

The image shows three strawberry plants against a dark blue background. Each plant's root system is exposed, revealing a network of fibrous roots and a central rhizome. The roots are light-colored, ranging from pale yellow to off-white. The plants are arranged from left to right, with the leftmost one having a single large green leaf, the middle one having several smaller green leaves, and the rightmost one having a dense cluster of roots. A semi-transparent grey horizontal bar is overlaid across the middle of the image, containing the text 'LA RADICE' in large, bold, black capital letters.

LA RADICE



Ficus bengalensis



La radice ha 4 funzioni fondamentali:

- 1) ancoraggio al terreno e sostegno della parte epigea
- 2) assorbimento di acqua e sali minerali (solo le giovani radici)
- 3) conduzione delle sostanze assorbite verso le altre zone della pianta
- 4) accumulo di fotosintati, nel suo abbondante parenchima di riserva

La sua comparsa e il suo sviluppo sono da collegare con la colonizzazione delle terre emerse



Le gimnosperme, le magnolidi e le eu-dicotiledoni possiedono apparati radicali in cui la radice principale permane viva e funzionante per l'intera vita della pianta e si accresce e si sviluppa (in lunghezza e spessore) molto di più delle radici laterali, che restano di gran lunga più corte e sottili. La tipologia di crescita di questi apparati conferisce una tipica struttura spaziale che ricorda la forma di una piramide rovesciata e che prende il nome di apparato radicale a fittone

È la prima parte dell'embrione che emerge dal seme durante la germinazione





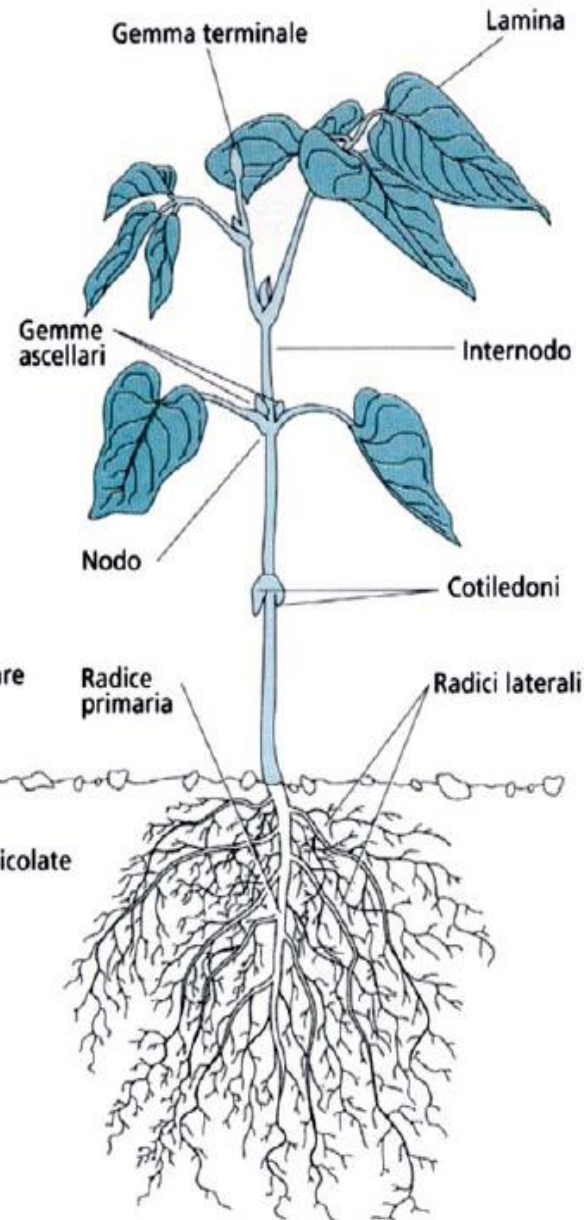
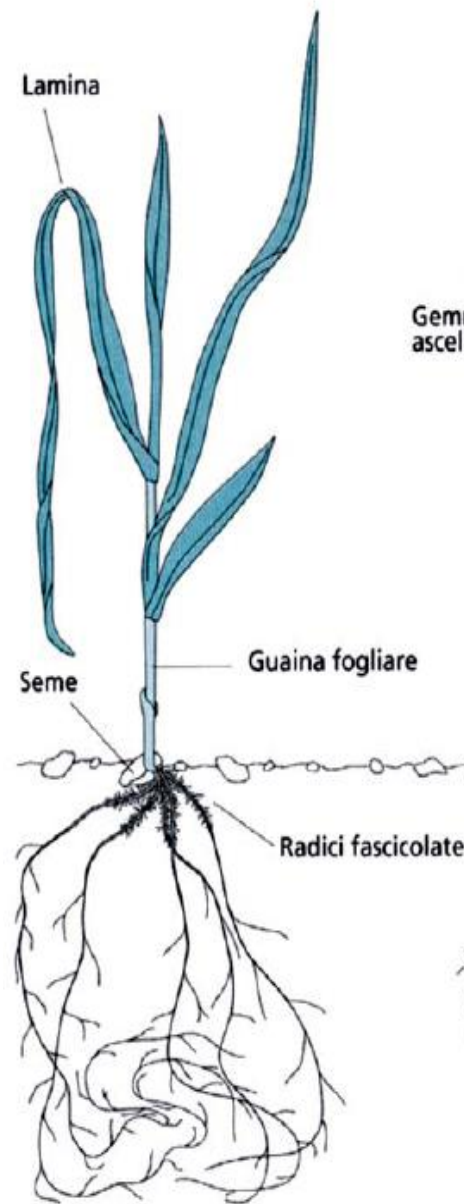
Figura 11.1

Seme germinante di fava (*Vicia faba*) con una evidente radice principale e numerose radici laterali (osservazione di S. Mazzuca).

MORFOLOGIA DELL'APPARATO RADICALE

FASCICOLATO

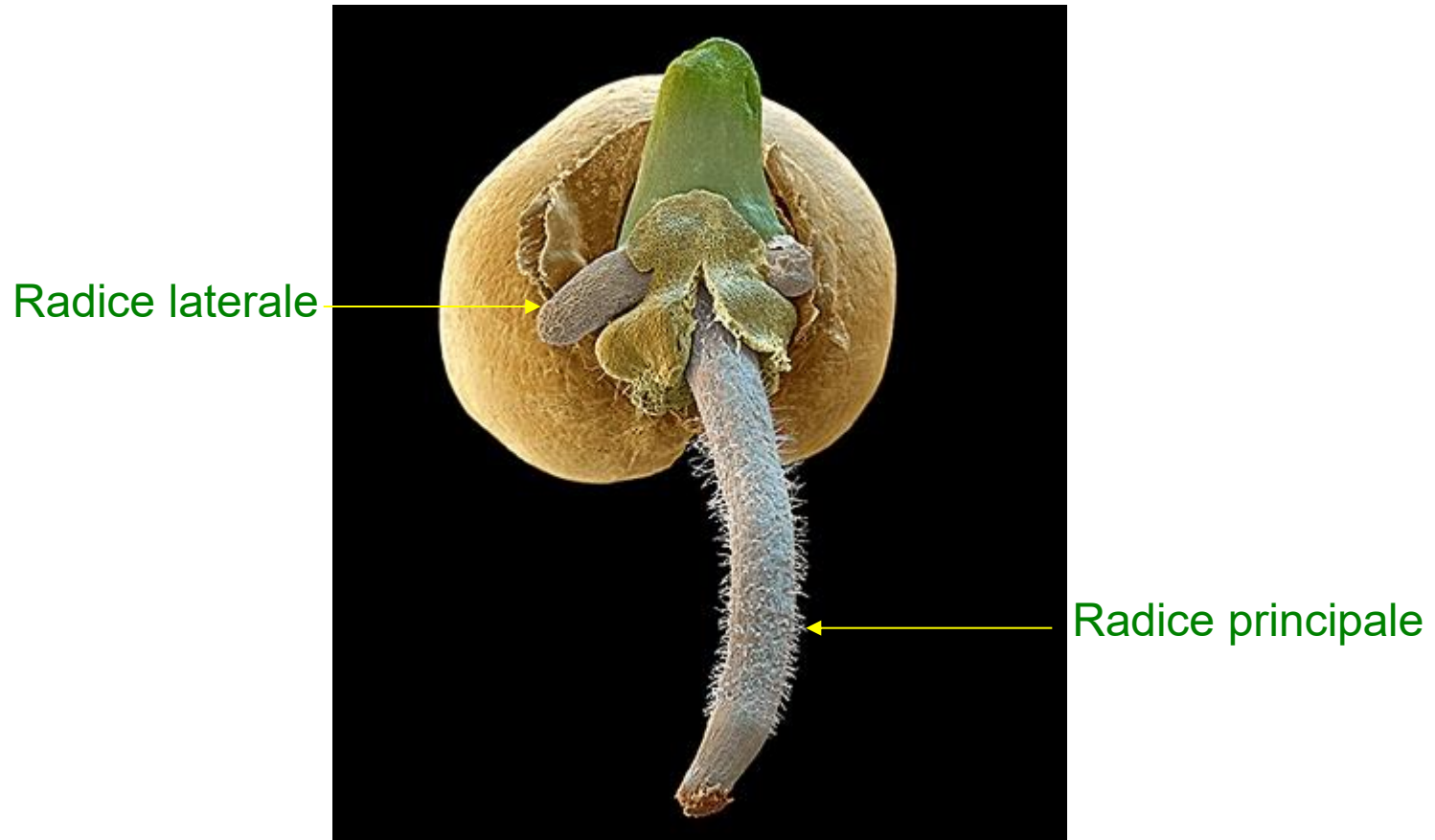
(Angiosperme monocotiledoni ed alcune eu-dicotiledoni)
Molte radici di spessore e lunghezza simili



FITTO

(Gimnosperme e Angiosperme eu-dicotiledoni)
Singola radice primaria di dimensione maggiore delle secondarie

Radice primaria (= principale) e **radici laterali** (= secondarie)



Triticum aestivum

Apparato radicale: insieme delle radici di una pianta

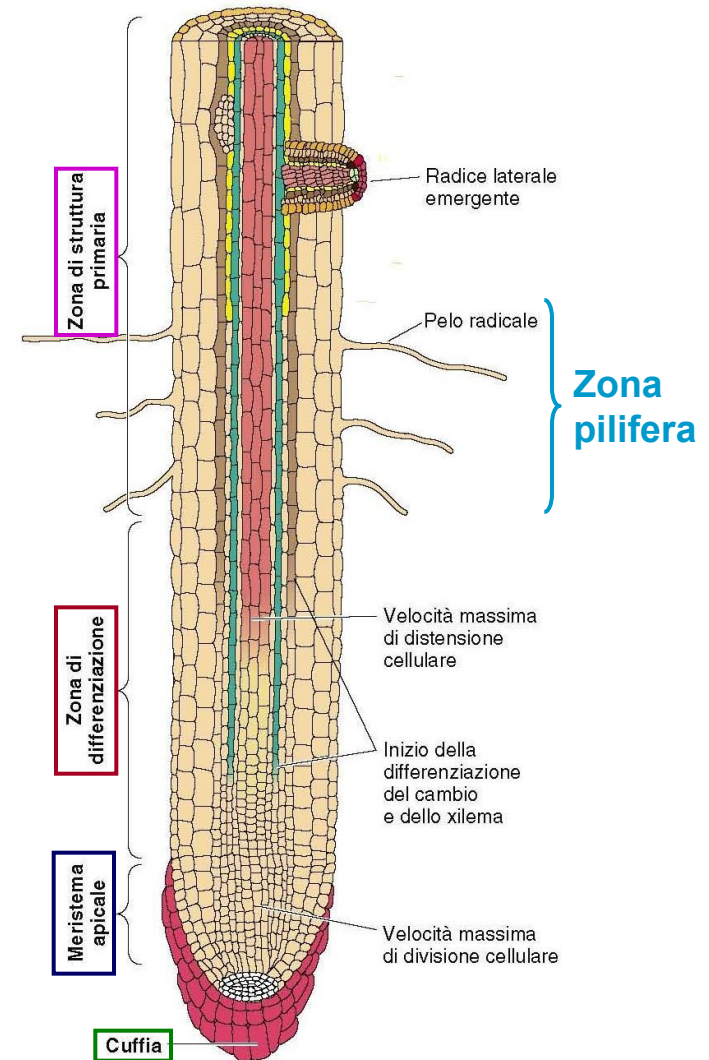
Osservando l'estremità della radice in sviluppo si possono mettere in evidenza 4 zone:

1) Cuffia radicale

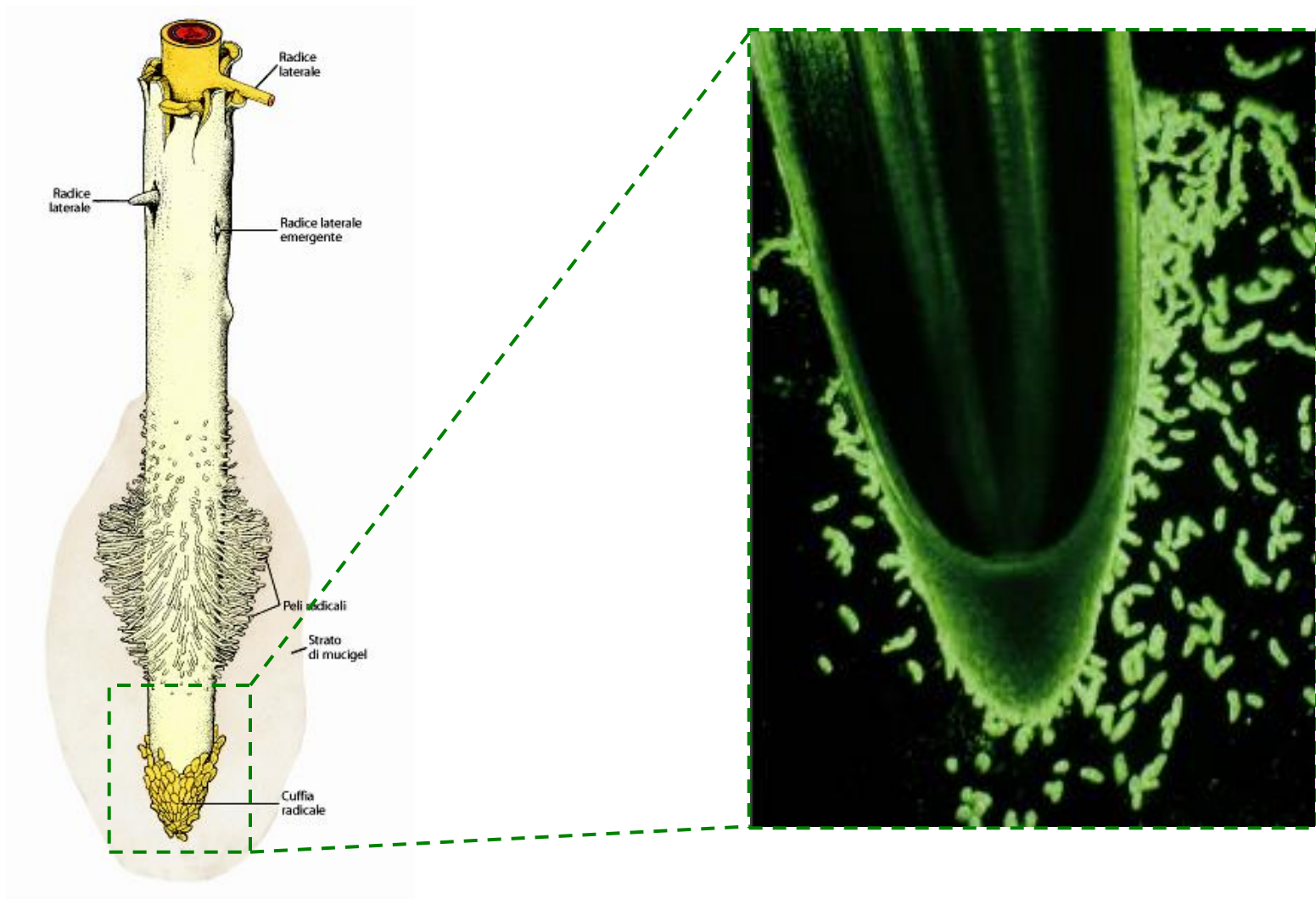
2) Meristema apicale

3) Zona di distensione e differenziazione (zona liscia)

4) Zona di struttura primaria (zona pilifera)



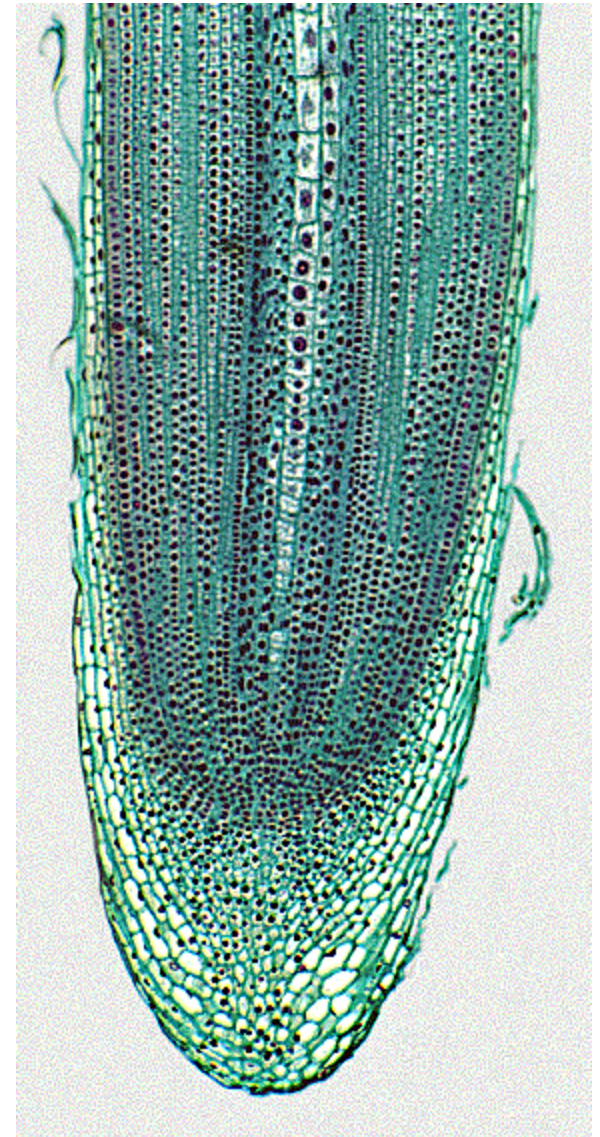
Cuffia radicale (caliptra)



- Protezione apice radicale
- Lubrificazione

Cuffia radicale (caliptra)

- È formata da parecchi strati di cellule parenchimatiche
- Gli strati più esterni si sfaldano, e vengono via via sostituiti dagli strati più profondi
- Lo sfaldamento delle cellule e il rilascio di sostanze mucillaginose consente alla radice di avere una “lubrificazione” che facilita il percorso della radice stessa
- la cuffia interviene nel meccanismo del geotropismo



CUFFIA: Caliprogeno e Columella

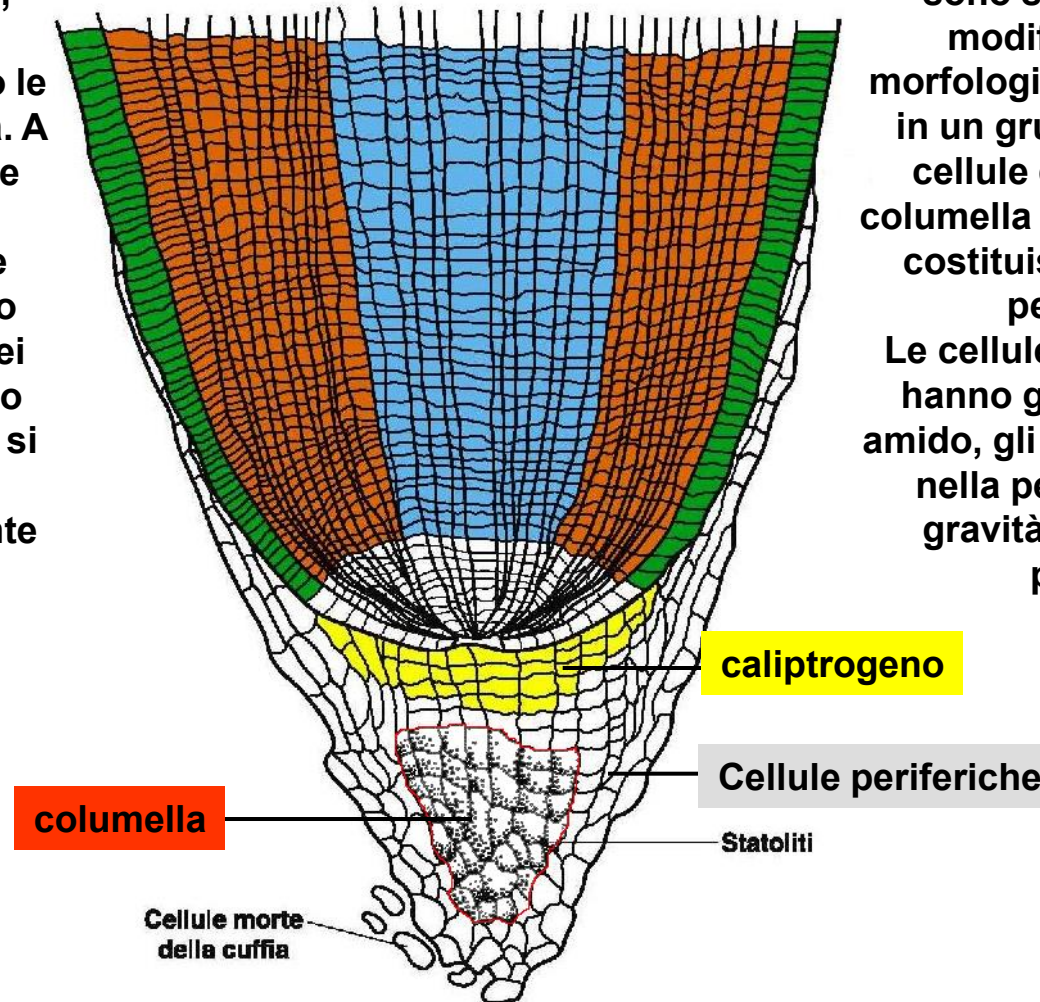
CALIPTROGENO

Cellule meristematiche, vicine al meristema dell'apice che producono le cellule iniziali della cuffia. A differenza di altre cellule meristematiche hanno scarsa vacuolizzazione reticolo endoplasmatico molto sviluppato e nuclei poliploidi. Il caliptrogeno genera file di cellule che si spingono in avanti e avvolgono completamente l'apice.

