

The background features a detailed illustration of a tree's root system. A thick, dark brown trunk is visible in the center, with numerous roots extending outwards and downwards. The roots are depicted in various shades of green and brown, creating a complex, branching pattern. The overall style is artistic and somewhat ethereal, with a soft, light-colored background.

Capítulo 6

Raíz

RAÍZ

6. Raíz

Órgano principal subterráneo, encargado de la absorción de agua y de otras sustancias disueltas en ella. Además, permite el anclaje de la planta, y en algunas ocasiones actúa como órganos de almacenamiento. También puede ser aéreo, pero con funciones menos especializadas. Las talófitas poseen un órgano similar llamado rizoides.

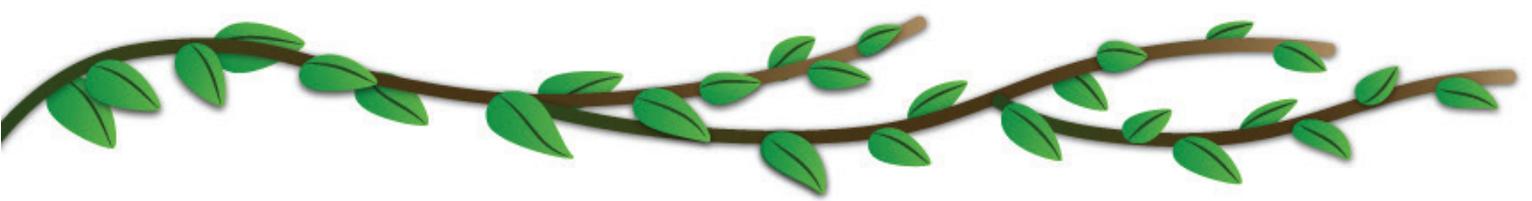
La raíz y el tallo comparten una analogía entre sus estructuras, debido a la continuidad que presentan. Sin embargo, existen diferencias en cuanto al desarrollo y disposición de los tejidos primarios. En el tallo, el xilema y el floema se disponen formando los haces vasculares; en la raíz, por su parte, el xilema y el floema van dispuestos alternadamente sobre los radios del cilindro vascular.

Además, la raíz no presenta apéndices comparable a las hojas del tallo, y sus ramificaciones no se originan de un meristemo apical, sino del periciclo. El meristemo apical de la raíz es subterminal y se encuentra cubierto por la caliptra.

6.1. ORIGEN

En las últimas etapas de desarrollo del embrión, las células situadas en el polo radicular constituyen el meristemo apical de la raíz primaria. Estas son relativamente indiferenciadas, presentan





un protoplasma denso y un núcleo grande, son llamadas células iniciales y dan origen a los tejidos de la raíz primaria (**figura 66**).

Las células iniciales o nicho de células troncales están alrededor del centro quiescente (CQ), conformado por una o cuatro capas celulares (**figura 27**). Este centro, tiene una forma esférica y está rodeado por células meristemáticas.

Las células del centro quiescente, tienen una baja concentración de ADN, ARN, y proteínas, así mismo, su núcleo y nucléolo son más pequeños, contienen pocas mitocondrias y poco retículo endoplásmico, a diferencia de las demás células del ápice radical.

Las raíces laterales se originan a partir del tejido en diferenciación que rodea al cilindro vascular (periciclo), mientras que las adventicias se forman a partir de otras partes de la planta como yemas.



Figura 66. Plántula con raíz primario o radícula

6.2. TEJIDOS PRIMARIOS

Al igual que la estructura primaria del tallo, se pueden considerar tres sistemas de tejidos: dérmico, fundamental y vascular (**figura 67**). También se encuentra la llamada caliptra o cofia.



