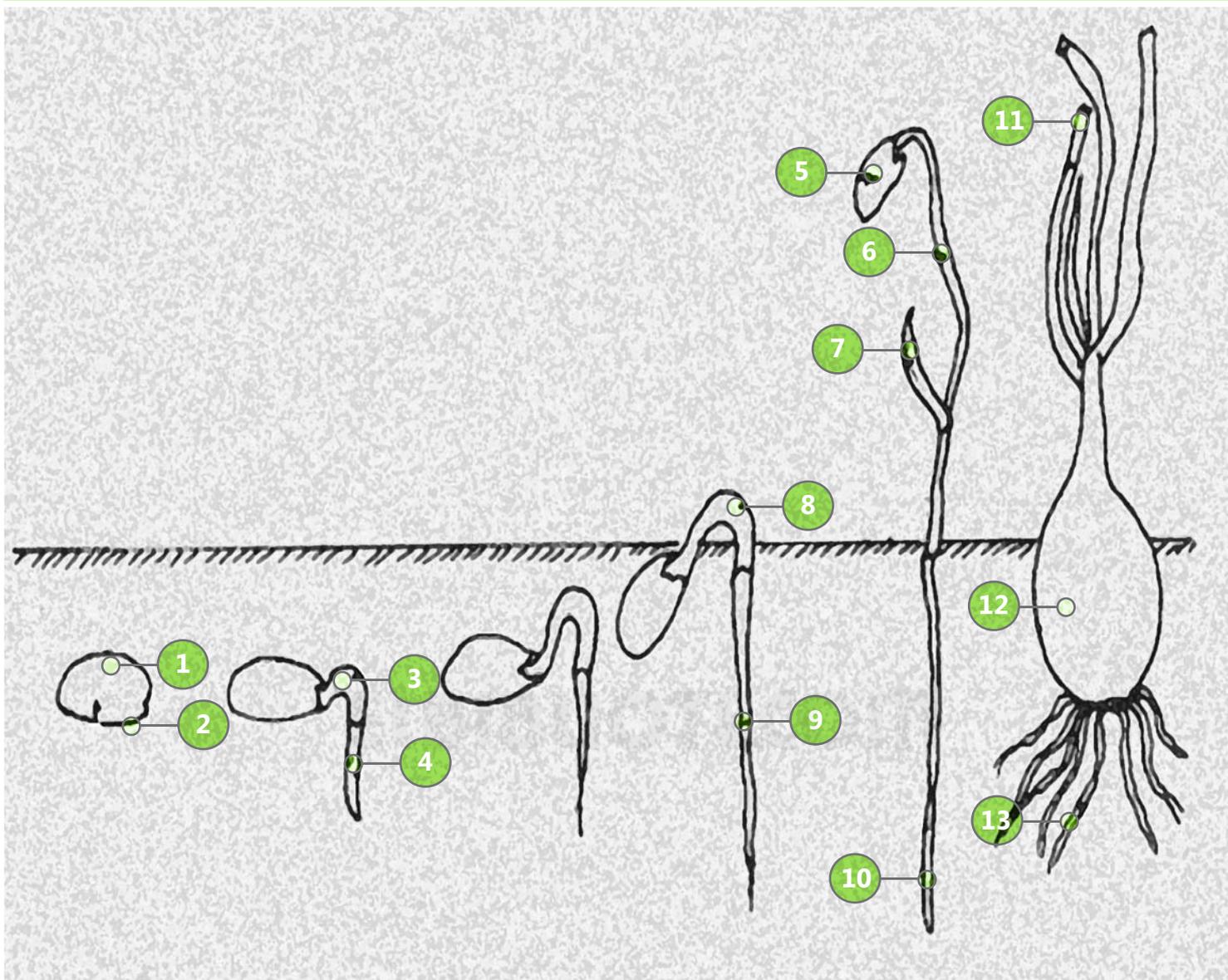


GERMINACION EPIGEA EN ALLIUM SP



1- Semilla / 2- Radicula / 3- Cotiledon / 4- Radicula / 5- Restos Seminales / 6- Colitedon / 7- Primera hoja
 8- Codo del Colitedon / 9- Raíz primaria / 10- Raíz primaria / 11- Hojas normales / 12- Bulbo / 13- Raíces adventicias.

