

Anatomia e sviluppo del FUSTO

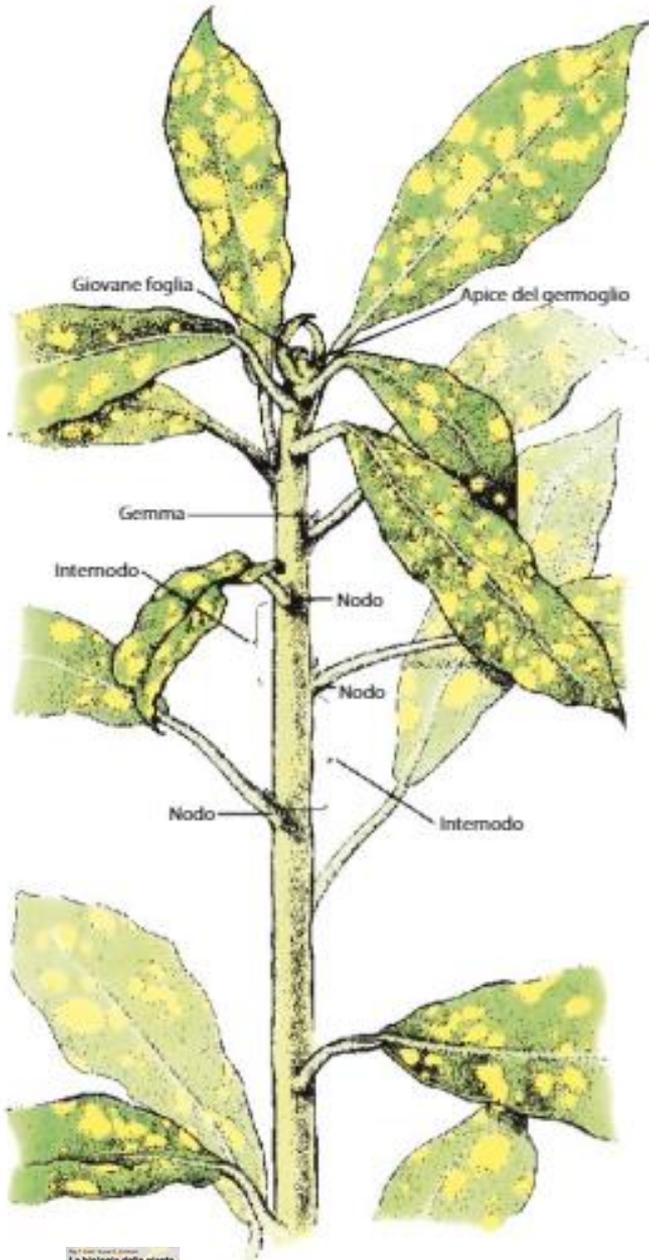
Fusto o caule

Funzioni del fusto:

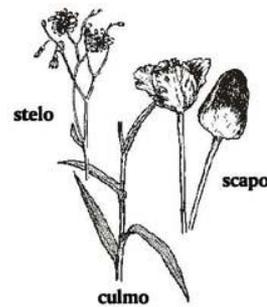
Sostegno e Trasporto, Riserva

Internodi: parti allungate del fusto

Nodi: porzioni del fusto dove sono attaccate le foglie



TIPO DI FUSTO ERBACEO



TIPO DI FUSTO LEGNOSO

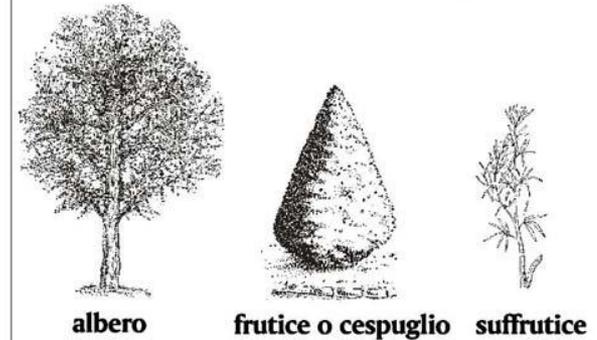


Foto dal web

Fusto erbaceo

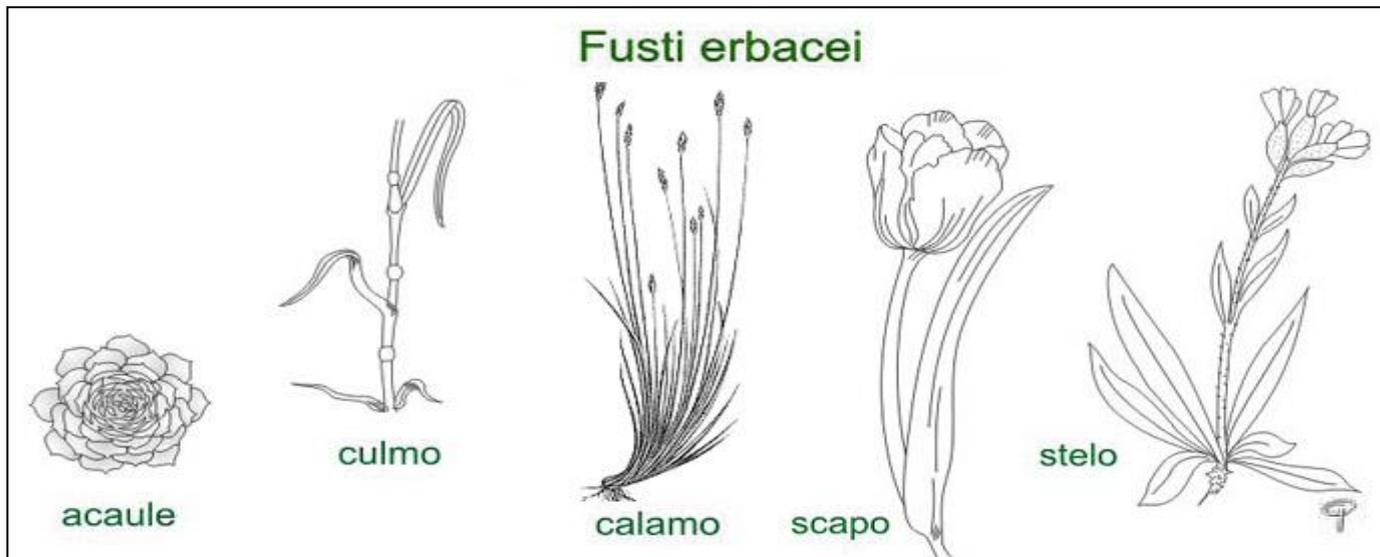
tessuti non lignificati e normalmente di colore verde

Stelo: tipico delle erbe, porta foglie e fiori (rosa, grano ecc.)

Culmo: cavo all'interno degli internodi e pieno ai nodi, non si ramifica oppure si ramifica soltanto in basso; spesso è lignificato e molto resistente (tipico delle Poaceae)

Scapo: fusto senza foglie e rami o con foglie solo alla base, solo fiori terminali (tulipano)

Calamo: fusto erbaceo vuoto all'interno e senza nodi (giunco)



Fusti legnosi

Arbusti

suffrutici: fusto ramificato dalla base con rami lignificati, mentre i rami superiori rimangono erbacei (rosa; salvia)

frutici, fusto ramificato sin dalla base che non raggiunge i 5 m in altezza, ma i suoi rami sono tutti legnosi (biancospino)

Alberi: le ramificazioni iniziano ad una certa altezza, il fusto arriva a 5 m (castagno, faggio)

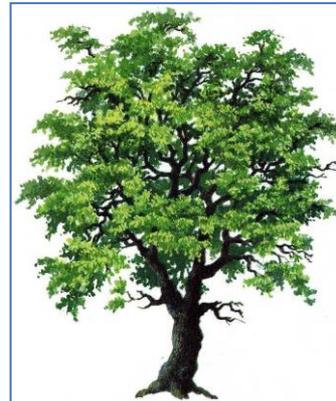
Stipite: il fusto è non ramificato, ha crescita illimitata e foglie soltanto all'apice (palma)



