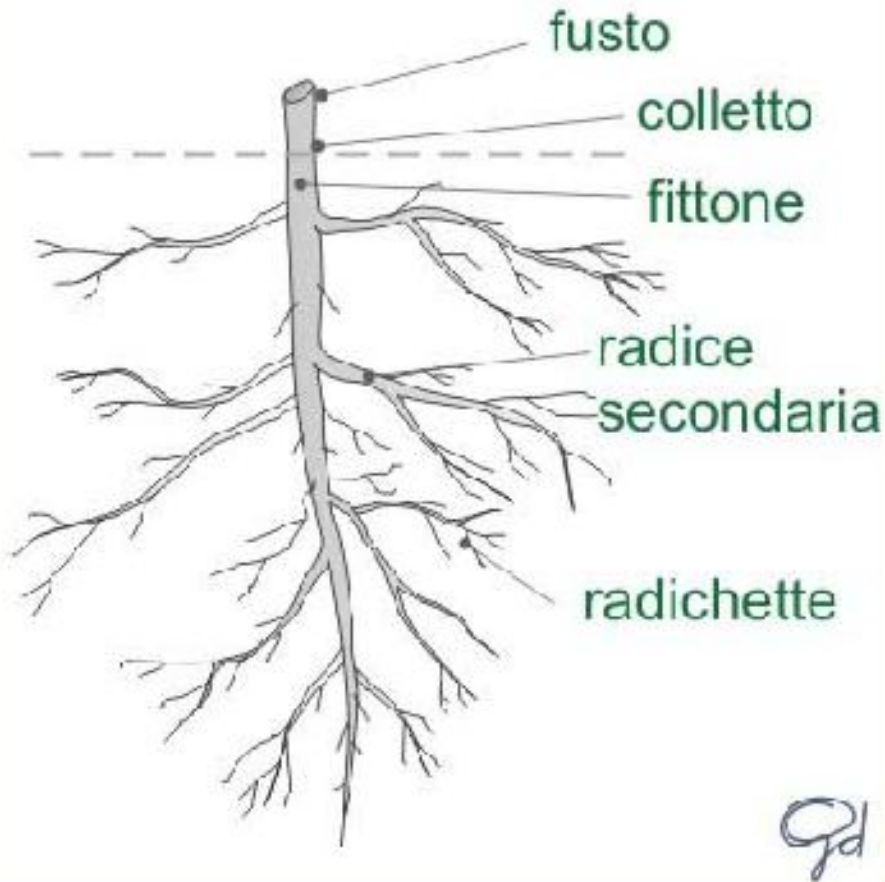


La radice



RADICE

organo della **pianta** specializzato nell'assorbimento di acqua e sali minerali dal **terreno**, fondamentali per la vita delle piante. Ha anche funzione di ancoraggio e di produzione di **ormoni** dell'accrescimento (**citochinine** e **gibberelline**) che determinano lo sviluppo della radice e del germoglio. implicata in vari processi di simbiosi (es. **noduli radicali**, **micorrize**)

Primarie o principali sono le prime radici che si sviluppano dal seme.

di secondo, terzo...ecc. ordine, sono quelle che si originano dalla ramificazione della radice primaria

Funzioni della radice

Assorbimento: di acqua e sali minerali in essa disciolti assicurando un continuo approvvigionamento idrico necessario alla crescita e sopravvivenza della pianta.

Ancoraggio: sostiene e mantiene la pianta attaccata al terreno

Riserva : è il principale organo di riserva della pianta in quanto è formata soprattutto da parenchime di riserva

Produzione di ormoni

deriva dallo sviluppo del polo radicale dell'embrione e cresce normalmente in direzione inversa a quella del **caule**, introducendosi e radicandosi profondamente nel substrato.

La forma, la struttura e le dimensioni sono in stretto rapporto con le sue funzioni e variano in relazione all'ambiente in cui la radice si sviluppa

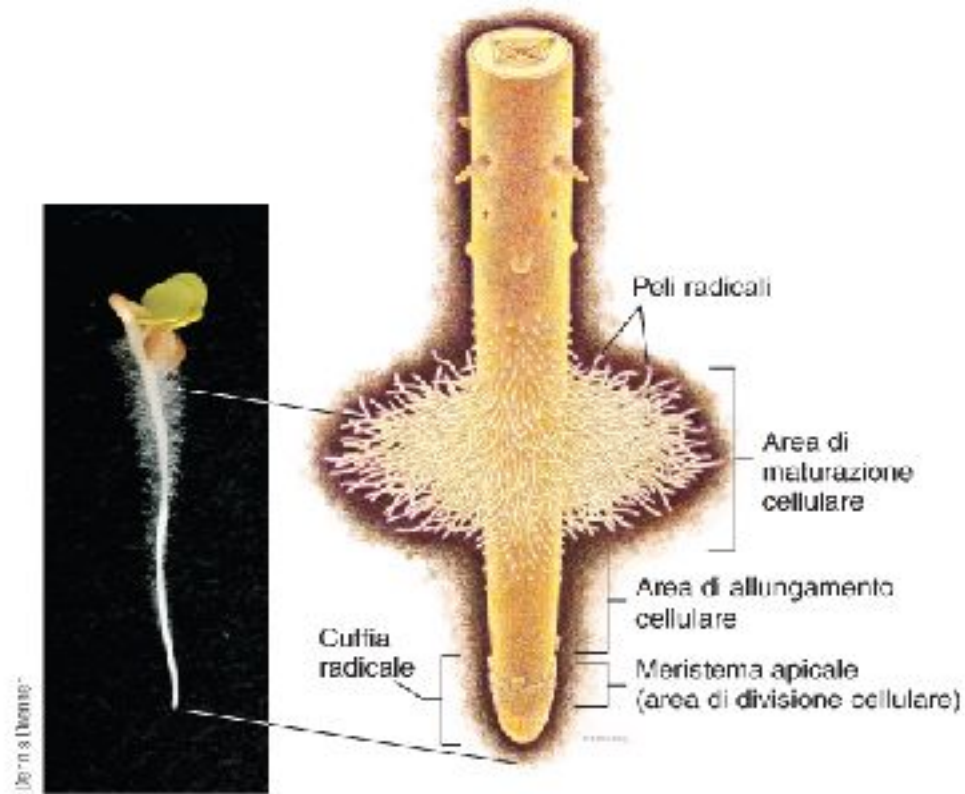
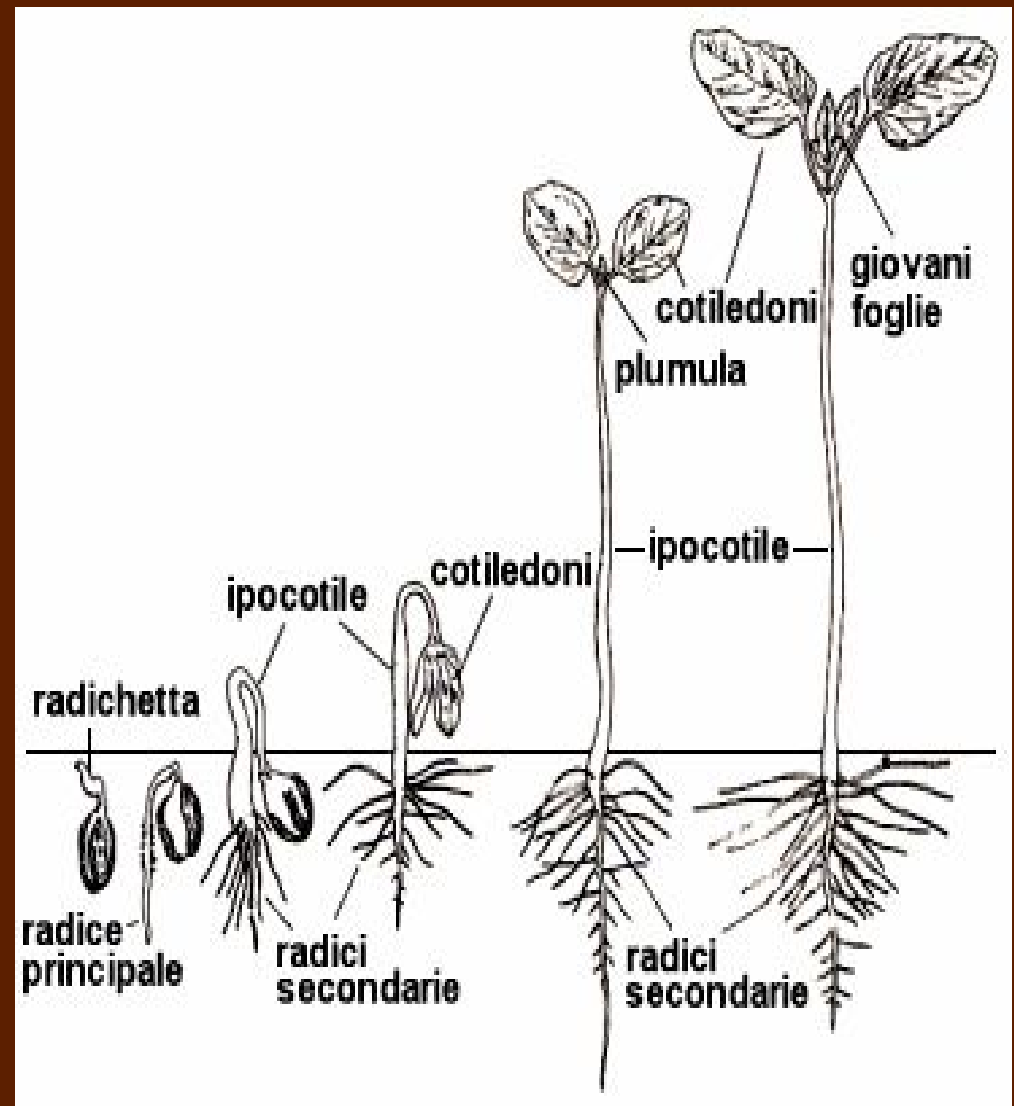


FIGURA 31-7

Un apice radicale.