COLUMELLA

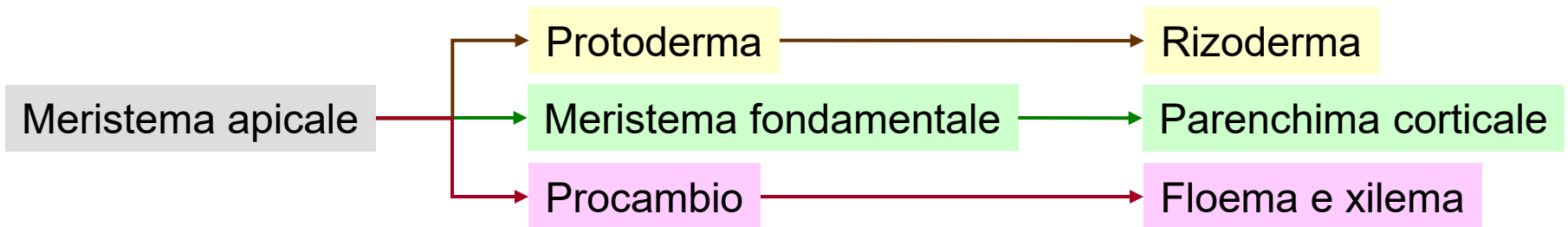
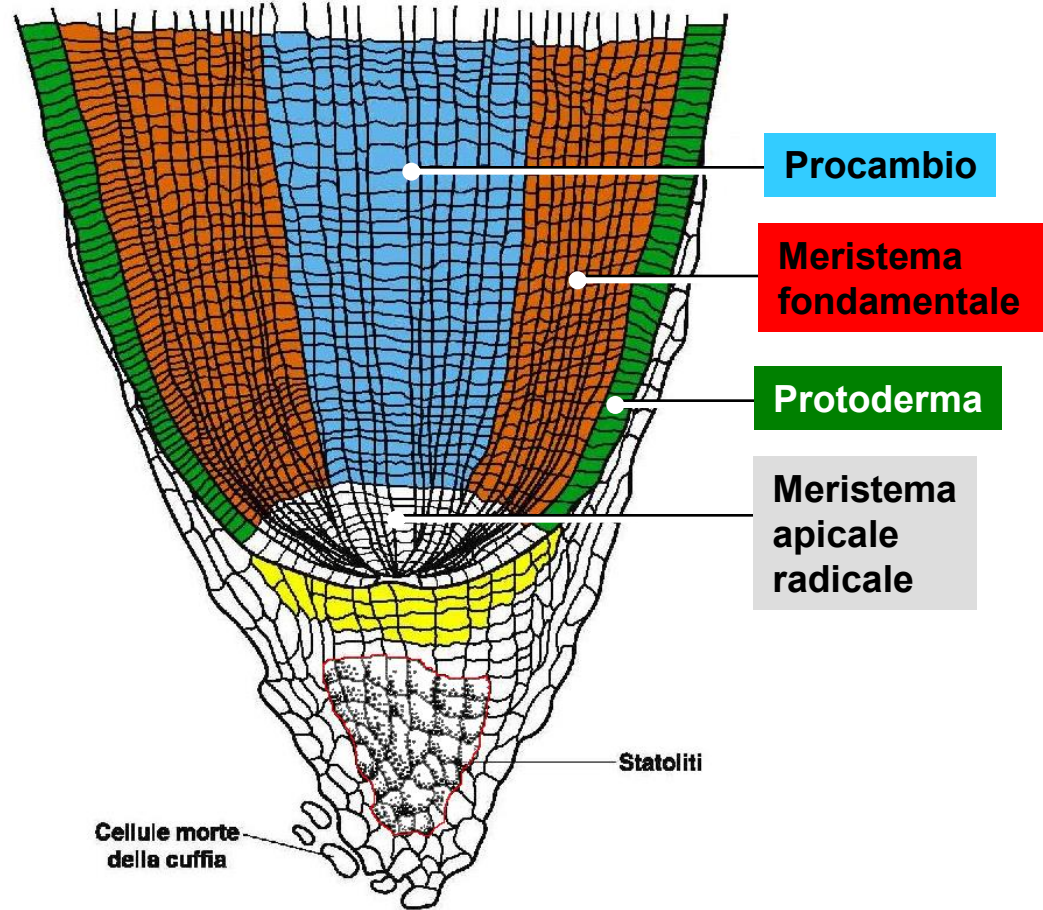
Man mano che le cellule sono spinte in avanti modificano la loro morfologia, distinguendosi in un gruppo centrale di cellule che formano la columella e altre laterali che costituiscono le cellule periferiche.

Le cellule della columella hanno grandi granuli di amido, gli statoliti, coinvolti nella percezione della gravità (geotropismo positivo)

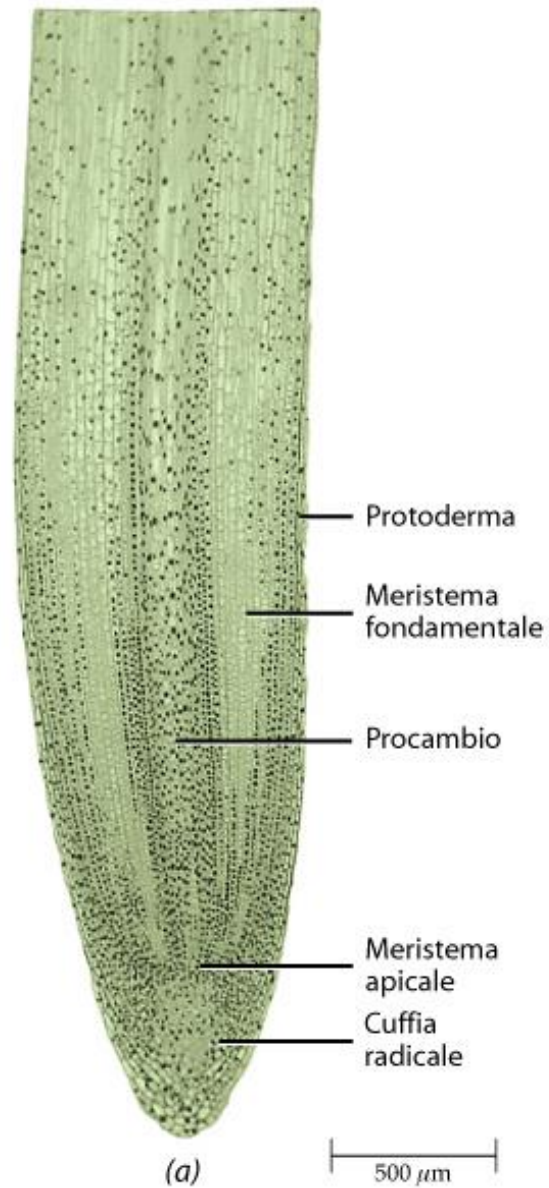


Il completo rinnovamento della cuffia può avvenire in 24-72 ore.

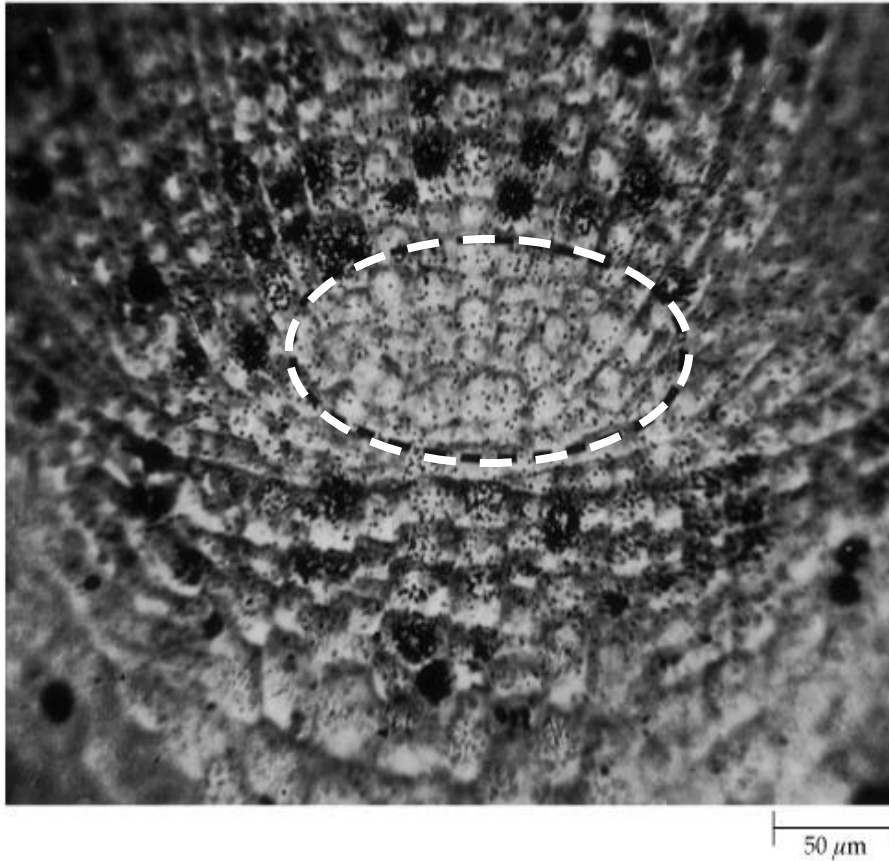
Apice radicale



Apice radicale



Centro quiescente



Il centro quiescente può essere evidenziato mediante autoradiografia:

Incorporazione di timidina triziata nelle molecole di DNA neosintetizzate, fornisce una mappa dei nuclei radioattivi in un tessuto

La marcatura si ritrova nelle cellule che duplicano il genoma in preparazione alla mitosi

Nel centro quiescente la marcatura è bassissima ed aumenta man mano che ci si allontana da esso, questo perché il loro ciclo mitotico dura a lungo, in particolare la fase G1

- Produzione di citochinine
- Produzione di inibitori della sintesi di acido ascorbico

Composti che stimolano la mitosi, ma non nelle cellule del centro quiescente, la loro attività si esplica lontano dal cq

Le cellule staminali che formano i tessuti della radice si trovano nella zona meristemica dell'apice radicale. Il segnale che le mantiene allo stato staminale si origina da un piccolo gruppo di cellule che risiede nel **centro quiescente (QC)**. In **Arabidopsis** la nicchia staminale comprende le cellule del QC (mitoticamente poco attive) e le cellule iniziali che lo circondano.

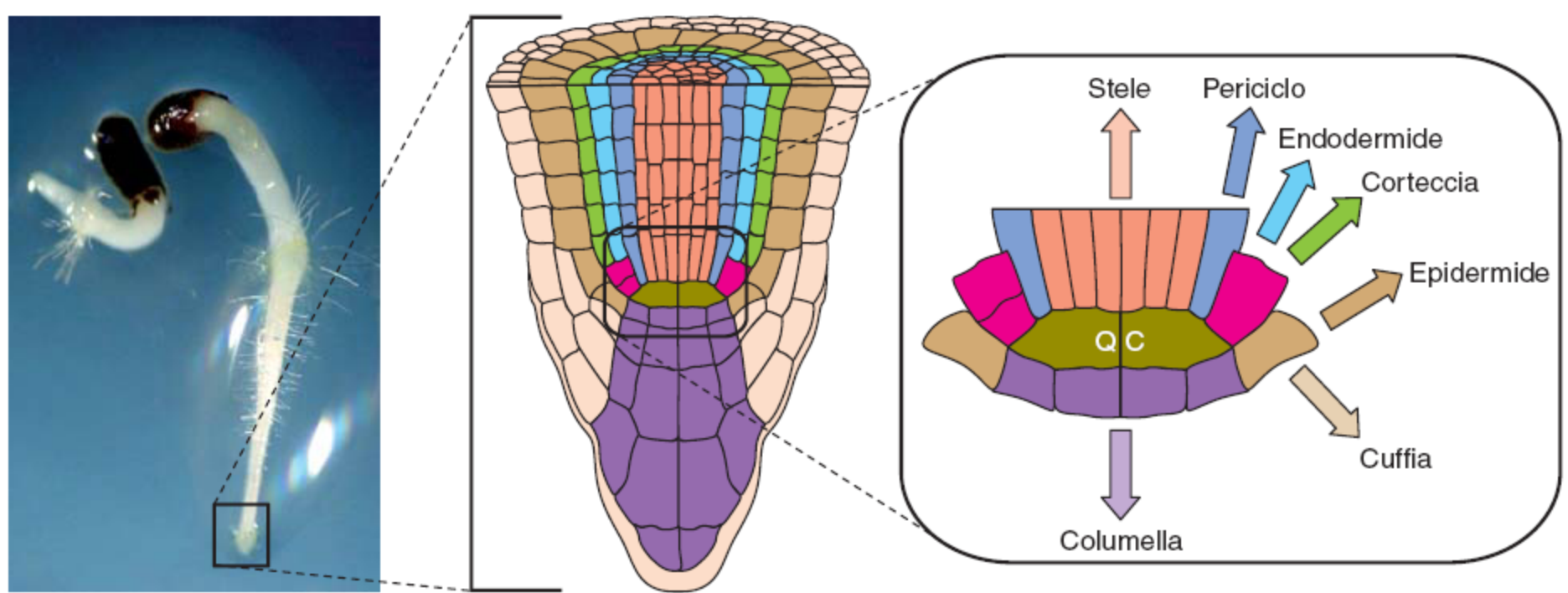


Figura 10.3

Rappresentazione schematica dell'apice radicale in sezione longitudinale. A sinistra, semi in germinazione da cui emerge la radice primaria. Al centro, schema dell'apice radicale. A destra, particolare dell'apice, in cui sono evidenti due cellule del centro quiescente (QC). Le cellule staminali adiacenti a QC producono file longitudinali di cellule che formeranno i tessuti della corteccia e dell'endodermide. Le cellule prodotte verso il basso formeranno la cuffia radicale, mentre quelle che si trovano sopra a QC daranno luogo a cilindri concentrici di cellule che formeranno i tessuti vascolari, circondate da un anello di cellule iniziali del periciclo.

Studi di **ablazione laser** hanno mostrato che **QC** mantiene lo stato di cellule staminali delle cellule circostanti inibendo il loro differenziamento. Recentemente è stato dimostrato che un gene denominato *RETINOBLASTOMA-RELATED (RBR)* è *cruciale* per la regolazione del mantenimento delle cellule staminali del RAM nelle piante. La proteina RBR è l'omologo della proteina soppressore del tumore nel retinoblastoma che reprime i fattori di trascrizione coinvolti nella proliferazione cellulare.

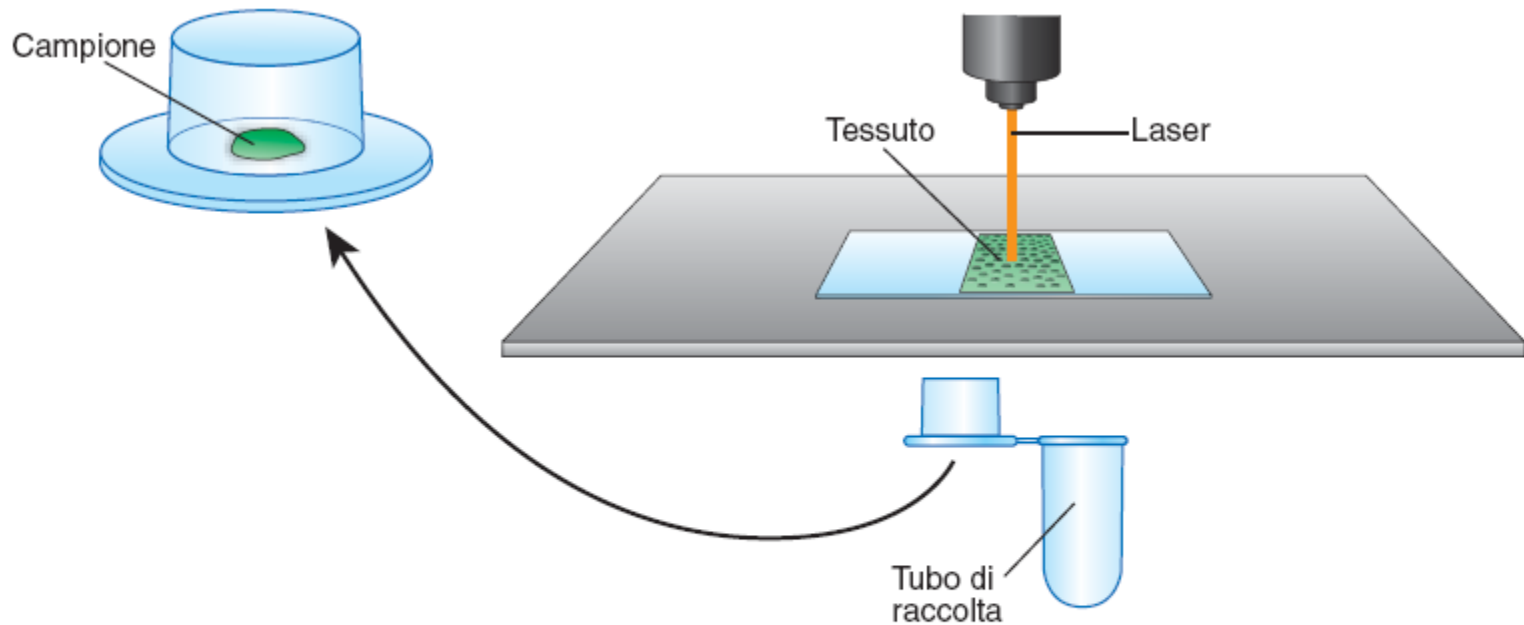


Figura 10.4

Microdissezione laser per isolare un frammento di tessuto. Il frammento di tessuto viene raccolto in un tubo e poi trattato per essere osservato al microscopio o per isolare DNA, RNA o proteine senza l'interferenza delle cellule vicine.

Il processo di differenziamento dipende dalla POSIZIONE in cui le cellule si trovano nell'organo in via di sviluppo.

La specializzazione sia morfologica sia strutturale che funzionale dipende dalla posizione della cellula e non da un destino prestabilito.