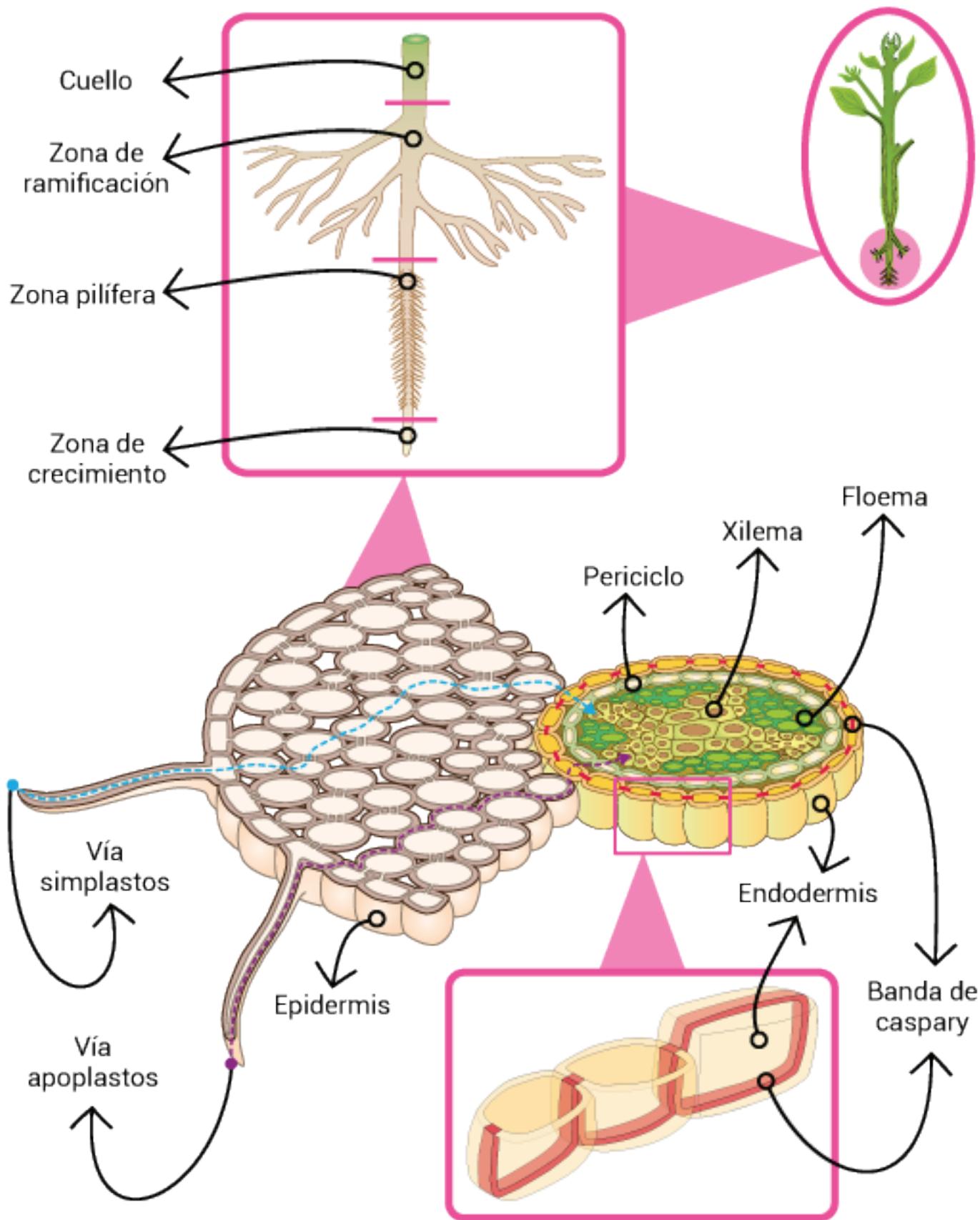
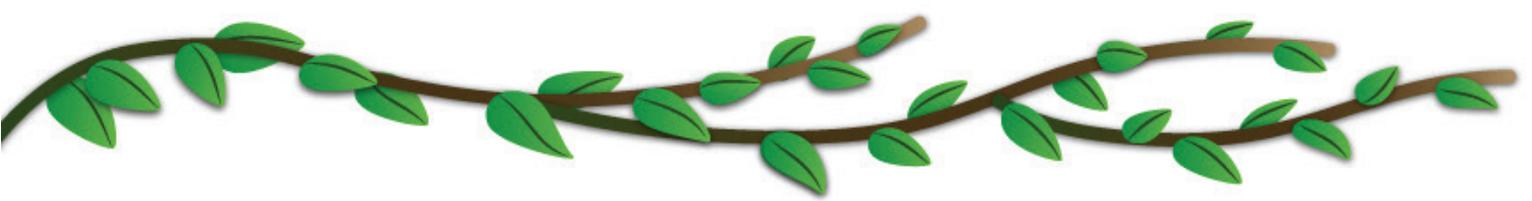


Figura 67. Tejidos de la raíz





6.2.1. Caliptra

Formada por células parenquimáticas en varias fases de diferenciación. Se considera como una estructura de protección al meristemo apical que facilita la penetración al suelo (**figura 68**).

Las células más externas de la caliptra se mantienen en renovación constante, cuando mueren se separan y desintegran, y son reemplazada por células del meristemo apical. La caliptra no se presenta en las plantas parasitas ni en las micorrizas; en las plantas acuáticas esta se desarrolla, mas no permanece, pues sufre un proceso de degeneración.



Figura 68. Caliptra. Foto: Miguel Bonilla-M.

