

## LA RAÍZ DE LAS PLANTAS: MORFOLOGÍA Y ESTRUCTURA PRIMARIA

**Morfología.** Las raíces son por lo general órganos subterráneos, a veces son aéreas.

Las raíces son propias de las cormófitas (Pteridófitas y Espermatófitas). Las talófitas poseen estructuras semejantes a las raíces que reciben el nombre de rizoides.

La raíz es el órgano vegetativo de la planta adaptado para la absorción y conducción de agua con sales minerales. Además  fija la planta al substrato y almacena sustancias de reserva elaboradas en los órganos verdes. Ciertas raíces se utilizan para la reproducción agámica o multiplicación de las plantas.

El sistema radical tiene su origen en la radícula del embrión.

En las Dicotiledóneas el sistema radical es alorrizo, la radícula del embrión se transforma en la raíz principal, axonomorfa o pivotante, con crecimiento geotrópicamente positivo penetrando profundamente en el suelo, del periciclo de la raíz principal, nacen raíces secundarias. Cuando las raíces secundarias superan en crecimiento a la raíz principal, forman un sistema radical fasciculado.

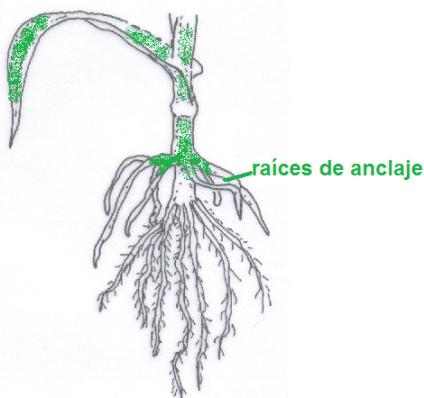
sistema alorrizo  
raíz pivotante



En las Monocotiledóneas el sistema radical es homorrizo. Las raíces embrionales son de corta vida y pronto son reemplazadas por el sistema radical adventicio que crece en forma de cabellera. Todas las gramíneas son ejemplo de raíces adventicias fasciculadas o en cabellera.

Las raíces adventicias se diferencian de las embrionales porque nacen en cualquier parte de la planta excepto en el embrión.

sistema: homorrizo  
raíces adventicias



Los sistemas radicales crecen preferentemente en las capas superficiales del suelo, sin embargo, las raíces de algunas plantas, principalmente en zonas desérticas, penetran hasta 30 m de profundidad tratando de alcanzar el nivel freático subterráneo.

La zanahoria (*Daucus carota*) posee una **raíz pivotante** y a la vez es una raíz **reservante**.

La dalia (*Dahlia* sp) posee un sistema fasciculado **reservante** (raíces tuberosas).

En el rabanito (*Raphanus* sp) o la remolacha de consumo (*Beta vulgaris* var. *cicla*), la raíz es **pivotante**, pero lo que desarrolla acumulando sustancias de reserva es el hipocótilo (primer entrenudo del tallo).

La batata (*Ipomoea batatas*) es una **raíz almacenadora** y a la vez una **raíz gemífera** porque posee yemas adventicias que originan nuevas plantas al formar raíces y brotes, permitiendo su multiplicación.

La formación de raíces adventicias es muy importante para la multiplicación de las especies, ya sea que desarrollen en forma natural o favorecida por el hombre en esquejes, estacas y acodos.

**Raíces contráctiles:** son raíces gruesas y arrugadas que nacen en el tallo de los bulbos, tienen por función colocar a los bulbos en la profundidad adecuada para su crecimiento.

**Raíces columnares:** son raíces con forma de columnas que nacen en las ramas y crecen hasta alcanzar el suelo, por ejemplo: en el agarrapalo (*Ficus luschnathiana*).

**Raíces tabulares:** son raíces en forma de tablas que producen los árboles de regiones selváticas para asegurar su anclaje, por ejemplo: el alecrín (*Holocalyx balansae*).

**Pneumatóforos:** son raíces respiratorias que se pueden observar en el Ciprés calvo (*Taxodium distichum*), Gimnosperma que cuando crece en el agua produce estas raíces con geotropismo negativo, es decir, que salen del agua para tomar oxígeno a través de los pneumatodos (estructuras con función semejante a los estomas).

**Raíces epífitas:** son raíces que le sirven a la planta para adherirse al sustrato, pueden tomar el polvo del aire, por ejemplo: en el clavel del aire (*Tillandsia* sp. ), pueden realizar fotosíntesis en algunas orquídeas.