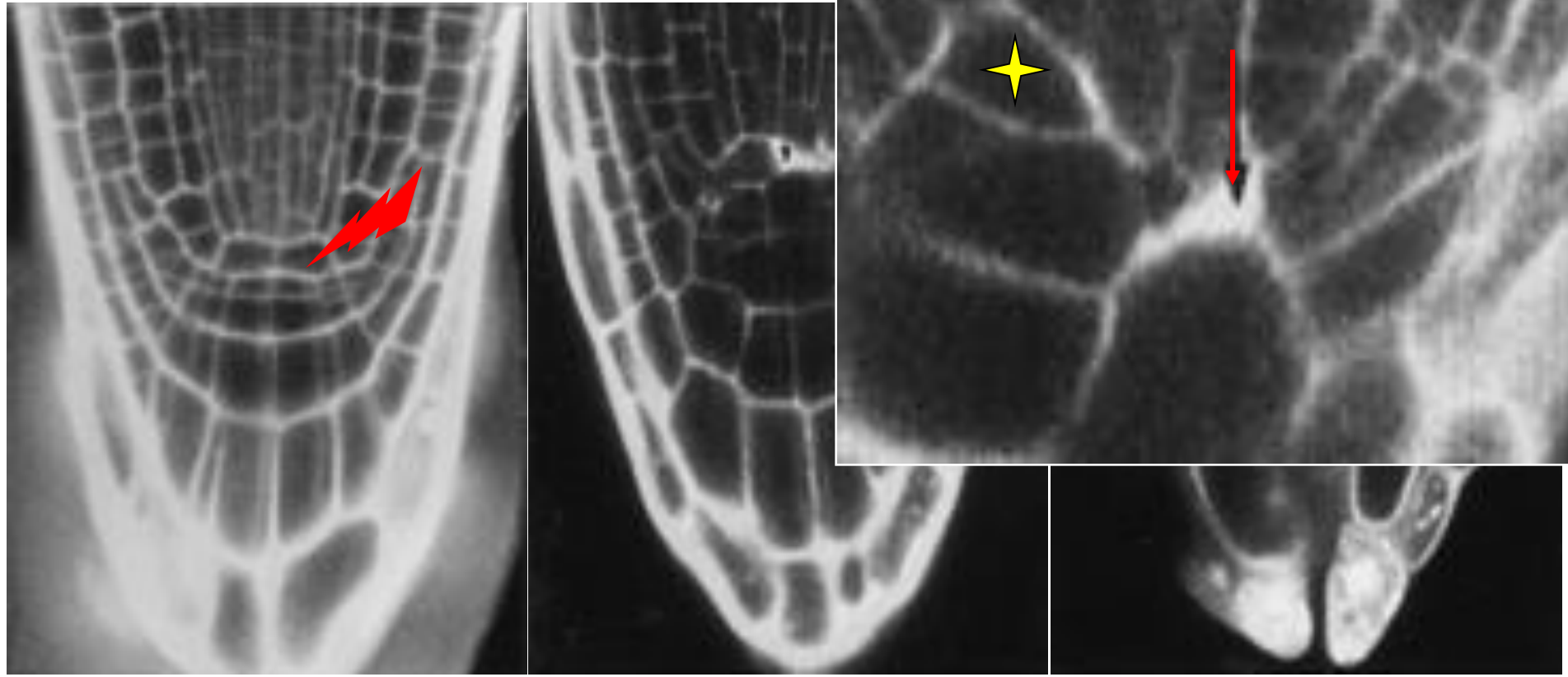
Questo EFFETTO POSIZIONE è legato alla presenza della parete che impedisce la migrazione di gruppi di cellule, cosa che avviene durante lo sviluppo dell'embrione animale.

Se una cellula indifferenziata viene trasferita in un sito diverso, si differenzierà nel tipo cellulare appropriato alla nuova posizione.

Le cellule vegetali sono quindi molto più plastiche che le cellule animali.

L'informazione posizionale prevede segnalazioni a breve distanza, cellula-cellula, attraverso i plasmodesmi, ed a lunga distanza spesso dovute a gradienti di morfogeni come per esempio l'auxina.

In seguito all'ablazione di una cellula del centro quiescente una cellula del tessuto provascolare prende il suo posto cambiando il suo destino.

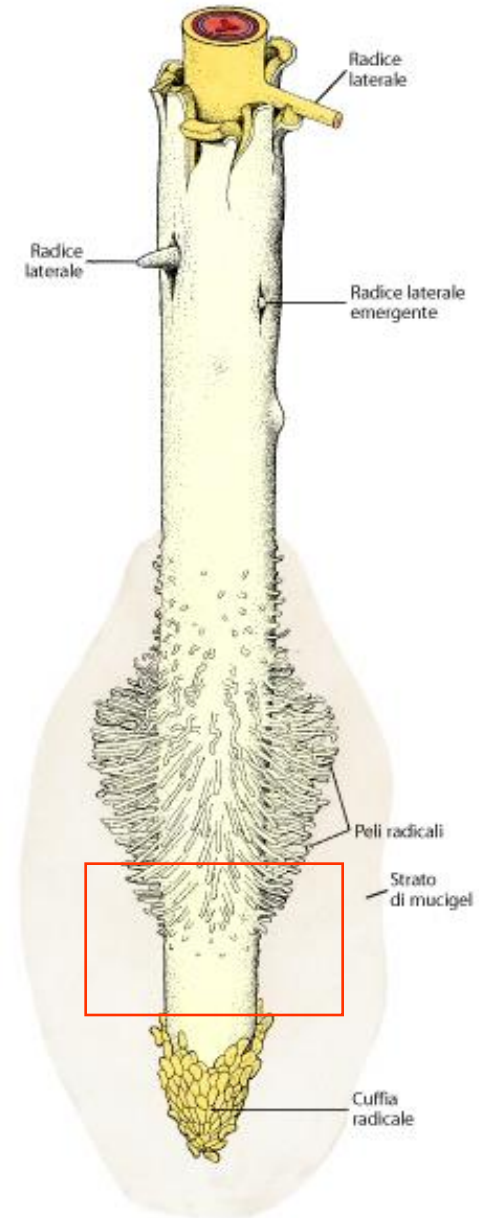


Zona di distensione e differenziazione

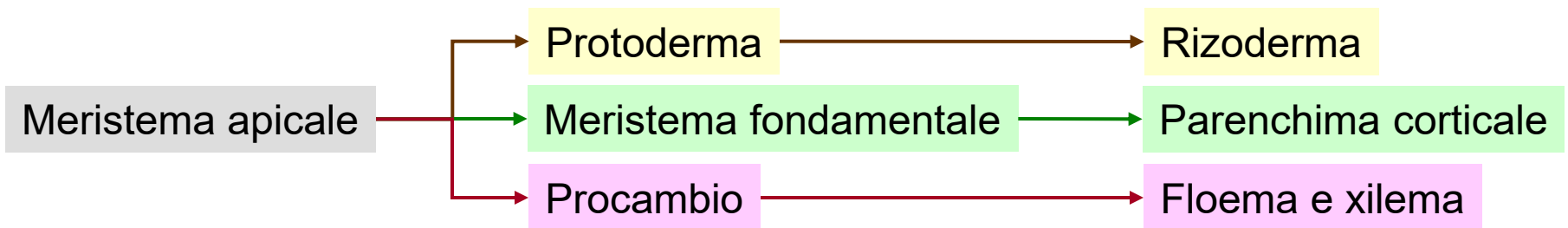
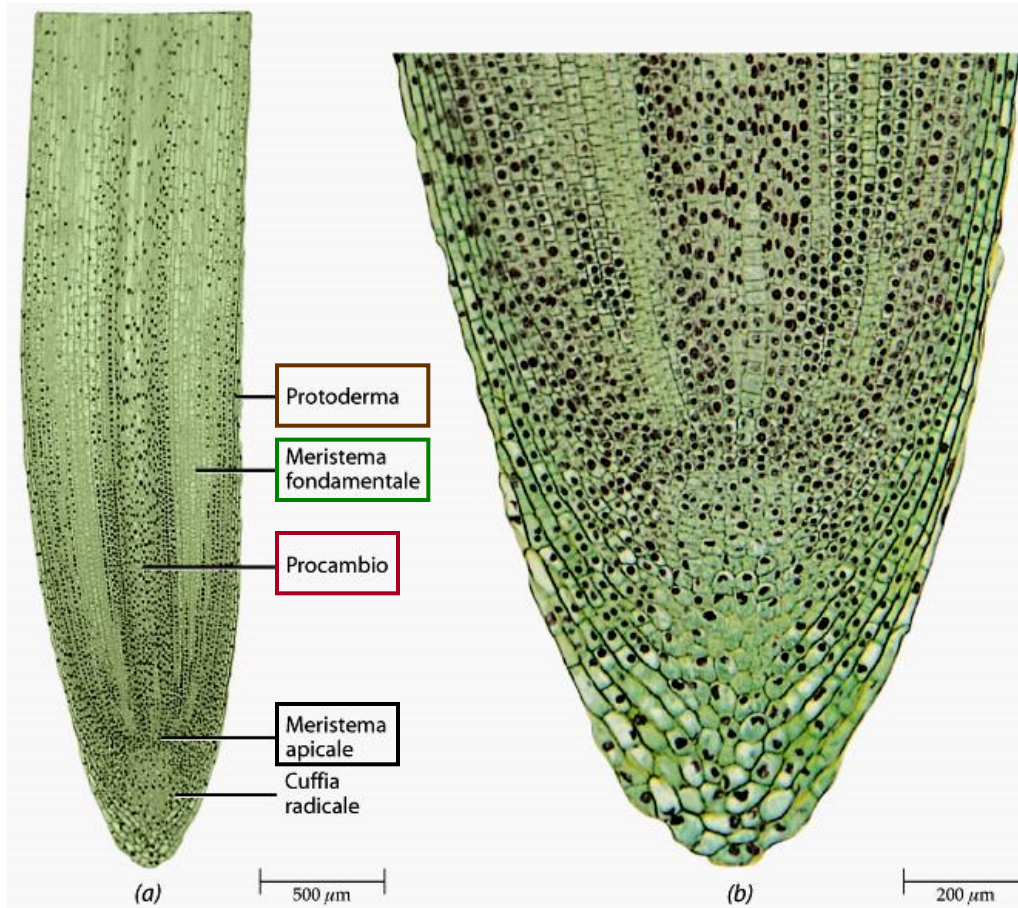
È la zona in cui avviene gran parte dell'allungamento della radice

Le cellule vanno incontro a distensione e differenziazione

In sovrapposizione tra questa e la zona successiva abbiamo un tratto caratterizzato dalla presenza dei peli radicali, la zona pilifera



Zona di distensione e differenziazione

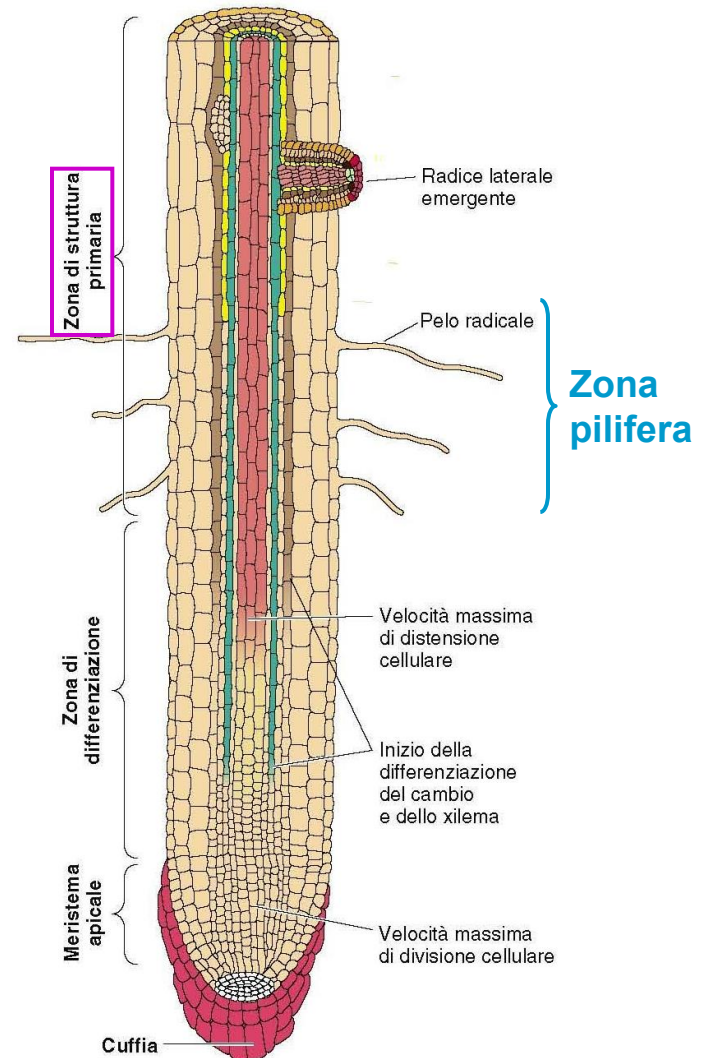


Zona di struttura primaria

È la porzione della radice in cui tutti i tessuti hanno ultimato il differenziamento

È la zona in cui avviene gran parte della funzione assorbente

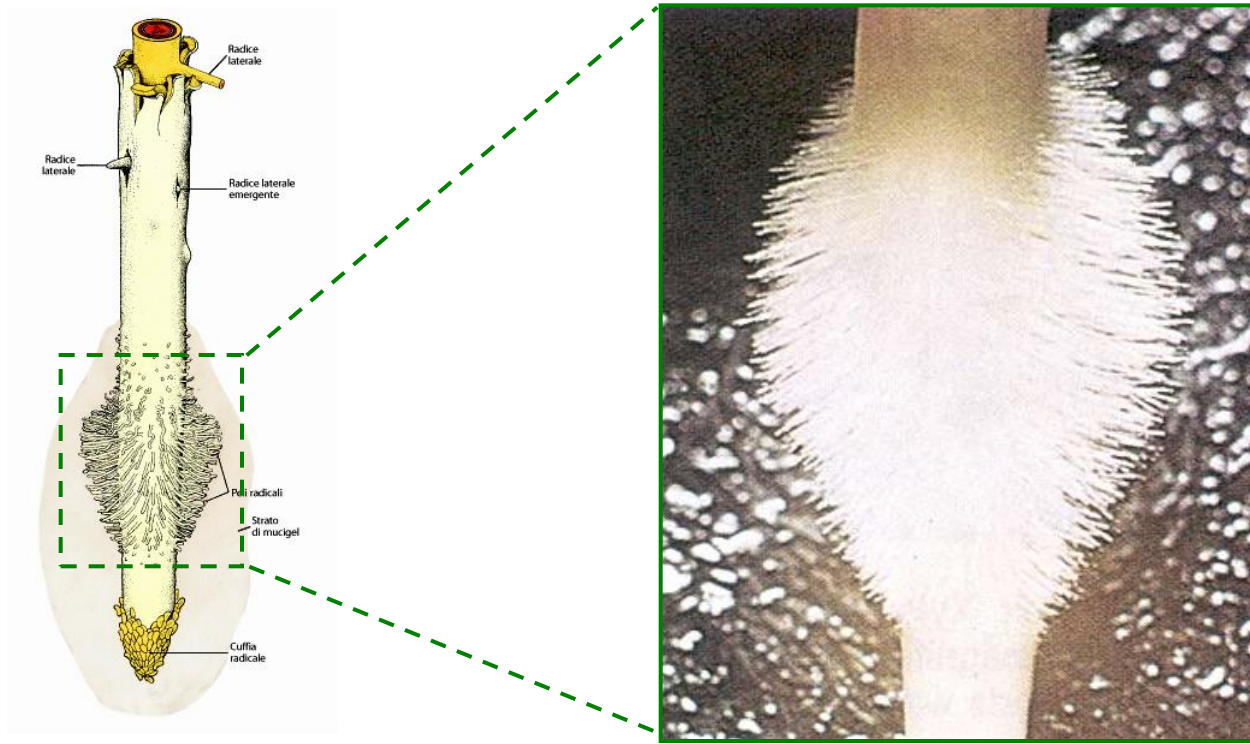
In essa si trova gran parte della zona pilifera



Zona di struttura primaria

Zona pilifera

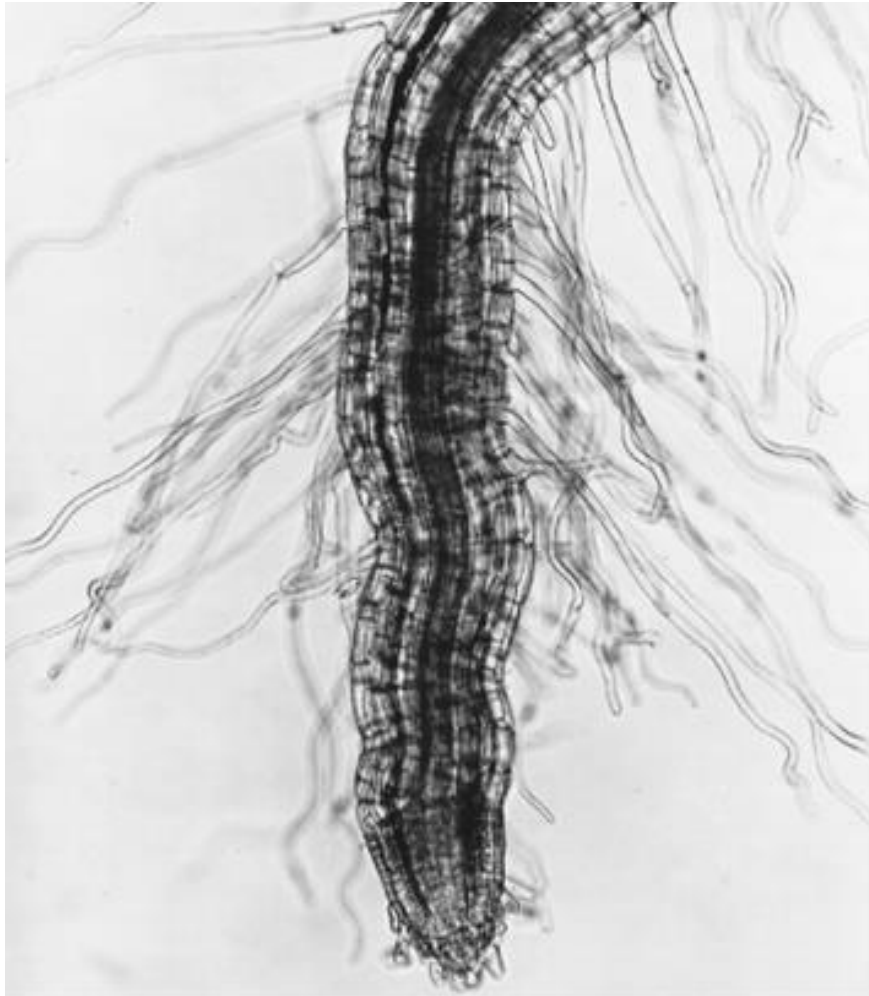
Si trova in parte nella zona di distensione e differenziazione e la zona di struttura primaria



Nella zona pilifera avviene gran parte dell'assorbimento radicale

Zona di struttura primaria

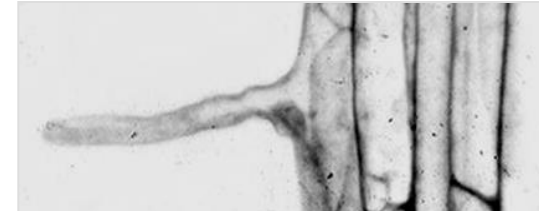
Peli radicali



Sono estroflessioni di alcune cellule rizodermiche (tricoblasti)

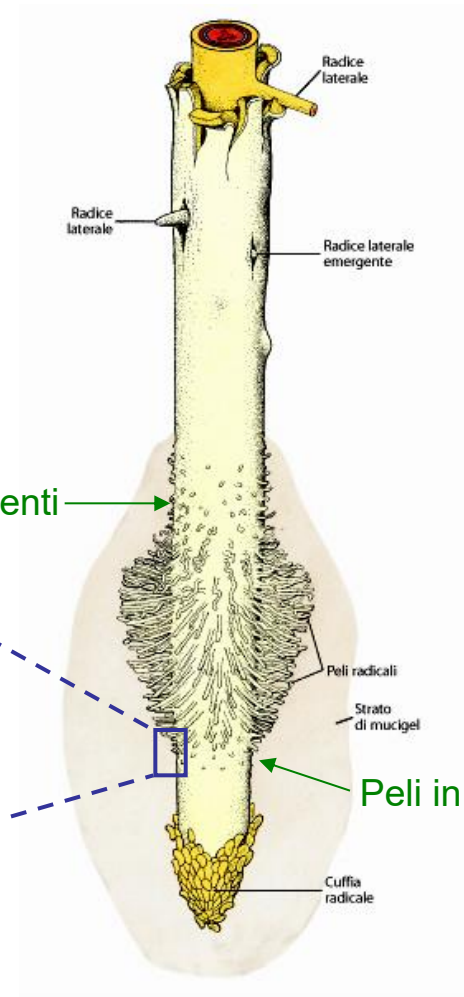
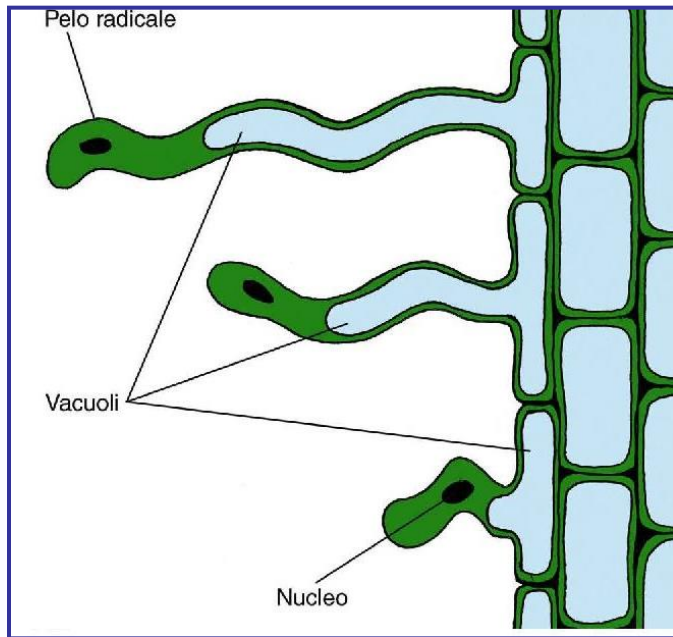
Aumentano enormemente la superficie assorbente