EL CUERPO DE LA PLANTA, ESTRUCTURAS VEGETATIVAS

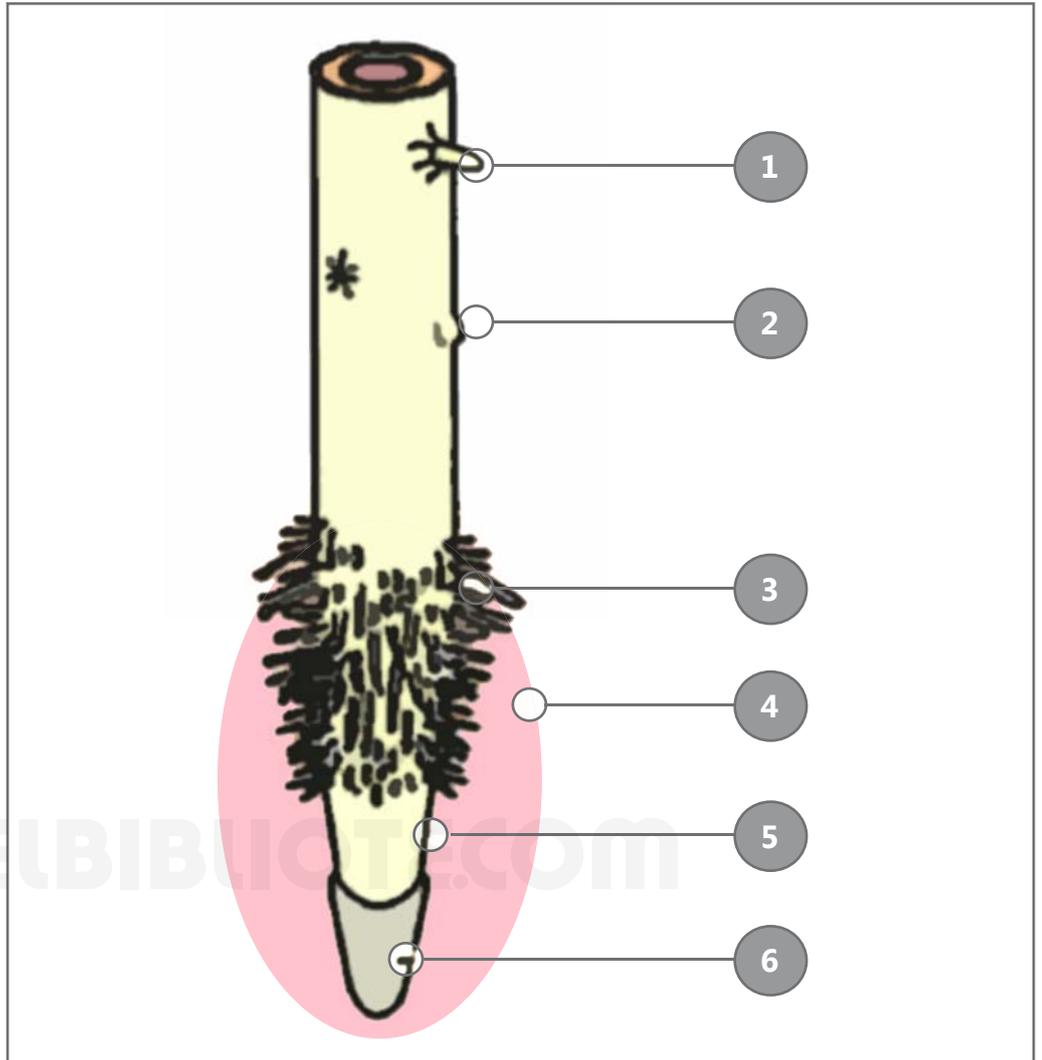
LA RAIZ

En la mayoría de las plantas vasculares las raíces constituyen la parte subterránea del esporofito, y están implicadas principalmente en la fijación y en la absorción. Otras funciones asociadas a ellas son el almacenamiento (remolacha y zanahoria) y la conducción.

La primera raíz de la planta se origina en el embrión y usualmente recibe el nombre de raíz primaria. En gimnospermas y dicotiledóneas esta se convierte en raíz axonomorfa que crece hacia abajo y da origen a raíces laterales. En monocotiledóneas la raíz primaria tiene corta vida y el sistema radical se desarrolla a partir de raíces adventicias que se forman del tallo a partir de un meristema denominado periciclo. Estas raíces adventicias y sus raíces laterales dan origen a un sistema de raíz fasciculada o fibrosa.

