

# CAMBIUM VASCULAR

## Meristemo de crecimiento secundario

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO  
FACULTAD DE CIENCIAS

Biología

U.A. Anatomía Vegetal

***ELABORO: DRA. CARMEN ZEPEDA GOMEZ***

***2018***



# GUÍA DIDÁCTICA

1. Portada
2. Guía didáctica
3. Introducción
4. Justificación
5. Objetivo
6. Secuencia didáctica
7. ¿Qué es un meristemo?: definición de un meristemo con enfoque morfológico y funcional
8. Tabicación celular: se describe la importancia de la división celular para los patrones de formación de nuevas células en el meristemo
9. Características de las células meristemáticas: se describen las características celulares de cualquier célula meristemática
10. Tipos de meristemas en una planta: se enumeran los meristemas que una planta presenta
11. Clasificación general de meristemas en una planta: se ilustran las diferentes categorías por las cuales se organizan los tejidos meristemáticos
12. Tipos de crecimiento en las plantas: Se mencionan las diferencias entre el crecimiento primario y secundario en las plantas
13. Crecimiento secundario. Se resume el concepto de crecimiento secundario y su importancia biológica.
14. ¿Qué plantas presentan crecimiento secundario?: se nombran los principales grupos de plantas que presentan crecimiento secundario
15. Ubicación de los meristemas secundarios: relación de los meristemas primarios con el resto del cuerpo vegetal
16. Cambium vascular: se define que es el cambium vascular y su importancia
17. Características celulares del cambium vascular: se enumeran las características del cambium vascular a nivel celular
18. Origen del cambium vascular: se especifica como y donde se forma el cambium vascular
19. Origen del cambium vascular: se ilustra el origen del cambium vascular para asociar su ubicación en relación a los productos que derivan de él.
20. Formación del cambium vascular: se ilustra el origen del cambium vascular para asociar su ubicación en relación a los productos que derivan de él.
21. Estructura del cambium vascular: se ilustran los tipos de células que conforman al cambium vascular
22. Células iniciales fusiformes: se definen las características y funciones de este tipo celular
23. Células iniciales radiales: se definen las características y funciones de este tipo celular
24. Tipos de cambium vascular: se ilustran los dos tipos de cambium vascular por la posición de sus células
25. Zona Cambial: se define y muestra la actividad de esta región
26. Tejidos que forma el cambium vascular: se enumeran los dos tejidos formados a través de la actividad del cambium vascular
27. Divisiones en el cambium vascular: se definen e ilustra la forma en la que las células meristemáticas del cambium vascular se dividen
28. Divisiones en el cambium vascular: se definen e ilustra la forma en la que las células meristemáticas del cambium vascular se dividen
29. Actividad del cambium vascular: se define la forma en la que el cambium vascular se mantiene activo
30. Anillos de crecimiento: se definen las estructuras formadas por la actividad estacional del cambium vascular
31. Leño temprano: se define e ilustra
32. Leño tardío: se define e ilustra
33. Leño temprano y leño tardío: se ejemplifica la relación entre ambas zonas
34. Importancia del cambium vascular: descripción simple de la importancia biológica y antropológica del cambium vascular
35. Fuentes de información
- 36.

Desde el punto de vista del desarrollo, todas las plantas con semilla muestran el mismo plan básico de estructura y son notoriamente similares en las etapas tempranas del crecimiento.

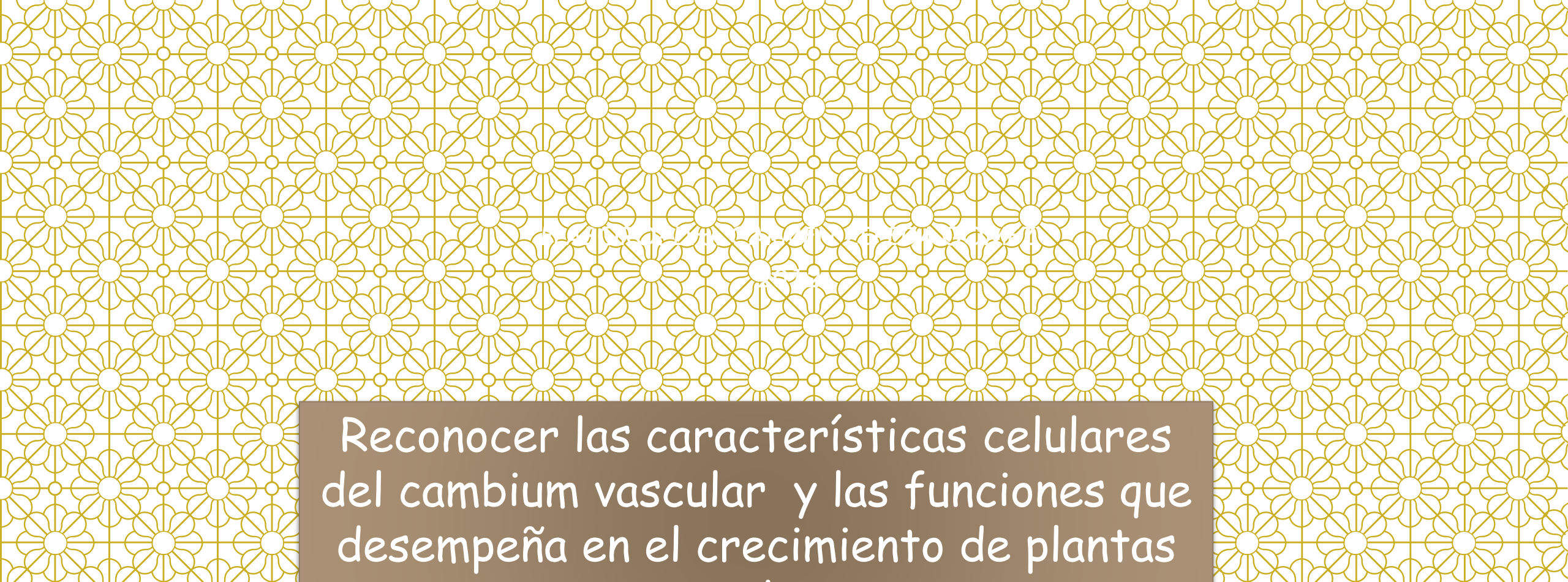
De forma general el crecimiento de las plantas vasculares se divide en dos grandes fases: crecimiento primario y crecimiento secundario. Los meristemos apicales o primarios son los responsables de la formación del cuerpo primario de la planta, mientras que los meristemos secundarios participan en la formación del cuerpo secundario o también llamado crecimiento lateral. Los meristemos secundarios son básicamente el Cambium Vascular y el Cambium Suberoso, ambos se encuentran a los costados de raíces y tallos que se ensanchan. Particularmente el cambium vascular participa en la formación del xilema secundario o también conocido como madera y el floema secundario que durante el crecimiento podrá incorporarse a la corteza del árbol.

La organización celular de estas estructuras predetermina la posición y función de los tejidos de los diferentes órganos de la planta por lo que su análisis es básico para comprender el patrón celular del cuerpo maduro de una planta

# Introducción

Se han seleccionado a continuación una serie de 34 diapositivas que ilustran las características básicas del cambium vascular. Las imágenes incluyen ejemplos de las principales fases del proceso de desarrollo y las características de los tejidos meristemáticos que determinan el crecimiento de una planta con crecimiento secundario. Se presenta como material didáctico de apoyo para unidades de aprendizaje básicos y disciplinario. Las unidades de aprendizaje como **Anatomía Vegetal, Fisiología Vegetal, Angiospermas e Introducción a la Investigación Biológica**, en las cuales uno de los objetivos es introducir al alumno en los eventos básicos del crecimiento de una planta, tendrán con este material un apoyo visual para el desarrollo de las mismas.

# Justificación

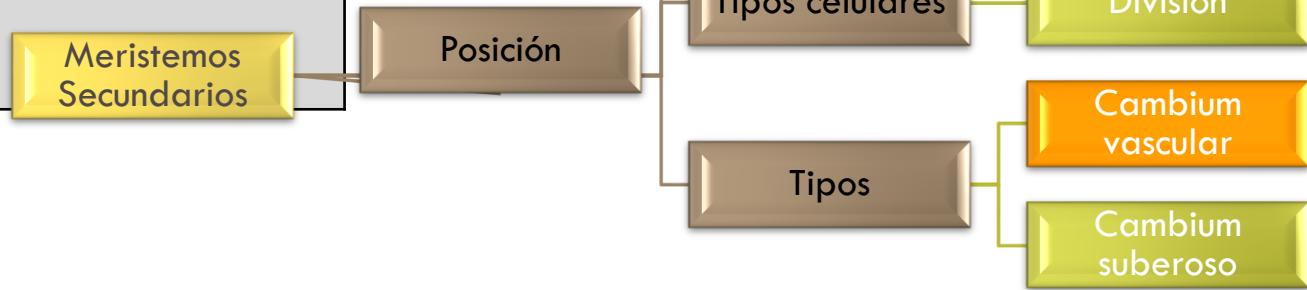


Reconocer las características celulares del cambium vascular y las funciones que desempeña en el crecimiento de plantas vasculares

Objetivo

<b>TEJIDOS VEGETALES</b>	Dérmicos	Epidermis Suber Felodermis
	Fundamentales	Parénquima Colénquima Esclerénquima Endodermis
	Vasculares	Xilema primario Floema secundario Xilema secundario Floema secundario
	Meristemáticos	Primarios <b>Meristemas Secundarios</b>

