

Morfología de Plantas Vasculares

Tema 10: Clasificación de Tejidos - Meristemas

10.1: TEJIDOS: MERISTEMAS

Tejido es una asociación de células que tienen un origen común y que en conjunto cumplen las mismas funciones. Se forman a partir de células apicales o conos vegetativos. Pueden estar formados por un solo tipo de células, en ese caso son **tejidos simples**. Los que tienen varios tipos de células son **tejidos complejos**.

El botánico alemán Sachs, en el siglo XIX, elaboró una clasificación basada en la continuidad de los tejidos en el cuerpo vegetal, estableciendo tres sistemas: **dérmico** (tejidos de protección), **vascular** (tejidos de conducción) y **fundamental** (los restantes tejidos).

La clasificación que usamos en este curso tiene en cuenta el grado de diferenciación morfológica de los tejidos, su función y su estructura.

Tejidos indiferenciados	Meristemas	Primarios o apicales	Tallo Raíz
		Secundarios o laterales	Cámbium Felógeno
		Intercalares	
Tejidos diferenciados	Protección	Epidermis Peridermis	
	Fundamental	Parénquima	
	Sostén	Colénquima Esclerenquima	
	Secreción	Estructuras secretoras externas Estructuras secretoras internas	
	Conducción	Xilema Floema	

CONCEPTO de MERISTEMA

Las células meristemáticas son células morfológicamente indiferenciadas, pero especializadas en la función de **dividirse ordenadamente**; su estructura y fisiología son muy diferentes a las de cualquier otra célula del cuerpo de la planta.

El nombre del tejido proviene del griego *meristos* que significa divisible.

Los "callos" que se obtienen mediante la técnica de cultivo "in vitro" de tejidos están formados por células indiferenciadas, pero éstas no tienen la capacidad de dividirse ordenadamente. Por esta razón, uno de los mayores problemas de la biotecnología es lograr que la actividad se vuelva organizada, para que se produzcan los órganos vegetales.

Fig. 10.1. "Callos" obtenidos por cultivo de tejidos. División celular desordenada



CLASIFICACIÓN de MERISTEMAS

Los meristemas se clasifican por su localización en el cuerpo de la planta en:

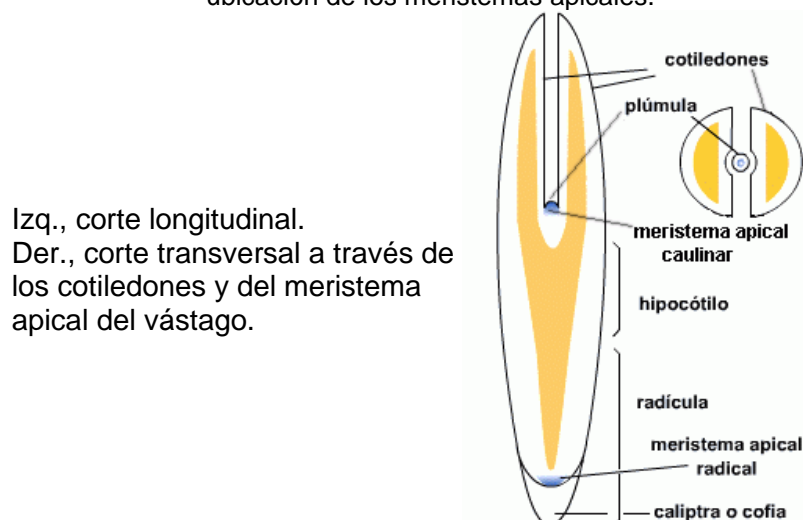
1. apicales
2. laterales
3. intercalares.

Teniendo en cuenta además el tiempo de aparición del meristema, se los clasifica en primarios y secundarios. Los meristemas apicales son **primarios**, mientras los laterales (cámbium y felógeno), son **secundarios**.

LOCALIZACION de MERISTEMAS

El **cigoto** o célula huevo de las plantas superiores se desarrolla dando un **embrión**. La capacidad de división queda restringida muy pronto a ciertas porciones de tejido que permanecen embrionarias y se multiplican activamente, ubicadas en los ápices del embrión: son los **meristemas** apicales de tallo y de raíz.

Fig. 10.2. Diagrama de embrión de eudicotiledónea, mostrando la ubicación de los meristemas apicales.



FUNCIONES

Los meristemas apicales tienen tres funciones básicas:

- autoperpetuarse
- producir células somáticas (*soma*=cuerpo)
- establecer los patrones de desarrollo del órgano.

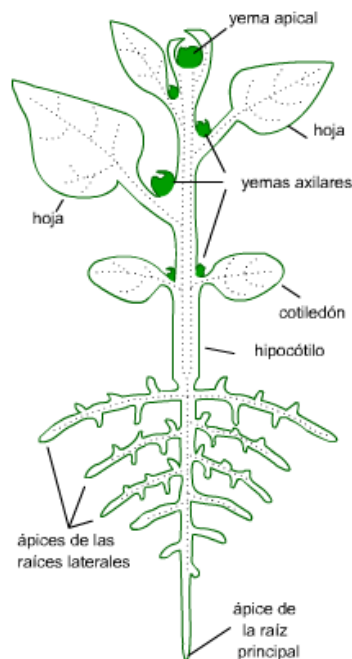
Un meristema apical crece como un todo organizado, y las divisiones no son al azar, siguen un programa predeterminado que se relaciona con la forma externa del ápice y con la ordenación intrínseca del crecimiento.

10.2: MERISTEMAS APICALES O PRIMARIOS

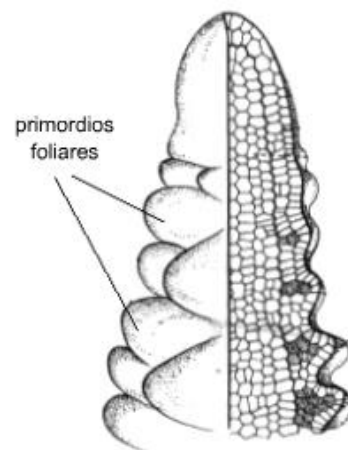
Los meristemas **apicales** o **primarios** son los responsables de la formación del cuerpo primario de la planta. Se encuentran en los ápices de raíces y tallos, principales y laterales. En el tallo el meristema apical o cono vegetativo está protegido por los primordios foliares que lo envuelven formando las yemas.

El meristema primario de raíz presenta una particularidad: está protegido por la caliptra contra los daños mecánicos causados por el suelo. Por presentar este tejido, el meristema del ápice radical suele llamarse **subapical**. Además, las raíces laterales son endógenas y se originan en zonas ya diferenciadas.

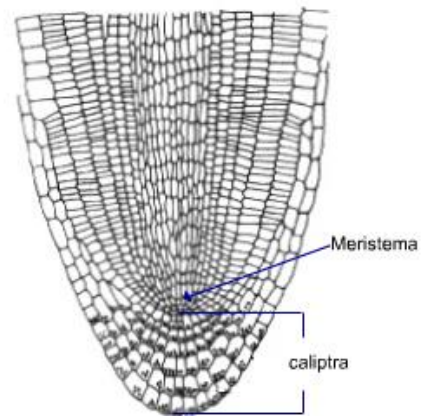
Esquema de la organización del cuerpo de una eudicotiledónea



Meristema apical de tallo de *Elodea* sp.

