

I.S.F.D- ESCUELA NORMAL SUPERIOR - MAESTROS ARGENTINOS
PROFESORADO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA EN BIOLOGÍA

Biologías de las Plantas I

Sabrina Anahí Silva

2014

25 DE MAYO 747- CORRAL DE BUSTOS- IFFLINGER-CÓRDOBA



Para los indios las plantas hablan, tienen sexo y curan. Son las plantitas, las que ayudadas por la palabra humana, las que arrancan la enfermedad del cuerpo, revelan misterios, enderezan destinos y provocan el amor o el olvido.

(Eduardo Galeno)

Eje I: Las plantas su fisiología, ordenamiento y clasificación

Introducción

La vida presenta una nueva propiedad de la materia, que sólo se presenta cuando determinadas moléculas, que aisladas o agrupadas en compuestos químicos sencillos siempre se comportan como sustancias inertes, se disponen según un orden determinado. Un sistema viviente es algo más que la suma de sus partes.

La ordenación de la materia viviente, que forma el carácter material básico de la vida, ocasiona consecuencias **morfológicas** y **dinámicas**. La primera se manifiesta en la formación de individuos claramente delimitados por el medio exterior; los cuales por regla general se caracterizan por presentar una *forma* bien definida.

Como resultado dinámico se observan tres propiedades: metabolismo, productividad y excitabilidad.

En el curso del metabolismo se absorbe del exterior materia inerte, ocasionando la síntesis de compuestos (**anabolismo**), mientras, por otro lado, a consecuencia de procesos de descomposición, se devuelven sustancias inertes de desecho al medio (**catabolismo**). Cuando el anabolismo prevalece sobre el catabolismo se produce el **crecimiento** y, habitualmente, la **reproducción** del organismo. En el caso contrario, y cuando después de un lapso que puede ser muy variable no hay un aporte de energía que supere a las pérdidas, se produce la muerte como consecuencia de la desorganización de los sistemas moleculares. En la reproducción o multiplicación a partir de un individuo, se originan descendientes que concuerdan con su progenitor en sus caracteres y propiedades.

Se entienden por **excitabilidad o irritabilidad** la capacidad, que tiene un ser vivo, de reaccionar frente a un estímulo del ambiente externo o interno.

Para que un objeto de la naturaleza sea considerado un ser vivo, debe contar simultáneamente con las características de poseer cierto tipo de metabolismo, productividad y excitabilidad.

Historia de las clasificaciones

Clasificación utilitaria

En los primeros tiempos el hombre comienza a conocer diversas plantas que estaban asociadas a su existencia, así llega a diferenciar plantas alimenticias, medicinales, religiosas y venenosas. Se trata de una clasificación utilitaria, porque las clases formadas tienen su fundamento únicamente en el uso o utilidad.

Período de los sistemas artificiales

Se basan en una clasificación arbitraria de determinados caracteres que servirá para establecer las relaciones o las diferencias entre los organismos. Se inicia con Teofasto (371-286 a.C), quien agrupó al Reino vegetal en cuatro categorías: árboles, arbustos, subarbustos e hierbas. Esta etapa culmina en 1753 con la aparición de "Species Plantarum" de Carl Linneo (1707-1778). Este afamado sabio sueco, da un impulso decisivo a la sistemática al establecer la nomenclatura binominal y reconocer a las especies como unidad básica. En esta época se consideraba que la especie era inmutable y creada por un ser superior. Dentro de este criterio fijista, se atribuía la variabilidad individual observada en los organismos, como resultado de las diferencias climáticas y edáficas.

Período de los sistemas naturales

Se inicia con las obras de "Genera Plantarum" (1764) de Linneo y "Familia des Plantes" de Adanson (1763-1774). En ese entonces se llega a la conclusión que era necesario el empleo de un número grande de caracteres para determinar las relaciones naturales de las plantas, además va ganando adeptos la idea de la mutabilidad de las especies. Sin embargo prevalecía el criterio evolucionista y el concepto sobre las relaciones de parentesco se mantenían en la nebulosa.

Cuando Charles Darwin (1809-1882) da a conocer su teoría de la evolución en su libro "El origen de las especies" (1859), llegan a su fin los sistemas naturales.

Período de los sistemas filogenéticos

Se abandona el concepto de inmutabilidad de las especies y la idea de que habían sido creadas independientemente unas de otras; es así que se lo reemplaza porque comienza a considerarse que las especies están constituidas por poblaciones (conjunto de individuos que intercambian libremente sus factores genéticos) y que estas poblaciones pueden variar en el proceso de reproducción para dar origen a descendientes con determinados caracteres diferentes. Se formula entonces la hipótesis que todos los organismos vivientes están relacionados o emparentados entre sí, por provenir de formas ancestrales sencillas, las que en el transcurso de la historia de la vida, sufrieron alteraciones para dar lugar a la diversidad de formas actuales.

Clasificación jerárquica

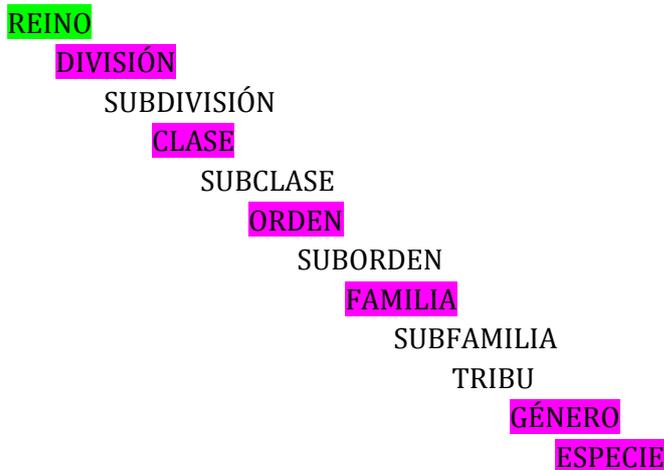
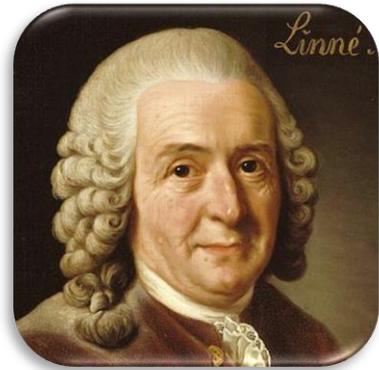
La taxonomía de los organismos es un sistema jerárquico, es decir consiste en grupos dentro de grupos, donde cada grupo está en un nivel particular o rango. En este sistema cada grupo se denomina **taxón** (taxa conjunto de taxones) y el nivel o rango que se le asigna se llama **categoría**.

En la época de Linneo había tres categorías de uso común: especie, género y reino; los naturalistas reconocieron tres reinos: animal, vegetal y mineral.

Sin embargo entre el nivel de género y el de reino, Linneo y otros taxonomistas añadieron otras categorías, es así que los **géneros** se agrupan en familias, las **familias** en órdenes, los **órdenes** en clases y las **clases** en **Filum** (plural fila) o **divisiones**.

El botánico sueco, Linneo, intentó clasificar todas las especies conocidas en su tiempo (1753) en categorías inmutables. Muchas de esas categorías todavía se usan en biología actual. La clasificación jerárquica Linneana se basaba en la premisa que las especies eran la menor unidad, y que cada especie (o taxón) estaba comprendida dentro de una categoría superior o género. Los principales rangos de taxa, en secuencia descendiente, son: *reino, Filum o división, clase, orden, familia, género y especie*.

Los rangos secundarios de taxa en secuencia descendiente son: *tribu* entre familia y género; *sección y serie* entre género y especie; *variedad y forma* debajo de la especie.



Actividad

- Investiga la biografía y los aportes que hicieron a la biología de Carl Linneo, Aristóteles, Ernst Haeckel, Robert Whitaker y Lynn Margulis.
- Ordena los hechos en una línea de tiempo.

Clasificación biológica tomando como ejemplo a la planta de “rosa”:

CATEGORÍA	TAXÓN	CARACTERÍSTICAS
Reino	Vegetal	Organismos pluricelulares adaptados a la vida terrestre; habitualmente con paredes celulares rígidas y clorofilas a y b en sus cloroplastos.
División	Antófitos	Plantas vasculares con flores.
Subdivisión	Angiospermas	Plantas con los óvulos contenidos dentro del ovario.
Clase	Dicotiledóneas	Semillas con dos cotiledones.
Subclase	Arquiclamiáceas	Flores con pétalos libres.
Serie de ordenes	Corolianos	Flores con su perianto diferenciado en cáliz y corola.
Orden	Rosales	Plantas leñosas o herbáceas; hojas alternas, opuestas o verticiladas, simples o compuestas, con o sin estípulas. Flores cíclicas, generalmente pentámeras, períginas, hipóginas o epíginas. Androceo comúnmente de muchos ciclos, estambres usualmente numerosos. Gineceo de 1 a varios carpelos. Fruto variado.
Familia	Rosáceas	Árboles, arbustos o hierbas. Hojas simples o compuestas usualmente con estípulas. Flores actinomorfas, pentámeras, Perígina o Epígina. Tálamo plano, cóncavo o convexo. Estambres numerosos, a veces 1-5. Carpelos 1 a numerosos. Estilos libres. Fruto seco o carnoso.
Subfamilia	Rosoideas	Flores períginas o hipóginas, Pluricarpelares, con hojas generalmente compuestas.
Género	Rosa	Flores grandes y vistosas, actinomorfas, 5 sépalos, 5 pétalos libres. Estambres numerosos y libres, pistilos numerosos dispuestos en el interior de un receptáculo, libres. Fruto poliaquemio rodeado por un receptáculo carnoso, coloreado. Arbustos erguidos o trepadores, con aguijones; hojas alternas, trifoliadas con estípulas.
Especie	<i>Rosa alba</i> L.	Pétalos de corola de color blanco.

Este sistema de clasificación permite generalizar y vemos que descendiendo de reino a especie aumentan los detalles, porque se procede de lo general a lo particular.

La clasificación jerárquica es un medio útil de almacenar y proporcionar información. La categoría fundamental en la clasificación es la “especie”.

Reinos y dominios

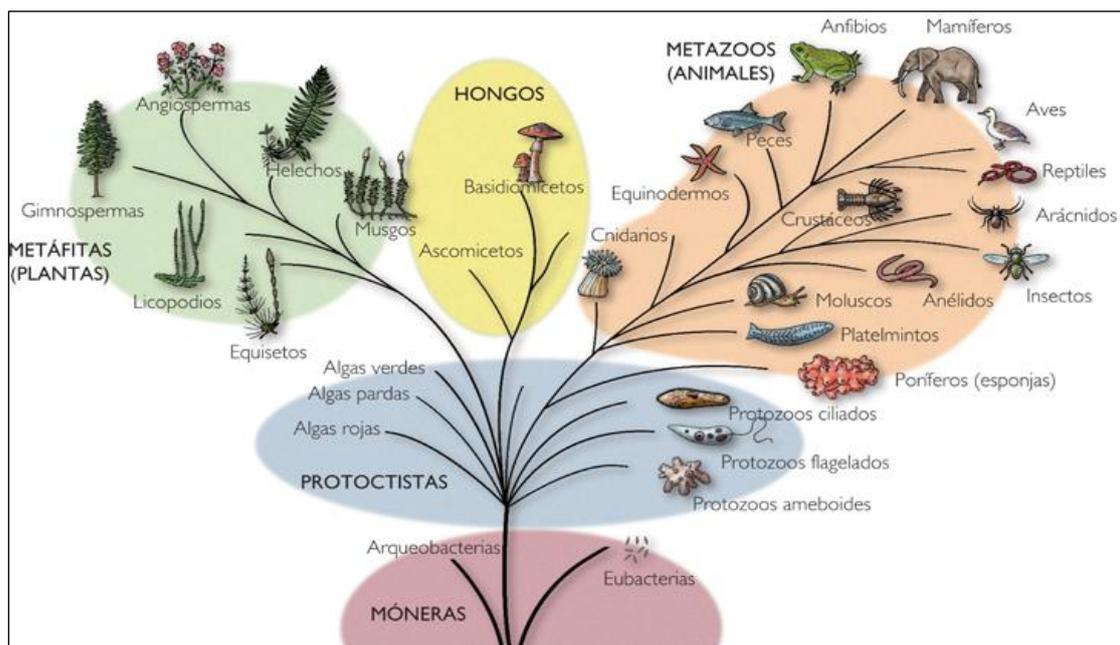
Desde la época de Aristóteles los organismos vivos se reunían en solo dos reinos: **Animal y Plantas**. En los tiempos de Linneo se dijo que los reinos eran tres: **animal, vegetal y mineral**. El Reino Animal incluía a todos aquellos animales que se movía, que comían y que tenían un crecimiento limitado. El Reino Vegetal comprendía a seres vivos que no se movían ni comían, pero que seguían creciendo durante toda su vida; así las algas, bacterias y hongos se agrupaban con las plantas y los protozoarios con los animales.

Dada la ambigüedad de algunos organismos unicelulares, **Ernst Haeckel** (S. XIX) creó el reino **Protista**, para incluir aquellos organismos unicelulares con aspectos intermedios entre plantas y animales.

Con el perfeccionamiento del microscopio óptico, la aparición de microscopios electrónicos y todos los adelantos tecnológicos del siglo XX se aumentó el número de grupos que constituirían reinos diferentes. Las nuevas técnicas mostraron las diferencias entre las células procariotas y eucariotas, diferencias que permiten garantizar que los procariotas deben constituir un reino separado: **Monera**.

Whitaker en 1969 separó a todos los hongos de las plantas en el quinto reino: **Fungi**, poseen células eucarióticas, tienen núcleos y paredes celulares pero carecen de pigmentos fotosintéticos. En 1978 Whitaker y Margulis conservaron estos mismos 5 reinos pero incluyeron a las algas en las Protistas, denominándolo Protoctista.

La mayoría de los biólogos actuales reconocen estos cinco reinos: Moneras, Protistas, Hongos, Plantas y Animales, que se basan en la organización celular, complejidad estructural y modo de nutrición.



<http://cienciaslaboratorio.blogspot.com.ar>

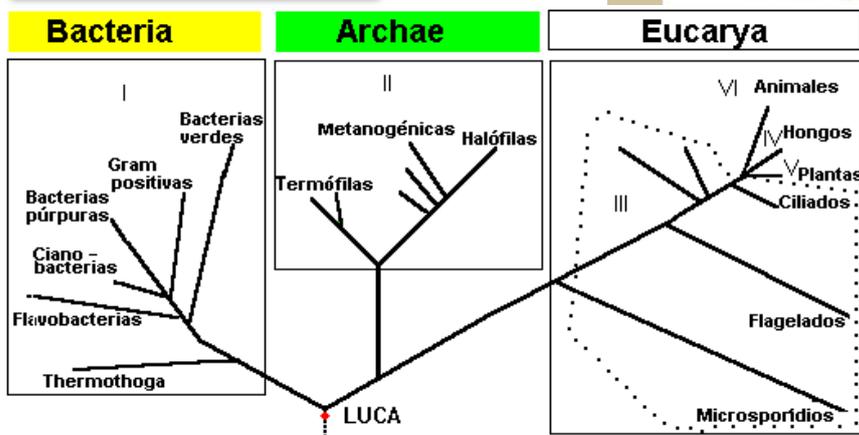
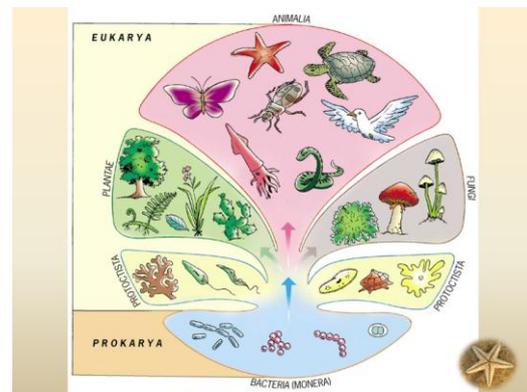
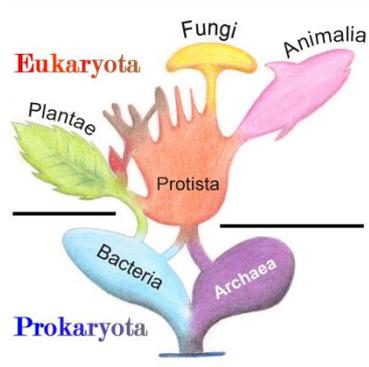
En 1977 **Carl Woese** propuso una categoría superior a reino: **DOMINIO**, reconociendo tres linajes evolutivos; **ARCHEA**, **BACTERIA** y **EUKARYA**. Las características para separar estos dominios son el tipo de célula, compuestos que forman la membrana y estructura del ARN.

Versión simplificada y modificada del **Árbol filogenético Universal** establecido por Carl Woese y su discípulo Gary Olsen que muestra los tres Dominios. El término "**dominio**" refiere a un nuevo taxón filogenético que incluye tres líneas primarias: **Archaea**, **Bacteria** y **Eukaria**.

Se representa en este esquema una raíz única que tiene en su base al "**ancestro común**", último antepasado común universal de las células modernas, equivale a lo que es *Lucy* en el árbol evolutivo de *Homo sapiens*, es decir, no a la primera célula, sino a una célula ya evolucionada, con todas las características de sus futuros descendientes: los actuales procariontes y eucariotes.

Actividad integradora:

- Elabora un cuadro diferencial donde se muestren las características que permitieron establecer los tres dominios biológicos.
- Elabora un cuadro con las diferencias entre los 5 reinos de la naturales, indicando: tipo y número de células, nutrición, reproducción, existencia de pared celular, movilidad. Agrega una imagen y ejemplo de cada reino.
- Observa y critica las siguientes imágenes. Cuál de ellas te parece la más apropiada para diagramar el árbol filogenético de la evolución de los Reinos y dominios?
- Si tuvieras que enseñar el tema en 2º año del nivel secundario, qué imagen seleccionarías y por qué.



Nomenclatura botánica

Es el estudio del sistema y los métodos para adjudicar a los organismos y agrupaciones sistemáticas, e incluye la implementación, interpretación y aplicación de las reglas que gobiernan dicho sistema.

Una vez que la planta sea identificada es necesario que tenga un **nombre científico** para ser designada. La nomenclatura determina el nombre correcto, de acuerdo al sistema nomenclatural que esta regulado por el Código Internacional de Nomenclatura Botánica. Las disposiciones del código se aplican a todos los grupos del reino vegetal, actuales y fósiles.

Los nombres científicos de plantas y animales se escriben con dos palabras: género y especie. Linneo, en 1753, también denominó este concepto como nomenclatura binominal, y eligió el latín, en ese entonces el lenguaje de los hombres cultos en todo el mundo, para escribirla, con el objeto de asegurar que todos los científicos entendieran la nomenclatura. Actualmente se sigue utilizando el latín por ser una lengua muerta.



- **Nombre genérico:** corresponde a un sustantivo en singular, escrito con inicial mayúscula, y género masculino (terminación en **us**. Ej.: *Ficus carica* L.) femenino (terminación en **a**. Ej.: *Zantedeschia aethiopica* (L.) Spreng) o neutro (terminación en **um**. Ej.: *Allium cepa* L.)
- **Nombre específico:** por lo general es un adjetivo y se escribe siempre con minúscula.
- **Descriptor:** apellido en forma completa o abreviada de la persona que estableció dicho nombre. El que clasificó por primera vez la especie. Idioma latín.

Ejemplo: *Erythrina crista-galli* L.

- *Erythrina* (del griego *erythros*, rojo, en referencia al color rojo de sus flores) es el nombre genérico.
- *crista-galli* (del latín, *crista*, penacho o cresta y *gallus*, gallo) corresponde al epíteto (adjetivo para caracterizar el nombre específico).
- L. es la sigla del autor o sea nombre propuesto y clasificada por Linneo.



Para nombrar los taxones existen unas reglas de nomenclatura impuestas por el Código Internacional de Nomenclatura Botánica (ICBN) que es sometido a revisiones periódicas. Las principales reglas de nomenclatura son:

1. El nombre tiene que ser en latín o una palabra latinizada debido a que es una lengua muerta.
2. Los nombres de los taxones, hasta el género, tienen su propia terminación.
3. El género es lo que se conoce como nombre genérico, debe ser una palabra latinizada, comenzar por mayúsculas, y **debe ir en cursiva o subrayado**. Ej: *Achillea*
4. Para nombrar a la especie se utiliza la nomenclatura binominal creada por Linneo que consiste en:
 - Nombre genérico + nombre específico.
 - Así al hablar de la especie sabemos a que género pertenece.
5. El epíteto específico debe ir en minúsculas y concordar en género y número con el nombre genérico. Para referirnos a una especie desconocida se emplea *Achillea sp*; para referirnos a un conjunto de especies *Achillea spp*.
6. Para referirnos a categorías inferiores se utiliza el nombre completo.
7. Otras reglas son:
 - Cuando se produce una reclasificación, se cambia el nombre genérico, pero no el específico.
 - Cuando se describe una nueva especie u otra ya existente se describe de nuevo, existe un ejemplar tipo que debe ser depositado en Herbarios.

Nomenclatura de los taxones superiores a género:

Las terminaciones de los taxones se dan en latín y castellano:

- División: terminación en phyta – fitas. Ej.: Espermató**fitas**.
- División (hongos): terminación en mycota – micota. Ej.: Mixom**icota**.
- Clase (plantas): terminación en opsida - opsida. Ej.: cicad**opsidas**.
- Clase (algas): terminación en pyceae – ficeas. Ej.: feof**íceas**.
- Clase (hongos): terminación en mycetes - micetes. Ej: basidiom**icetes**.
- Orden: si el nombre deriva de una familia en él incluida, debe terminar en ales –ales. Ej.: poligon**ales** (Poligonáceas).
- Familia: adición del sufijo aceae, -áceas. Ej.: Polygon**áceas**. Hay 8 familias cuyos nombres hacen excepción a la regla. Sin embargo pueden utilizarse como alternativos los nombres apropiados terminados en áceas, estos son:
 - + Palmas = Arecáceas
 - + Gramíneas = Poáceas
 - + Crucíferas = Brasicáceas
 - + Leguminosas = Fabáceas
 - + Gutíferas = Clusiáceas
 - + Umbelíferas = Apiáceas
 - + Labiadas = Lamiáceas
 - +Compuestas = Asteráceas

- Subfamilia y tribu: el nombre de una subfamilia se forma por la adición del sufijo oideae – oideas al nombre del género incluida en ella. Ej.: **Rosoideas** (género *Rosa*). Un nombre de tribu se forma de manera análoga, pero con la desinencia ea. Ej.: Falaridea (género *Phalaris*)

Actividad:

- Leer detenidamente y elaborar una síntesis del pdf “la nomenclatura botánica”.
- Indica las diferencias entre el Reino Plantae y Animalia.
- Extraer de la web una imagen de una célula vegetal y otra animal. Indica la fuente de sustracción.
- Traer el material solicitado para trabajar en el laboratorio.

*Trabajo Práctico: “**Observación de células al microscopio**”*



Objetivos:

- Realizar observaciones de distintos tipos celulares mediante microscopía óptica.
- Ejercitar la preparación de muestras para la observación.
- Adquirir práctica en el empleo del microscopio óptico y en el cálculo de los aumentos de observación.
- Registrar las observaciones mediante esquemas y comparar con microfotografías.

a) Preparación y observación al microscopio de una muestra de células humanas

Materiales: Microscopio óptico, portaobjetos y cubreobjetos, colorante azul de metileno, hisopo o cuchara de té.

Procedimiento:

- 1) Limpiar con alcohol el portaobjetos y raspar suavemente el interior de la mejilla en la boca con un hisopo o una cuchara limpia.
- 2) Extender el material recogido sobre el portaobjetos.
- 3) Colocar una gota de agua y una de azul de metileno.
- 4) Aplicar el cubreobjetos.
- 5) Observar al microscopio y dibujar lo observado. Posteriormente colocar los preparados incrementando progresivamente el aumento.

b) Observación microscópica de tejido epidérmico y celular de cebolla

Materiales: Microscopio, portaobjetos, cubreobjetos, cubeta, agujas, pinzas, escalpelo, verde de metilo acético o azul de metileno, cuentagotas, cebolla.

Procedimiento:

- 1) Separar una de las hojas interna de la cebolla y desprender la membrana fina que está adherida por su cara inferior.
- 2) Depositar el fragmento de membrana en un portaobjetos con unas gotas de agua, y colocarlo sobre la cubeta de tinción.
- 3) Escurrir el agua, añadir una gotas de verde de metilo acético (o azul de metileno) sobre la membrana y dejar actuar durante 5 minutos aproximadamente. No debe secarse la epidermis por falta de colorante o por evaporación del mismo.
- 4) Con el cuentagotas bañar la epidermis con agua abundante hasta que no suelte colorante.
- 5) Colocar sobre la preparación un cubreobjetos evitando que se formen burbujas y llevarla al microscopio.
- 6) Observar la preparación a distintos aumentos, empezando por el más bajo. Identificar las distintas células del tejido epidérmico y las de las hojas del bulbo de cebolla.

c) Observación microscópica de tejido epidérmico y celular de *Setcreasea purpúrea*

Materiales: bisturí, portaobjeto y cubreobjetos, microscopio, hoja de *Setcreasea purpúrea*.

Procedimiento:

- 1) Realizar un corte fino de la hoja de *S. purpúrea*, obteniendo una lámina delgada de la misma.
- 2) Colocar la muestra en un portaobjeto y agregarle 1 gota de agua.
- 3) Observar al microscopio con todos los aumentos y diagramar.

d) Observación microscópica de tejido epidérmico y celular de *malvón-menta-tomate*

- 1) Repetir el procedimiento de la experiencia anterior con los materiales requeridos en el título.
- 2) **ATENCIÓN:** en la extracción de la muestra del tomate, éste debe ser maduro y realizar el corte en la parte pulposa.
- 3) En la papa agregar 1 gota de lugol a la muestra.

ACTIVIDAD:

- Realizar el registro de toda la experiencia en una hoja e incorporarla en la carpeta.
- Los gráficos deben ser claros, prolijos, en lápiz y con referencias.
- Calcular el aumento del microscopio en cada observación.
- Investiga en fuentes confiables el descubrimiento de la célula, los hechos y el contexto histórico del momento. Realiza una reseña sintética, de no más de 20 renglones.
- Lectura del capítulo II citología; del libro de Botánica de Juan Valla (pág.: 11-31 y 47-53)
- Elabora una síntesis de las páginas leídas, incorporando la explicación de la docente.
- Esquematiza un mapa conceptual resumiendo los contenidos principales de la temática. Utiliza el programa Cmap Tools instalado en tu net.

ORGANELAS DE LA CÉLULA VEGETAL

CÉLULA: es una unidad morfológica, estructural, funcional y genética capaz de dividirse y evolucionar.

Morfológica: tiene diversas formas.

Estructural: tiene estructura propia.

Funcional: cumple diversas funciones integradas.

Genética: tiene la información genética que regula su funcionamiento celular a través del ADN.

Dividirse: para generar células iguales o semejantes según el tipo de división que intervenga.

El citoplasma

Hialoplasma constituido por un material con las moléculas de proteína, la porción exterior, más viscosa, que se conoce como ectoplasma y el fluido interno es el citosol. En el citosol, es posible observar a menudo movimiento citoplásmico (ciclosis), este movimiento se ve influido por la luz y la temperatura.

Las características estructurales de la célula de la planta: la pared celular, la gran vacuola en la célula adulta (como resultado de la unión de pequeñas vacuolas), plástidos y sustancias ergástica. Por supuesto, están presentes en muchos orgánulos celulares de las plantas; también se encuentran las mitocondrias, dictiosomas (pilas de membranas planas), núcleo, los microtúbulos, ribosomas, etc.

La matriz citoplasmática o citosol es una masa coloidal químicamente muy compleja: contiene proteínas, lípidos, ácidos nucleicos, hidratos de carbono, sales minerales y otras sustancias solubles en agua que es el componente básico. Puede presentar aspecto homogéneo o tener granulaciones. En él se sintetizan compuestos primarios importantes (aminoácidos, sacarosa, lípidos) y compuestos secundarios como alcaloides. Incluye todos los elementos necesarios para la síntesis de proteínas (ribosomas, ARN mensajero, ARN soluble y enzimas vinculadas con este proceso).

El citoplasma está rodeado de la **membrana plasmática**, esta membrana adquiere diversos nombres dependiendo del lugar que ocupa. Ej.: tonoplasto, membrana nuclear o carioteca. Las membranas se componen de lípidos y proteínas. Tienen varias funciones, entre las que podemos nombrar:

1. Selectivas: permiten el paso de algunas sustancias impidiendo el paso a otras.
2. Semipermeables: dejan pasar el solvente (agua) y no los solutos (turgencia- plasmólisis)¹.
3. Pinocitosis: las partículas líquidas son englobadas por las membranas.

- **Citoesqueleto:** Técnicas modernas como la fluorescencia y los microscopios electrónicos de alto voltaje, han permitido ver la complejidad del citoplasma de la célula eucarióticas. La sustancia base o matriz protoplasmática está atravesada por un citoesqueleto flexible,

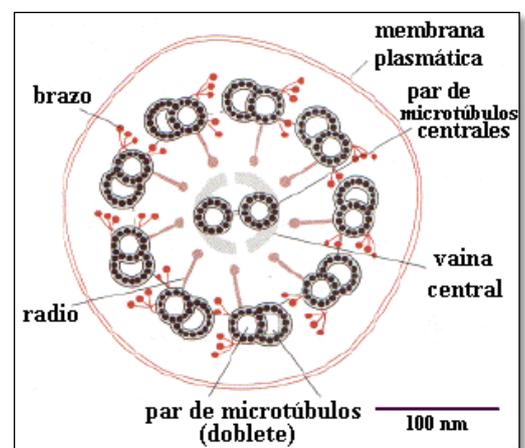
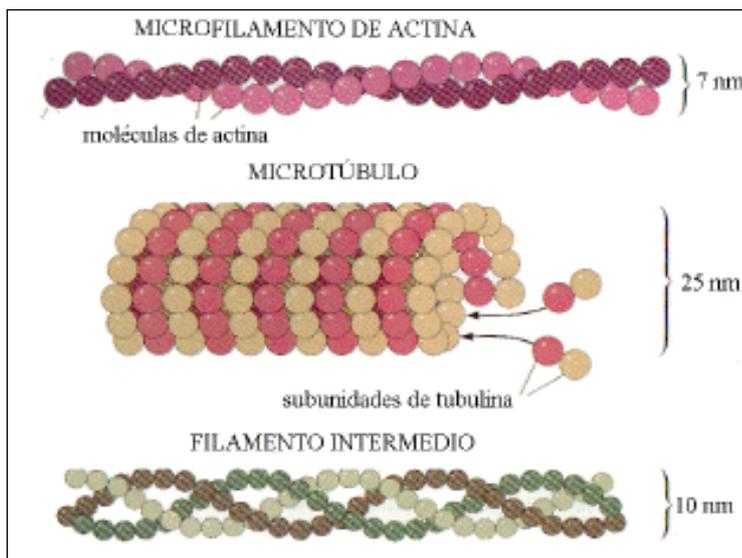
¹ **Turgencia** (latín turgens=hinchar) determina el estado de rigidez de la célula. Fenómeno por el cual las células absorben agua, se hinchan, ejerciendo presión contra las membranas celulares, las cuales se ponen tensas. de esto depende que una planta se marchite o este firme.