# Secuencia didáctica



# ¿QUÉ ES UN MERISTEMO ?

Regiones de crecimiento ilimitado y activa división celular

## **Función:**

Aumento en el número de células vegetativas por medio de divisiones mitóticas

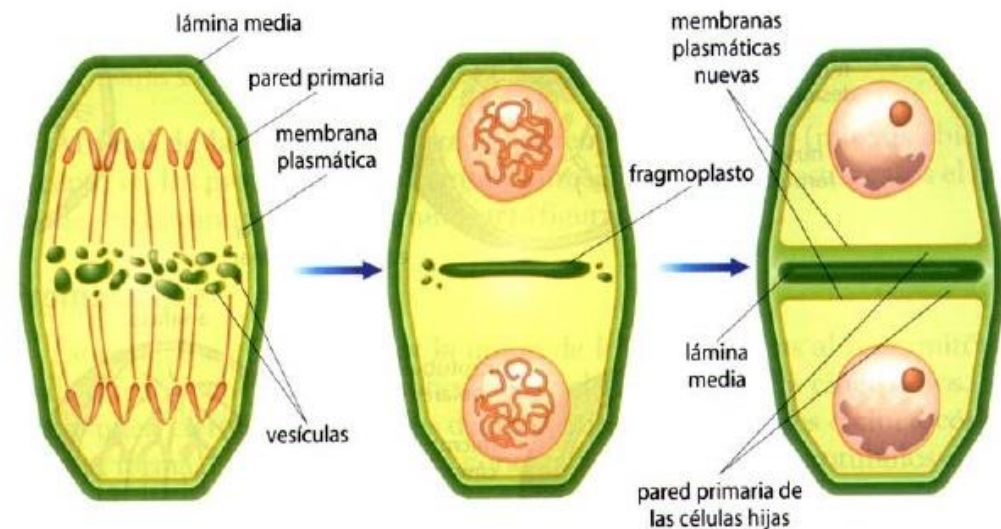
- Control de los patrones de diferenciación de células y tejidos
- Comunicación de señales

# TABICACIÓN CELULAR

La formación de la placa celular o tabique separador de las células hijas durante la citocinesis

La variación en el desarrollo de los meristemos (frecuencia y orden de los planos de división) determina la forma de un órgano en la planta.

La tabicación celular condiciona las clases o formas de los meristemos y en consecuencia del órgano de la planta.

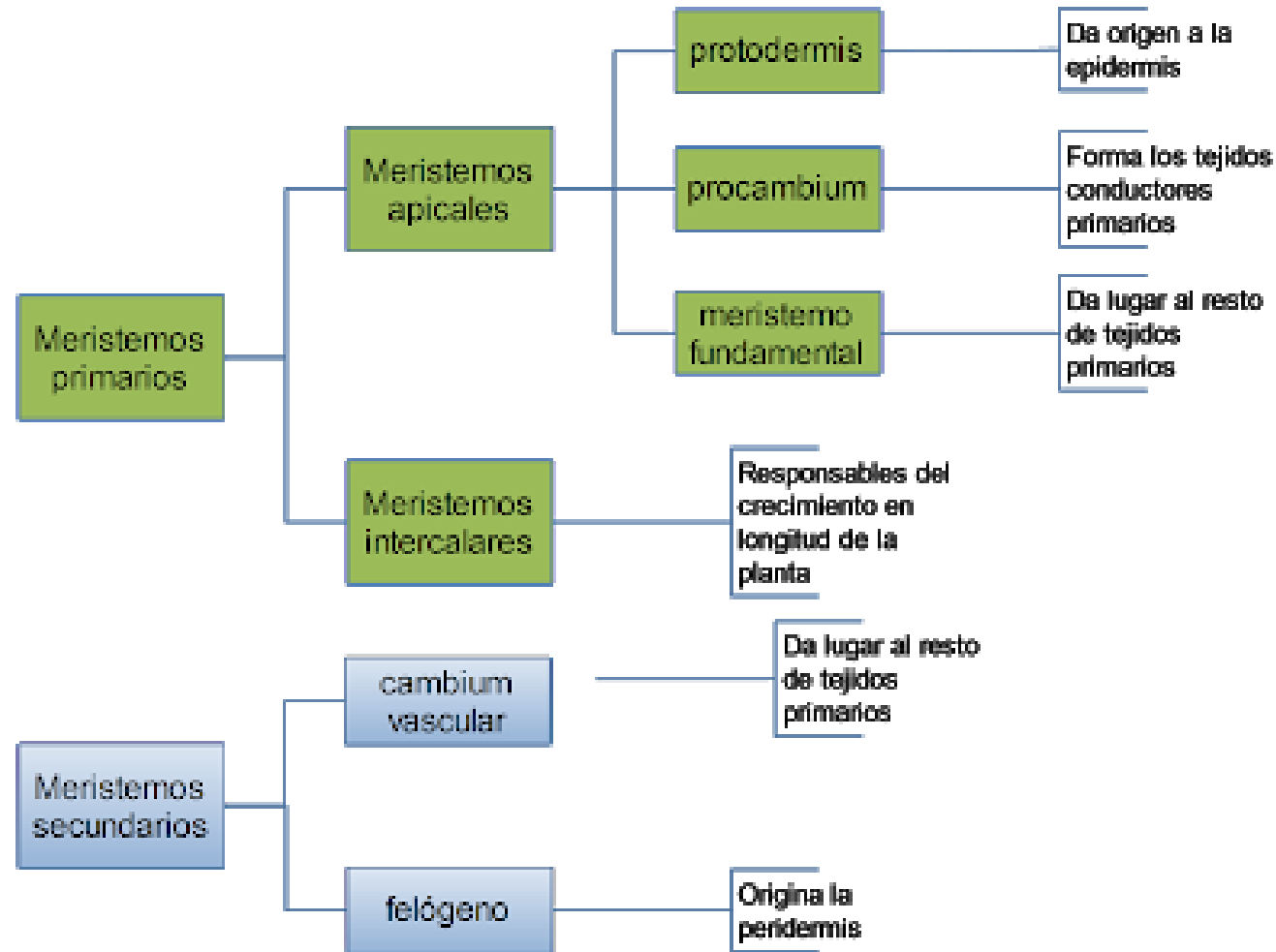




# CARACTERÍSTICAS DE LAS CÉLULAS MERISTEMÁTICAS

- Indiferenciadas
- Pequeñas, isodiamétricas en los meristemas apicales y fusiformes en el cámbium vascular
- Forman un tejido compacto, sin espacios intercelulares
- Gran núcleo (difuso) y poco citoplasma, pared celular delgada constituida de pared primaria y lamela media. (Algunos poseen campos de poros 1°), no poseen inclusiones citoplásmicas y con pocos orgánulos, abundantes ribosomas libres y dictiosomas, retículo endoplásmico (liso y rugoso) escaso. mitocondrias escasas y con pocas crestas, presentan proplastidios.