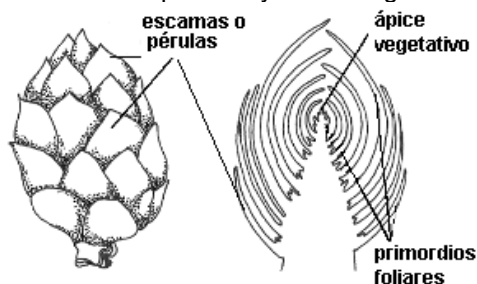


Apice de una raíz, corte longitudinal



Imágenes tomadas de Nultsch

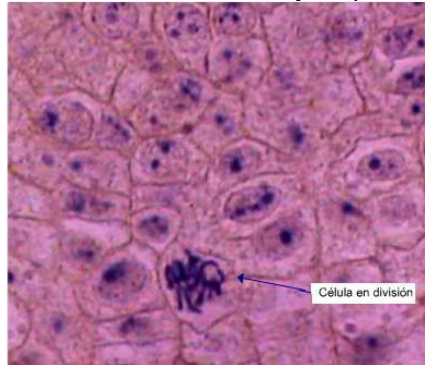
Yema: vista superficial y corte longitudinal



Las células de los meristemas primarios son pequeñas, isodiamétricas, no dejan entre sí espacios intercelulares, su pared es primaria, constituida solamente de celulosa y compuestos pécticos. El protoplasto es denso, con RE poco desarrollado, rico en ribosomas y dictiosomas, con mitocondrias, plástidos en forma de proplastos y núcleo voluminoso, ocupando posición central en la célula. Generalmente tienen pocas vacuolas y pequeñas, dispersas en el citoplasma.

Crece por crecimiento plasmático, es decir por formación de nuevo protoplasma, mientras las células de los demás tejidos crecen por dilatación, o sea por aumento del tamaño de las vacuolas.

Células meristemáticas de raíz de cebolla.
Obsérvese el núcleo voluminoso y de posición central



MERISTEMA APICAL DEL TALLO

El ápice vegetativo del tallo es el asiento del meristema apical y sus meristemas primarios derivados.

La expresión **meristema apical** se usa para designar la porción del ápice vegetativo que queda por encima del primordio foliar más joven. Tiene forma variable: reducido y cónico en Coníferas, ancho y plano en *Cycas*, estrecho y alargado en algunas monocotiledóneas y eudicotiledóneas.

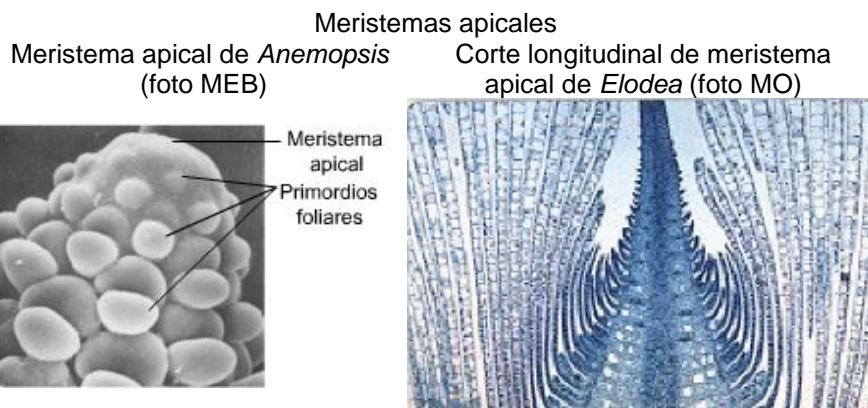


Imagen tomada de Mauseth

Corte longitudinal de meristema apical de tallo de *Oroya depressa* (Cactaceae) LP: primordios foliares

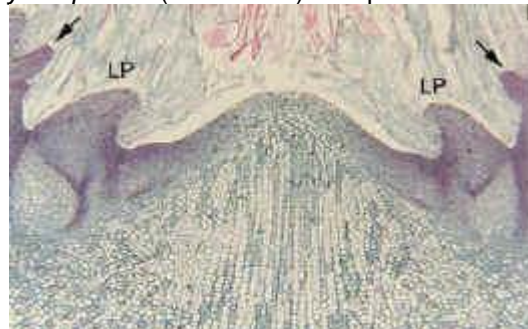
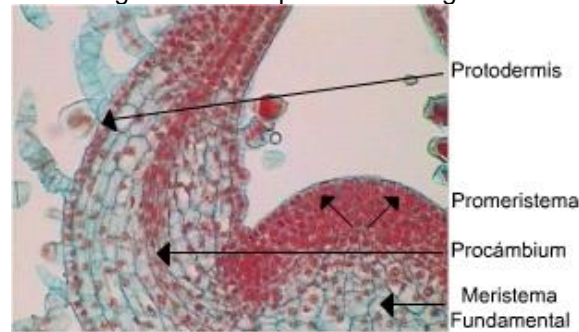


Imagen tomada de <http://www.sbs.utexas.edu/mauseth/weblab>

Todos los meristemas apicales presentan células iniciales, que se caracterizan por dividirse de la siguiente manera: una célula hija se conserva como célula inicial, mientras que la otra será una célula derivada. De este modo el meristema se autoperpetúa y el número de células iniciales permanece constante.

Las células iniciales permanecen meristemáticas y se dividen espaciadamente; las células derivadas se dividen activamente produciendo las células que se diferenciarán pasando a integrar el cuerpo de la planta. El conjunto de células iniciales y las primeras derivadas recibe la denominación de **promeristema**.

Corte longitudinal del ápice del vástago de *Coleus*



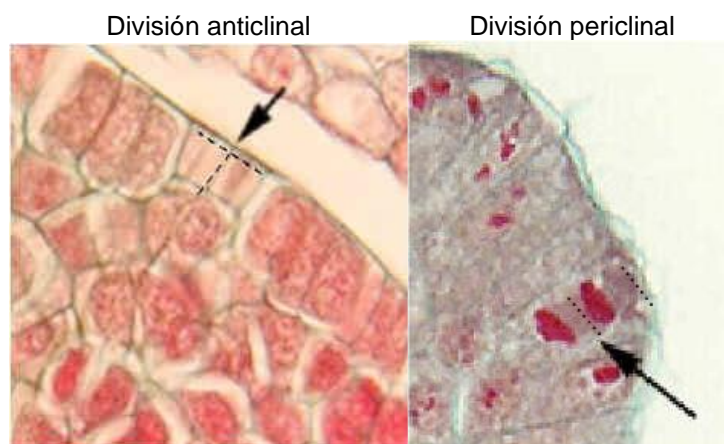
Las células derivadas se diferencian progresivamente a través de cambios en las células (tamaño, vacuolización, frecuencia y orientación de las mitosis) en los tres **meristemas primarios derivados** (denominados meristemas transicionales por Moore):

- protodermis
- procámbium y
- meristema fundamental

los cuales formarán respectivamente los **sistemas** de tejidos: dérmico, vascular y fundamental.

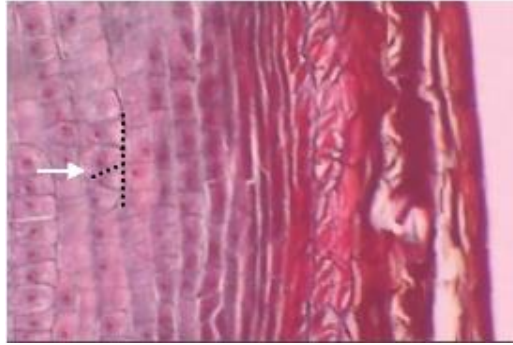
Planos de división.

Según como sea el plano de la división celular, en relación con la superficie del órgano, las divisiones reciben distinta denominación. Si la división es paralela a la superficie se denomina **periclinal**; si es perpendicular, se denomina **anticlinal**. Si el plano de la división es intermedio, se denomina **oblicua**.



Imágenes modificadas de <http://www.sbs.utexas.edu/mauseeth/weblab>

División oblicua en meristema de raíz de maíz



Según el plano predominante en las divisiones celulares, las células derivadas pueden presentar distintos tipos de crecimiento. Cuando las células se dividen según varios planos se produce **crecimiento en volumen**; cuando predominan las divisiones anticlinales, **crecimiento en superficie**, dando por resultado un órgano laminar. El **crecimiento en espesor** del órgano ocurre por predominio de divisiones periclinales.