Il meristema apicale della radice (area nella quale le cellule si dividono ed aumentano di numero) è protetto da una cuffia radicale. A monte del meristema apicale della radice si osserva l'area di allungamento cellulare, dove le cellule si ingrandiscono ed iniziano a differenziarsi. L'area di maturazione cellulare presenta cellule completamente mature e differenziate. Si notino i peli radicali in quest'area nella piantina di rafano (*Raphanus sativus*) che è lunga circa 5 cm (a sinistra).

In tutte le **cormofite** *, lo sviluppo dei tre organi del **cormo** (corpo della pianta) inizia allo stadio embrionale quando, a un certo punto, si notano due poli opposti: il polo caulinare che originerà il caule (= fusto) e il polo radicale. Essi sono costituiti da cellule meristematiche che daranno origine rispettivamente al fusto e alla radice. Nel fusto si ha andamento geotropico negativo, nella radice positivo. Dall'attività dell'apice radicale si formerà la radice principale.



* Cormophyta = piante provviste di radici, fusto, foglie e apparati riproduttori ben distinti tra di loro

Le radici sono composte da tre tipi di tessuto:

epidermide strato più esterno nella zona apicale è liscia e glabra e forma una sottile guaina protettiva (**pileoriza o cuffia**) che con l'accrescimento della radice si sfalda e libera una sostanza lubrificante che favorisce la penetrazione nel terreno. Internamente alla cuffia si trova l'**apice radicale** costituito da cellule meristematiche che danno origine tutti i tessuti. Sotto l'apice si trova la zona di differenziazione o zona liscia.

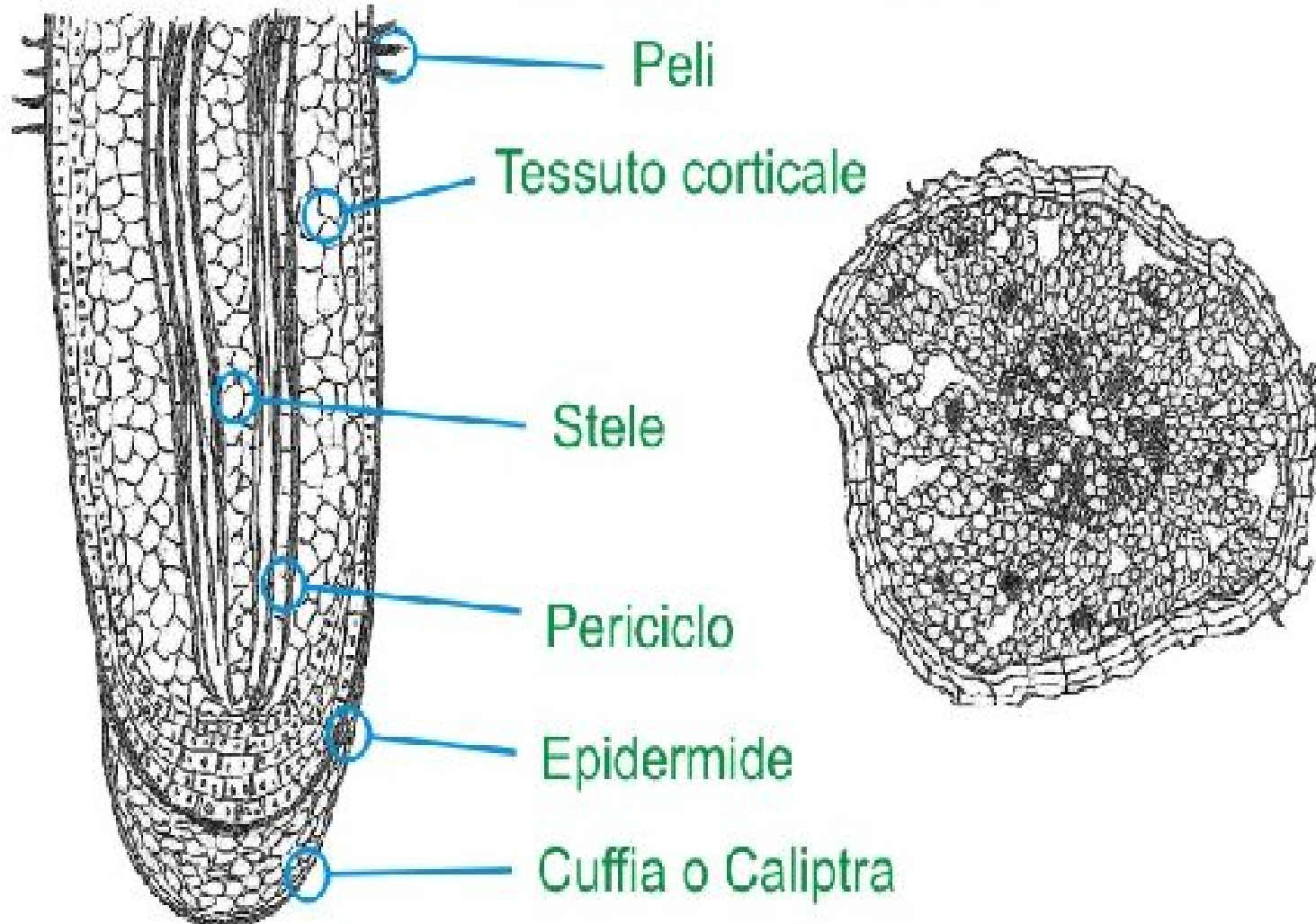
Alla zona liscia segue la **zona pilifera o di assorbimento**.

Il **colletto** forma la porzione che unisce fusto e radice.

parenchima corticale al di sotto dell'epidermide, dove avviene la diffusione delle sostanze assorbite

cilindro centrale dove sono localizzati i vasi conduttori (xilema e floema) per il trasporto delle sostanze lungo il corpo della pianta.