Plasmólisis: las células pierden agua y se contraen, separándose el protoplasto de la pared celular. Ej: exceso de sol=planta marchita.

involucrado en la orientación espacial y coordinación de la mayoría de los procesos celulares. El citoesqueleto está formado por una compleja red de **microfilamentos de actina** (proteína enrollada en doble hélice). Los **microtúbulos** también intervienen como componentes del citoesqueleto para determinados procesos (Cavalier-Smith, 1988). Otros elementos son los **filamentos intermedios**, llamados así por su diámetro, compuestos por proteínas fibrosas; son elementos relativamente estáticos que soportan tensiones, a diferencia de los microfilamentos y microtúbulos, que pueden organizarse y desarmarse rápidamente. Los componentes del citoesqueleto se ligan a la membrana plasmática y a otras estructuras membranosas mediante proteínas específicas. El complejo membrana-citoesqueleto es un sistema dinámico cuyas funciones principales son mantener y modificar la forma y distribución de los componentes celulares (Medvedev & Markova, 1998).

Cilios y flagelos

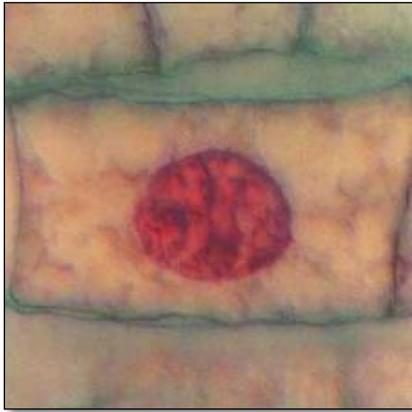
Los cilios son cortos y los flagelos son largos, pero todos tienen la misma estructura en todos los eucariontes: están limitados por una membrana que es continuación de la membrana plasmática, y contiene, dentro del citoplasma, un anillo constituido por 9 pares de microtúbulos más 2 microtúbulos centrales (estructura 9 + 2).



Las sustancias ergásticas

Son productos pasivos del protoplasto como por ejemplo productos de almacenamiento, productos de desecho y otros. Estas sustancias aparecen y desaparecen a lo largo de la vida de la célula, entre estas encontramos: granos de almidón, cristales, pigmentos autocianinos, gotas de aceite, resinas, látex y otros. Estas sustancias se encuentran en la pared celular, matriz citoplasmática y organelos incluyendo las vacuolas.

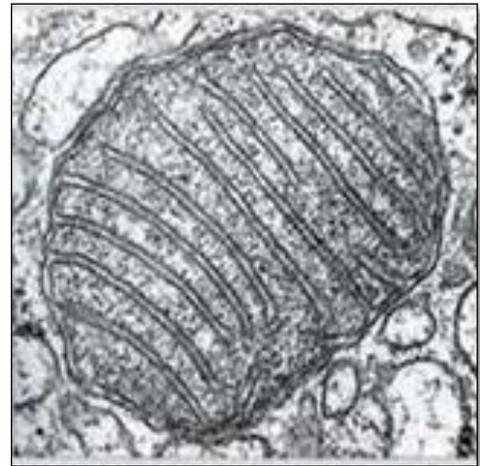
El núcleo



Generalmente es la estructura más prominente en el citoplasma de las células eucariotas. En estas células el núcleo está rodeado de una membrana llamada membrana nuclear. Esta membrana contiene poros con una estructura complicada. Se ha observado en varios puntos de la membrana una continuidad con el retículo endoplásmico (R.E.). Las funciones del núcleo son: controlar las actividades de la célula, determinando qué proteínas y cuándo se sintetizarán, además de almacenar la información genética. Otra estructura encontrada en el núcleo es el nucleolo. Este sólo está presente cuando la célula no está en división y es el centro para la formación de RNA ribosomal (rRNA).

Mitocondria

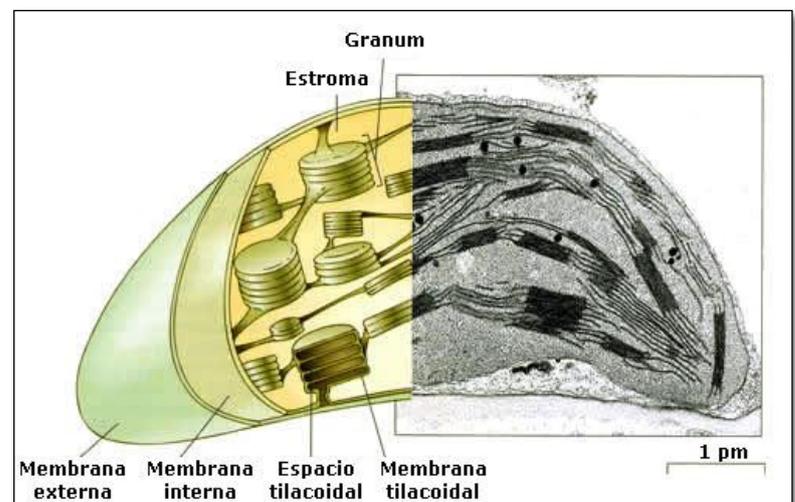
Es el organelo responsable de la respiración celular. Al igual que los cloroplastos está rodeada por dos membranas. La membrana interior está pegada y forma lo que se conocen como las crestas mitocondriales. La importancia de éstas es que aumenta el área superficial disponible para llevar a cabo más trabajo en menos espacio. La cantidad de mitocondrias en la célula varía dependiendo de la demanda por ATP de la célula. Las mitocondrias se encuentran en constante movimiento dentro de la célula, para así proveer el ATP necesario en el sitio adecuado. Las mitocondrias son organelos semiautónomos ya que contienen los elementos necesarios para la síntesis de sus propias proteínas.

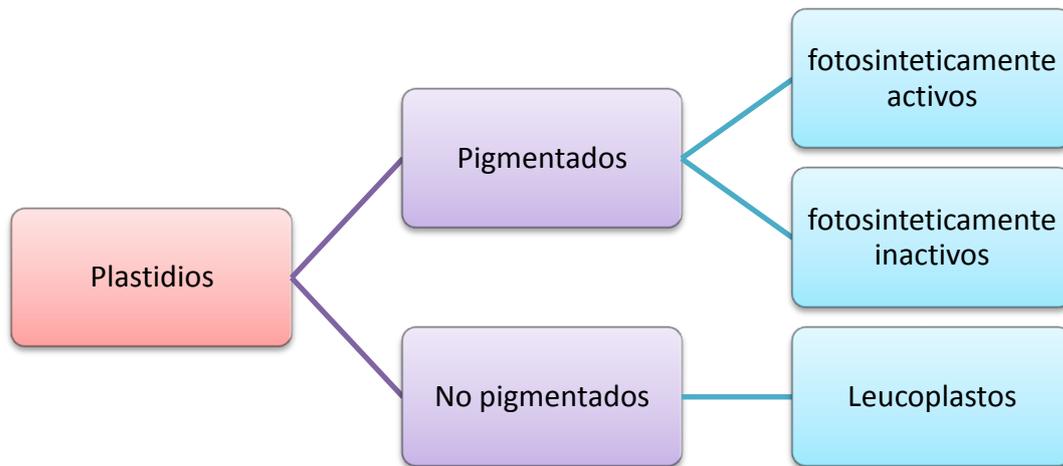


Proplastídios y plastidios

Los primeros se encuentran en las células meristemáticas o embrionales. Son parte característica de las células vegetales.

Los plastidios se originan por autoduplicación o a partir de proplastídios. Estos se encuentran en las células adultas maduras. Cada plástido está rodeado por una membrana doble. Dentro de esa doble membrana tenemos el estroma que es la sustancia acuosa contenida en el plástido. Los plástidos se clasifican de acuerdo al tipo de pigmento que contengan.

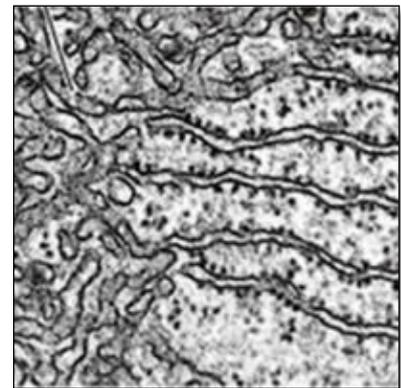




Retículo endoplasmático

Es un sistema de membranas tridimensional presentes en células eucarióticas que divide el citoplasma en compartimientos y canales. La abundancia de este organelo en la célula depende de: el tipo de célula, actividad metabólica y estado de desarrollo. La función principal del retículo endoplásmico es servir como un sistema de comunicación dentro de la célula. También es responsable de la comunicación entre células adyacentes (comunicación intercelular) a través de plasmodesmos. Otra función del retículo endoplásmico es el lugar donde se lleva a cabo la síntesis de membrana dentro de la célula.

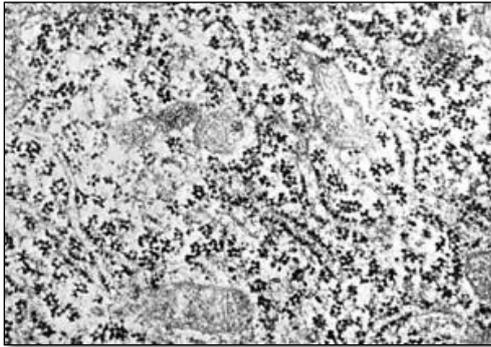
- a. Retículo endoplásmico rugoso contiene ribosomas adheridos en la superficie externa. Estos ribosomas se encuentran en forma de polisomas. Este retículo está envuelto en la secreción, almacenamiento y síntesis de proteínas.



- b. Retículo endoplásmico liso posee forma tubular y está envuelto en la secreción de lípidos.



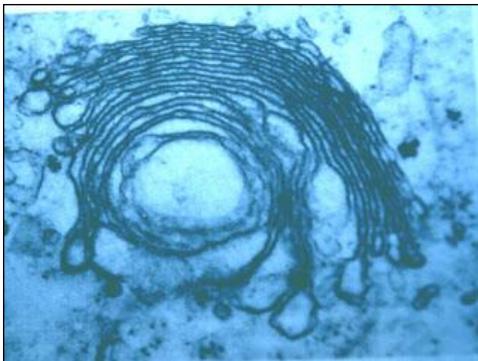
Ribosomas



Son pequeñas partículas que consisten de RNA y proteínas, cuya función es la de traducir la información emitida por el ADN a través de los ácidos ribonucleicos para sintetizar las proteínas.

Los ribosomas pueden encontrarse libres en el citoplasma o adheridos al R.E.R. Lo más común es que se encuentre en ambos sitios a la vez. También es posible encontrarlos en grupos llamados polirribosomas, estos generalmente se encuentran adheridos a la membrana nuclear.

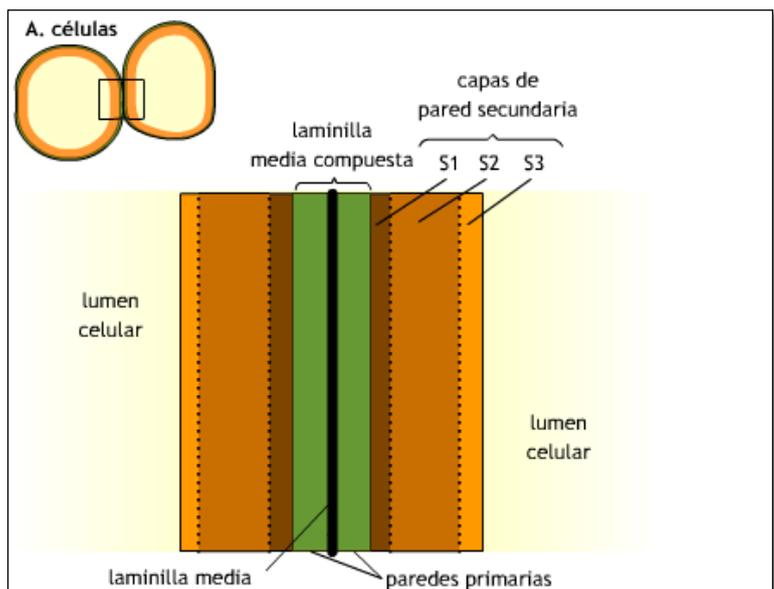
Aparato de Golgi



Es el término que se utiliza para agrupar a todos los dictiosomas o cuerpos de Golgi en la célula. Los dictiosomas están compuestos de sacos en forma de discos (cisternas) agrupados unos sobre otros y los cuales se ramifican en una serie compleja de túbulos. Los dictiosomas están envueltos en secreción; sin embargo los productos secretados por éste no son necesariamente sintetizados completamente ahí. Por ejemplo los dictiosomas secretan glicoproteínas (carbohidratos + proteínas) la porción proteica se sintetiza en el Retículo endoplásmico rugoso y luego pasa al dictiosoma donde se sintetiza la porción de carbohidratos para luego ensamblar la glicoproteína que será secretada. Los dictiosomas también están envueltos en la síntesis de la pared celular en plantas superiores.

Pared celular

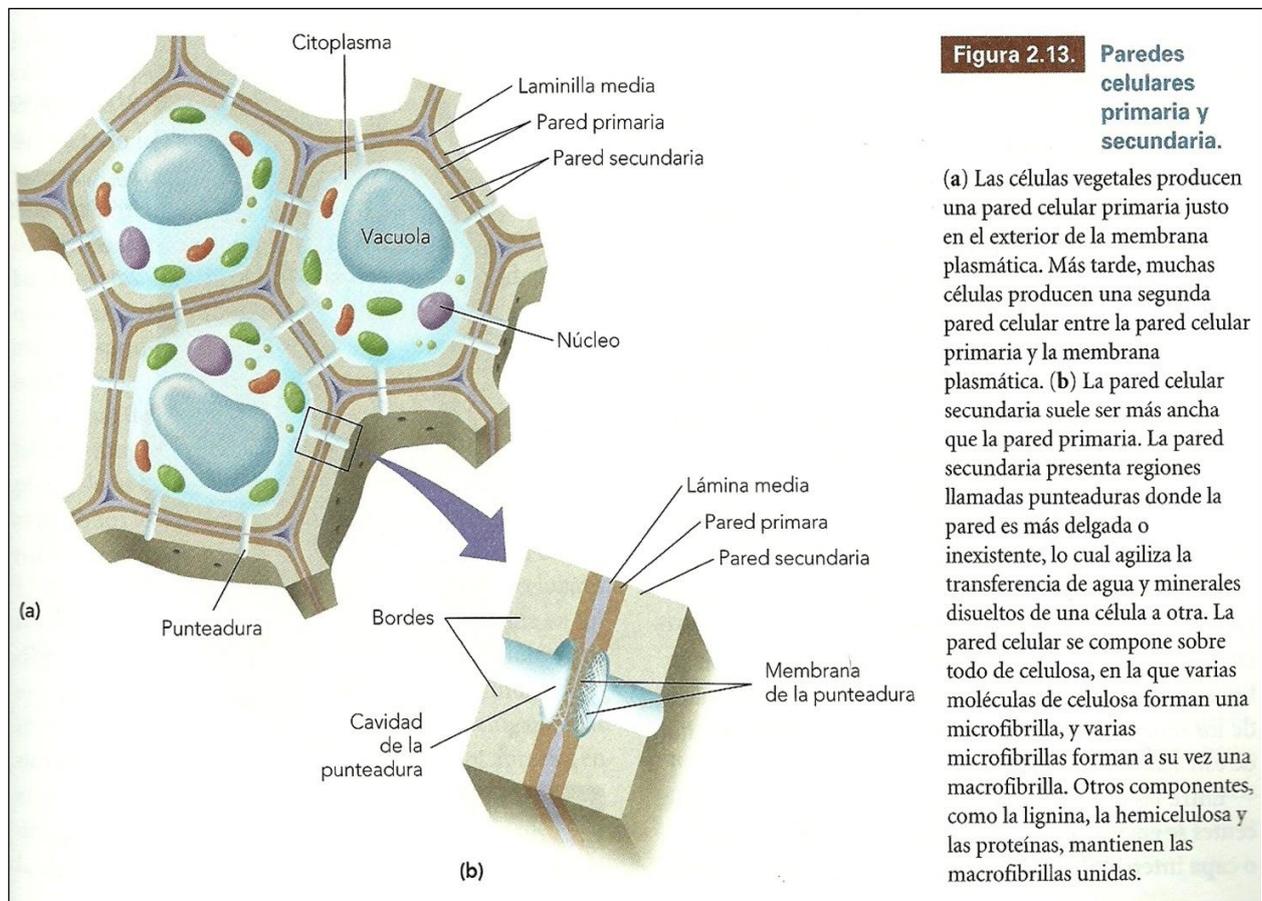
Es un componente típico de las células eucarióticas vegetales. Entre las Embriófitas (plantas terrestres), las únicas células que no la tienen son los gametos masculinos y a veces los gametos femeninos. En las células vivas las paredes tienen un papel importante en actividades celulares tan significativas como absorción, transpiración, secreción y reacciones de reconocimiento, como en los casos de germinación de tubos polínicos y defensa contra bacterias u otros patógenos. Son persistentes y se preservan bien, por lo cual se pueden estudiar fácilmente en plantas secas y



también en los fósiles. Inclusive en células muertas las paredes celulares son funcionales. Así, en los árboles, la mayor parte de la madera y la corteza está formada sólo de paredes celulares, ya que el protoplasto muere y degenera. En la corteza las paredes celulares contienen materiales que protegen las células subyacentes de la desecación. En la madera las paredes celulares son gruesas y rígidas y sirven como soporte mecánico de los órganos vegetales.

Estructura:

- Presenta varias capas que se desarrollan con la maduración celular. De afuera hacia adentro de la célula son: lámina media, pared primaria y pared secundaria.
- Puede presentar modificaciones en su estructura.
- Intercomunicaciones entre las células vegetales.



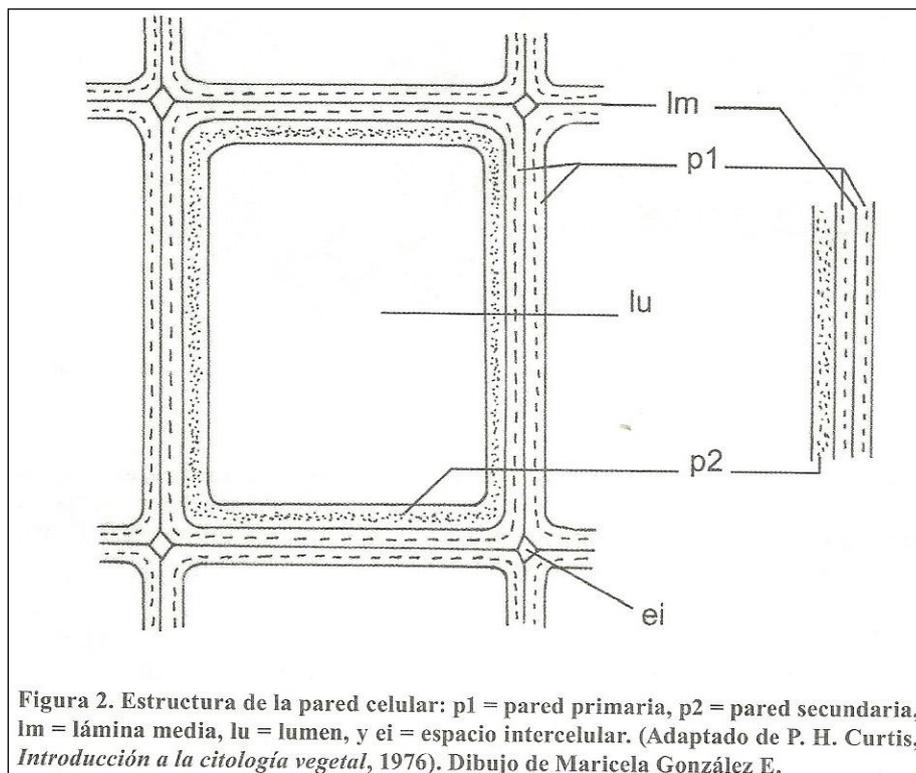
Funciones:

1. Importante función estructural: Constituye una capa rígida que da forma a la célula y la protege de tracciones mecánicas. Cada pared celular está unida a la pared de las células vecinas y entre todas constituyen un armazón que da consistencia a los distintos órganos de las plantas.
2. Interviene en la creación de la presión de turgencia en el interior de las células. Esta presión es fundamental para: el crecimiento, ya que los tejidos se alargan como consecuencia de la presión que ejercen las células sobre la pared primaria. Los movimientos, como los que permiten la apertura y cierre de los estomas.
3. Puede sufrir modificaciones.

4. Intercomunicaciones entre las células vegetales.

La lámina Media:

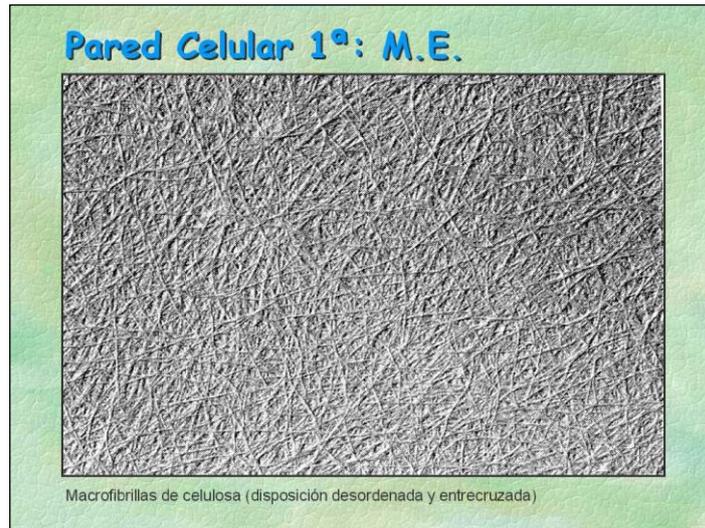
- También llamada sustancia intercelular o lamela media. Es la capa más externa, en muchos casos compartida por más de una célula.
- Se inicia como "placa celular", en el momento de la división celular. Es amorfa y ópticamente inactiva.
- Se compone principalmente de compuestos pépticos.
- Se descompone con facilidad, y cuando esto sucede el tejido se separa en células individuales. Ejemplos: cuando las manzanas se vuelven "arenosas" y en el proceso de "maceración". Durante la maduración de los frutos, el ablandamiento de los tejidos es consecuencia de la disolución de esta capa por las pectinasas.
- Aspecto homogéneo.



La pared primaria:

Caracteres generales:

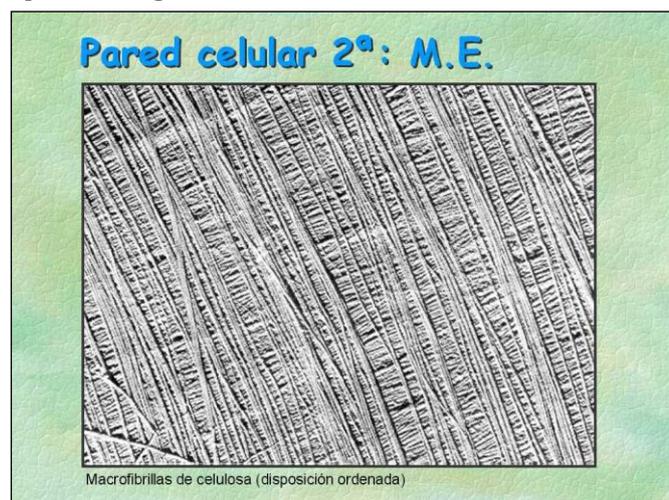
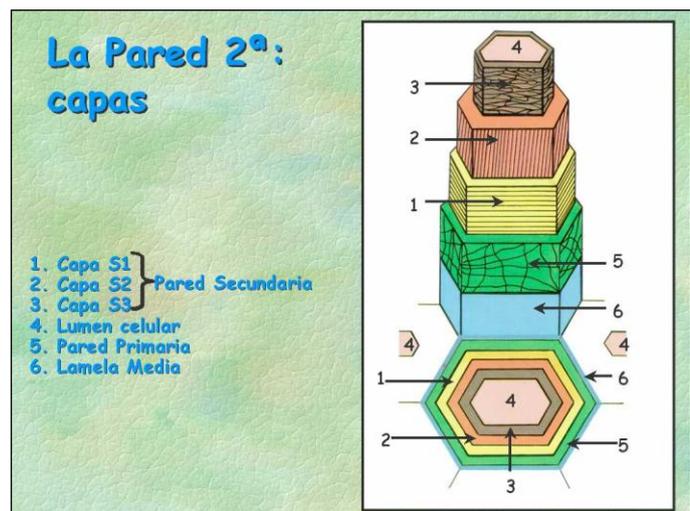
- Más gruesa que la lámina media.
- Se forma inmediatamente después de la división celular, antes de que la célula complete su crecimiento. Está asociada a protoplastos vivos, por lo tanto los cambios que experimenta son reversibles. Usualmente es delgada, pero puede alcanzar considerable grosor. Cuando las paredes son gruesas pueden mostrar una clara laminación debida a las variaciones en la composición de los sucesivos incrementos.
- Al microscopio electrónico presenta numerosas fibrillas (macrofibrillas) entrecruzadas sin orden.
- Debido a la disposición de las microfibrillas, la pared primaria es algo extensible.



La pared secundaria:

Caracteres generales:

- Presente sólo en algunos tipos celulares.
- Mucho más gruesa que la pared primaria.
- Sigue a la pared primaria en orden de aparición.
- En algunas células el depósito de pared no es uniforme, sino que los engrosamientos ocurren en zonas determinadas.
- Formada de celulosa y lignina y de otras moléculas que varían según la célula (cutina, suberina, sales minerales, etc).
- Puede llegar a tener 3 subcapas con características físicas y químicas diferentes, que se denominan de afuera hacia adentro: S1 (capa externa), S2 (capa medial o central) y S3 (capa interna).
 - o En cada plano todas las microfibrillas son paralelas, cambiando la orientación de las mismas de un plano al siguiente.



Eje II: Plantas no vasculares

PLANTAS CRIPTÓGAMAS

El término *cryptogamae* procede de las raíces griegas *kryptos* y *gamos* que significan, respectivamente, escondido y unión sexual.

Este nombre es usado desde Linneo en referencia a las plantas sin flores y, por extensión, a aquellas cuyos aparatos de reproducción no son visibles a simple vista. Las plantas criptógamas se reproducen a través de **esporas y no tienen semillas**.

Se consideran criptógamas a todos aquellos vegetales, en sentido amplio, que no son fanerógamas (=Espermatófitas): hongos, líquenes, algas, y algunas plantas terrestres (briófitos, musgos y helechos).

Los vegetales presentan un ciclo biológico **diplohaplonte**, es decir a lo largo de su vida pasan por dos fases: una haploide que produce gametos y que recibe el nombre de **gametofito**; y otra diploide que produce esporas y que se llama **esporofito**.

- **Alternancia de generaciones:** Sistema de reproducción en el que a una fase o generación haploide (gametofito) le sucede otra diploide (esporofito).
- **Gametofito:** fase haploide dentro de un modelo de alternancia de generaciones, como ocurre en musgos, helechos y plantas con flores.
- **Esporofito:** fase diploide dentro de un modelo de alternancia de generaciones, como ocurre en musgos, helechos y plantas con flores.
- **Arquegonio:** órgano productor de oosferas (comparable a los ovarios de los animales).
- **Anteridio:** órgano productor de anterozoides (comparable a los testículos animales).

Ampliar la información con la lectura del capítulo IV Características de los grandes grupos del reino vegetal, del libro de Juan Valla (pág.: 73-82)

Trabajo Práctico: “Recolección y clasificación de líquenes”

Objetivos:

- Recolectar ejemplares liquénicos de los alrededores de la escuela.
- Clasificar y diferenciar cada ejemplar seleccionado, utilizando claves dicotómicas.
- Determinar su importancia biológica como bioindicadores de la contaminación atmosférica.

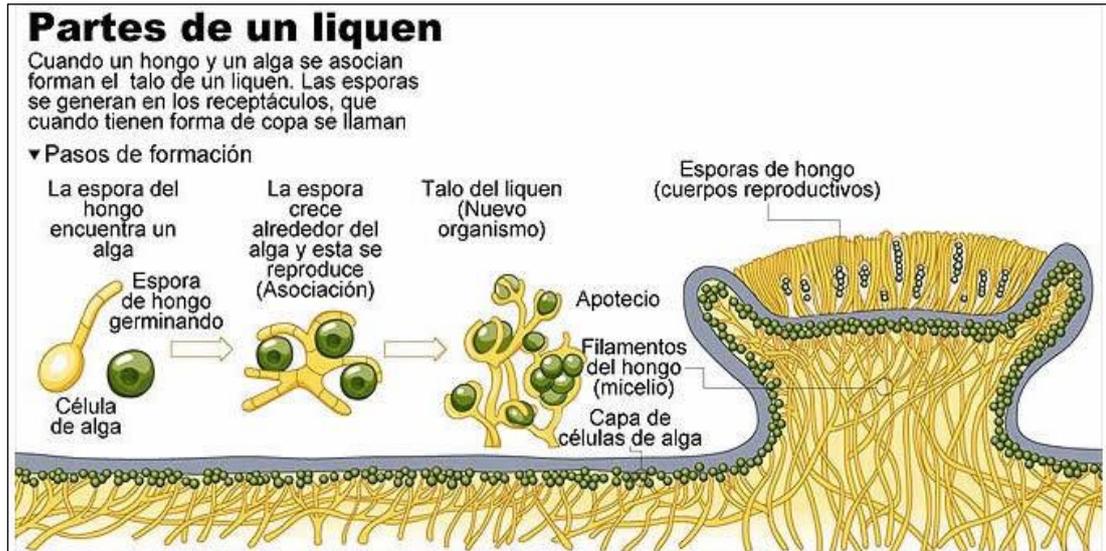
Materiales: líquenes, sobres de papel madera, cuchillo de punta redonda, cámara de fotos, lupas binocular y digital, cuaderno y lápiz.