10.3: Pteridófitas y Espermatófitas

En el meristema apical de tallo de la mayoría de los helechos hay una célula inicial llamada **célula apical** que se distingue con facilidad de sus vecinas por su tamaño y vacuolización. Generalmente es **tetraédrica**, con su base abovedada ubicada hacia afuera (Psilotales, *Equisetum*).

Se divide en forma paralela a los lados y las células derivadas forman generalmente una figura ordenada.

Meristema apical de tallo de *Nephrolepis* (Pteridofita) mostrando la célula apical tetraédrica (corte longitudinal)

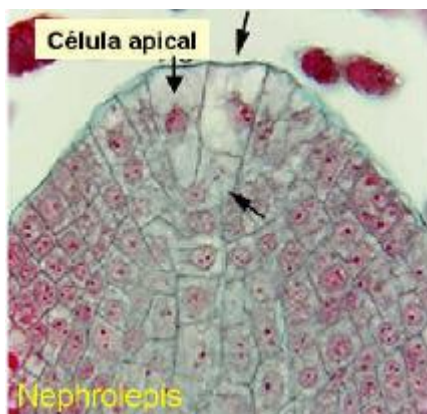


Imagen modificada de <http://www.sbs.utexas.edu/mauseth/weblab>

Esquema de célula apical tetraédrica

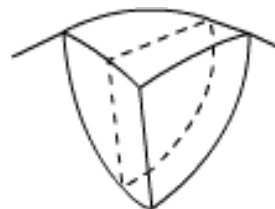
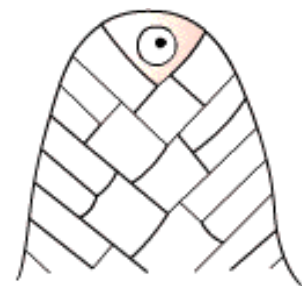
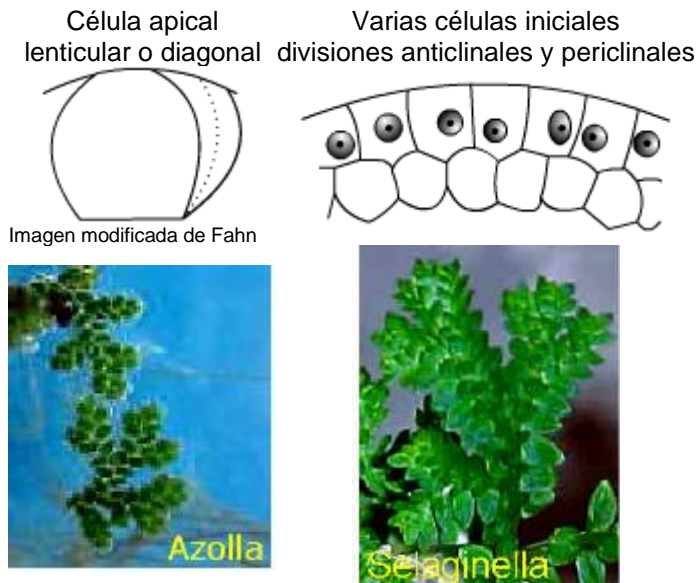


Imagen modificada de Fahn

Esquema de corte longitudinal de meristema mostrando las divisiones ordenadas de las células derivadas



En algunas *Pteridofita* con simetría bilateral, como *Azolla* y *Selaginella*, la **célula apical** tiene forma **lenticular**, y se divide alternadamente sobre las caras laterales.



En algunas Filicales (helechos) y sobre todo en las Lycopodiales el meristema apical de tallo presenta **varias células iniciales**, que se dividen anticlinal y periclinamente, de manera que las células derivadas forman un meristema central en fila y un meristema periférico.

En *Isoetes* el ápice está diferenciado en una capa superficial de células más o menos cúbicas o columnares que se dividen principalmente en forma anticlinal, y un cuerpo central de células irregulares, con divisiones preponderantemente periclinales (Sam 1984).

Espermatófitas

El meristema apical de tallo de todas las Angiospermas y algunas Gimnospermas (*Araucaria*, *Ephedra*, *Phyllocladus* y *Thujopsis*) presenta numerosas células apicales dispuestas en dos grupos: la **túnica** formada por una o más capas periféricas de células que se dividen anticlinalmente, y el **corpus**, grupo de varias capas de profundidad en el cual las células se dividen en diversos planos. Cada grupo tiene sus **células iniciales**, que se ubican en posición central.

El número de capas de la túnica varía, en las gimnospermas *Thujopsis* y *Phylloclados* hay una sola; más de la mitad de las especies estudiadas de Eudicotiledóneas tienen una túnica de 2 capas; los números más comunes en monocotiledóneas son 1 y 2.

Meristema de *Coleus* (Eudicotiledónea): túnica y corpus

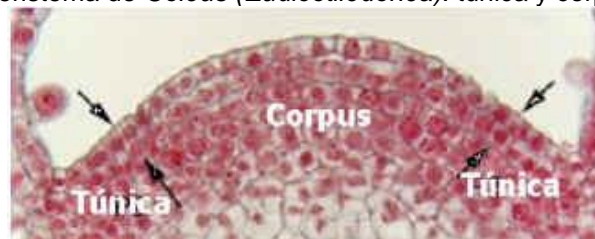
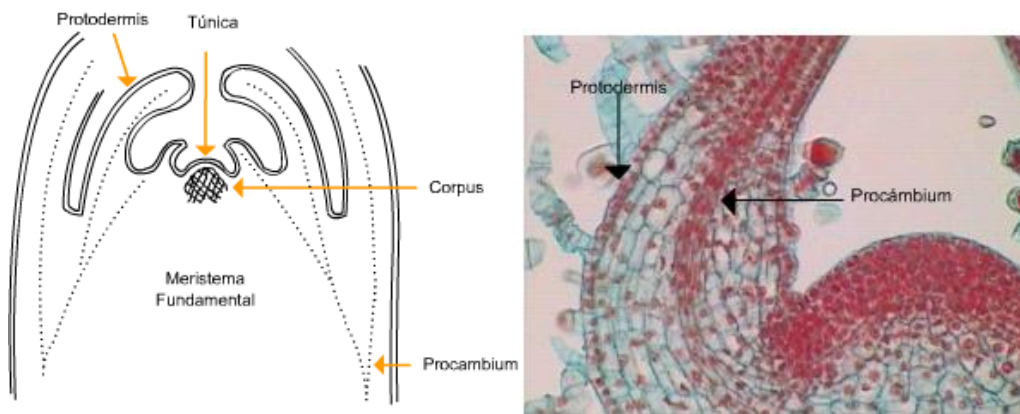


Imagen modificada de <http://www.sbs.utexas.edu/mauseth/weblab>



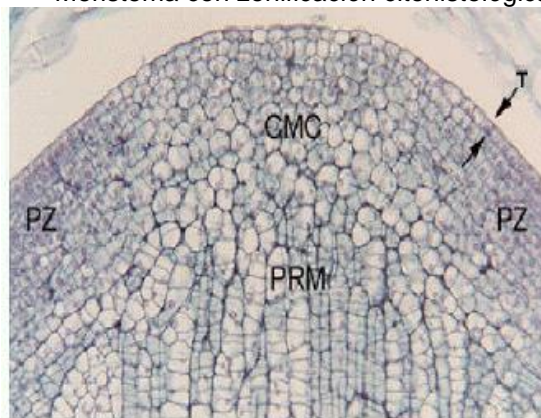
En otras especies se han contado 3 y 4 capas de túnica, y los números máximos conocidos son 9 en *Oxycoccus* (Ericaceae) y 18 en *Xanthorrhoea*. Si la túnica es pluriestratificada, cada capa cuenta con sus propias células iniciales.