En la raíz pueden distinguirse varias zonas

- 1- Raíz Lateral
- 2- Raíz Lateral Incipiente
- 3- Pelos Absorbentes
- 4- Mucigel
- 5- Zona de Alargamiento
- 6- Caliptra



ZONA DE MADURACIÓN

La más proximal al tallo, es una zona de ramificación de las raíces

ZONA PILIFERA

Con muchos pelos radicales que permiten la absorción y tienen una tasa constante de recambio ya que su vida media es muy corta.

ZONA DE ALARGAMIENTO

O subterminal, con tejidos meristemático

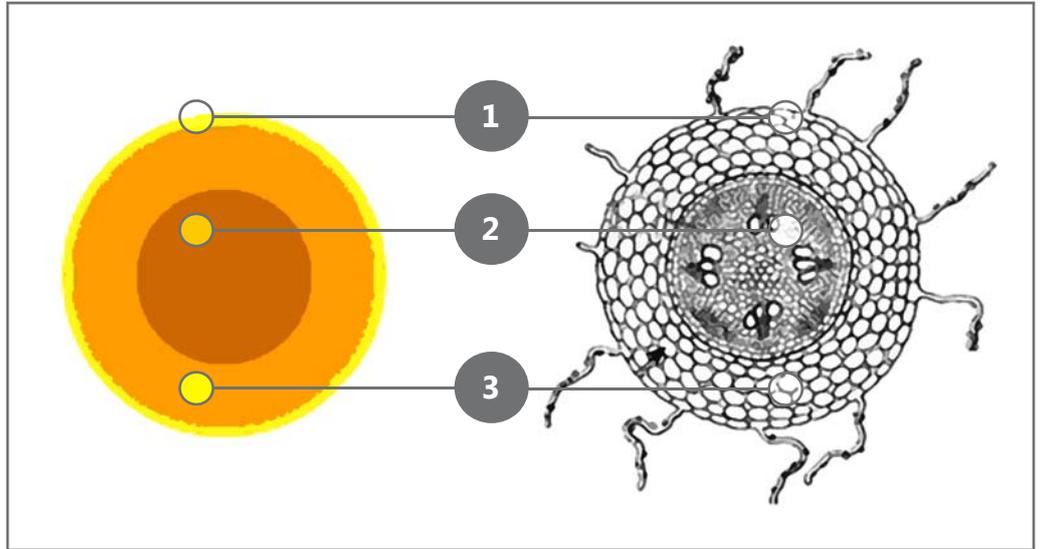
COFIA O PILORRIZA

Una especie de vaina o espesamiento que aparece en el extremo de la mayor parte de las raíces. Su función es proteger al tejido meristemático que se encuentra por encima de ella.

ESTRUCTURA PRIMARIA

Comparada con la del tallo la estructura interna de la raíz es muy simple; esto se debe a la ausencia de hojas y de nudos y entrenudos. En un corte transversal los tres sistemas de tejidos pueden distinguirse muy fácilmente.

- 1- Rizodermis
- 2- Cilindro Vascular
- 3- Córtex



RIZODERMIS

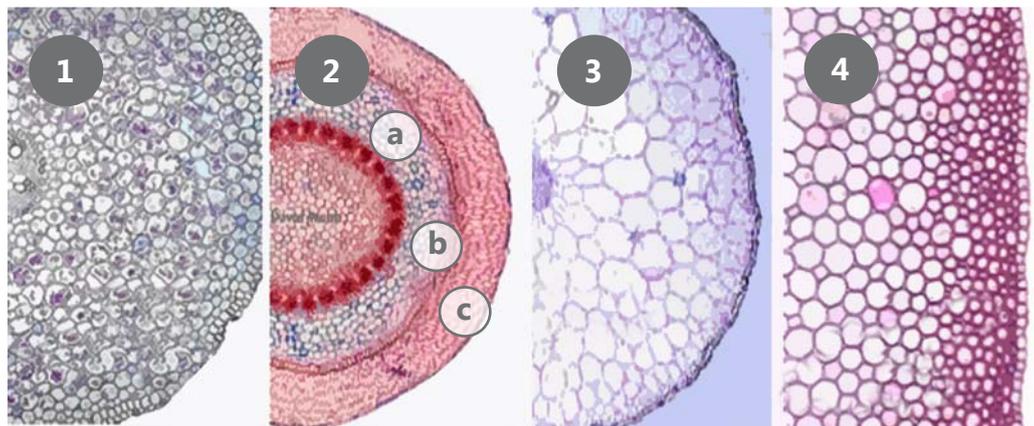
La epidermis de la raíz, la rizodermis, típicamente es uniestratificada. Está formada por células alargadas, muy apretadas entre sí, de paredes delgadas, normalmente sin cutícula. En la región adyacente a la caliptra las células de la rizodermis son pequeñas y con citoplasma denso, sin vacuolas. En raíces que conservan su epidermis por largo tiempo, reemplazándola tardíamente por peridermis, las paredes celulares pueden engrosarse: suberificarse o lignificarse. Los pelos radicales se encuentran en la zona pilífera; pueden originarse en todas las células epidérmicas, en algunas llamadas tricoblastos, o en la capa subepidérmica. Son tubulosos, raramente ramificados, con una vacuola central gigantesca, con citoplasma parietal, el núcleo poliploide va en el extremo que se alarga. Viven pocos días, su función es aumentar la superficie de absorción de la raíz.