Procedimiento:

- 1- Recorrer la institución y tomar muestras, con el cuchillo de punta redonda, de ejemplares liquénicos. Colocarlos en los sobres de madera e identificar al mismo escribiendo el punto geográfico de extracción.
- 2- Dibujar y describir su morfología a simple vista.
- 3- Observar los ejemplares con lupa. Tomar fotografías e indicar las partes que se reconocen.
- 4- Redactar un informe narrativo-argumentativo sobre el rol de los líquenes en la naturaleza.

LÍQUENES

La palabra líquen deriva del latín *lichen* y ésta a su vez del griego, que significa empuje o enfermedad cutánea. También se dio ese nombre a cualquier talófito capaz de producir un efecto curativo en enfermedades de la piel. Un líquen se define como un hongo liquenizado, esto es, una asociación estable entre un hongo (micobionte) y un simbionte fotosintético (ficobionte) cuyo resultado es un talo estable con una estructura específica. El hongo proporciona al alga agua y sales minerales, y el alga suministra al hongo los hidratos de carbono elaborados por ella mediante la fotosíntesis.



Morfología y organización del talo liquénico

La organización del talo de los líquenes es por lo general muy compleja y depende de la simbiosis y la adaptación al medio en el que viven. Los principales tipos de talos son:

- **Gelatinosos:** tienen aspecto viscoso. Es típico de los talos formados por cianofíceas, cuyas cadenas tienen una vaina mucilaginosa atravesada por las hifas del hongo. Ej.: *Collema*.
- **Filamentosos:** las células del alga están rodeadas por una especie de telaraña que forman las hifas del hongo. Ej.: *Racodium*.
- **Crustosos:** son líquenes que crecen muy despacio, están ligados al sustrato, que puede ser una roca, corteza o tierra. Presentan apotecios, se ven como formaciones redondeadas sobre el talo y pueden tener colores rojos, negros, amarillos, naranjas, etc.
 - **Saxícolas:** sobre sustrato rocoso.



- **Corticolas:** sobre superficies leñosas o suberosas.
- **Folicolas:** epifilos, sobre hojas persistentes, frecuentes en las regiones tropicales.
- **Lignícolas:** sobre la madera muerta.
- **Terrícolas y humícolas:** sobre la tierra o el humus.



- **Folioso:** es un talo aplanado, con el margen generalmente lobulado, que no está muy ligado al sustrato pero se adhiere a él por medio de las hifas, ricinas, grupos de venas largas o un punto central. Ej.: *Parmelia*, *Umbilicaria*.



- **Escamuloso:** es intermedio a los dos anteriores, formado por pequeñas escamas próximas, contiguas o imbricadas; unidas al sustrato excepto por los bordes. Ej.: *Squamaria*.



- **Fruticuloso:** Son talos unidos al sustrato por una parte muy estrecha y se ramifican simulando un arbusto, aparecen erguidas en el sustrato o colgantes.



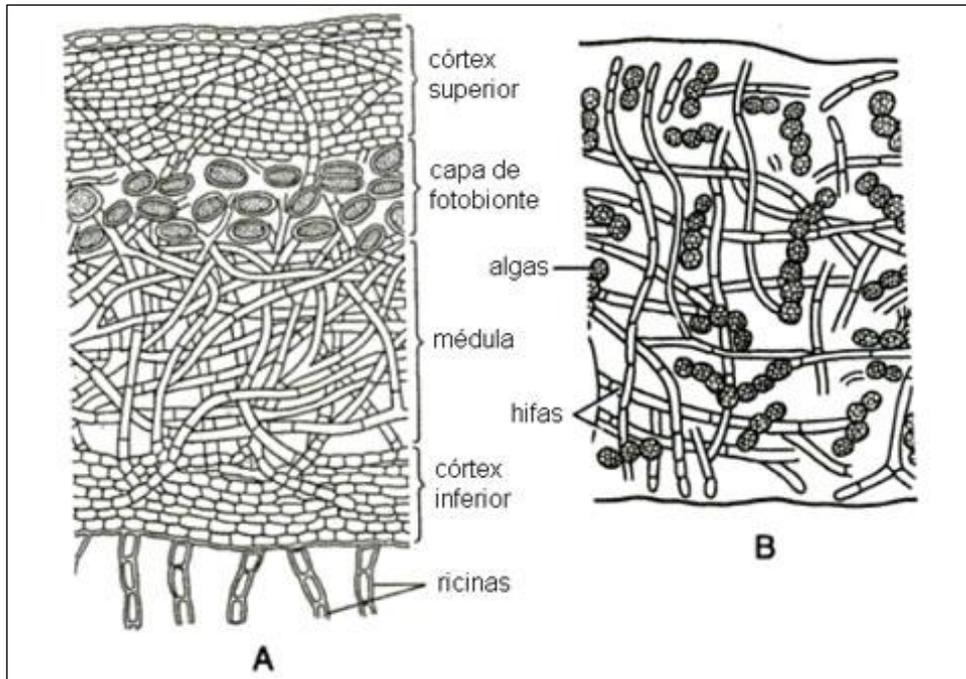
- **Compuesto:** son talos dimórficos, constituidos en la parte basal o talo primario por un talo escamuloso, crustáceo o foliáceo, poco desarrollado sobre el que crece un talo secundario o podocidio (sobre el que se formarán los apotecios), que puede ser ramificado o simple. Ej.: *Cladonia*.



Estructura interna

Según la distribución de las algas en el talo, se pueden diferenciar varios tipos de estructuras que responden a dos principales:

- A. **Homómera:** las algas están más o menos homogéneas distribuidas por el talo, sin formar capas o estratos definidos.
- B. **Heterómera:** las algas están en una capa bien definida que es paralela a la superficie del talo y el hongo se ubica formando diferentes tipos de plecténquimas.



El talo no forma tejidos verdaderos, no tiene nivel de organización tisular. En su Anatomía se distinguen:

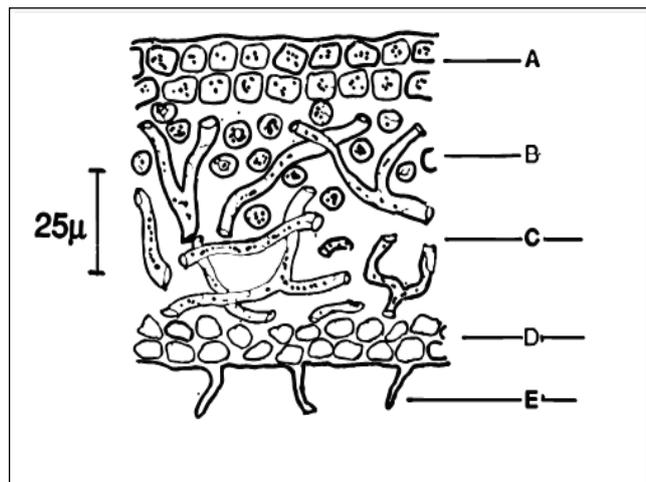
A-Corteza superior. Está en contacto con el ambiente externo. Puede ser más o menos delgada y a veces tiene pigmentos de color.

B. es la **capa de hifas** que envuelven a las algas que pueden ser algas verdes u otras o también cianobacterias.

C- es la **médula**, capa de hifas generalmente blancas, pero a veces pigmentada.

D- Corteza inferior, generalmente está en contacto con el sustrato. En algunas especies está ausente.

E- Cilios. Pequeñas prolongaciones que ayudan a fijar al líquen al sustrato.



Tipos de reproducción

Reproducción vegetativa

Los líquenes tienen la capacidad de reproducirse como tales o tomar parte sólo en esa reproducción vegetativa el micobionte o el fotobionte.

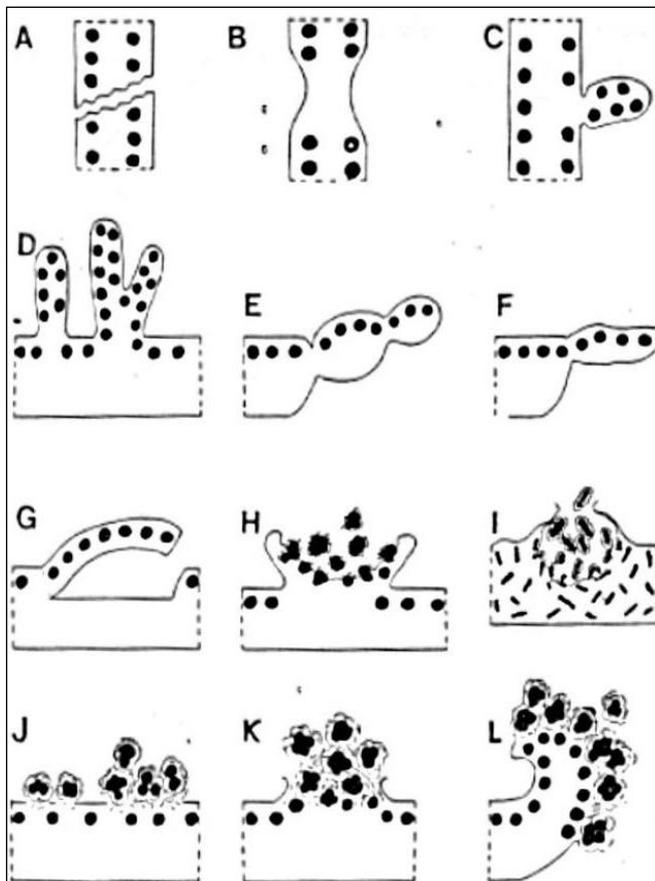
Vegetativamente se multiplica por fragmentación y por la producción de una serie de propágulos característicos de estos organismos, entre los que destacan los siguientes:

- **Soredios:** son unas estructuras típicas en los talos foliáceos y fruticulosos que están formadas por células de fotobiontes protegidas por hifas del hongo que tras ser dispersadas por el viento forman nuevos talos. Pueden aparecer de forma dispersa por todo el talo o estar concentrados en determinadas zonas llamadas *soralios*; su origen está en una proliferación excesiva de las hifas del hongo que arrastran células del fotobionte al exterior en determinadas zonas carentes de córtex, lo que facilita la salida al exterior.



Soredio y soralios marginales y laminares

- Los **blastidios** son parecidos a los soredios, son unas estructuras con forma de yema pero que están rodeadas de un falso córtex. Son estructuras típicas de talos crustáceos como *Lecidella*, *Rinodina* y de los pequeños foliáceos como *Physcia*.



En este cuadro vemos cómo un talo puede tener distintos tipos de multiplicación vegetativa: Los puntos negros son algas en una matriz de hifas.

A, B y C: el talo se fragmenta y se dispersa o bien se desprende una pequeña porción del mismo.

D, E y F: son prolongaciones de la corteza superior en forma de cilindros o dedos llamados **isidios o filidios** según su forma. A veces pueden ramificarse o romperse y caer.

De G a L: **Soralios con soredios**. Los soralios son espacios en el talo que forman agrupaciones de hifas y algas denominadas soredios y que se desprenden y se dispersan.

Un talo fruticulososo con Isidios



Un talo folioso con Isidios



Un talo folioso con soredios en los márgenes



Un talo folioso con dactilos inflados en la lámina del talo

Reproducción sexual

Si bien ambos miembros de la simbiosis son capaces de reproducirse asexualmente, tan sólo el micobionte es capaz de experimentar una reproducción sexual desarrollando cuerpos fructíferos característicos, los cuales por norma general son apotecios, peritecios o pseudotecios, en los cuales se desarrollan ascosporas.

Los apotecios, que en los líquenes compuestos suelen presentar un pie o pedecio, muestran una gran variedad que puede resumirse en los siguientes tipos:

- **Apotecio lecideíno:** son aquellos cuyos margen es el margen propio, por estar formado por hifas del hongo más o menos apretadas y de diferente color al resto del talo. Tienen forma discoidal por lo general.
- **Apotecio lecanorino:** en estos apotecios aparece un margen talino, formado tanto por hifas del hongo como por fotobionte, como en el resto del talo, por lo que su aspecto es del mismo color que el talo.



Trabajo Práctico: “Observación microscópica de Bryophyta”

Objetivos:

- Reconocer las estructuras de los musgos utilizando material fresco y apropiarse de técnicas básicas de corte y tinción de muestras.
- Establecer relaciones entre la teoría y la práctica de laboratorio como una estrategia didáctica para la enseñanza de las ciencias naturales.
- Valorar la diversidad biológica que se presenta en la localidad y fomentar su conocimiento y cuidado.

Materiales: ejemplares de musgos, lupa binocular, microscopio óptico, cámara fotográfica, pinzas, portaobjetos, cuaderno de anotaciones.

Procedimiento:

Coloque los materiales entre hojas de papel de diario y disecarlas. Luego pegarlas en la carpeta e indicar las partes observadas.

BRYOPHYTA

Son plantas de estructura muy simple, llamada talo, en la que no se distingue la raíz, el tallo y las hojas. Suelen vivir en lugares húmedos ya que absorben el agua directamente del aire o del substrato. Se reproducen a través de esporas y necesitan el agua para poder desarrollarse. Estas plantas representan el paso de los vegetales desde la vida acuática a la terrestre. Constituyen unas 23.000 especies.

Hábitat

Su mayor desarrollo se da en lugares húmedos como suelo de bosques, cascadas, zonas de salpicadura y márgenes de arroyos. Secundariamente habitan en agua dulce. Algunas están bien adaptadas a micro-hábitats con limitación de agua como corteza y ramitas (epífitos), superficie de hojas (epífitos) y superficie de rocas (saxícolas), donde pueden soportar altos niveles de insolación y altas temperaturas.

A excepción del mar y los desiertos extremos, el resto de la tierra está colonizada por briófitos. Son los únicos habitantes vegetales de regiones boreales y australes, pueden vivir en lugares de temperaturas muy extremas como rocas expuestas al sol o en lugares muy secos durante años, siendo capaces de recuperarse rápidamente al ser mojados.

Son capaces de retener grandes cantidades de agua, contribuyendo al mantenimiento del balance hídrico, especialmente en los bosques.

Muchos briófitos son plantas pioneras, crecen sobre roca desnuda y contribuyen a la formación de suelo. En turberas² y bosques de montaña forman gruesas capas que reducen la erosión. En ecosistemas forestales actúan como esponjas reteniendo y liberando lentamente el agua. Su fina o nula cutícula y sus rudimentarios tejidos de transporte hacen que absorban fácilmente lo que está a su alrededor, por lo que pueden servir como indicadores de contaminación y degradación ambiental.

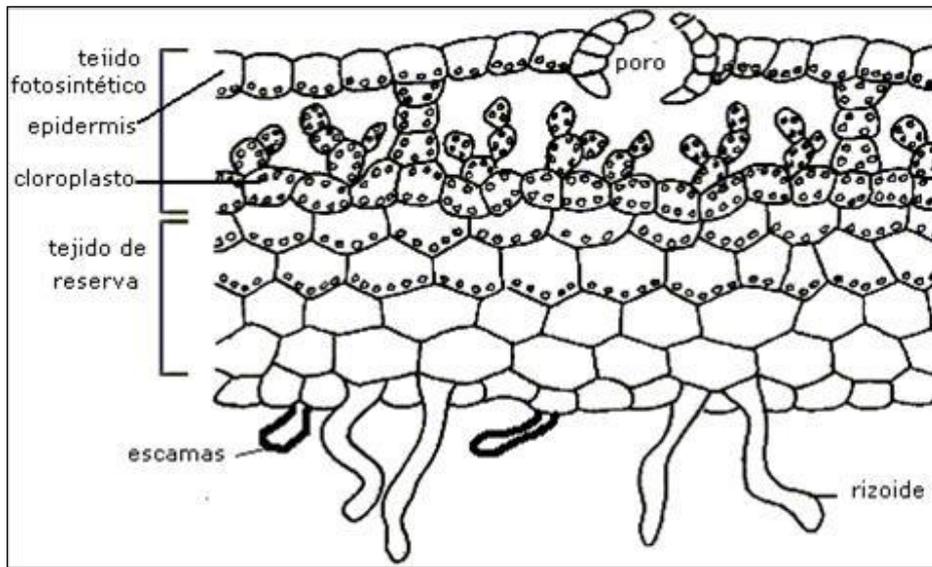


² Cuando el aporte al suelo de restos vegetales se realiza a mayor velocidad que los procesos descomponedores, estos restos (turba) se acumulan dando origen a uno de los medios ecológicos más interesantes: **las turberas**. Son ecosistemas de difícil drenaje y con una fuerte alimentación hídrica permanente, por lo que estamos hablando de un hábitat "higrófilo". El desequilibrio entre el aporte y descomposición de la materia orgánica se produce sobre suelos encharcados, generalmente con horizontes inferiores impermeables.

Filogenia y clasificación

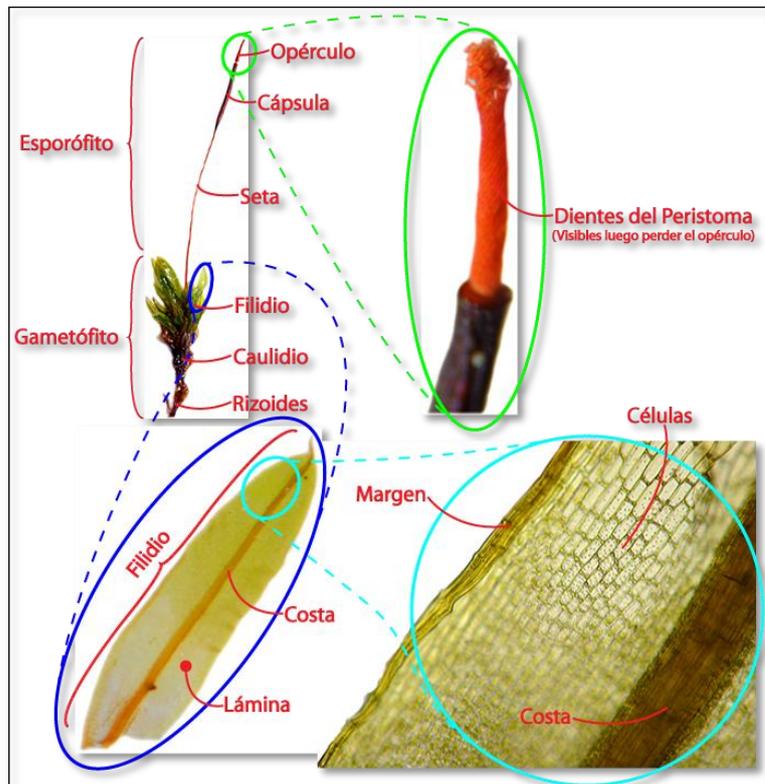
Las relaciones entre las tres líneas de briófitos, no está resuelta, sigue siendo una de las grandes incógnitas de la biología evolutiva. Tradicionalmente antocerotas, hepáticas y musgos se incluyen en una única división **Bryophyta**.

MUSGO → ocupan toda clase de hábitat, pero prefieren los lugares húmedos. Las estructuras del musgo están constituidas por un falso tallo visible, más o menos erguido, del que parten pequeñas estructuras foliares, (hojuelas), formadas por una sola capa de células con clorofila, y los rizoides.



- Este grupo consta de 10.000 especies incluidas en unos 700 géneros.
- Los gametofitos son foliosos con caulidio y filidios dispuestos normalmente de manera helicoidal a su alrededor.
- Filidios con morfología variable, sin nervio.
- Esporófitos a menudo con estomas en la cápsula.
- Aparecen en todas las latitudes, en todo tipo de ecosistemas a excepción de los oceánicos.

El esporofito, por lo general, bien desarrollado, está constituido por el pie, que lo arraiga al gametofito, y la cápsula, dentro de la cual se producen las esporas. Son plantas no



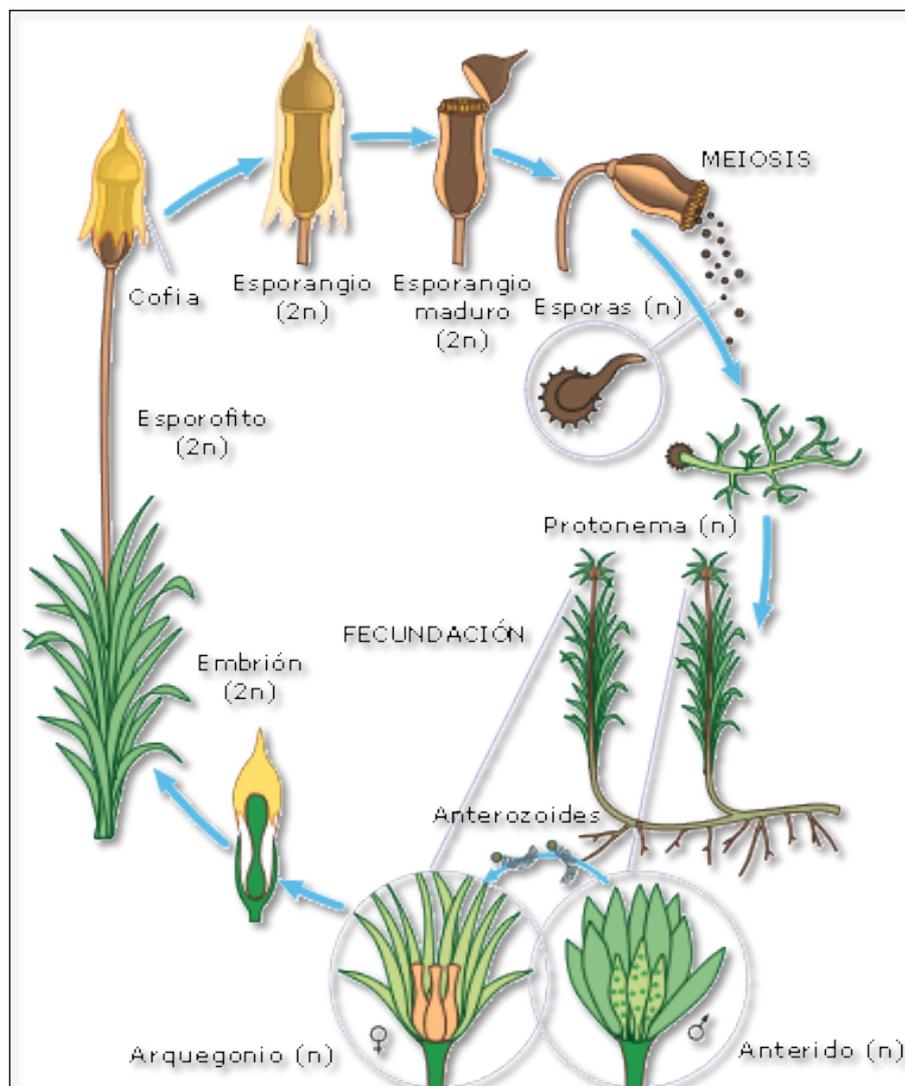
vasculares que presentan un ciclo vital con **alternancia de generaciones heterofásica y heteromórfica**.

Ciclo de vida

Son vegetales que se adaptan al medio terrestre pero precisan del agua para la fecundación de los gametos por lo que viven próximos a ella o en lugares muy húmedos.

El musgo constituye el gametofito, en el que se forman, en plantas separadas, por una parte los órganos sexuales masculinos, **anteridios** productores de **anterozoides** o gametos masculinos, y por otra, los órganos sexuales femeninos, **arquegonios**, productores de **oosferas**.

Los anterozoides llegan mediante el agua al arquegonio donde fecundan a la oosfera. Se forma un **cigoto** ($2n$ -cromosomas) que se desarrolla en la misma planta y da lugar a un **esporofito** ($2n$ -cromosomas). En él se originan las células precursoras de las esporas que sufren la meiosis, dando lugar a cuatro esporas. En condiciones favorables, cada una de ellas se desarrollará dando lugar a una nueva planta de musgo.



ANTHOCEROTOPHYTA ➡ es un grupo de plantas no vasculares primitivas. Estas plantas son conocidas como antoceros(as). Ganaron su nombre común de sus cápsulas alargadas (estructuras que sostienen esporas), que parecen cuernos.

- Ellos también poseen tejidos básicos, y contienen sólo un cloroplasto por célula.
- Los arquegonios y los anteridios (productores de gametas) se encuentran inmersos en el talo.
- Se encuentran en lugares húmedos y sombríos (Península Ibérica)
- Poseen talos aplanados que comúnmente forman rosetas.
- El esporófito es fotosintético y posee estomas con células oclusivas.
- El pie del esporófito es bulboso y la cápsula cilíndrica tiene aspecto de cuerno. No tiene seta.



HEPATOPHYTA ➡ Con frecuencia, poseen un aspecto irregular dado por hojas laminadas. Suelen vivir en lugares húmedos, cubriendo grandes extensiones de tierra; crecen ocasionalmente en rocas, árboles o cualquier otro sustrato razonablemente firme. Pueden también adquirir una forma mucho más aplanada.

Talos complejas



- Talo diferenciado en una parte superior asimiladora y otra inferior o ventral de reserva
- En la parte inferior del talo las células parenquimáticas son pobres en cloroplastos
- En la superficie ventral, además de los rizoides, puede haber escamas a menudo de color púrpura, dispuestas en dos o más filas y que, junto a los rizoides, conducen el agua a lo largo del talo.



Talos simples

- Talos simples aplanados.
- Los talos son laciniados o fuertemente lobulados, normalmente con un nervio central.
- La mayoría pertenecen al grupo de las hepáticas foliosas.

Foliosas

- Hay presencia de caulidio y filidios
- Los filidios se disponen muy juntos
- Células con muchos cloroplastos
- Se produce absorción de agua por toda la superficie
- La forma y tamaño de los filidios es muy variable.
- Algunas especies tienen una tercera fila de filidios en la parte ventral: ANFIGASTROS



Eje III: Endomorfología de las plantas

PLANTAS ESPERMATOFITAS

Cuando hablamos de las características de los tejidos de las plantas tenemos que tener en mente la historia ocurrida hace 500 millones de años, cuando las plantas conquistaron la tierra. El medio terrestre ofrece ventajas respecto al medio acuático: más horas y más intensidad de luz, y mayor circulación libre de CO₂. Pero a cambio las plantas tienen que solventar nuevas dificultades, casi todas relacionadas con la obtención y retención de agua, con el mantenimiento de un porte erguido en el aire y también con la dispersión de las semillas en medios aéreos. Para ello las plantas agrupan sus células y las especializan para formar tejidos con funciones determinadas que sean capaces de hacer frente a estas nuevas dificultades. A su vez los tejidos se agrupan para constituir órganos.

Para superar un medio ambiente variable y seco, aparece un **sistema protector** formado por dos tejidos: la epidermis y la peridermis. Las células de estos tejidos se revisten de cutina y suberina para disminuir la pérdida de agua, controlando de esta manera la transpiración y regulando el intercambio gaseoso. Para mantenerse erguidas sobre la tierra las plantas tienen un **sistema de sostén** representado por dos tejidos: colénquima y otro más especializado denominado esclerénquima. Sin embargo, uno de los hechos más relevantes en la evolución de las plantas terrestres es la aparición de un **sistema conductor** capaz de comunicar todos los órganos del cuerpo de la planta, formado por dos tejidos: xilema, que conduce mayormente agua, y floema, que conduce principalmente sustancias orgánicas. Sólo hablamos de verdaderos tejidos conductores en las plantas vasculares. Finalmente, las plantas producen semillas, dentro de las cuales se forma el embrión, que se **desarrolla y crece** gracias a la actividad de los tejidos embrionarios o meristemáticos. Los meristemas están presentes y activos a lo largo de toda la vida de la planta. Todos estos tejidos, excepto los meristemas, han derivado a lo largo de la evolución de otro tejido poco diferenciado llamado parénquima, que se mantiene en las plantas actuales y que **realiza múltiples funciones**.

Antes de introducirnos en el estudio de cada uno de los tejidos y órganos tenemos que entender dos conceptos característicos de las plantas:

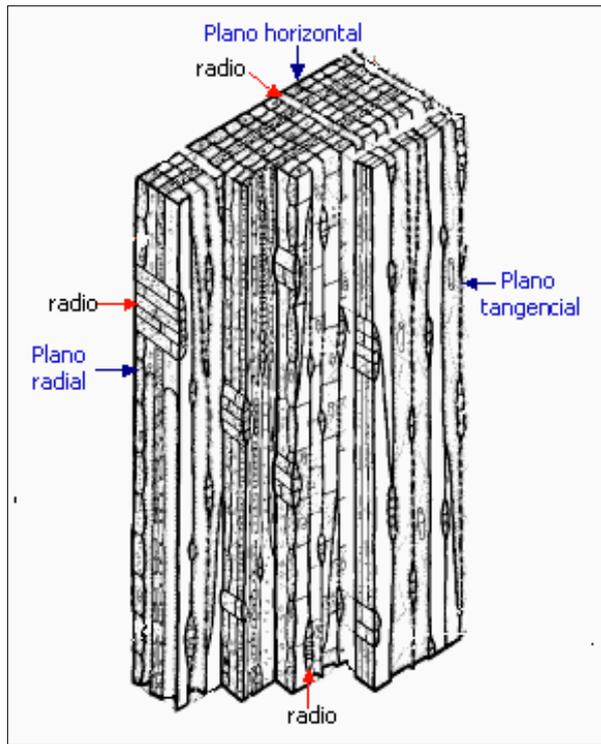
1.- Las células de las plantas presentan una estructura denominada pared celular que recubre externamente a su membrana plasmática. Está sintetizada por la propia célula y es imprescindible para ella, puesto que **aporta la rigidez necesaria en ausencia de un citoesqueleto bien desarrollado**, del cual carecen las células de las plantas. Cuando una célula de una planta se divide, lo primero que se deposita es un tabique separador denominado **lámina media**, formada por sustancias pépticas, que se sitúa entre las dos células hijas. Las sustancias pépticas son moléculas adherentes que tienden a mantener juntas a las células. Luego, cada célula sintetizará la **pared celular primaria, a ambos lados de la lámina media**, formada principalmente por hemicelulosa y celulosa. Algunas plantas poseen células que pueden sintetizar la **pared celular secundaria** que, además de celulosa, por lo general contiene lignina. Son las plantas que presentan crecimiento secundario. Todas las células de las plantas diferenciadas contienen lámina media y pared celular primaria más o menos gruesa pero sólo unos pocos tipos celulares tienen además pared celular secundaria.