La capa más externa de la túnica se diferencia en **protodermis** pero las derivadas de la capa interna contribuyen variadamente con los tejidos periféricos.

En algunas angiospermas (*Opuntia*, *Chrysanthemum*, *Xanthium*, *Liriodendron*, *Musa*) y en algunas gimnospermas el meristema apical presenta una **zonificación cito-histológica**. Esto significa que hay porciones con características diferentes en lo que respecta a tamaño celular y núcleo, tinción, grosor de las paredes, orientación y frecuencia de divisiones celulares.

Por debajo de la túnica se encuentran las **células madres centrales**, rodeadas por una capa de células llamada **zona de transición**, que puede no estar bien delimitada, y varía aún en la misma planta; en el máximo de su actividad se parece a un cámbium. Esta capa origina en el centro el **meristema central en fila**, con células vacuoladas que se dividen transversalmente, formando filas verticales. Alrededor se encuentra un **meristema periférico**, mal llamado meristema marginal, formado por células con protoplastos densos, intensamente coloreados y mitóticamente muy activas; participa en la formación de los primordios foliares y en el alargamiento y ensanchamiento del vástago.

Meristema con zonificación citohistológica (Oroya de presa, Cactaceae)



T: Túnica

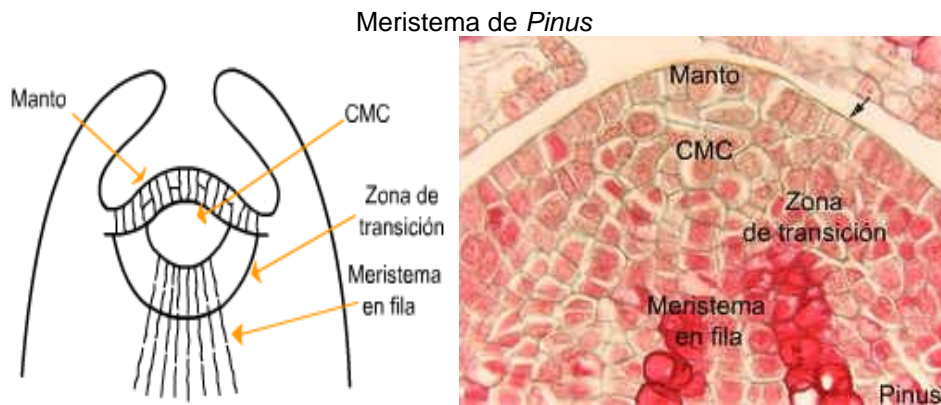
CMC: Células madres centrales

Pz: Meristema Periférico

PRM: Meristema central en fila

Imagen modificada de <http://www.sbs.utexas.edu/mauserth/weblab>

En muchas gimnospermas (*Pinus*, *Ginkgo* y *Torreya*) y monocotiledóneas las células iniciales en las capas más externas se dividen periclinal y anticlinalmente. En ese caso, varios autores hablan de **manto** y **cuerpo central** (Mauseth, 1988); ambos grupos tienen células conspicuamente vacuoladas, y su actividad mitótica es baja. Las células del manto se diferencian de las de la túnica en que presentan divisiones periclinales y anticlinales; las células centrales pueden tener paredes gruesas, con campos primarios de puntuaciones.



Excepciones. En *Saccharum* (caña de azúcar) hay divisiones periclinales aún en la capa más externa, y algunos la interpretan como sin túnica-corpus. En *Cycas* y *Cupressus* no están bien diferenciadas las células madres centrales. En *Sequoia* hay un grupo de células iniciales que se dividen periclinal y anticlinalmente (Strasburger, 1974 6a ed.), no se reconocen zonas.

Meristema apical de *Sequoia sempervirens*

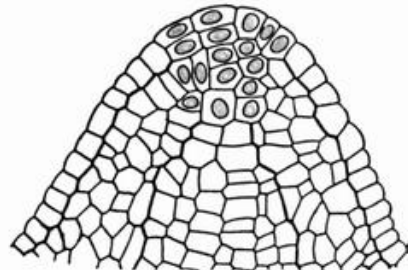


Imagen tomada de Strasburger 1974 6a ed.

10.4: ORIGEN DE LAS HOJAS

Un primordio foliar se inicia en la región periférica del ápice del vástago por medio de divisiones celulares localizadas que determinan la formación de una protrusión o protuberancia.

La iniciación de las hojas produce cambios periódicos en el tamaño y la forma del ápice del vástago. El período de tiempo o intervalo comprendido entre el comienzo de dos primordios sucesivos se llama **plastocrono**.

En *Zea mays* y *Elodea*, cuyo meristema apical es considerablemente elevado, el ápice no sufre cambios plastocrónicos.

Apice del vástago de *Elodea* sin cambios plastocrónicos
(corte longitudinal, foto MO)



La relación entre los primordios foliares y el meristema apical varía mucho en las diferentes especies, pero siempre la región periférica del ápice del vástago es la principal contribuyente al crecimiento de los primordios foliares.

En **Pteridófitas** las hojas se forman a partir de **células superficiales** únicas o a partir de grupos de células superficiales, una de las cuales se desarrolla rápidamente y se convierte en la célula apical del primordio.

En la mayoría de las **Gimnospermas** y **Eudicotiledóneas** las divisiones se inician en las capas **subsuperficiales**. En cambio, en muchas **Monocotiledóneas** se ha visto que la iniciación foliar comienza con divisiones periclinales en las células de la capa **superficial** del ápice.

La **posición de los primordios foliares** alrededor del vástago está correlacionada con la filotaxis. Se postularon varias teorías para explicarla ("primer espacio disponible", campos foliares, hechos fisiológicos), pero lo cierto es que la disposición de las hojas está correlacionada con la **arquitectura del sistema vascular en el tallo**, de modo que es parte de un diseño global en la organización del vástago.

10.5: ORIGEN DE LAS RAMAS

División dicotómica del
vástago en *Selaginella*



En las **plantas vasculares inferiores** (*Psilotum*, *Lycopodium* y *Selaginella*) la ramificación tiene lugar en el ápice independientemente de las hojas. Cuando el meristema apical original se divide en dos partes iguales se habla de **dicotomía**.

En los rizomas de *Microgramma* la ramificación es estrictamente **lateral y extra-axilar**, las yemas que originarán las ramas se forman lateralmente respecto al meristema apical, y no están ubicadas en la axila de las hojas.

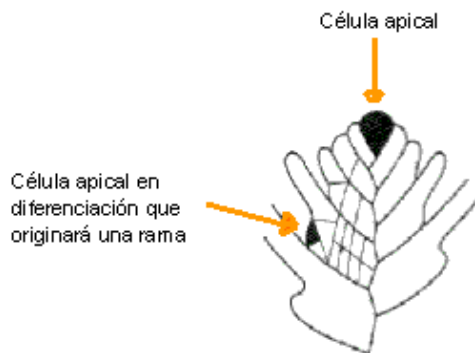
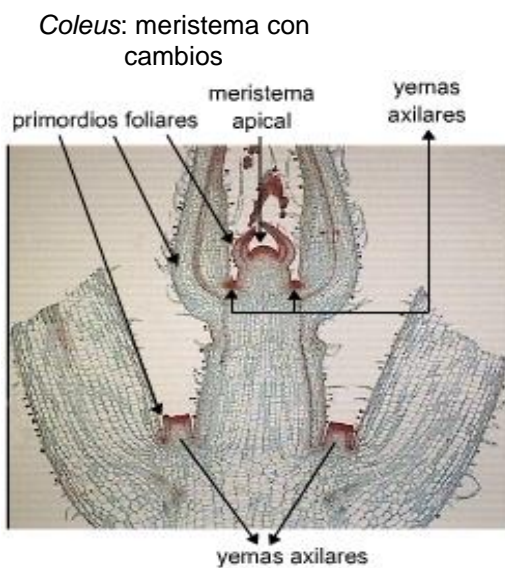


Imagen tomada de Nultsch

En las **plantas con semilla**, Espermatófitas, las ramas se originan generalmente a partir de yemas ubicadas en la axila de las hojas. Las **yemas axilares** son de origen **exógeno**, es decir que se forman en las dos o tres capas de células más superficiales (protodermis y las que están inmediatamente debajo). Estas células se multiplican activamente, por divisiones periclinales y anticlinales y forman una pequeña saliencia: el primordio de la yema, constituido por células meristemáticas.