CORTEX

Es la región comprendida entre la rizodermis y el cilindro central. Las capas más externas, debajo de la epidermis, pueden diferenciarse como un tejido especializado, la exodermis. La capa cortical más interna del córtex forma la endodermis en las plantas con semilla. El córtex propiamente dicho (la zona comprendida entre exodermis y endodermis) tiene estructura homogénea o está formado por varios tipos de células.

Las raíces normalmente no presentan clorofila en el córtex, pero frecuentemente las células contienen almidón; pueden encontrarse idioblastos diversos, como por ejemplo células taníferas o cristalíferas; puede presentar estructuras secretoras como espacios intercelulares lisígenos o esquizógenos. En las Monocotiledóneas, donde se conserva largo tiempo, hay esclerénquima en abundancia. El córtex en las plantas acuáticas y palustres está constituido por aerénquima, también en gramíneas de hábitats relativamente secos.

- 1- Ipomoea Batatas
(granos de Almidón)
- 2- Orquidea
 - a- Cortex
 - b- Cavidad secretora
 - c- Velamen
- 3- Nymphaea (acuatica)
Aérquima
- 4- Monocotiledonea
(esclerénquima)



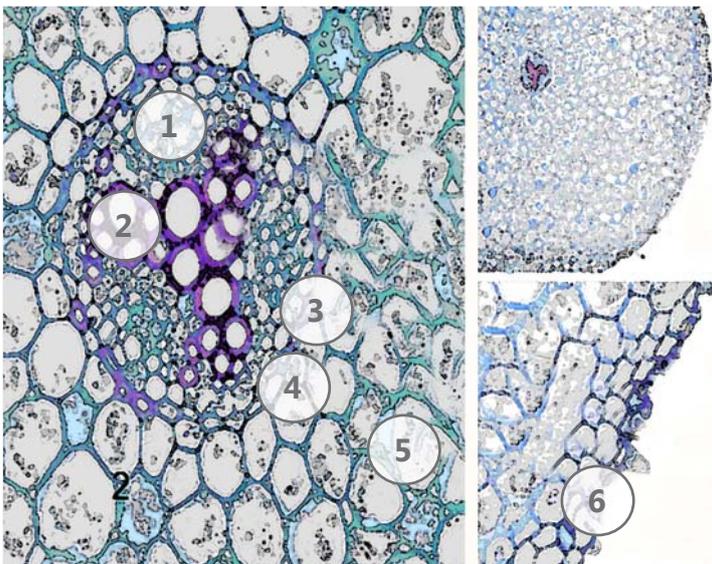
La endodermis está presente en prácticamente todas las raíces. Es una capa de células dispuestas de modo compacto, de aspecto parenquimático que se caracterizan por la presencia de Banda de Caspary. Es una porción de la pared primaria en forma de tira, impregnada de suberina y a veces lignificada. Los protoplastos de las células de la endodermis están fuertemente adheridos a las Banda de Caspary. Actúan como una barrera al movimiento de sustancias a través de las paredes de la endodermis.