2.- A partir del estado embrionario las plantas se desarrollan y crecen gracias a la actividad de los meristemas. El primer crecimiento de todas las plantas, y único en algunos grupos, es el **crecimiento en longitud**. Éste se denomina **crecimiento primario**, y corre a cargo de la

actividad de un grupo de células meristemáticas que se sitúan en los ápices de los tallos y raíces, así como en la base de los entrenudos. Estos grupos de células **forman los meristemas primarios**. Además, algunos grupos de plantas también pueden **crecer en grosor, un tipo de crecimiento**

denominado crecimiento secundario, y lo hacen gracias a la actividad de los meristemas secundarios.

Antes de continuar, debemos considerar los siguientes planos para el estudio de las plantas:



TEJIDOS ADULTOS

Las plantas tienen tres tipos básicos de tejidos:

1. El **tejido fundamental** comprende la parte principal del cuerpo de la planta. Las células parenquimáticas (las más abundantes), colenquimáticas y esclerenquimáticas constituyen los tejidos fundamentales.
2. El **tejido epidérmico** cubre las superficies externas de las plantas herbáceas, está compuesto por células epidérmicas fuertemente unidas que secretan una capa formada por cutina y ceras llamada cutícula que impide la pérdida de agua. En él se pueden observar estomas, tricomas y otro tipo de especializaciones.
3. El **tejido vascular** está compuesto por dos tejidos conductores: el xilema y el floema, transportan nutrientes, agua, hormonas y minerales dentro de la planta. El tejido vascular es complejo, incluye células del xilema, floema, parénquima, esclerénquima y se origina a partir del cambium.

MERISTEMAS

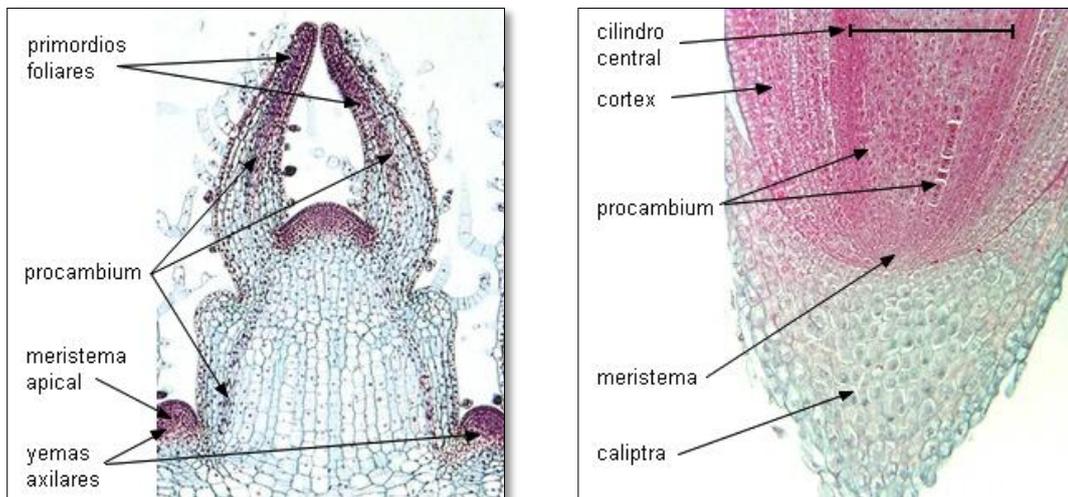
El meristema (del griego *meros*= dividir) podría definirse como la región donde ocurre la mitosis, un tipo de división celular por la cual de una célula inicial se forman dos células hijas, con las mismas características y número cromosómico que la original.

Las células de los meristemas se dividen de tal manera, que las células resultantes de dichas divisiones constituirán los tejidos del cuerpo de la planta y se las denominan **células derivadas**, mientras aquellas que conservan su capacidad meristemática se las llama **células iniciales**.

El cambio de un meristema estructuralmente simple, a los tejidos variables y complejos en el cuerpo vegetal adulto se conoce como **diferenciación**.

La clasificación de los meristemas se realiza en base a dos criterios:

1. su posición en el cuerpo de la planta.
 - ✓ **Meristemas apicales:** se ubican en las partes apicales del tallo y la raíz: meristema apical radical y meristema apical caulinar respectivamente, son los responsables del crecimiento primario de la planta.



- ✓ **Meristemas intercalares:** se encuentran entre los tejidos adultos. Son zonas aisladas del meristema apical. Por ej.: base de los entrenudos de las cañas.
 - ✓ **Meristemas laterales:** se ubican paralelamente a la circunferencia del órgano en que se encuentran, son los responsables del crecimiento en grosor de tallos y raíces, ellos son el cambium y el felógeno.
 - ✓ **Meristemoides:** se encuentran en la epidermis, originan tricomas y estomas.
2. Su origen:
 - ✓ **Meristemas primarios:** sus células derivan del embrión, ellos son M.A.C, M.A.R, procámbium, cambium fascicular, intercalar y meristemoides.
 - ✓ **Meristemas secundarios:** se originan por des-diferenciación de tejidos adultos, ellos son cambium interfascicular y el felógeno.

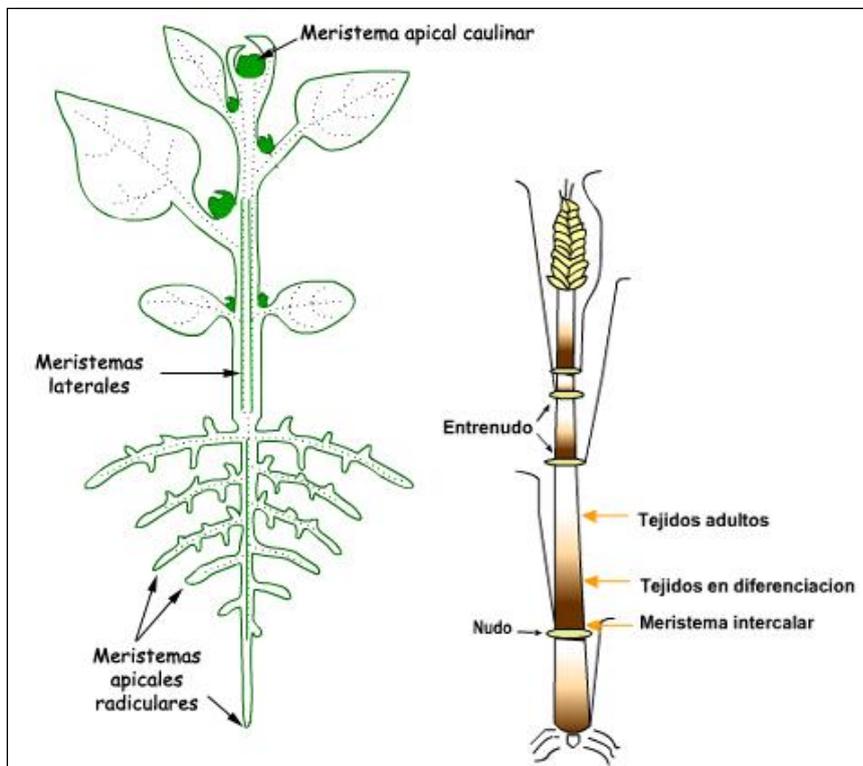
MERISTEMAS PRIMARIOS

En los meristemas primarios pueden distinguirse distintas regiones con diferentes grados de diferenciación. En los apicales se diferencia un promeristema y por debajo células diferenciadas. El promeristema consta de células iniciales y sus derivadas. La zona meristemática que ha sufrido cierta diferenciación consta de los 3 meristemas siguientes, en los tejidos adultos:

1. **Protodermis:** originará la epidermis.
2. **Procámbium:** originará los tejidos vasculares primarios, xilema y floema primario.
3. **Meristema fundamental:** originará el parénquima, el colénquima y el esclerénquima de la corteza y la médula.

Histología de una célula meristemática

Las células meristemáticas presentan las características citológicas de las células indiferenciadas. Son pequeñas, isodiamétricas y tienen una pared celular primaria delgada. Su

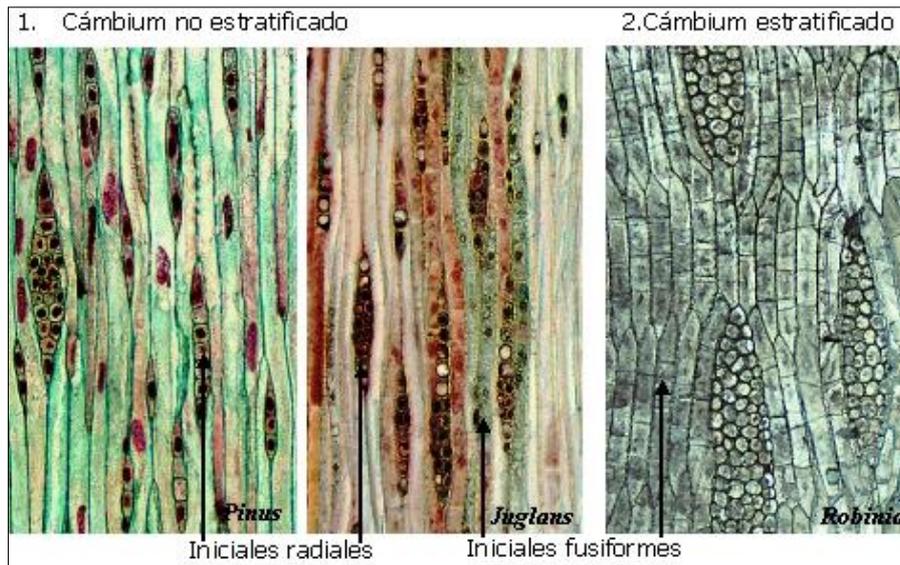


citoplasma contiene características propias, como abundantes ribosomas, un retículo endoplasmático rugoso escaso, el complejo de Golgi muy desarrollado para fabricar los componentes de la pared celular, numerosos proplastidios, muchas y pequeñas vacuolas y un protoplasma desprovisto de inclusiones. El núcleo, con mucha cromatina condensada, es grande y se sitúa en posición central. Las células meristemáticas son células totipotentes, están continuamente

dividiéndose por mitosis y posteriormente se diferencian para originar el espectro entero de tipos celulares de una planta adulta.

En el cambium fascicular existen dos tipos de células:

- **Iniciales fusiformes:** son alargadas, estrechas con paredes terminales cuneiformes. Originan el cambium estratificado (células largas) y no estratificado (células cortas).



- **Iniciales radiales:** son alargadas, isodiamétricas, pequeñas y numerosas. Originan los elementos de conducción, sostén y parenquimático.

Meristemas apicales

Constituyen el cuerpo primario de la planta. Del **ápice caulinar** derivan todos los tejidos 1° del tallo, también forma los primordios foliares y primordios de yemas laterales, las flores o inflorescencias. El **ápice radical** está constituido por células que no forman órganos laterales y su crecimiento es regulado por el M.A.C. origina los tejidos del cuerpo 1° de la raíz y la caliptra.

La organización en la raíz es diferente en cuanto a la posición de los meristemas primarios.

- A diferencia del tallo, los meristemas primarios están organizados en el siguiente orden, de afuera hacia adentro: protodermis, meristema fundamental y procambium (en el tallo el orden es protodermis, meristema fundamental, procambium, meristema fundamental).

Meristemas intercalares

Son zonas meristemáticas aisladas del meristema apical, los podemos encontrar en la base de los nudos de las cañas, en los pedúnculos de las inflorescencias, entre otro.

Meristemas laterales

- ✓ En los haces el cambium se origina del **procámbium** que suele quedar entre el xilema y el floema. Este procámbium dará origen al xilema y floema primario. El xilema primario consta generalmente de una parte temprana, el *protoxilema* (del griego protos: antes), que se diferencia en las partes primarias del cuerpo de la planta que no han completado su desarrollo, y el *metaxilema* (del griego meta: después), que madura luego que se ha completado el alargamiento del cuerpo primario.
- ✓ El **cambium vascular** es un meristema lateral que durante el proceso de crecimiento secundario forma un cilindro angosto de células que circundan al xilema primario en el tallo

y en algunas raíces. Es por lo que el árbol aumenta en diámetro anualmente, al agregar capas sucesivas de xilema y floema secundario.

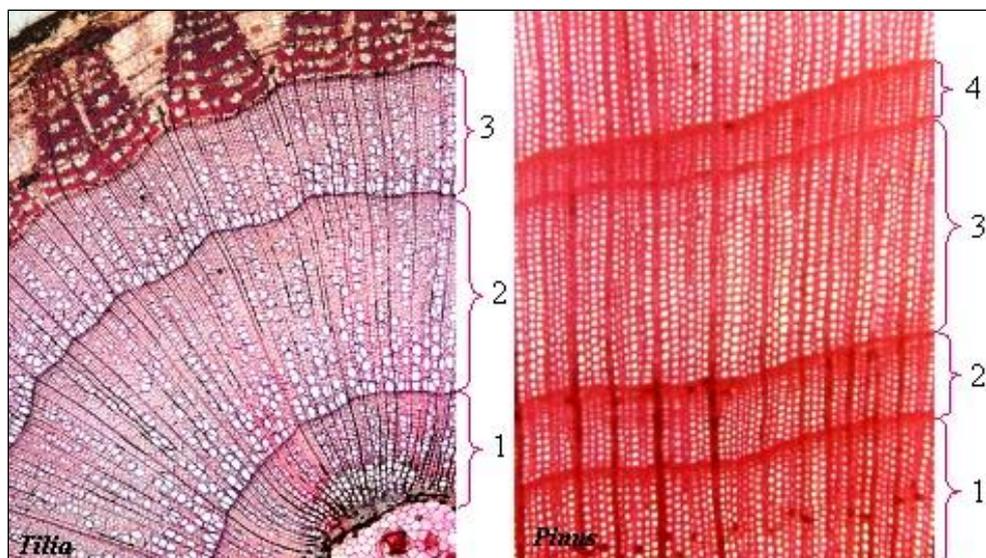
Las células iniciales del cambium se dividen periclinalmente (vertical), una continua siendo meristemática y la otra se convierte en célula madre del xilema o del floema secundario.

ACTIVIDAD ESTACIONAL DEL CAMBIUM

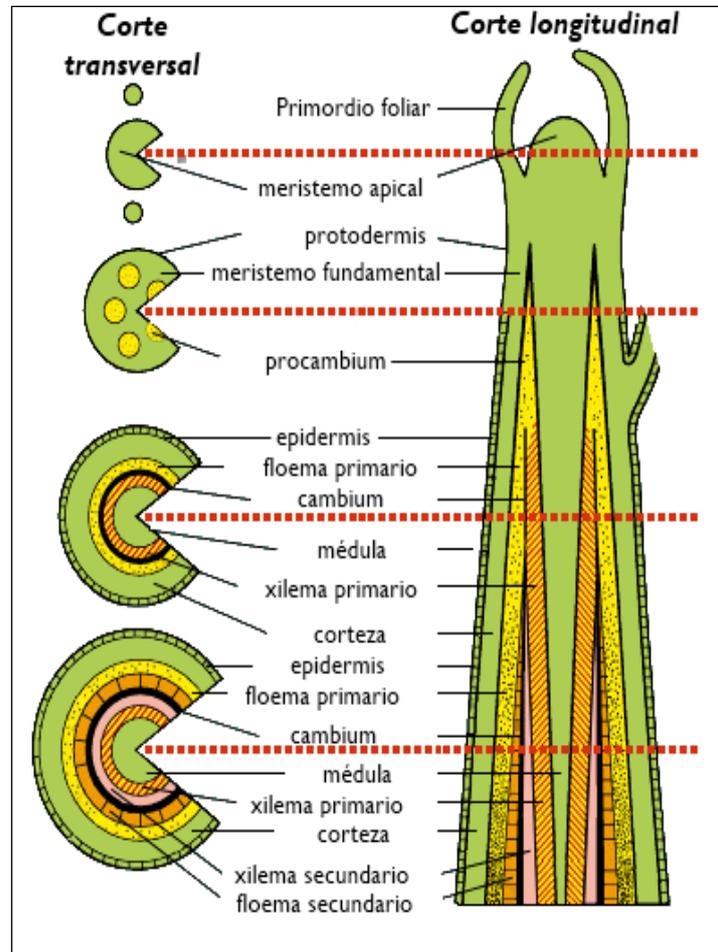
- El cambium puede crecer más rápido durante ciertas épocas o permanecer latente en otras.
- En las zonas templadas las plantas entran en un período de letargo durante el invierno.
- Al reasumirse la actividad del cambium durante la primavera la división celular es intensa y se forman células de paredes delgadas y lumen ancho (siempre se produce más xilema que floema).
- Este tipo de madera se llama **madera temprana**.
- Al finalizar la estación de crecimiento, gradualmente se van formando células de lumen más angosto (**madera tardía**).

ANILLOS DE CRECIMIENTO

- La madera tardía siempre queda adyacente a la madera temprana, y se hacen evidentes las diferencias en el tamaño del lumen celular.
- La actividad estacional del cambium da origen a los anillos de crecimiento.
- En el bosque tropical es posible definir anillos de crecimiento, pues incluso los árboles de bosques poco estacionales los muestran.
- Lo difícil es determinar si éstos anillos corresponden o no a una variación anual en la actividad del cambium.



- ✓ El **felógeno o cambium del súber** origina la peridermis (súber + felodermis + felógeno) que es el tejido protector, encargado de reemplazar a los tejidos externos de tallos y raíces durante el crecimiento secundario.



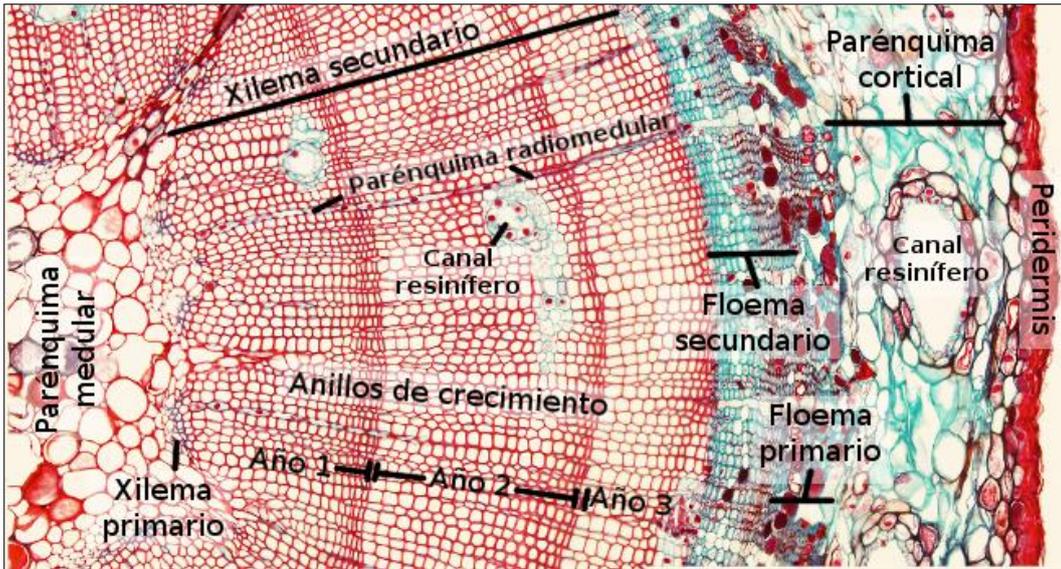
Meristemoides

Son de origen epidérmico y dan lugar a la formación de estomas y tricomas.

MERISTEMAS SECUNDARIOS

Son aquellos meristemas que se originan a partir de tejidos adultos que se des-diferencian y adquieren nuevamente capacidad divisional, ellos son:

- ✓ **Cambium interfascicular** se origina de células parenquimáticas.
- ✓ **Felógeno** se origina a partir de tejidos vivo de la corteza de un tallo o de la raíz.



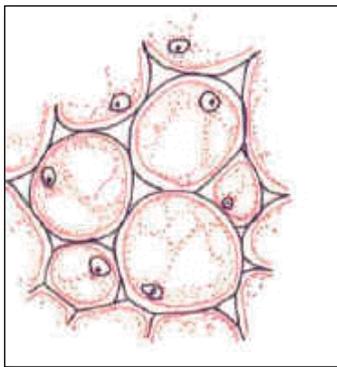
PARÉNQUIMA

Es un tejido simple de poca especialización y primitivo, formado por **células vivas** en la madurez, que conservan su capacidad de dividirse. Se origina de los meristemas apicales o laterales. Se encuentran en diversas partes de la planta, como en:

- la médula y corteza de tallo y raíz
- mesófilo de la hoja
- antófilos y placenta
- fruto y endosperma de semillas
- haces conductores

Cumplen diversas funciones, de acuerdo a la posición que ocupan en la planta, presentando formas y contenidos celulares acordes: cicatrización de heridas, regeneración de tejidos, almacenamiento de sustancias, realización de fotosíntesis, permiten el crecimiento y conducción.

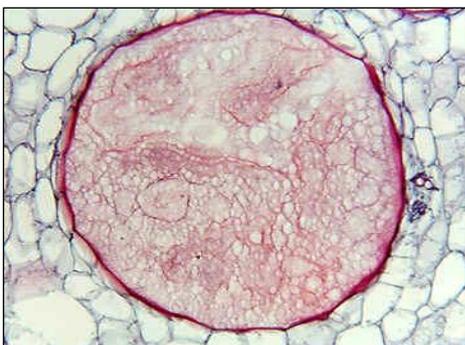
Las células tienen apariencia y estructura variable según la función celular que deben cumplir. Presentan una pared primaria delgada o gruesa con números plasmodesmos, que permiten la comunicación entre las células adyacentes. En estos campos de puntuación se almacena hemicelulosa.



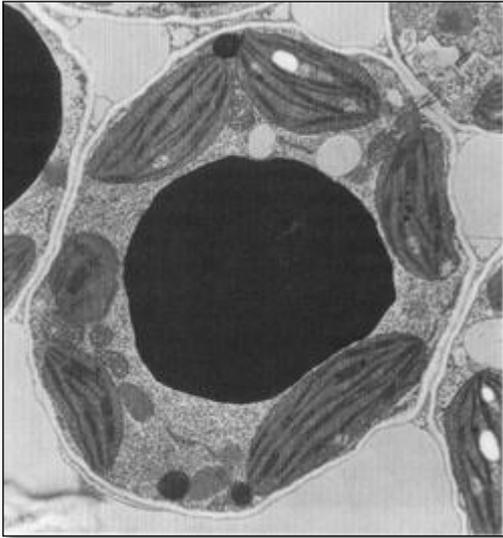
Células parenquimáticas típicas

Existen células parenquimáticas especializadas en el transporte de solutos a corta distancia, estas células se denominan "**células de transferencia**" y se caracterizan por presentar la pared celular con invaginaciones.

El contenido citoplasmático depende de la función de la célula, estas pueden presentar cristales, taninos, aceites, almidón, aleuronas, etc. La vacuola puede contener azúcar, agua, carbohidratos, enzimas, proteínas, entre otros. Los idioblastos (células que tienen algún tipo de reserva) pueden almacenar taninos, aceites esenciales, mucílagos y resinas.



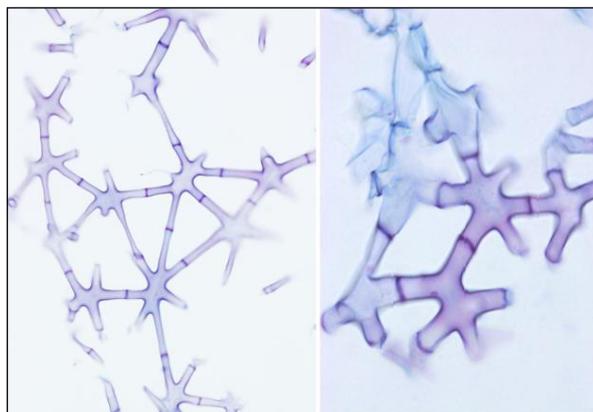
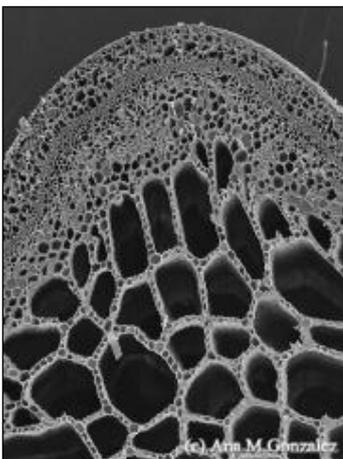
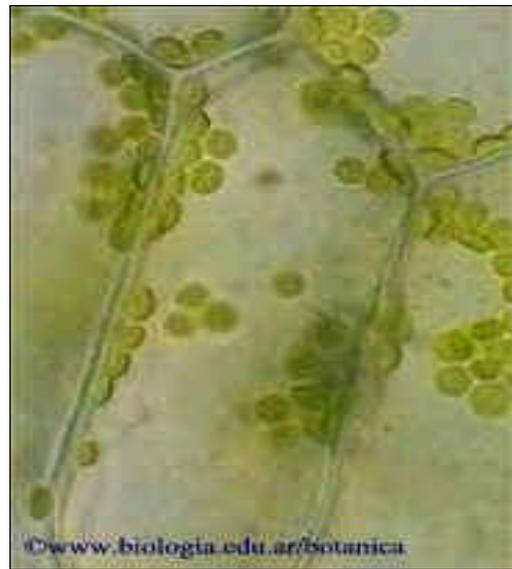
Idioblasto con mucílago



Idioblasto con taninos

Existen diversos tipos de parénquimas, ellos son:

- ❖ **Clorofiliano o Clorénquima:** realiza la fotosíntesis, en hojas y tallo verdes. Por lo tanto presenta numerosos cloroplastos.
- ❖ **Reserva o almacenamiento:** especializado en acumular sustancias de reserva, almidón, lípidos, proteínas. La reserva puede ser sólida o líquida.
 - **Aerénquima:** parénquima de las plantas acuáticas que presenta grandes espacios intercelulares para acumular aire y permitir la flotación y/o el intercambio gaseoso. El sistema de espacios queda determinado por la formación de lagunas aeríferas o por la forma irregular o estrellada de las células.

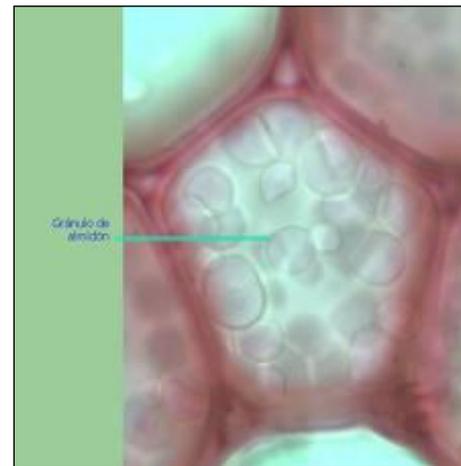
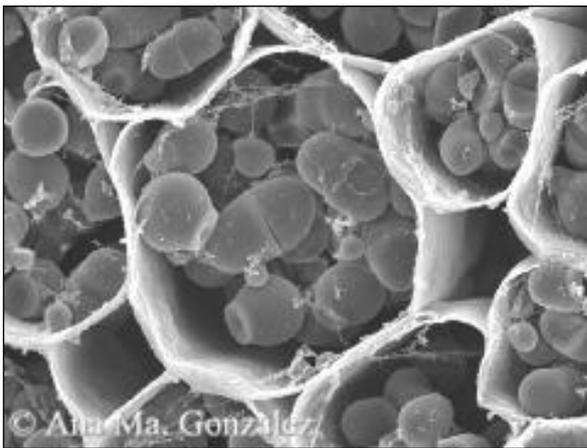


Aerénquima del tallo de Utricularia. MEB 90x

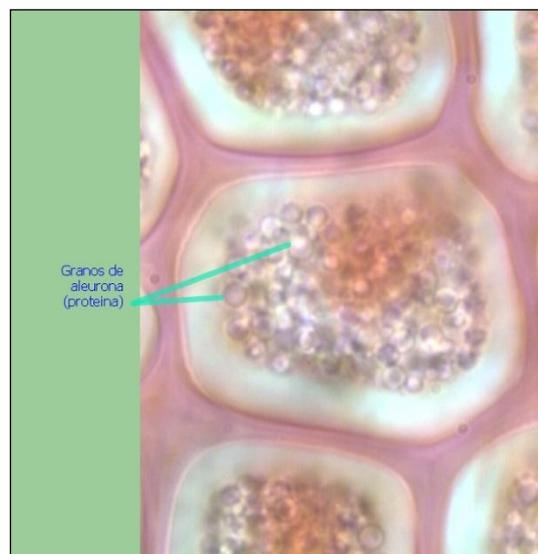
- **Acuífero:** parénquima de las plantas carnosas, cuyo mucílago permite la retención de grandes cantidades de agua.



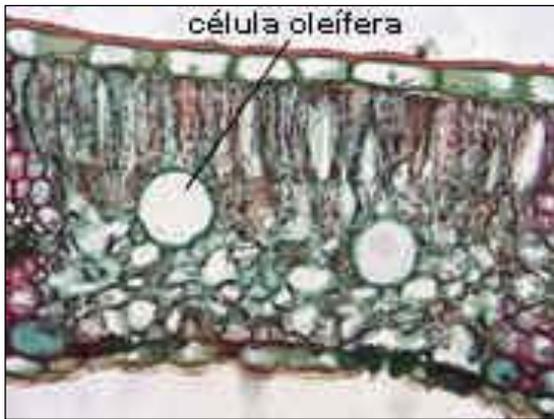
- **Amielífero:** reserva almidón. Se encuentra en raíces, tallos, tubérculos, cotiledones.



