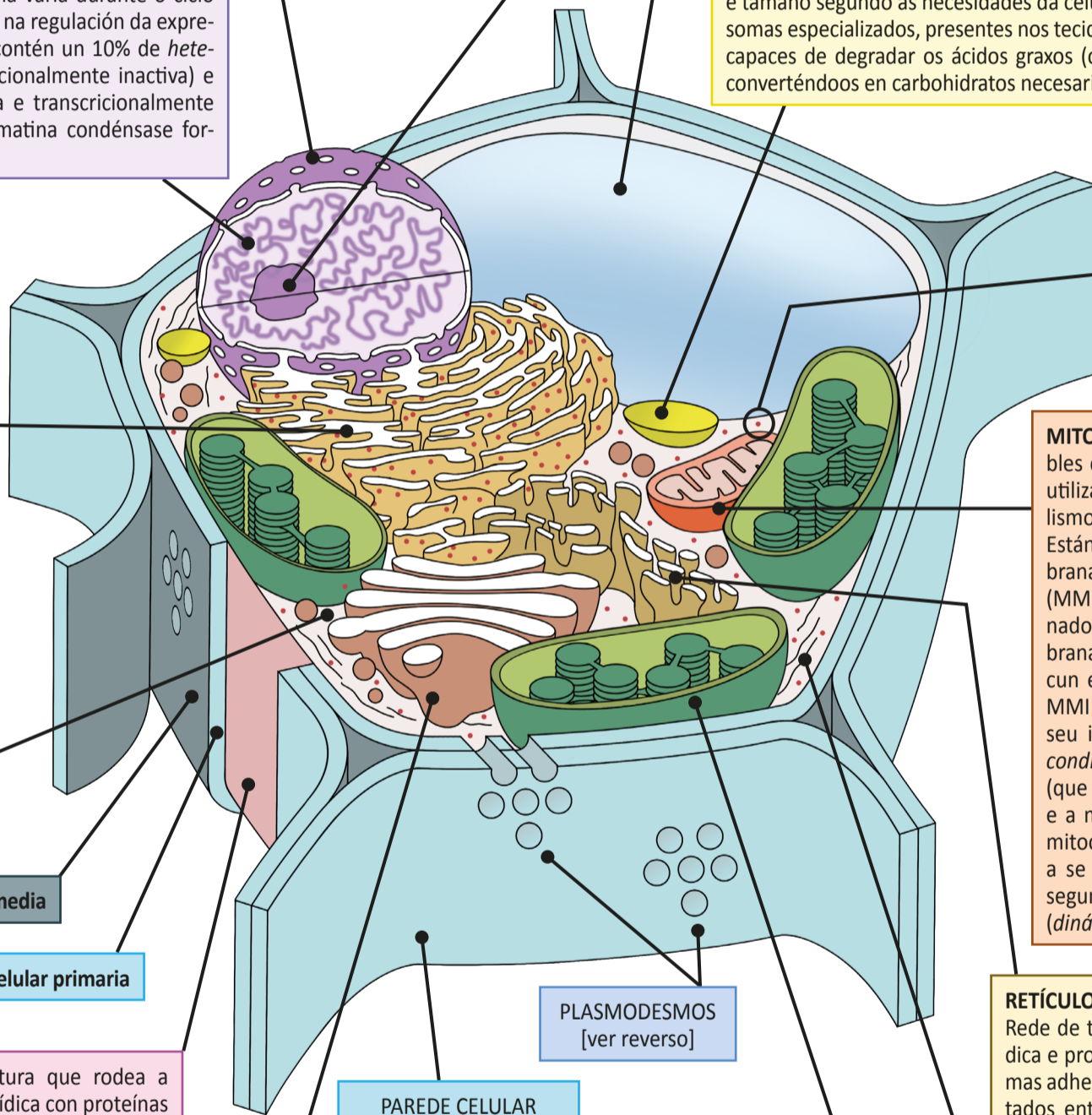
RETÍCULO ENDOPLASMÁTICO (RE) LISO. Rede de túbulos membranosos (bicapa lipídica e proteínas) que non presentan ribosomas adheridos á súa superficie. Están conectados entre si e tamén cos sáculos do RE rugoso. Está implicado na síntese de lípidos.

CITOESQUELETO. Rede tridimensional de proteínas filamentosas (microtúbulos e filamentos de actina) que se estenden polo citósol. Os microtúbulos non se forman a partir do centrosoma, xa que non está presente nas células vexetais. Ten un papel fundamental na división e diferenciación celular, na expansión celular, na organización intracelular, na regulación de vías de sinalización e no desprazamento intracelular de diferentes compoñentes celulares (vesículas de secreción, compostos da parede celular, orgánulos celulares).