CILINDRO VASCULAR

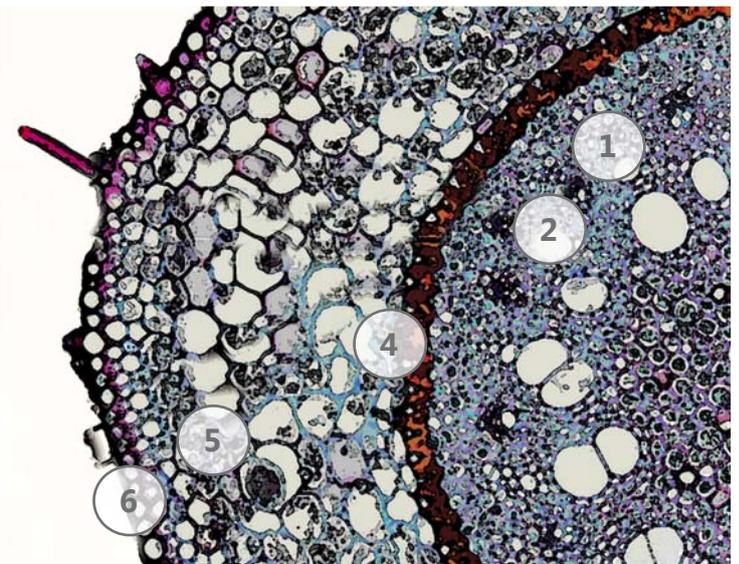
Debajo de la endodermis nos encontramos con una o dos capas de células parenquimáticas de paredes muy delgadas que constituyen el periciclo, que conservan su capacidad meristemática y a partir de las cuales se forman los primordios de las raíces laterales. También participa, en plantas con crecimiento secundario, en la formación de cámbium vascular y origina el primer cámbium suberógeno.

En el centro de la raíz encontramos los tejidos vasculares que en el caso de las raíces de dicotiledóneas forman haces vasculares radiales, es decir, el xilema y el floema primarios se disponen en cordones separados y alternos. Los haces de xilema primario se disponen como radios que se extienden hasta el centro de la raíz, lo que hace que este tipo de raíces carezcan de zona medular. El xilema está formado casi exclusivamente por tráqueas, las de pequeño diámetro corresponden a las de protoxilema (hacia el exterior del cilindro central) y las de mayor calibre a las de metaxilema (hacia el interior del cilindro central). Alternando con el xilema primario se encuentran pequeños grupos de células apretadas que constituyen el floema primario, donde no es posible distinguir entre los distintos tipos celulares que lo componen. Entre ambos tejidos vasculares se sitúa el meristemo que los originó. Según el número de cordones de xilema o floema podemos encontrarnos con raíces diarcas (2), triarcas (3), tetraarcas (4) típicas de dicotiledóneas o gimnospermas.

Por el contrario, las raíces de monocotiledóneas son poliarcas, en este caso, son numerosos los cordones de xilema y floema que se disponen de manera circular, dejando en el centro una zona medular más o menos desarrollada formada por células de esclerénquima de paredes gruesas. Esta es una característica que diferencia a las monocotiledóneas de los otros grupos de plantas.

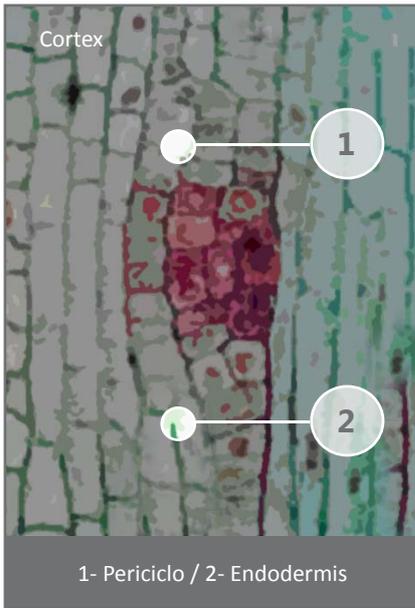


RAIZ PRIMARIA TRIARCA DE DICOTILEDONEA



RAIZ PRIMARIA DE MONOCOTILEDONEA

1- Floema 1° / 2- Xilema 1° / 3- Periciclo / 4- Endodermis / 5- Cortex / 6- Epidermis

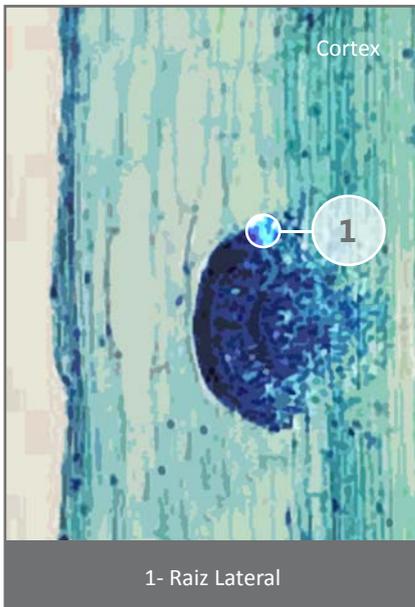


RAICES LATERALES

A diferencia de las ramificaciones del vástago que son exógenas y se originan en las yemas, las raíces laterales son endógenas. En Pteridofitas se forman a partir de la endodermis, en Angiospermas y Gimnospermas se forman en el periciclo. Se inician por divisiones anticlinales y periclinales en un grupo de células que forman el primordio de la raíz lateral, que crece y penetra en el córtex.