Meristema de *Anemopsis* (foto MEB)
Las protuberancias en la axila de los primordios foliares son yemas axilares

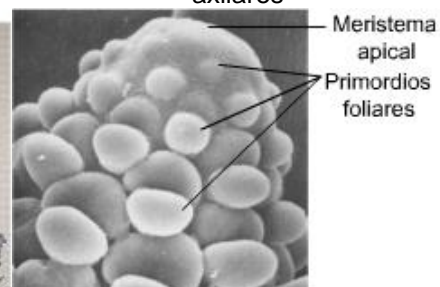


Imagen tomada de Mauseth 1988

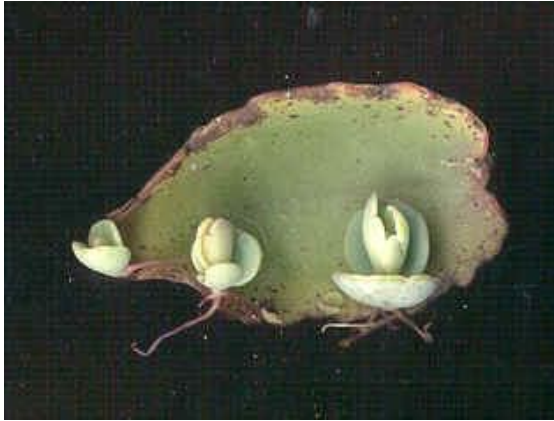
plastocrónicos

imagen modificada de
<http://www.sbs.utexas.edu/mauseth/weblab>

Las yemas que no se originan en la axila de las hojas reciben el nombre de **yemas adventicias**. Pueden desarrollarse sobre raíz, tallo, hipocótilo y hojas. Pueden ser **exógenas** o **endógenas**, originándose en el último caso en los tejidos del córtex o incluso en el cámbium vascular.

Yemas adventicias

Hoja de *Kalanchoe* con yemas exógenas desarrolladas sobre el margen



Yema endógena de tilo, encerrada en la corteza del árbol, formada a partir de células parenquimáticas

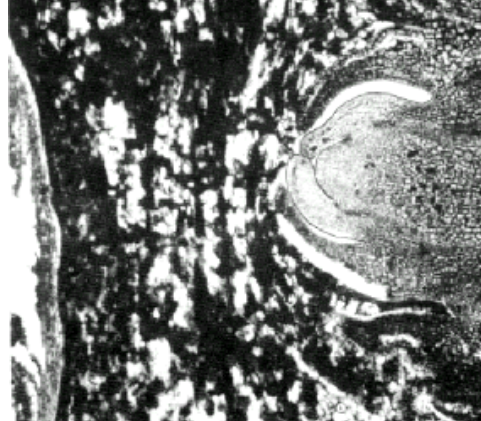


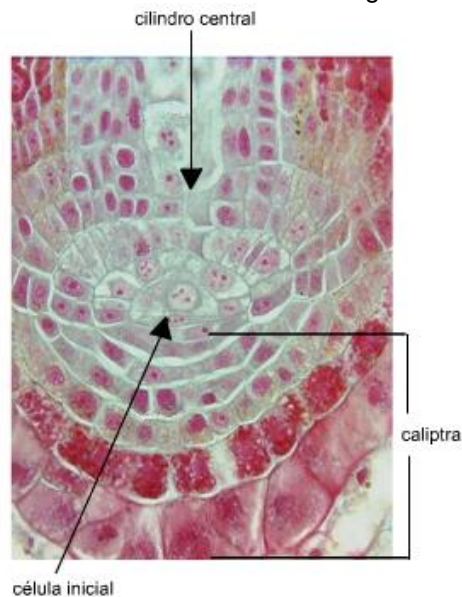
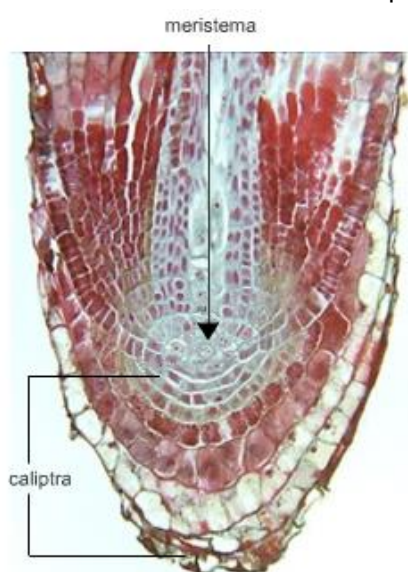
Imagen tomada de Mauseth 1988

RAIZ

En el ápice radical de cualquier especie se pueden reconocer desde abajo hacia arriba, la **caliptra**, tejido de protección contra los daños mecánicos del suelo; el **meristema** ubicado en posición central por encima de la caliptra, razón por la cual se lo denomina "subapical". En las proximidades del meristema se pueden distinguir los **meristemas primarios derivados**: la **protodermis**, el **procámbium** y el **meristema fundamental**, que diferenciarán la rizodermis, el cilindro central y el córtex respectivamente.

En el meristema apical de raíz de **Pteridófitas** hay una **célula inicial** piramidal, que tiene una cara basal sobre la cual produce células para la caliptra; las caras restantes, 3 o 4, producen células para el cuerpo de la raíz. Esta célula se divide cíclicamente, los ciclos pueden tener diferente duración: de 12 a 37 horas [37 horas en *Equisetum scirpoides*, 28 horas en *Azolla filiculoides*, 12 a 25 horas en *Marsilea vestita* (Mauseth).]

Meristema apical de raíz en Pteridófitas en corte longitudinal



Esquema

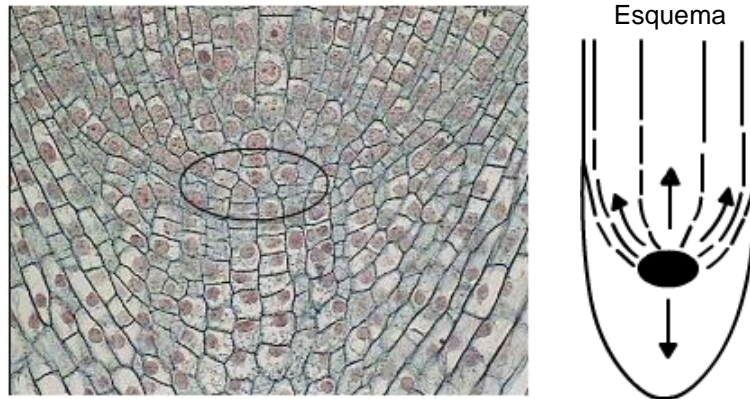


Imagen modificada de <http://www.sbs.utexas.edu/mauseth/web/lab>

En **algunas Pteridofitas** y todas las **Espermatófitas** el meristema radical es **multicelular**, y puede ser abierto o cerrado.