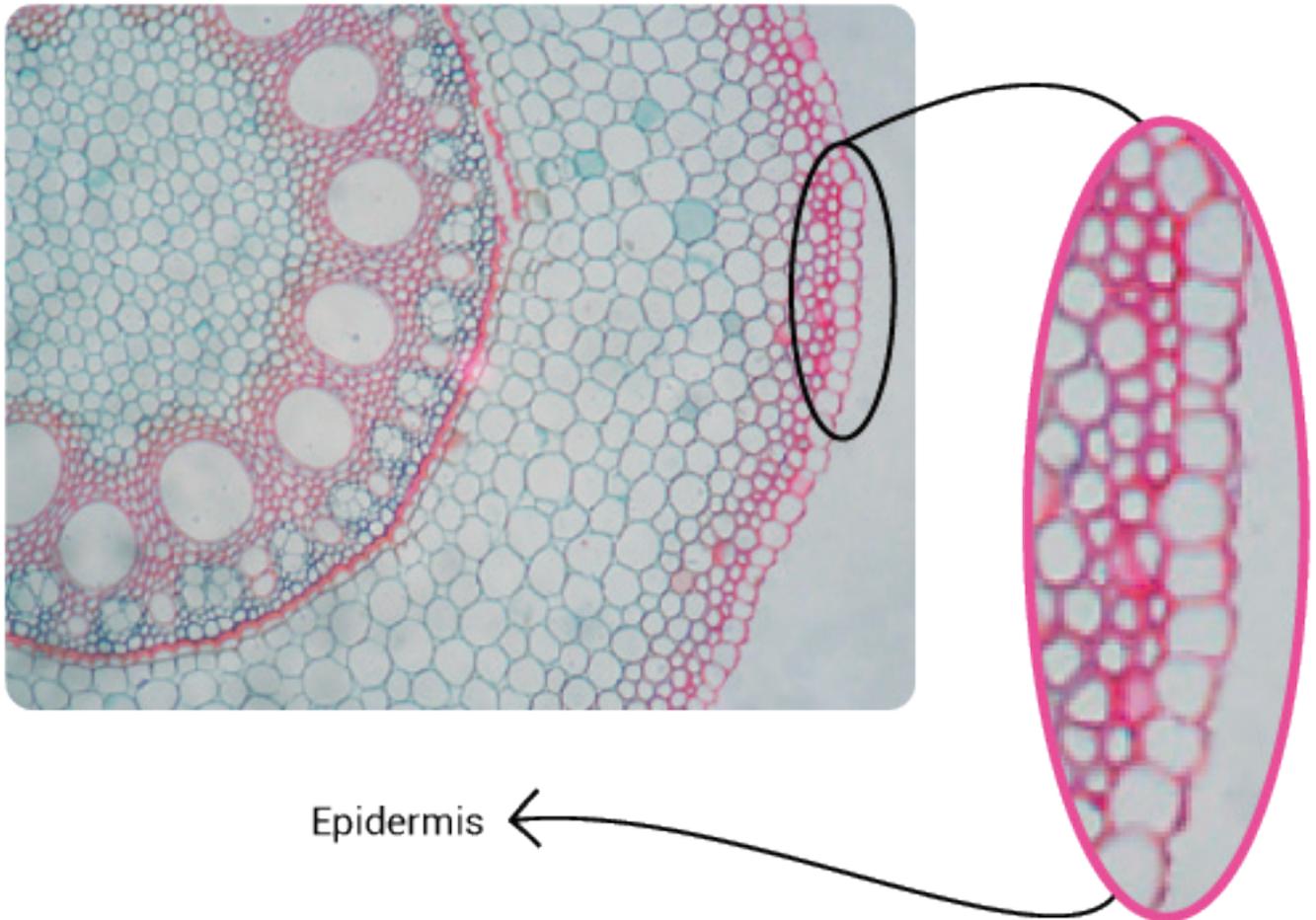
6.2.2. Epidermis

La epidermis no presenta cutícula, aunque a veces, las paredes más externas y los pelos radicales presentan cutinización (**figura 69**). Generalmente las plantas cuentan con una epidermis radicular monoestratificada. En las raíces aéreas, se presenta





una raíz pluriestratificada denominada velamen. Estas son generalmente células muertas con paredes lignificadas.



Epidermis ←

Figura 69. Epidermis
Foto: Diego Izquierdo

6.2.3. *Córtex*

Constituye el tejido de reserva y está formado por células parenquimáticas (**figura 70**). En plantas acuáticas, las células parenquimáticas se disponen dejando espacios intercelulares radialmente y en círculos concéntricos que forman un tipo de aerénquima. En monocotiledóneas, a diferencia de las gimnospermas y dicotiledóneas, además del parénquima, también se desarrolla el esclerénquima en el córtex de la raíz.