RIBOSOMAS. Son pequenos complexos esféricos de proteínas e ARN que se encargan da síntese proteica.

PLASMODESMOS
[ver reverso]

PAREDE CELULAR
PRIMARIA DA CÉLULA
ADXACENTE

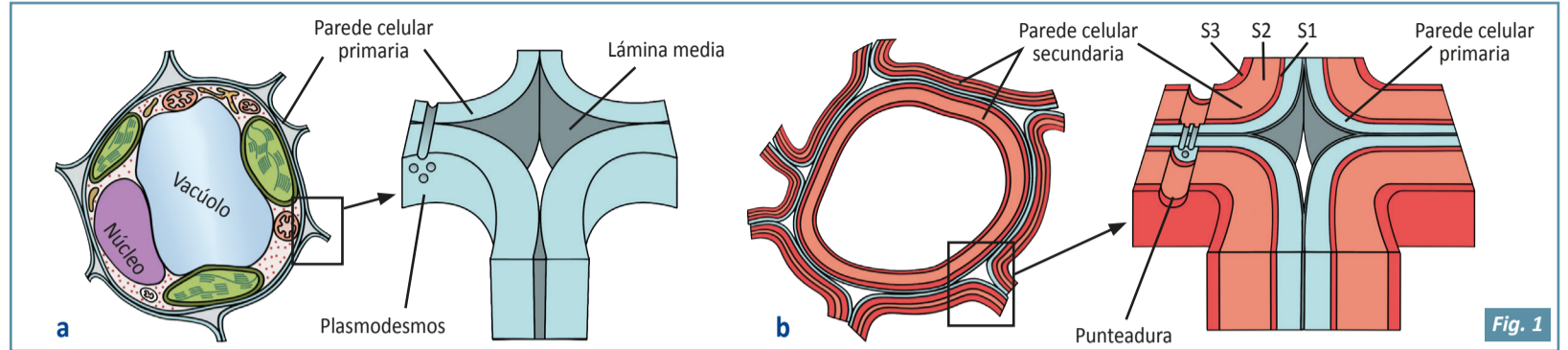


Estrutura da parede celular vexetal

A **PAREDE CELULAR VEXETAL** é unha estrutura exclusiva das células vexetais que se sitúa externa á membrana plasmática e é sintetizada pola propia célula. Ten función protectora e de sustentación e tamén está implicada na absorción, na transpiración, na secreción e no transporte de auga e nutrientes ao longo de toda a planta. O compoñente principal desta estrutura é a celulosa (polímero de glicosa) que se atopa formando microfibrilas embebidas nunha matriz composta doutros polisacáridos (hemicelulosas, pectinas), proteínas, sales minerais e auga.

Todas as células vexetais presentan unha parede celular con dúas capas: a **LÁMINA MEDIA** (a máis externa, que comparte coas células adxacentes) e a **PAREDE CELULAR PRIMARIA**, que é fina e extensible co fin de permitir o crecemento da célula (Figura 1a). Ademais, algúns tipos celulares vexetais sintetizan unha **PAREDE CELULAR SECUNDARIA** entre a parede primaria e a membrana plasmática (Figura 1b), que é grossa e ten tres capas (S1, S2 e S3, coas microfibrilas de celulosa en diferente disposición), contén menor cantidade de auga, carece de pectinas e presenta lignina, substancia que lle dá rixidez e resistencia mecánica á parede celular.

Figura 1. (a) Esquema dunha sección dunha célula vexetal viva na madurez amosando a estrutura da parede celular primaria. **(b)** Esquema dunha sección dunha célula vexetal morta na madurez (perde o citoplasma no proceso de diferenciación celular) amosando a estrutura da parede celular secundaria.