suffrutice



frutice

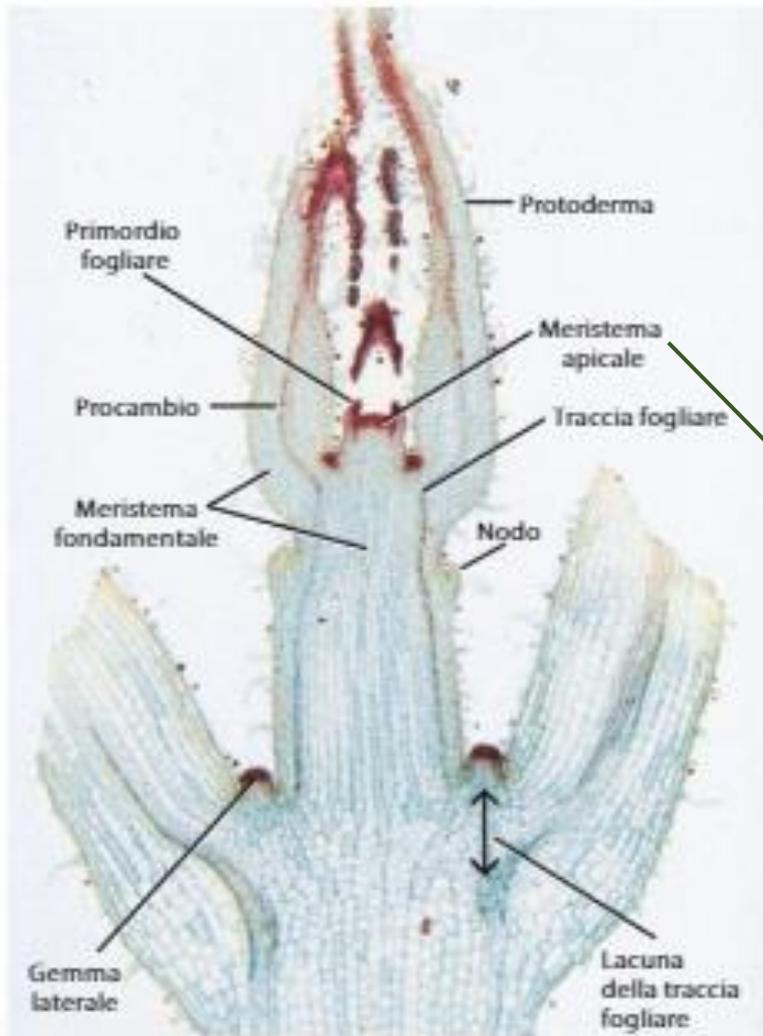


albero



stipite

Germoglio



apice del germoglio

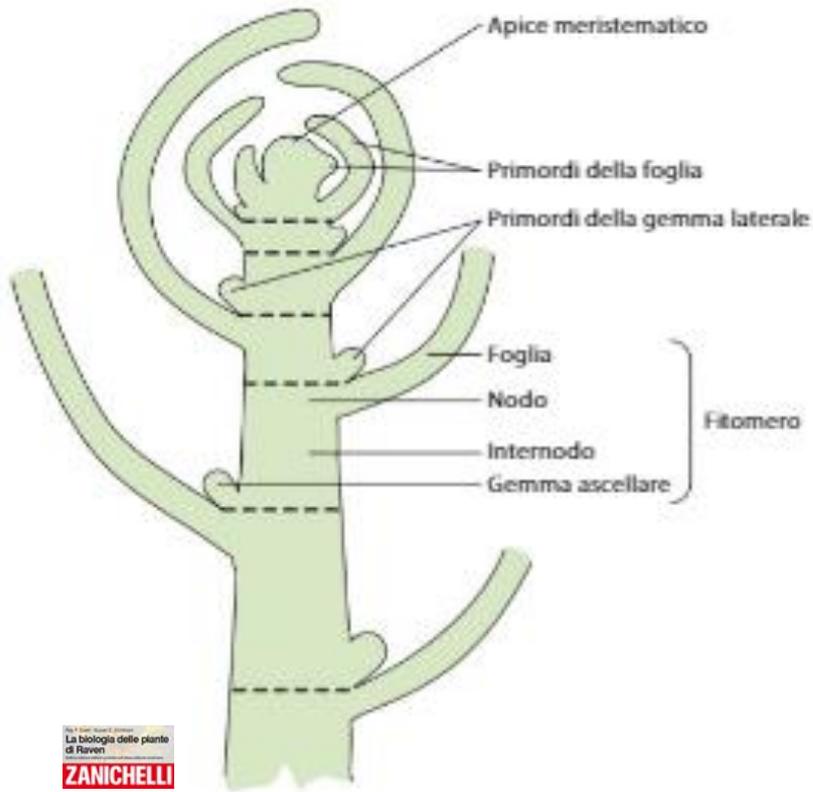
500 µm

- Porzione aerea della pianta costituita da fusto e foglie
- Si origina durante l'embriogenesi
- Nell'embrione è rappresentato dalla *plumula* o *piumetta* (prima gemma da cui ha origine l'intera pianta)

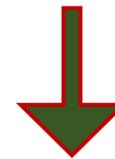
Accresce il corpo primario della pianta
Produce i primordi fogliari → FOGLIE
Produce le gemme laterali → RAMI LATERALI

Strutturalmente più complesso della radice il cui apice non produce organi laterali (prodotti dalla zona di maturazione sotto l'apice radicale)

Crescita modulare del germoglio



FITOMERO: unità strutturale formata dai primordi fogliari e delle gemme laterali; prodotti in modo ripetuto e in successione



- un nodo
- una foglia
- una gemma ascellare
- un internodo

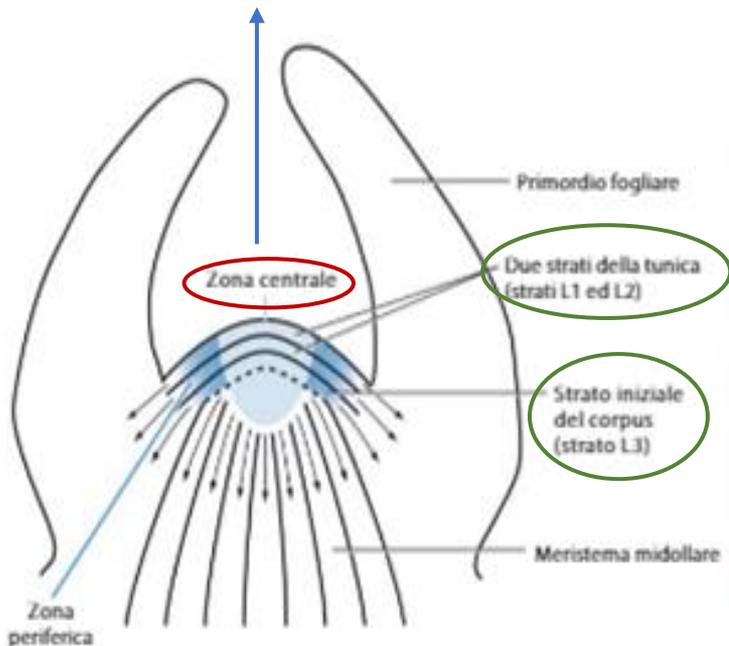
Apice del germoglio

meristema apicale: parte del germoglio distale o sovrastante le giovani cellule del primordio

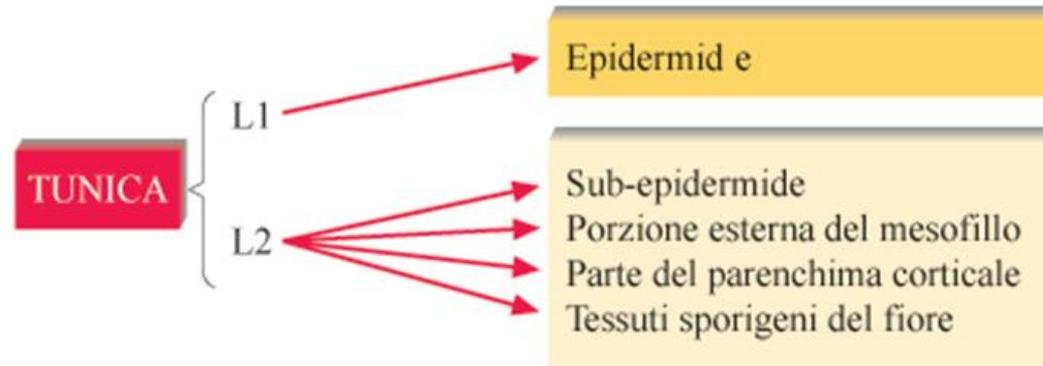
regione subapicale: primordi delle giovani foglie

Apice Vegetativo: organizzazione tunica-corporis (distinte per i piani delle divisioni cellulari)

promeristema

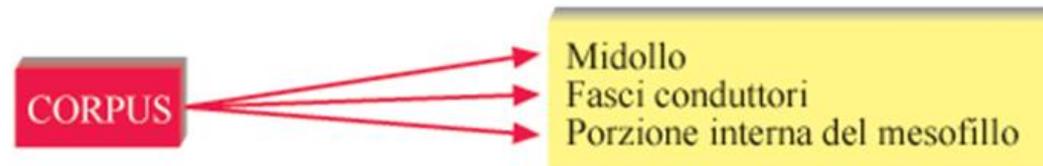
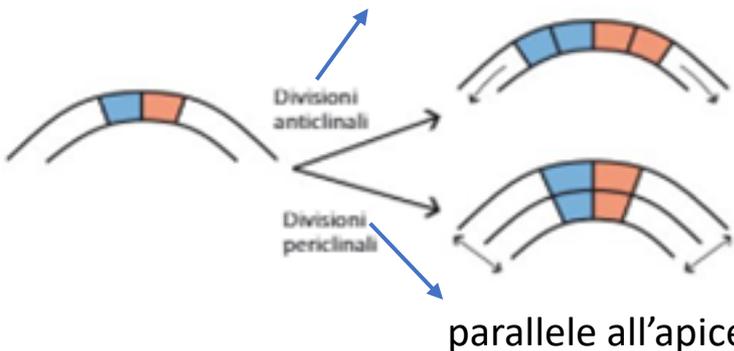


divisione solo anticlinale: secondo piani perpendicolari alla al meristema (accrescimento in superficie)



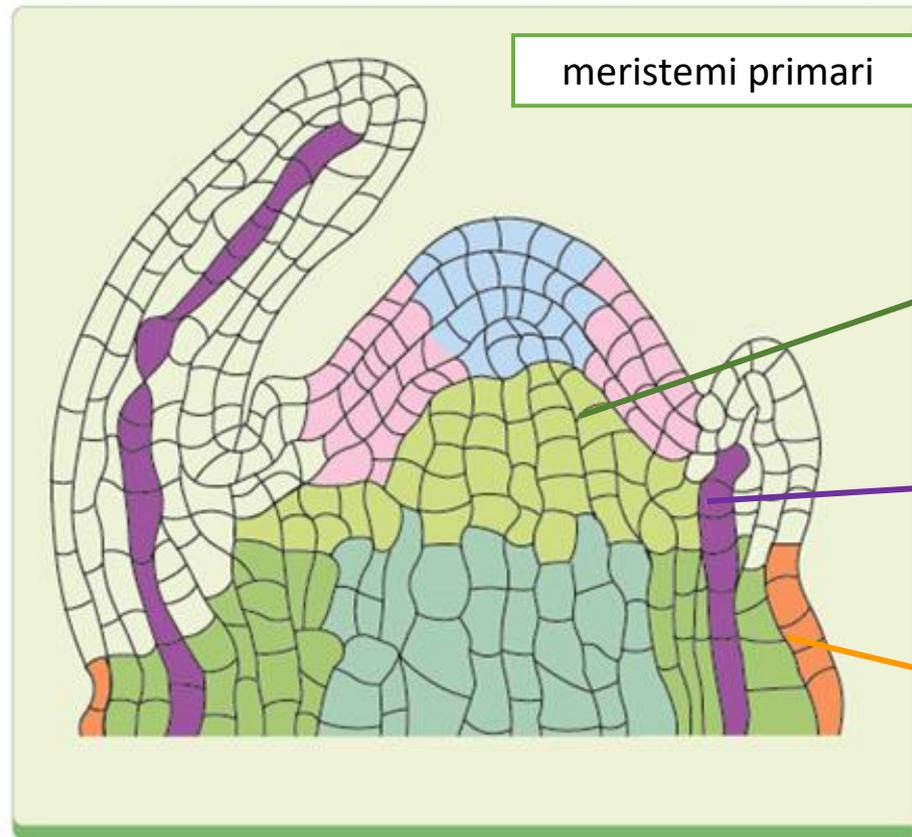
La biologia delle piante di Raven
ZANICHELLI

perpendicolari al meristema



divisioni periclinali: secondo piani paralleli al meristema (aumento in volume)