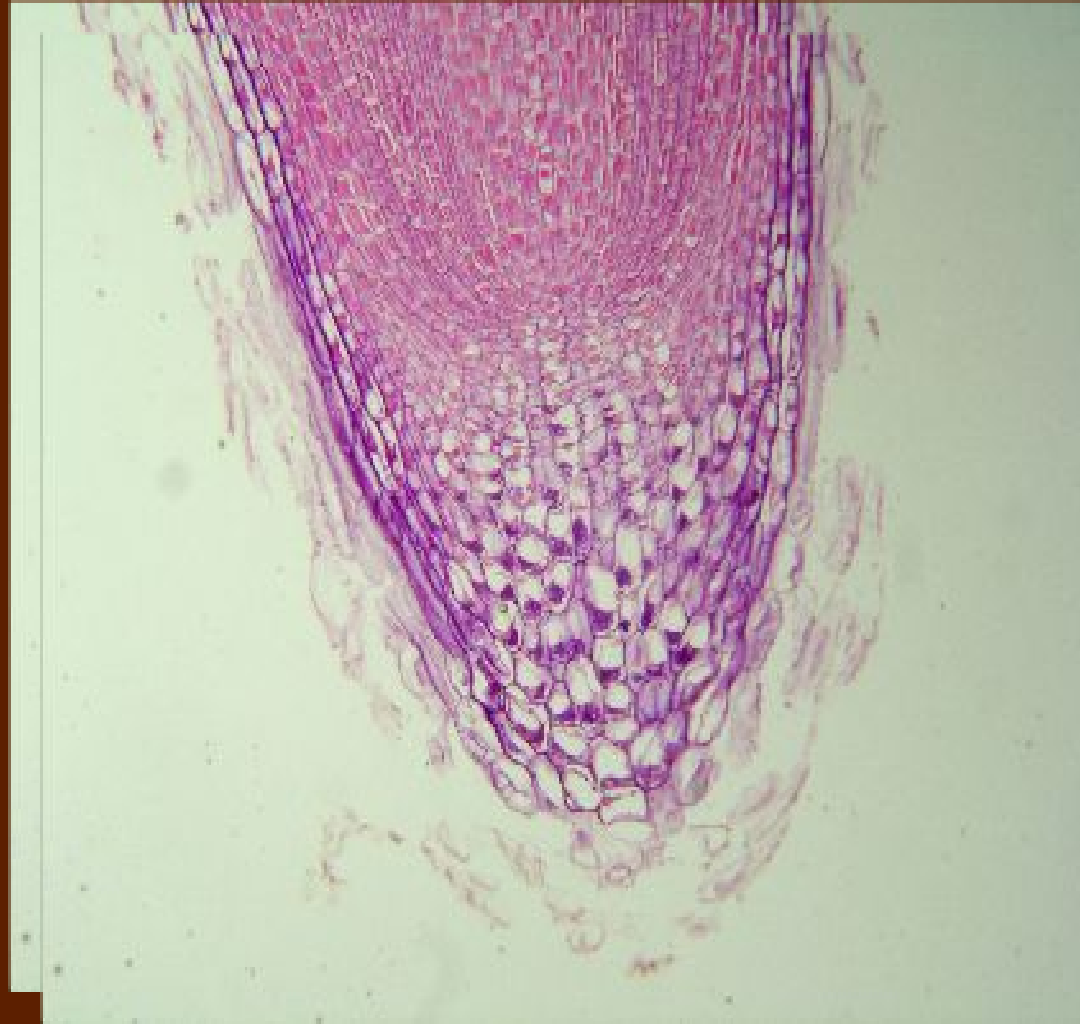
Sezione di una radice



M
106

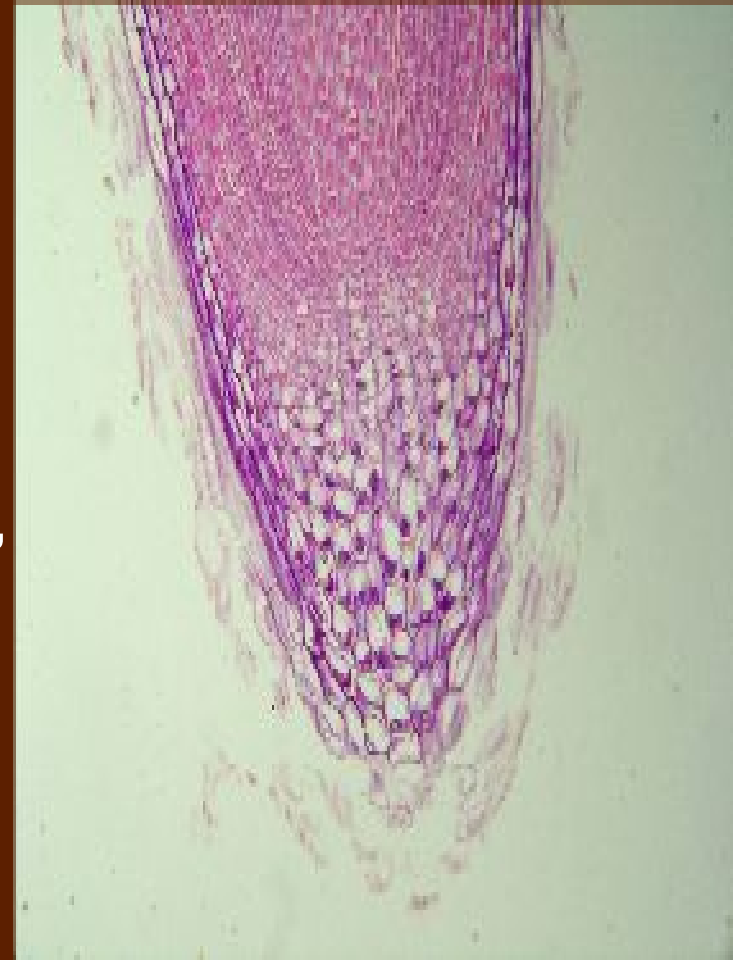
APICE RADICALE

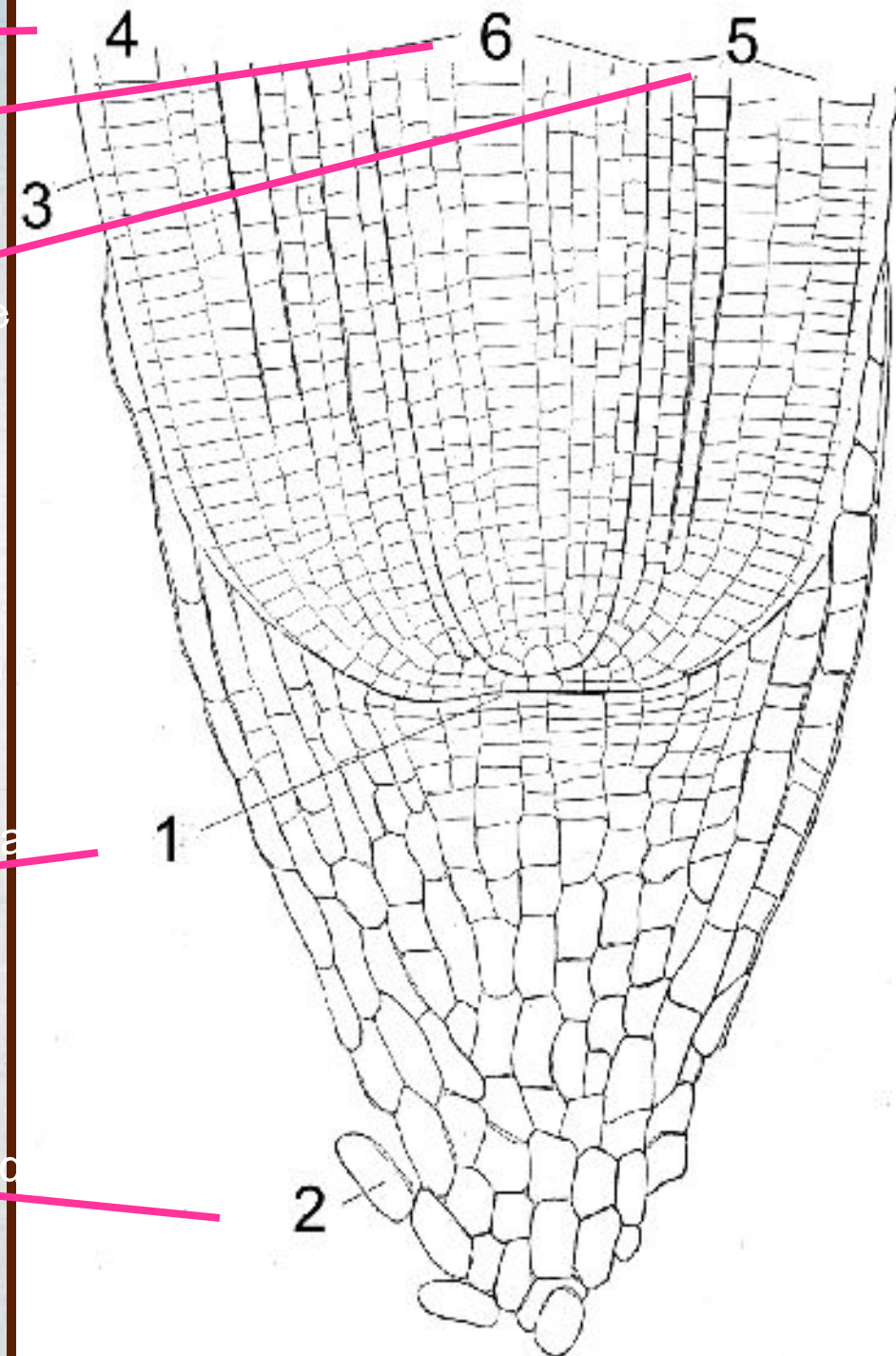
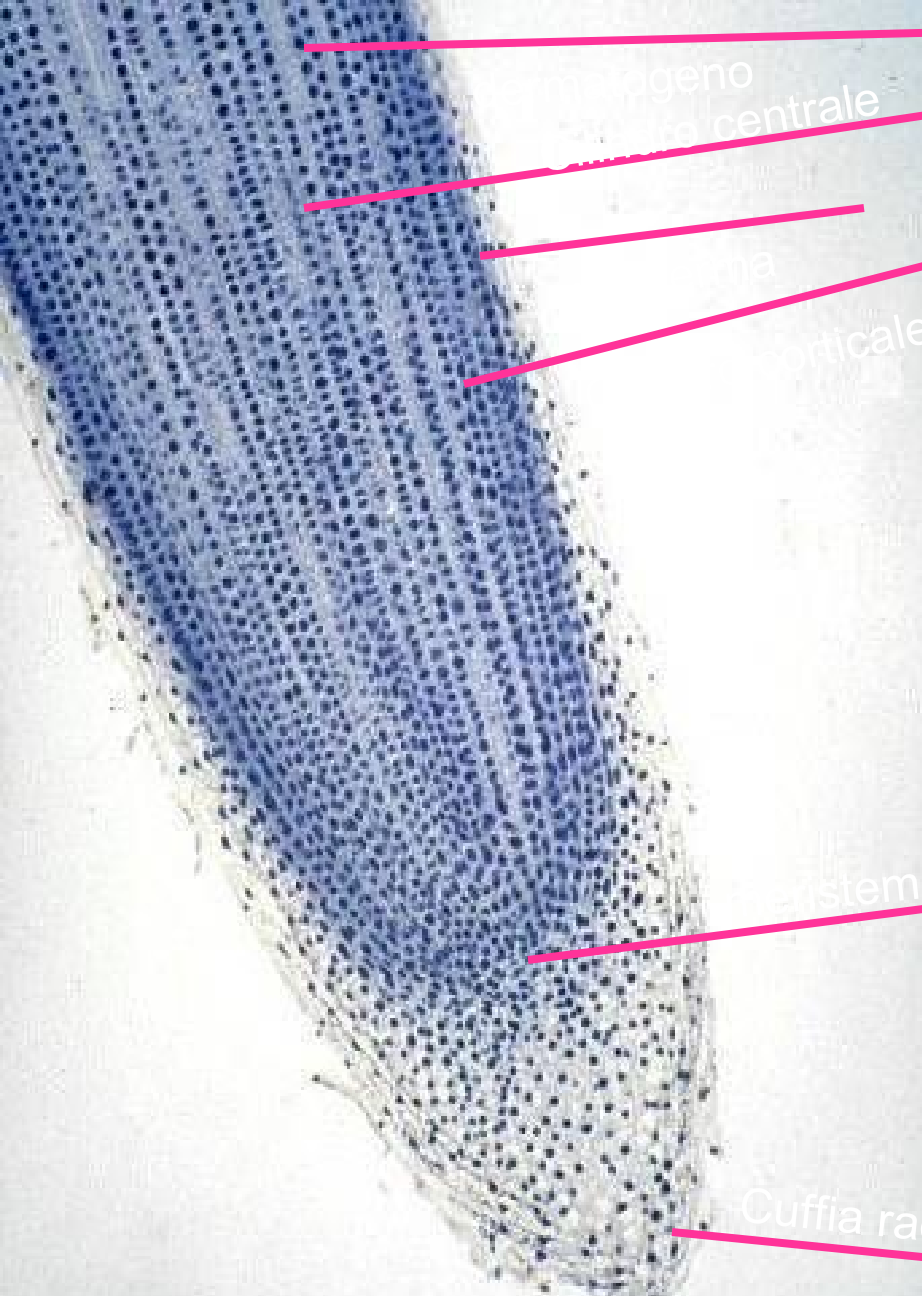
L'apice della radice deve avere delle strutture di protezione per non essere leso durante la penetrazione nel terreno. Tale protezione è fornita da una struttura presente solo in questo organo, detta *cuffia* (o *caliptra*), messa come un cappuccio. Le cellule meristematiche dell'apice radicale producono sia i tessuti della radice, sia la cuffia.