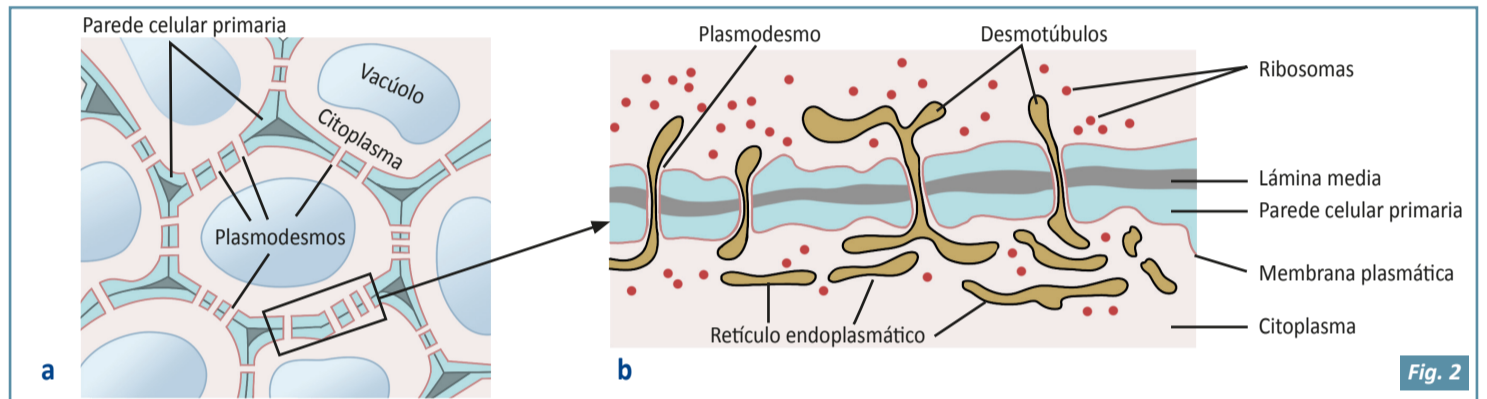


Tipos de comunicacións entre células vexetais

A parede celular vexetal presenta diferentes **TIPOS DE COMUNICACIÓNS INTERCELULARES** que forman condutos entre os citoplasmas dos diversos tipos celulares dunha mesma planta, formando un citoplasma continuo denominado *simplasto*. Estas conexións permiten o intercambio de moléculas de diferentes tamaños a curta distancia entre células veciñas e o transporte a longa distancia por toda a planta de diferentes substancias, como auga con azucres ou sales minerais disoltos, e diversas moléculas, como fitohormonas.

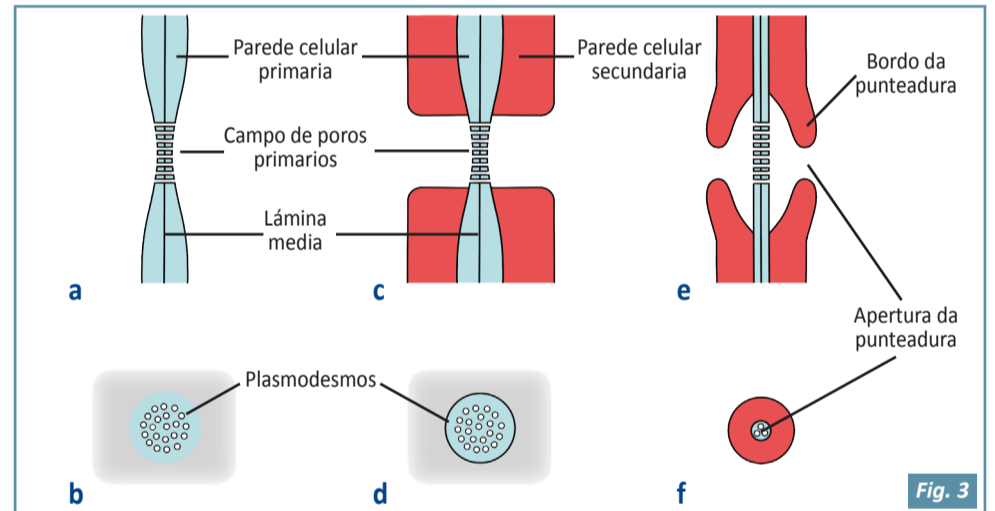
PLASMODESMOS. Son extensións tubulares da membrana plasmática, cun diámetro de entre 40 e 50 nanómetros, que atravesan a lámina media e a parede celular primaria e conectan os citoplasmas de células adxacentes (Figura 2a). Cada plasmodesmo está atravesado por un túbulo estreito de retículo endoplasmático denominado *desmotúbulo*, que é continuo co retículo endoplasmático das células adxacentes (Figura 2b). Os plasmodesmos soen concentrarse en zonas adelgazadas da parede celular primaria, que se denominan **campos de poros primarios** (Figuras 3a e 3b).

Figura 2. (a) Esquema dunha sección de varias células vexetais amosando plasmodesmos na parede celular primaria. **(b)** Esquema en detalle da rexión entre dúas células adxacentes encadrada na Figura a.



PUNTEADURAS. Son conexións citoplasmáticas entre tipos celulares vexetais que presentan parede celular secundaria. Fórmanse cando nas rexións contiguas a un campo de poros primarios (plasmodesmos, Figuras 3a e 3b) non se deposita parede celular secundaria. Poden ser simples (Figuras 3c e 3d) ou areoladas, nas que a parede secundaria se eleva sobre a apertura da punteadura (Figuras 3e e 3f).