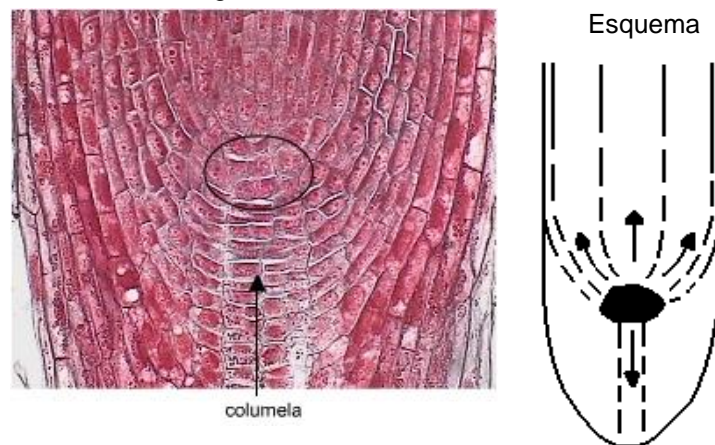
Cuando el meristema es **abierto**, todas las partes de la raíz se forman a partir de un grupo común de células, como ocurre por ejemplo en Marattiaceae, Proteaceae, Leguminosae, *Allium cepa*.

Meristema apical de raíz en monocotiledóneas,
Organización abierta en *Allium cepa*



En *Picea* y *Pinus* (Gimnospermas) el meristema es abierto y la caliptra presenta una región central llamada columela, donde las células se ordenan en filas longitudinales.

Meristema apical de raíz en Gimnospermas.
Organización abierta en *Pinus*

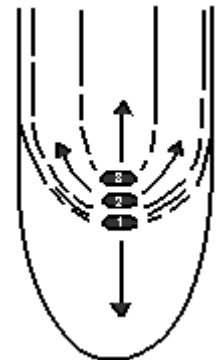
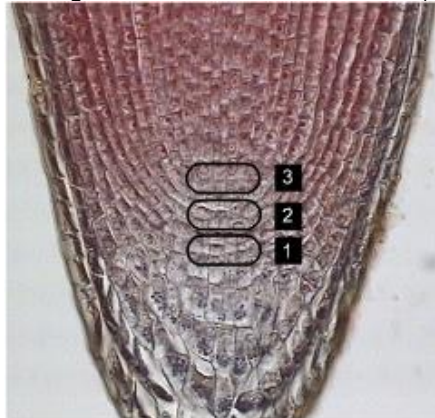
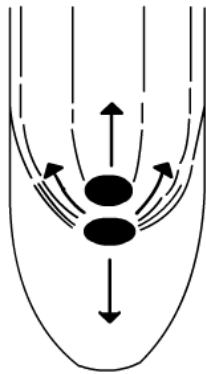


Cuando el meristema de raíz es **cerrado**, el origen de algunas regiones se puede atribuir a una capa de células independiente. Por ejemplo, la epidermis puede tener un origen común

- 1) con el córtex, como sucede en *Stipa*, *Triticum*, *Zea mays* (Monocotiledoneae) o
- 2) con la caliptra como en *Raphanus* y *Linum* (Eudicotiledóneas). En este caso la capa de células recibe el nombre de **caliptra-dermatógeno**.

En algunos casos: *Abies*, *Helianthus*, hay solamente dos grupos de células iniciales: uno que origina el cilindro central, y otro que origina las partes restantes.

Meristema apical de raíz.
Organización cerrada en Gimnospermas Organización cerrada en *Linum* (Eudicotiledónea)



- 1: caliptra y rizodermis (caliptra-dermatógeno)
- 2: córtex
- 3: cilindro central

En todas las Gramineae estudiadas el meristema apical de raíz es **cerrado**. Una capa bien definida de la pared celular (aparentemente constituida de polisacáridos) separa la caliptra de los demás tejidos (Clarke et al. 1979:305). También hay tres grupos de células iniciales, 1) origina la caliptra, el 2) la rizodermis y el córtex y el 3) el cilindro central. En este caso se puede definir el primer grupo de células iniciales como "**caliptrógeno**", porque origina específicamente el tejido de la caliptra.

Meristema apical de raíz.
Organización cerrada en *Zea mays* (Gramineae)

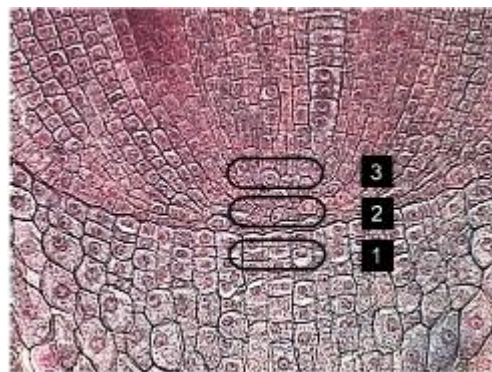


Imagen modificada de
<http://www.sbs.utexas.edu/mauseth/weblab>

CENTRO QUIESCENTE

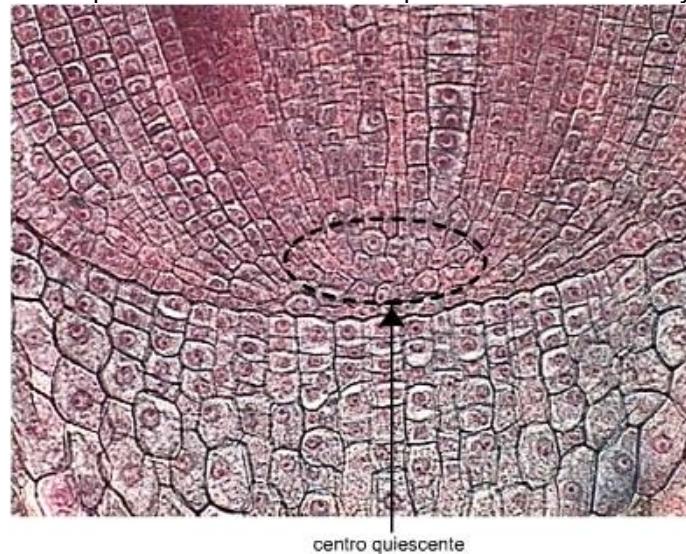
Estudios realizados con diferentes técnicas indican que la región de las células iniciales es relativamente **menos activa** que las regiones vecinas desde el punto de vista de las divisiones celulares. Las células iniciales tienen ciclos celulares muy largos, se dividen a intervalos más largos que las demás, y por esta razón la zona ocupada por las células iniciales se denomina **centro quiescente** o centro de reposo. Constituye un reservorio de células que son genéticamente seguras porque han pasado a través de escasos ciclos mitóticos (cada replicación del ADN implica un alto riesgo de modificación por la complejidad de su estructura).

En raíces con 150.000 a 250.000 células meristemáticas en los ápices, el centro quiescente incluye 500 a 1.000 células. Su volumen es variable en relación con el tamaño de la raíz, es más pequeño o falta en raíces delgadas.

Sin embargo, el centro quiescente desempeña un papel esencial en la organización y el desarrollo

del órgano: si el ápice es dañado, el centro quiescente regenera inmediatamente un nuevo meristema apical (Mauseth) o la caliptra.

Centro quiescente en meristema apical radical de *Zea mays*



Para localizar el centro quiescente se hicieron estudios con isótopos radioactivos; en las células que se dividen activamente es notable la presencia de material radioactivo, mientras que en las células del centro quiescente la presencia del mencionado material es notablemente menor (Raven et al., 1992).

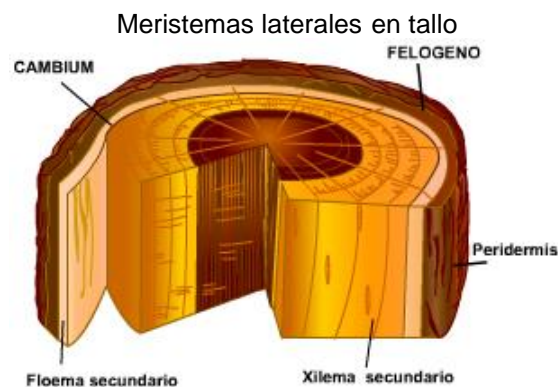
10.6: MERISTEMAS LATERALES O SECUNDARIOS

Los meristemas laterales o secundarios se disponen paralelamente a los lados del tallo y la raíz, órganos donde se presentan.