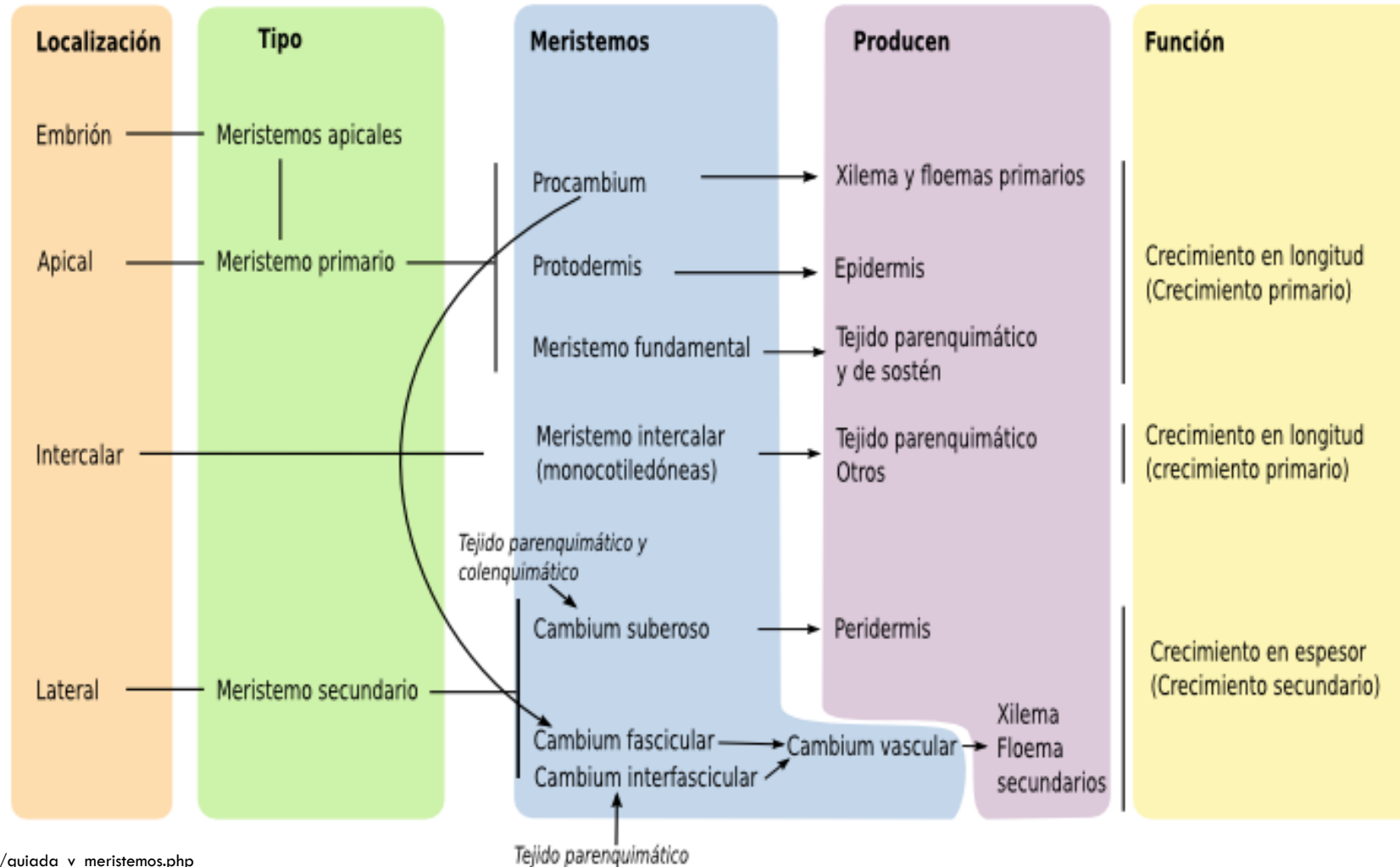
# TIPOS DE MERISTEMOS EN UNA PLANTA



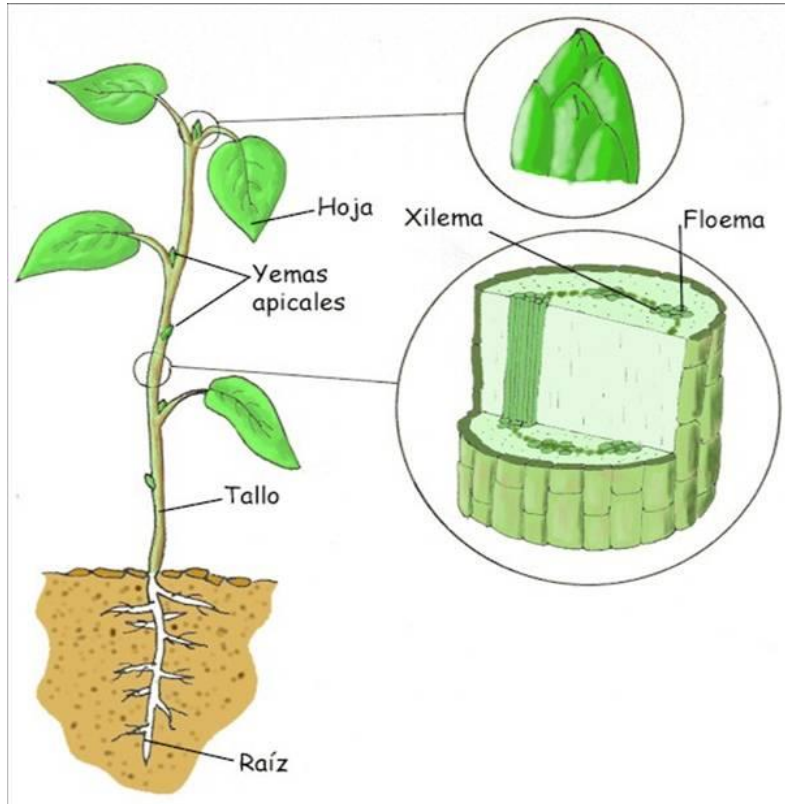
Los meristemos son los responsables del crecimiento permanente de las plantas.

Algunos de ellos están presentes durante toda la vida de las plantas, otros se forman mucho después de la germinación.

# CLASIFICACIÓN GENERAL DE MERISTEMOS EN UNA PLANTA



# TIPOS DE CRECIMIENTO EN LAS PLANTAS



## CRECIMIENTO PRIMARIO

- Se producen en los extremos de tallos y raíces
- Intervienen los meristemas primarios (apicales...)
- Implican crecimiento en longitud o altura del vegetal

## CRECIMIENTO SECUNDARIO

- Se producen en otras zonas de tallos y raíces
- Intervienen los meristemas secundarios (cámbium vascular ...)
- Implican crecimiento en grosor o diámetro de tallos o raíces

# CRECIMIENTO SECUNDARIO

- El crecimiento secundario, tiene lugar en zonas alejadas de los ápices de tallos y raíces
- Permite la expansión lateral
- Es consecuencia de la actividad de dos meristemos secundarios o laterales denominados:
  - A) **Cambium vascular y**
  - B) **Felógeno o cambium suberoso o felema.**



# ¿QUÉ PLANTAS PRESENTAN CRECIMIENTO SECUNDARIO?

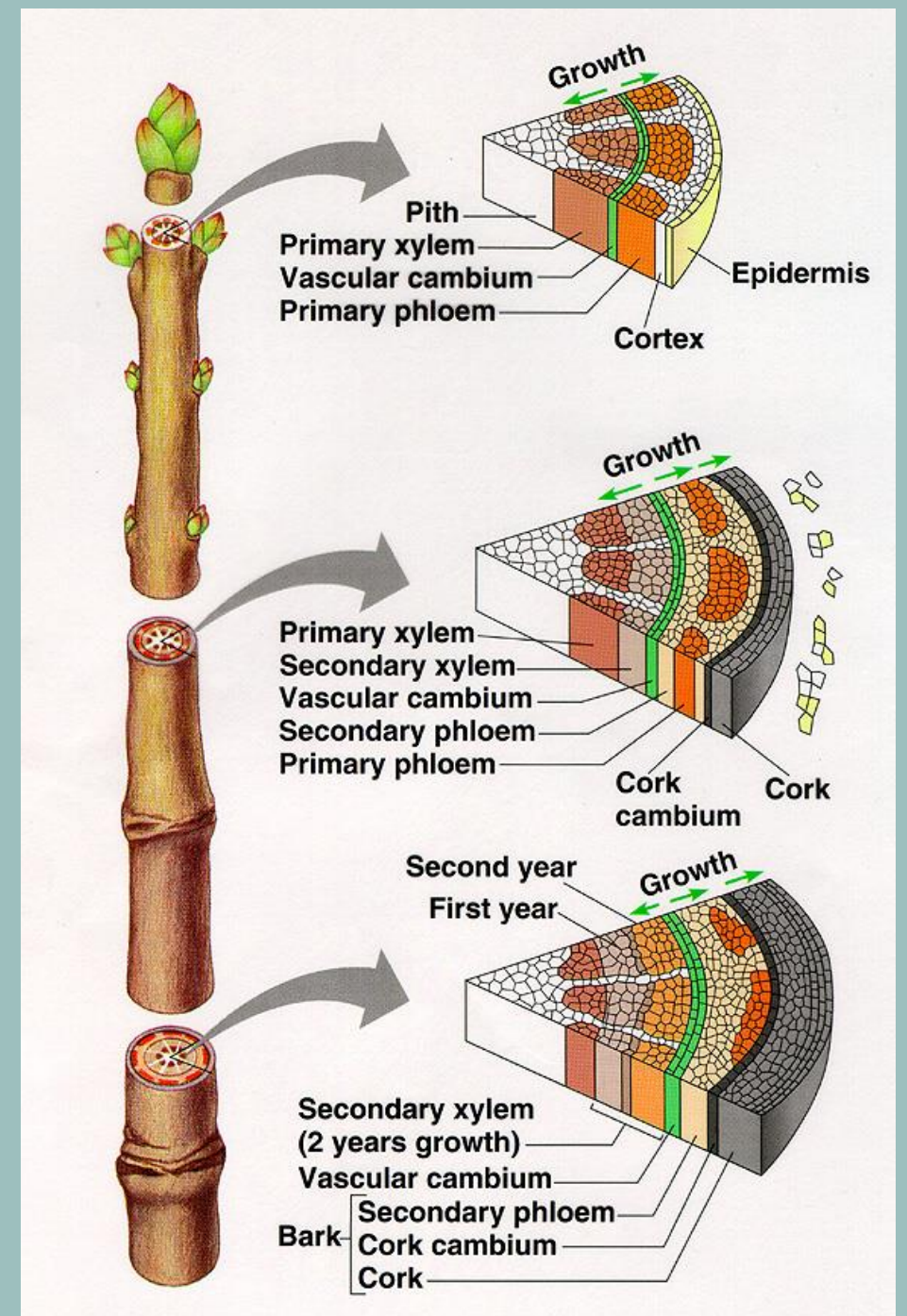
- ❖ Las Gimnospermas y las Dicotiledóneas leñosas desarrollan estructura secundaria en **tallo y raíz**. En las hojas, el crecimiento secundario se reduce al pecíolo y a la vena media.
- ❖ Las Pteridofitas tienen crecimiento primario toda su vida.
- ❖ La mayoría de las Monocotiledoneas resentan con crecimiento primario, un pequeño grupo experimentan un crecimiento secundario atípico



# UBICACIÓN DE LOS MERISTEMOS SECUNDARIOS

Aparecen más tardíamente en el crecimiento de la planta y son los responsables de la formación de la madera y corcho.

Son responsables del aumento de diámetro de tallos y raíces pero en las zonas más viejas de la planta



# CAMBIUM VASCULAR

Meristemo lateral

Meristemo secundario, formado por células adultas que vuelven a recuperar su carácter meristemático.

Responsable del crecimiento secundario en grosor de los tallos y raíces (-hojas)



Paredes primarias  
finas

Intensa vacuolización,  
(diferencia con otras  
células meristemáticas  
apicales)

Puntuaciones primarias  
con plasmodesmos  
definidos.

Abundantes ribosomas  
y menor cantidad de  
dictiosomas y retículo  
endoplasmático (liso y  
rugo).

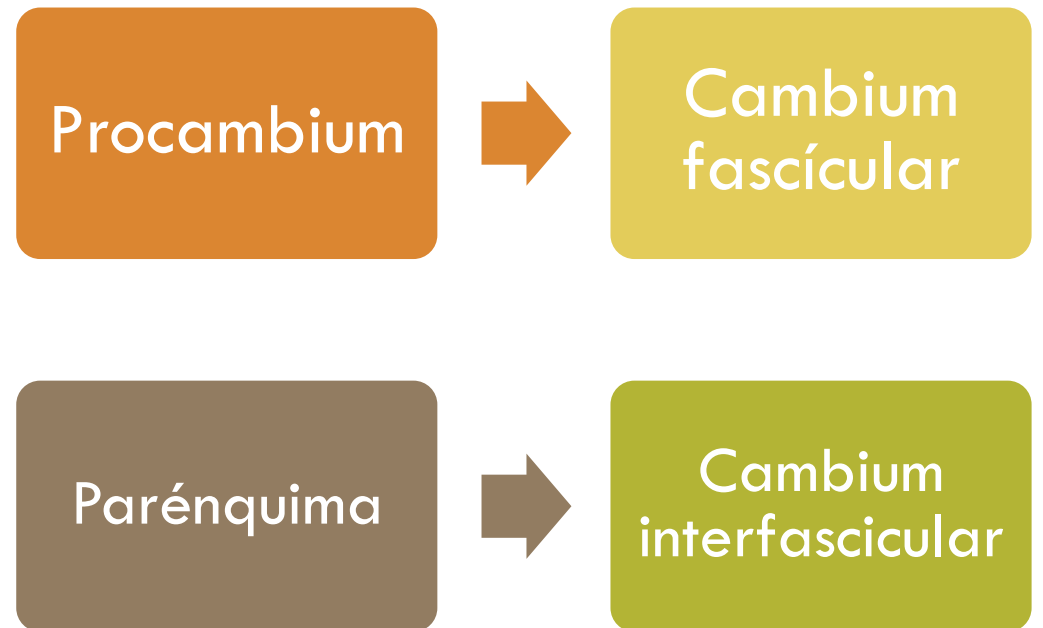
Escasas mitocondrias.