La differenziazione cellulare non dipende dall'origine cellulare, ma dalla posizione finale di una cellula nell'organo che si sta sviluppando



Tessuto
fondamentale

Tessuti conduttori
primari

Epidermide

analoga al centro
quiescente della radice



zona centrale

zona periferica

meristema
subapicale

meristema
midollare

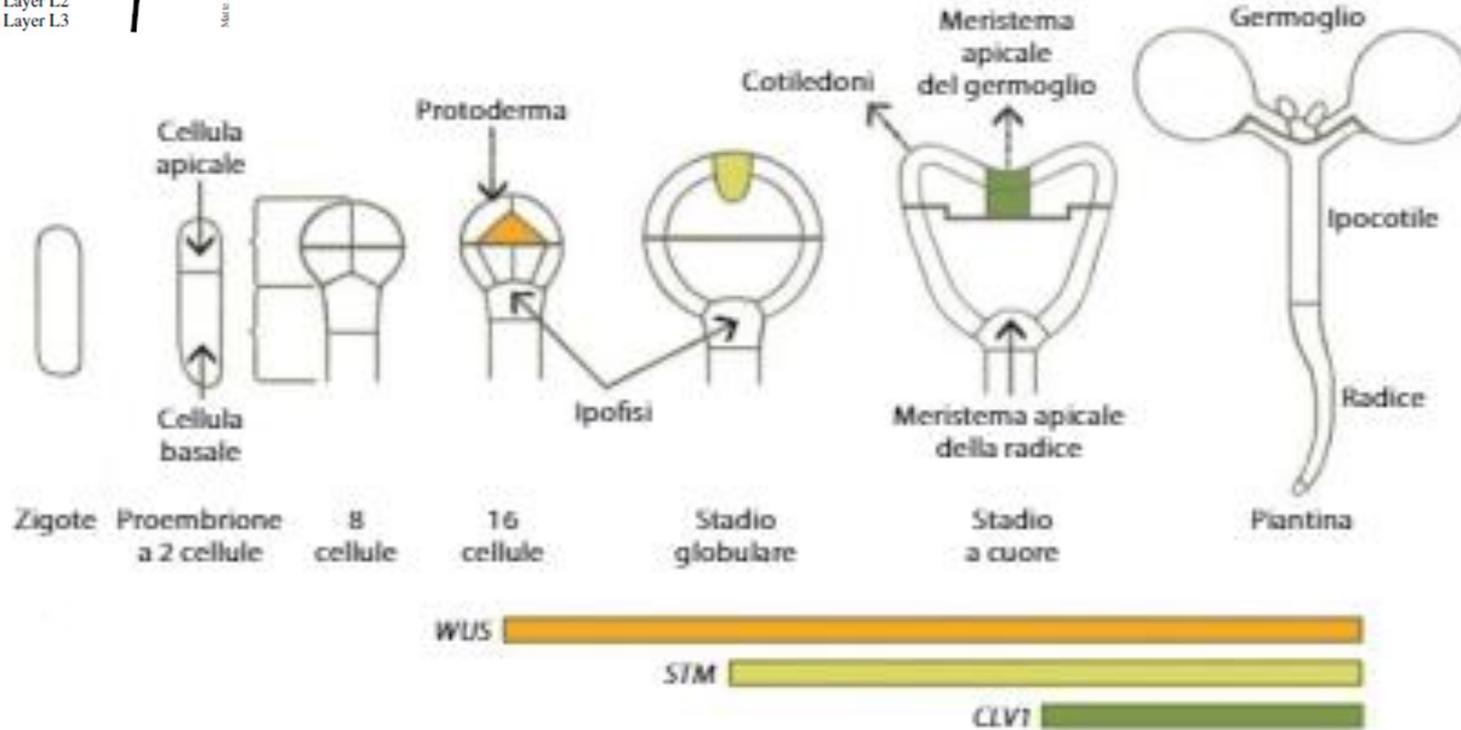
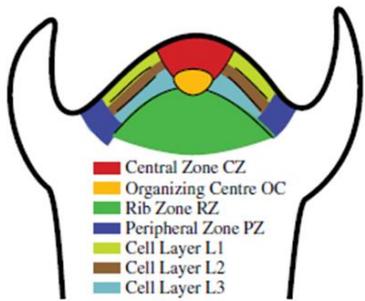
meristema
fondamentale corticale

protoderma

procambio

(anello meristematico)

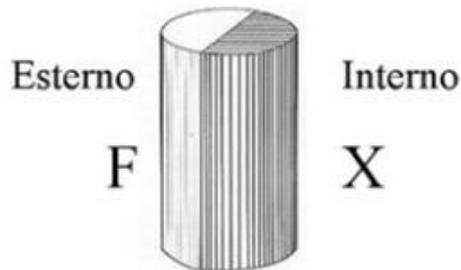
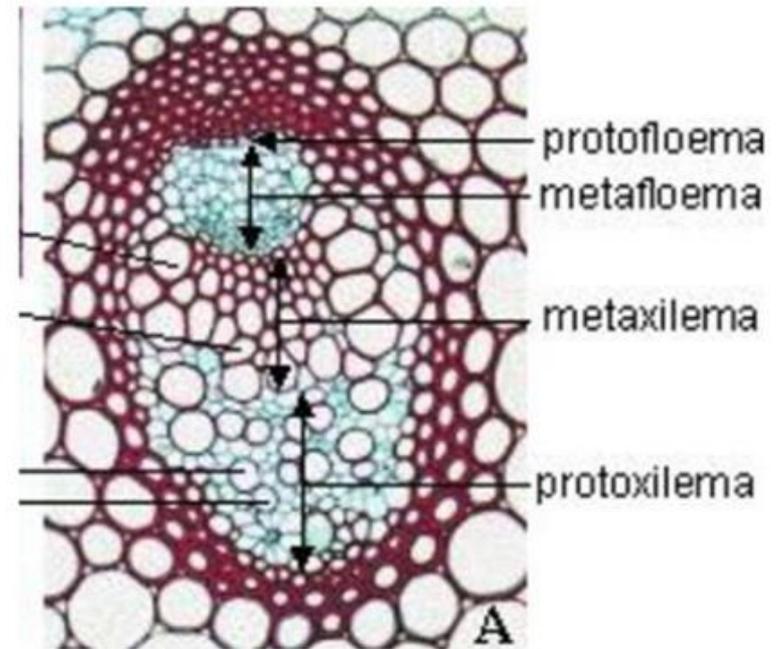
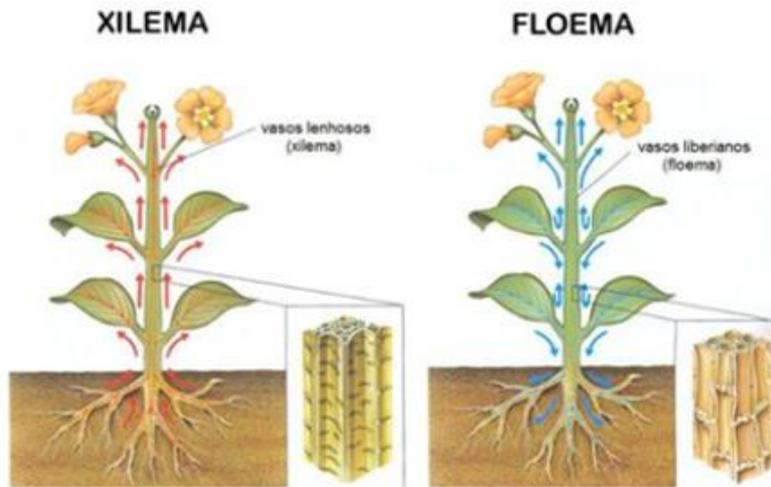
Formazione del meristema apicale del germoglio



L'allungamento del fusto è dovuto maggiormente alla crescita internodale che può avvenire simultaneamente in alcuni internodi (abbastanza uniforme)

XILEMA (legno): trachee (vasi aperti) e tracheidi (vasi chiusi), cellule parenchimatiche e fibre; pareti lignificate irregolarmente ispessite