Grazie alle ridottissime dimensioni possono raggiungere i più piccoli interstizi del terreno



Zona di struttura primaria

Peli radicali



Peli senescenti

Peli in formazione

I peli radicali si distruggono e si riformano in contunuaione

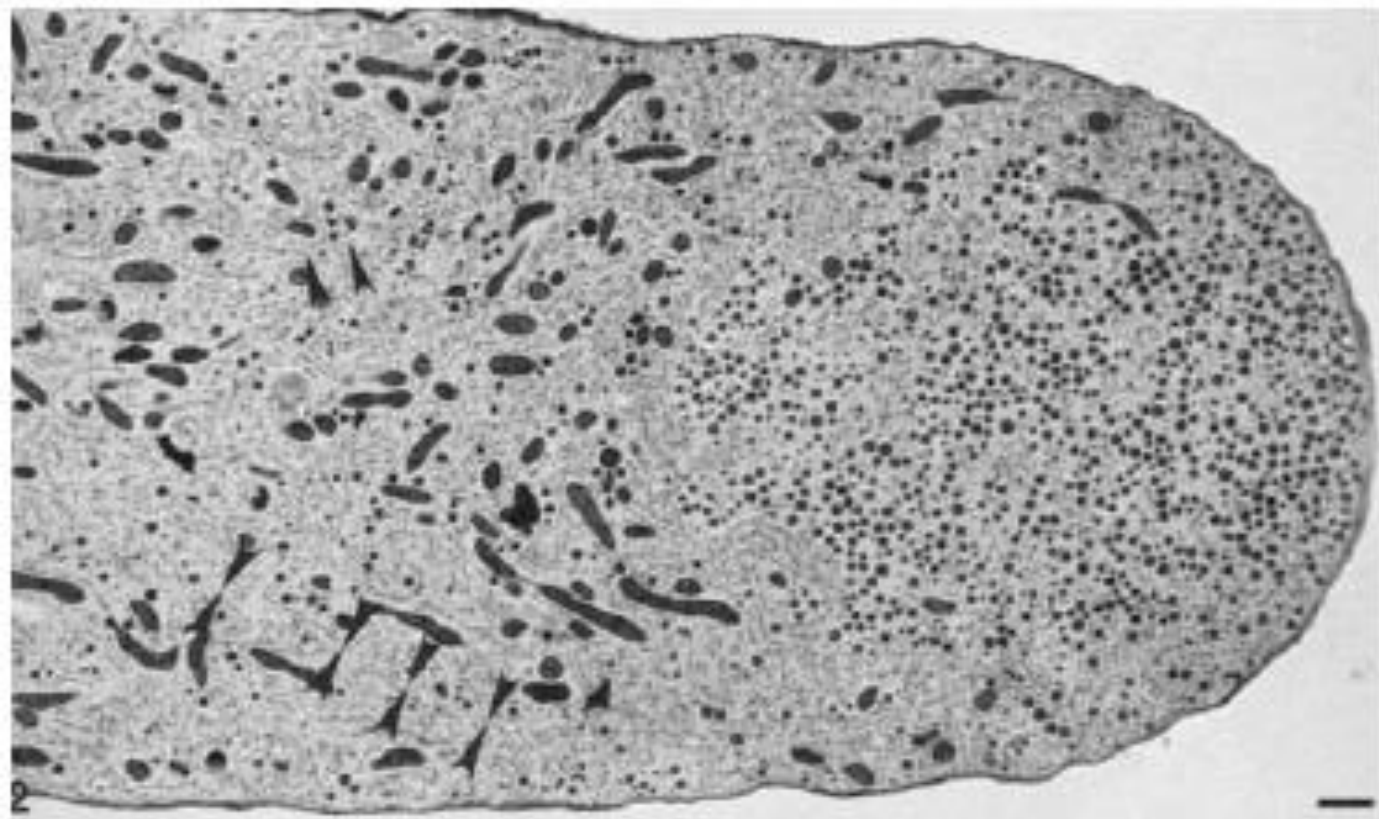
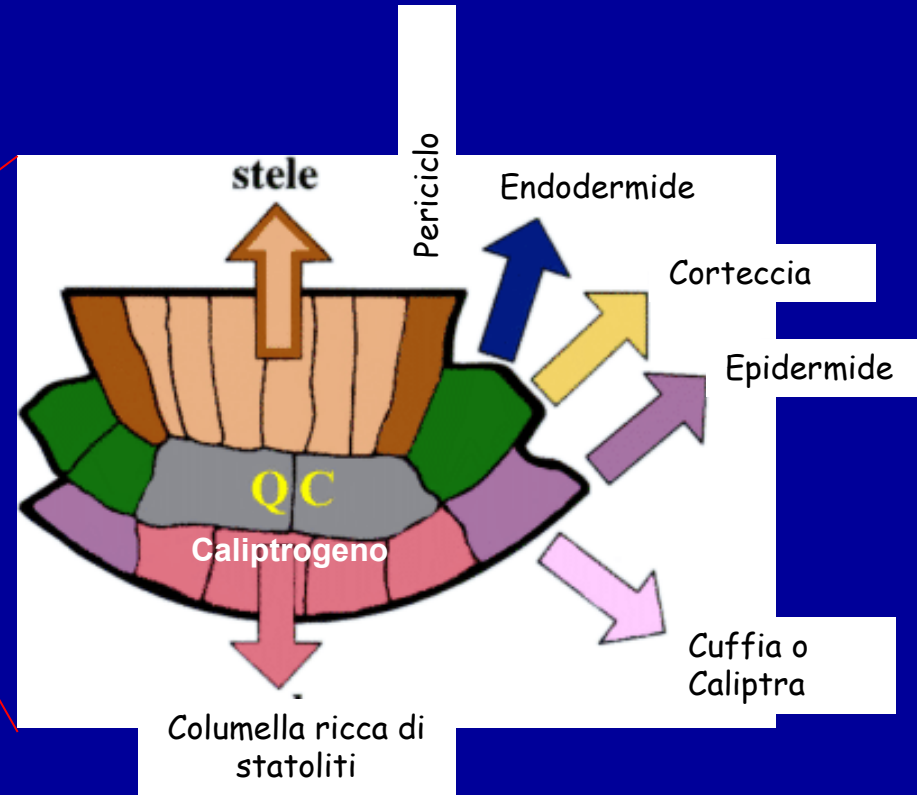
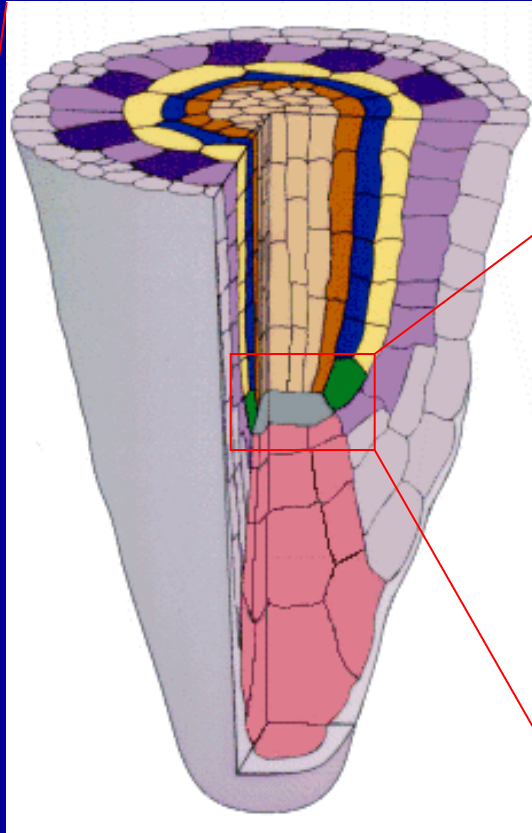
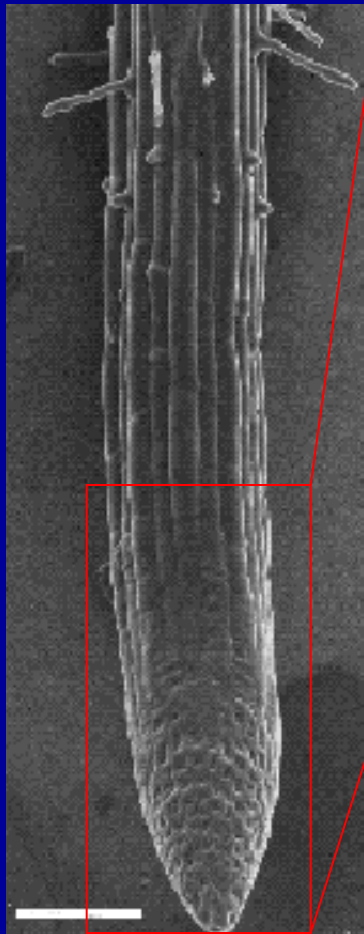


Figura 4.17

Esocitosi direzionale nel tubetto pollinico di giglio. Le vescicole provenienti dall'apparato di Golgi si accumulano all'apice prima di fondersi con la membrana plasmatica per fornire ulteriore superficie di membrana e materiale parietale durante la crescita polare (da S.A. Lancelle et al., 1997).

Tutti i tessuti della radice prendono origine da specifiche cellule staminali



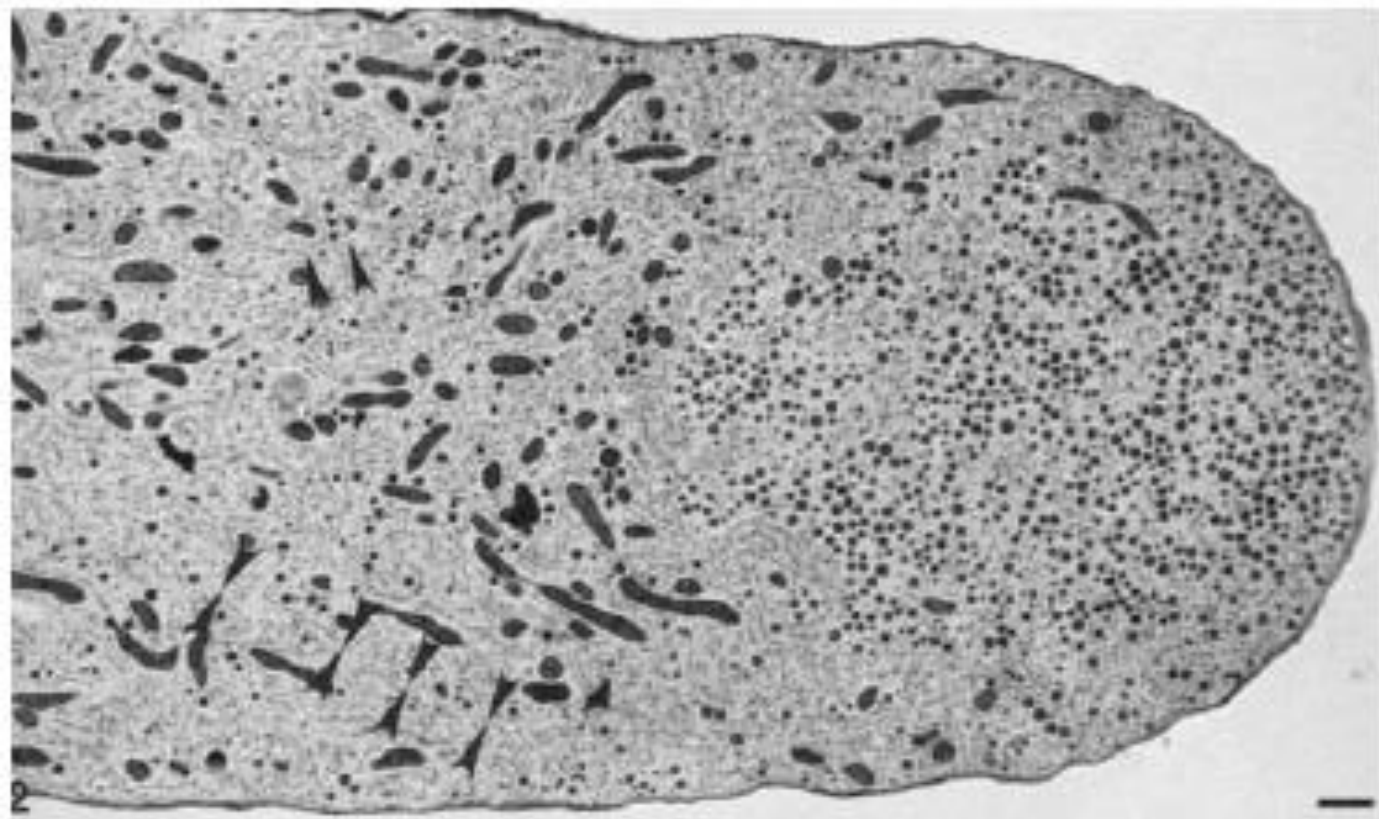
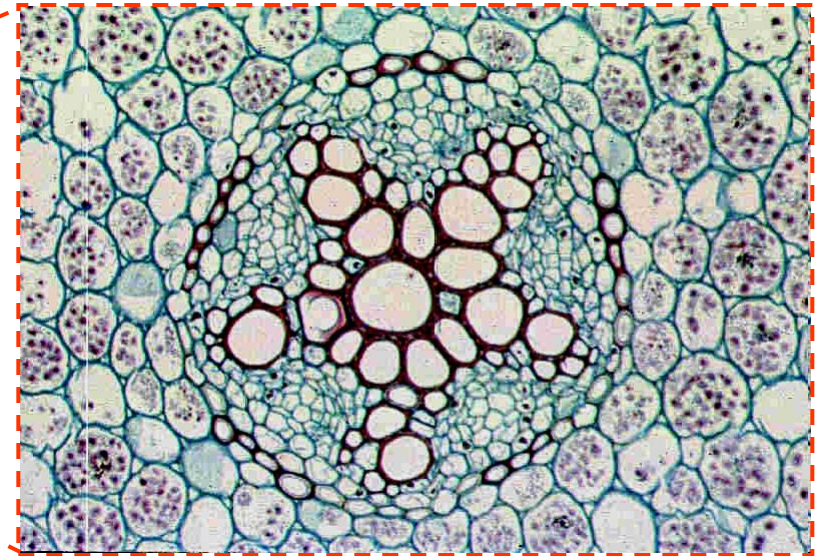
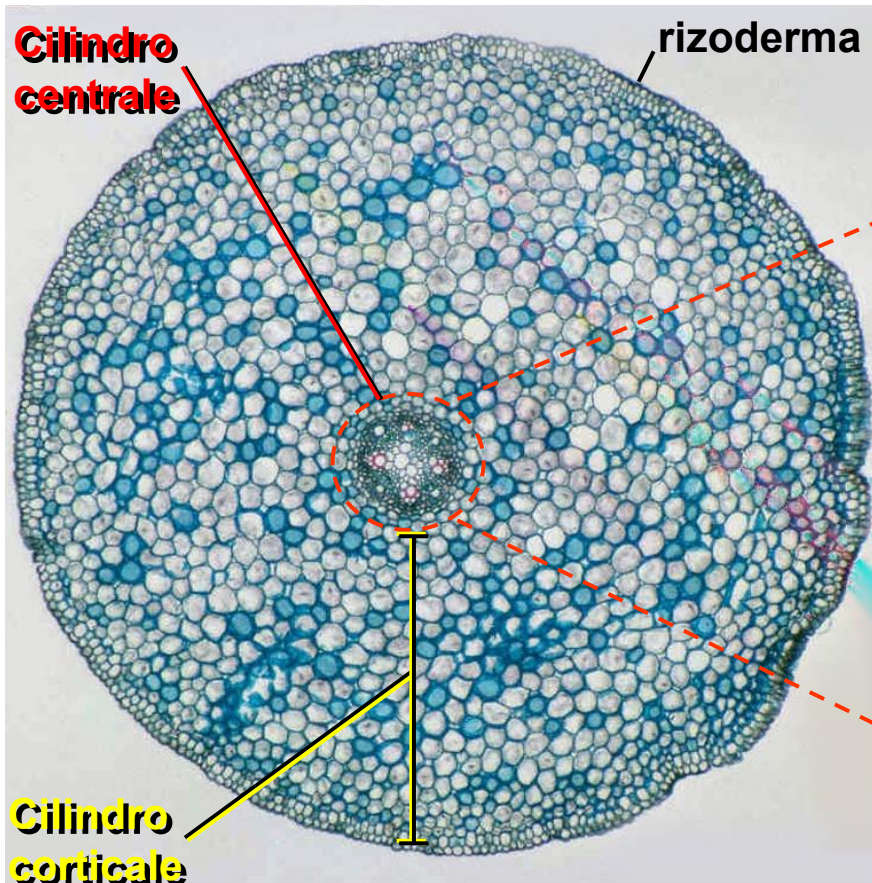


Figura 4.17

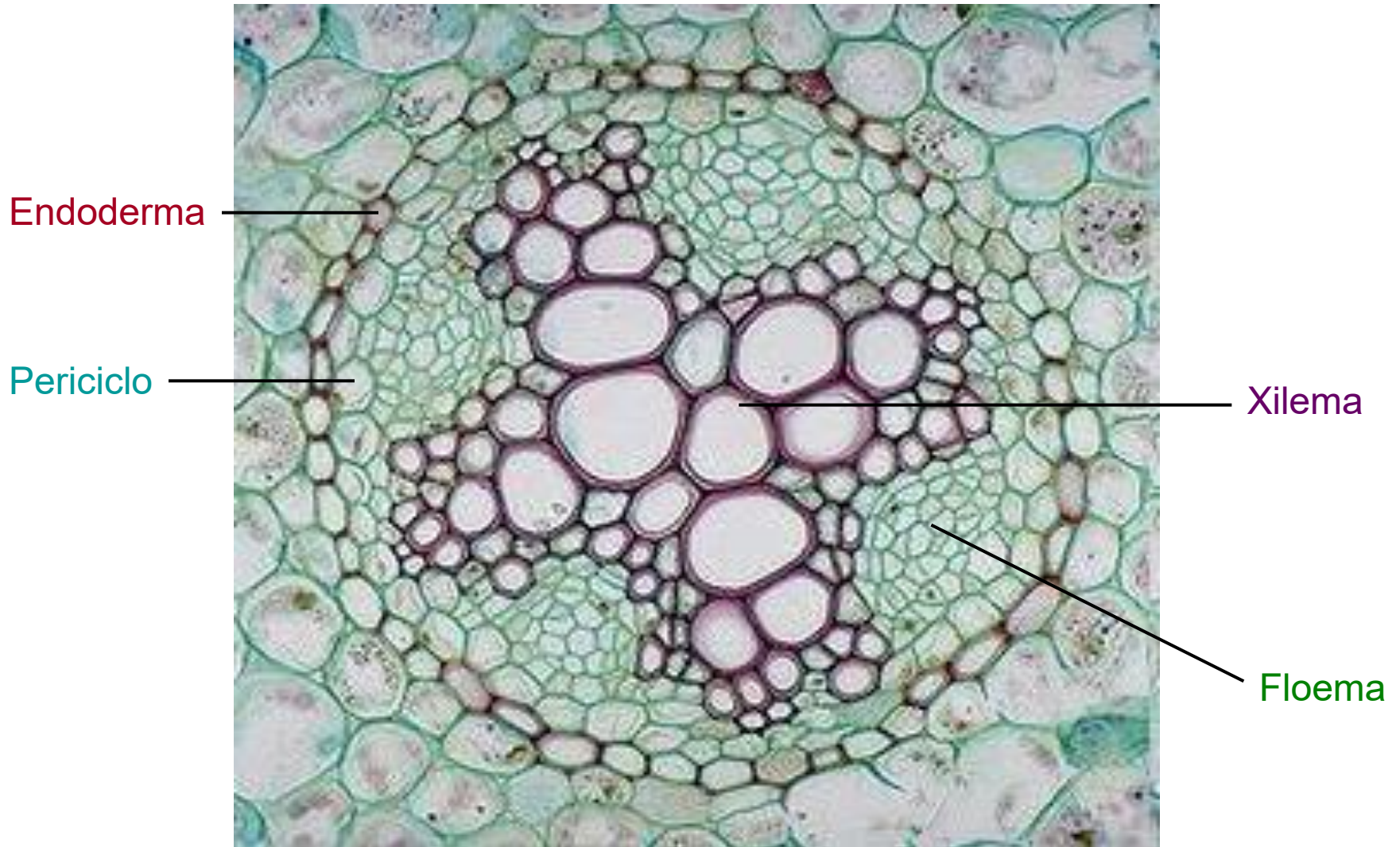
Esocitosi direzionale nel tubetto pollinico di giglio. Le vescicole provenienti dall'apparato di Golgi si accumulano all'apice prima di fondersi con la membrana plasmatica per fornire ulteriore superficie di membrana e materiale parietale durante la crescita polare (da S.A. Lancelle et al., 1997).