Presencia de  
proplástidos.

## CARACTERÍSTICAS CELULARES DEL CAMBIUM VASCULAR

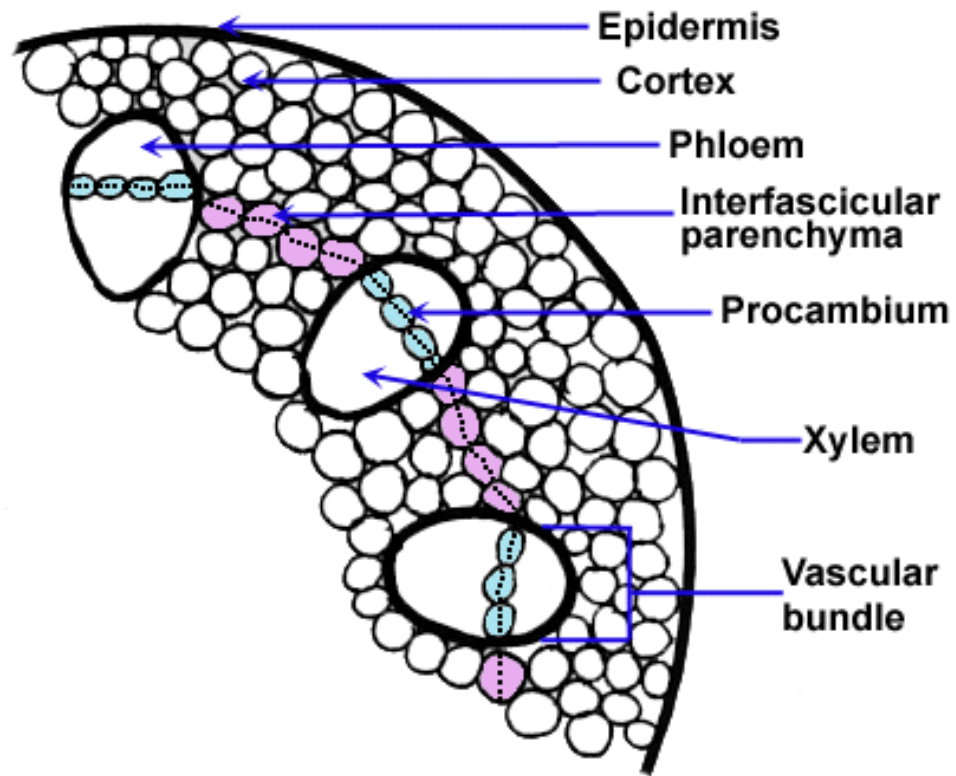
# ORIGEN DEL CAMBIUM VASCULAR

- En el tallo se origina del procambium remanente y de células parenquimatosas
- En la raíz y en las hojas (cuand existe) solo de células del procambium remanente



Junto con sus derivadas próximas forman la **zona cambial** de varias capas de células.

# ORIGEN DEL CAMBIUM VASCULAR



Procambium



Cambium fascicular

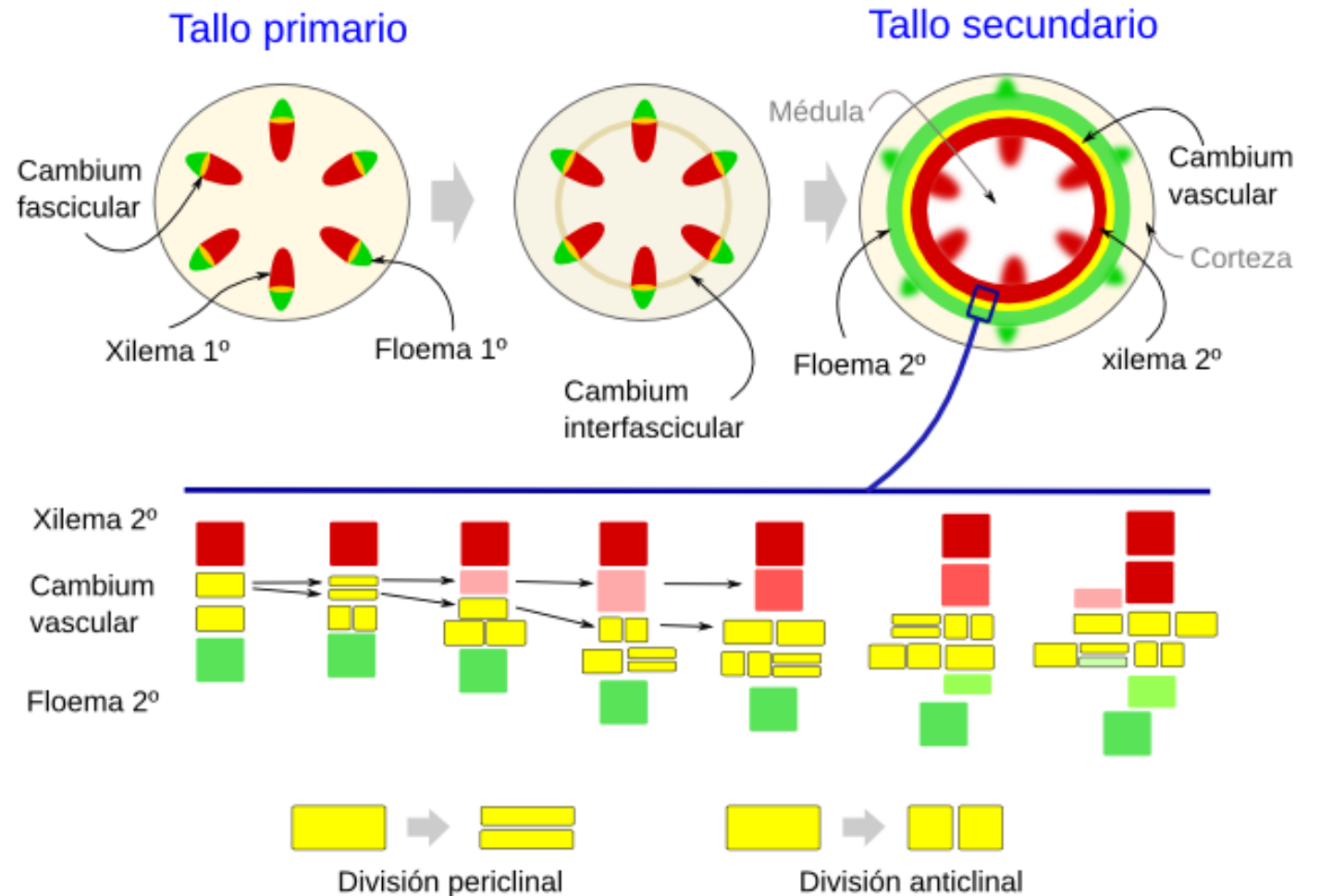
Parénquima



Cambium interfascicular

# FORMACIÓN DEL CAMBIUM VASCULAR

El cambium vascular se considera secundario por su origen debido a que se forman de tejidos previamente formados y que constituyen el cuerpo primario de una planta



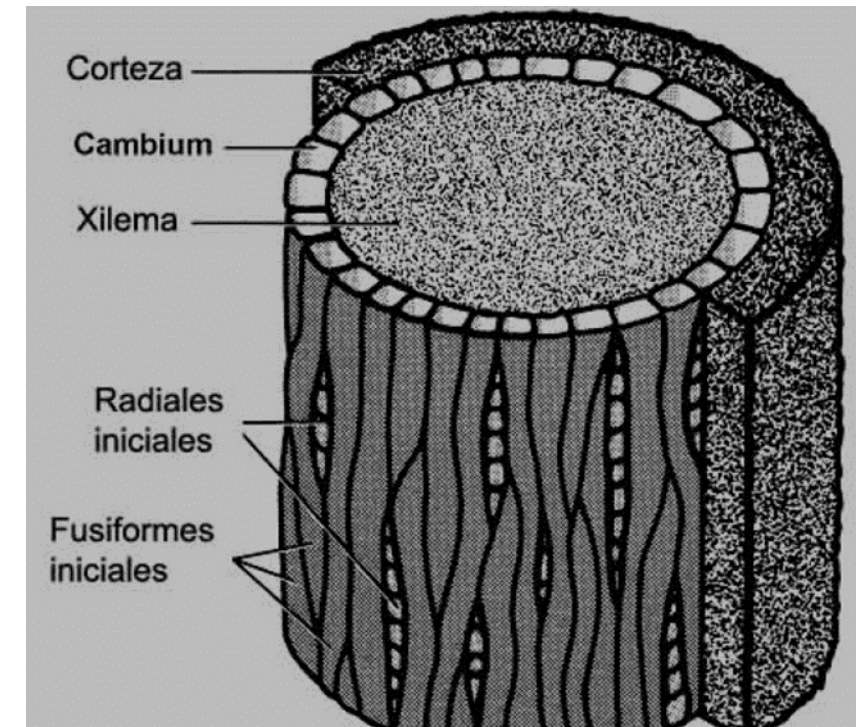
# ESTRUCTURA DEL CAMBIUM VASCULAR

Las células del cambium reciben el nombre de *células iniciales* o *iniciales cambiales* y a partir de ellas se van a formar células especializadas del xilema y floema secundarios