Nelle **Spermatofite**, (**Gimnosperme** e **Angiosperme**) la situazione più evoluta presenta un apice pluricellulare con alcuni gruppi di cellule iniziali:
esternamente: le cellule iniziali dette **Dermatogeno** originano l'epidermide radicale
in posizione mediana: il **Periblema** origina la corteccia primaria
più internamente: il **Pleroma** formerà il cilindro centrale.

La presenza della cuffia e l'assenza dei primordi differenziano l'apice radicale dall'apice del **fusto**; Nella cuffia sono presenti due popolazioni di cellule, una centrale che appartiene alla **zona della columella e altre laterali con le cellule delle fiancate**. Le cellule della columella sono grosse, cubiche, con grosso nucleo, molto citoplasma e grossi granuli di amido. La columella è il sito della percezione **gravitropica**, le cellule della columella contengono particolari amiloplasti (detti **statoliti**) grazie ai quali vengono percepite variazioni nella posizione che innescano reazioni di crescita che mantengono l'apice in posizione verticale (**geotropismo positivo**).

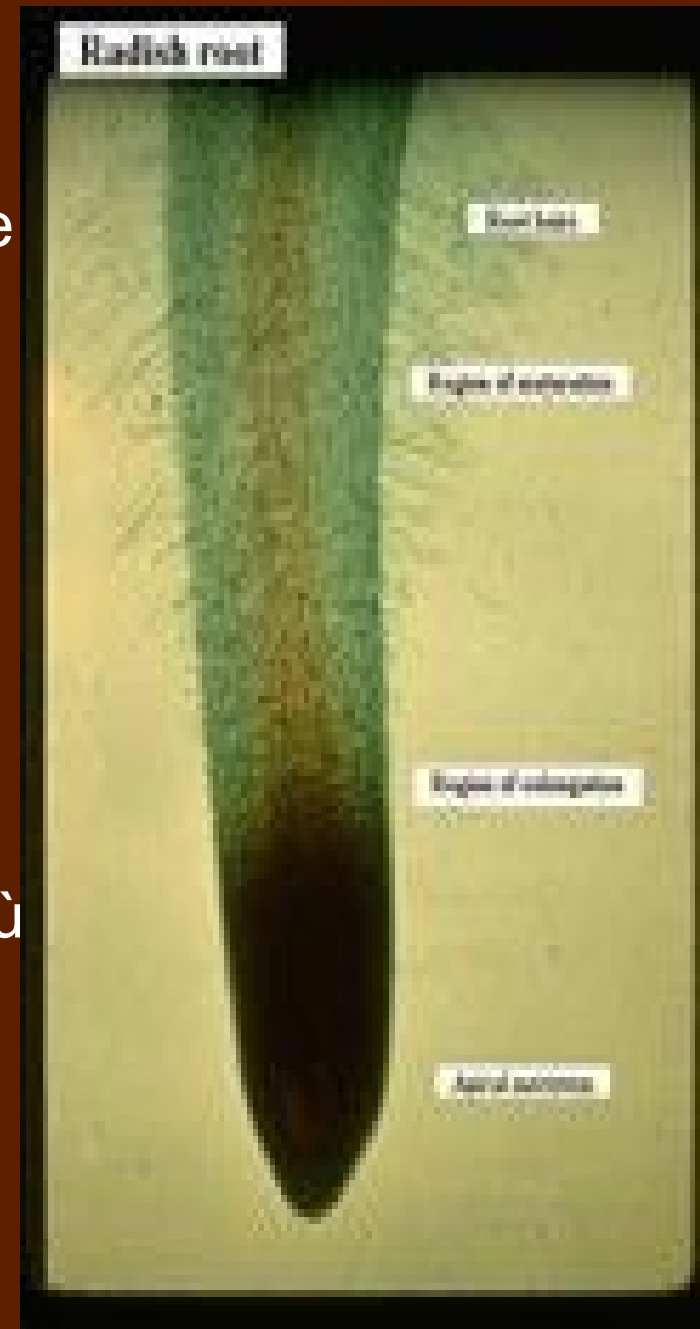




Apice radicale

STRUTTURA PRIMARIA

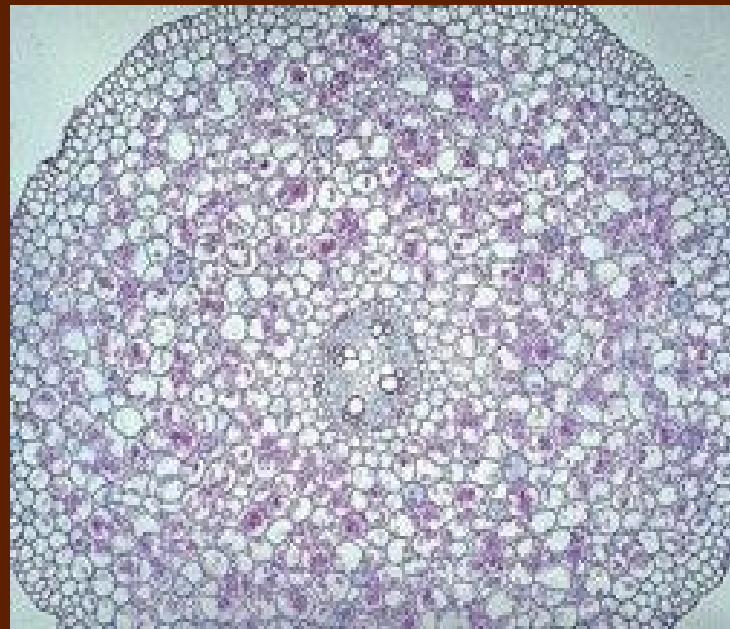
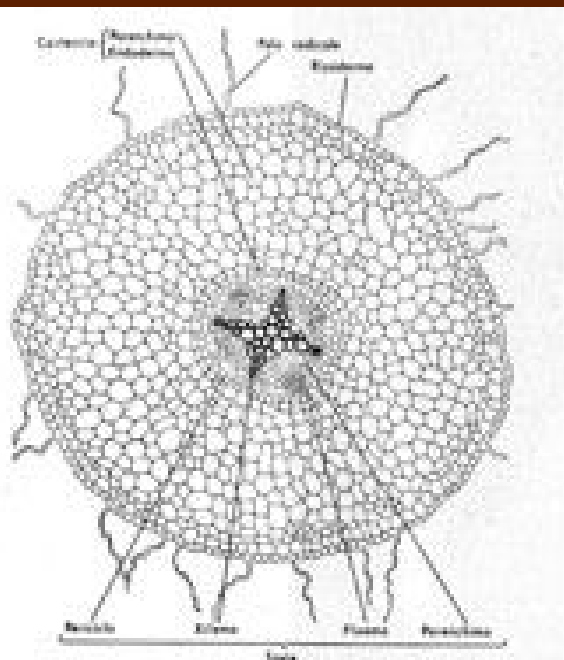