Zona di struttura primaria Angiosperme dicotiledoni



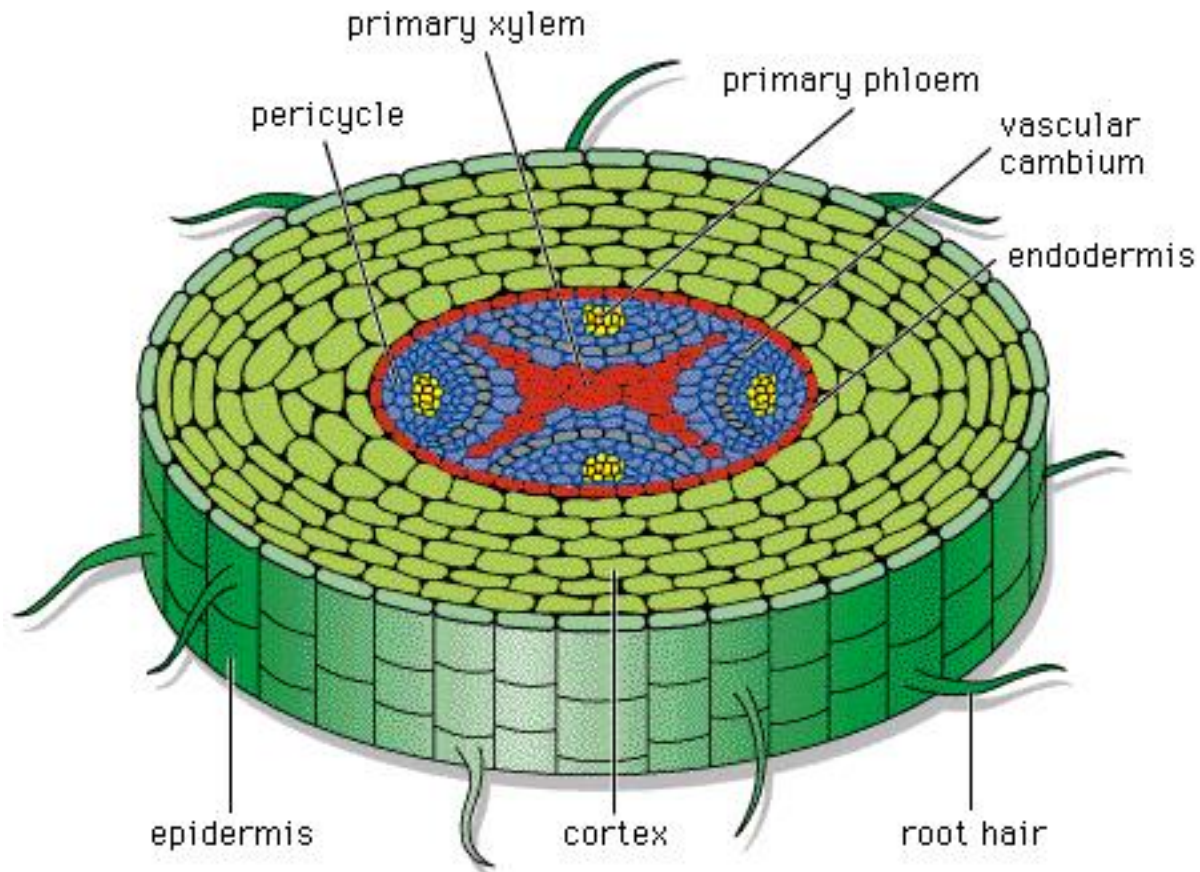
Zona di struttura primaria

Angiosperme dicotiledoni



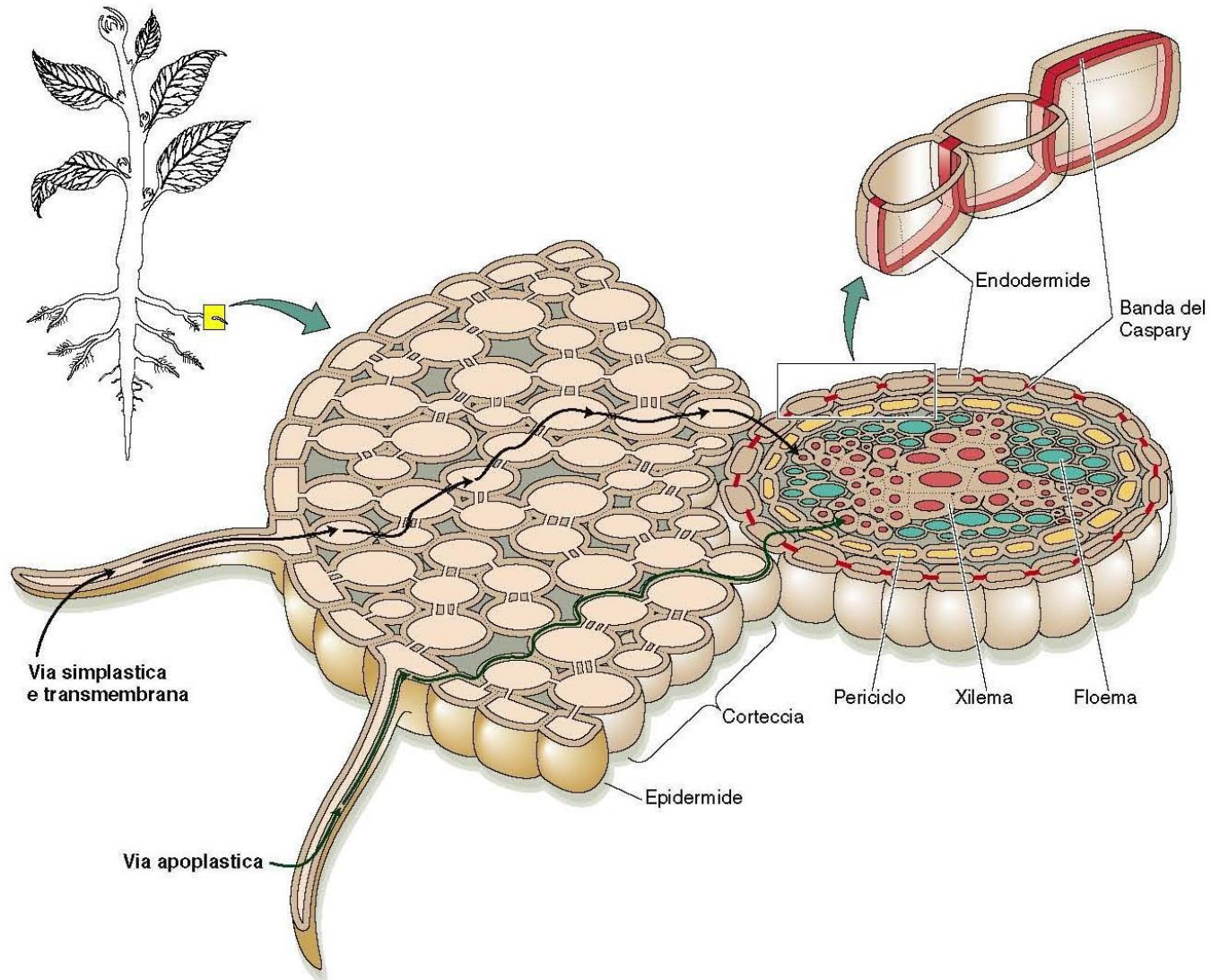
Zona di struttura primaria

Angiosperme dicotiledoni

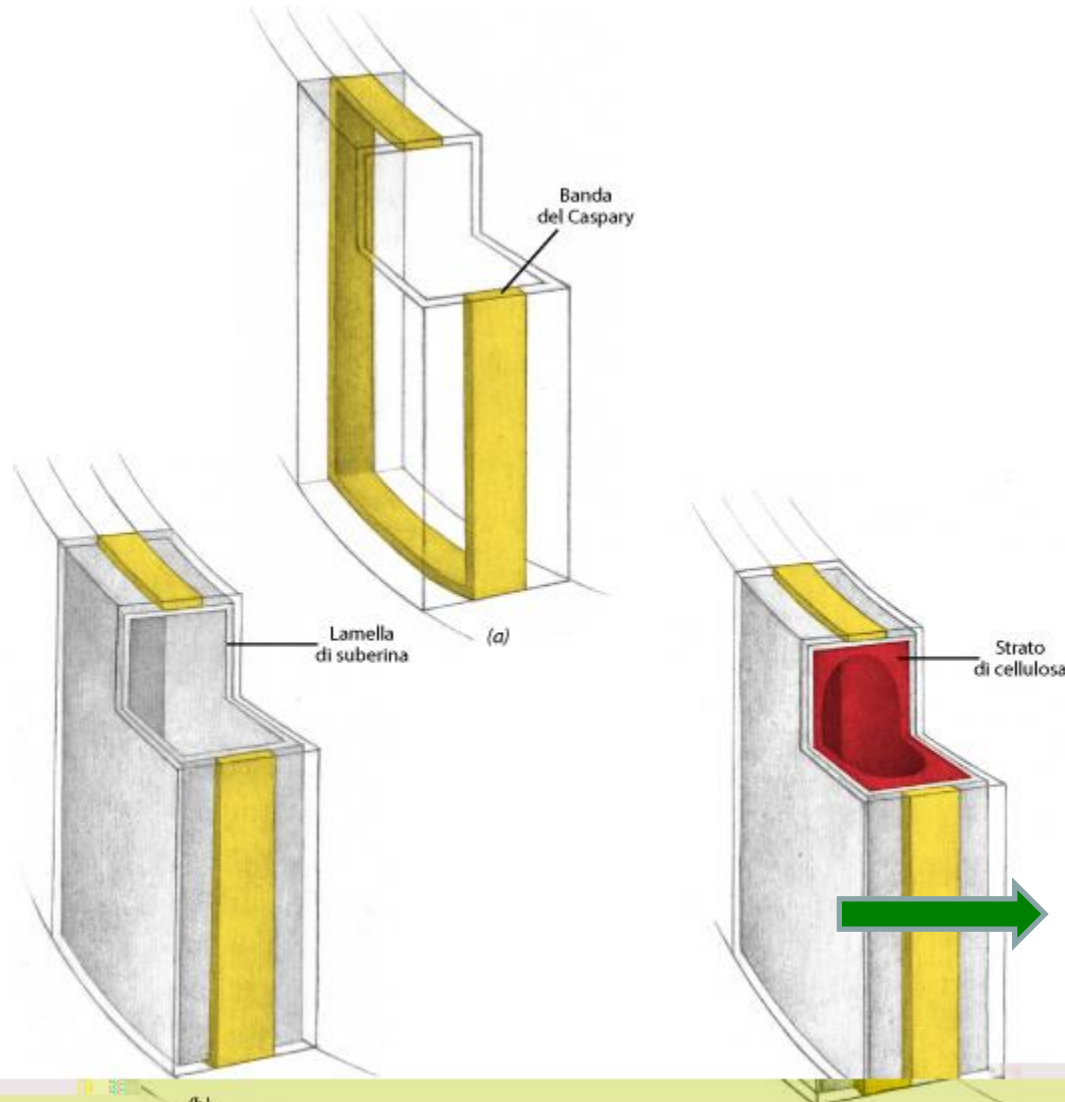


Zona di struttura primaria

Endoderma



ENDODERMA



La lignina impregna la parete primaria lungo la fascia definita del Caspary. In sezione trasversale si vede come 2 punti detti del Caspary. La suberina impregna la parete facendo lamelle ed avviene dopo la lignificazione. I sali in soluzione devono passare attraverso le pareti tangenziali, il che comporta attraversare il citoplasma.

ENDODERMA

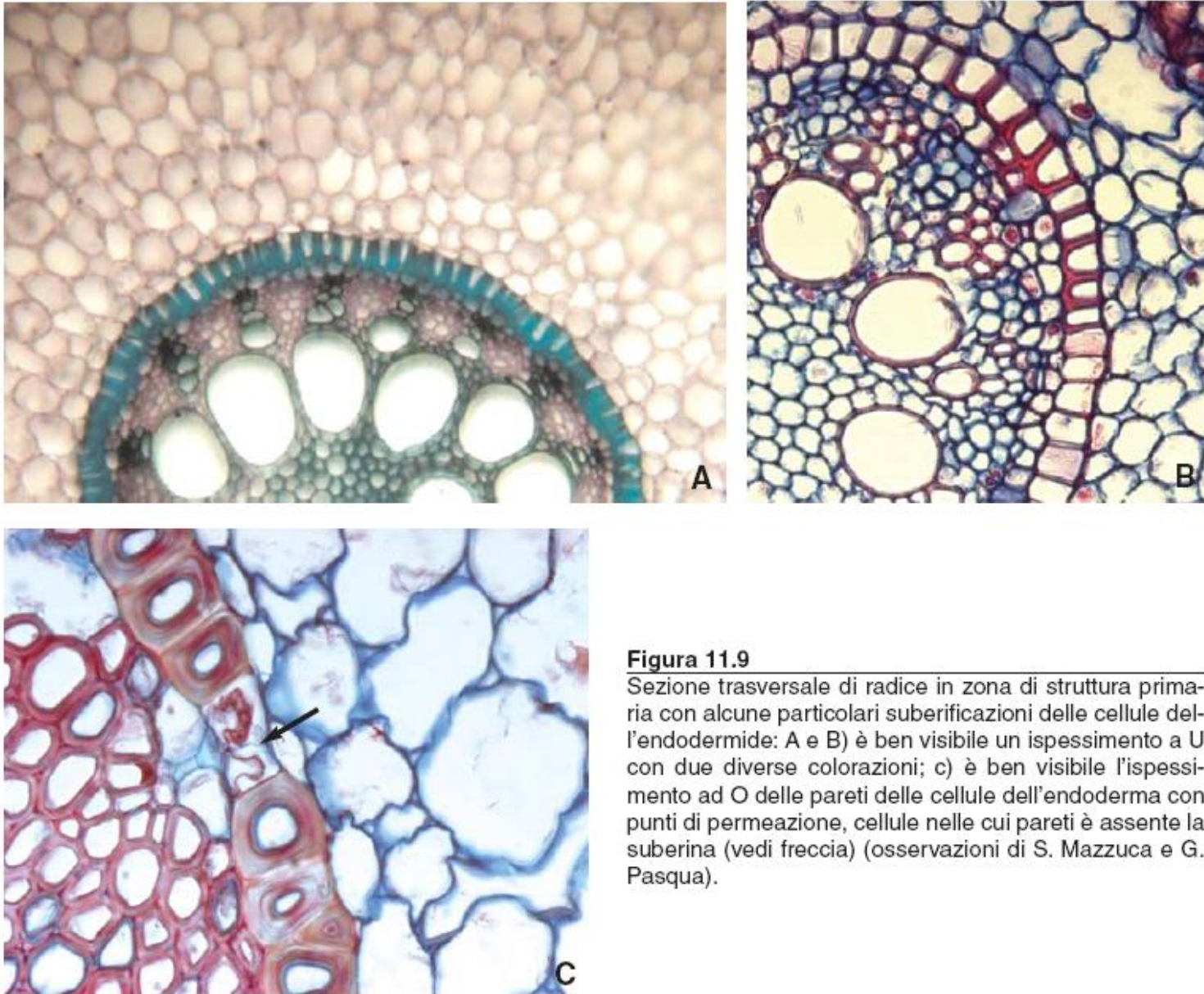
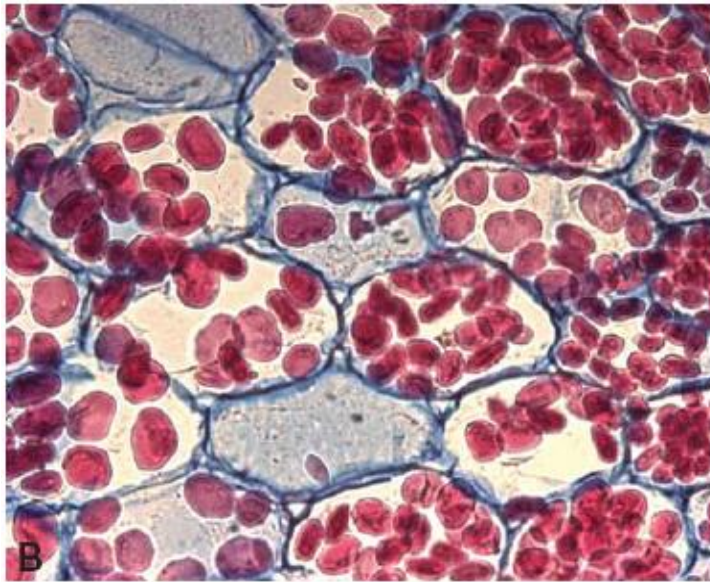
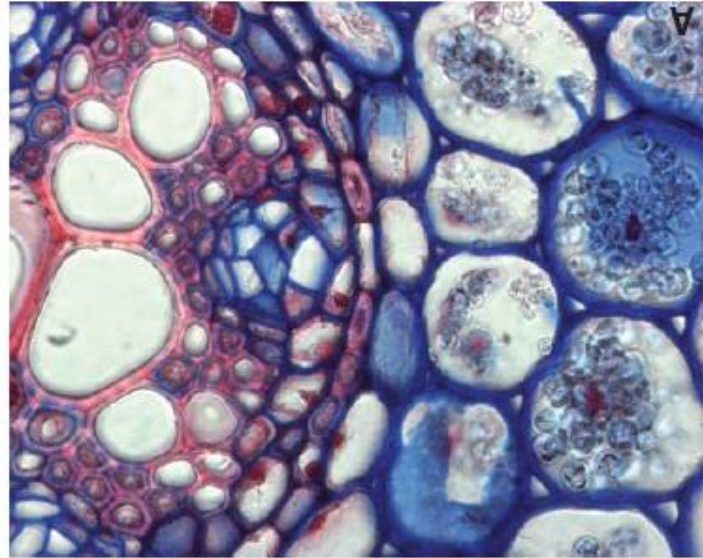
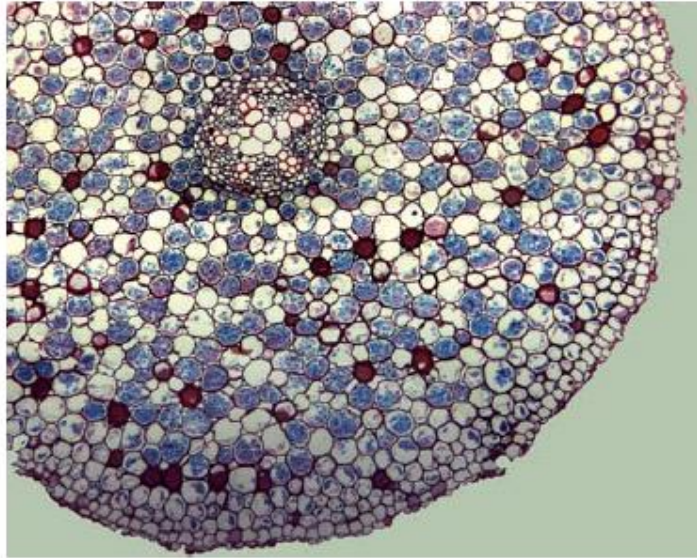


Figura 11.9

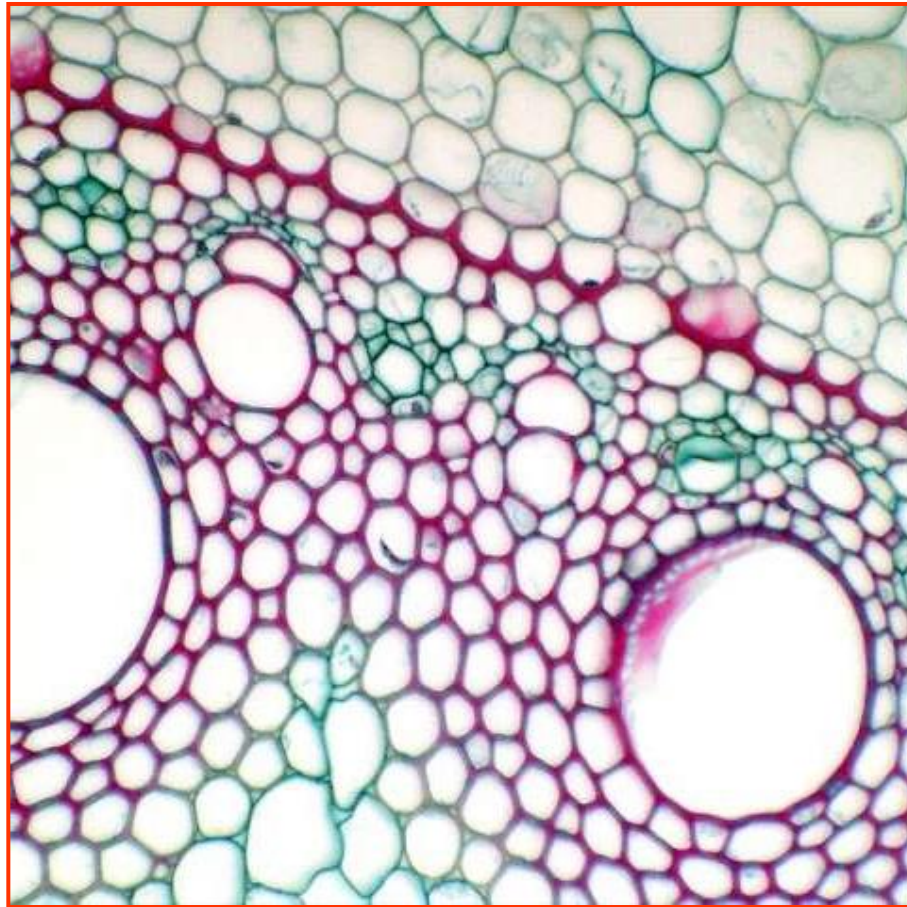
Sezione trasversale di radice in zona di struttura primaria con alcune particolari suberificazioni delle cellule dell'endoderme: A e B) è ben visibile un ispessimento a U con due diverse colorazioni; c) è ben visibile l'ispessimento ad O delle pareti delle cellule dell'endoderma con punti di permeazione, cellule nelle cui pareti è assente la suberina (vedi freccia) (osservazioni di S. Mazzuca e G. Pasqua).