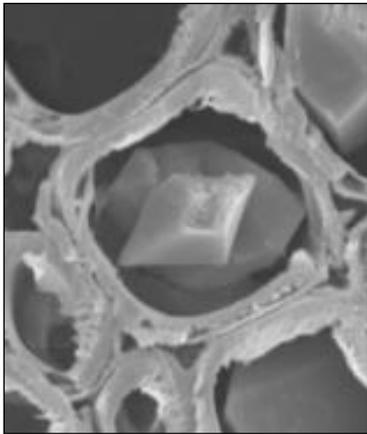
- **Aleuronífero:** parénquima con sustancia de reserva aleurona. Es posible encontrarlo en el fruto Cariopse.



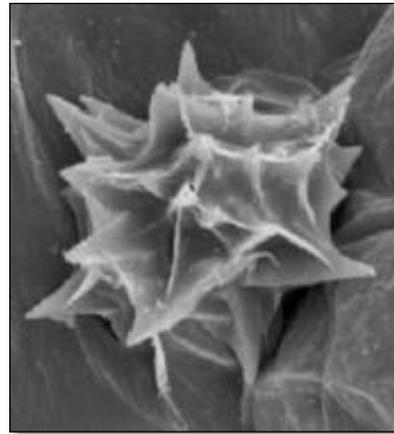
- **Oleífero:** reserva aceites y grasas, se lo encuentra en las semillas, canela, jengibre.



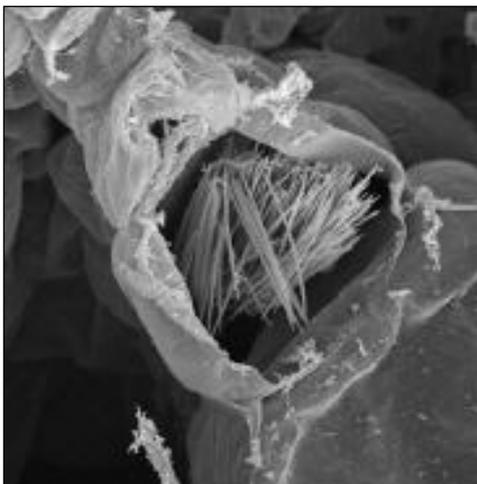
- **Cristalífero:** almacena cristales de oxalato de calcio.



Prisma



Drusa

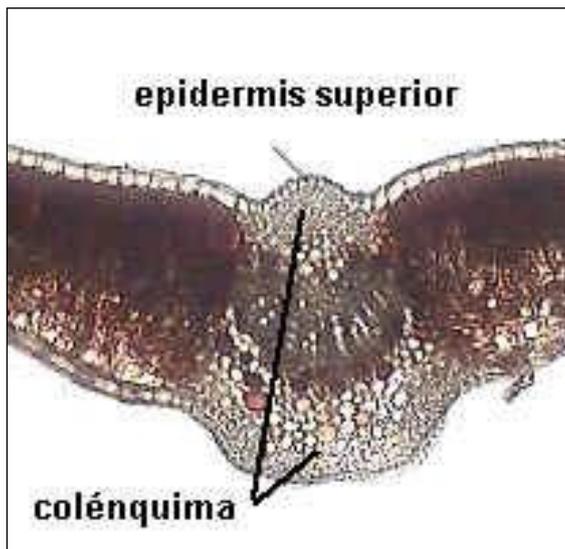


Rafidios

COLÉNQUIMA

El colénquima y el esclerénquima son los tejidos de sostén de las plantas. Están constituidos por células con paredes celulares gruesas que aportan una gran resistencia mecánica. A pesar de compartir la misma función, estos tejidos se diferencian por la estructura y la textura de las paredes celulares y por su localización dentro del cuerpo de la planta.

El colénquima es un tejido vivo formado por un solo tipo celular, la célula colenquimática. Presenta una gruesa pared celular primaria caracterizada por engrosamientos distribuidos de manera desigual y esto confiere al tejido gran fuerza de tensión y resistencia al estrés mecánico. Las células colenquimáticas, al igual que las células parenquimáticas, son capaces de reanudar una actividad meristemática gracias a que sus paredes celulares son primarias y no lignificadas, a pesar de su grosor. Es un tejido poco extendido en el cuerpo de las plantas ya que, por lo general, no está presente en las raíces ni tampoco en estructuras con crecimiento secundario, donde es sustituido por el esclerénquima. Se sitúa en posiciones periféricas, donde realiza mejor su función, bien justo debajo de la epidermis o separada de ella por una o dos capas de células parenquimáticas. Forma una especie de cilindro continuo o bien se organiza en bandas discontinuas. Sirve de soporte durante el crecimiento de tallos herbáceos, hojas y partes florales de las dicotiledóneas. Está ausente en las monocotiledóneas.

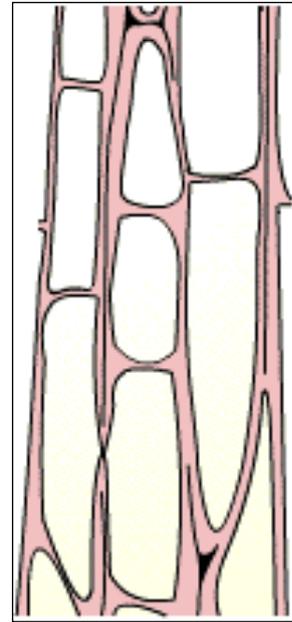
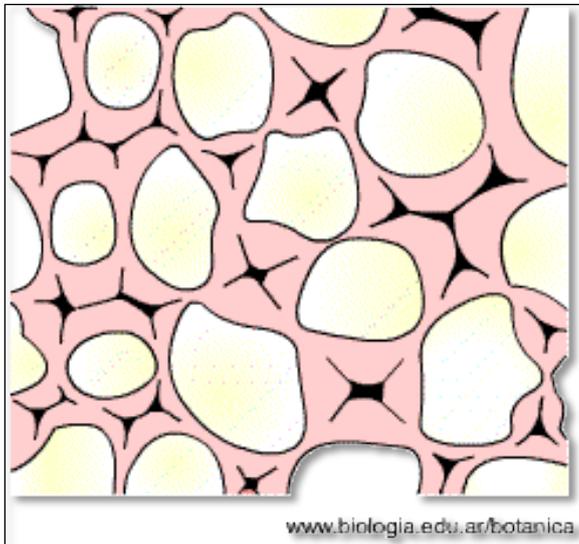


Corte transversal de una hoja

El tejido colenquimático se origina de células más o menos isodiamétricas pertenecientes al meristema fundamental.

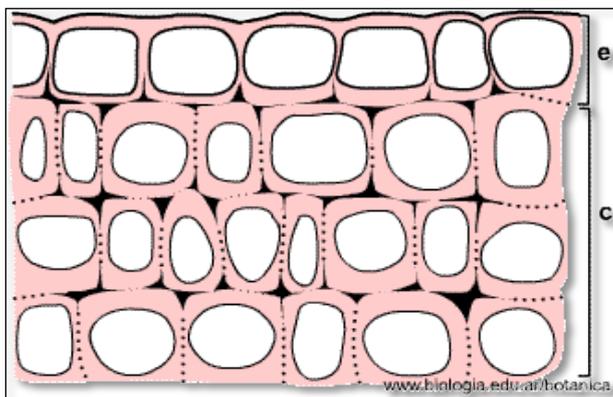
Las células tienen forma variada, pueden ser cortas, prismáticas a largas y de extremos puntiagudos; se comunican a través de plasmodesmos. Las paredes celulares son primarias, celulósicas, flexibles y brillantes; muestran varios tipos de lamelación con alternancia de microfibrillas orientadas transversal y longitudinalmente. Están constituidas por poca celulosa y una mayor proporción de hemicelulosa y pectinas (lo que las hace plásticas) y agua en gran cantidad (les da brillo). La celulosa con hemicelulosa y pectinas le confieren, al tejido, sus características de resistencia y flexibilidad. Precisamente estas características tisulares le han dado el nombre al colénquima, que deriva de la palabra griega *colla*, que significa goma. Si a esto le sumamos que es un tejido vivo, y por tanto con capacidad para desarrollar y engrosar sus paredes celulares, podemos decir que es el tejido de sostén por excelencia de los órganos que se están

alargando, ya que tiene capacidad de adaptarse al crecimiento de cada estructura de la planta en crecimiento. Presentan vacuolas, los cloroplastos son abundantes en las células menos especializadas y ausentes en las especializadas en el sostén.

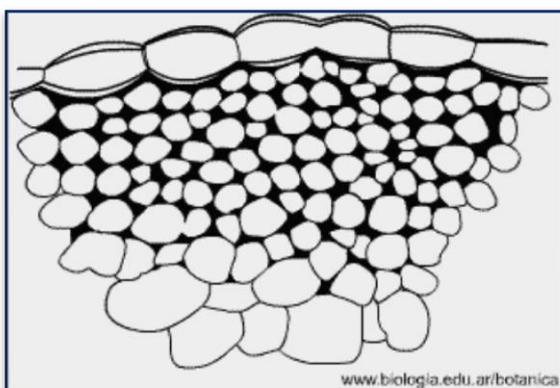


Según la forma y el grado de espesamiento de las paredes se pueden distinguir varios tipos de colénquima:

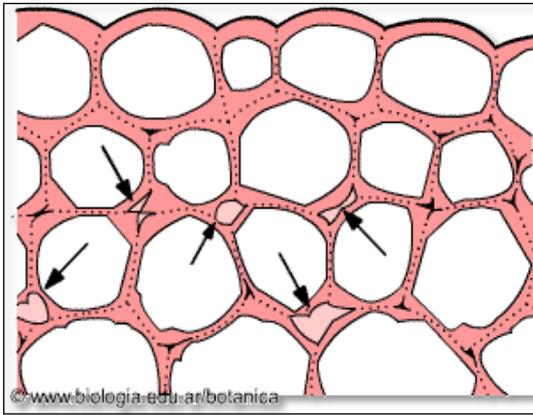
1. Colénquima laminar: el espesamiento es masivo en toda la pared y la cavidad es de forma más o menos circular.



2. Colénquima angular: el espesamiento predomina en los ángulos de las células.



3. *Colénquima lagunar*: las células dejan espacios intercelulares entre sí y las paredes están engrosadas más o menos uniformemente acentuándose el espesamiento en las zonas adyacentes a los espacios libres.



ESCLERÉNQUIMA

El colénquima puede transformarse en esclerénquima por depósito de una pared secundaria y muerte posterior de las células.

El esclerénquima es el tejido de sostén por excelencia y se caracteriza por estar formado por células generalmente “muertas” a su madurez y con gruesas paredes secundarias muy lignificadas, incapaces de dividirse. Las formas celulares son variables y pueden distinguirse:

❖ **Fibras**

La conservación de los protoplastos en las fibras es un indicio de adelanto evolutivo, es decir que donde se encuentran fibras vivas hay poco parénquima axial o ninguno. Derivan filogenéticamente de las traqueidas, que presentan paredes relativamente delgadas y puntuaciones areoladas. La secuencia evolutiva sería: **traqueidas - Fibrotraqueidas - fibra libriformes**.

Los cambios ocurridos durante la evolución de traqueida a fibra libriforme son:

- Aumento del espesor de las paredes.
- Reducción del número y cambio del tipo de puntuaciones.
- Disminución de la longitud.

En términos absolutos, las fibras son más cortas que las traqueidas primitivas (Esau, 1977). En términos relativos, en los tejidos maduros de una planta, las fibras libriformes son más largas que las traqueidas.

Esquemas ilustrando los estadios de la transición filogenética de traqueida a fibra libriforme, con los cambios respectivos en las puntuaciones en corte transversal.

A. Traqueida con puntuaciones areoladas

B-C. Fibrotraqueidas, puntuaciones con aréolas de tamaño reducido

D. Fibra libriforme, puntuaciones simples, canal de la puntuación infundibuliforme

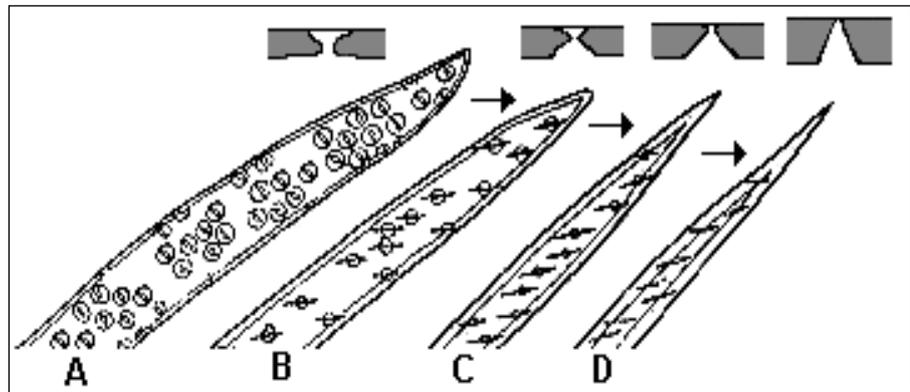
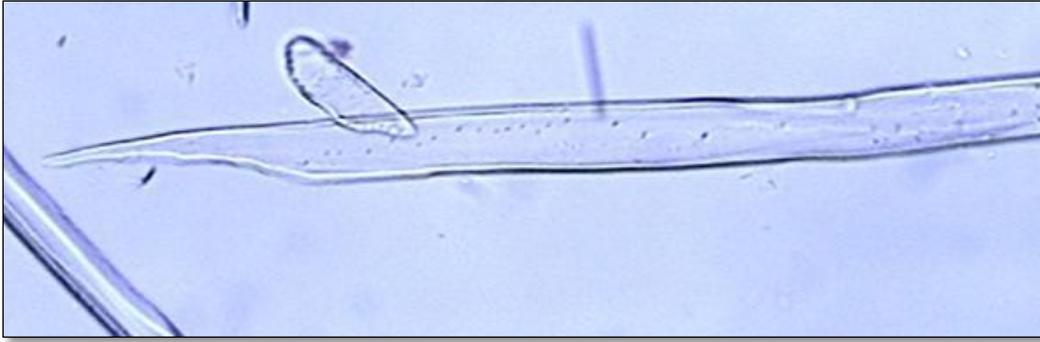


Imagen extraída de <http://www.biologia.edu.ar> Imagen de Carlquist (1961)

Células alargadas (predomina la longitud), estrechas, lumen angosto y paredes secundarias gruesas. A menudo se encuentran unidas en un manojito y asociadas al tejido vascular. Las podemos encontrar en raíces, tallos, hojas y frutos. Se ubican formando un cilindro continuo, rodeando a los haces vasculares como envolturas y acompañando al floema como vainas o casquetes. Son notables en la monocotiledoneas. La superposición de las fibras les confiere gran resistencia a la tracción y por esta propiedad tienen importancia económica constituyendo las “fibras” del comercio.

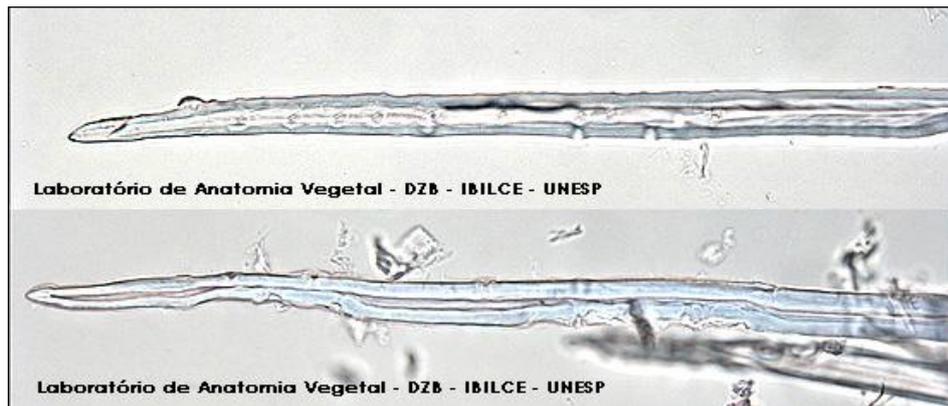


Rama de alcanforero (*Cinnamomum camphora*), madera disociada (extraída de <http://www.agricolas.upm.es/>)

Se originan en el meristema fundamental, del procámbium si están asociadas al xilema y al floema primario; o del cambium vascular cuando están asociadas al xilema y floema secundarios.

Según su localización se distinguen dos grupos:

1. **FIBRAS XILARES** (fibras del leño o xilema secundario): según su estructura podemos encontrar: Fibrotraqueidas, fibras libriformes, mucilaginosas y septadas.
 - *Fibrotraqueidas*: tienen paredes más gruesas que las traqueidas y puntuaciones de tipo areoladas.

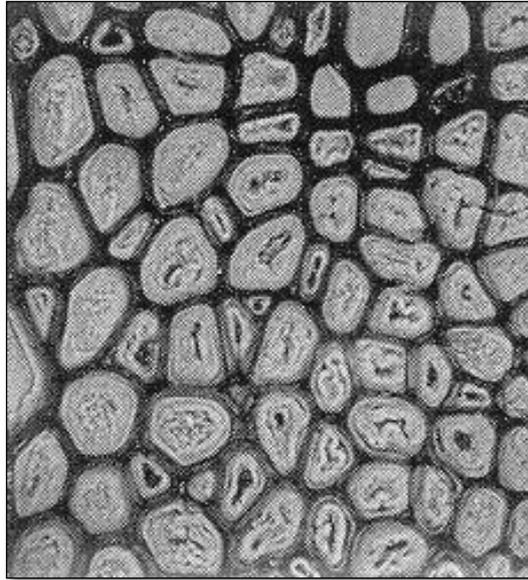


- *Libriformes*: presentan paredes muy gruesas, puntuaciones simples.

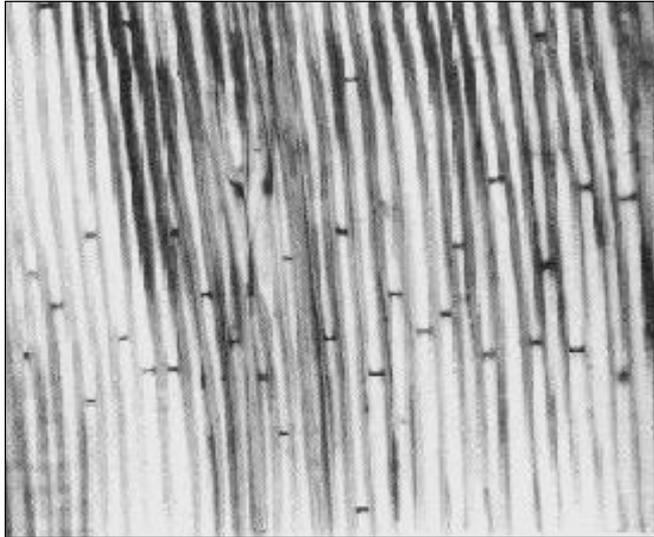


Imágenes extraídas de <http://www.anatomiavegetal.ibilce.unesp.br/>

- Mucilaginosas: la capa más interna de la pared secundaria (S_3) tiene propiedades físicas y químicas distintas, lo que permite designarla como gelatinosa ya que casi no está lignificada.



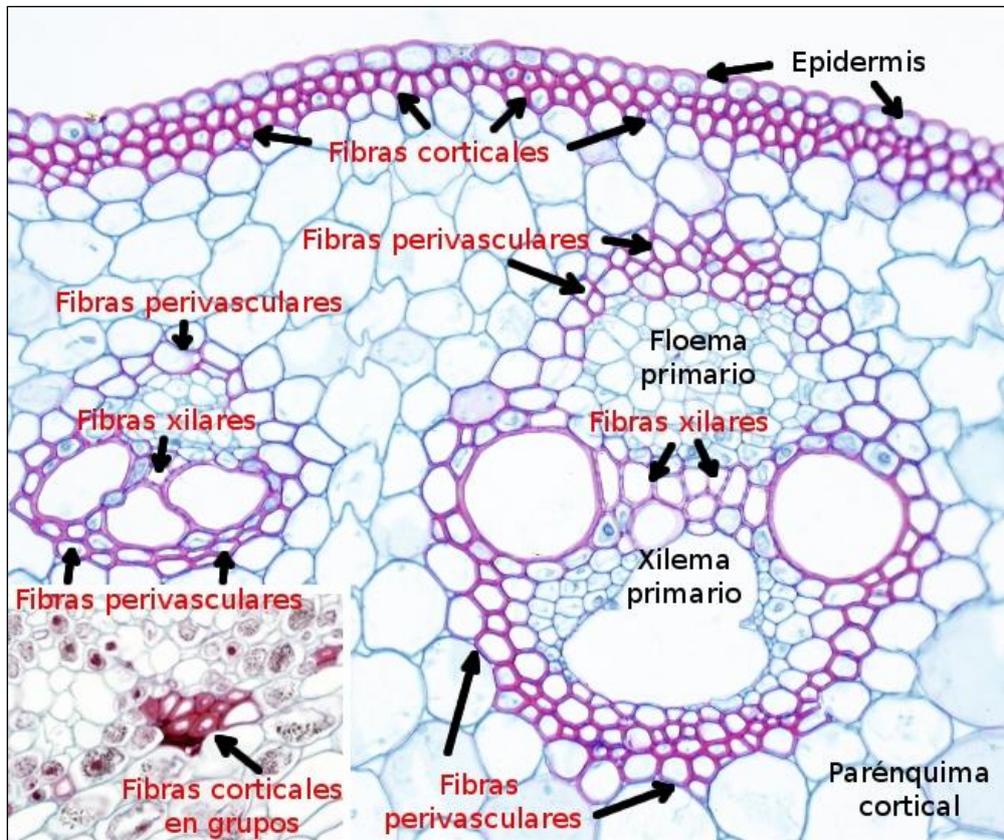
- Septadas: los septos se encuentran en la pared primaria, conservan su protoplasto vivo y tienen sustancias de almacenamiento como almidón, aceites, resinas y cristales de oxalato de calcio. Los septos consisten en una lámina media con pared primaria a cada lado, interrumpida por numerosos plasmodesmos. Los septos no se fusionan con la pared secundaria de la fibra, y se ensanchan en contacto con la pared de manera que a veces los bordes quedan dirigidos hacia el lumen.



Imágenes extraídas de <http://www.biologia.edu.ar/>

La clasificación de las fibras de esclerénquima se basa en su localización ya que morfológicamente son difíciles de distinguir debido a su similitud estructural. En el tallo de las monocotiledóneas las fibras se encuentran debajo de la epidermis formando dos o tres filas de

células continuas y se denominan **fibras corticales**. Protegiendo al haz vascular están las **fibras perivasculares**. También formando parte del xilema primario se pueden observar **fibras xilares**.



Tallo: Fibras de esclerénquima
Especie: Maíz (Zea mays)

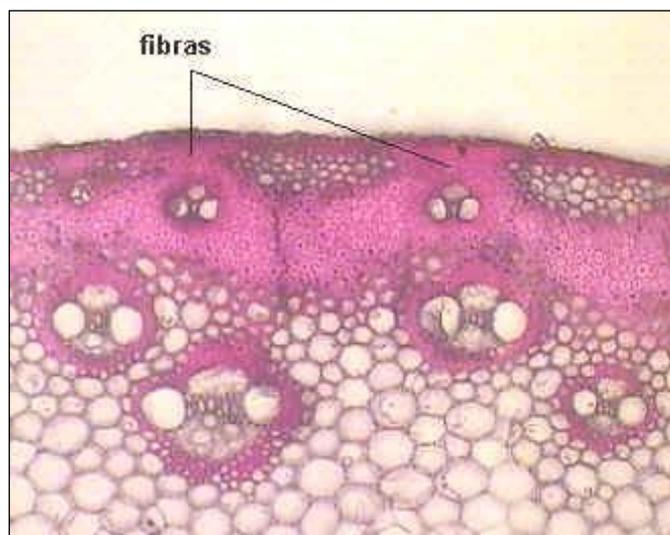
Imagen extraída de <http://webs.uvigo.es>

2. **FIBRAS EXTARXILARES:** varían en longitud, sus extremos pueden ser romos (sin punta), afilados, incluso ramificados. Sus paredes son frecuentemente muy gruesas pero el grado de lignificación puede variar, por ejemplo es alto en las hojas de monocotiledóneas, mientras que en los tallos de dicotiledóneas es muy bajo. Las puntuaciones siempre son simples, la abertura interna de la puntuación es circular. Pueden ser plurinucleadas.

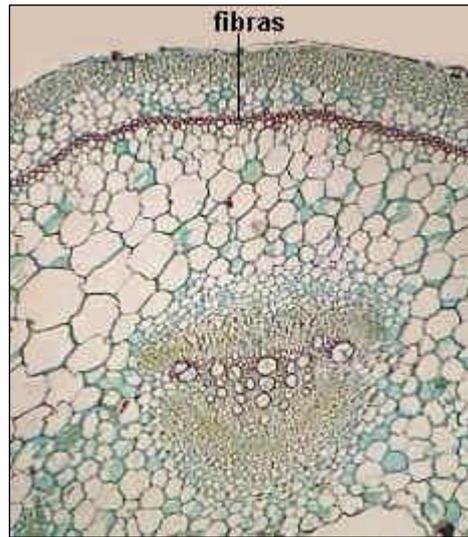
- **Fibras de tallo y raíz**

- **Fibras corticales:** se encuentran en el córtex, pueden formar un cilindro subepidérmico, a mayor profundidad o cordones.

Fibras corticales en corte transversal de tallo de *Coelorhachis balansae*, gramínea (Monocot.)
Imagen extraída de <http://www.biologia.edu.ar>



Fibras perivasculares: están localizadas en la periferia del cilindro vascular, dentro de la capa más interna del córtex.

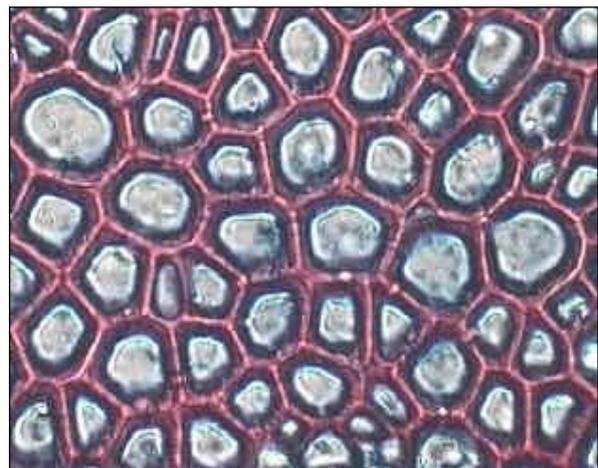
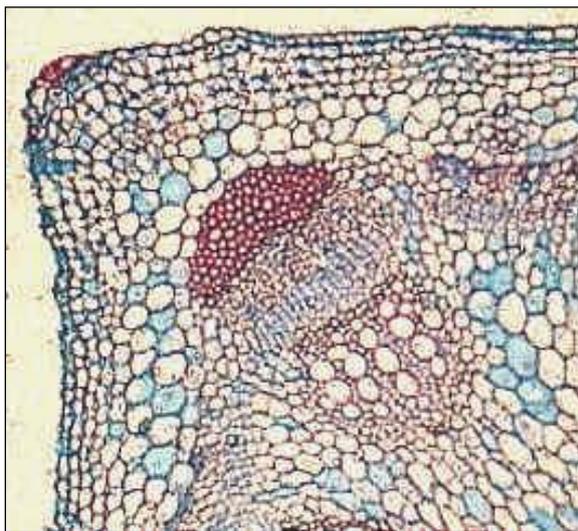


Fibras perivasculares en corte transversal de tallo de *Cucurbita*, zapallo (Dicot.)
Imagen extraída de <http://www.biologia.edu.ar>

Fibras floemáticas: están asociadas al floema primario o secundario, pueden formar:

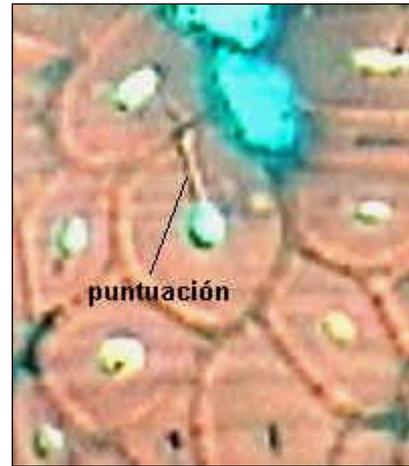
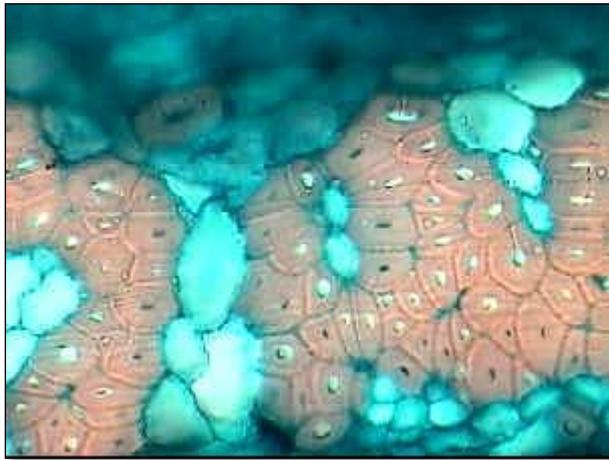
- Casquetes en la parte más externa del floema primario de cada haz vascular
- Vainas alrededor de los haces vasculares.
- Cordones o láminas tangenciales en la periferia del cilindro vascular, como en el lino, *Linum usitatissimum*.
- Pueden estar intercaladas en mayor o menor cantidad en el floema secundario.
- Pueden ser septadas.

Sector de un corte transversal de tallo de *Bidens pilosa* (amor seco)



Detalle de las fibras floemáticas que acompañan al haz vascular de *Bidens pilosa*

Fibras floemáticas en corte transversal de tallo de *Hibiscus elatus* (Dicot.)