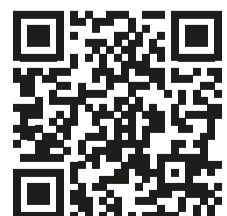
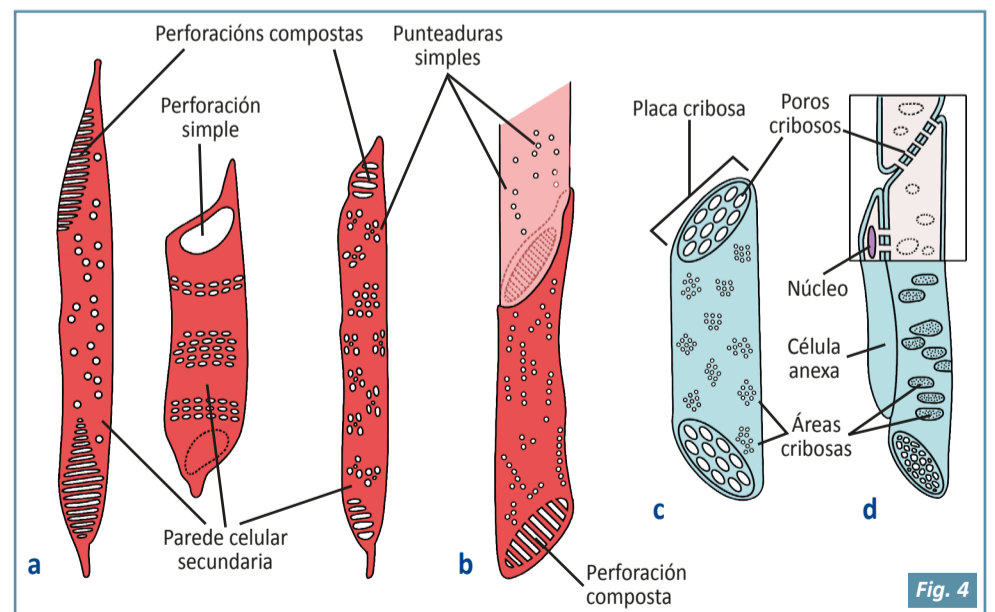
Figura 3. Esquemas de agrupacións de plasmodesmos (campo de poros primarios, a, b) e de punteaduras simples (c, d) e areoladas (e, f) en sección lonxitudinal (a, c, e) e transversal (b, d, f).



Existen outros tipos de comunicacións presentes na parede celular dos elementos vasculares dos tecidos condutores das plantas: floema (tecido condutor de auga e azucres) e xilema (tecido condutor de auga e substancias minerais).

Os elementos das traqueas do xilema presentan punteaduras nas paredes laterais e **PERFORACIÓNS** nas paredes terminais onde desaparece por completo a parede celular secundaria (perforacións simples) ou varias perforacións separadas por tabiques de parede celular secundaria (perforacións compostas) (Figuras 4a e 4b). Os elementos vasculares do floema presentan **POROS CRIBOSOS**, que son plasmodesmos de maior diámetro, que se agrupan formando **áreas cribosas** ou **placas cribosas**. Nestas últimas, presentes só en plantas anxiospermas, os poros cribosos son de maior diámetro que nas áreas cribosas (Figuras 4c e 4d).

Figura 4. (a) Esquemas de tres elementos das traqueas (ET) do xilema amosando perforacións nas paredes terminais e punteaduras nas paredes laterais. As perforacións permiten a comunicación entre varios ET, que se unirán para formar un longo conduto denominado traquea ou vaso leñoso (b). (c) Esquema dun elemento dos tubos cribosos (ETC) do floema de plantas anxiospermas amosando placas cribosas nas paredes terminais e áreas cribosas nas paredes laterais. As placas cribosas permiten a comunicación entre os ETC que se unirán para formar un longo conduto denominado tubo criboso (d). Nesta figura tamén se observa a comunicación a través de áreas cribosas entre un ETC e unha célula anexa.



Consulta aquí a terminoloxía deste documento e os seus equivalentes noutros idiomas

buscatermos
www.usc.gal/buscatermos

REFERENCIAS:

The Cell. A molecular approach. (2019). Cooper, G.M. 8th ed. Sinauer Associates, Oxford University Press. ISBN 978-1605358635.
Atlas de histología vegetal y animal. (2019). Megías, M.; Molist, P.; Pombal, M.A. <http://mmegias.webs.uvigo.es/inicio.html>
An introduction to plant structure and development. (2010). Beck, C.B. 2nd ed. Cambridge University Press. ISBN 978-0521518055.

ILUSTRACIÓN: Fran Bueno.