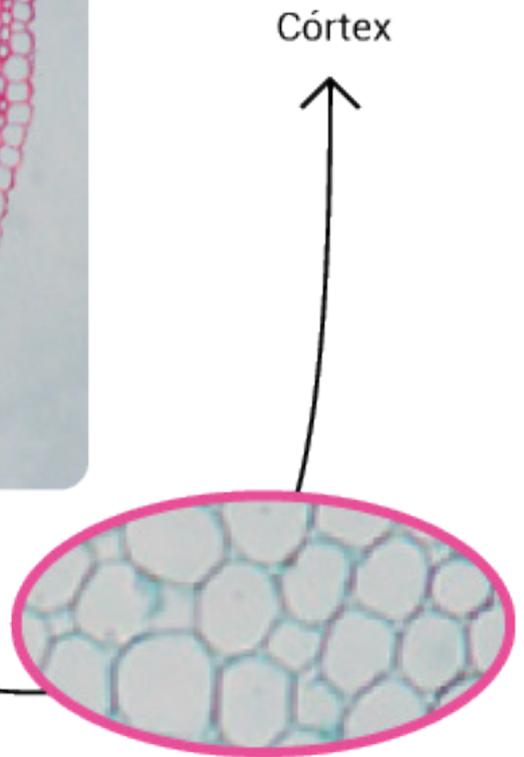
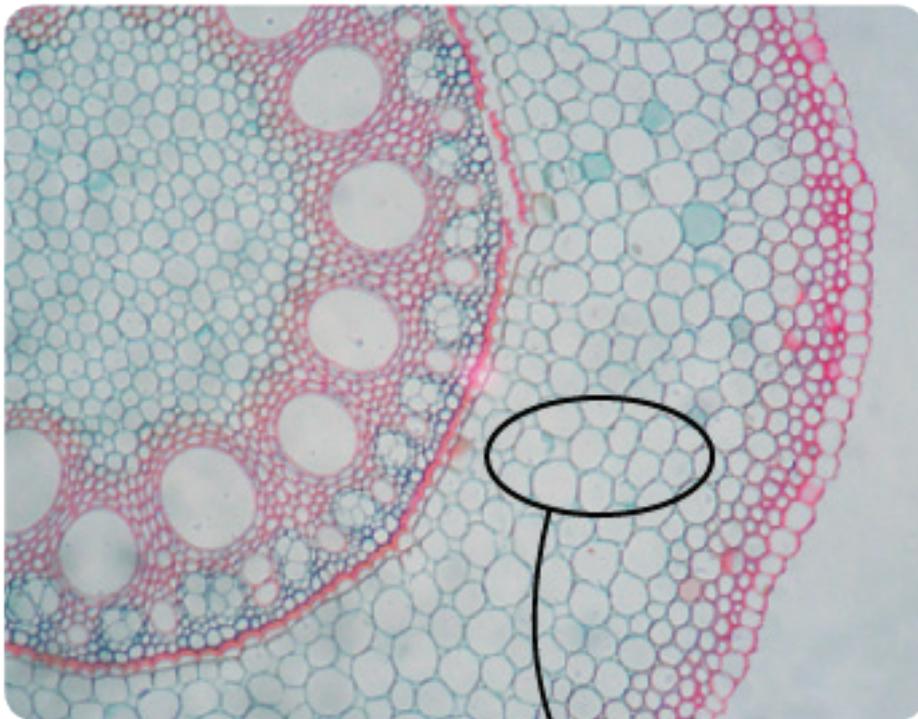
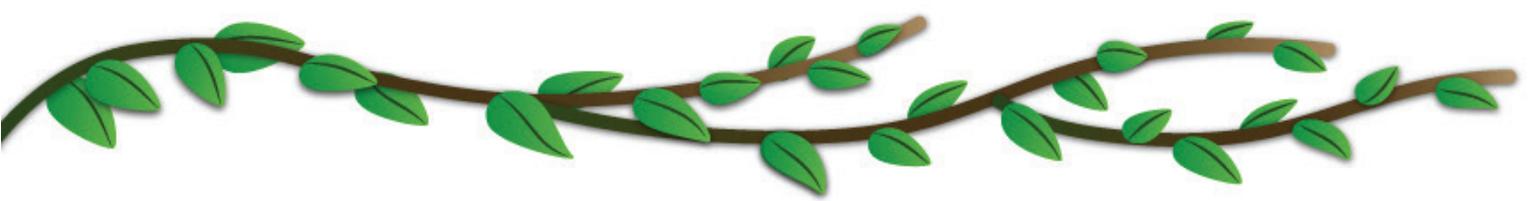


Figura 70. C6rtex
Foto: Diego Izquierdo.

En el c6rtex radicular se desarrolla una capa celular interna que forma la endodermis. En las c6lulas j6venes de la endodermis se observa en las paredes radiales y transversales la banda de caspary, compuesta de lignina y suberina (**figura 71**).