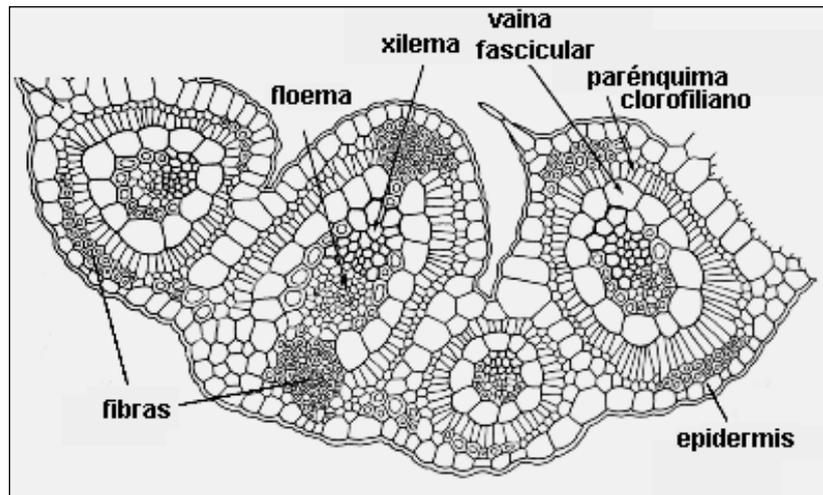
Detalle de la puntuación simple

○ **Fibras de las hojas**

En muchas Monocotiledóneas el esclerénquima es el único tejido de sostén. Las fibras pueden localizarse de distinto modo:

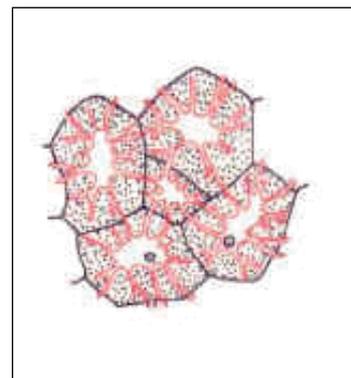
- Formando casquetes o vainas alrededor de los haces vasculares.
- Formando las extensiones de la vaina, a uno o ambos lados de los hacesillos.
- Formando cordones subepidérmicos o más profundos no asociados con los haces vasculares.

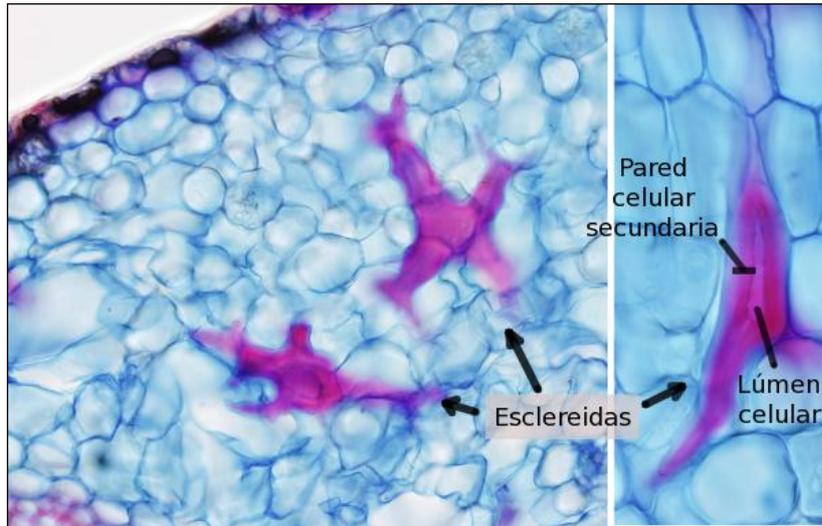
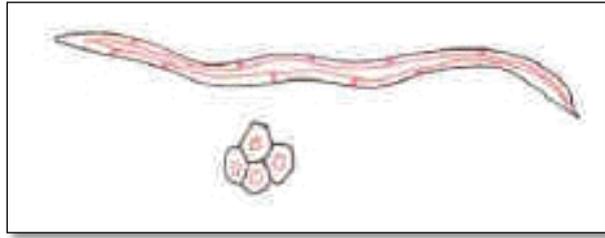
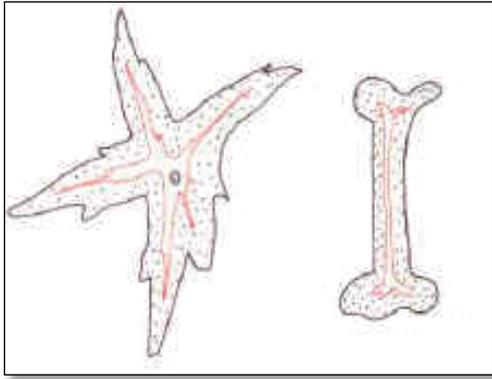
Casquetes de fibras acompañando los haces vasculares en corte transversal de hoja de *Bouteloua breviseta*



❖ **Esclereidas**

Son células cortas de diversas formas: las braquiesclereidas son más o menos isodiamétricas; macrosclereidas con formas de varilla, osteosclereidas, con forma de hueso, junto a las anteriores son comunes en cubiertas seminales; astroesclereidas, con formas estrelladas y ramificadas (en pecíolos y hojas). Normalmente tienen una gruesa pared secundaria lignificada.





Hoja: Astroesclereidas. Especie: Camelio (*Camelia japonica*). Imagen extraída de <http://webs.uvigo.es>

XILEMA

En las plantas existen dos sistemas de transporte: **el xilema** que transporta agua y minerales y el **floema**, que transporta solutos producto de la fotosíntesis en dirección acrópeta (ápice) y basípeta (base).

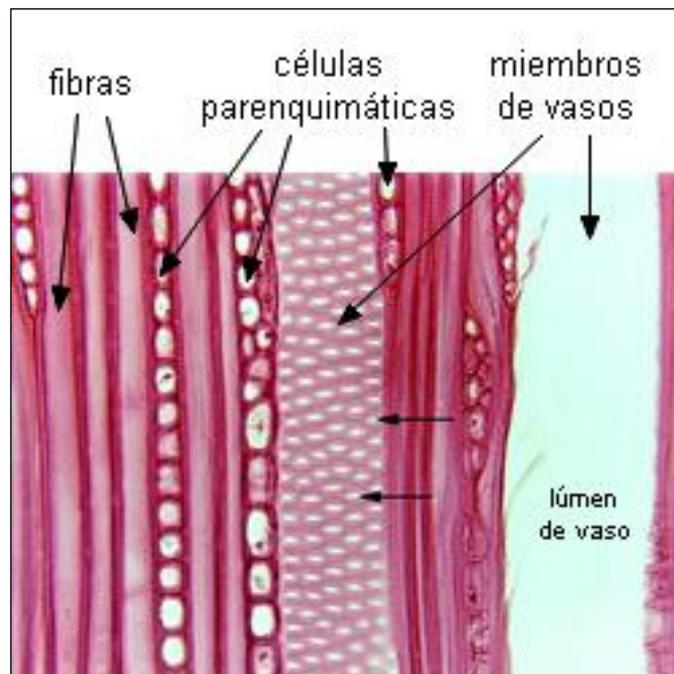
Por su importancia, el sistema vascular y el xilema en particular, han sido usados en la denominación de un grupo de plantas. Así el nombre de “plantas vasculares” fue utilizado por Jeffrey en 1897 y posteriormente con el nombre de “traqueófitas”, que alude a la presencia de xilema se han agrupado a Pteridofitas y Espermatófitas.

Origen

Durante el **crecimiento primario de la planta el xilema se origina del procámbium**. Los primeros elementos que se diferencian y maduran son los del **protoxilema**, mientras que los que maduran después constituyen el **metaxilema**. En las plantas **con crecimiento secundario el xilema se origina del cambium vascular-fascicular**.

El xilema (del griego xylon= madera) es un tejido complejo que se encuentra constituido de varios tipos de células, en relación a la función que desempeñan:

3. Elementos traqueales (conducción)
4. Fibras (sostén)
5. Parénquima (almacenamiento)

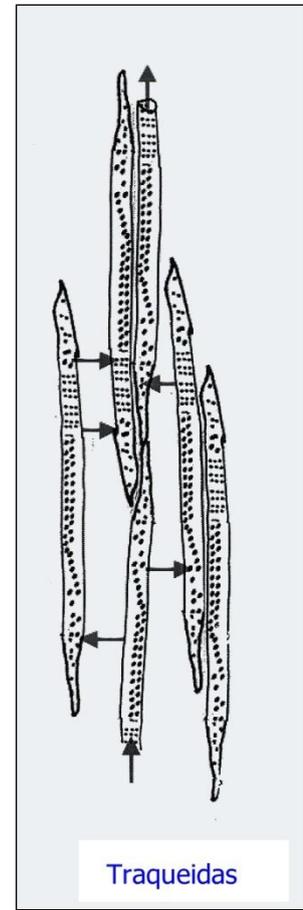


Características citológicas de los distintos elementos

- ❖ **ELEMENTOS TRAQUEALES:** presentan paredes gruesas, se conservan en los fósiles y se distinguen fácilmente en corte transversal. Son más o menos alargados, muertos, con paredes secundarias lignificadas. En los elementos del xilema primario, la pared secundaria se deposita sobre regiones limitadas, en cambio en los elementos del xilema secundario se deposita sobre casi toda la superficie de la célula.

6. **Traqueidas:** células largas, fusiformes, imperforadas que se comunican con las células vecinas mediante **puntuaciones simples o aereoladas**. La conducción se realiza a través de diversas traqueidas encajadas entre sí y comunicadas lateralmente. Las puntuaciones aereoladas son numerosas en las paredes terminales oblicuas lo que facilita el paso del agua en dirección longitudinal. Las traqueidas están presentes en todas las plantas vasculares y son los únicos elementos conductores en la mayoría de las Pteridofitas y Gimnospermas.

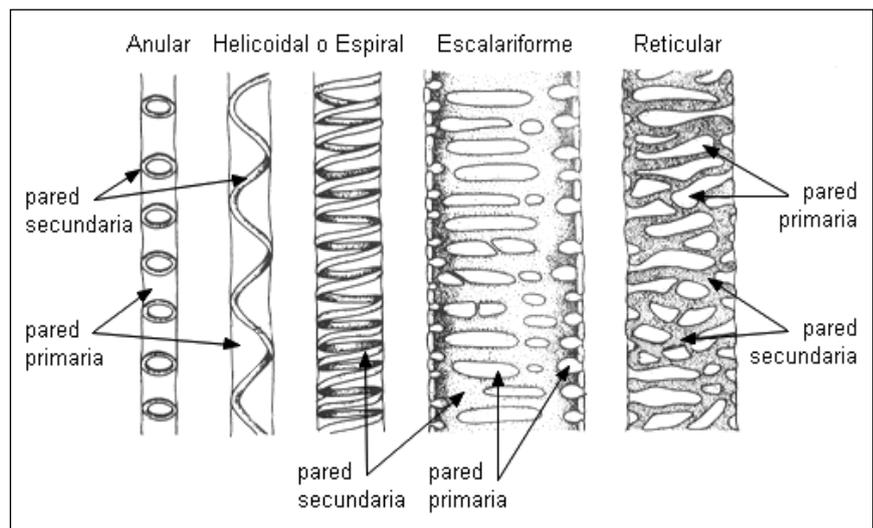
7. **Miembros de vaso o tráqueas:** son células perforadas que se disponen en filas longitudinales conectándose entre sí por medio de perforaciones. Estas cadenas de células son los vasos o tráqueas por donde el agua circula libremente. Los vasos son de longitud variable y pueden unirse con otros mediante puntuaciones aereoladas. Este tipo de células se encuentra en el leño de la mayoría de las Angiospermas, es decir que carecen de vasos la mayoría de las Pteridofitas y Gimnospermas.

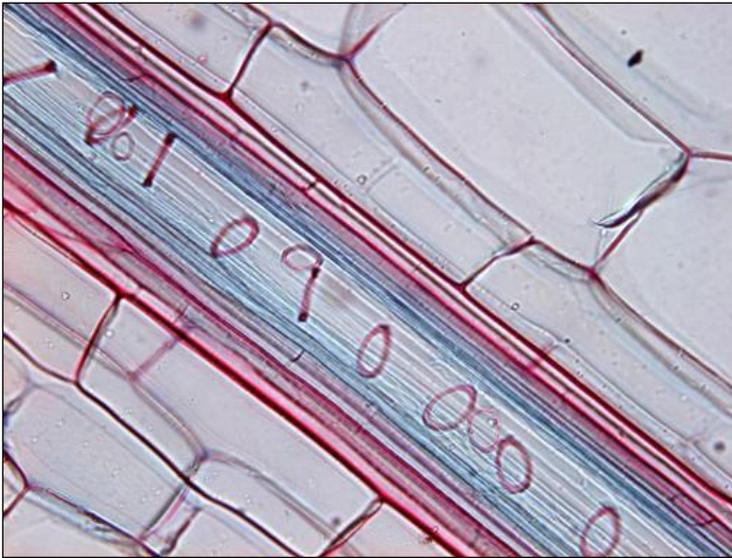


Los elementos traqueales poseen pared secundaria de morfología y grado de recubrimiento de la pared primaria, variables. Los elementos traqueales tienen patrones de engrosamientos de la pared secundaria, ellos son:

1. **Anular:** es el tipo más sencillo, esta formado por anillos de pared secundaria independientes entre sí, esto permite extensibilidad longitudinal, por lo que será propio del xilema de órganos en crecimiento.
2. **Helicoidal/espiral:** consiste en unos pocos refuerzos secundarios en forma de hélice. Al igual que el anterior, este tipo de refuerzo se encuentra en órganos jóvenes de crecimiento.
3. **Reticulado:** tiene la pared secundaria en forma de red.
4. **Escalariforme:** pared secundaria con configuración en escalera, siendo las zonas no recubiertas ovas, anchas o planas este tipo de recubrimiento es mucho mayor, por lo que la célula ya no es extensible longitudinalmente, presentando resistencia a la elongación de las células vecinas.

5. **Punteado:** las zonas no recubiertas por la pared secundaria son puntuaciones simples y aereoladas, siendo el de mayor recubrimiento.

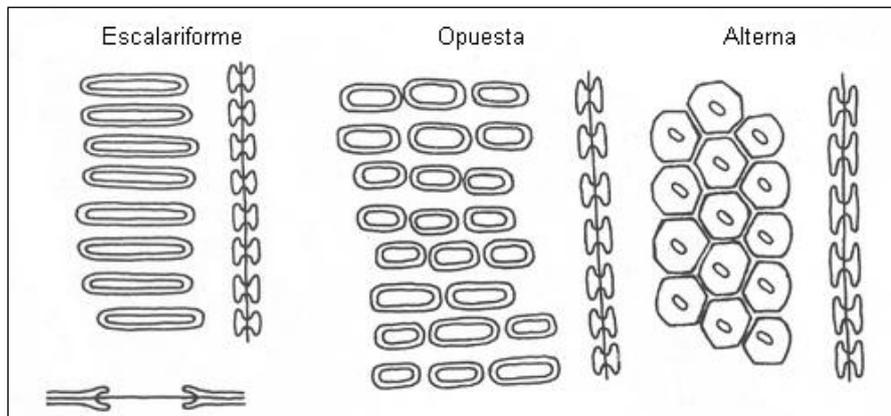




Xilema (primario) Tallo de cebada (*Hordeum vulgare*), CL. Imagen extraída de <http://www.agricolas.upm.es/>

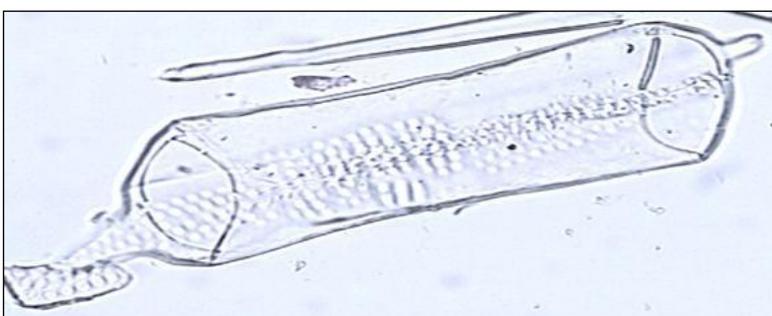
Las puntuaciones en traqueidas y miembros de vasos pueden ser simples o rebordeadas y su distribución es variable:

1. Escalariforme: transversalmente dispuestas en series verticales.
2. Opuestas: más o menos circulares, ordenadas horizontalmente.
3. Alternas: más o menos hexagonales, dispuestas en forma oblicua.

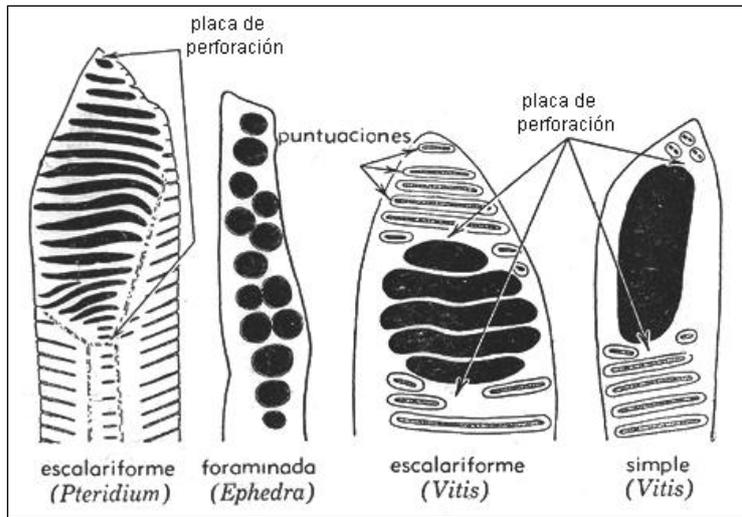


Los vasos xilemáticos o tráqueas están constituidos por miembros de vasos alineados, comunicados mediante perforaciones, ubicadas en las paredes terminales constituyendo las "**Placas perforadas**", la forma, el número y la distribución sirven para caracterizarlas, es de esta manera que encontramos:

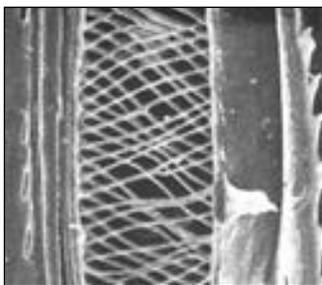
1. Placa perforada simple: tiene una gran perforación.
2. Placa foraminada: con perforaciones redondas.
3. Placa escalariforme: tiene perforaciones en forma de ojal.
4. Placa reticulada: posee varias perforaciones irregulares.



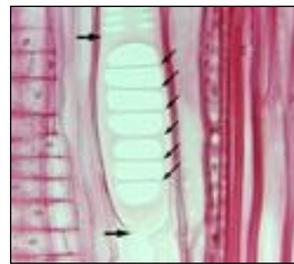
Xilema (secundario), elemento de vaso. Rama de alcanforero (*Cinnamomum camphora*), madera disociada. Imagen extraída de <http://www.agricolas.upm.es/>



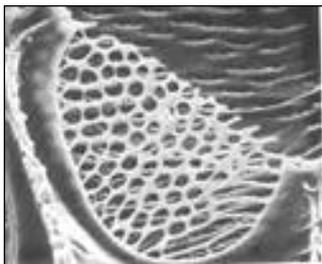
En este elemento de vaso se aprecian las paredes terminales (algo oblicuas), con placas de perforación simples, y punteaduras en las paredes laterales (las pequeñas zonas más blancas). El interior de esta célula, por donde circula el agua que transporta el xilema, está hueco (lumen).



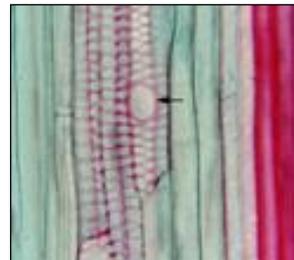
Quintinia



Magnolia



Coprosma



Zea mays

Imágenes de Metcalfe & Chalk

Imágenes de Mauseth weblab

Imágenes extraídas de <http://www.biologia.edu.ar/>

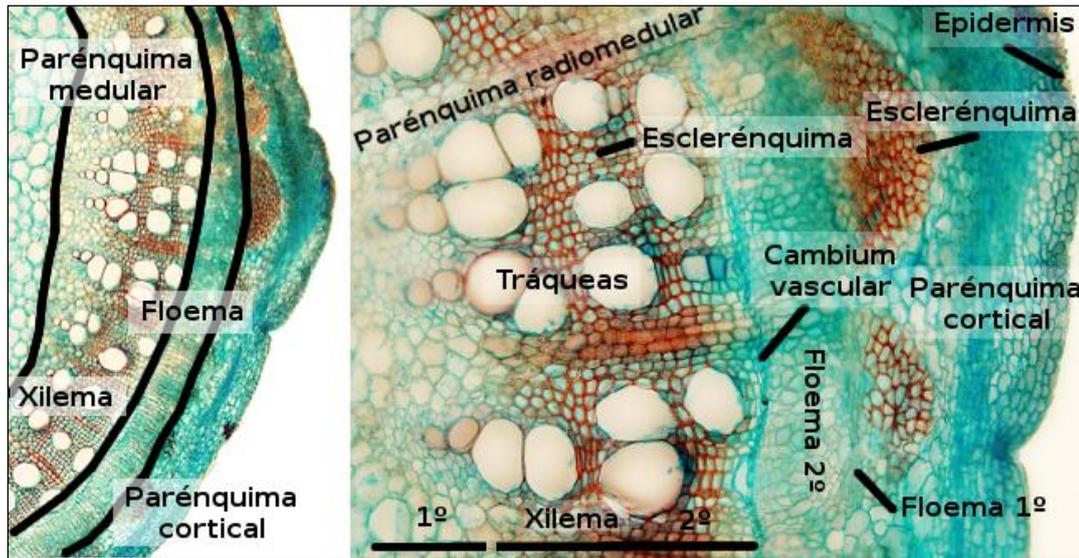
Los vasos xilemáticos permiten la conducción de la savia de manera vertical por medio de las perforaciones, pero al mismo tiempo la conducción puede ser lateral, gracias a las perforaciones existentes en las paredes, esto facilita la conexión entre vasos, células u otros tejidos.

❖ **Células esclerenquimáticas:** las fibras tienen función casi exclusivamente de sostén.

Encontramos dos tipos de fibras, considerando el tipo de puntuaciones presentes:

- **Fibras libriformes**, con puntuaciones simples y paredes gruesas.
- **Fibrotraqueidas**, con puntuaciones areoladas y paredes muy gruesas.

- ❖ **Células parenquimáticas:** tienen morfología y el contenido de almacenamiento puede ir desde almidón, aceites, taninos y cristales. Estos últimos pueden ser particulares en cada ejemplar, lo que servirá para la identificación del leño. Las paredes de las células parenquimáticas del xilema, pueden tener engrosamientos secundarios y lignificarse. En la mayoría de los casos presenta puntuaciones simples.



Tallo secundario de dicotiledónea- Vid (*Vitis vinifera*). Imagen extraída de <http://webs.uvigo.es/>

En el xilema secundario hay **parénquima axial** originado de las células iniciales fusiformes y **parénquima de los radios**, originado por las iniciales radiales; éstas últimas se dividen en procumbentes y verticales.

	<i>Tipos de células</i>	<i>Función</i>
Elementos traqueales	Traqueidas Miembros de vasos	Conducción de agua
Células esclerenquimáticas	Fibras libriformes Fibrotraqueidas	Sostén
Células parenquimáticas	<i>Parénquima xilemático:</i> fusiformes en hileras verticales <i>Parénquima de radio:</i> procumbentes, erectas	Almacenamiento y traslocación ³ de sustancias ergásticas

³ Transporte de los productos de la fotosíntesis desde una hoja a otra parte de la planta.

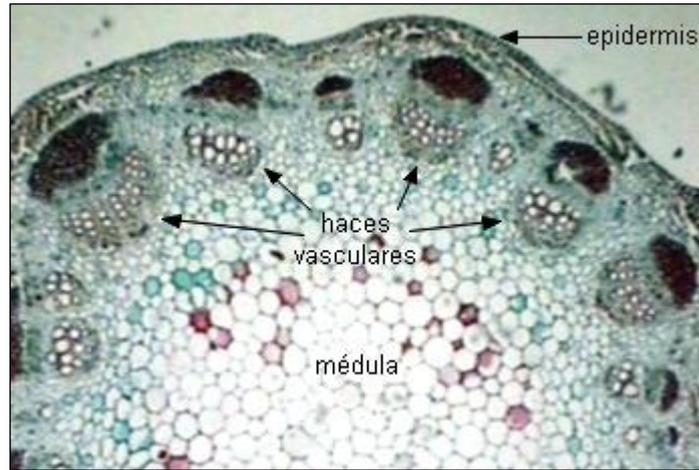
<i>Xilema de gimnospermas</i>	<i>Xilema de angiospermas</i>
Traqueidas (puntuación con toro)	Traqueidas (puntuación sin toro)
	Tráqueas
Fibrotraqueidas	Fibrotraqueidas
	Fibras libriformes
Parénquima xilemático vertical	Parénquima xilemático vertical
Parénquima de radio con traqueidas horizontales	Parénquima de radio sin traqueidas horizontales

FLOEMA

El floema (del griego phloios= corteza) es el tejido conductor especializado en el transporte de sustancias a larga distancia. Transporta la savia elaborada, azúcares y nutrientes orgánicos producidos durante la fotosíntesis. Está íntimamente relacionado con el xilema, constituyendo el sistema vascular de la planta.

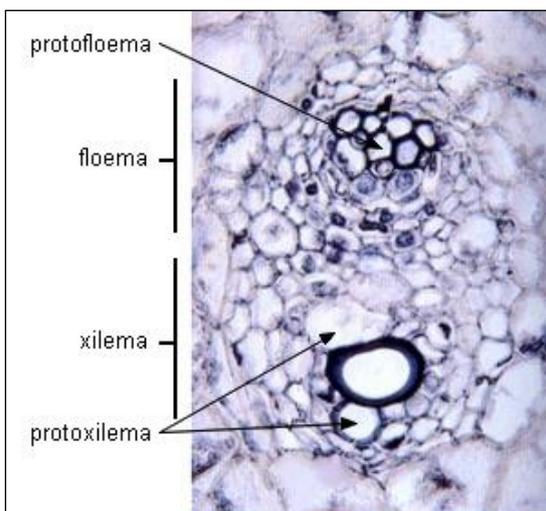
El floema está constituido por diversas clases de células, pero una característica importante para recordar es que los tubos cribosos están vivos en su estado funcional. También podemos hallar idioblastos o laticíferos. Se encuentra ubicado en el cuerpo primario y secundario de la planta, al igual que en el cilindro central.

Existen dos tipos de floema: el **floema primario** originado en el **procámbium** y el **floema secundario** originado en el **cámbium**, durante el crecimiento secundario de la planta. El secundario presenta un sistema parenquimático axial y radial, producidos éste último por las iniciales radiales del cámbium.

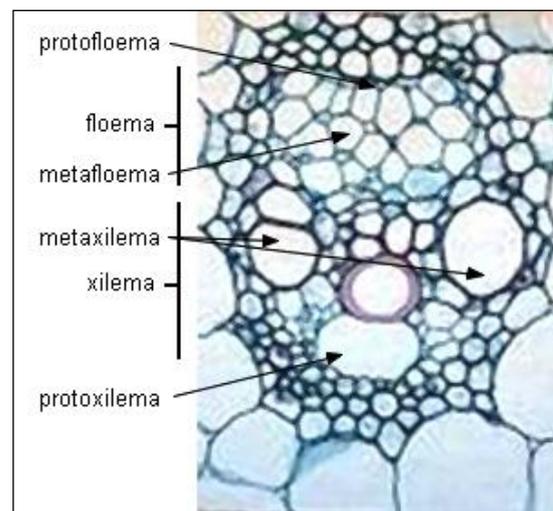


Sector de un transcorte de tallo primario de *Helianthus* (girasol). Imagen extraída de <http://www.biologia.edu.ar>

Se diferencia en **protofloema** y **metafloema**, forman el **floema primario**. El primero madura en las partes de la planta que aún están creciendo en longitud, y sus elementos cribosos pronto se vuelven inactivos, es decir pierden su funcionalidad. El metafloema completa su maduración después que el órgano terminó su crecimiento en longitud, tallo o raíz. Cuando los elementos conductores son no funcionales las células parenquimáticas pueden esclerificarse.



Haz vascular joven



Haz vascular maduro

Transcorte de haces vasculares en *Zea mays* (Monocotiledónea) - Floema primario.

Imagen extraída de <http://www.biologia.edu.ar>

Tipos celulares

- ❖ Elementos cribosos: células cribosas y miembros de tubos cribosos, su función es la conducción.
- ❖ Elementos parenquimáticos: células floemáticas, células albuminosas y células acompañantes.
- ❖ Elementos esclerenquimáticos: fibras y esclereidas, principalmente para el sostén y almacenamiento.

Floema	Tipos de células	Función
<i>Elementos cribosos</i>	Células cribosas	Conducción de nutrientes orgánicos a larga distancia
	Miembros de tubos cribosos	
<i>Elementos esclerenquimáticos</i>	Fibras	Sostén
	Esclereidas	
<i>Elementos parenquimáticos</i>	Células acompañantes	Carga y descarga de tubos cribosos.
	Células albuminosas	Almacenamiento
	Células parenquimáticas axiales	
	Células parenquimáticas radiales	
<i>Elementos glandulares e idioblastos</i>		Secreción, depósito

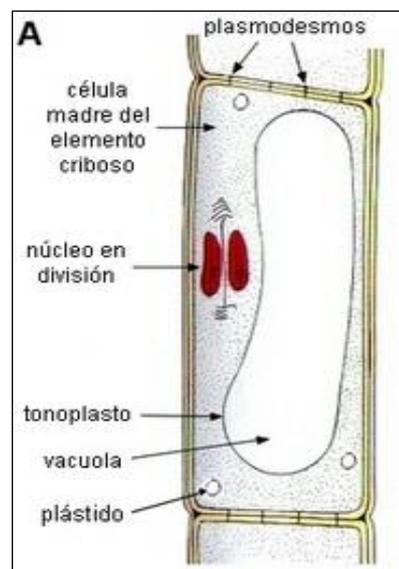
ELEMENTOS CRIBOSOS

MIEMBROS DEL TUBO CRIBOSO:

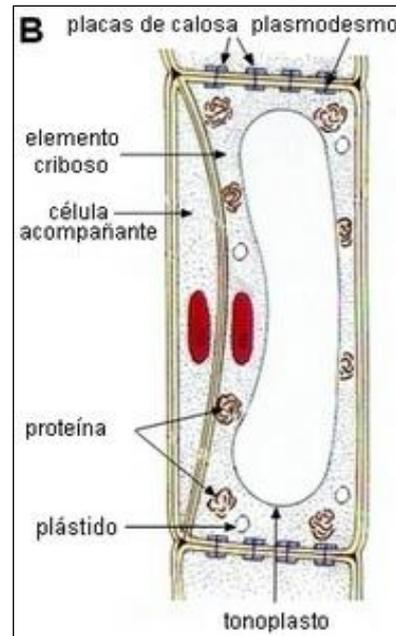
Son células especializadas en la conducción, cuyo origen es la reorganización de organelas celulares y la desaparición de otros.