**Raíces simbióticas:** son raíces que entran en simbiosis con bacterias u hongos. Por ejemplo: las bacterias del género *Rhizobium* spp. con las raíces de Leguminosas para fijar nitrógeno atmosférico. Entre los hongos hay ascomicetes y basidiomicetes que entran en simbiosis con las raíces de árboles de los bosques (micorrizas), proveyendo al árbol con fósforo asimilable.

**Velamen radical:** son raíces de algunas orquídeas con epidermis pluristrata que de acuerdo con algunos autores absorbe agua.

## ZONAS DE LA RAÍZ EN SENTIDO LONGITUDINAL

Observaciones.

- ♣ La raíz se diferencia del tallo porque no posee nudos, entrenudos y hojas, por lo tanto, el cono vegetativo tampoco presenta nudos, entrenudos ni primordios foliares.
- ♣ Cualquiera sea el tipo de raíz, embrionales o adventicias, presentan las siguientes zonas *Por favor, téngase en cuenta que se debe estudiar en sentido inverso, ya que el crecimiento se extiende desde el ápice de la raíz hacia el cuello.*

**Cuello** (lugar de unión de la raíz con el tallo)

**Zona suberificada:** esta zona se extiende desde el cuello hasta la zona pilífera. Corresponde a la región de la raíz donde se forman las raíces secundarias o laterales.

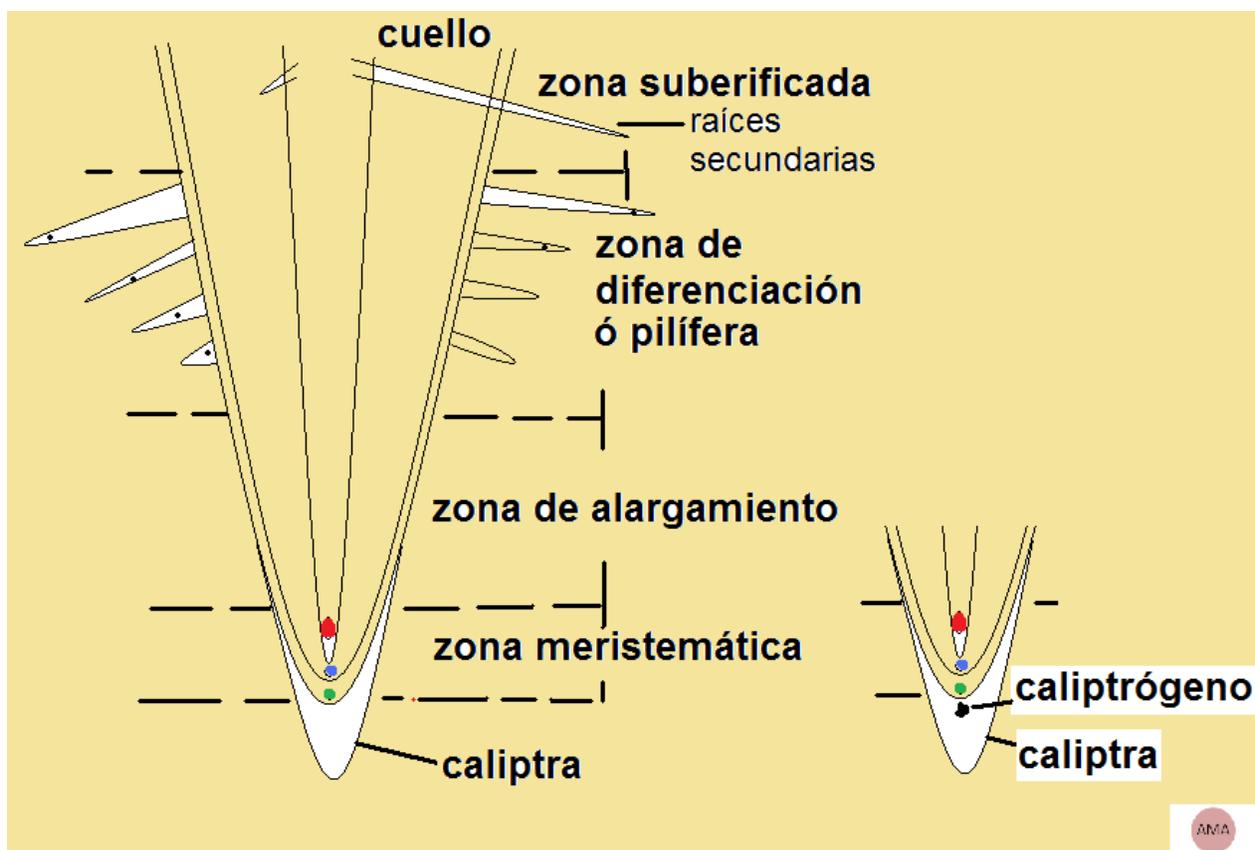
**Zona de diferenciación o pilífera:** a nivel de esta zona se visualizan los tejidos primarios, adultos, que constituyen la estructura primaria de la raíz. En la superficie y originados en la rizodermis se pueden observar los pelos radicales o pelos absorbentes.