Durante el desarrollo primario de la ra6z, las c6lulas de la endodermis tienen capacidad para crecer longitudinalmente y duplicarse, incluso en el crecimiento secundario anticlinal en algunas ra6ces, durante las primeras etapas. Tambi6n se deposita sobre la pared interna de la pared primaria, una l6mina de suberina, lignina y, en algunos casos, se observa la banda de caspary.



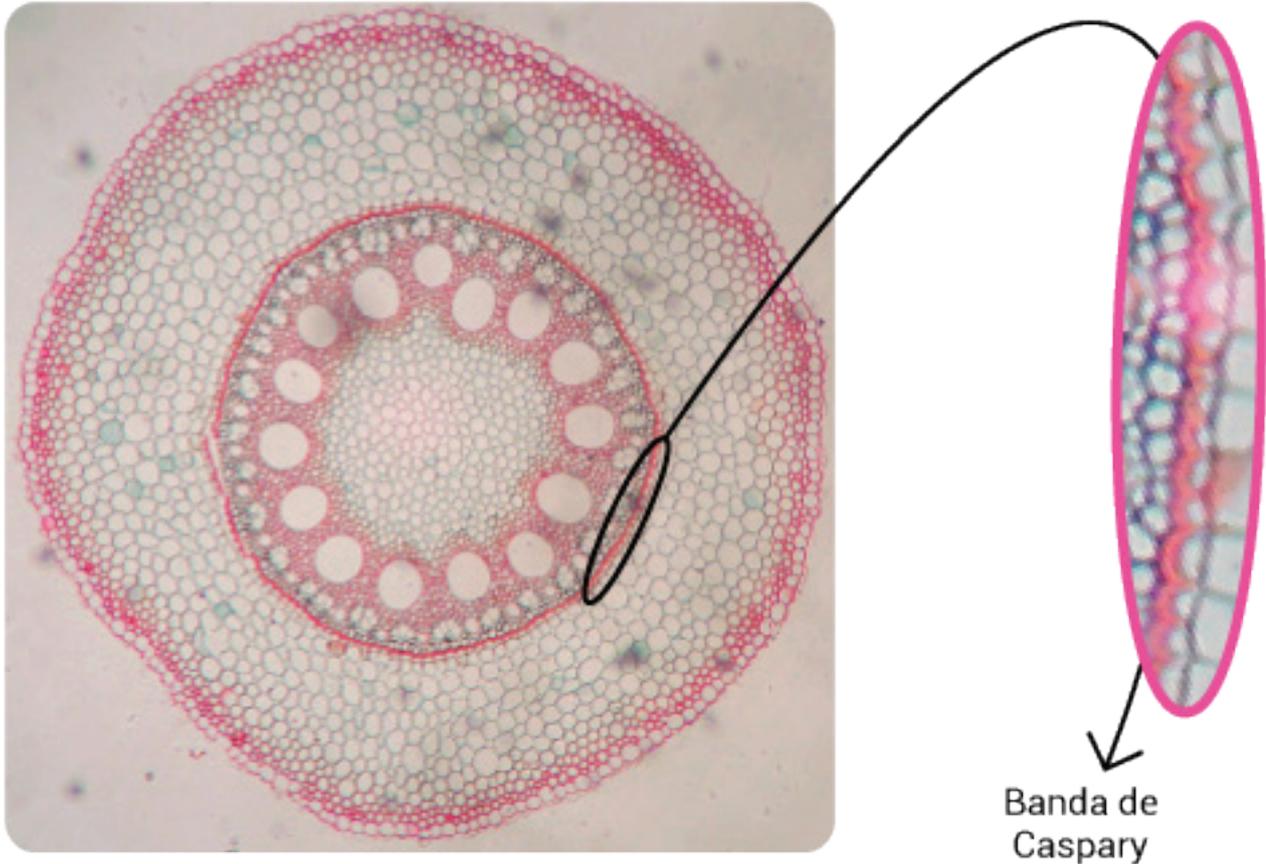


Figura 71. Banda de Caspary
Foto: Diego Izquierdo

6.2.4. Periciclo

Entre la endodermis y los haces vasculares, cuando la raíz es joven, se presentan generalmente una o varias capas de células parenquimáticas con paredes delgadas, que forman el periciclo (**figura 72**). Generalmente tiende a ser pluriestratificado.

Puede estar ausente en plantas acuáticas y parasitas. En angiospermas y gimnospermas, el periciclo presenta actividad meristemática que da origen al cambium vascular, el felógeno y las raíces laterales. En las monocotiledoneas, cuando no hay un crecimiento secundario, todo o parte del periciclo se esclerifica.