“Durante la ontogenia de un tubo criboso la célula madre, que puede pertenecer al procámbium o al cámbium, se divide longitudinalmente originando dos células desiguales. La mayor de ellas dará origen al elemento del tubo criboso y durante su maduración el núcleo se desintegra, borrándose los límites entre la vacuola y el citoplasma y reduciéndose el ritmo metabólico. La célula menor, cuyo núcleo persistente, originará la célula anexa y puede dividirse nuevamente en forma transversal, con lo que se producirían dos células anexas. El núcleo de la célula anexo gobernará la actividad del elemento criboso de la célula adyacente. La vinculación entre ambas células se produce por campos de puntuaciones primarias y por áreas cribosas. Cuando cesa la actividad del tubo criboso también mueren las células anexas”. (Valla, 2012; 115-116)

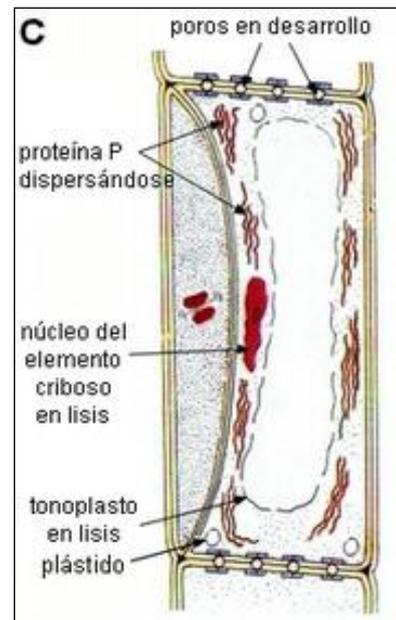
- A. Célula precursora de un elemento criboso, con leucoplastos y núcleo en división.



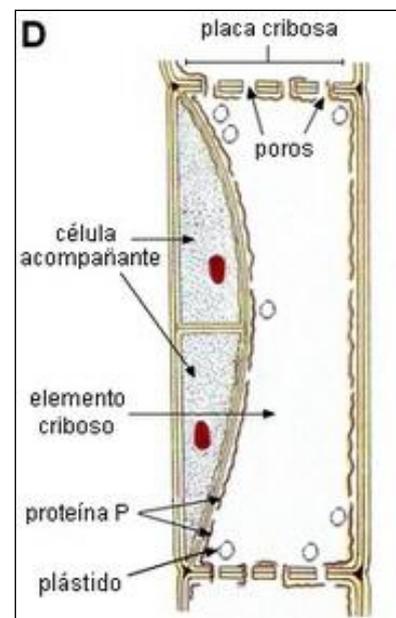
B. Se forman dos células: un elemento criboso con paredes gruesas en desarrollo, núcleo conspicuo, grande, vacuola, cuerpos de proteína, plástidos, y plasmodesmos en las paredes terminales. La segunda célula, es la célula acompañante.



C. El elemento criboso muestra el núcleo degenerado, el tonoplasto parcialmente destruido, la proteína dispersa, los plástidos ubicados en la periferia; en los futuros poros de la placa cribosa se observan plaquetas de calosa depositadas. En muchas especies la célula acompañante se divide en dos o más células.



D. El elemento criboso maduro muestra los poros abiertos en la placa cribosa, bordeados de calosa, y la proteína dispersa en el citoplasma periférico con RE y plástidos, y una parte central que es una mezcla de jugo celular y material citoplasmático desorganizado: el *mictoplasma*.



Imágenes extraídas de <http://www.biologia.edu.ar>.
Imágenes modificadas de Raven 2003

El elemento criboso se distingue por la presencia de una pared brillante, con grosor variable, laxa y formada por celulosa y sustancias pécticas, con zonas porosas llamadas **áreas cribosas**⁴, que permiten la comunicación entre elementos cribosos continuos.

Comunicaciones intercelulares en corte longitudinal de floema de *Cucurbita sp.*

- 1- áreas cribosas en paredes laterales de elementos cribosos
- 2- campos primarios de puntuaciones en células parenquimáticas

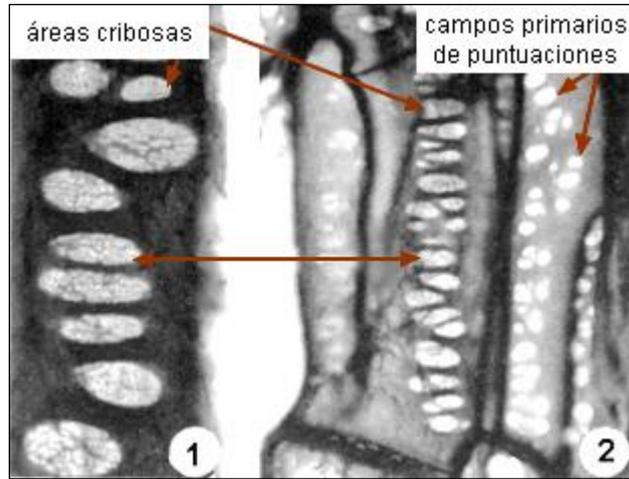


Imagen extraída de <http://www.biologia.edu.ar>. Imágenes de Esau 1953

- En las **plantas no vasculares y Gimnospermas**: los poros son angostos y uniformes. Se pueden observar en las paredes terminales.
- En las **Angiospermas**: los poros varían de tamaño y las áreas cribosas con poros de mayor diámetro se pueden observar tanto en las paredes terminales como, en algunos casos, en las laterales. Las paredes con una o más áreas cribosas diferenciadas y atravesadas por poros de gran diámetro, se conocen como **placas cribosas**. Estas últimas pueden ser **simples** (una sola área cribosa) y **compuestas** (tiene dos o más áreas cribosas).

Placa cribosa simple en transcorte de tubo criboso de *Cucurbita sp.*, zapallo

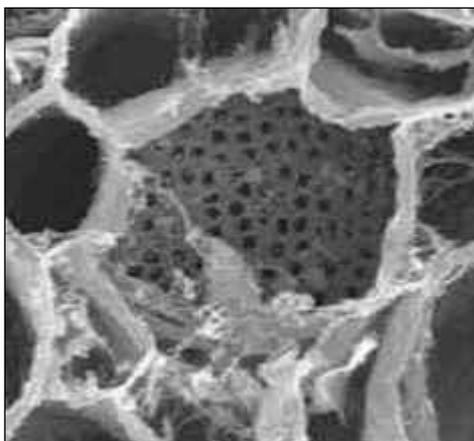


Foto MEB, Ana Ma. Gonzalez

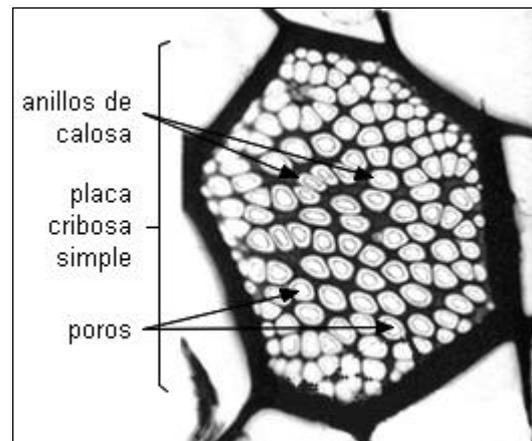
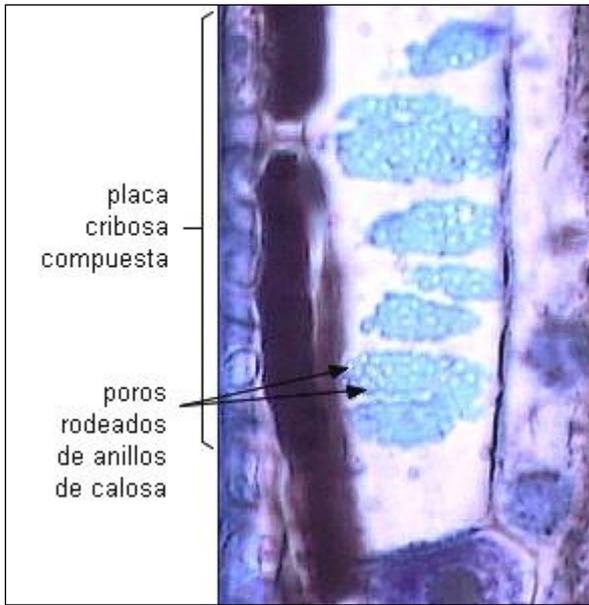


Imagen de Esau 1953

Imagen extraída de <http://www.biologia.edu.ar/>

⁴ Son áreas con poros cribosos, a través de los cuales se intercomunican los protoplastos de elementos cribosos contiguos, de manera lateral y verticalmente.



Placas cribosas compuestas en miembros de tubos cribosos - corte longitudinal.
Vista superficial en corte radial de *Salix sp* (sauce)

Imagen extraída de <http://www.biologia.edu.ar/>

Los poros cribosos están rodeados por una **capa de calosa**⁵ (polisacárido), “a medida que el elemento de conducción va envejeciendo, aumenta el espesor de calosa. De manera que las conexiones de los distintos elementos se van adelgazando hasta que, al final, un grueso tapón de calosa termina por cerrar las conexiones y cesa la función de transporte” (Valla, 2012; 125). Esta acumulación puede significar el inicio del periodo de reposo, por ejemplo en invierno (**calosa de letargo**) o bien el cese del funcionamiento celular (**calosa definitiva**).

Esquema de una placa cribosa

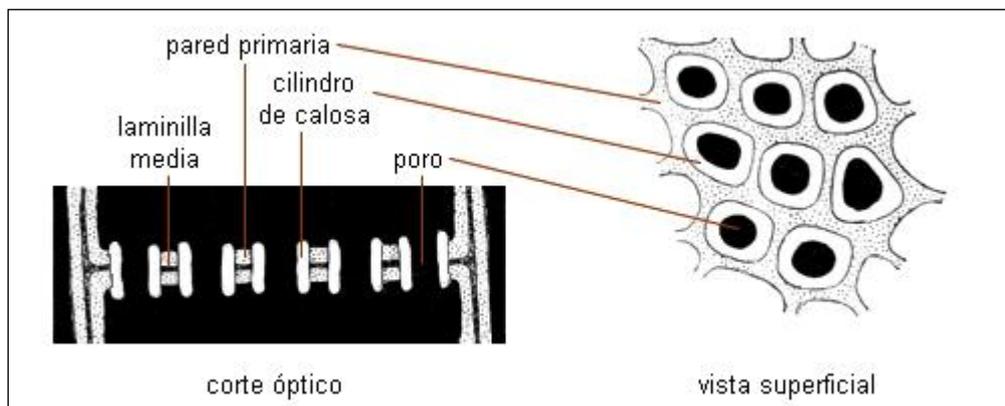
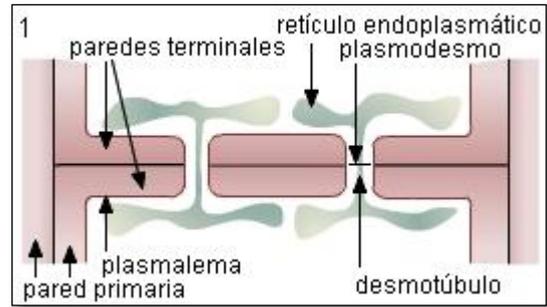


Imagen de Esau 1972. Imagen extraída de <http://www.biologia.edu.ar/>

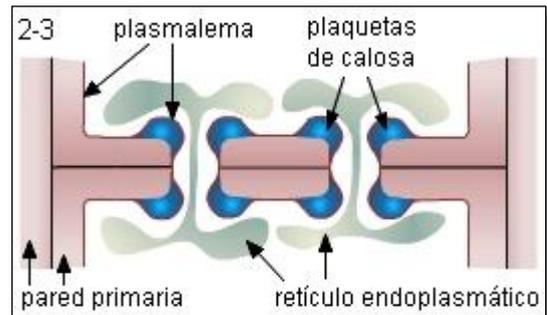
⁵ La calosa parece depositarse como respuesta a heridas. Se encuentra también en suspensión en el citoplasma y cuando la célula es lastimada precipita contribuyendo a taponar los poros.

Formación de calosa

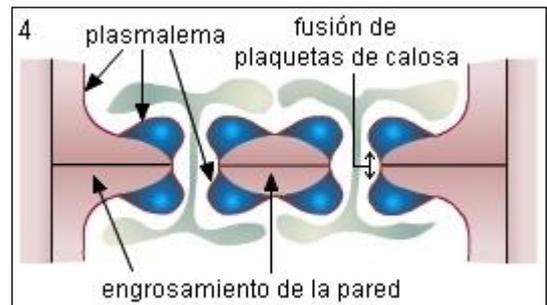
1- El sitio de la pared donde se formará cada poro está atravesado por un **plasmodesmo**, y en ese lugar la pared es más gruesa. **Cisternas circulares del RE**, próximas a la pared se hallan asociadas al **plasmodesmo** en ambas células, y conectadas a través del desmotúbulo. Determinan así la zona de deposición de calosa.



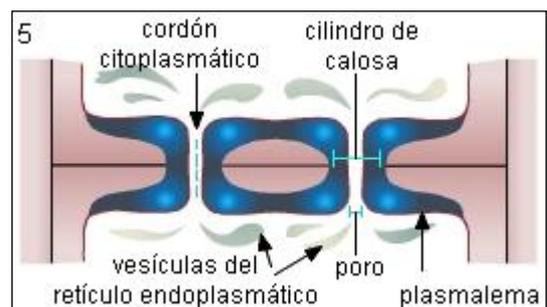
2- La calosa se deposita en forma de **plaquetas** entre la membrana plasmática y la pared primaria. Las plaquetas incrementan gradualmente en superficie y espesor. La **pared celular** aumenta de espesor, especialmente entre los futuros poros. En esta acción la fase amorfa de la pared primaria y la lámina media son reemplazadas por calosa.



3- Se produce la fusión de las plaquetas de las dos células formando el **cilindro de calosa**. La masa de calosa que se acumula se corresponde en tamaño con el lumen del futuro poro.

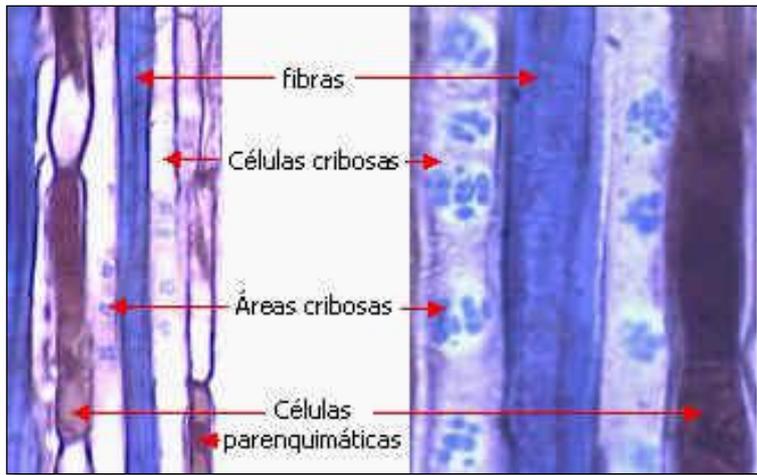


4- Las cisternas del RE se fraccionan en una serie de vesículas que se apartan del poro, el desmotúbulo se desorganiza, y la manga citoplasmática que lo rodeaba se transforma en el cordón citoplasmático. La membrana plasmática permanece rodeando los cordones. Por último, la mayor parte de la calosa se disuelve, formándose el lumen del poro (Esau & Thorsch 1985)

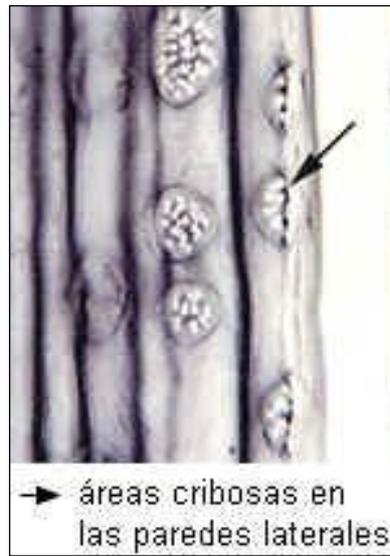
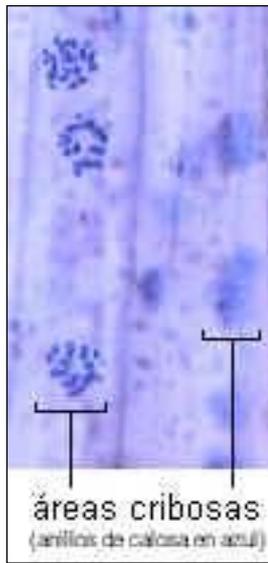


CÉLULA CRIBOSA:

Es un elemento fusiforme, cuyas áreas cribosas distribuidas en todas las paredes son de similar y bajo grado de especialización. Las podemos encontrar en las plantas **Pteridofitas** (las células cribosas son largas, aguzadas con áreas cribosas poco diferenciadas) y **Gimnospermas** (son elementos largos y delgados, con extremos afilados, que se superponen).



Sequoia: células cribosas en corte longitudinal radial



Pinus: áreas cribosas

Imágenes extraídas de <http://www.biologia.edu.ar>. Imágenes de Mause

Diferencias entre células cribosas y miembros de tubos cribosos

<i>Célula cribosa</i>	<i>Miembro de tubo criboso</i>
Célula larga y delgada con paredes terminales aguzadas	Célula más corta y ancha con paredes terminales inclinadas u horizontales
Áreas cribosas poco especializadas en paredes laterales y terminales	Placas cribosas en paredes terminales Áreas cribosas en paredes laterales
Sin proteína P	Con o sin proteína P
Asociada con células albuminosas morfológica y fisiológicamente	Asociado con células acompañantes ontogénica, morfológica y fisiológicamente
Pteridophyta - Gimnospermae	Angiospermae excepto <i>Austrobaileya scandens</i> y <i>Sorbus aucuparia</i> . Pteridophyta: <i>Equisetum</i> , <i>Cyathea gigantea</i>

ELEMENTOS PARENQUIMÁTICOS

Pueden estar asociados estructural y funcionalmente a elementos cribosos, así encontramos:

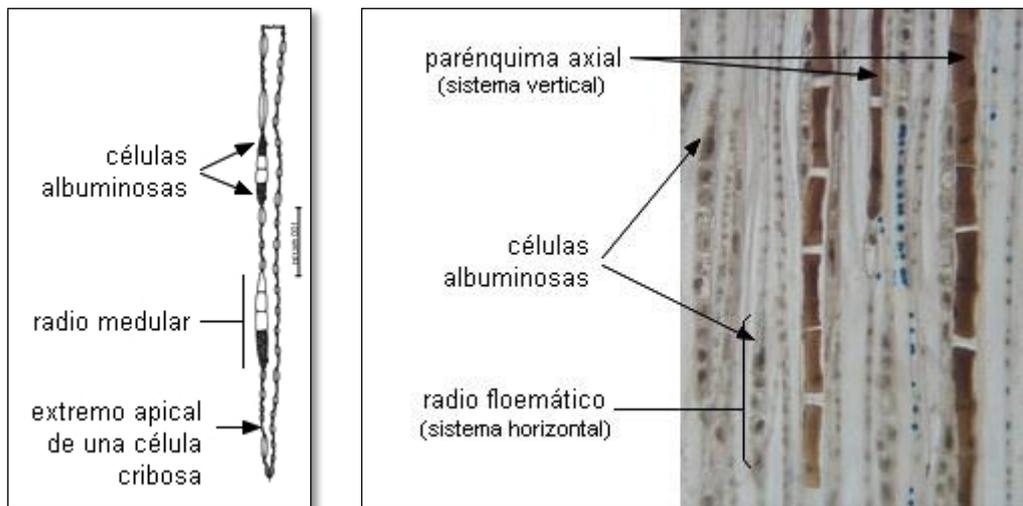
- **Células albuminosas:** asociadas a células cribosas
- **Células acompañantes/ anexas:** asociadas a tubos cribosos.
- **Células parenquimáticas floemáticas:** pueden sintetizar y almacenar almidón, taninos, cristales, entre otros.

A continuación se detallarán las características principales de cada elemento parenquimático.

CÉLULAS ALBUMINOSAS:

Están presentes en Gimnospermas y mantienen una relación morfológica y funcional con la célula cribosa; no hay en cambio una relación ontogenética ya que la célula albuminosa y la célula cribosa se originan de distintas células meristemáticas.

Tienen un citoplasma denso y núcleos grandes. La conexión entre la célula albuminosa y la cribosa se completa por áreas cribosas sobre el elemento criboso y campos de puntuación primario sobre la célula albuminosa.



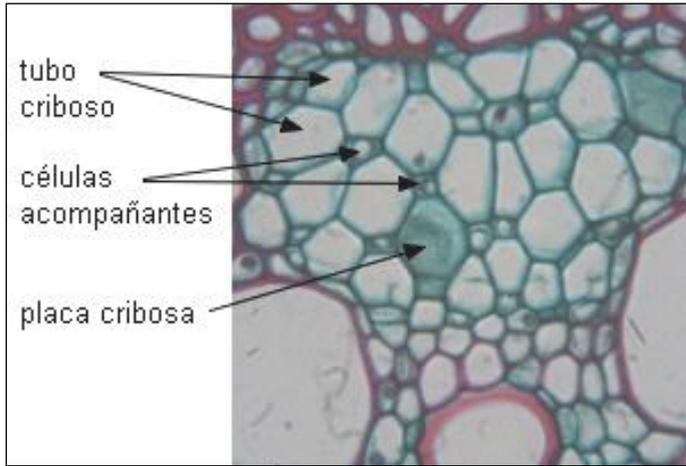
Corte longitudinal tangencial de floema de *Pinus strobus*

CÉLULAS ACOMPAÑANTES:

Son células parenquimáticas muy especializadas que están en relación con el elemento criboso, típicas del floema de Angiospermas. Se originan de la misma célula meristemática que da origen al miembro del tubo criboso al cual acompaña. El número de células acompañantes es variable en cada especie y en una misma planta.

Tienen citoplasma abundante y núcleo bien organizado. Las conexiones intracelulares son campos de puntuación primaria del lado de la célula acompañante y un área cribosa del elemento criboso. Asumen las funciones nucleares de los elementos cribosos, mueren cuando éstos dejan de ser funcionales. Cumplen la función de carga y descarga de los elementos cribosos, transportando lateralmente los fotosintatos.

Su protoplasto es el característico de las células metabólicamente activas: con núcleo grande, vacuolas pequeñas, RE bien desarrollado, grandes mitocondrias, dictiosomas, abundantes ribosomas. Pueden tener cloroplastos y leucoplastos, pero no forman almidón.



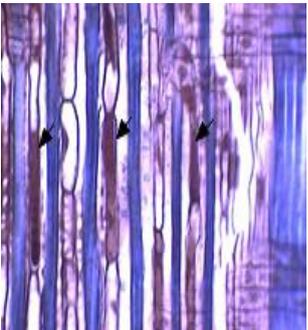
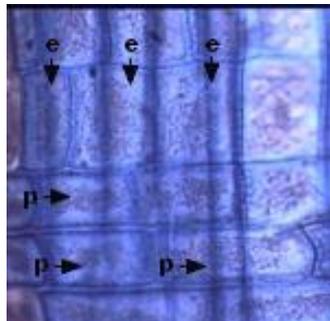
La célula acompañante y el tubo criboso tienen la misma ontogenia y morfología, pero también comparten la función fisiológica; la célula acompañante completa su desarrollo antes que la del miembro del tubo criboso, se diferencia y cuando éste último deja de conducir, la célula acompañante muere.

Floema primario en transcurso de haz vascular de *Zea mays*. Imagen extraída de <http://www.biologia.edu.ar/>

CÉLULAS PARENQUIMÁTICAS FLOEMÁTICAS:

Existen en cantidad variable, y son menos especializadas que las células acompañantes o las células albuminosas. En el floema primario son alargadas paralelamente a los tubos; en el floema secundario se presentan en el sistema vertical y en el horizontal. En el vertical están en dos formas básicas: células fusiformes o hileras de células. En el horizontal constituyen los radios del floema, integrados por dos tipos de células: procumbentes, alargadas en dirección radial y erectas, generalmente marginales, alargadas en sentido vertical. Pueden estar diferenciadas en células de transferencia.

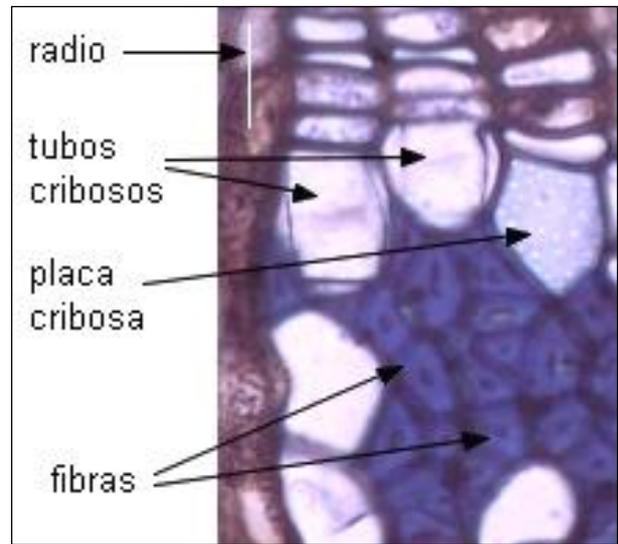
Participan en la carga y descarga de los elementos cribosos transportando azúcares a las células acompañantes. Almacenan almidón, grasas, taninos y cristales.

Células parenquimáticas del floema			
<i>Sistema Vertical</i>		<i>Sistema Horizontal</i>	
			
<i>Sequoia sempervirens:</i> células parenquimáticas (flechas), corte radial	<i>Tilia americana</i> células con cristales	<i>Salix sp.:</i> células con taninos	<i>Salix:</i> radio floemático, células erectas (e) y procumbentes (p)

ELEMENTOS ESCLERENQUIMÁTICOS

FIBRAS:

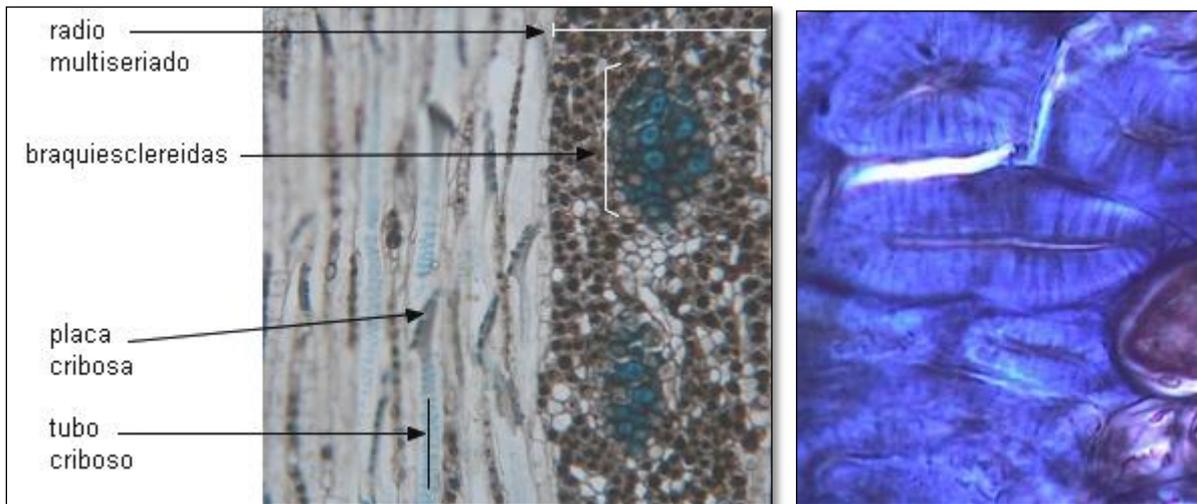
- Floema primario: se desarrollan en órganos con crecimiento en longitud, es decir primarios. Pueden ser muy largas y se ubican al exterior del floema.
- Floema secundario: se originan del floema cambial, son más cortas que las anteriores, con distribución variable. Cuando completaron su alargamiento forman paredes secundarias que pueden llegar a lignificarse. En algunas ocasiones podemos observar fibras septadas o mucilaginosas.



ESCLEREIDAS:

Varían en forma y tamaño en las distintas plantas. Se desarrollan de células parenquimáticas y están ubicadas en el floema no funcional.

Nidos de braquiesclereidas en floema secundario de *Quercus alba*
Corte longitudinal tangencial



FLOEMA PRIMARIO

En él podemos distinguir el **protofloema** y **metafloema**. El primero tiene órganos sujetos al alargamiento y sus elementos cribosos terminan perdiendo su funcionalidad y pueden dar origen a fibras.

El metafloema posee elementos conductores más numerosos y anchos, con células anexas en las Angiospermas. Cuando los elementos conductores se vuelven no funcionales sus células parenquimáticas pueden esclerificarse.