El pelo absorbente se caracteriza por ser unicelular, con pared celular delgada y el núcleo se desplaza hacia el ápice adoptando posición subapical en el pelo adulto. Su función es aumentar la superficie de absorción de agua con sales minerales. Generalmente son de corta vida.

**Zona de alargamiento:** las células derivadas (meristemas derivados) sufren alargamiento, ocurre un cierto número de divisiones y comienzan a diferenciarse los tejidos primarios.

**Zona meristemática:** comprende el meristema o cono vegetativo de la raíz que de acuerdo a la teoría de los histógenos está compuesto por células generadoras: dermatógeno (**d**), periblema (**p**) y pleroma (**pl**) que poseen la propiedad de dividirse por mitosis y producen los meristemas derivados: protodermis, meristema fundamental y procambium respectivamente. Las células de esta región se dividen activamente para dar origen a los tejidos primarios, excepto en un sector denominado centro de quiescencia o centro de reposo.

**Caliptra o cofia:** se origina en el dermatógeno y meristema derivado protodermis (en las **Dicotiledóneas**) o en una célula generativa especial el **caliptrógeno** (en **Monocotiledóneas**). Sus células son ricas en almidón y con abundantes dictiosomas, cuya vesículas transportan mucílagos que facilitan el desplazamiento de la raíz en el suelo. La función de esta zona es proteger la zona meristemática. (VER MICROGRAFÍAS DE RAÍZ CON ESTRUCTURA PRIMARIA)



#### ESTRUCTURA PRIMARIA DE LA RAÍZ

En un corte transversal (CT) de la raíz con estructura primaria podemos distinguir desde la periferia hacia el centro la rizodermis, los corteza primaria y el cilindro vascular.

**Rizodermis:** típicamente unistrata formada por células muy apretadas, alargadas, con paredes delgadas, generalmente carente de cutícula y sin estomas. Con numerosos pelos absorbentes.