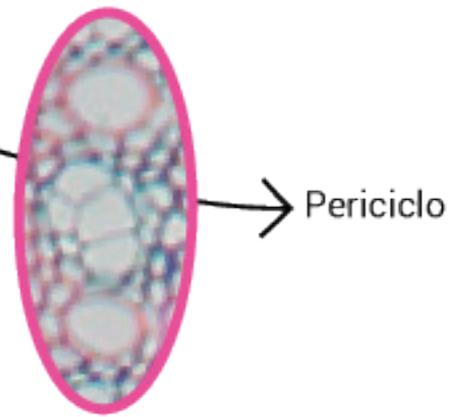
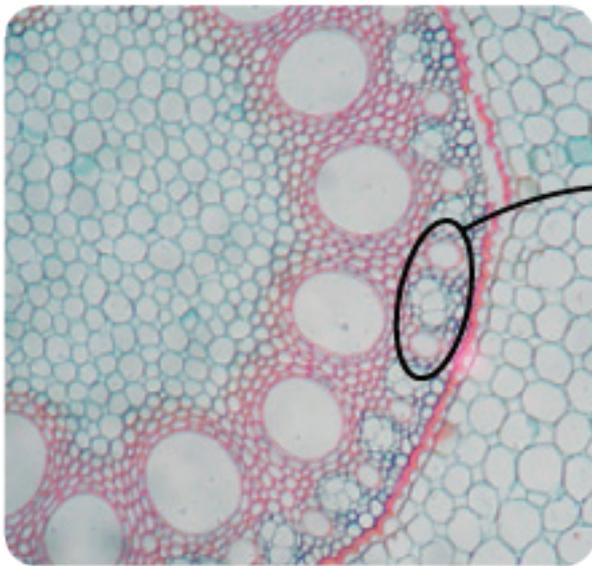


Figura 72. Periciclo
Foto: Diego Izquierdo.

6.2.5. Tejidos vasculares

La delimitación entre el cilindro vascular y el córtex es más evidente en la raíz que en el tallo (**figura 73**). Esto se debe a que el periciclo y la endodermis son bien diferenciados y a que rodean a los tejidos vasculares primarios.

El floema se dispone en forma de cordones bajo el periciclo, cerca de la periferia del cilindro vascular, y con diferenciación centrípeta. El xilema no se encuentra dispuesto sobre el mismo radio que el floema, como en el tallo, sino que forma un cuerpo central o se dispone en cordones que alternan con los haces floemáticos. Según el número de cordones xilemáticos, se distinguen raíces monarcas, diarcas, triarcas, tetrarcas y poliarcas.

La raíz presenta un protoxilema exarco, que madura en la parte externa del cilindro vascular, por ello se localiza en la periferia, mientras que el metaxilema se localiza en el interior. Los elementos traqueales del xilema se encuentran comunicados por anastomosis laterales. Y las raíces que poseen médula presentan conexiones laterales en el floema (**figura 74**).