Son dos:

- **cámbium y**
- **felógeno,**

Son los responsables del crecimiento en espesor del tallo y de la raíz, y tienen comúnmente forma cilíndrica.



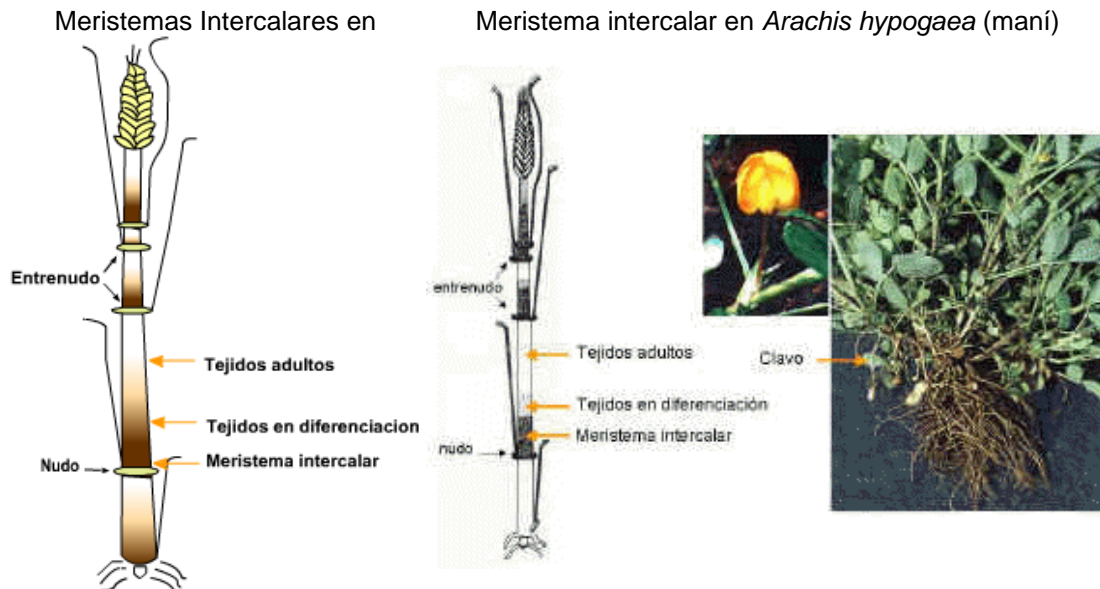
2005 © www.biologia.edu.ar/botanica

MERISTEMAS INTERCALARES

Los meristemas intercalares son zonas de tejido primario en crecimiento activo, situadas entre regiones de tejidos más o menos diferenciadas.

Un ejemplo muy conocido son los meristemas que se hallan en los entrenudos y en las vainas foliares de muchas monocotiledóneas, son los responsables del crecimiento en altura de la planta.

Otro ejemplo es el "clavo" de *Arachis hypogaea*, el maní. En la base del ovario está situado un meristema intercalar que se activa después de la fecundación. Su actividad produce el "clavo", ginóforo que lleva al ovario fecundado, el futuro fruto, hacia abajo, enterrándolo en el suelo donde se desarrolla.



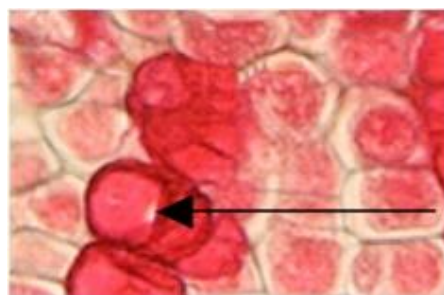
10.7: DIFERENCIACIÓN CELULAR

La transformación morfológica y fisiológica de las células meristemáticas en tejidos adultos o diferenciados constituye el proceso de **diferenciación celular**. Ésta, y la consecuente especialización de la célula traen consigo la división de trabajo, formando células con funciones específicas. La diferenciación se produce por la activación diferencial de algunos genes y la represión de otros.

Según la posición que ocupa, cada célula recibe determinados estímulos para desarrollar las actividades correspondientes. Actualmente se está investigando cómo las células reciben, interpretan y transmiten tales estímulos; se cree que en la señalización pueden intervenir gradientes en la concentración de determinadas moléculas.

Durante el proceso de diferenciación las células sufren una serie de cambios en sus características y se produce un reajuste en sus relaciones mutuas. Los cambios principales son:

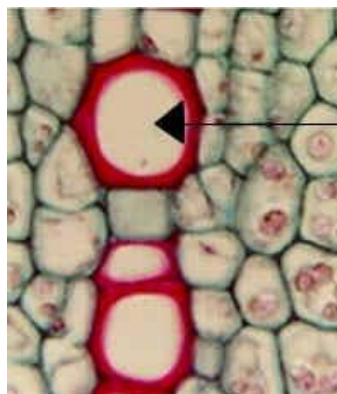
1) **Alteraciones en el contenido celular** (vacuolas, plástidos, sustancias ergásticas, alteraciones profundas del protoplasma o desaparición del mismo).



Células con taninos

Imagen tomada de <http://www.sbs.utexas.edu/mauseth/weblab>

2) **Cambios en la estructura de las paredes celulares**, en espesor y en composición química, o por desaparición de porciones de la misma (vasos).



Vaso

Imagen de <http://www.sbs.utexas.edu/mauseth/weblab>

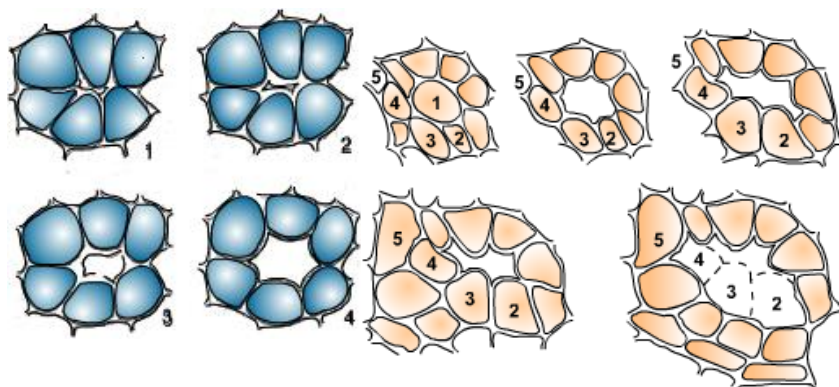
3) **Reajustes entre las células**: aparición de espacios intercelulares que a veces modifican notablemente el aspecto del tejido.

Los espacios intercelulares pueden tener formación **esquizógena** o **lisígena**. En el primer caso se disuelve la laminilla media en los ángulos y aristas de las células. Como consecuencia, las células contiguas se separan en dichos lugares formando los espacios intercelulares o meatos, que pueden ensancharse por división de las células contiguas y formar cámaras mayores.

Cuando hay formación lisígena los huecos en los tejidos se originan por rotura de las células o disolución de las paredes celulares.

Espacios esquizógenos

Espacios lisígenos



Imágenes modificadas de Fahn

4) **Crecimiento diferencial en células vecinas**. Hay 2 posibilidades: crecimiento simplástico y crecimiento intrusivo.

CRECIMIENTO SIMPLÁSTICO E INTRUSIVO.