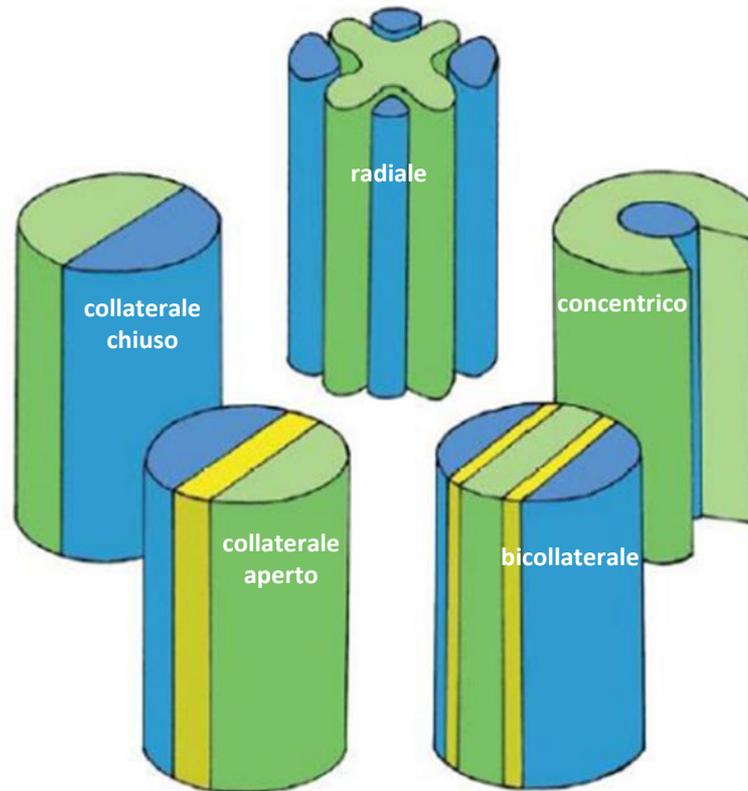
FLOEMA (libro): tubi cribrosi, cellule compagne o albuminose; pareti sottili non lignificate



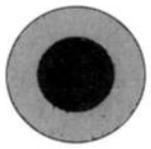
Proto: origine primaria – Meta: origine primaria e secondaria

Tipi di fasci CRIBRO-VASCOLARI

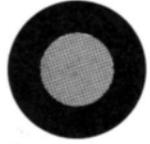
Fascio conduttore: le strutture di conduzione sono disposte in un'unica entità colonnare assieme ad elementi meccanici e parenchimatici. La disposizione reciproca del floema e dello xilema è un elemento diagnostico



chiuso (A), fascio collaterale aperto (B), fascio bicollaterale (C), fascio concentrico (D) e fascio radiale (E) (disegno di R. Braglia).

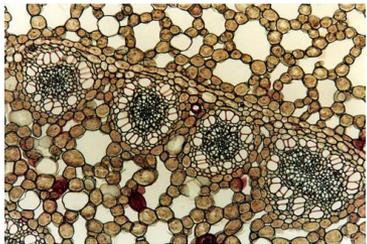


Fascio concentrico perifleomatico: l'arca floematica circonda completamente l'arca xilematica (floema all'esterno, xilema all'interno)(tipico delle felci)



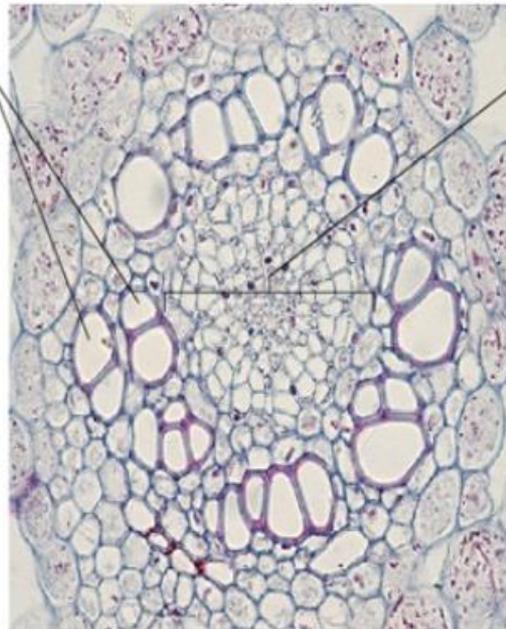
Fascio concentrico perixilematico: l'arca xilematica circonda completamente l'arca floematica (xilema all'esterno, floema all'interno)

Sono sempre chiusi e sono caratteristici dei rizomi (fusti modificati)

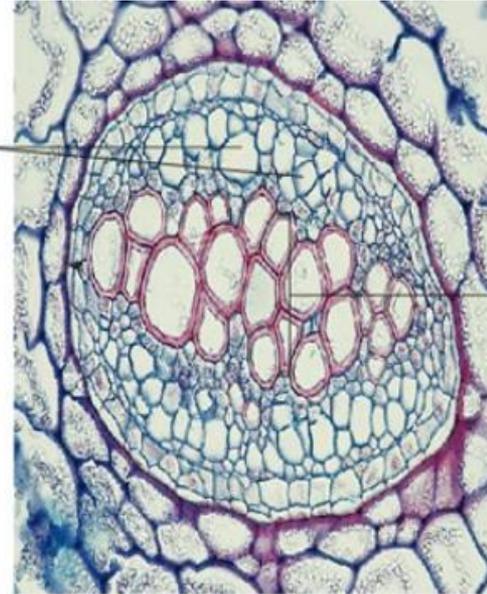


E
Fascio concentrico perixilematico

raii
dello xilema



elementi
del floema
floema



xilema

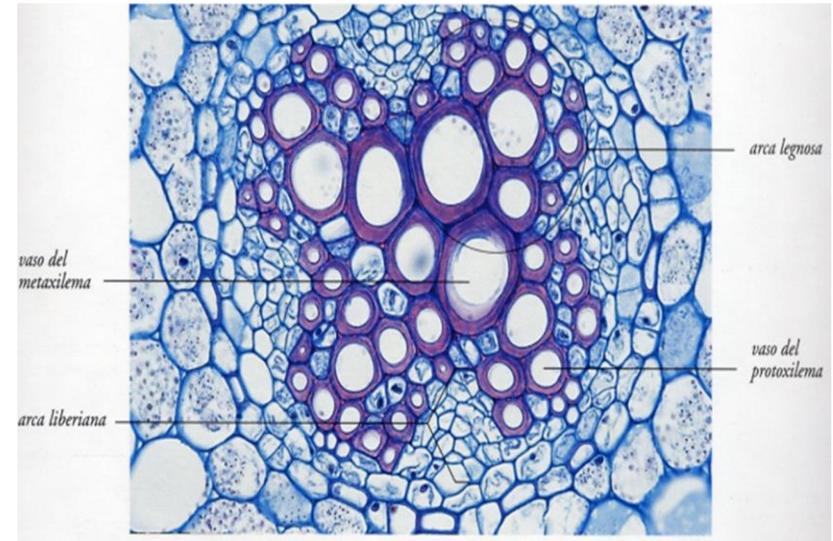
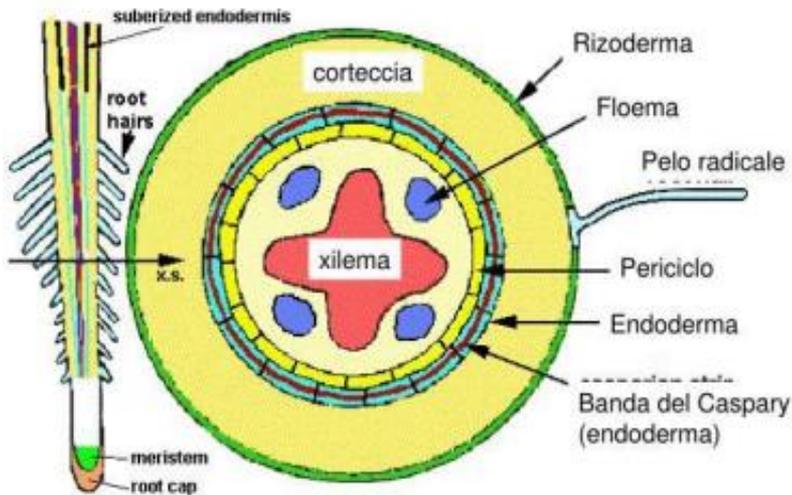
Fascio concentrico perifleomatico

Fasci radiali *struttura primaria delle radici*

I fasci formano una struttura compatta nella parte centrale della radice che è delimitata dall'endoderma e dal periciclo o procambio con attività meristemica

Xilema: parte centrale con arcate xilematiche in contatto con il periciclo

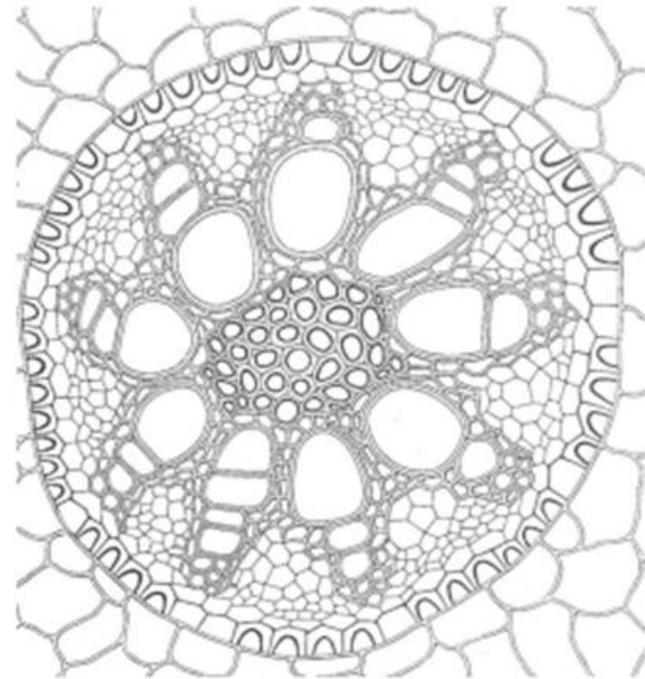
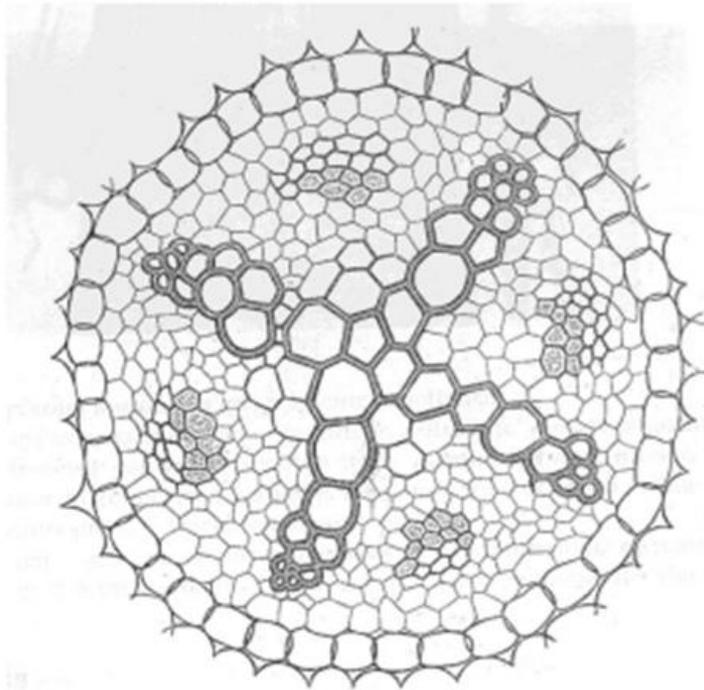
Floema: arcate floematiche alternate e quelle xilematiche