Las células iniciales pueden ser de dos tipos

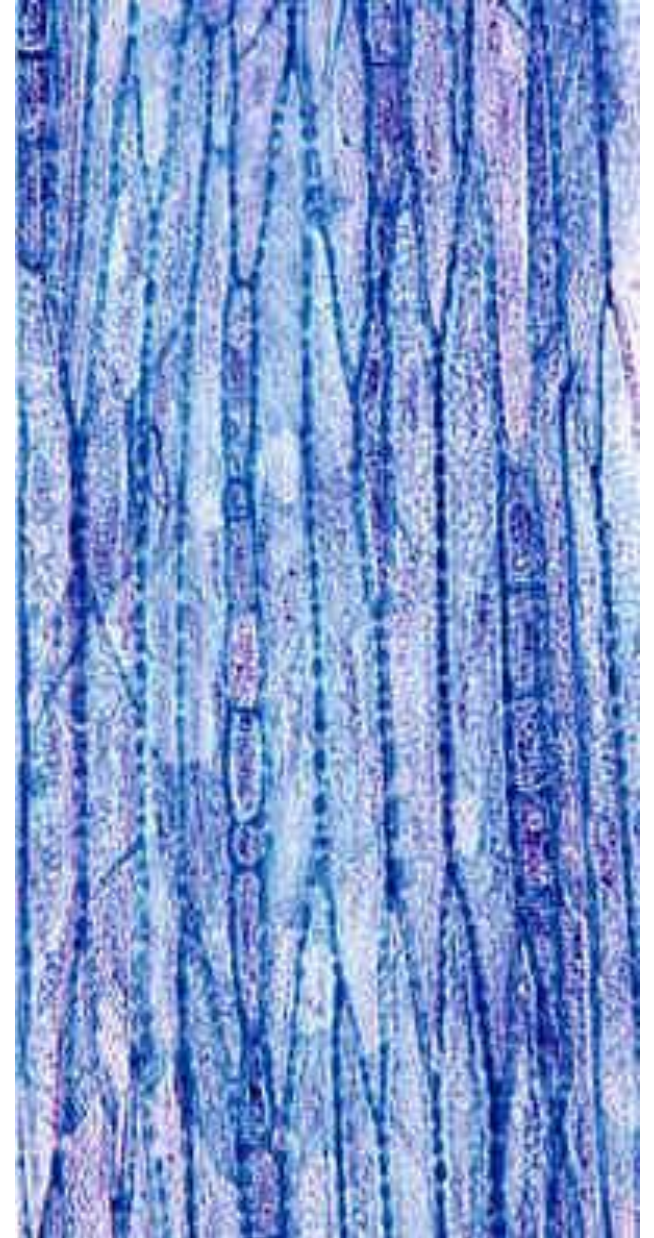
A) Iniciales fusiformes

B) Iniciales radiales



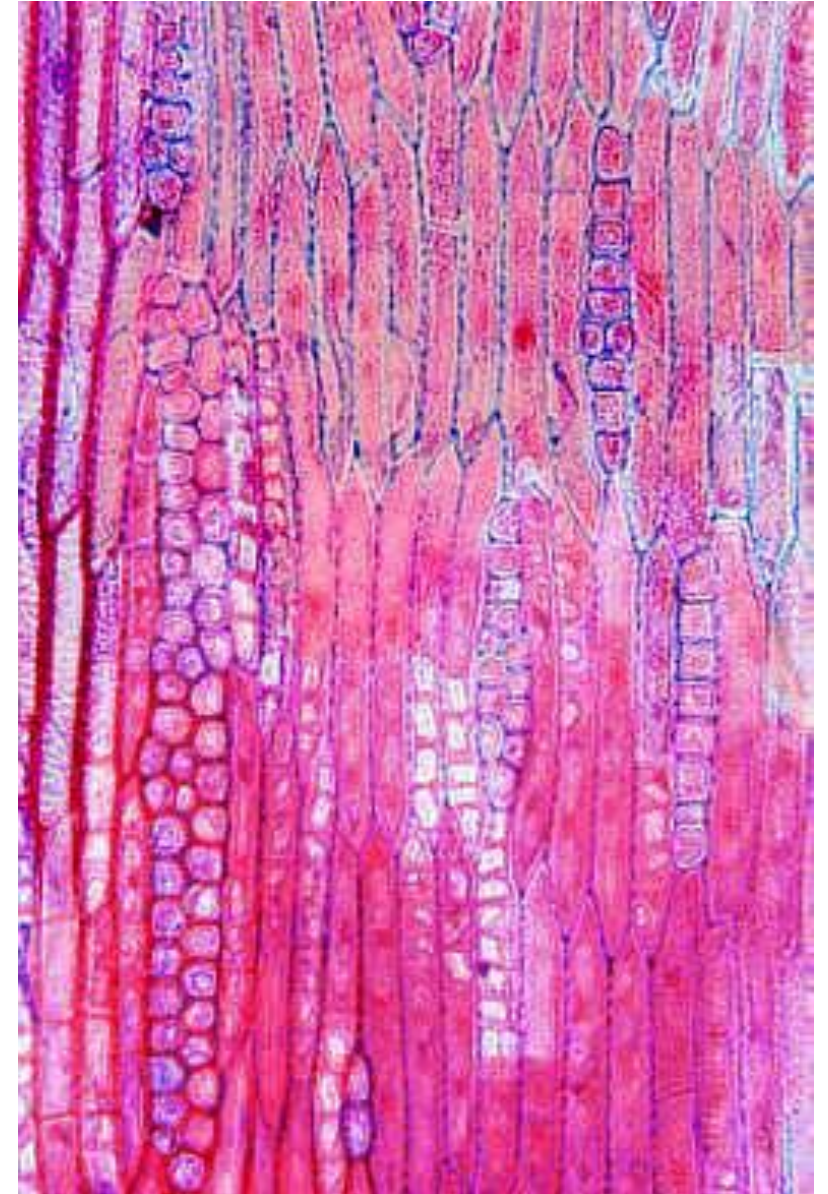
# CÉLULAS INICIALES FUSIFORMES

- ❖ Células largas con extremos aguzados, muy largos y altamente vacuoladas
- ❖ Orientadas verticalmente
- ❖ De 0.3 a 9 mm de largo
- ❖ Dan origen a todos los tipos celulares del xilema y floema secundario dispuestos verticalmente en la planta (sistema axial del leño).
- ❖ Su tamaño determina el tamaño de sus derivadas



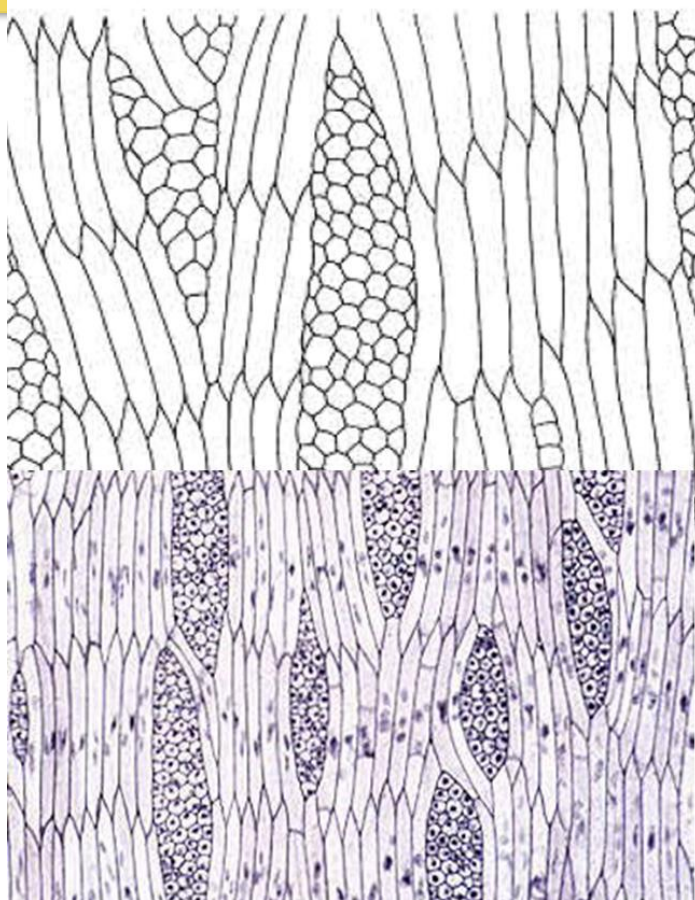
# CÉLULAS INICIALES RADIALES

- ❖ Células pequeñas e isodiamétricas
- ❖ Orientadas horizontalmente
- ❖ Dan origen a todas las células orientadas transversal o radialmente, formadas por células parenquimáticas de los radios medulares.
- ❖ Se originan de iniciales fusiformes o de otras radiales