Zona pilifera **peli radicali** a partire da cellule dell'epidermide radicale dette tricoblasti, che formano un'estroflessione in cui penetra il nucleo. I peli si sviluppano man mano che si producono nuove parti di radice a partire dall'apice. Hanno durata limitata, e vengono sostituiti da nuovi peli prodotti nella zona più giovane della radice. La loro caduta corrisponde alla degenerazione dell'epidermide radicale, che viene sostituita dall'**esoderma**, cioè lo strato più esterno del parenchima corticale che suberifica alla caduta dell'epidermide radicale, assumendo funzione di protezione. Nella zona pilifera.



rizoderma o epidermide radicale è un **tessuto** formato da **cellule** prive di spazi intercellulari e senza cuticole; mancano gli **stomi**, sono presenti i peli radicali.

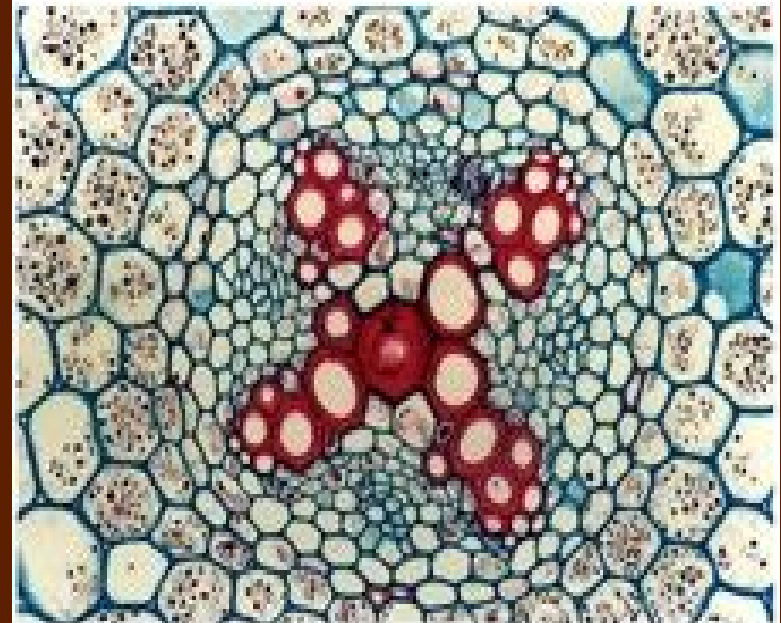
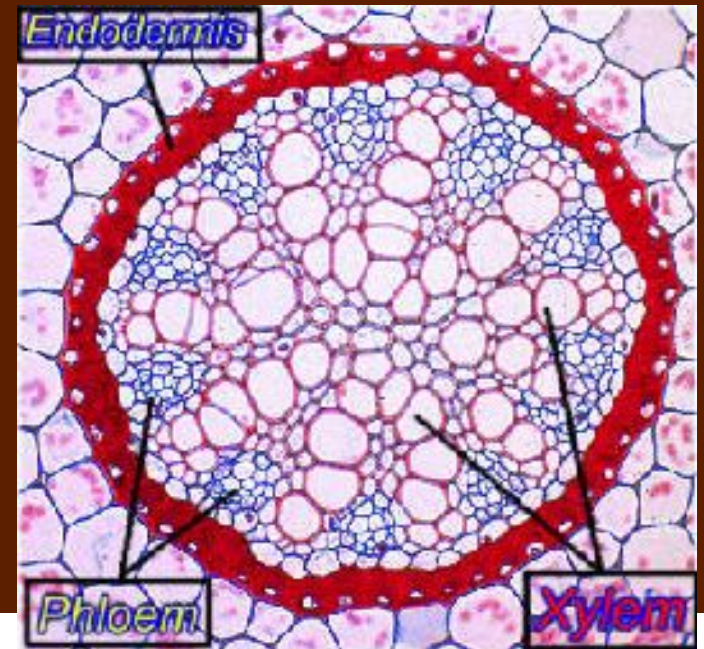
Il cilindro corticale è molto sviluppato rispetto al centrale e appare piuttosto omogeneo in quanto formato in prevalenza da **parenchima di riserva**. Vi si possono trovare strutture secernenti, a volte canali secretori.

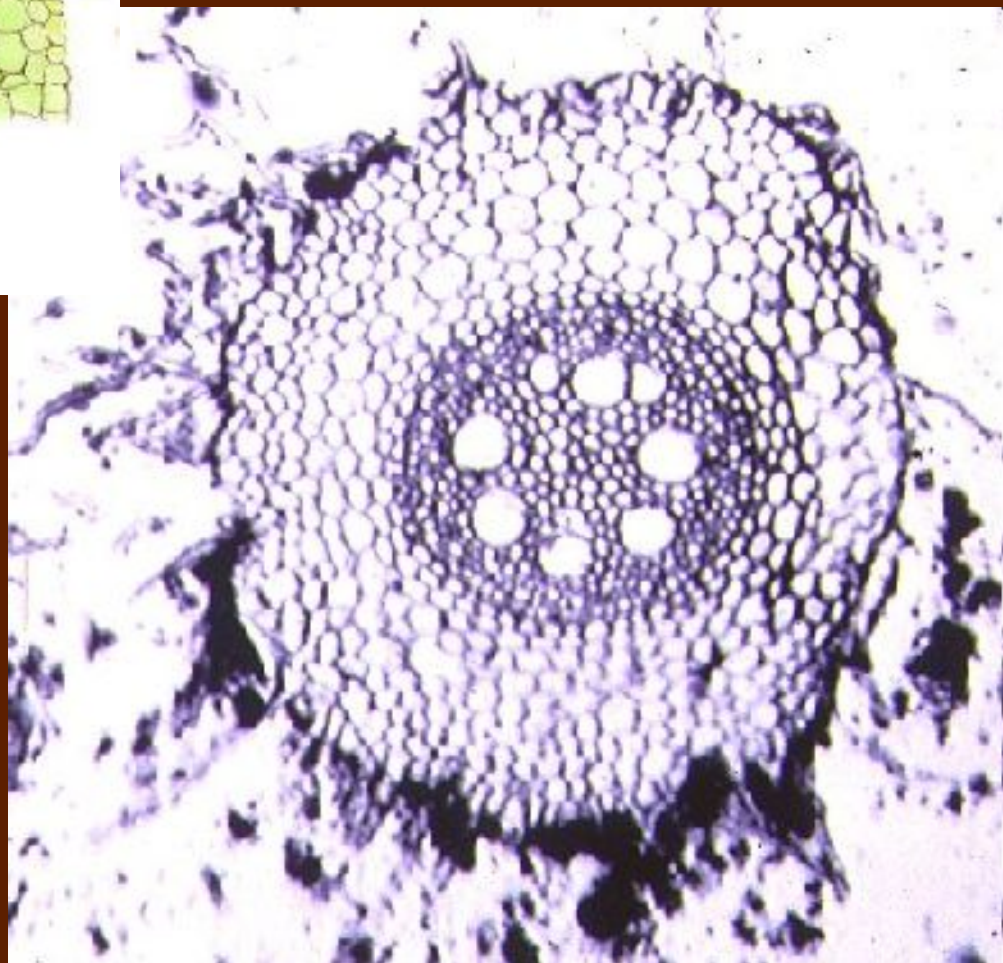
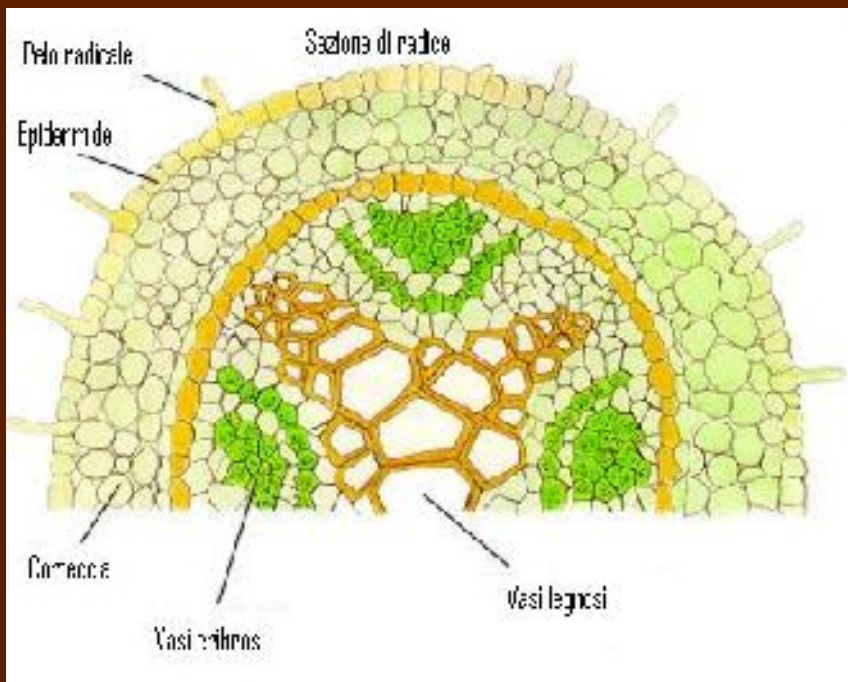
Il cilindro centrale è rigido perché ci sono elementi di conduzione.