**Radice di *Ranunculus*
in struttura primaria**

Endoderma nelle Angiosperme monocotiledoni

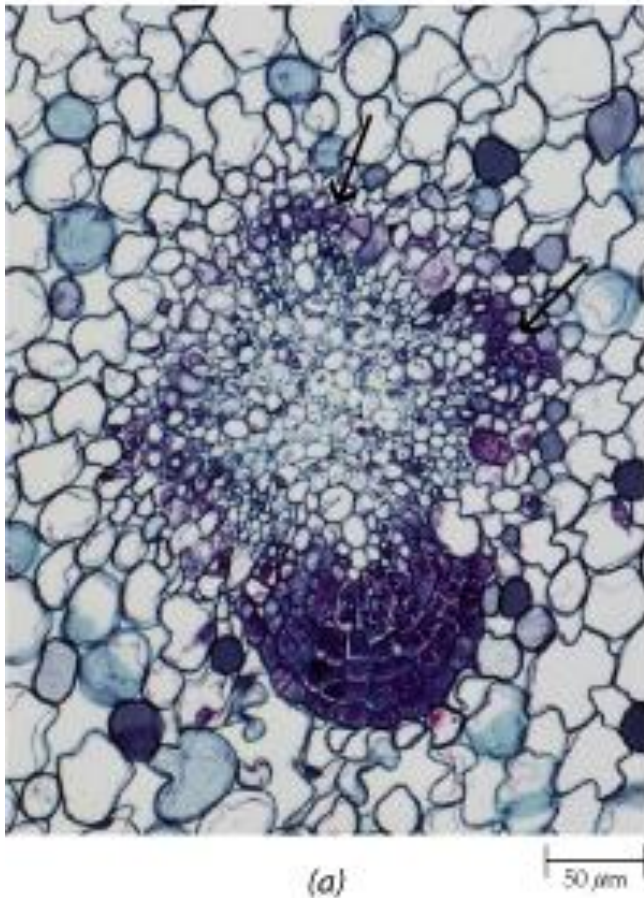
Gli ispessimenti interessano le pareti radiali e la parete tangenziale interna. In sezione trasversale risultano ad U



Sia nelle dicotiledoni che monocotiledoni, allontanandosi dalla zona assorbente la deposizione della parete secondaria interessa tutti i lati e quindi l'ispessimento in sezione trasversale risulta ad O

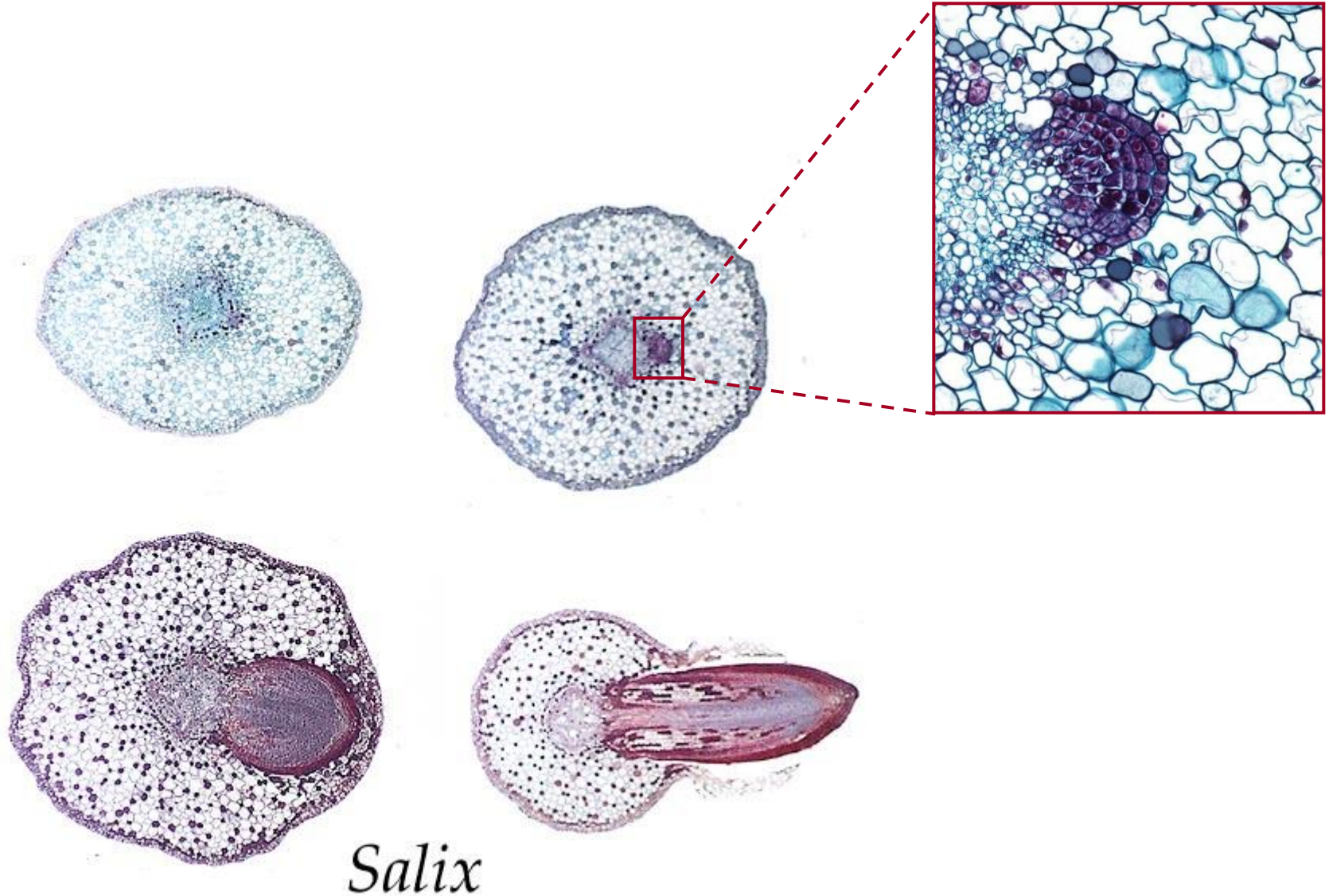
FORMAZIONE RADICI LATERALI

IL PERICICLO: è un tessuto a contatto con l'endoderma e posto esternamente

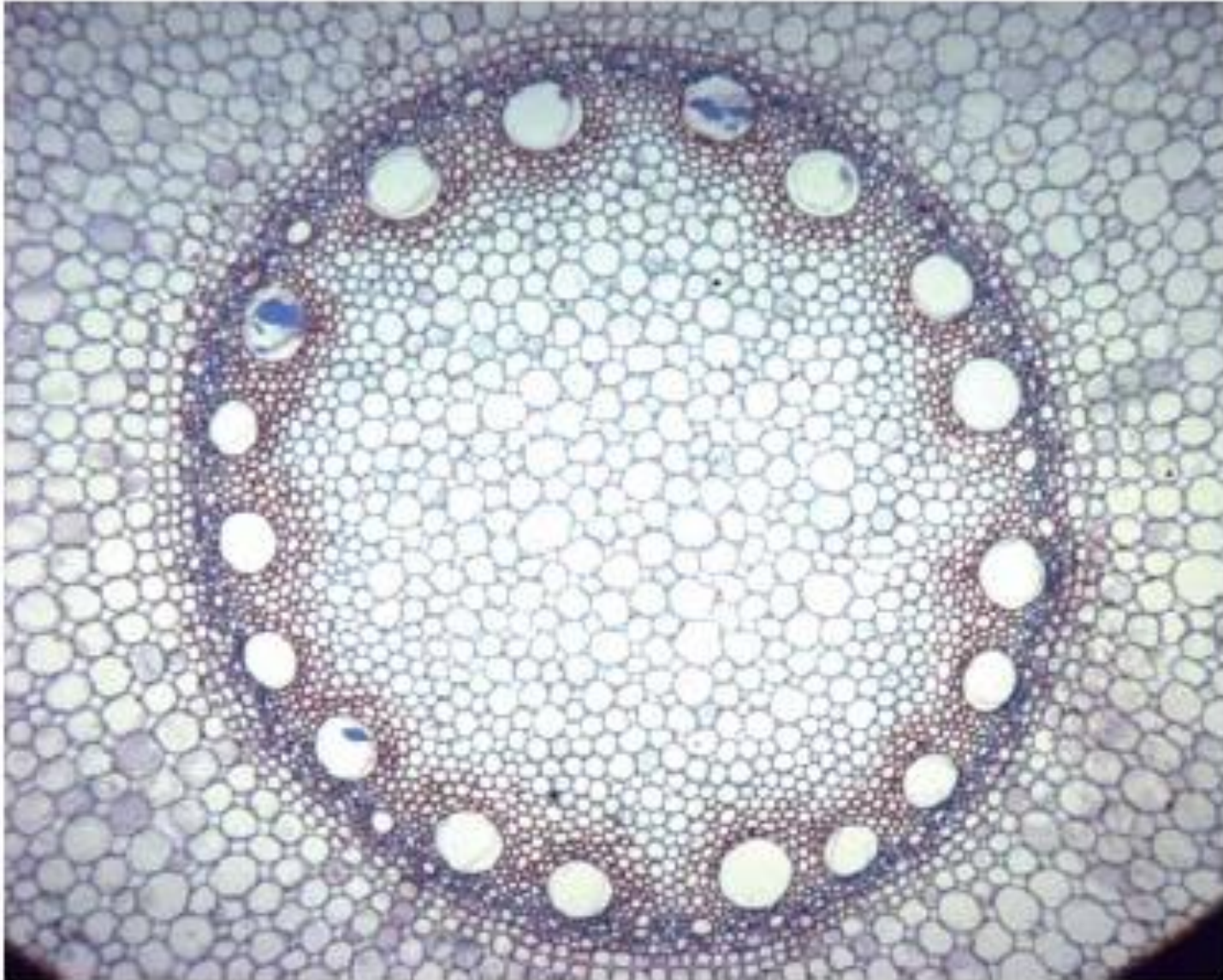


Zona di struttura primaria

Formazione delle radici laterali



RADICE POLISTELICA DI *ZEA MAYS*



Nelle monocotiledoni c'è un midollo centrale ricco di cellule parenchimatiche di riserva

Nelle Gimnosperme e nelle Angiosperme dicotiledoni è presente una zona di struttura secondaria – che deriva dall'attività dei meristemi secondari (cambio cribro-vascolare e cambio subero-fellodermico) la radice diventa legnosa e si accresce in spessore.

A differenza del fusto, nel legno della radice si nota che:

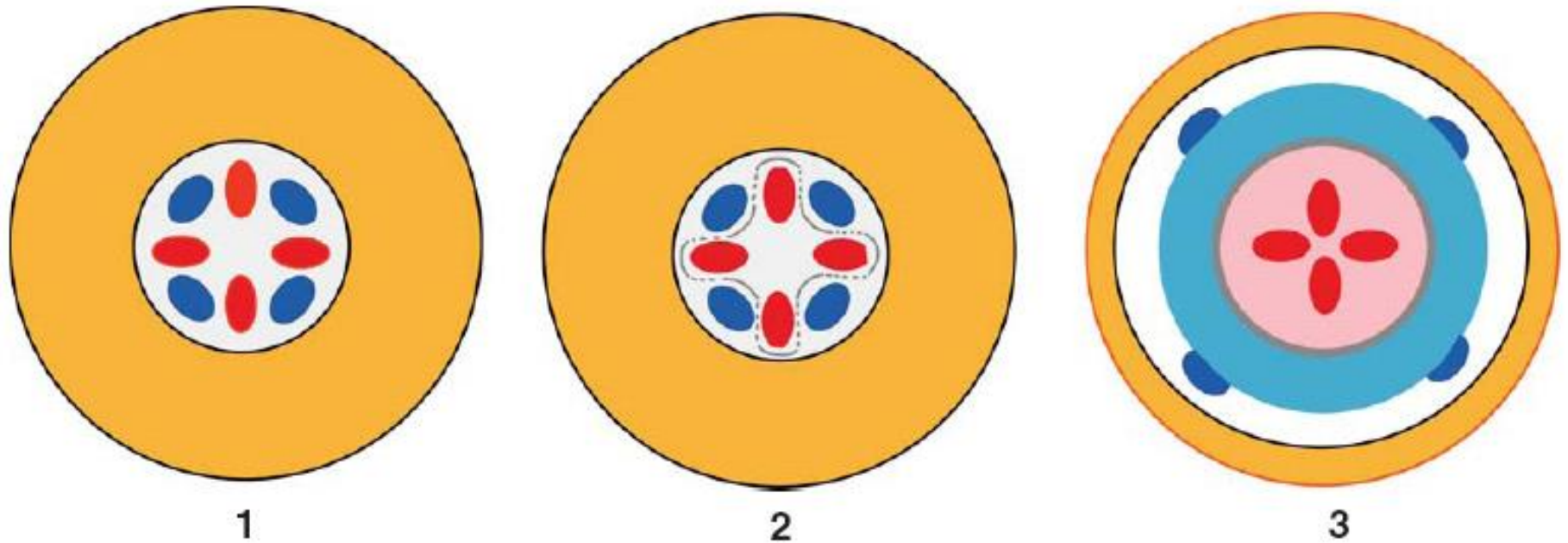
A) è più abbondante il parenchima di riserva - la radice è l'organo ideale in cui accumulare le riserve

B) sono molto più scarsi gli elementi meccanici di sostegno (fibre) – la radice è più che altro sollecitata da forze di trazione e non di piegamento e torsione

C) sono poco visibili se non assenti gli anelli di crescita – la radice è per lo più immersa nel terreno, quindi risente in misura minore delle variazioni stagionali

Il cambio rimane attivo in maniera quasi costante per tutto l'anno.

PASSAGGIO DALLA STRUTTURA PRIMARIA ALLA SECONDARIA



Il cambio inizia a formarsi in corrispondenza del metafloema a carico di tessuti parenchimatici. Poi anche il periciclo si dividono e formano cellule di cambio. Il cambio risulta sinusoidale. L'intensità delle divisioni inizialmente è maggiore in corrispondenza delle arche floematiche e questo comporta che il cambio diventi un anello. Si forma anche un parenchima di dilatazione a carico dei raggi midollari.

CORPO SECONDARIO cilindro centrale

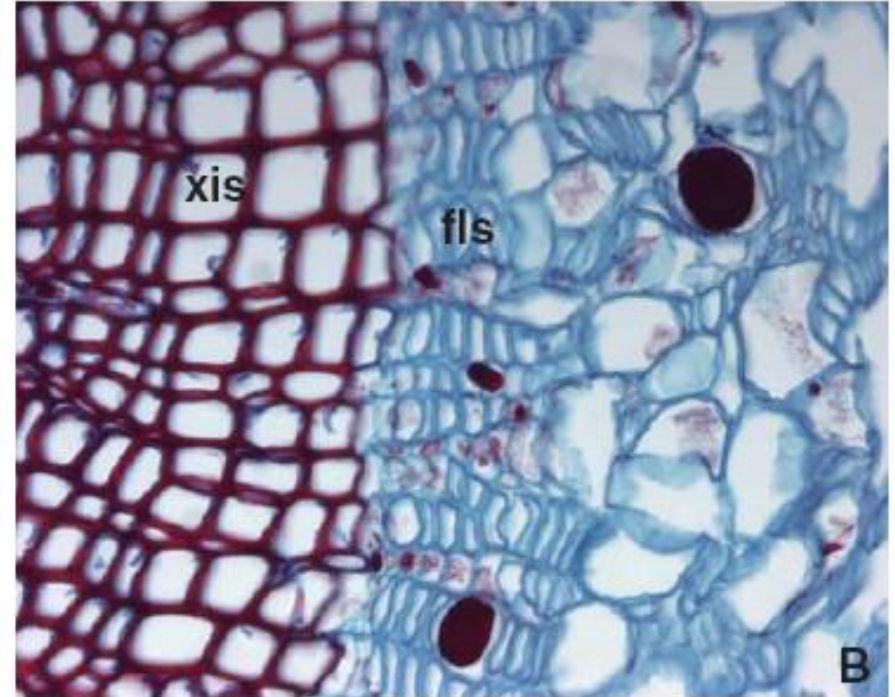
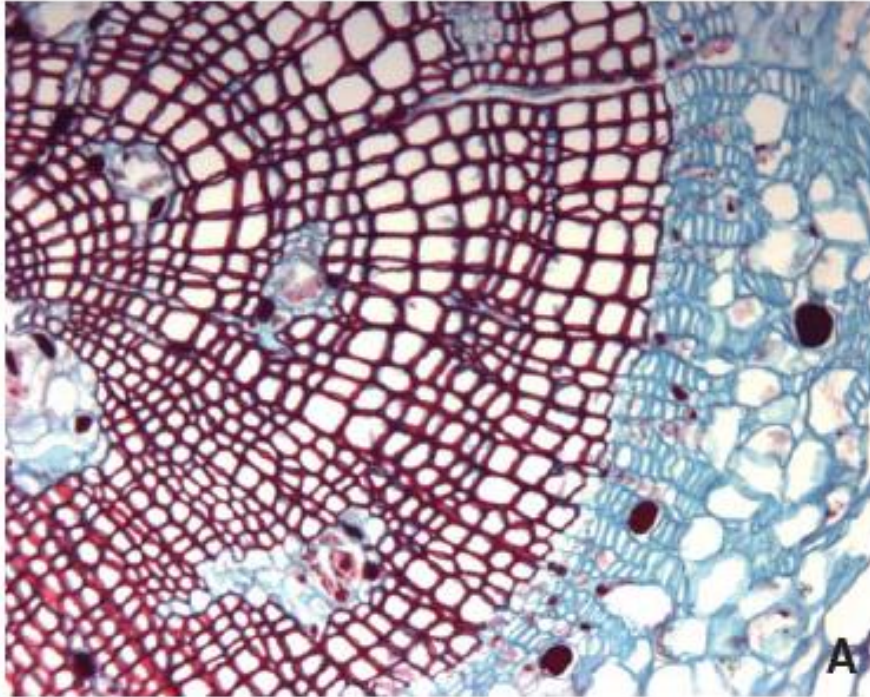


Figura 11.14

Sezione trasversale di una radice in struttura secondaria. A) Radice di pino (*Pinus nigra*) di tre anni di età; in particolare si possono notare i raggi midollari (r). B) Particolare della sezione in cui si possono notare lo xilema secondario (xis) e il floema secondario (fls) (osservazioni di S. Mazzuca).