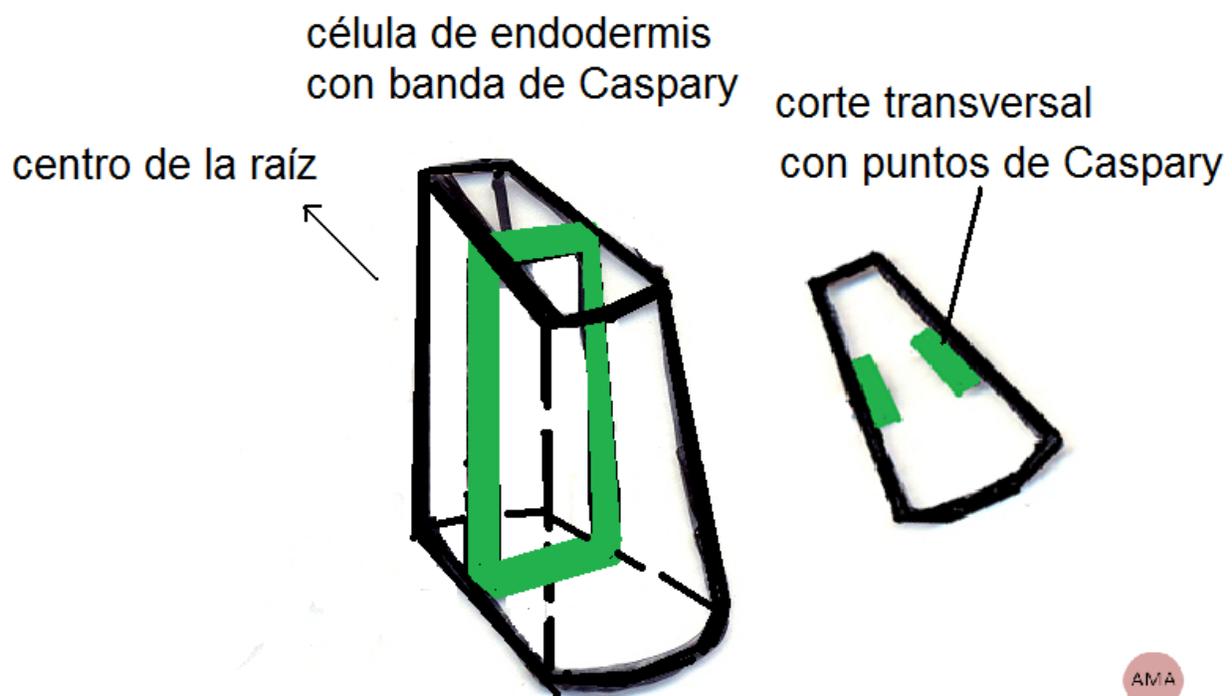
### *Corteza primaria*

**Exodermis:** tejido de protección subepidérmico formado por una o varias capas de células, más o menos hexagonales en el corte transversal, con una laminilla de suberina en sus paredes que luego es cubierta por capas de celulosa, a veces, la pared alcanza considerable espesor y se lignifica. Con el tiempo esta capa o capas reemplazan la rizodermis.

**Parénquima cortical:** frecuentemente las células poseen una disposición radial, poseen paredes delgadas, normalmente son incoloras, ya que es típicamente un parénquima de reserva. Si la raíz está expuesta a la luz forma cloroplastos, ocasionalmente parte del parénquima puede esclerificarse, o desarrollar cavidades aerenquimáticas, presentar idioblastos y estructuras secretoras.

**Endodermis:** tejido de protección interno. Generalmente formada por una capa de células que pasan por tres estadios de engrosamiento de sus paredes.

Durante el primer estadio (endodermis primaria) se produce la incrustación de la pared celular con sustancias fenólicas y grasas en forma de cinta sobre las caras radiales y transversales, formando la llamada 'banda de Caspary'. En el corte transversal se observa como 'puntos de Caspary'. La banda de Caspary tiene gran importancia fisiológica.

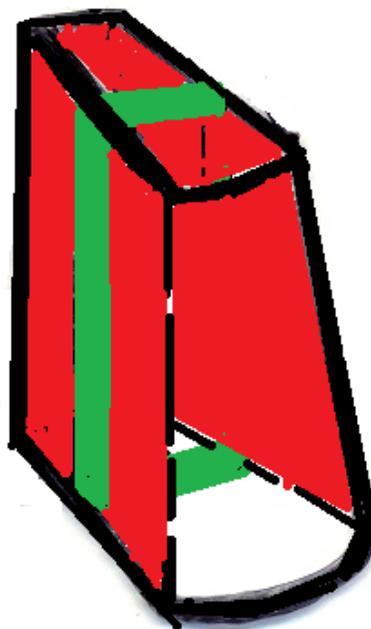


El segundo estadio (endodermis secundaria) ocurre cuando una lámina de suberina cubre todas las paredes.

El tercer estadio (endodermis terciaria) solamente se forma en las Monocotiledóneas y consiste en el depósito de capas de celulosa sobre las paredes radiales y tangencial interna, principalmente forma un engrosamiento conspicuo en la pared tangencial interna. Esta gruesa pared considerada secundaria puede tener puntuaciones y frecuentemente se lignifica. A este estadio se le suele denominar cuadro de Caspary.

## célula de endodermis con cuadro de Caspary

centro de la raíz



corte transversal



AMA

El segundo y tercer estadio no ocurre en algunas células, y se les denomina 'células de paso', con frecuencia se las puede observar frente a los cordones de xilema.

El segundo y tercer estadio de engrosamiento no ocurre en las Gimnospermas y las Angiospermas Dicotiledóneas porque el crecimiento secundario elimina la endodermis o si ésta persiste es aplastada por el crecimiento secundario del cilindro vascular o se adapta formando nuevas células con banda de Caspary.