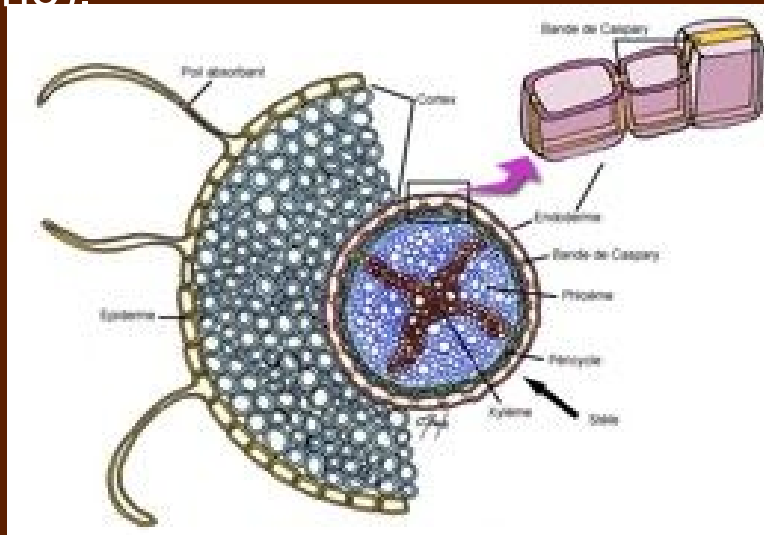
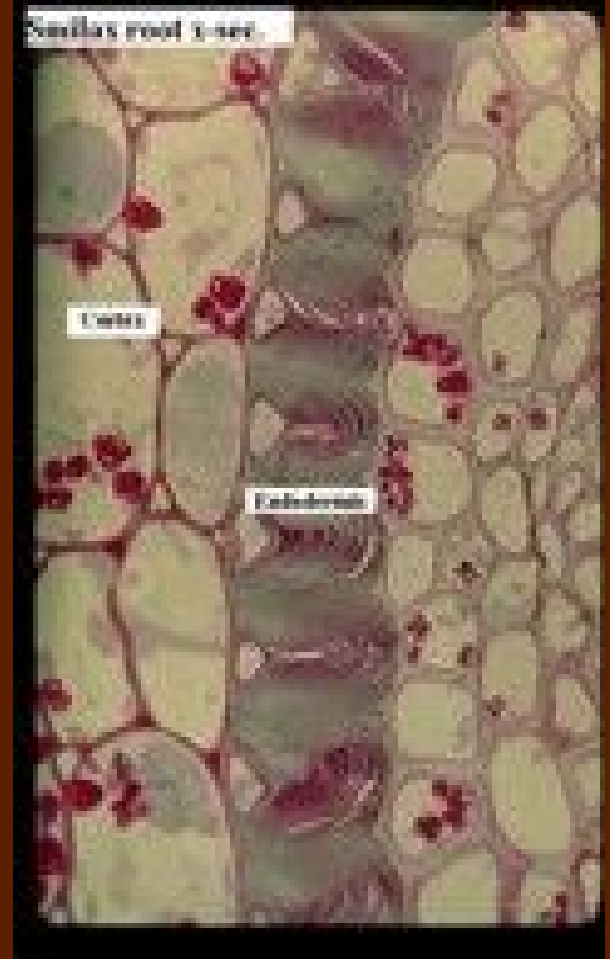
Il **cilindro centrale**, o **stele**, contiene il sistema vascolare strutturato in due tipi di tessuti di conduzione: lo **xilema** per il trasporto dell'acqua dalla radice alle foglie; il **floema** che trasporta le sostanze elaborate dalle foglie al resto della pianta. Lo strato più esterno del cilindro centrale a contatto con l'endoderma, detto **periciclo** è formato da cellule parenchimatiche. È da questo tessuto che prendono origine le radici laterali. Lo xilema non è in contatto con il floema, ma forma delle strutture raggruppate o **arche xilemiche** a cui si alternano fasci di floema.

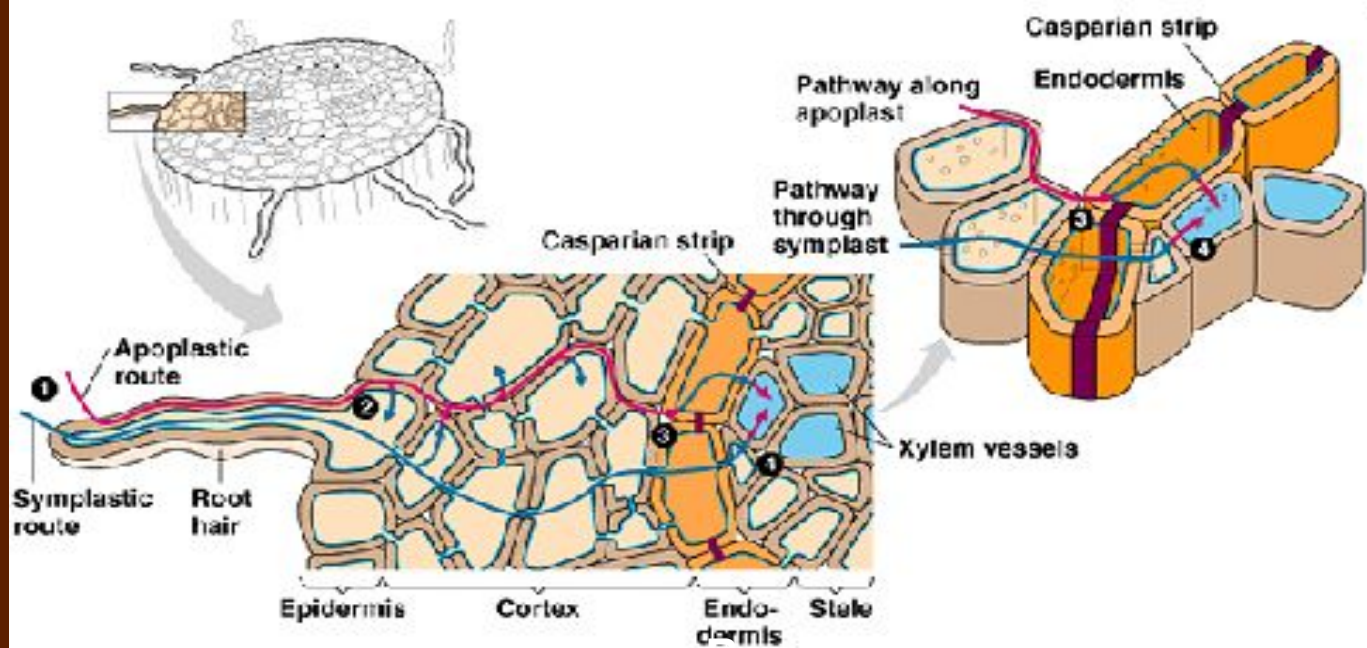
Il numero delle arche di xilema varia da specie a specie. Se sono presenti due arche la radice è detta *biarca*, se sono presenti tre *triarca*, quattro *tetRARCA*, se sono presenti molte arche *poliarca*.