CORPO SECONDARIO

periderma (sughero+fellogeno+felloderma)

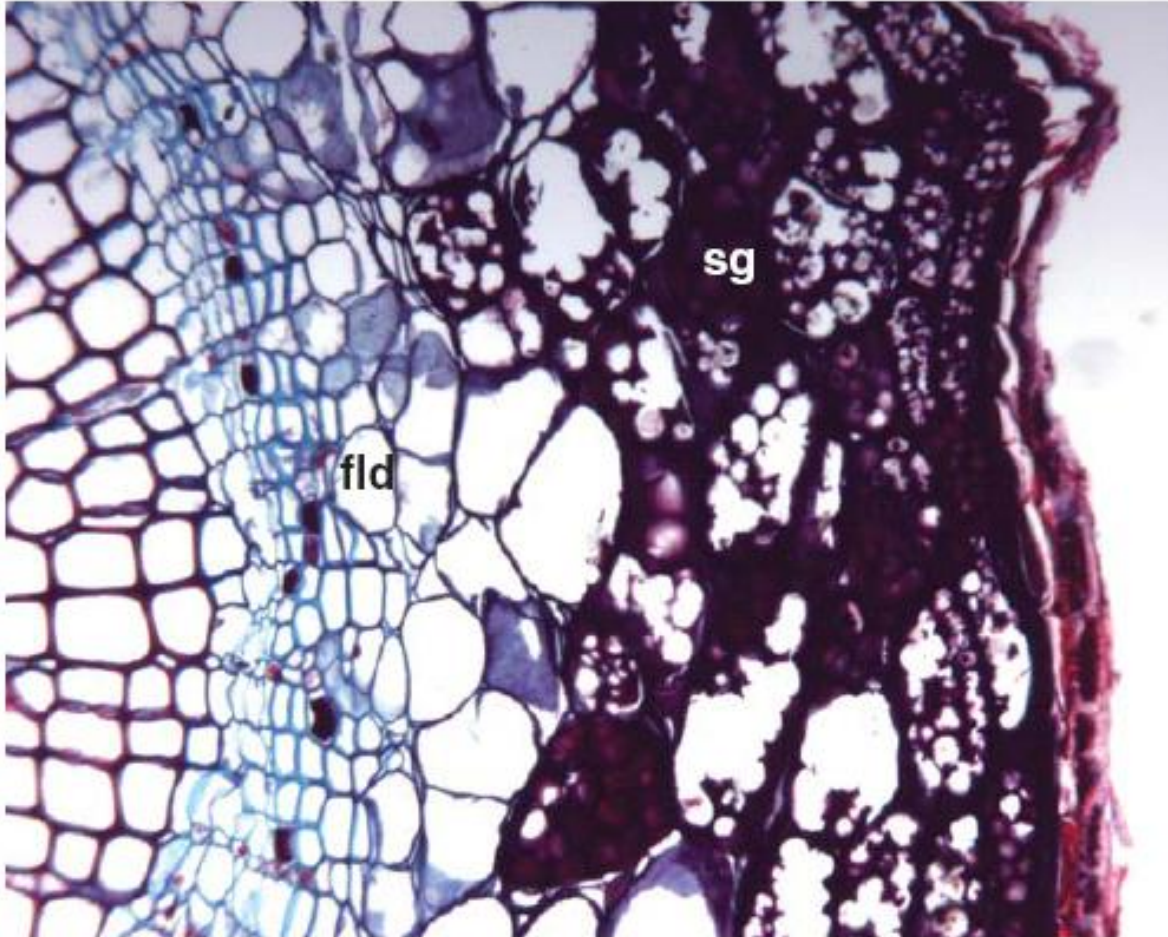


Figura 11.15

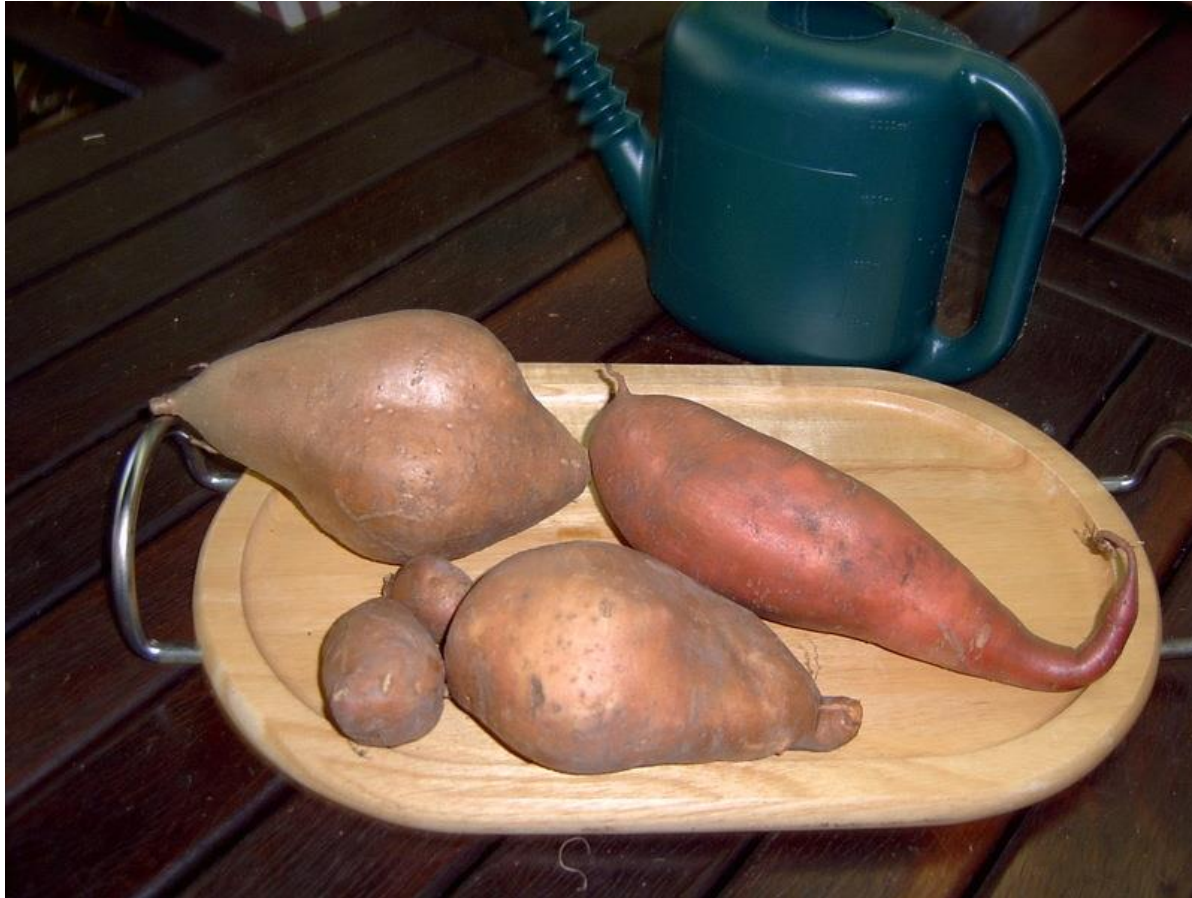
Sezione trasversale di una radice in struttura secondaria. Radice di pino (*Pinus nigra*) di tre anni di età. Si possono notare i diversi strati del felloderma (fld) e del sughero (sg) (osservazione di S. Mazzuca).

Il cambio subero-fellodermico si forma a carico del parenchima corticale. Viene in continuazione sostituito dall'attività di tessuto più profondo.

**MODIFICAZIONI
DELLA LA RADICE:
FUNZIONE DI
RISERVA**

RADICI CON FUNZIONE DI RISERVA

Patata dolce (*Ipomea batata*)



Attenzione: la patata comune (*Solanum tuberosum*) non è una radice modificata, ma un tubero (fusto modificato)

RADICI CON FUNZIONE DI RISERVA

Ravanello (*Raphanus sativus*)



Riserva di 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.



Carota (*Daucus carota*)



Rapa (*Brassica rapa*)

RADICI CON FUNZIONE DI RISERVA



Figura 11.17

Radici tuberiformi disseccate di ginseng (*Panax ginseng*)
(da M.L. Leporatti et al., 1997).

Alcune radici a fittone accumulano anche molecole aromatiche. Estratti idroglicolici di ginseng contengono molecole con attività antiossidante ed antiinvecchiamento

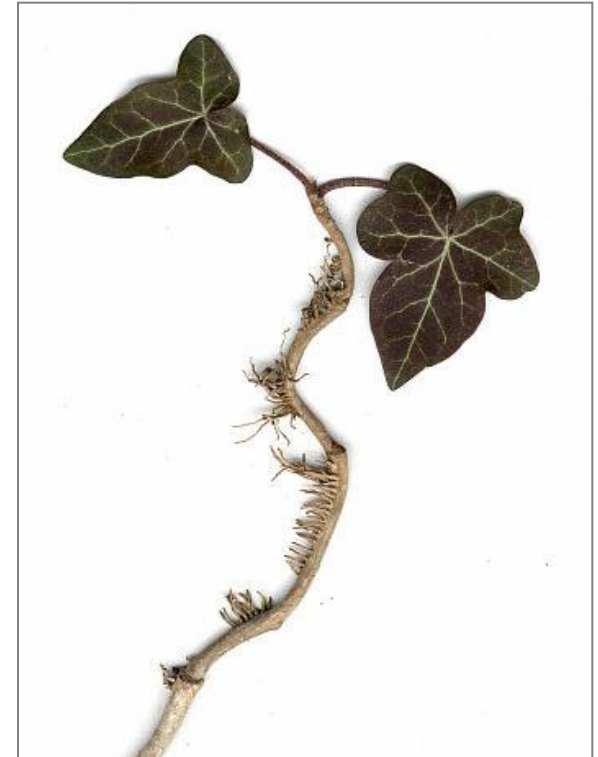
Radici di CURCUMA



Radici di curcuma, ricche di curcumina, sostanza gialla con cui si fa il curry.
Proprietà: **antinfiammatoria, antiossidante, antitumorale.**

Sostegno: Radici aggrappanti

In piante rampicanti (es. edera) sono presenti radici aggrappanti (cioè radici avventizie aeree che si sviluppano dal fusto) che prendono contatto con il supporto



RADICI AEREE (A TRAMPOLO)

Mais (*Zea mays*)



Sostegno: Radici a trampolo

In alcune piante (es. mais) si sviluppano 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.



RADICI AEREE (PNEUMATOFORI)

Mangrovie

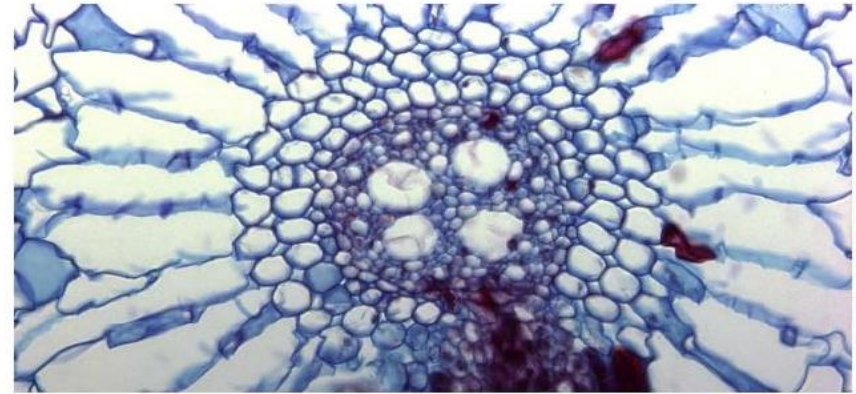


Figura 11.18

Sezione trasversale di una radice con parenchima corticale con ampi spazi intercellulari (aerenchima) (osservazione di S. Mazzuca).

Le mangrovie si trovano lungo le coste tropicali e subtropicali di Africa, Asia, Americhe e Oceania, crescendo nella zona intertidale dove l'acqua dolce incontra quella salata.

Le radici crescono verso l'alto (geotropismo negativo) e assorbono l'ossigeno dall'aria perché il terreno è imbibito di acqua.

Radici aeree: Pneumatofori

Il problema della scarsa disponibilità di O_2 viene risolto sviluppando radici aeree o pneumatofori, utili anche per un migliore ancoraggio al terreno. Il numero degli organi respiratori dipende dalla quantità di acqua e dalla durata del periodo di immersione. Un esempio è la mangrovia marina sottoposta a cicli di immersione dovuti alle maree. Quando gli pneumatofori sono sommersi l'ossigeno presente nell'aerenchima viene consumato dalla respirazione cellulare e l'anidride carbonica prodotta dalla respirazione diffonde nell'acqua. Da ciò si crea una pressione negativa nell'aerenchima che consente di assorbire aria e quindi ossigeno non appena le radici emergono dall'acqua.

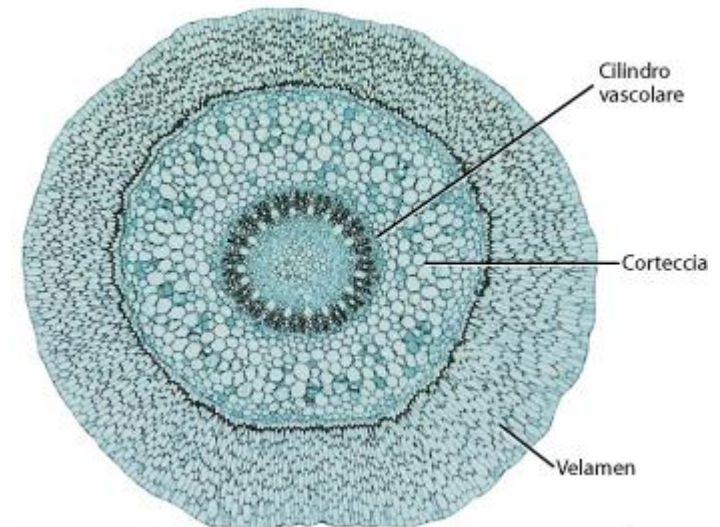


Radici aeree: Piante epifite

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.

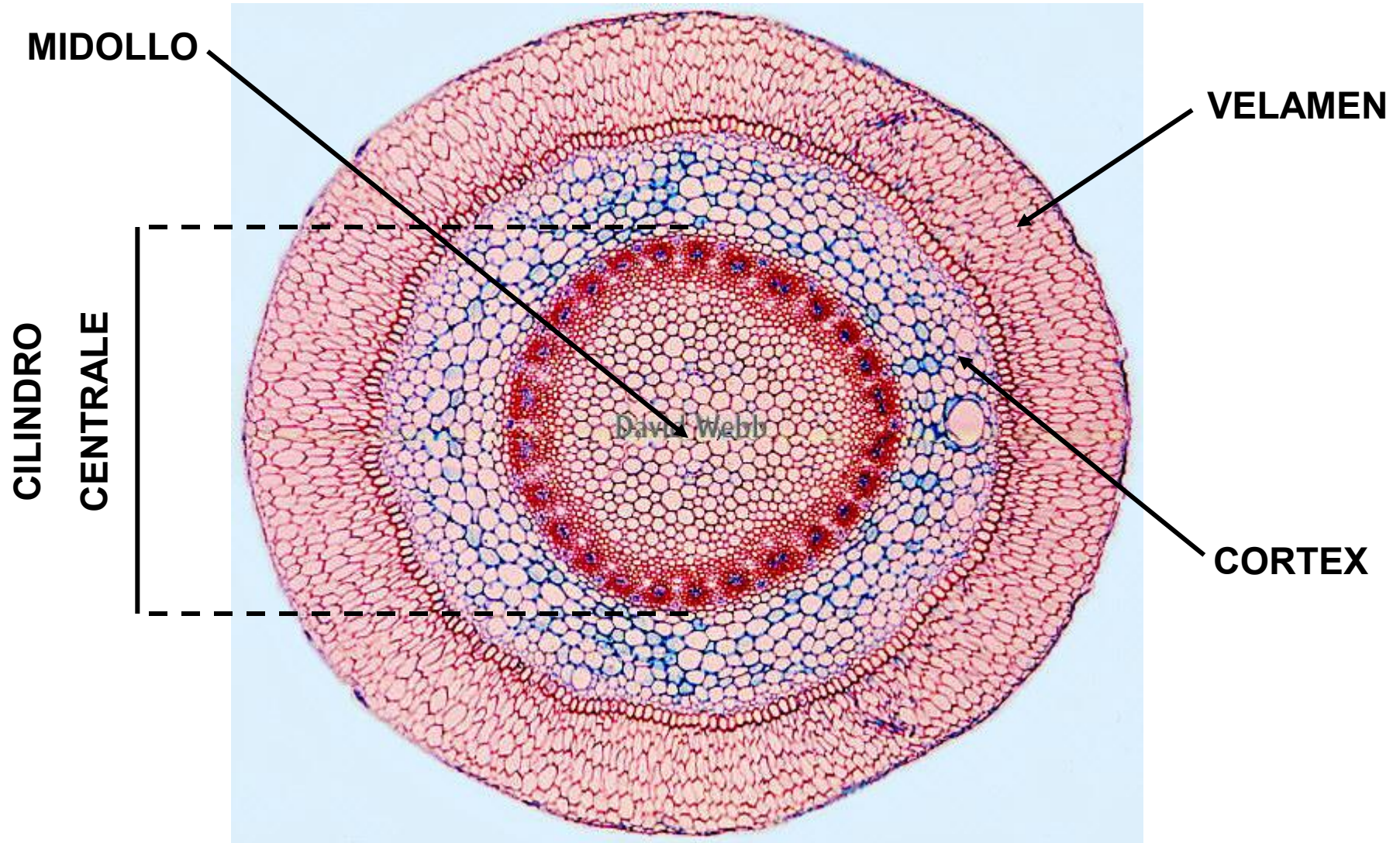


Dendrobium



VELAMEN

Radice di orchidea in sez. trasversale



Parassitismo: Austori

Radici che si sviluppano dal fusto, austori (dal latino haurio = assorbo), in molte piante parassite per collegarle all'ospite e ai suoi tessuti conduttori. Alcune orchidee, Orobanchaceae, Convolvulaceae (cuscuta)



Cuscuta japonica



ENDOMICORRIZE

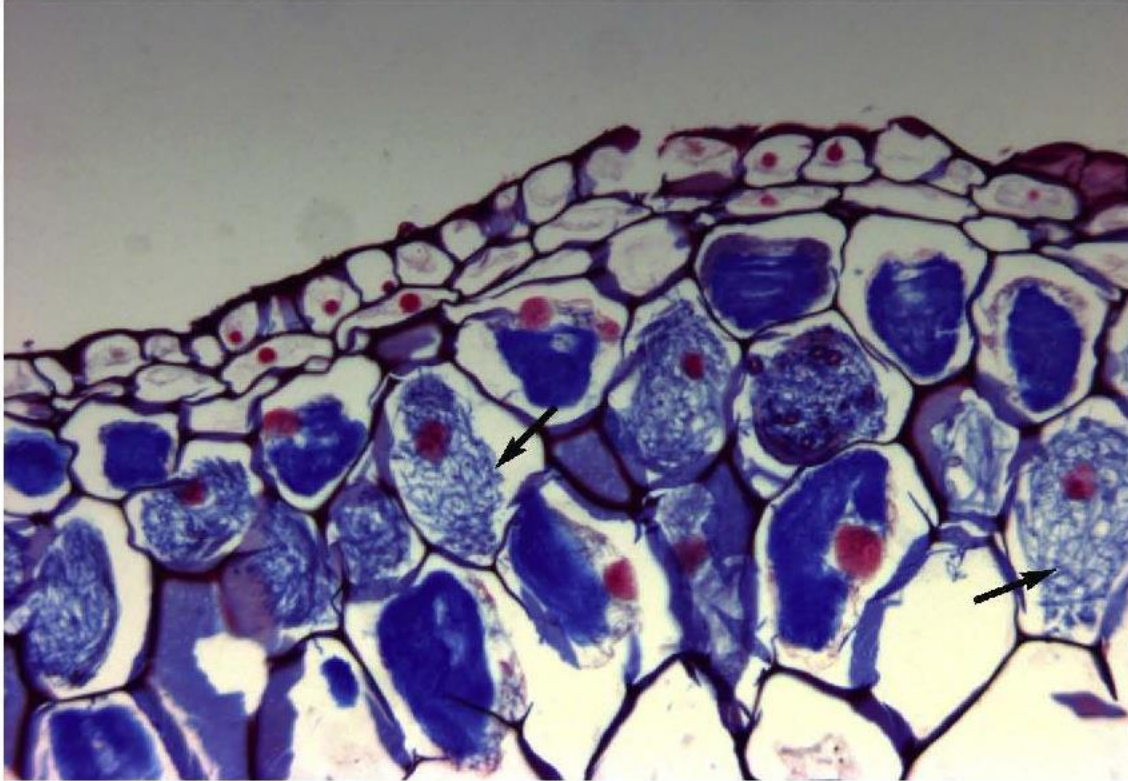


Figura 11.19

Sezione trasversale di radice che presenta una evidente colonizzazione delle cellule del parenchima corticale di un fungo endomicorrizico (vedi frecce) (osservazione di S. Mazzuca).