Il numero delle arche xilematiche è sempre uguale a quello delle arche floematiche

Fascio radiale aperto: dicotiledoni legnose con accrescimento secondario in spessore (sistema allorizico)

Fascio radiale chiuso: monocotiledoni, non si accrescono in spessore ma possono formare radici secondarie (sistema omorizico). Nella zona centrale del fascio sono radiale sono presenti fibre sclerenchimatiche



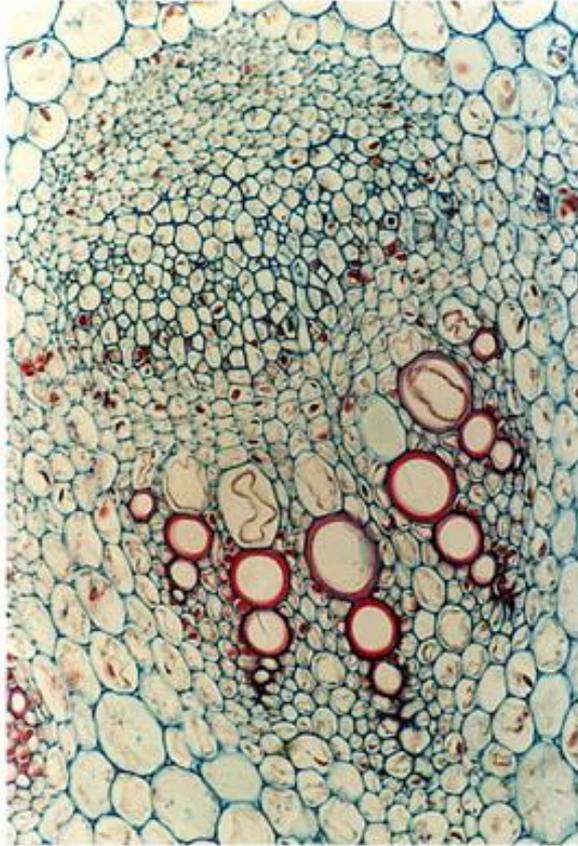
Differenziamento centripeto: dall'esterno verso l'interno; i vasi metaxilematici si trovano più all'interno rispetto ai vasi protoxilematici

Fasci collaterali

*arca floematica (esterno) è contigua con arca xilematica (interno)
(si trovano sullo stesso raggio)*

Fascio **APERTO**

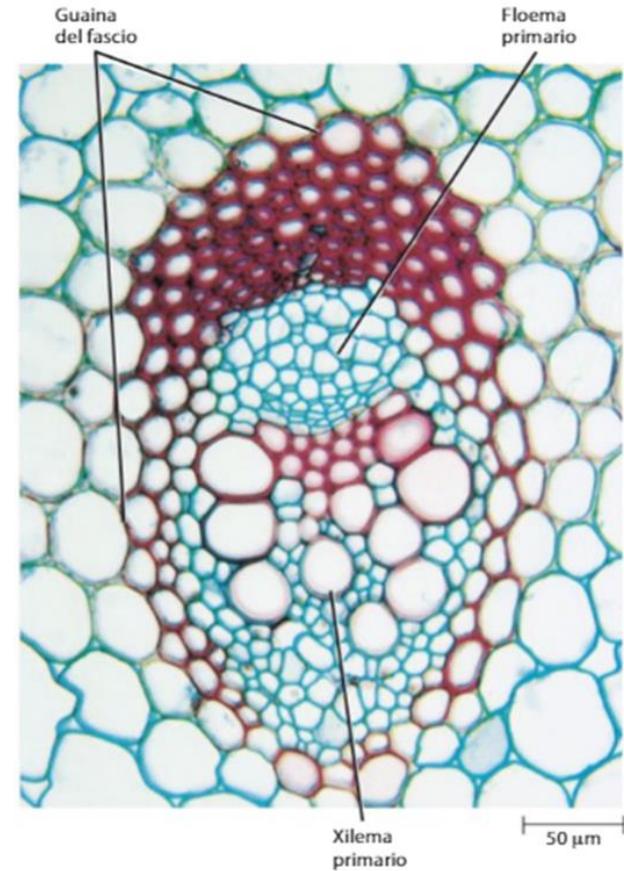
(dicotiledoni e gimnosperme)



Cambio presente tra le
arche (crescita in spessore)

Fascio **CHIUSO**

(tutte le monocotiledoni, alcune dicotiledoni)



cambio assente

Fascio collaterale aperto

xilema (interno) e floema (esterno) sono separati dal procambio, tessuto indifferenziato che darà origine al cambio cribrovascolare

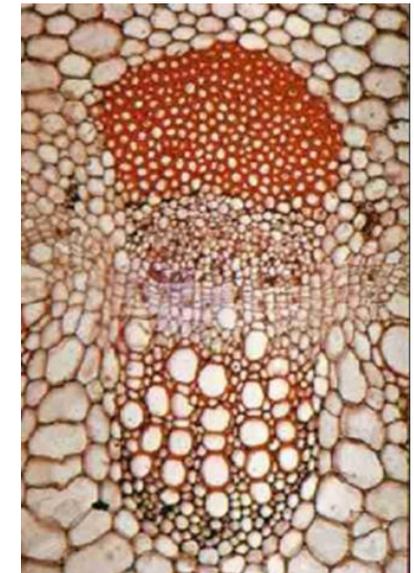
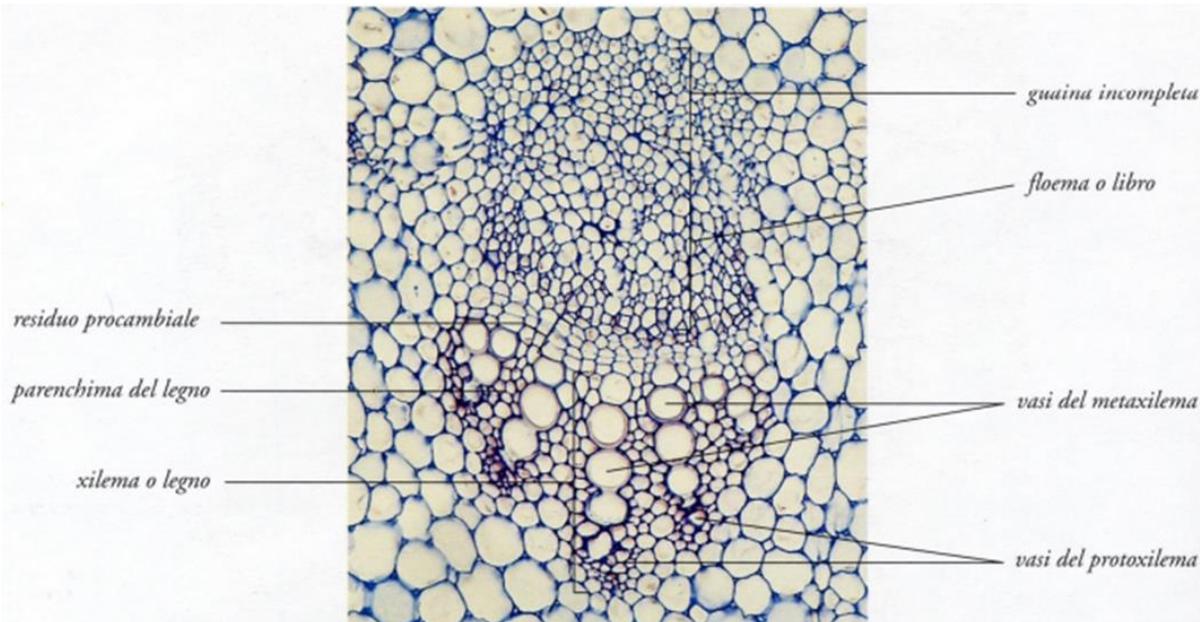
Protoxilema: piccole tracheidi con pareti poco robuste (anulate e spiralate)