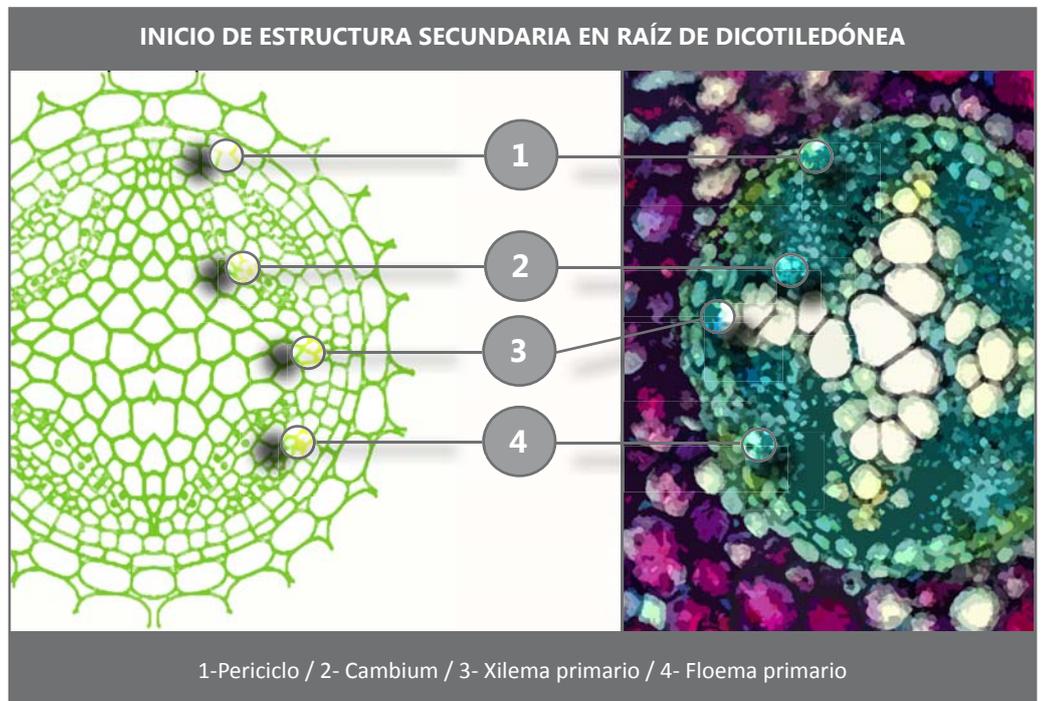
Antes de que la raíz lateral emerja a la superficie quedan delimitadas todas las regiones: meristema apical, caliptra, tejidos primarios.

En algunos casos la endodermis también toma parte en la formación de las raíces laterales (Daucus), especialmente cuando el primordio está cerca del ápice radical, donde la endodermis es aún meristemática. Puede formar una o varias capas de células, según que las divisiones sean anticlinales o periclinales, y éstas mueren o se desprenden al emerger la raíz. En Gramíneas la endodermis origina usualmente la epidermis y la caliptra. El sistema vascular es independiente del de la raíz principal, se forma a partir del meristema apical de la raíz lateral, pero la relación entre ambos se establece a través de células intermedias (traqueidas y elementos cribosos) que se originan en el periciclo.



ESTRUCTURA SECUNDARIA

Sólo la raíz principal y las laterales más grandes de gimnospermas y dicotiledóneas tienen crecimiento secundario típico, que produce el crecimiento en grosor. El crecimiento secundario se inicia cuando el procambium y ciertas porciones del periciclo se diferencian a cambium vascular, que comienza su actividad originando floema secundario hacia el exterior y xilema secundario hacia el interior. De este modo la raíz secundaria adopta una estructura similar a la del tallo secundario. La mayor relación líber (floema)/leño (xilema) de la raíz y unos anillos de crecimiento menos precisos son pequeñas diferencias que pueden distinguir ambos órganos.