### *Cilindro vascular o cilindro central*

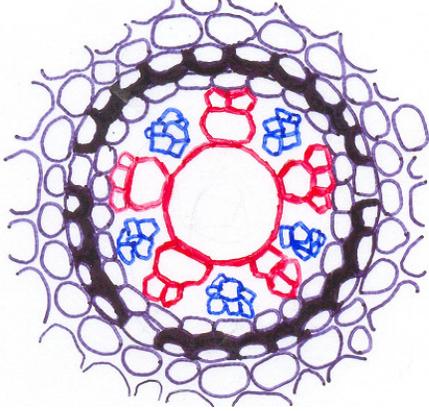
**Periciclo:** una o más capas de células de tipo parenquimático con propiedades meristemáticas que dan origen a las raíces laterales, a yemas adventicias y en raíces con crecimiento secundario da origen a parte de los meristemas laterales (cambium vascular y cambium suberógeno). En raíces de monocotiledóneas puede llegar a esclerificarse.

**Xilema y floema primarios:** se encuentran formando cordones dispuestos en forma alterna y radiada, es decir que los cordones de xilema alternan con los cordones de floema. Los cordones de floema se ubican próximos al periciclo y no se extienden demasiado hacia el centro de la raíz mientras que los cordones de xilema frecuentemente se extienden hasta el centro de la raíz, incluso pueden ocupar la médula con sus vasos, por ejemplo en la raíz del trigo. En otros casos la médula es amplia y los cordones xilemáticos son periféricos, por ejemplo en la raíz de maíz.

En todos los casos el protoxilema y protofloema se ubican en la periferia (próximos al periciclo), mientras que el metaxilema y el metafloema hacia la médula central.

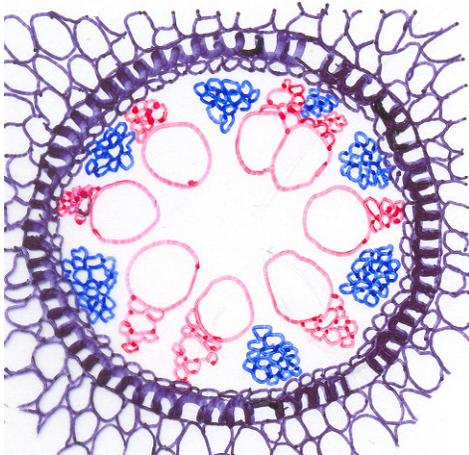
**Médula:** formada por parénquima, en ocasiones puede esclerificarse parcial o totalmente, o destruirse constituyendo una raíz fistulosa (hueca); en algunas especies, como el caso mencionado de la raíz del trigo, los vasos del metaxilema la reemplazan.