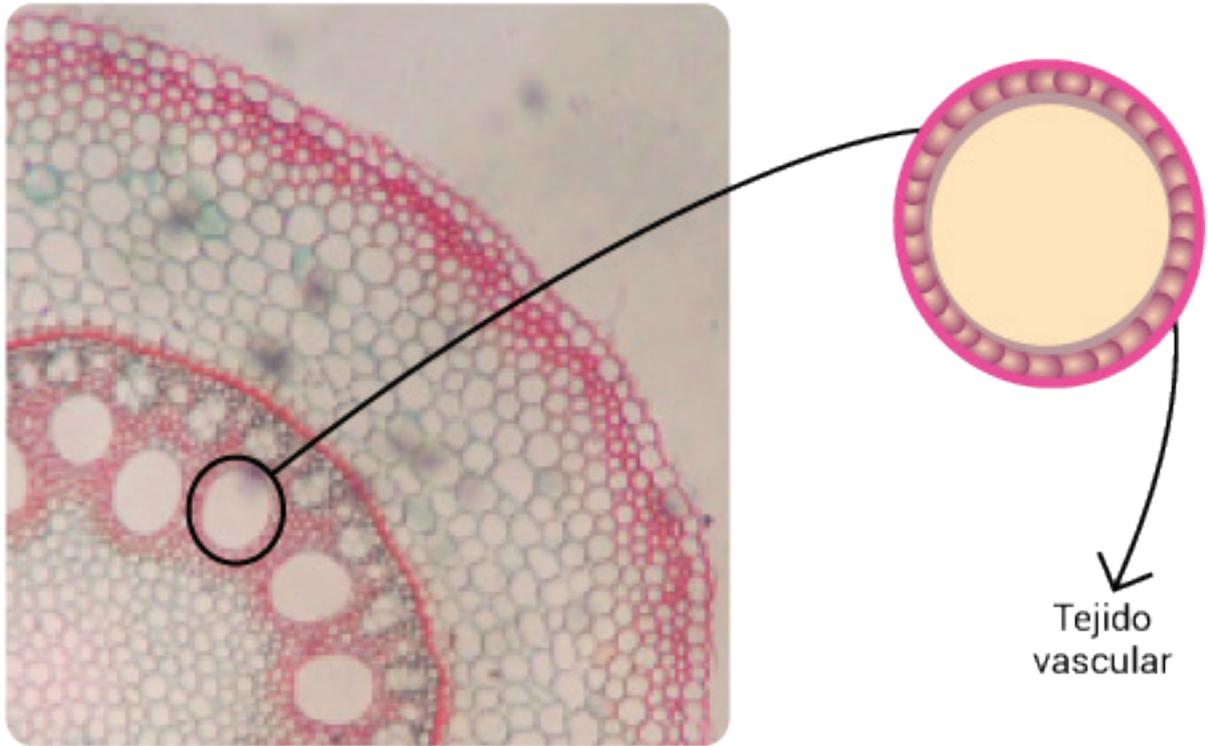


Figura 73. Tejidos vasculares de la raíz
Foto: Diego Izquierdo.

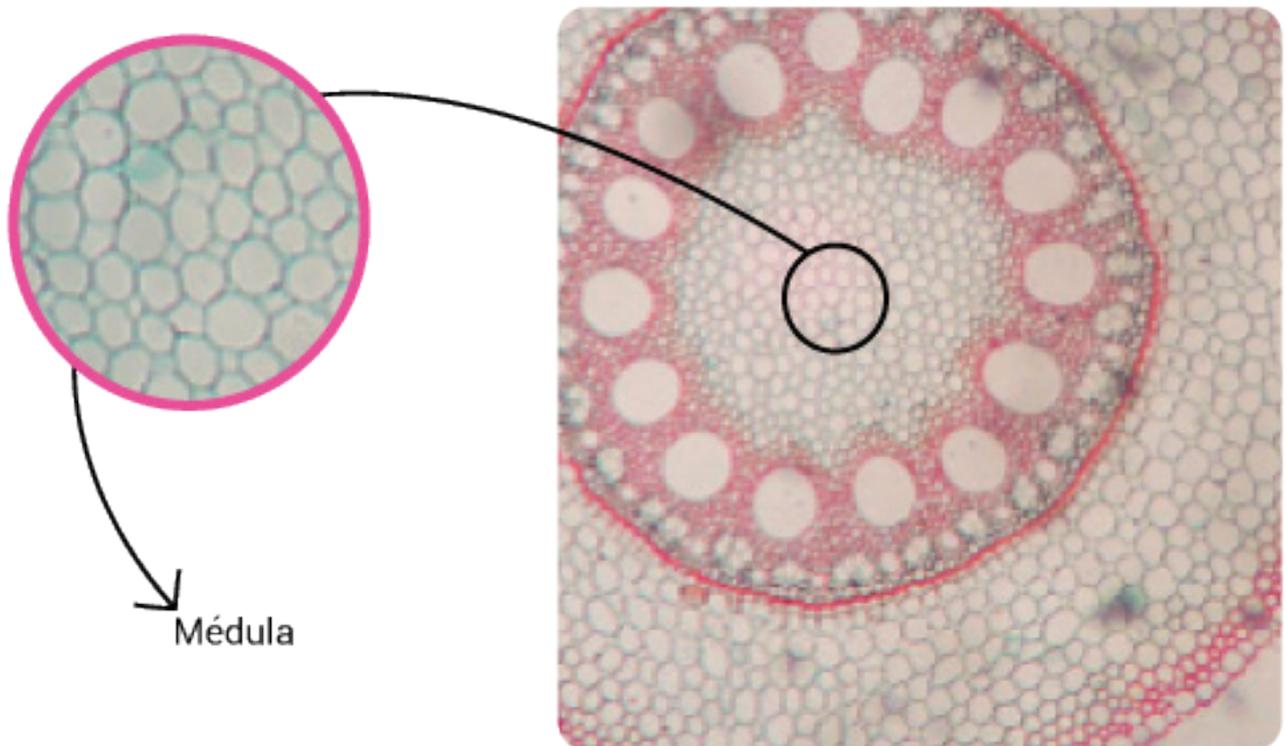


Figura 74 . Médula de la raíz, relación de tejidos vasculares
Foto: Diego Izquierdo.





Las células del parénquima se encuentran asociadas a los elementos conductores del xilema y del floema. En las raíces que no experimentan un crecimiento secundario, el parénquima está asociado al tejido primario que tiende a esclerificarse.