Metaxilema: grandi trachee con pareti secondari più estese

Floema: protofloema esterno al metaxilema

Cappuccio di fibre all'esterno del floema con funzione protettiva

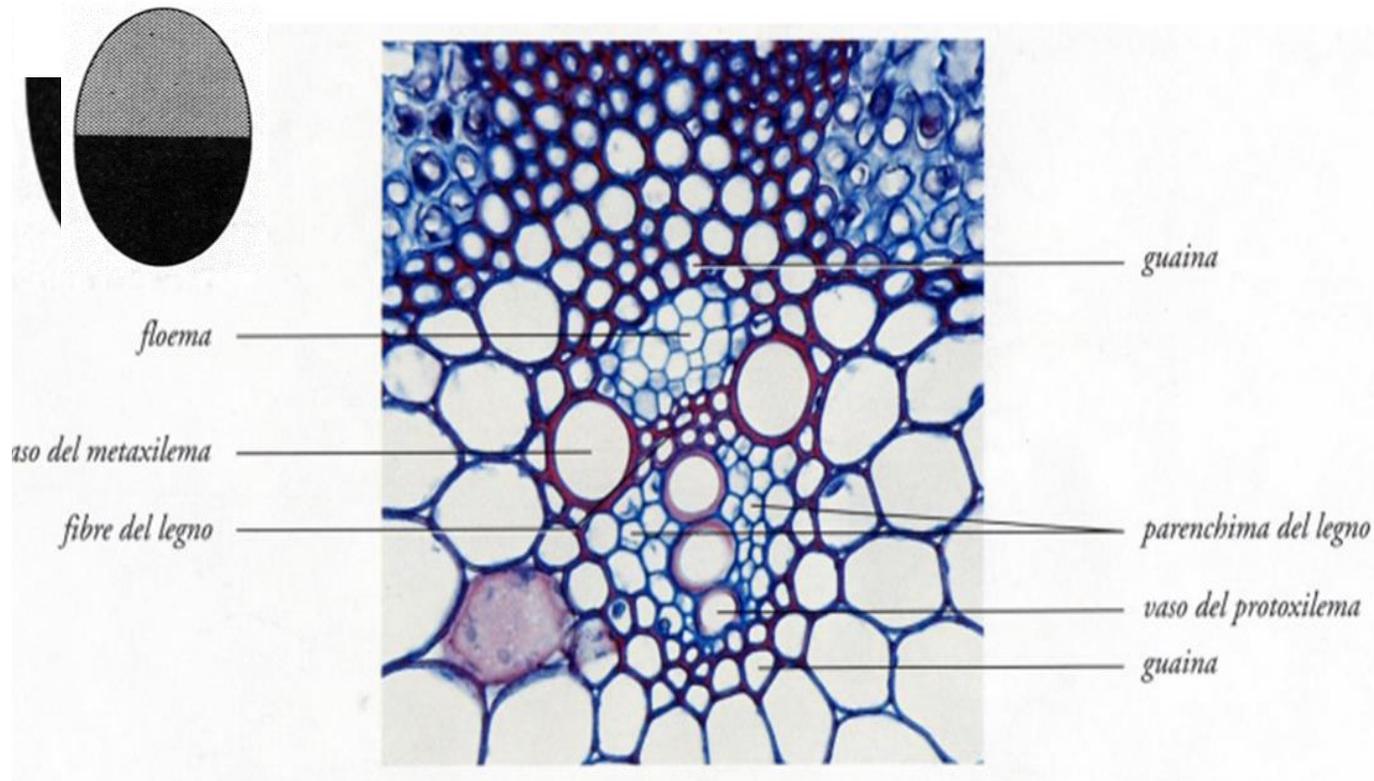
- Fusto primario delle dicotiledoni erbacee con accrescimento secondario
- Assenti nelle monocotiledoni e in tutte le parti della pianta erbacea dicotiledone che non hanno accrescimento in spessore
- In tutte le piante legnose con formazione del LEGNO (tessuto eterogeno)



Fascio collaterale chiuso

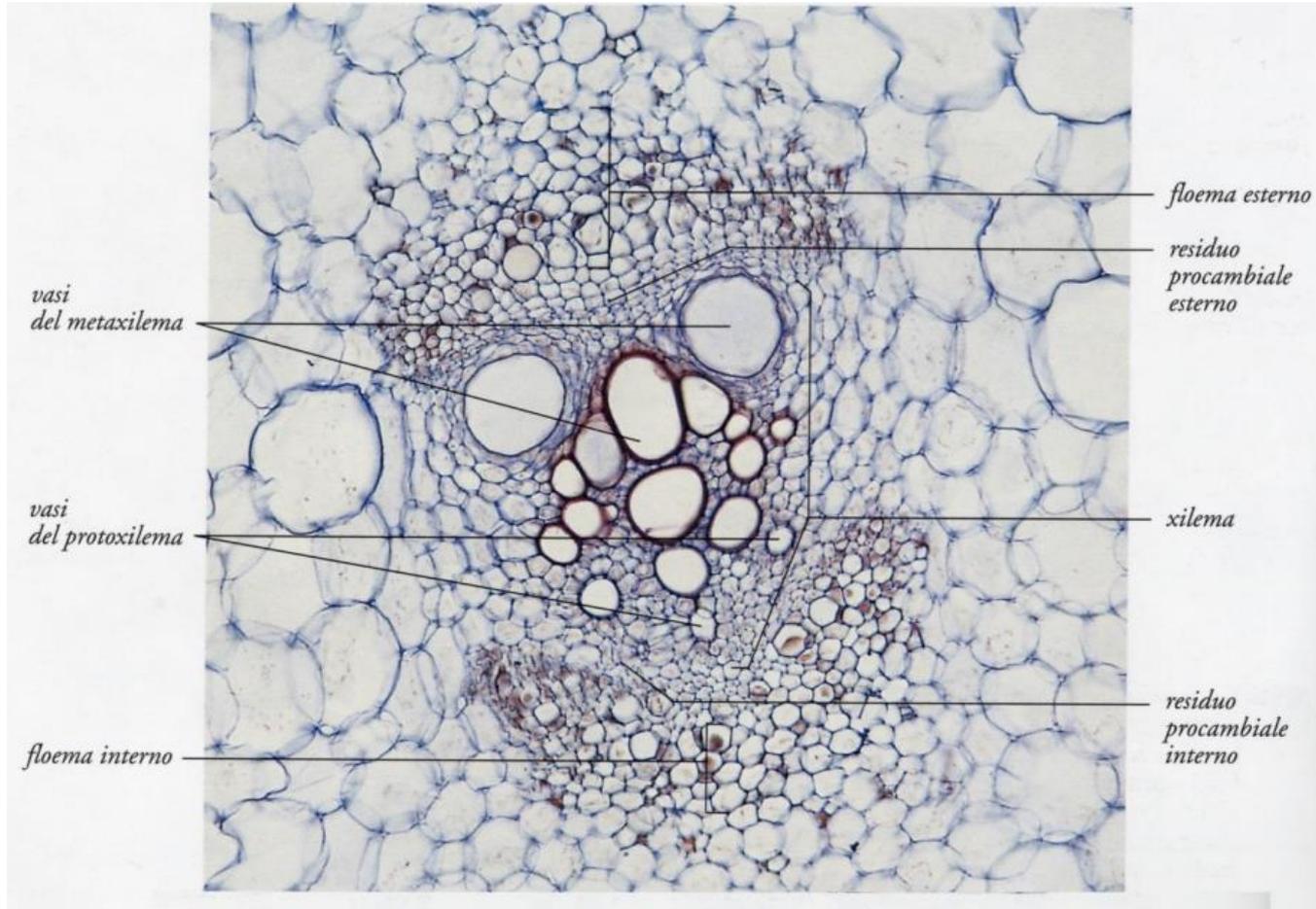
Il procambio si è differenziato in cellule adulte. Xilema (interno) e floema (esterno) sono a diretto contatto tra loro. I fasci sono interamente circondati da una guaina di cellule sclerenchimatiche a parete ispessita (rinforzo)

- Fusto delle monocotiledoni privo di accrescimento secondario in spessore
- Nervature delle foglie (crescita definitiva) dorso-ventrale: floema verso la faccia inferiore (abassiale, sotto l'asse) e xilema verso la faccia superiore (adassiale, sopra l'asse); la disposizione dipende dalla posizione della lamina nello spazio



Fasci bicollaterali

E' presente una seconda zona di floema, internamente allo xilema. Lo xilema si trova intervallato tra due porzioni, una esterna ed una interna, di floema. Sono caratteristici dei fusti di alcune famiglie di dicotiledoni (cucurbitaceae, solanaceae)



floema-cambio- xilema-cambio-floema

FASCI CRIBROVASCOLARI

fasci conduttori associati a cellule e fibre

tipi

raggiati

concentrici

collaterali

bicollaterali

floema e xilema alternati (radici primarie dicotiledoni)

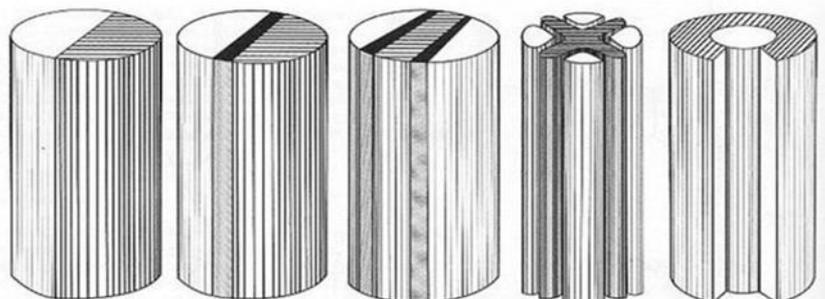
floema e xilema formano 2 anelli concentrici

floema e xilema contrapposti

xilema compreso fra due cordoni di floema

chiusi

aperti (con interposto cambio)