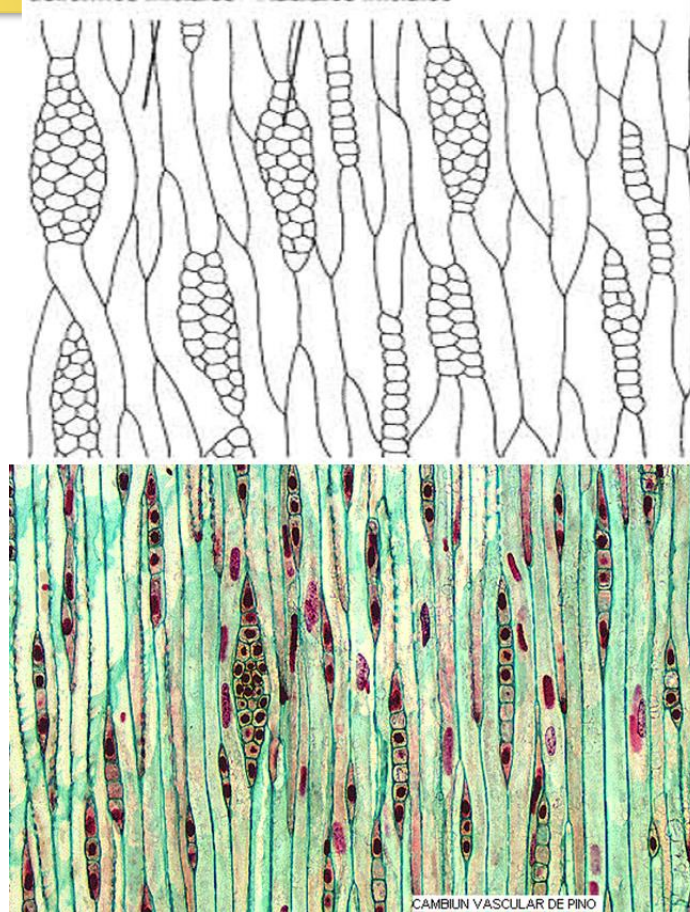


# TIPOS DE CAMBIUM VASCULAR

Estratificado



No estratificado



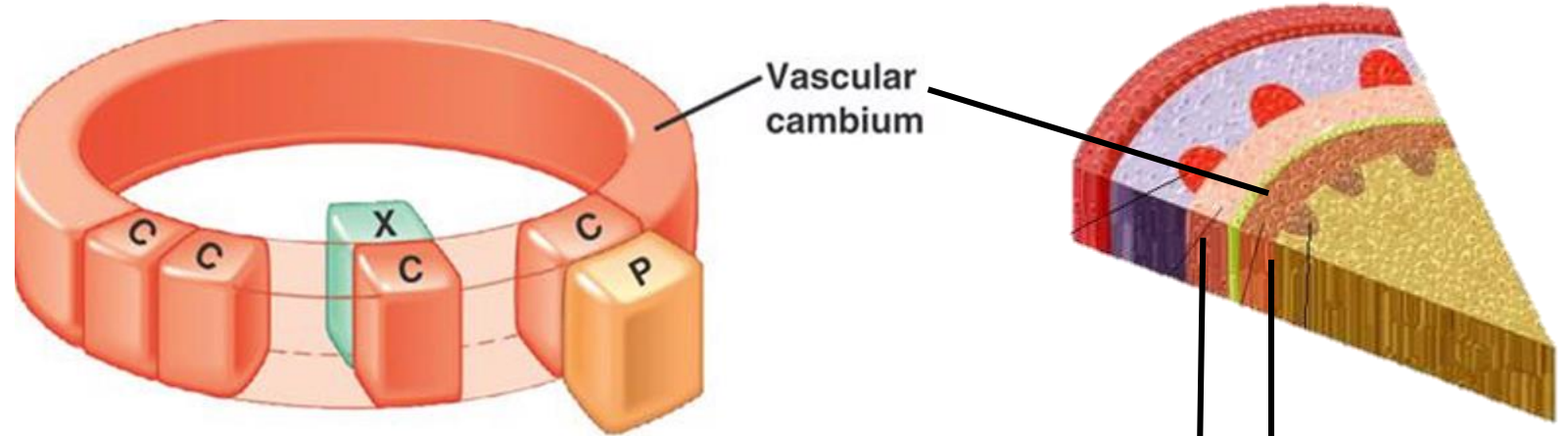


# ZONA CAMBIAL

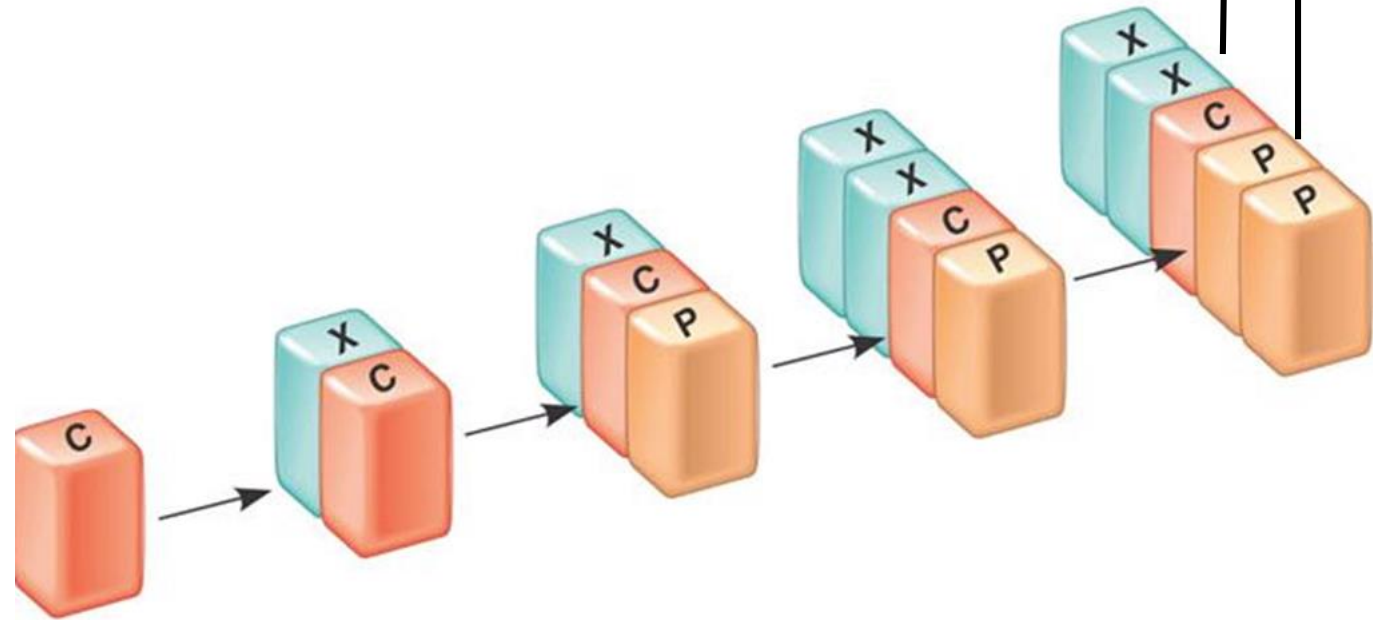
Zona Cambial



- Células iniciales
- Células derivadas

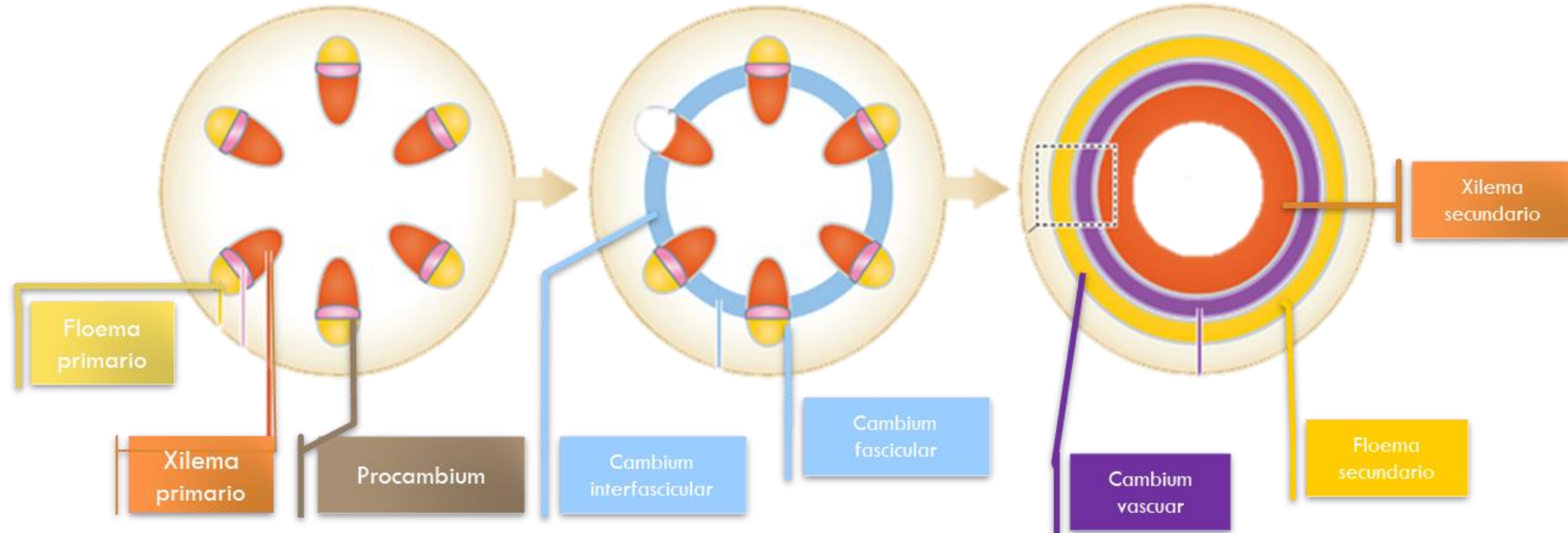


(a) Types of cell division



# TEJIDOS QUE FORMA EL CAMBIUM VASCULAR

A partir del Cambium Vascular se desarrollan los tejidos vasculares secundarios, como el floema y xilema secundarios (madera). Por divisiones periclinales, produce células hacia ambos tejidos.



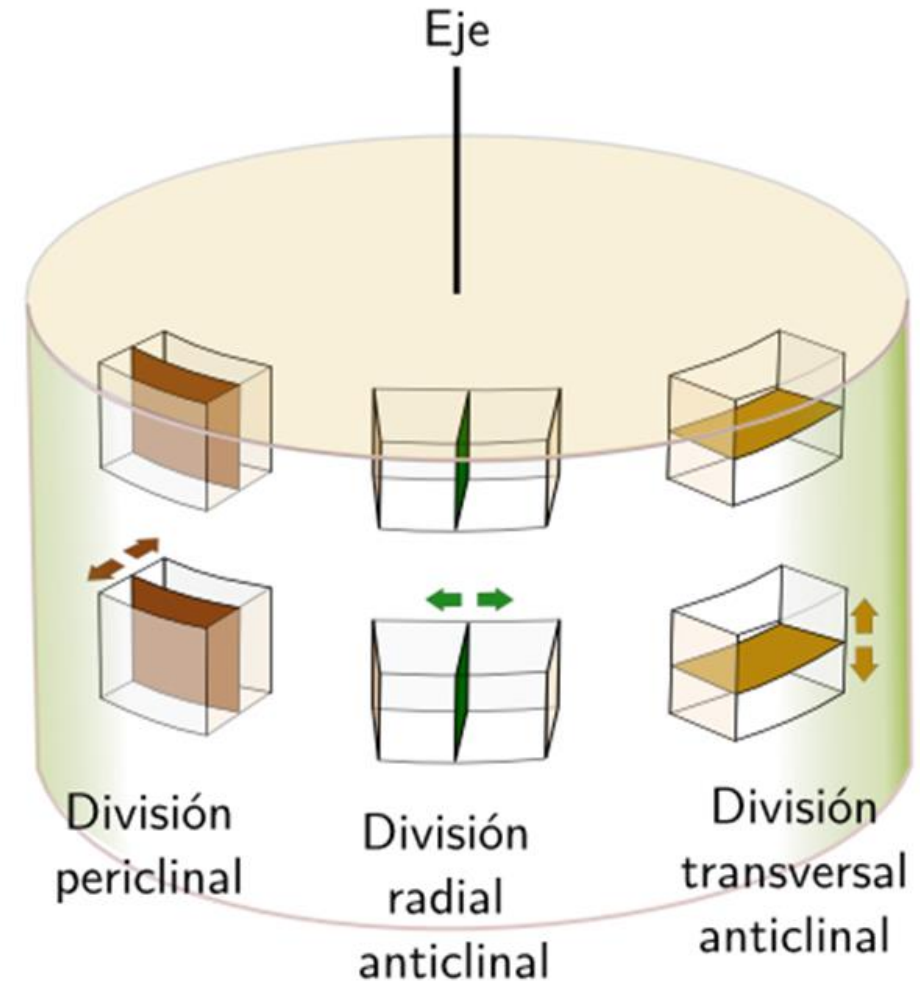
# DIVISIONES EN EL CAMBIUM VASCULAR

## Aditivas

Para producir nuevo xilema y floema secundario = División periclinal (Plano tangencial o paralela a la superficie de las células iniciales)



Aumento del diámetro de la planta (crecimiento en volumen).