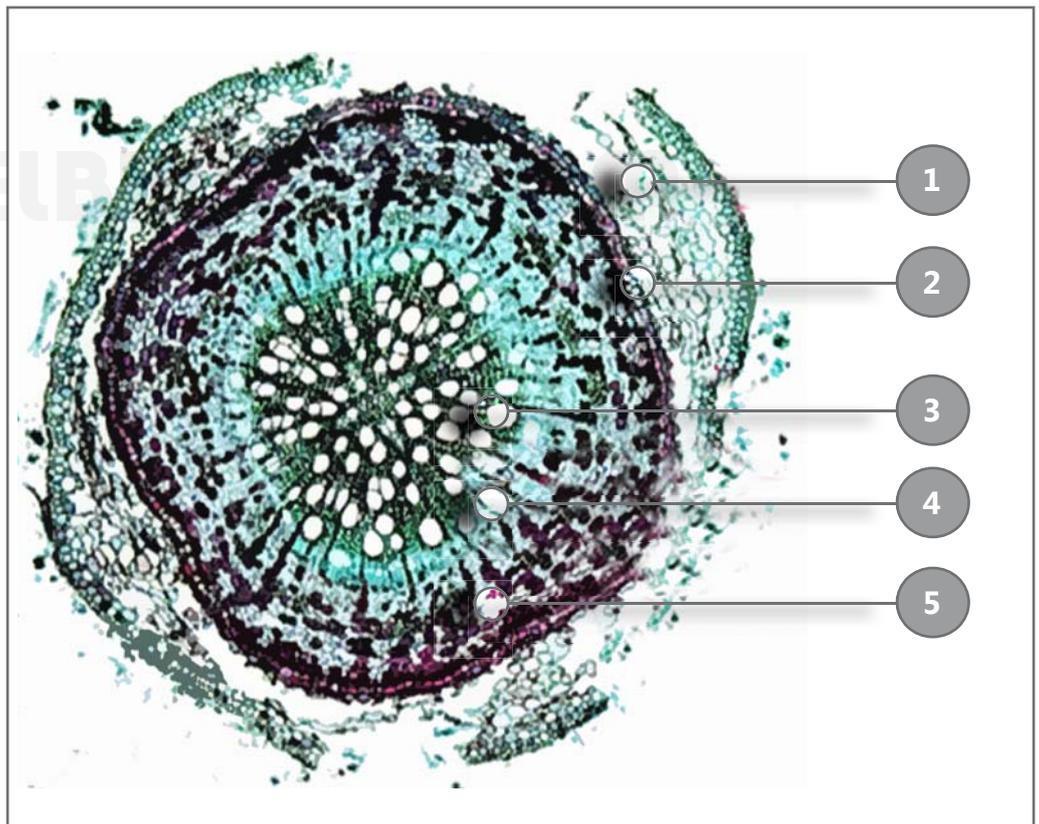


En la raíz, al igual que en el tallo, el cambium vascular está formado por dos tipos de células las iniciales fusiformes y las iniciales radiales, las cuales originan grupos de células dispuestas de manera axial o vertical y células parenquimáticas dispuestas de manera horizontal, respectivamente. La formación de la peridermis ocurre a partir del meristema felógeno después de que haya comenzado la formación del tejido vascular.

LAS ESTRUCTURAS QUE NOS ENCONTRAMOS EN UNA RAÍZ SECUNDARIA DESDE LA SUPERFICIE HASTA EL INTERIOR SON LAS SIGUIENTES:

| | |
|---|---|
| <p>EPIDERMIS CORTEX PERIDERMIS</p> | <p>Puede haber raíces con crecimiento secundario más o menos desarrollado. Las menos desarrolladas poseen epidermis y un córtex superficial formado principalmente por tejido parenquimático, denominado parénquima cortical. En las raíces con crecimiento secundario avanzado la epidermis y el córtex se sustituyen por la corteza o peridermis que es un tejido de protección producido por el meristemo denominado felógeno. Éste es un meristemo lateral que procede enteramente del periciclo.</p> |
| <p>FLOEMA SECUNDARIO</p> | <p>Se forma a partir del cambium vascular, hacia la parte exterior. Su formación provoca que el floema primario se separe del cambium vascular.</p> |
| <p>CAMBIUM VASCULAR</p> | <p>Es el meristemo lateral principal responsable del crecimiento en grosor de la raíz. Produce floema secundario hacia el exterior y xilema secundario hacia el interior. Conforme la raíz va creciendo en grosor el cambium vascular se va alejando del eje central.</p> |
| <p>XILEMA SECUNDARIO</p> | <p>Producido por el cambium vascular. Forma la madera y en las raíces gruesas es tejido muerto. El xilema secundario más reciente es el más superficial.</p> |
| <p>XILEMA PRIMARIO</p> | <p>Se encuentra en la parte más interna de la raíz y se produjo durante el crecimiento primario. Es tejido muerto.</p> |