Collaterale Chiuso

Collaterale aperto

Bicollaterale

Radiale

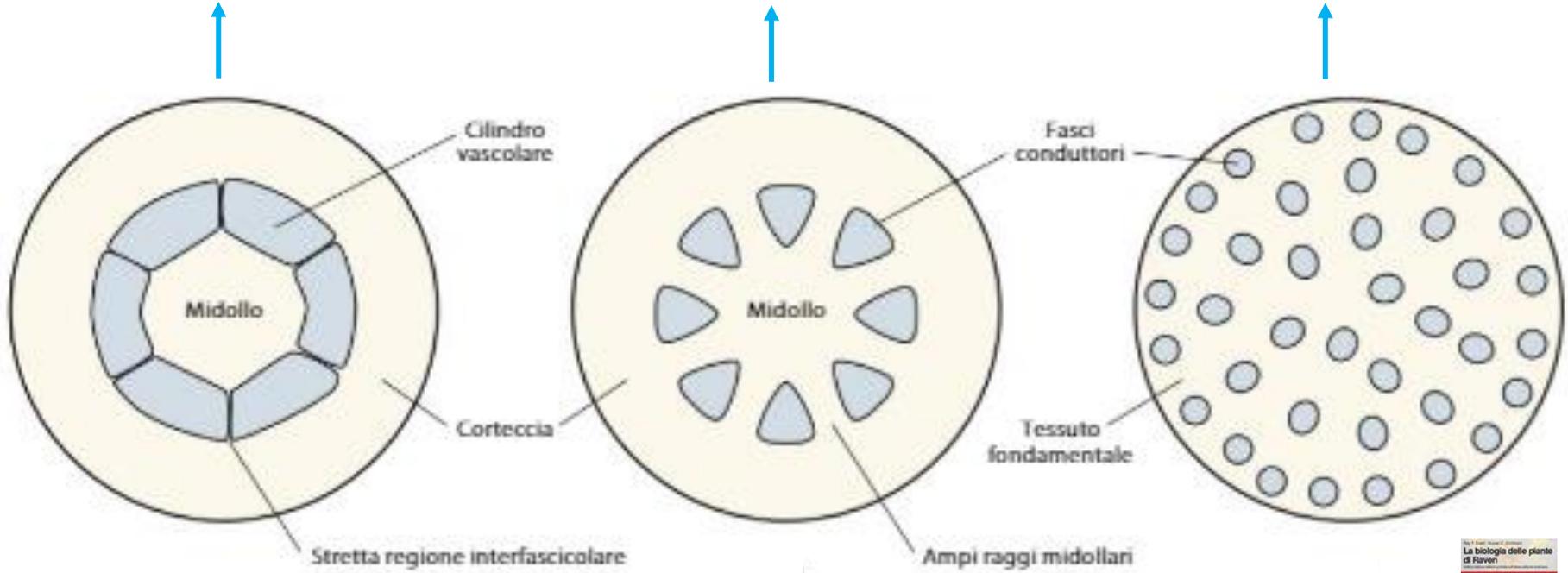
Concentrico

Struttura primaria del fusto

cilindro vascolare più o meno continuo nel tessuto fondamentale (midollo)

cilindro di cordoni distinti (fasci) e separati da tessuto fondamentale

fasci disposti in più anelli o sparsi nel tessuto fondamentale (non si distinguono corteccia e midollo)



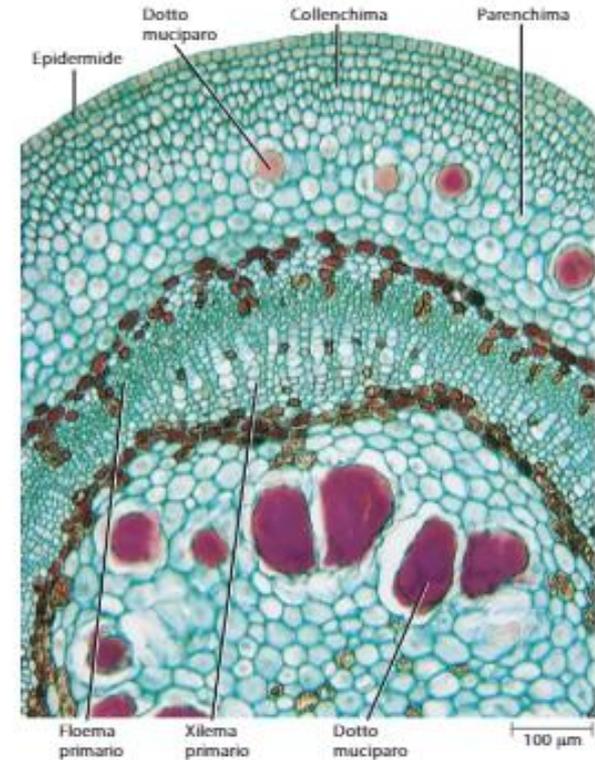
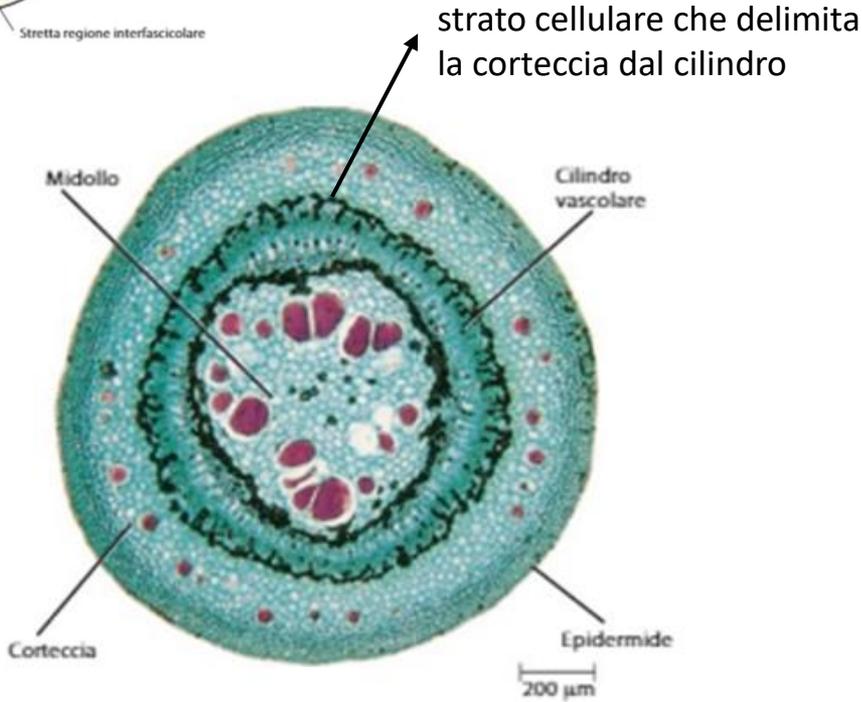
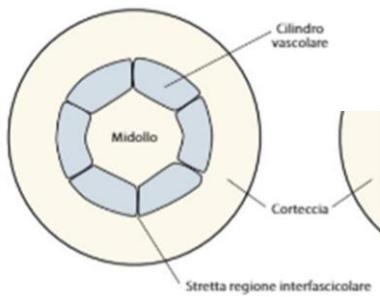
Spermatofite diverse dalle monocotiledoni (tiglio)

dicotiledoni es. sambuco, medica, ranuncolo

monocotiledoni es. mais

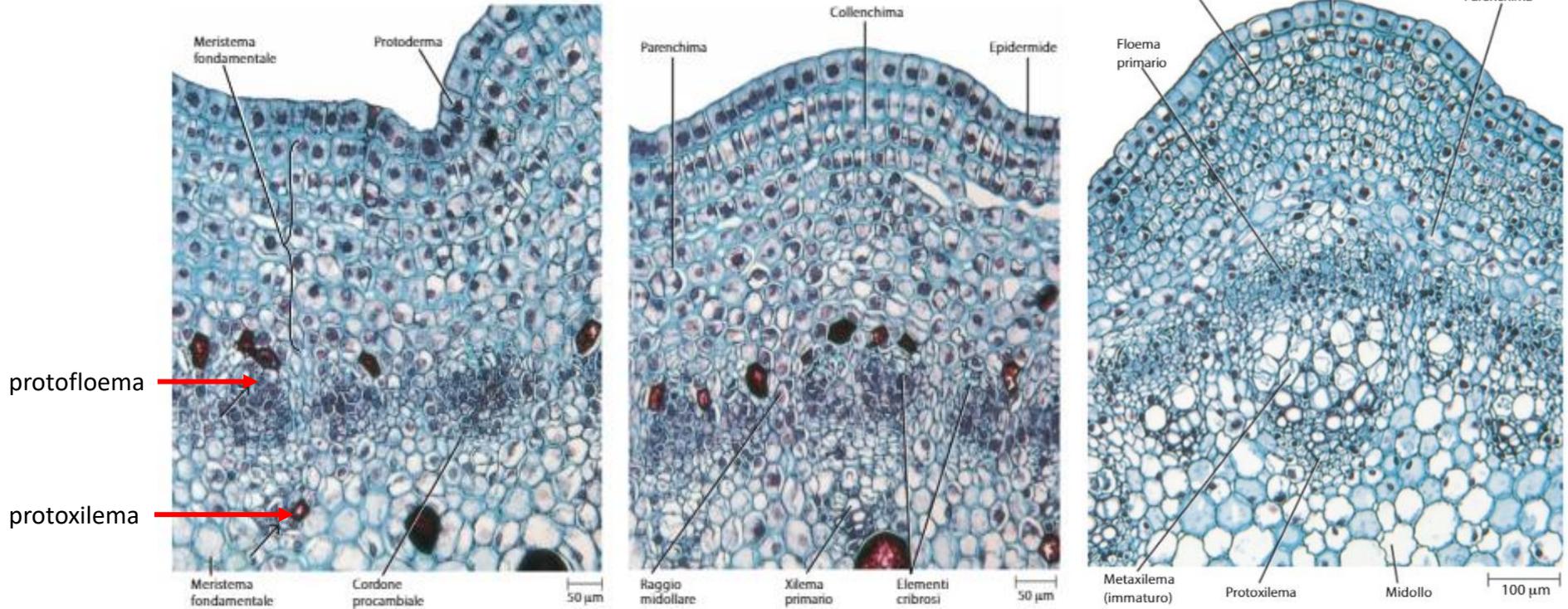
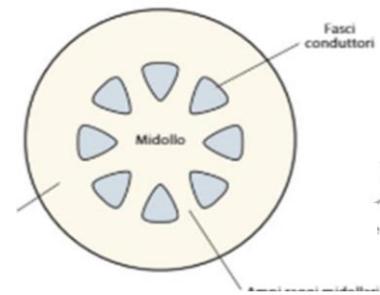
La crescita primaria è responsabile dell'allungamento del fusto

Tessuti vascolari primari disposti in un cilindro continuo (es. Tiglio)
corteccia e midollo nettamente separati dall'anello di tessuto conduttore