Nombre de las divisiones celulares según la orientación de sus planos de división respecto a la superficie de la estructura en la que se encuentran.

**Periclinal:** paralelo a la superficie.

**Radial anticlinal:** perpendicular a la superficie pero paralelo al eje.

**Transversal anticlinal:** perpendicular a la superficie y también al eje.

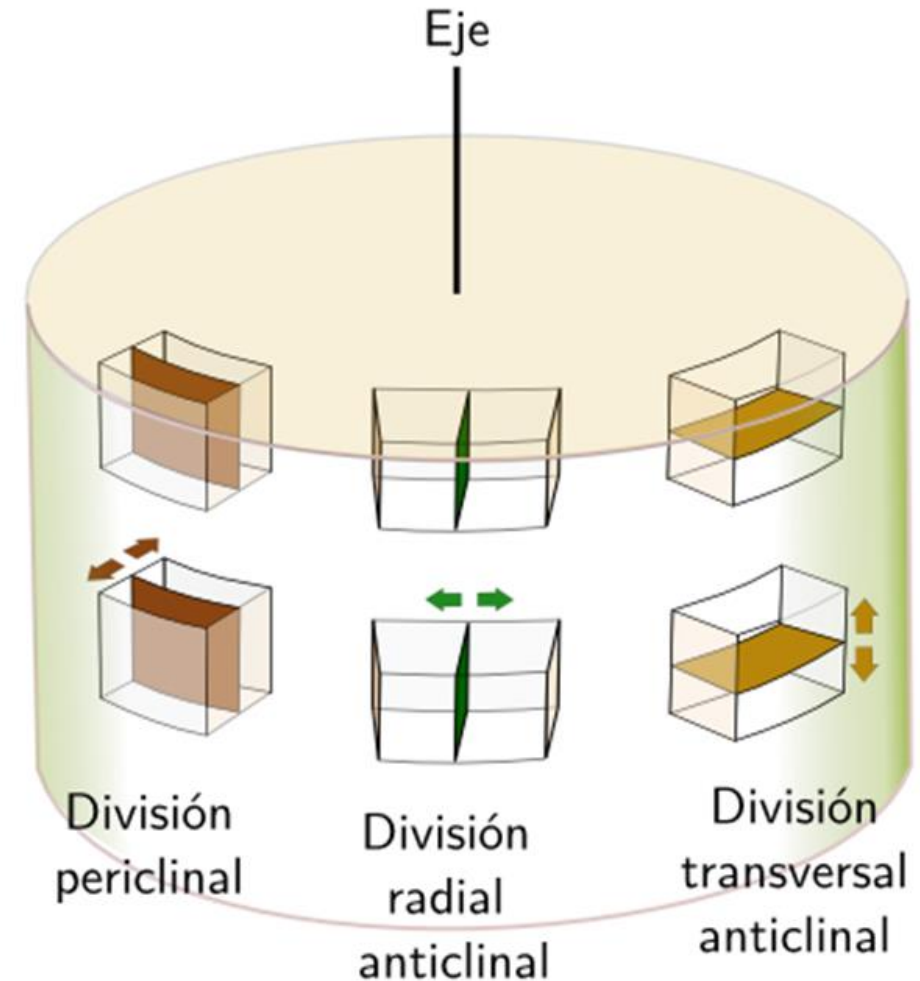
# DIVISIONES EN EL CAMBIUM VASCULAR

## Multiplicativas

Para añadir nuevas células iniciales al cambium = División anticlinal o multiplicativa (Plano radial o perpendicular a la superficie de las células iniciales)



Aumento de la circunferencia cambial a fin de compensar dicho aumento a medida que prosigue el engrosamiento secundario.



Nombre de las divisiones celulares según la orientación de sus planos de división respecto a la superficie de la estructura en la que se encuentran.

**Periclinal:** paralelo a la superficie.

**Radial anticlinal:** perpendicular a la superficie pero paralelo al eje.

**Transversal anticlinal:** perpendicular a la superficie y también al eje.

# ACTIVIDAD DEL CAMBIUM VASCULAR

Las divisiones de las células cambiales se producen cuando existen condiciones favorables para el proceso de crecimiento.

Factores que influyen:

- Disponibilidad hídrica
- Temperatura
- Información genética
- Variaciones edafo – climáticas
- Manejo silvicultural
- Acción de reguladores de crecimiento (auxinas y giberelinas).
- Fotoperíodo (se reactiva por condiciones de día largo)

# ANILLOS DE CRECIMIENTO

Un anillo es cada uno de los círculos concéntricos del leño que forman el tronco de un árbol y que corresponden a períodos de desarrollo del xilema, generalmente anuales.

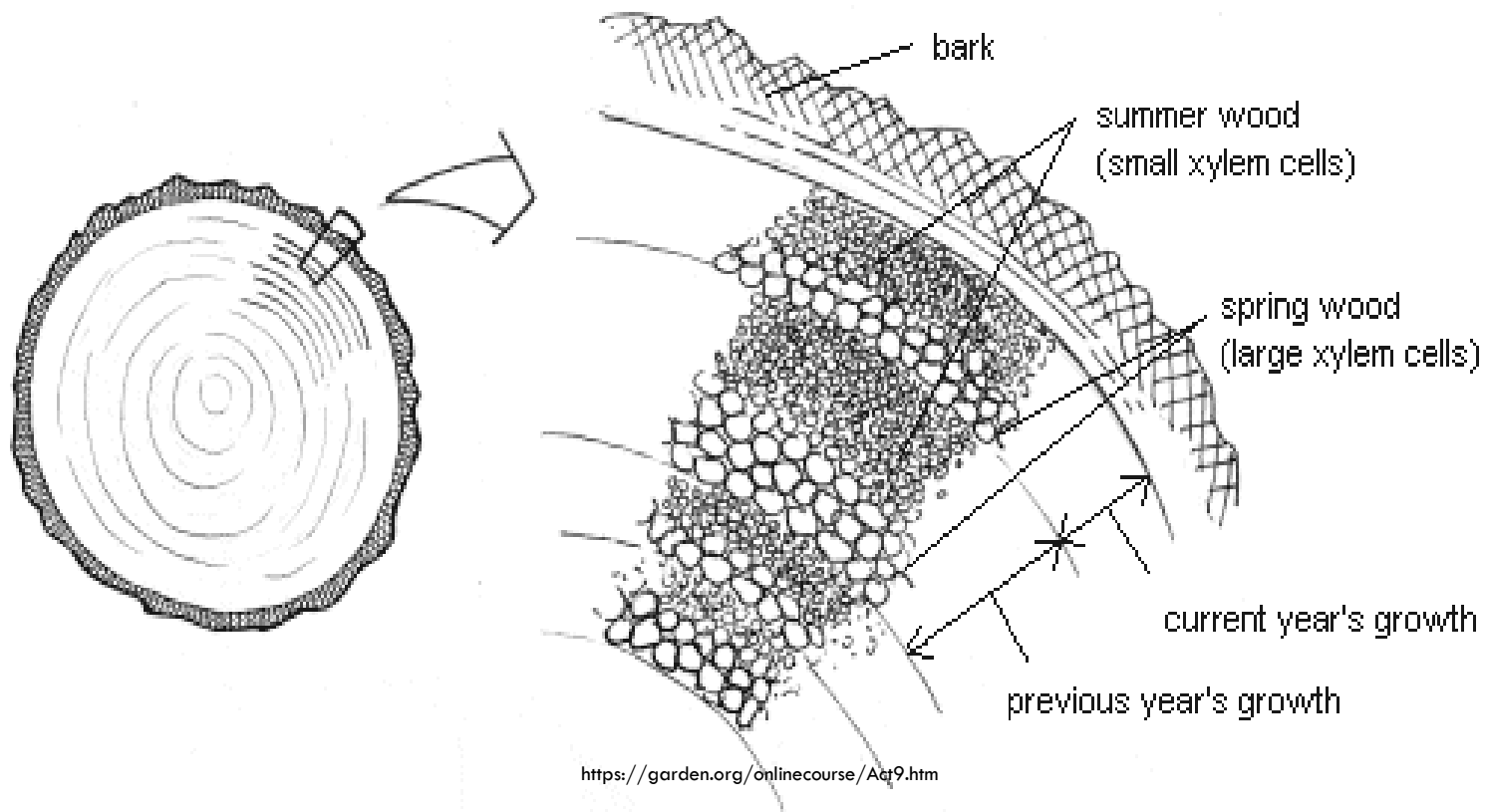
En especies que viven en lugares con estaciones muy marcadas, los períodos de actividad del cambium alternan con períodos de reposo.

Por lo tanto se pueden observar dos tipos de leño:

En primavera se forma el leño temprano

En verano se forma el leño tardío.