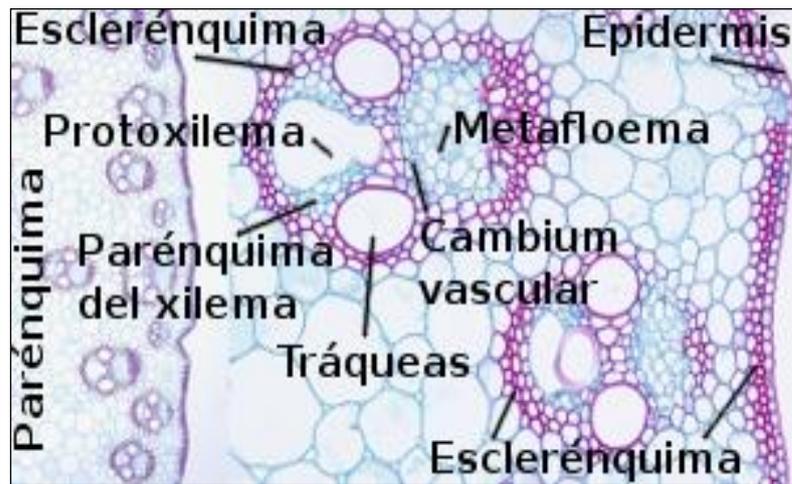
FLOEMA SECUNDARIO

Su distribución está controlada por el cámbium y la cantidad de floema funcional depende de dos factores: el tipo de planta y la edad del órgano.

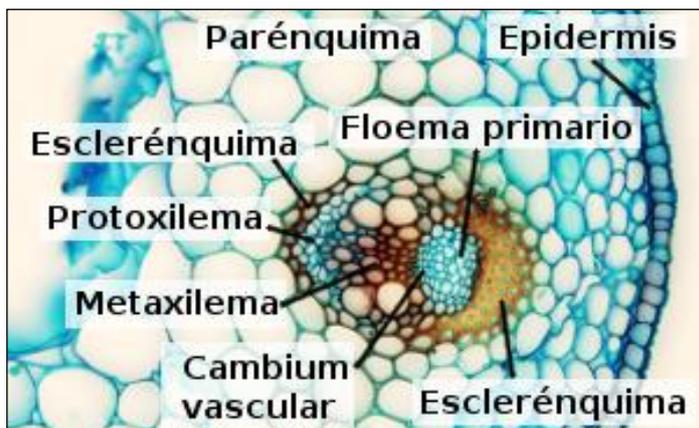
- En **Gimnospermas**: en el sistema axial tiene células cribosas y parenquimáticas, algunas pueden ser albuminosas. También podemos encontrar fibras y esclereidas. El parénquima axial aparece en bandas y puede poseer células de almacenamiento de almidón, resinas, taninos, aceites, entre otros. La capa de floema funcional es delgada y si no hay fibras, se puede ocasionar el colapso de las células ocasionando tensión.
- **Angiospermas-Dicotiledóneas**: hallamos elementos del tubo criboso, células acompañantes y parenquimáticas. Este sistema puede no presentar fibras, pero a diferencia de las Gimnospermas, si las hayamos puede que estén en bandas dispersas. Los miembros del tubo criboso son largos y tienen paredes terminales inclinadas con placas cribosas de tipos simples o compuestos, con terminaciones transversales.

El sistema periférico más antiguo es comprimido por el xilema en crecimiento y por la resistencia de los tejidos corticales. De esta manera el floema se va convirtiendo en no funcional y, junto con la desplazamiento del felógeno puede ser separado parcialmente, conformando al **ritidoma**. Como consecuencia de estas acciones, los árboles de especies de Dicotiledóneas son afectados por incendios, ya que mueren sus elementos floemáticos.

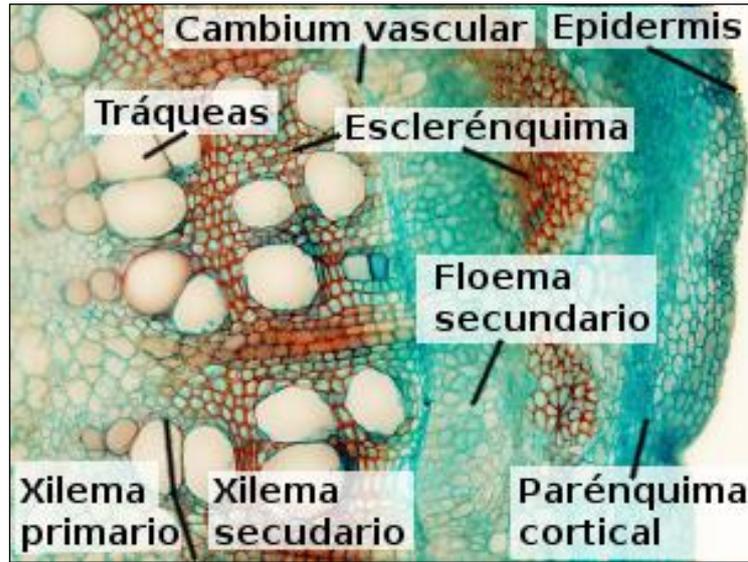
Tallo Primario- Monocotiledonea Maíz (*Zea mays*)



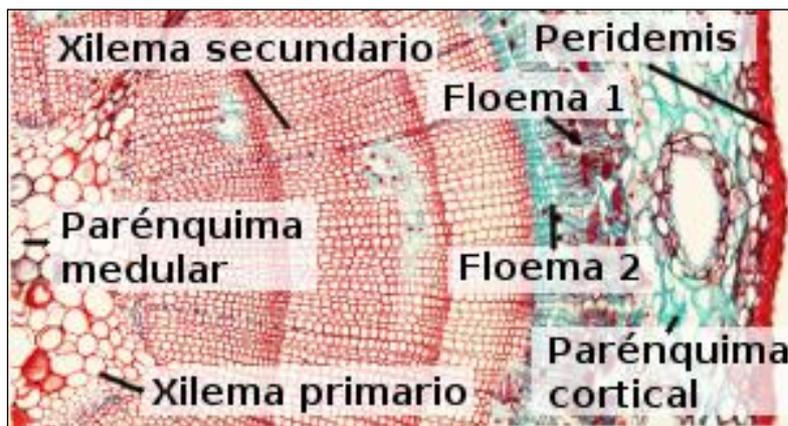
Tallo primario- Dicotiledónea Ranúnculo (*Ranunculus sp.*)



Tallo secundario- Dicotiledónea Vid (*Vitis vinifera*)



Tejido secundario - Gimnosperma Pino (*Pinus sp*)



Resumiendo...

<i>Tipo de célula</i>	<i>Lugar</i>	<i>Caracteres</i>	<i>Función</i>
Parénquima	Por toda la planta.	<p><u>Forma</u>: poliédrica</p> <p><u>Pared celular</u>: primario o primaria y secundaria</p> <p>Puede ser: lignificada, suberificada o cutinizada</p>	Procesos metabólicos generales: respiración, fotosíntesis, almacenamiento y conducción; cicatriza heridas y regeneración.
Colénquima	Periferia (por debajo de la epidermis) en los tallos jóvenes	<p><u>Forma</u>: alargada</p> <p><u>Pared celular</u>: sólo primaria (no se lignifica).</p> <p>Vivas en la madurez</p>	Forma tejido de soporte del vegetal.

Fibras	A veces en la corteza de los tallos	<p><u>Forma</u>: muy alargada</p> <p><u>Pared celular</u>: primaria y secundaria (se lignifica)</p> <p>A veces muerta en la madurez</p>	Soporte.
Esclereidas	Por toda la planta	<p><u>Forma</u>: variable, algo alargadas</p> <p><u>Pared celular</u>: primaria y secundaria (tiende a lignificar)</p> <p>Puede estar viva o muerta a la madurez.</p>	Mecánica y protectora.
Traqueidas	Xilema	<p><u>Forma</u>: alargada y termina en punta</p> <p><u>Pared celular</u>: primaria y secundaria (lignificada), presenta punteaduras.</p> <p>Muertas a la madurez</p>	<p>Elemento conductor de agua , iones y nutrientes.</p> <p>Presente en todas las plantas vasculares.</p>
Tráqueas o Vasos	Xilema	<p><u>Forma</u>: alargada</p> <p><u>Pared celular</u>: primaria y secundaria (lignificada), presenta punteaduras y perforaciones. Unen sus extremos y forman vasos.</p>	<p>Elemento conductor de agua, iones y nutrientes.</p> <p>Presente en las angiospermas</p>
Célula cribosa	Floema	<p><u>Forma</u>: alargada y termina en punta.</p> <p><u>Pared celular</u>: primaria. Presenta cribas</p> <p>Vivas en la madurez, no tiene núcleo</p>	<p>Conductor de sustancias producidas por la planta. (glucosa, sacarosa, aminoácidos, etc.).</p> <p>En plantas vasculares sin semilla y gimnospermas.</p>
Células albumíferas	Floema	<p><u>Forma</u>: alargada.</p> <p><u>Pared celular</u>: primaria.</p> <p>Vivas en la madurez, asociadas a las células cribosas</p>	Movimiento de nutrientes hacia y fuera de las células cribosas.

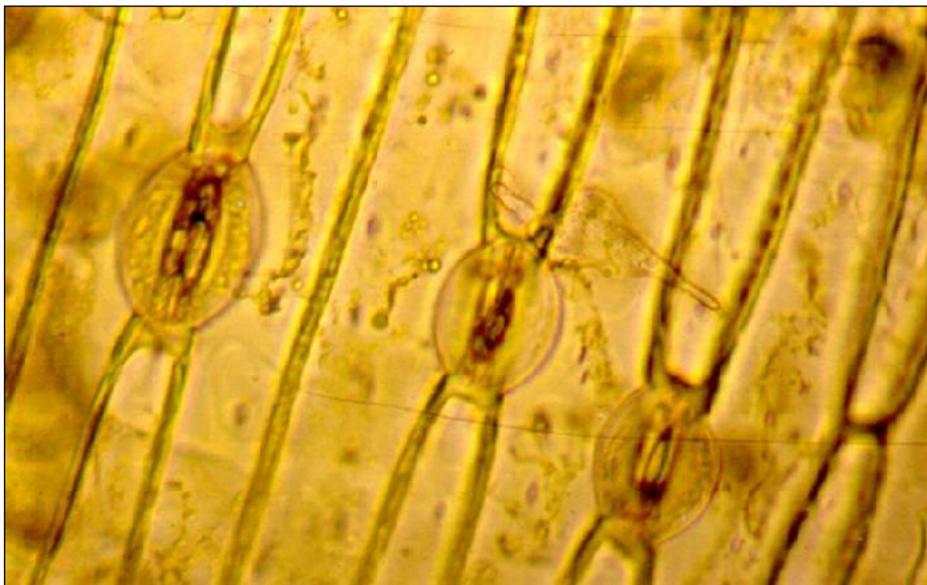
<p>Elementos de los tubos cribosos</p>	<p>Floema</p>	<p><u>Forma</u>: alargada.</p> <p><u>Pared celular</u>: primaria, con áreas cribosas en los extremos de la pared (placas cribosas).</p> <p>Vivas en la madurez, no tienen núcleo; contiene una sustancia proteica llamada proteína P, en dicotiledóneas y algunas monocotiledóneas.</p>	<p>Conductor de productos elaborados por la planta (angiospermas).</p>
<p>Células acompañantes</p>	<p>Floema</p>	<p><u>Forma</u>: variable, a veces alargadas.</p> <p><u>Pared celular</u>: primaria.</p> <p>Vivas en la madurez, asociadas por numerosas conexiones con los tubos cribosos</p>	<p>Comanda la actividad de las células cribosas.</p>

TEJIDOS DE SECRECIÓN

Epidermis



Dicotiledónea



Monocotiledónea

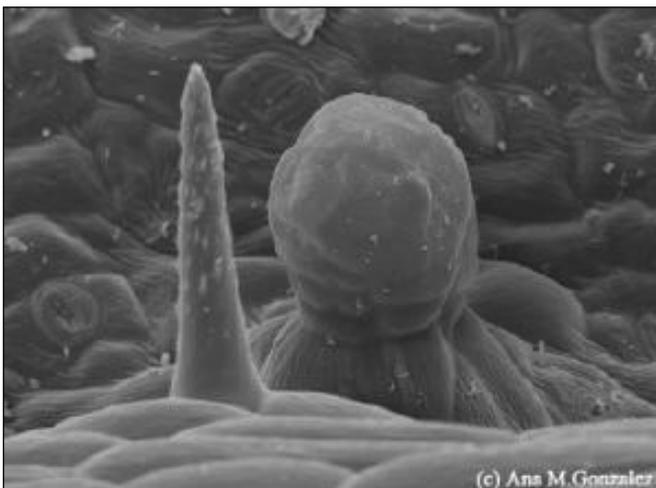
Tricoma y glándulas



Tricomas en una hoja de *cannabis*



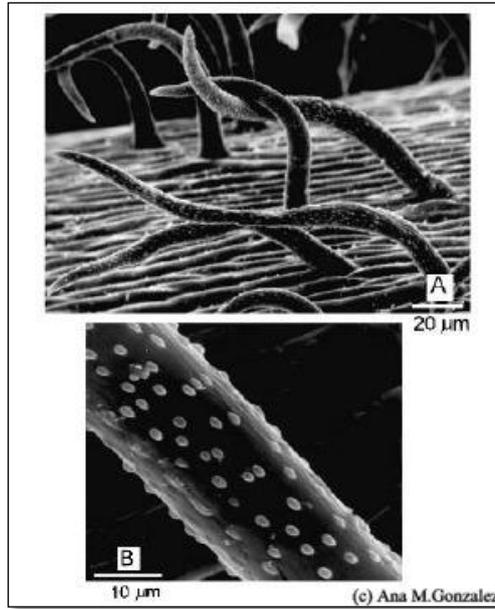
Pelo glandular y estomas



Tricoma simple y glandular

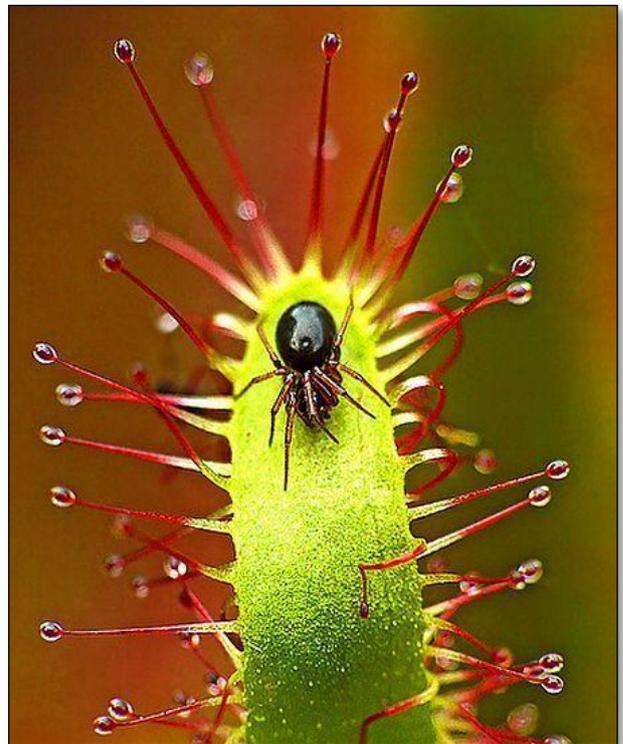


Tricoma glandular



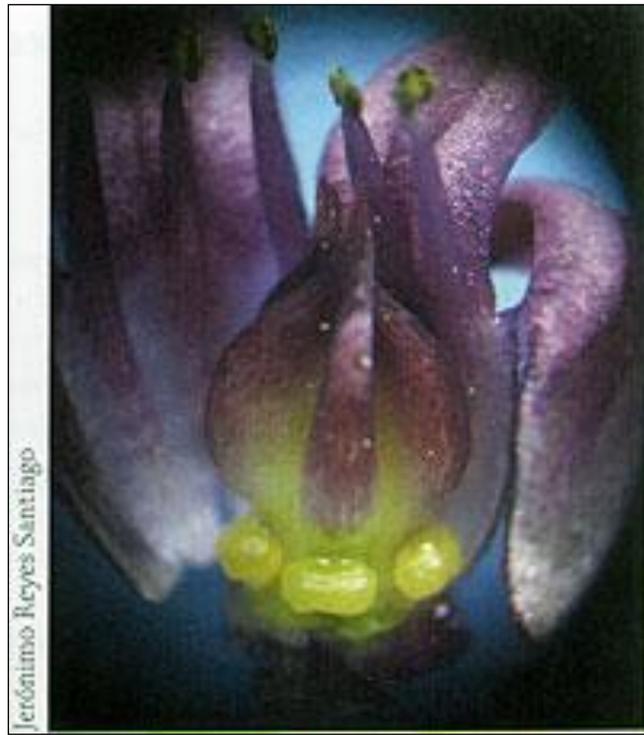
Pelo simple

Glándulas de planta carnívora



Pelo urticante de la ortiga

Nectarios florales



Jerónimo Reyes Santiago

Nectarios extra florales

En el entrenudo del tallo

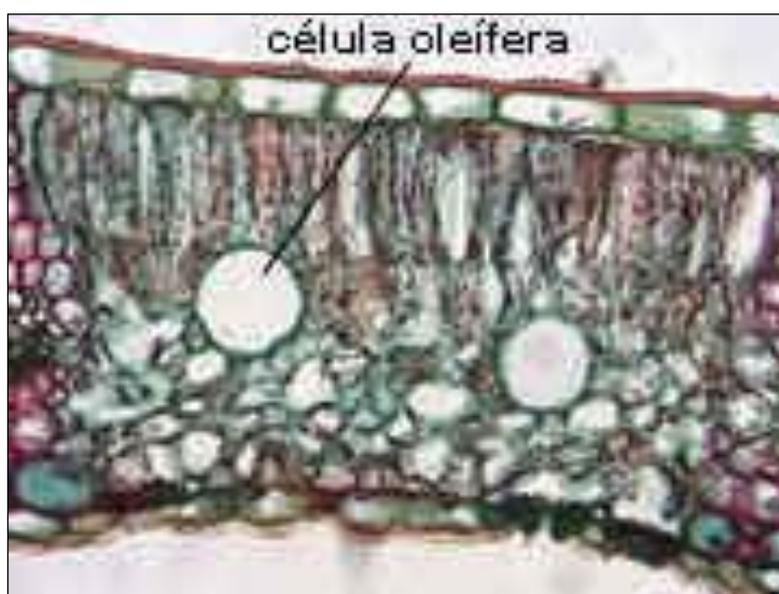


nectario

Hidátodos

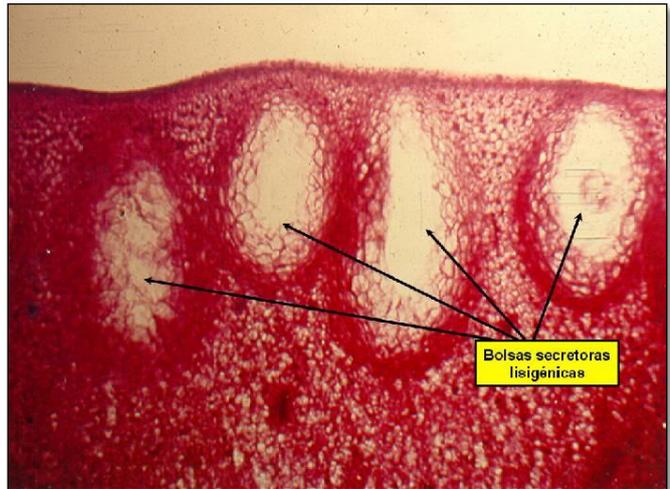
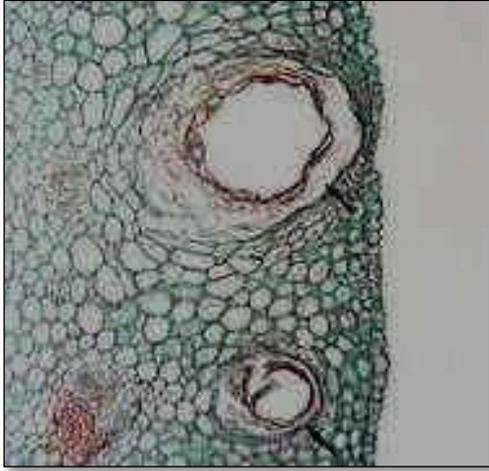


Células secretoras



Cavidades y canales secretores

Cavidades lisígenas de la naranja



Tubos laticíferos



Eje IV: Importancia de las plantas en los procesos evolutivos

ADAPTACIONES DE LAS PLANTAS A LA VIDA TERRESTRE

La ecomorfología es la relación entre la morfología y/o estructura de un organismo y su función biológica, es decir, su papel en el modo de vida de los organismos.

Los órganos de especies vegetales distintas pueden ser similares y en función de su origen y función se clasifican en:

- ☞ **Órganos análogos:** cumpliendo una misma función, tienen distinto origen. Por ejemplo las raíces engrosadas del camote y los tubérculos de la papa.



- ☞ **Órganos homólogos:** tienen el mismo origen pero distinta función. Por ejemplo: pétalos, estambres, catafilo de cebolla, un cotiledón son hojas modificadas.



Los factores medioambientales que provocan los cambios pueden ser el clima, el tipo de sustrato y la incidencia de luz solar.

CLIMA: La temperatura y las precipitaciones (que determinan la disponibilidad de agua), serán los que más se dejen notar en los cormófitos que se clasifican en función de su biotipo (también llamado forma vital o tipo biológico).

- Plantas anuales: Son plantas herbáceas y de uso ornamental que completan su ciclo de vida en un único periodo de vegetación activa. En la fase de crecimiento, estas especies germinan, crecen, florecen, dan frutos, alcanzan su madurez y se secan. Este proceso se realiza en diez meses (se siembran en primavera y mueren en otoño). Se consideran plantas anuales también, a plantas perennes de regiones más cálidas, que son incapaces de aguantar las bajas temperaturas de nuestros inviernos. Eje.: Petuñía, dalia, pensamiento, crisantemo



Flor de azúcar (*Begonia semperflorens*)



Caléndula (*Calendula officinalis*)

- Plantas bianuales: La diferencia de este tipo de plantas con las anteriores, es que completan su ciclo vital en dos años. Como regla general, sus inflorescencias aparecen en la primavera del 2º año y después mueren.



Clavel (*Dianthus caryophyllus*)

Margarita común (*Bellis perennis*)

- Plantas perennes-herbáceas: la parte aérea muere cada año y quedan sólo los órganos subterráneos, su ciclo vital dura más de un año. Florecen y dan semilla varias veces a lo largo de su vida. Estas plantas suelen perder la parte aérea en periodos de parada vegetativa (invierno), pero las raíces sobreviven. Al llegar la primavera vuelven a rebrotar y florecen, repitiéndose el ciclo vegetativo. Eje.: lirio,



Cala (*Zantedeschia aethiopica*)



Achira (*Canna indica*)

- Plantas perenne- leñosa: producen el leño que es crecimiento secundario en grosor y perdura año tras año. la parte aérea no muere después de la floración, se lignifica y soporta condiciones adversas; las yemas permanecen como yemas durmientes y reanudan el crecimiento en la próxima estación. Pueden desarrollarse como subarbustos, arbustos o árboles



Caléndula del Cabo (*Osteospermum ecklonis*)



Laurel de jardín (*Nerium oleander*)



DISPONIBILIDAD HÍDRICA

- ❖ **Hidrófitos:** son plantas acuáticas, sumergidas total o parcialmente en agua, ya sea dulce o salada.



- ❖ **Mesófitos:** son plantas que viven en suelos permanentemente húmedos, suelen tener hojas grandes para captar más luz y no suelen tener un sistema radicular muy desarrollado. Las plantas de selvas lluviosas pueden ser mesófitos. Como ejemplo podemos citar el lirio.



- ❖ **Xerófitos:** son plantas adaptadas a vivir en ambientes secos. Las raíces están muy desarrolladas para llegar a mayor profundidad. Las hojas suelen estar endurecidas porque están cubiertas por una cutícula impermeable para evitar la pérdida de agua, son las hojas esclerófilas. No presentan estomas en el haz de la hoja, sólo en el envés para limitar la pérdida por evapotranspiración. Estas plantas pueden tener la capacidad de plegar sus hojas, o sustituirlas por espinas o que hayan desaparecido. También pueden transformar sus órganos aéreos en órganos suculentos para almacenar agua. Como ejemplo, podemos encontrar los cactus.



NATURALEZA DEL SUSTRATO

Dos factores influyen directamente en las plantas: el pH del sustrato y la concentración de sales.

Acidez

El suelo ideal posee pH neutro pero ante desviaciones de este equilibrio podemos encontrar:

- **Especies calcícolas (pH>7, alcalino):** son suelos ricos en carbonato cálcico que no plantea problemas de nutrición a las plantas, actuando como tapón y regulando la acidez. El problema se presenta por la competencia de las raíces y el suelo para captar hierro muy importante para la síntesis de clorofila. Si no lo captan se vuelven de color amarillo. Ejemplos: *Pinus halepensis* (pino halepo), limpia tubo.



- **Especies silicícolas (pH<7, ácido):** son suelos formados a partir de rocas silíceas que se forman en suelos arenosos y pobres en nutrientes. Estas plantas están adaptadas a vivir en suelos pobres en nutrientes. Ejemplos: castaño, alcornoque.



Alcornoque

Contenidos en sales

- ✓ **Plantas halófilas:** viven en suelos salinos con sales muy solubles, los cloruros. Por regla general este tipo de suelos se presentan en zonas con agua salina. Algunas tienen tejidos suculentos con sustratos y sales salinas, otras toman el agua y los nutrientes y excretan la sal.



Pallenis maritime o asteriscus maritimus

- ✓ **Plantas gipsícolas:** Viven en tierras rojizas con un alto contenido en yeso. En estos suelos hay una extrema pobreza de nutrientes, y son plantas de crecimiento lento y de pequeño porte. En la península ibérica existen numerosos endemismos. Ej: *Ononis tridentata*, *Santolina viscosa*.
- ✓ **Plantas nitrófilas:** son plantas que habitan en suelos con alto contenido en nutrientes como nitratos, potasio, fósforo. Estos nutrientes en exceso pueden volverse tóxicos. Suelen aparecer en zonas degradadas por la acción del ser humano, como pueden ser cunetas de carreteras. Ej: bolsa de pastor, *Cirsium vulgare*.



INCIDENCIA A LUZ

Si la incidencia de luz es excesiva, es decir, cuando la planta está más cerca del sol, por elevada altitud o porque hay alta radiación ultravioleta, las plantas se recubren de un indumento (pelitos) de color plateado que reflejan los rayos ultravioleta.

- ***Plantas heliófilas:*** necesitan gran cantidad de luz para poder sobrevivir, suelen ser plantas que viven en zonas degradadas como por ejemplo, algunos tipos de leguminosas.



Alfalfa



Brotos de soja

- ***Plantas esciófilas:*** Si la incidencia es muy baja, porque viven a la sombra. Necesitan mayor superficie de hoja para captar la poca luz que les llega. Se dan en los bosques tropicales, y existen tres estrategias para hacer frente a este problema:
 - Ser un árbol grande
 - Ser epífita (raíces en troncos de otros árboles, yendo a vivir más arriba)
 - Trepador por los troncos de los árboles siendo plantas trepadoras.



Syngonium



Cyperus alternifolius.

También existen cormófitos heterótrofos que son capaces de vivir sin fotosintetizar, o hacerlo sin preocuparse de los nutrientes porque los toman de otras plantas:

- **Parásitas:** Las hemiparásitas son verdes y fotosintéticas pero sin raíces porque se encuentran sobre otra planta, algunas enraízan con haustorios. Los holoparásitos no tienen clorofila, no fotosintetizan y lo extraen de la planta que parasitan.



- **Insectívoras:** son cormófitos que viven en medios pobres en nutrientes y para completar su dieta desarrollan estructuras para captar insectos. Tienen una digestión externa y por su epidermis absorben los nutrientes.



- **Humícolas:** Son plantas saprófitas que sobreviven en ambientes de degradación.

ATIVIDADES:

Averigua:

1. ¿Qué son los cladodios, rizomas, filocladio y estolones? Busca su función e imágenes.
2. ¿Cuál es la diferencia entre una raíz napiforme, tuberosa y fúlcrea? Busca ejemplos.
3. ¿Para que sirven los zarcillos, aguijones y espinas? Busca ejemplos.
4. Realiza un cuadro diferencial entre las adaptaciones que adquieren las plantas al ambiente acuático y al terrestre. Cita ejemplos.

Webgrafía

<http://educacionambiental.conaf.cl>

<http://www.ecured.cu>

www.biologia.arizona.edu

www.microbe.org

<http://morato1a.blogspot.com.ar>

<http://www.cienciaybiologia.com>

<http://www.adesper.com>

- Forestry images (2010, 22 de enero), [en línea]. Universidad de Georgia. Disponible en <http://www.forestryimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=5409531> [2014, 13 de febrero]
- AsturnaturaDB (2004), [en línea]. Disponible en <http://www.asturnatura.com/articulos/helechos/rinpsilic.php> [2014, 13 de febrero].
- Universidad Nacional del Nordeste (2001-2013), [en línea]. Disponible en <http://www.biologia.edu.ar/botanica/tema15/15-3xilema1.htm> [2014, 18 de febrero].
- Universidad Politécnica de Madrid (2014), [en línea]. Disponible en <http://www.agricolas.upm.es/EUITAgricola/Escuela/ListaDepartamentos/DepBiologia/1a3d64a2e30e6210VgnVCM10000009c7648aRCRD> [2014, 19 de febrero]
- García M. P; Diego M. A; Pacheco M. M. (2008). *Atlas de Histología Vegetal y Animal*, [en línea]. España. Departamento de biología funcional y de la salud-Facultad de biología-universidad de Vigo. Disponible en <http://webs.uvigo.es/mmegias/presentacion.php> [2014, 19 de febrero]

Bibliografía

- Curtis, H. Barnes, S. (2008). *Biología*. (7a. ed.). Buenos Aires: Panamericana.
- Dimitri, M. (1987). *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*. (Tomo I). Buenos Aires: ACME.
- García, R. (1984). *Principios de Botánica Sistemática. Material de estudio de la cátedra de Botánica Morfológica y Sistemática*. Facultad de ciencias agrarias. U.N.R.
- Strasburger, E. (2012). *Tratado de Botánica*. (27a. ed.) Barcelona: Marín.
- Valla, J. (2011). *Morfología de las plantas superiores*. Buenos Aires: Hemisferio Sur.

Revista digital:

- Ibigeo, Marissa. F (Ed.). (2012). *Temas de Biología y Geografía del Noa*. 2 (2), 48-53.