un vaso ocupa la  
médula

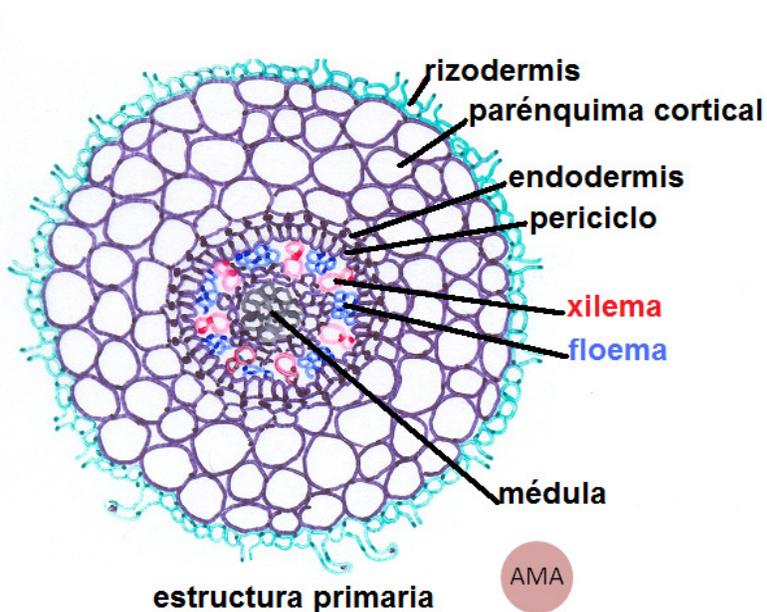


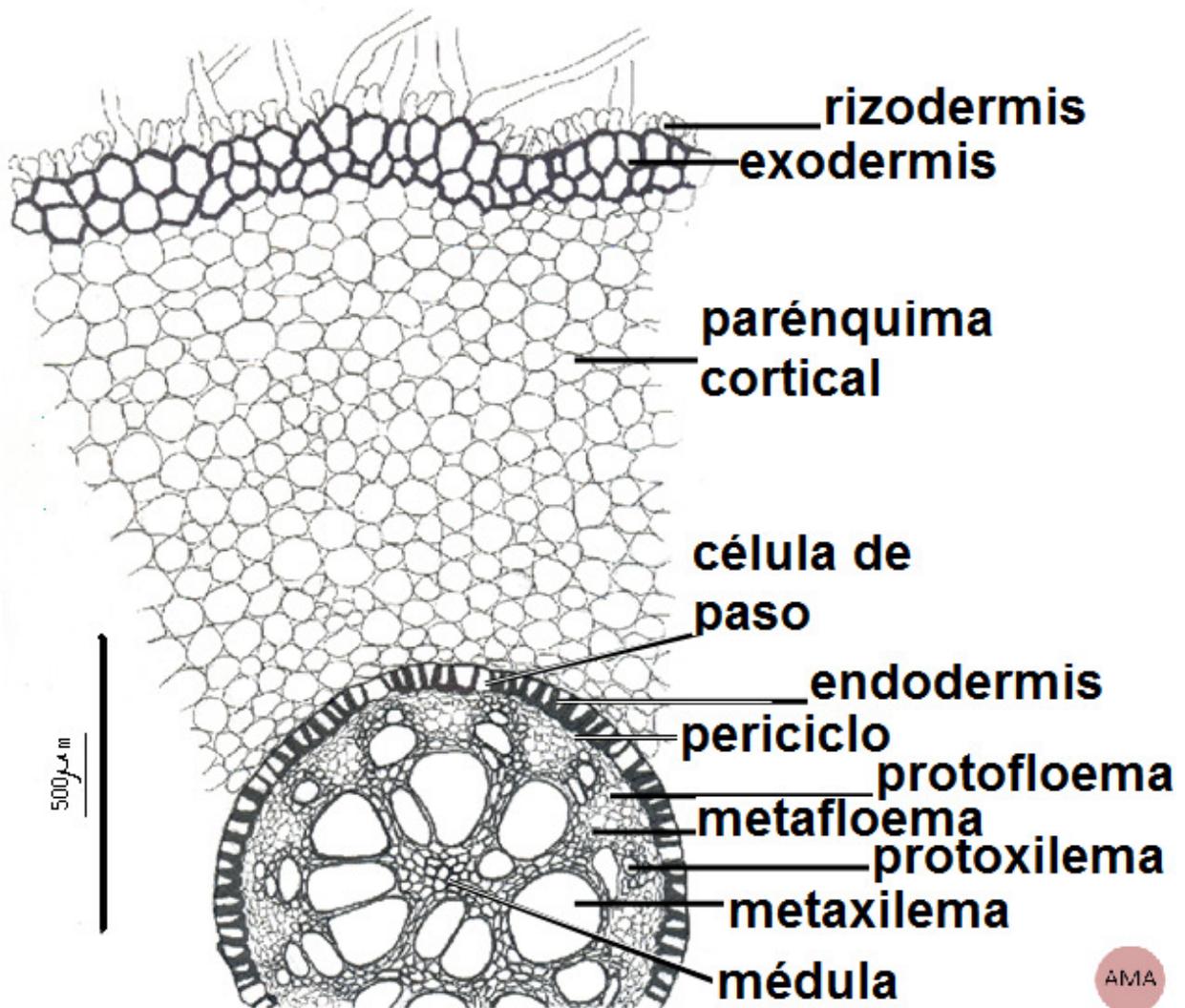
La estructura primaria de la raíz es alterna y radiada, con forma de estrella, por eso también se denomina *actinostela*. De acuerdo al número de polos de protoxilema la raíz puede ser: diarca (dos polos o cordones de xilema y dos de floema); triarca (tres polos); tetraarca (cuatro polos); y poliarca (muchos polos o cordones). Las raíces poliarcas son frecuentes en las monocotiledóneas.

raíz poliarca de maíz



**Esquema de estructura primaria completa. Endodermis con banda de Caspary**





(VER MICROGRAFÍAS DE RAÍZ CON ESTRUCTURA PRIMARIA)

**NO OLVIDE CONSULTAR LA BIBLIOGRAFÍA**

Esau, K. 1982. Anatomía de las plantas con semilla. Ed. Hemisferio Sur

Fahn, A. 1985. Anatomía Vegetal. Ed. Pirámide

Font Quer, P. 1965. Diccionario de Botánica. Ed. Labor

Valla, JJ. 2004. Botánica, morfología de las plantas superiores. Hemisferio Sur.