- 1- Restos de Cortex
- 2- Peridermis
- 3- Xilema Secundario
- 4- Cambium
- 5- Floema Secundario



CRECIMIENTO SECUNDARIO ATÍPICO

Varias raíces almacenadoras presentan crecimiento secundario atípico. En la zanahoria y en la remolacha azucarera (*Beta vulgaris* var. *altissima*) la raíz principal constituye la parte principal del órgano acumulador de reservas. En el primer caso, la masa principal del tejido reservante está formada por parénquima cortical. En la remolacha azucarera, en cambio, el engrosamiento se produce gracias a la formación sucesiva de varios anillos de cámbium en el parénquima cortical, las cuales se reconocen en el corte transversal debido al color más claro de los elementos leñosos a los que dan lugar. El enorme aumento de diámetro de la remolacha se debe a divisiones

celulares y agrandamiento celular que ocurren simultáneamente en todos los anillos, gracias a la limitada formación de elementos xilemáticos lignificados y a la abundancia de células parenquimáticas. La sustancia de reserva, acumulada en el parénquima, es la sacarosa.

En las raíces de batata, *Ipomoea batatas*, el crecimiento secundario se inicia normalmente, luego se forman cámbiums adicionales dentro del xilema secundario en torno a los vasos individuales o a grupos de vasos, a partir del parénquima paratraqueal. Estos cámbiums producen algunos vasos hacia adentro y algunos elementos cribosos hacia afuera, pero sobre todo producen abundantes células parenquimáticas de almacenamiento. El proceso se repite indefinidamente; en estas raíces no se forma una corteza. Presentan laticíferos articulados simples. En el rabanito y otras brassicáceas el primer cámbium es normal, luego prolifera el tejido parenquimático del xilema y allí surgen cámbiums anómalos que producen tejidos vasculares. En *Dahlia* la tuberización se produce por hipertrofia del xilema secundario, los vasos están dispersos en abundante parénquima leñoso que acumula inulina.

MODIFICACIONES MORFOANATOMICAS DE LA RAIZ

Las raíces pueden experimentar modificaciones estructurales pronunciadas

Estas modificaciones pueden ser consideradas, en la mayoría de los casos, como adaptaciones al medio ambiente o bien como consecuencia de una especialización funcional diferente a la típica. Entre éstas se encuentran:

| RAICES | |
|--------|--|
| 1 | Raíces reservantes |
| 2 | Raíces como organos de sosten y fijacion |

| | |
|---|--------------------|
| 1 | Raíces reservantes |
|---|--------------------|

Se presentan principalmente en plantas vivaces, es decir, aquellas donde los órganos aéreos desaparecen durante las épocas adversas, y también en muchas plantas bianuales. En éstas últimas, el órgano de reserva se forma durante el primer año, con una parte aérea muy corta, y en el segundo año el tallo se alarga y produce flores para lo que se utilizan las reservas almacenadas en la raíz. Desde el punto de vista anatómico, existen distintas variaciones estructurales en las raíces reservantes, pero en todas ellas se presenta abundancia de parénquima de reserva.

Raíces napiformes

Son aquellas raíces principales (axonomorfas) que se engrosan total o parcialmente por acumulación de sustancias de reserva. Consecuentemente, este tipo de raíces sólo se producen en dicotiledóneas.

La zanahoria (*Daucus carota*) y el nabo (*Brassica rapa*) son ejemplos de este tipo de raíces. La mayoría de las veces interviene una gran parte del hipocótilo en su constitución por lo que estos órganos pueden resultar morfológicamente heterogéneos y, a pesar de su semejanza externa, pueden presentar considerables diferencias en su estructura anatómica. Así, en las raíces caulinotuberosas el engrosamiento ocurre tanto en la raíz principal como en el hipocótilo. La remolacha forrajera (*Beta vulgaris* var. *crassa*) y el rábano son ejemplos de este tipo de raíz reservante. En el caso del colinabo (*Brassica napobrassica*) y del apio (*Apium graveolens*) el segmento del tallo que sigue al hipocótilo, también se halla involucrado en el engrosamiento.