Se habla de **crecimiento simplástico** cuando el crecimiento de una célula se produce al unísono con el de las células vecinas. En cambio, hay **crecimiento intrusivo** cuando es desparejo con las células vecinas, cuando el elemento se abre camino entre ellas; las paredes de las células contiguas se separan como durante la formación de espacios intercelulares. Los plasmodesmos que existían desaparecen y generalmente no se establecen nuevas conexiones intercelulares en las porciones celulares que crecen intrusivamente. Los elementos alargados como las fibras y las traqueidas crecen por crecimiento intrusivo.

Crecimiento simplástico en corte longitudinal de raíz de *Typha* (tatora)



Imagen modificada de
<http://www.sbs.utexas.edu/mauseeth/weblab>

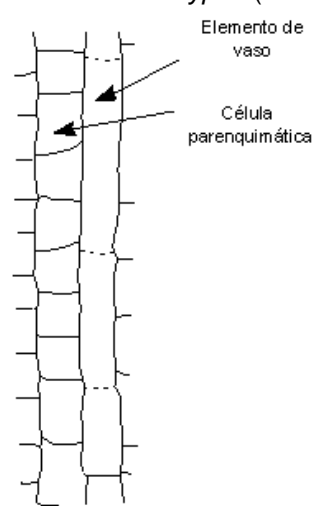


Imagen tomada de Esau 1974

Crecimiento intrusivo de fibras a partir de células del cámbium

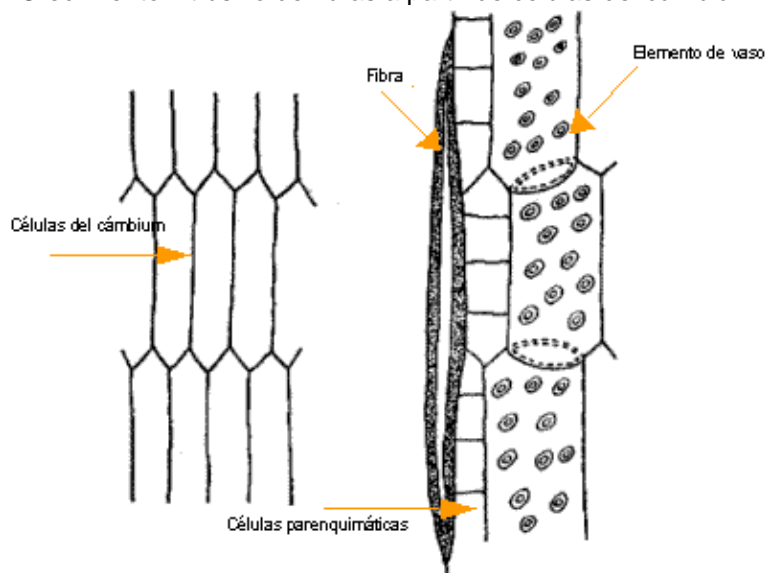


Imagen tomada de Esau 1974

DESDIFERENCIACIÓN

Las células adultas vivas, aunque hayan alcanzado especialización y estabilidad fisiológica, pueden recobrar su actividad meristemática cuando son adecuadamente estimuladas. Este proceso recibe el nombre de **desdiferenciación (reembrionalización)** según Strasburger (1994). No puede ocurrir cuando ha ocurrido una modificación muy profunda del protoplasto o su desaparición.

Ocurre naturalmente en las plantas cuando se originan los meristemas secundarios. Por ejemplo, el felógeno, meristema encargado de la formación de los tejidos de protección secundarios, se origina por dediferenciación de células epidérmicas y/o subepidérmicas.

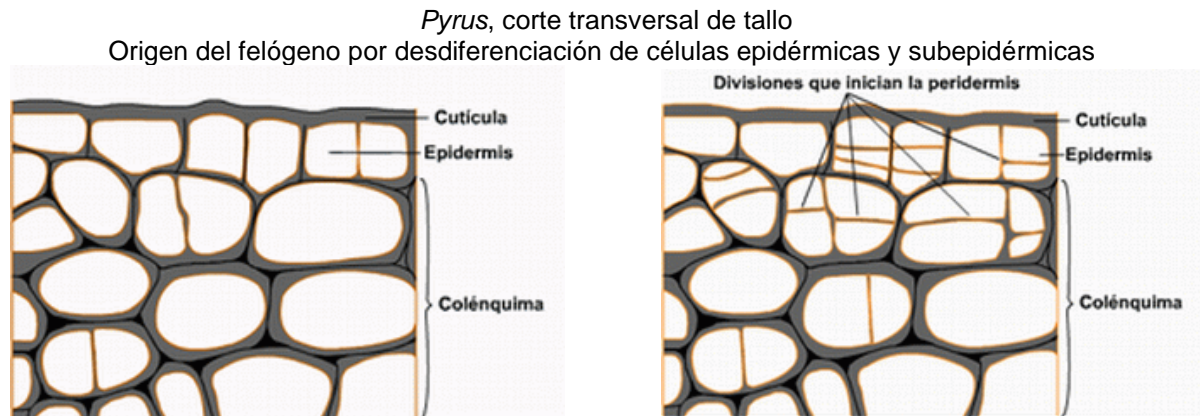


Imagen modificada de Esau 1974

Glosario

Anticlinal: aplícase a las paredes celulares de un órgano o miembro vegetal que son perpendiculares a la superficie del mismo; por tanto, lo mismo pueden ser radiales que transversales. Término que se opone a periclinal.

Caliptrógeno: en las gramíneas y en muchas otras monocotiledóneas, estrato inicial de la caliptra, tejido que recubre el ápice de la raíz.

Callo: neoformación de células originada a partir de un explante mediante la técnica de cultivo "in vitro" de tejidos.

Cámbium: meristema secundario, origina los tejidos de conducción secundarios.

Columela: conjunto de células axiales de la caliptra, en las que se contienen gránulos amiláceos de tamaño considerable.

Compuestos pécticos: compuestos con pectosa, sustancia que en forma de combinación cálcica insoluble, se encuentra localizada principalmente en la pared celular; sirve de cemento incrustante y regula mediante sus grupos hidrófilos, el contenido acuoso del cuerpo vegetal.

Córtex: en la estructura primaria de tallo o raíz, conjunto de tejidos que se encuentran entre la epidermis y los tejidos vasculares.

Dermatocaliptrógeno: en las eudicotiledóneas, en general, estrato inicial común de la epidermis y la caliptra.

Endógeno: que se forma o engendra en el interior de algo.

Periclinal: dícese de las paredes celulares de un tejido u órgano vegetal que son paralelas a la superficie del mismo.

Primordio: estado, todavía rudimentario, de un órgano que empieza a formarse.

Protoplasma: materia viscosa fundamental contenida en las células de todos los seres vivos.

Protuberancia: excrescencia o prominencia, generalmente de forma redondeada, semejante a un tubérculo.

Bibliografía

- Berg, L. R.** 1997. Introductory Botany, Plants, People and the environment. Saunders College Publishing.
- Clark L. G. & J. B. Fisher.** 1986. Vegetative Morphology of Grasses: Shoots and Roots. Int. Grass Symp.: 37-45.
- Esau, K.**1982. Anatomía de las plantas con semilla. Editorial Hemisferio Sur.
- Fahn, A.**1978. Anatomía Vegetal.
- Foster & Gifford.** 1959 Comparative Morphology of Vascular Plants.
- Mauseth, J.** 1988. Plant Anatomy. Benjamin/Cummings
<http://www.esb.utexas.edu/mauseth/weblab.htm>
- Moore, R., W. Dennis Clark & K. R. Stern.** 1995. Botany. Wm. C. Brown Publishers.
- Nultsch, W.** 1966. Botánica General. Editorial Norma.
- Nultsch, W.** 1976. Botánica General. Editorial Norma.
- Sam,** 1984.
- Strasburger, E. y col.**1994. Tratado de Botánica. 8a. Ed. castellana. Ediciones Omega S.A.
- Raven, Evert & Eichhorn.** 2003. Biology of Plants. 6a.