Il limite fra cilindro corticale e cilindro centrale è costituito dall'**endoderma**, strato di cellule con pareti radiali e trasversali rese impermeabili da suberina o lignina. Qui si nota la **banda di Caspary**, cioè l'anello di cellule ispessite; in corrispondenza della banda il **plasmalemma** delle cellule è particolarmente aderente alla parete. La funzione dell'**endoderma** è quella di obbligare il passaggio di acqua e soluti attraverso il plasmalemma e il citoplasma prima di raggiungere le parti più profonde (parziale selezione).

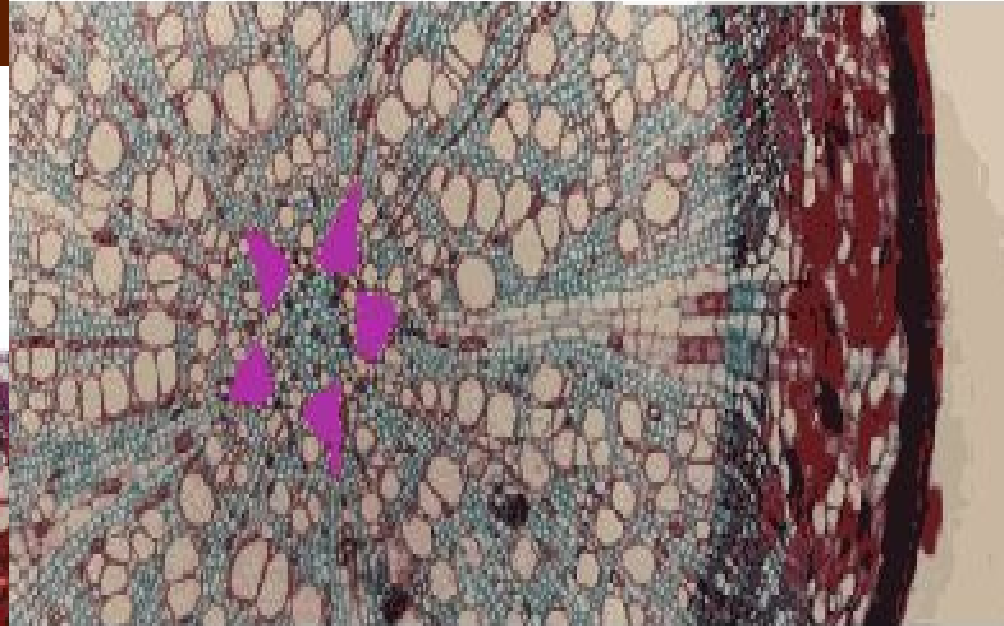
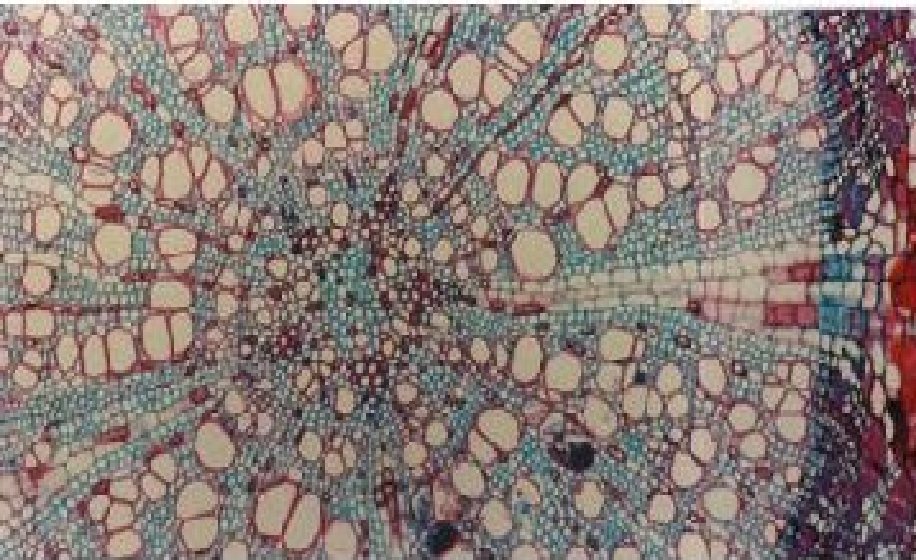




Banda del Caspary

La suberina avvolge come una fascia ogni singola cellula e costituisce la **banda del Caspary**. Dal momento che la suberificazione della parete interessa l'intero perimetro dell'endoderma, si viene a formare una barriera invalicabile per l'acqua che giunge per via apoplastica dal cilindro corticale. Infatti le soluzioni che sono penetrate attraverso le pareti corticali, giunte all'endoderma non possono infiltrarsi nelle pareti suberificate perché impermeabili e per raggiungere il cilindro centrale devono attraversare le pareti tangenziali delle cellule endodermiche, il che comporta attraversare il loro citoplasma. Le soluzioni passano così attraverso il "setaccio molecolare" della membrana plasmatica che esclude molti ioni nocivi e regola la concentrazione di altri, prima di riversarle nel tessuto vascolare.

Struttura secondaria



Radici laterali

Le **radici laterali** si formano nella zona di struttura primaria. Esse hanno una origine endogena in quanto si formano da un tessuto interno della radice, il periciclo. Alcune cellule del periciclo vanno incontro a un processo di dedifferenziazione e riacquistano la capacità di dividersi per mitosi dando origine così ad un meristema apicale costituito da tre strati di cellule. Da questi strati si originano i tre meristemi tipici dell'apice radicale. Per attività dei meristemi la radichetta si accresce trasversalmente nel cilindro corticale attraversando tutti i tessuti fino a fuoriuscire all'esterno.