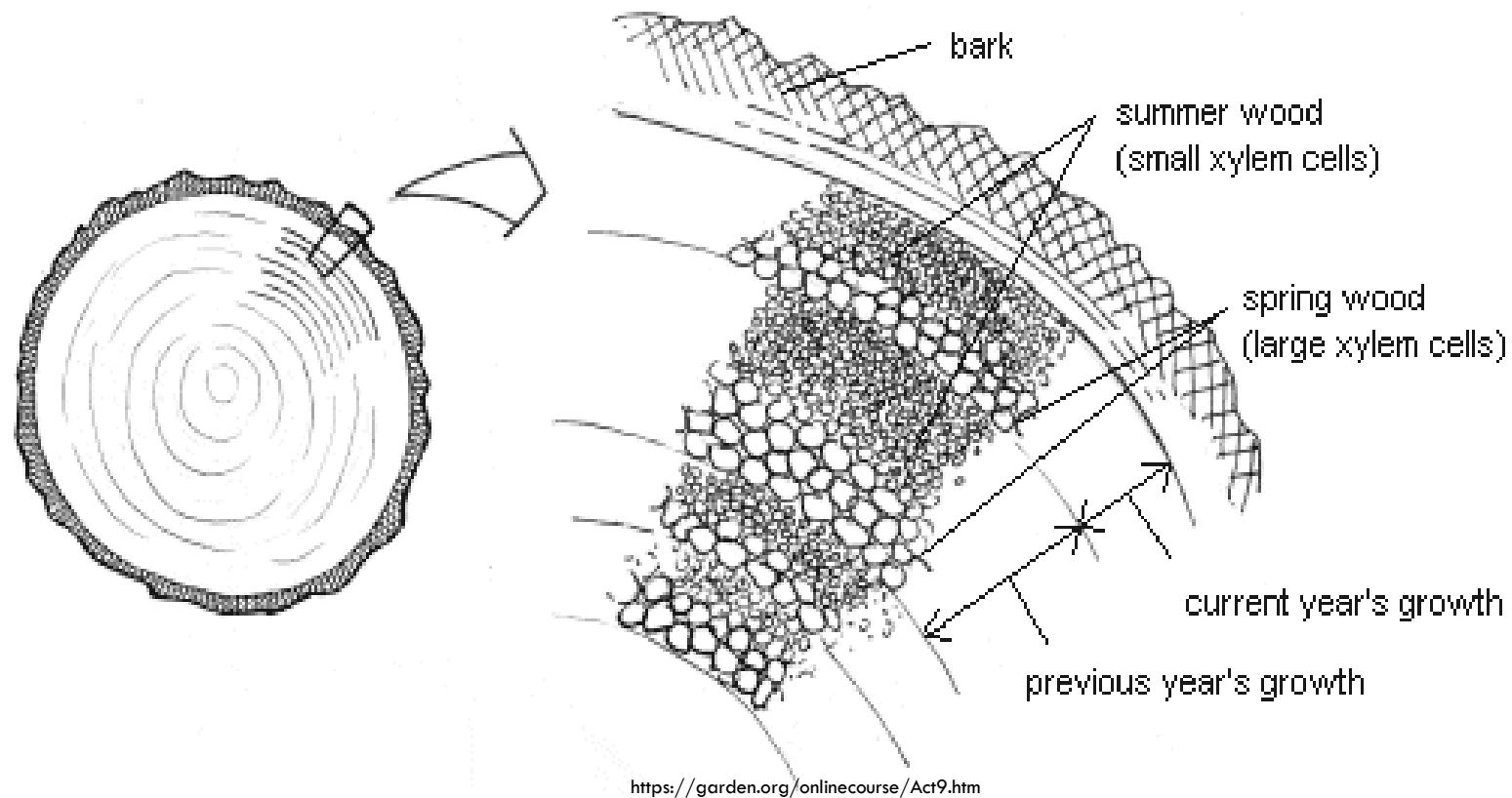


Xilema formado en la primavera, con elementos de gran diámetro de pared fina y pocas fibras, en conjunto se observa con una coloración clara.

Corresponde al inicio de la actividad vegetativa luego de un periodo de latencia.

Se asocia con periodos anuales de primavera-verano

# LEÑO TEMPRANO



Xilema formado a fines del verano, comprende elementos conductores de diámetro pequeño, con pared gruesa y abundantes fibras, en conjunto se observa con una coloración oscura.

Cuando se acerca el final del periodo vegetativo las divisiones de cambium vascular disminuyen.

Se asocia con periodos anuales de otoño-invierno

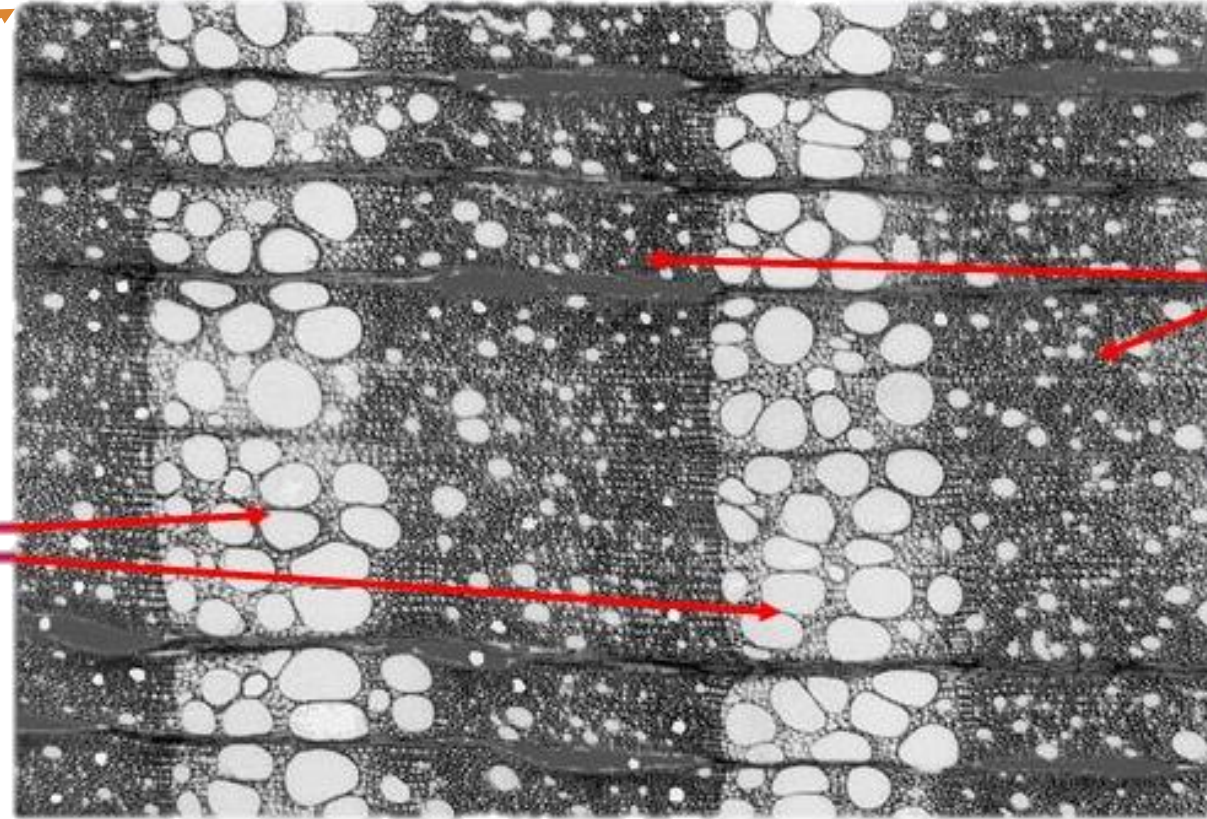
# LEÑO TARDÍO



# LEÑO TEMPRANO Y LEÑO TARDÍO



LEÑO  
TEMPRANO



LEÑO  
TARDÍO

# IMPORTANCIA DEL CAMBIUM VASCULAR



<http://blog.cajaeco.com/principales-tipos-de-madera-para-embalaje/>

Para la planta:

- a) Crecimiento secundario del individuo
- b) Cicatrización de heridas

Para el hombre:

- a) Producción de madera (blandas: abeto, pino, sauce y duras: ébano, roble nogal, encina).
- b) Injertos

# FUENTES DE INFORMACIÓN

La siguiente literatura sirve de base para conocer más sobre el cambium vascular y se uso para integrar este material didáctico.

- Dickison, W.C. 2000. Integrative Plant Anatomy. Academic Press, San Diego.
- Dimitri Mj y E. Orfila. 1985. Tratado de morfología y sistemática vegetal. Acmé S.A.
- Esau, K. 1962. Anatomy of seed plants. Ed. J. Wiley & Sons. Inc. N. Y. London.
- Essau, K. 1985. Anatomía vegetal. Editorial Omega. Barcelona.
- Fahn. A. 1985. Anatomía vegetal. Editorial Pirámide. Madrid.
- Lindorf, H., L. Parisca y P. Rodríguez. 1985. Botánica: clasificación, estructura, reproducción. Ebuc. Caracas.
- Mauseth, J. D. 1988. Plant Anatomy. The Benjamin/Cummins Publishing Company Inc. California, USA.
- Raven, P. H.; Evert, R. F. and Eichhorn, S. E. (2005) *Biology of Plants* (7th edition)

También se pueden consultar las siguientes paginas para obtener ejemplos.

- [http://www.ugr.es/;](http://www.ugr.es/)
- <http://www.botanica.cnba.uba.ar/>
- [https://mmegias.webs.uvigo.es/1-vegetal/guiada\\_v\\_meristemas.php](https://mmegias.webs.uvigo.es/1-vegetal/guiada_v_meristemas.php)
- <https://mmegias.webs.uvigo.es/diccionario/diccionario-t.php>
- [https://mmegias.webs.uvigo.es/1-vegetal/v-imagenes-grandes/cambium\\_vascular.php](https://mmegias.webs.uvigo.es/1-vegetal/v-imagenes-grandes/cambium_vascular.php)
- <https://garden.org/onlinecourse/Act9.htm>
- <http://www.euita.upv.es/>
- <http://www.ugr.es/>
- <http://www.botanica.cnba.uba.ar/>
- <http://www.educ.ar/>