Ectomicorrize le ife fungine rivestono l'apice radicale e penetrano nei tessuti senza entrare nelle cellule, ma solo negli spazi intercellulari. Nelle endomicorrize le ife raggiungono l'endoderma penetrando sia negli spazi intercellulari che nelle cellule. Queste endomicorrize possono formare gli arbuscoli che aumentano la comunicazione con la radice.

LE SIMBIOSI AZOTOFISSATRICI

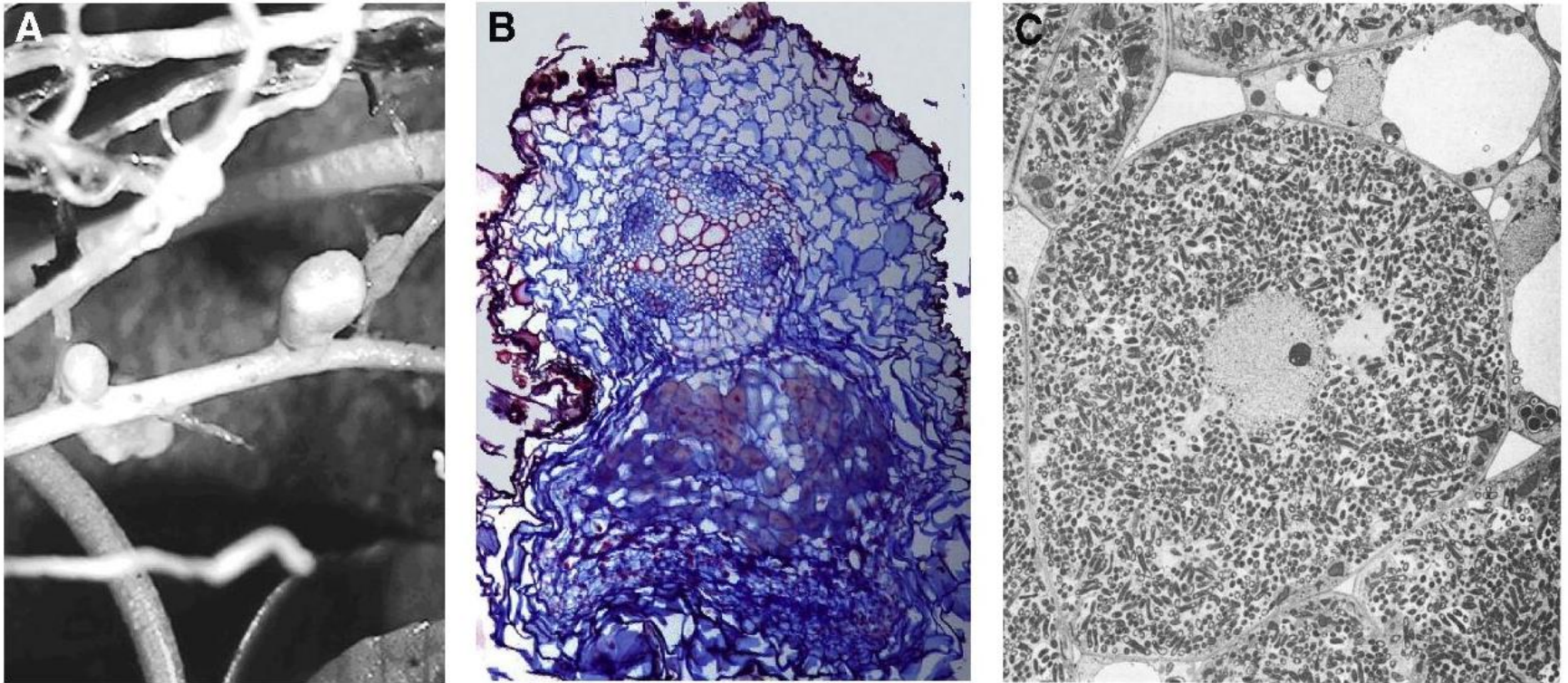


Figura 11.2.1

A) Noduli di *Rhizobium* in radici di leguminose (osservazione di O. Maggi); B) sezione trasversale di radice di fava (*V. faba*) con evidente nodulo radicale (osservazione di S. Mazzuca); C) cellula in un nodulo nella radice di soia, vista al microscopio elettronico, che mostra numerosissimi batteroidi nel suo interno (M.A. Webb, Purdue University).

LE SIMBIOSI AZOTOFISSATRICI

Le piante sono in grado di assorbire l'azoto sotto forma di sali.

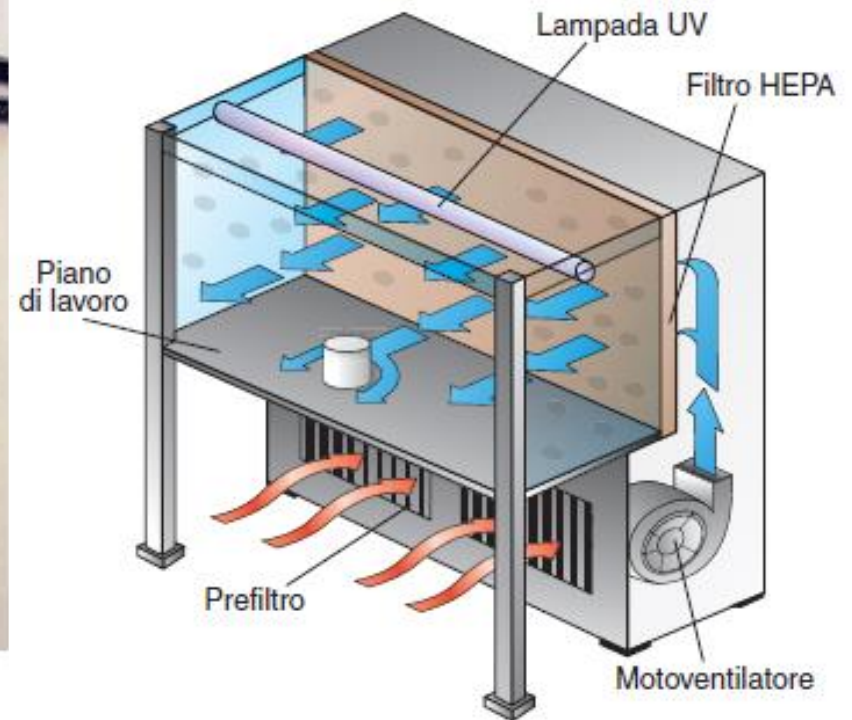
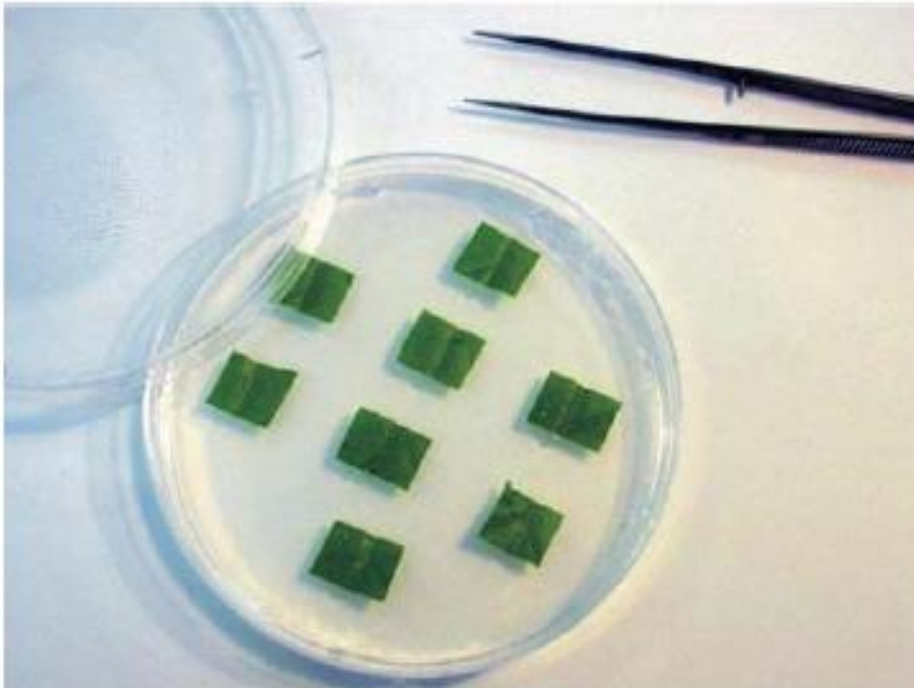
Non sono in grado di assorbire l'azoto gassoso atmosferico 78% dell'atmosfera. L'azoto deve essere prima trasformato in ione ammonio NH_4 o nitrato NO_3 . Lo ione ammonio viene fortemente trattenuto dal terreno mentre i nitrati diffondono nel terreno e sono la principale forma in cui l'azoto viene assorbito dalle piante.

La fonte principale è la decomposizione dell'humus ad opera di microrganismi. I batteri denitrificanti trasformano NO_3 in N_2 che diffonde dal terreno all'atmosfera. I batteri fissatori di azoto trasformano N_2 in NH_3 . Gli azotofissatori fissano annualmente 90.000 di tonnellate di azoto atmosferico. Gli organismi capaci di fissare azoto sono prevalentemente cianobatteri.

Laboratorio di biotecnologie cellulari vegetali

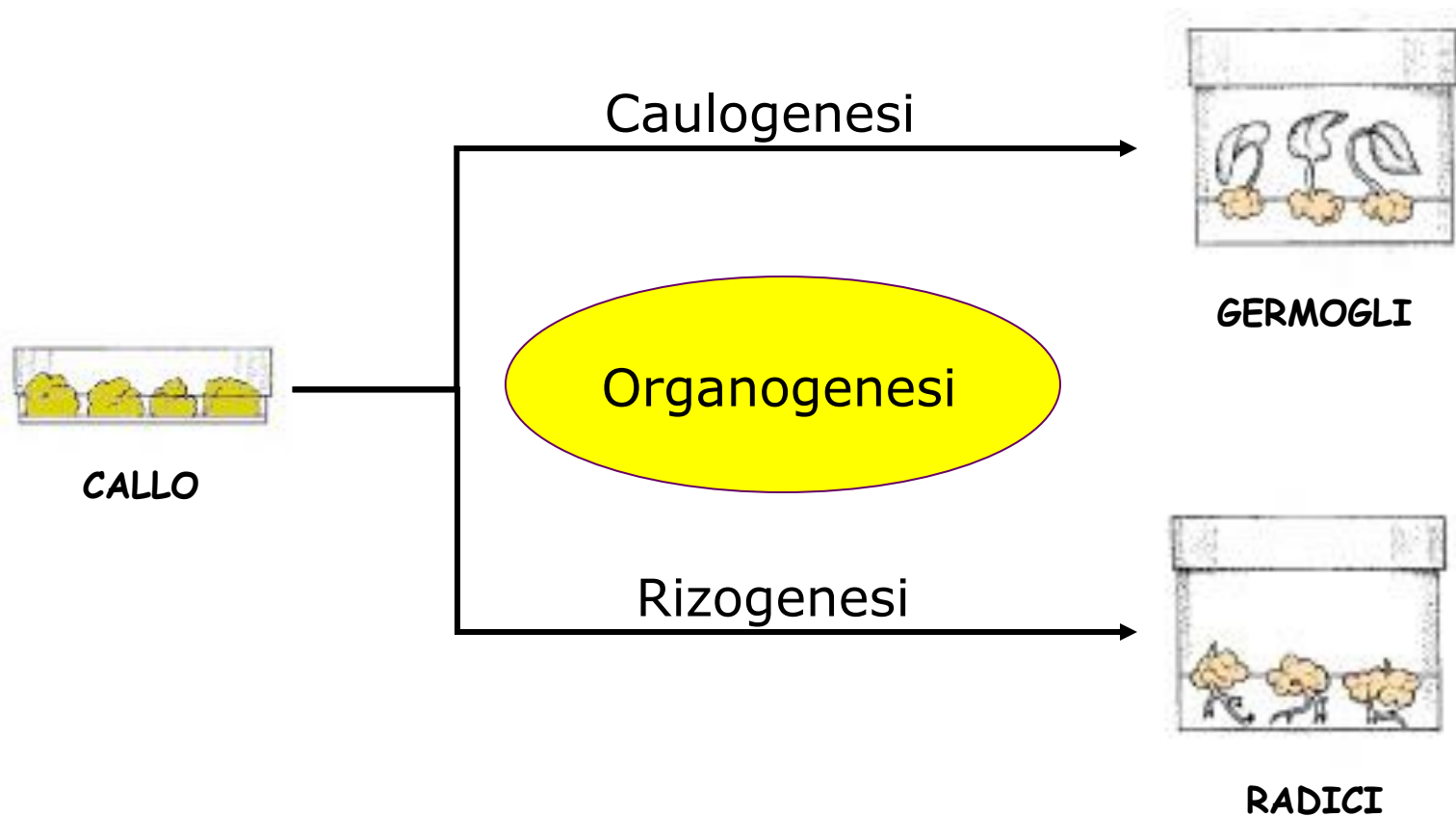


Si deve lavorare in condizioni di massima sterilità, quindi sotto cappa a flusso laminare orizzontale ed usando strumenti sterili



Organogenesi

I metaboliti non prodotti da cellule indifferenziate possono essere prodotti da organi rigenerati *in vitro*



Components	Murashige-Skoog (1962)	White (1963)	Gamborg (1968)	Nitsch (1951)
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	-	-	134	-
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	370	720	500	250
Na_2SO_4	-	200	-	-
KCl	-	65	-	1,500
$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	440	-	150	25
KNO_3	1,900	80	3,000	2,000
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	-	300	-	-
NH_4NO_3	1,650	-	-	-
$\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	-	16.5	150	250
KH_2PO_4	170	-	-	-
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	27.8	-	27.8	-
Na_2EDTA	37.3	-	37.3	-
$\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	22.3	7	10 (1 H_2O)	3
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	8.6	3	2	0.5
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0.025	-	0.025	0.025
H_2SO_4	-	-	-	0.5
$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	-	2.5	-	-
$\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	0.025	-	0.025	-
$\text{FeC}_6\text{O}_5\text{H}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	-	-	-	10
KI	0.83	0.75	0.75	0.5
H_3BO_3	6.2	1.5	3	0.5
$\text{Na}_2\text{M}_0\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0.25	-	0.25	0.25

Components	Murashige-Skoog (1962)	White (1963)	Gamborg (1968)	Nitsch (1951)
Sucrose	30,000	20,000	20,000	50,000
Glucose	-	-	-	or 36,000
Myo-Inositol	100	-	100	-
Nicotinic Acid	0.5	0.5	1.0	-
Pyridoxine HCl	0.5	0.1	1.0	-
Thiamine HCl	0.1-1	0.1	10	1
Ca-Pantothenate	-	1	-	-
Biotin	-	-	-	-
Glycine	2	3	-	-
Cysteine HCl	-	1	-	10

PERCHE' AL MEZZO COLTURALE SI AGGIUNGONO I FITORMONI?

Auxine

Il principale effetto delle auxine è la promozione della divisione e della distensione cellulare, la loro presenza è dunque richiesta per la callogenesi

La principale auxina naturale è l'acido indol-3-acetico (IAA), tuttavia questo composto è termo- e foto-labile, pertanto è più comune l'uso auxine sintetiche maggiormente stabili, come l'acido 2,4-diclorofenossiacetico (2,4-D). Frequente è anche l'uso di acido indol-3-butirrico (IBA), un'auxina considerata fino a qualche anno fa come un composto di origine esclusivamente sintetica. Recentemente è stato dimostrato che può essere sintetizzato nella pianta. Il 2,4-D è molto efficace nell'induzione della formazione di callo

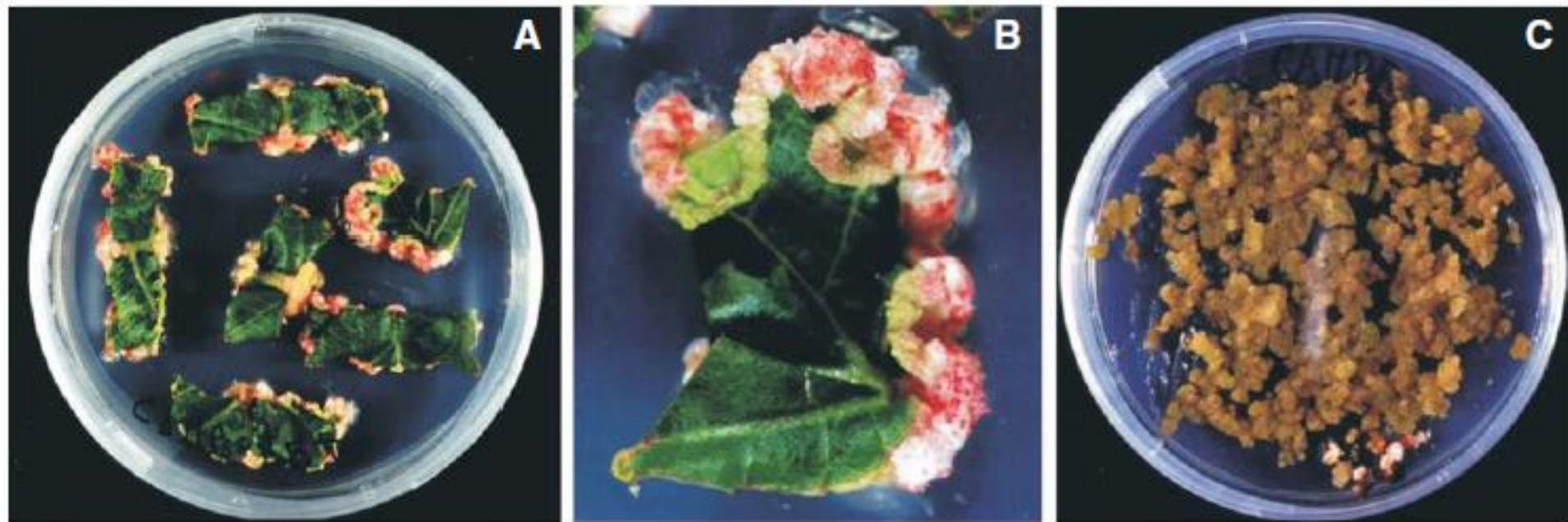


Figura 18.4

Espianti fogliari dopo 20 giorni di coltura in un mezzo callogénico (A) e particolare (B). In corrispondenza delle superfici di taglio è possibile distinguere la presenza di callo; il colore rosso è dovuto alla presenza di pigmenti antocianici nei vacuoli di alcune cellule. **Callo coltivato ad oscurità continua, dopo 5 subcolture (C)** (foto di A. Valletta).

Rizogenesi



Espianti

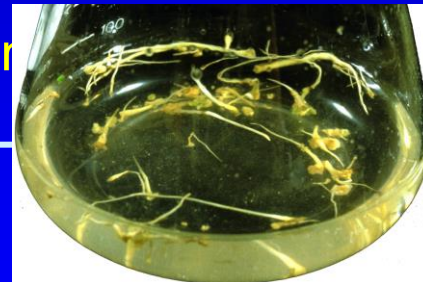
Rizogenesi



Radici neoformate

Inoculo in
mezzo
liquido

Trasferimento in
bioreattore



Radici in mezzo liquido



Bioreattore



Rizogenesi

alcuni prodotti ottenuti da colture di radici

Specie	Prodotto	Referenze
<i>Artemisia absinthium</i>	Olii volatili	Kennedy et al. (1993)
<i>Beta vulgaris</i>	Betalaine	Hamill et al. (1986)
<i>Bidens alba</i>	Poliacetileni	Norton and Towers (1986)
<i>Calystegia sepium</i>	Alcaloidi tropanici	Jung and Tepfer (1987)
<i>Coreopsis tintoria</i>	Fenilpropanoidi	Thron et al. (1989)
<i>Datura stramonium</i>	Scopolamina, iosciamina	Baiza et al. (1998)
<i>Hemidesmus indicus</i>	2-idrossi- metossibenzaldeide	Sreekumar et al. (1998)
<i>Hyoscamus albus</i>	Iosciamina	Hashimoto and Yamada (1986)
<i>Hyoscamus muticus</i>	Iosciamina	Flores et al. (1987)
<i>Polygonum tinctorium</i>	Indigo, Indirubina	Shim et al. (1998)
<i>Silybum marianum</i>	Flavonolignani	Alikaridis et al. (2000)