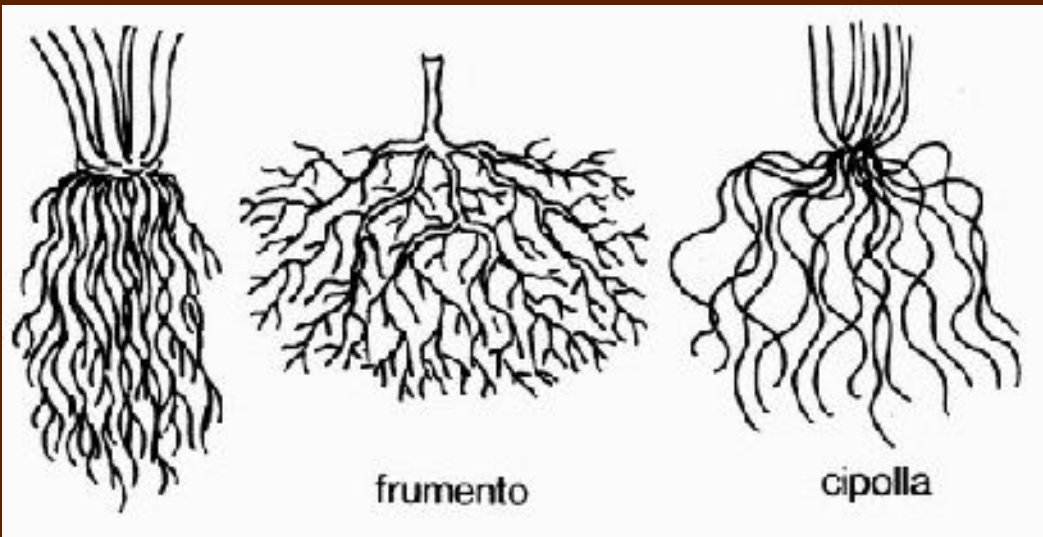
Tipi di radice

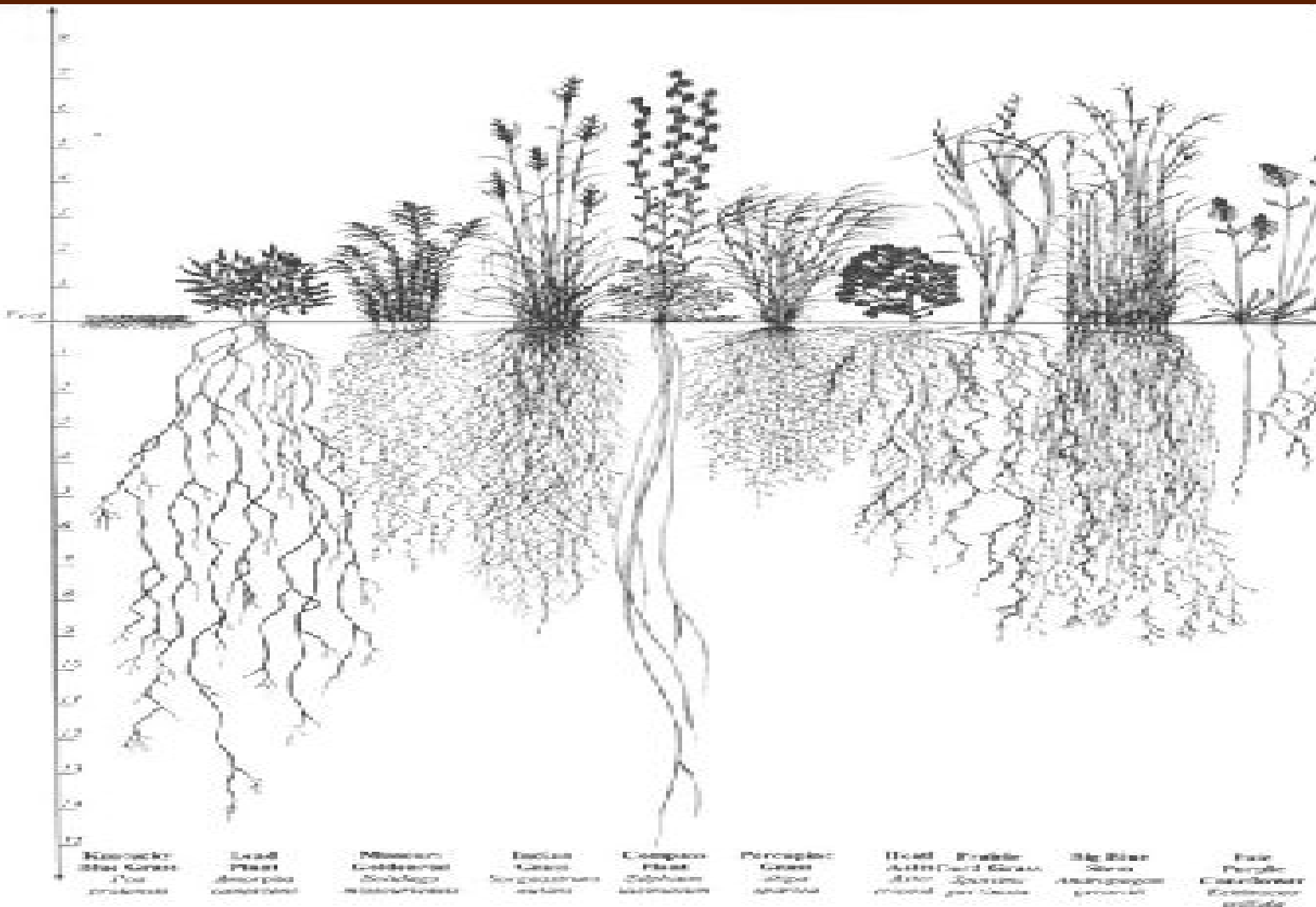
Le radici si possono suddividere in tre gruppi, nell'ambito dei quali ci possono essere forme diverse:

Radici a fittone: costituite da una radice diritta più importante e radici secondarie laterali ramificate in radichette.

Radici fascicolate: costituite da un insieme di radici suddivise in fasci, che si dirama dal colletto. La maggior parte delle Graminacee ha radici fascicolate.

Radici avventizie: costituite da una radice diritta più importante e radici secondarie laterali ramificate in radichette.





Root Systems of Prairie Plants

Modificazioni

Le radici possono subire significative modificazioni in relazione a determinate specializzazioni.

Riserva sostanze nutritive: in alcune radici la capacità di accumulare zuccheri (soprattutto amido) è potenziata al massimo. Questo è tipico delle specie biennali (es. carota), il cui apparato a fittone si ingrossa notevolmente (radici succulente).

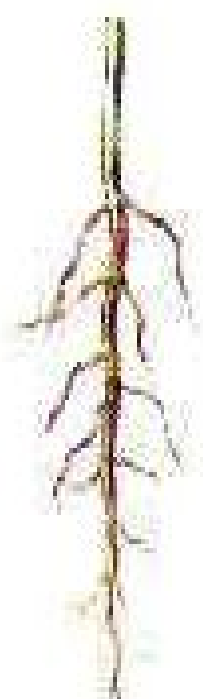
Respirazione: molte piante che affondano in terreni paludosi (asfittici) hanno il problema della scarsa disponibilità d'ossigeno necessario per la respirazione delle cellule radicali; risolvono sviluppando verso l'alto radici aerifere o pneumatofori (es. mangrovie).

Sostegno: in piante rampicanti (es. edera) sono le radici aggrappanti, radici avventizie aeree che si sviluppano dal fusto, a prendere contatto con il supporto. In piante anche molto diverse tra loro (es. mais, alcune mangrovie, Pandanus) si sviluppano invece radici a trampolo, radici avventizie che hanno la funzione di puntellare il fusto, ma che una volta sprofondate nel terreno esplicano anche la normale funzione assorbente.

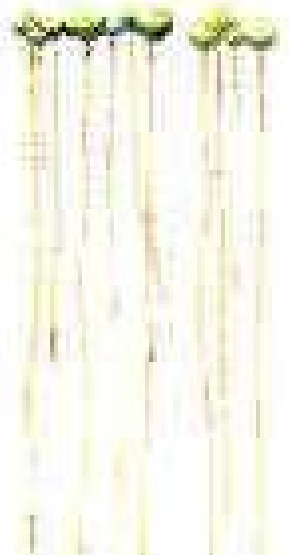
Adattamento epifitismo: molte epifite (es. diverse orchidee tropicali) hanno radici avventizie pendenti, rivestite da una specie di manicotto (velamen), un'epidermide pluristratificata con cellule morte a maturità, le cui pareti idrofile assorbono per capillarità l'acqua piovana e la rugiada.

parassitismo: radici che si sviluppano dal fusto, austeri, in molte piante parassite per collegarle all'ospite e ai suoi tessuti conduttori.

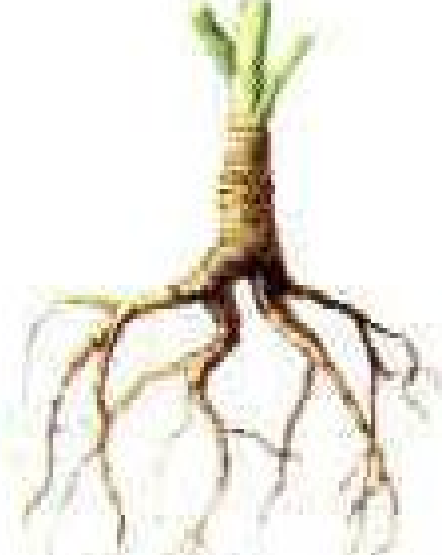
Simbiosi: molte radici di piante superiori convivono con funghi filamentosi sviluppando un connubio vantaggioso radice-fungo = micorriza. Le radici delle Leguminosae vivono invece in simbiosi con batteri azoto-fissatori (es. Rhizobium).



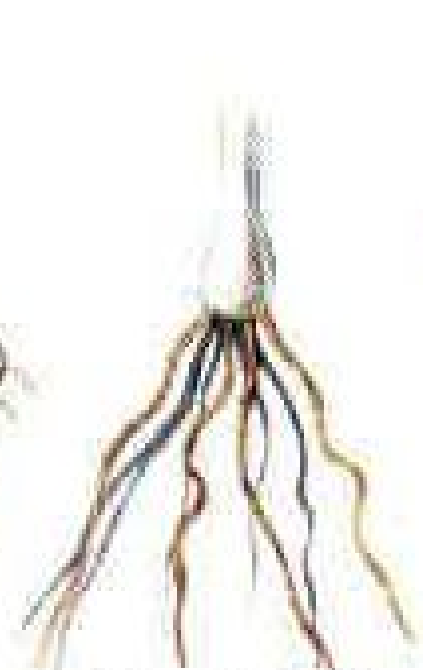
Fittona



Fibrose



Ramificata



Fascicolata



**Fascicolata
ramificata**



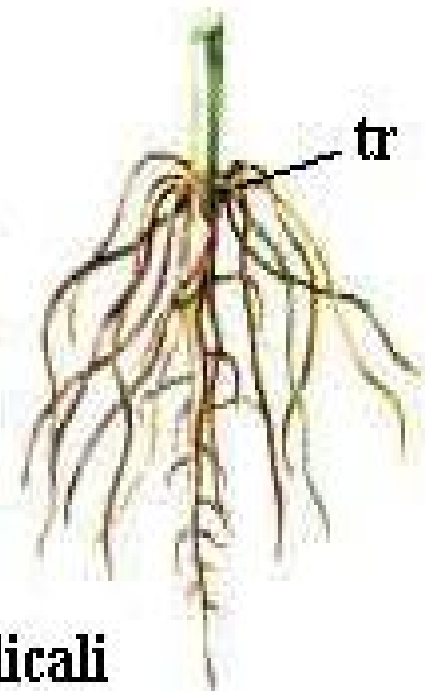
Tuberiforme



Napiforme



**Tuberosa
tr-tubercoli radicali**



tr

tr