6.3. DESARROLLO DE LAS RAÍCES LATERALES

En angiospermas y gimnospermas, las raíces laterales se originan a partir del periciclo (**figura 75**) y en las criptógamas vasculares a partir de la endodermis. Los sistemas vasculares de la raíz principal y lateral son independientes, pero se relacionan por medio de células intermedias derivadas del periciclo y que dan lugar a las traqueidas y elementos cribosos.

6.4. CRECIMIENTO SECUNDARIO

Las raíces de las gimnospermas y de la mayoría de las dicotiledóneas experimentan un crecimiento secundario que se origina a partir de la raíz primaria. Este crecimiento origina el cambium vascular y el felógeno. En las criptógamas vasculares y la mayoría de las monocotiledóneas no presentan crecimiento secundario.

Al igual que en el tallo, el cambium vascular de la raíz forma cilindros continuos de xilema y floema secundarios. La formación de la peridermis tiene lugar después de iniciar la producción de los tejidos vasculares secundarios.



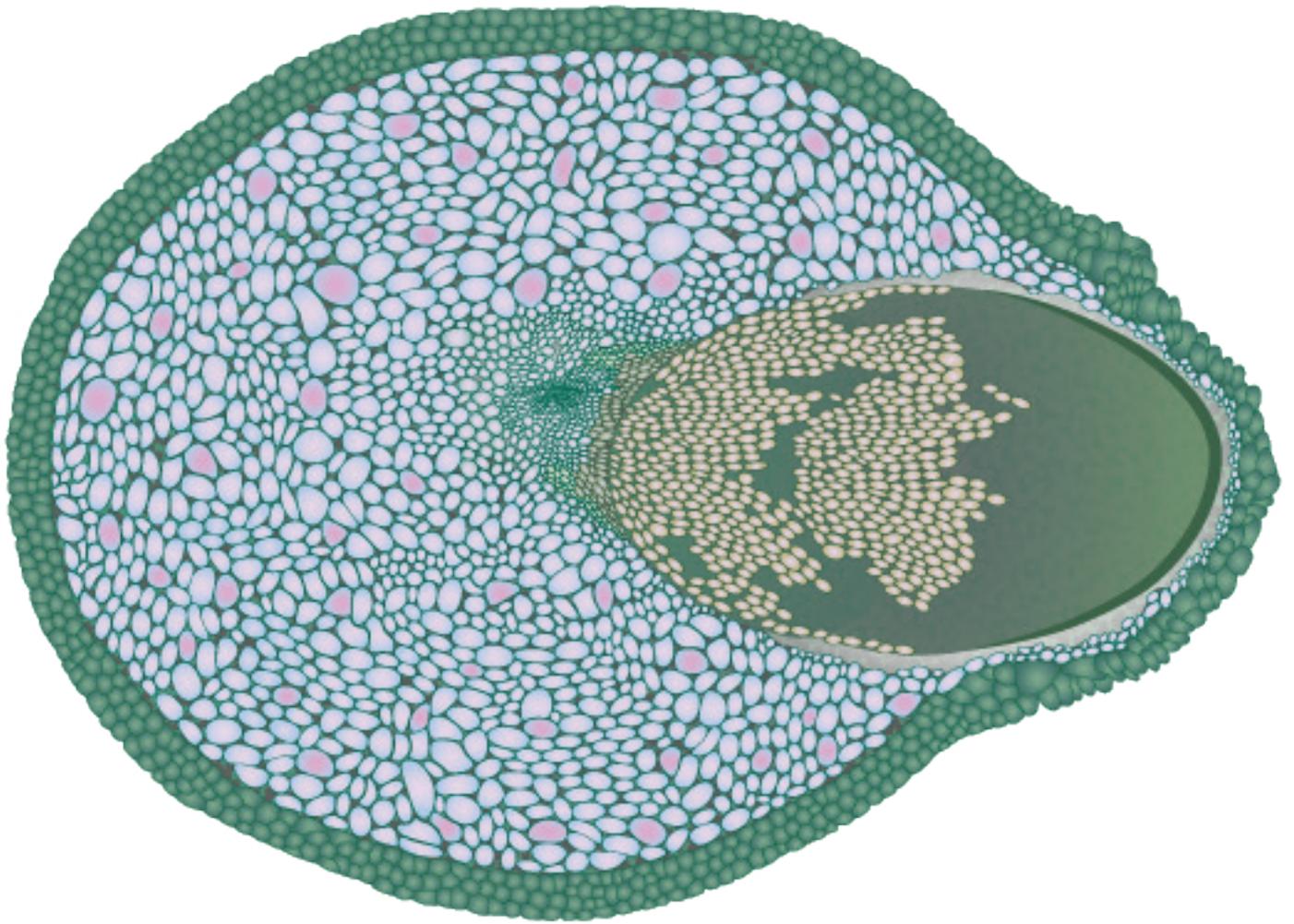


Figura 75 . Raíz lateral de angiosperma