- Fasci vascolari separati tra loro dal *parenchima interfascicolare* (sottile regione parenchimatosa che collega la corteccia con il midollo)
- Epidermide a singolo strato ricoperto da cuticola (meno stomi della foglia)
- Corteccia: collenchima (guaina continua sotto l'epidermide) e parenchima (cloroplasti)
- Strato meristemato tra floema e xilema primari (cambio cribro-vascolare)
- Midollo: cellule parenchimatose con canali che secernono mucillagine e spazi intercellulari

I tessuti vascolari formano un sistema di cordoni (fasci) distinti
(*dicotiledoni es. sambuco*)

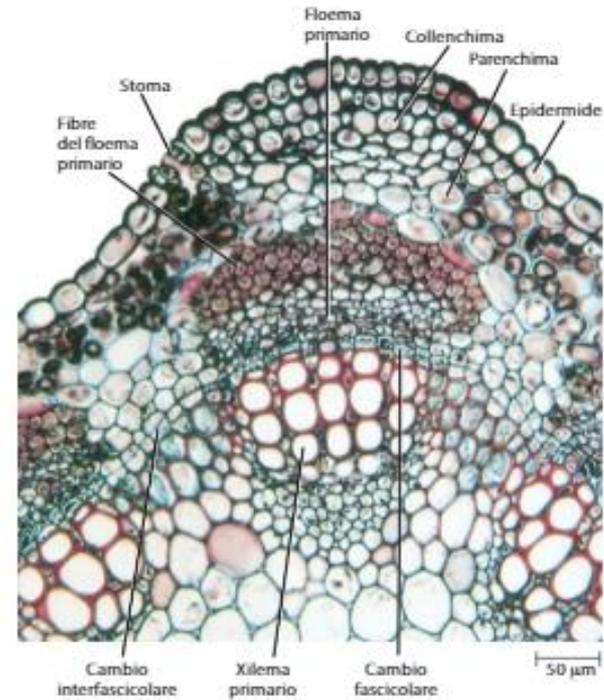
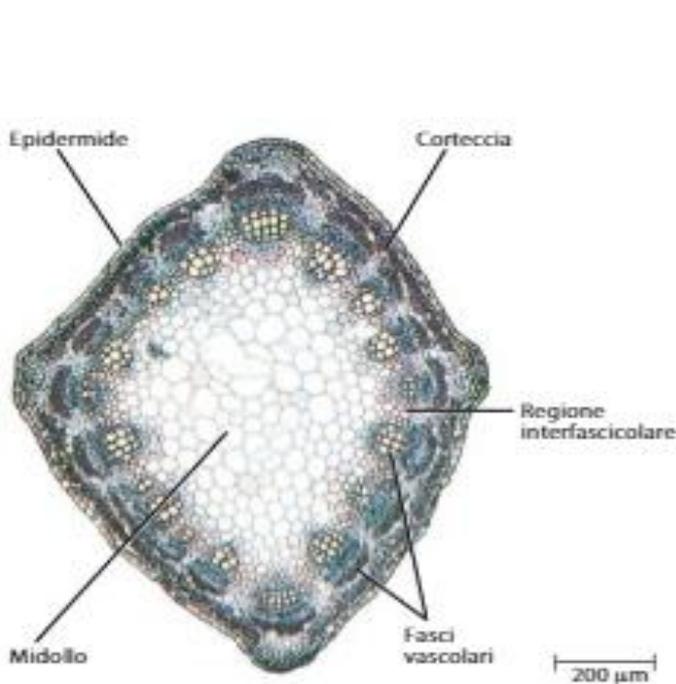


- Raggi midollari: ampie regioni interfascicolari, cordoni distinti intorno al midollo
- Epidermide, corteccia e midollo simile al taglio (slide precedente)
- Protoxilema e protofloema: primi elementi vascolari che si differenziano
- Il cambio si origina dal parenchima interfascicolare (accrescimento secondario)

Dicotiledoni (fusto erbaceo)

ridotta o assente crescita secondaria (es. medica)

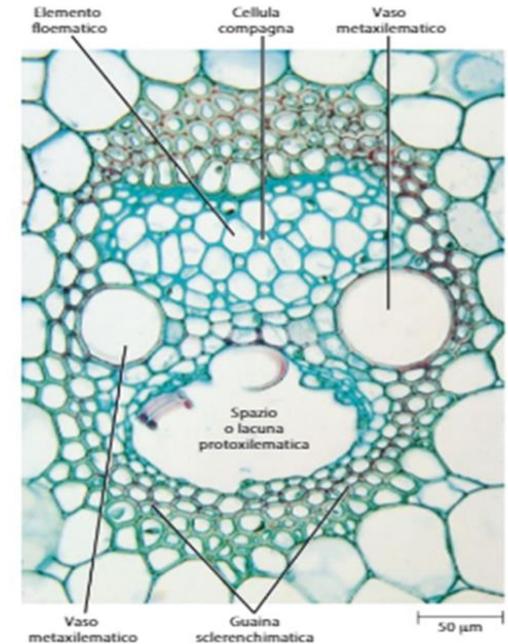
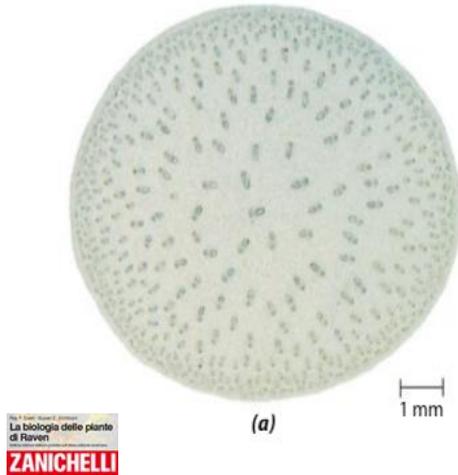
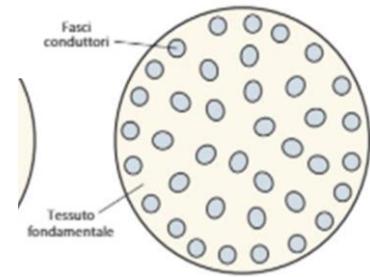
I fasci del cilindro vascolare disposti ad anello sono separati da ampi raggi midollari e delimitano una larga regione midollare centrale



- Il cambio è intrafascicolare (procambiale) e interfascicolare (raggi midollari): i fasci secondari si formano dalla zona procambiale mentre i raggi midollari producono cellule sclerenchimatiche ai lati dello xilema
- Il floema e lo xilema sono separati dal cambio e pertanto i fasci sono **APERTI**

Monocotiledoni (fusto erbaceo)
il fusto non ha crescita secondaria (es. mais)

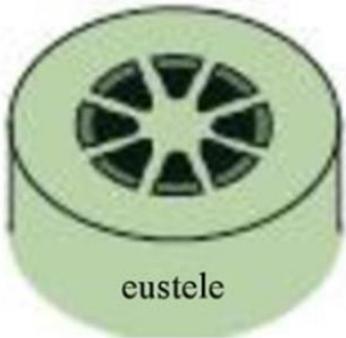
I fasci del cilindro vascolare sono dispersi
in tutto il tessuto fondamentale



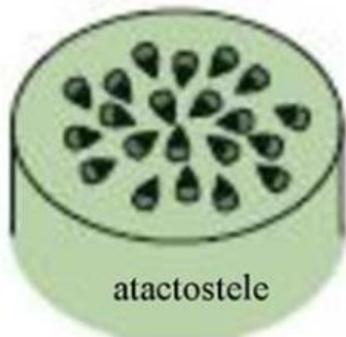
- Numerosi fasci disposti più o meno irregolarmente nel tessuto fondamentale e connessi da cordoni procambiali orizzontali
- Il cambio non si è formato e i fasci sono di tipo **CHIUSO**
- Lacuna del protoxilema: primi elementi vascolari distrutti durante l'allungamento
- Fascio differenziato: due grossi vasi metaxilematici, floema con tubi cribrosi e cellule compagne; interamente circondato da una guaina di cellule sclerenchimatiche



ACTINOSTELE: struttura della radice delle spermatofite; stella con arche alterne ordinate, con o senza cambio



EUSTELE: struttura del fusto delle gimnosperme e angiosperme dicotiledoni; fasci ordinati collaterali aperti



ATACTOSTELE: struttura del fusto di monocotiledoni; fasci sparsi collaterali chiusi

Cicli stagionali di crescita: *piante annuali, biennali e perenni*

raramente diventano
legnose; fusti e radici
possono presentare una
limitata crescita secondaria

Piante annuali: ciclo vitale (seme-sporofito-gametofito-seme) in **una** sola stagione di crescita che può durare anche soltanto poche settimane (infestanti, selvatiche, coltivate)

Piante biennali: ciclo vitale in **due** stagioni di crescita;

I^a: radice, corto fusto, rosetta di foglie vicino suolo

II^a: fioritura, fruttificazione, formazione dei semi e morte

Piante perenni: ciclo vitale in più anni, arrestano la crescita nelle stagioni sfavorevoli
perenni erbacee come radici sotterranee dormienti, rizomi, bulbi o tuberi
perenni legnose (rampicanti, arbusti e alberi) anche con la parte subaerea

Alcune fioriscono soltanto quando diventano adulte, altre sono decidue (perdono tutte le foglie) e sviluppano nuove foglie dalle gemme quando la stagione diventa nuovamente favorevole

Struttura secondaria del fusto (gimnosperme e dicotiledoni legnose)

La crescita secondaria è responsabile dell'aumento in spessore della pianta

meristemi laterali

CAMBIO CRIBRO-VASCOLARE (cambio cribro-legnoso)

CAMBIO SUBERO-FELLODERMICO (fellogeno)

CAMBIO CRIBRO-VASCOLARE

(si origina dal procambio e ha cellule con numerosi vacuoli)

Iniziali fusiformi: orientate verticalmente, originano i vasi (divisioni periclinali, parallele alla superficie del fusto e della radice)

floema secondario verso l'esterno, xilema secondario verso l'interno

Iniziali dei raggi: orientate orizzontalmente, originano i raggi vascolari (trasporto nutrienti e acqua, riserva amido proteine e lipidi, produzione di metaboliti secondari)

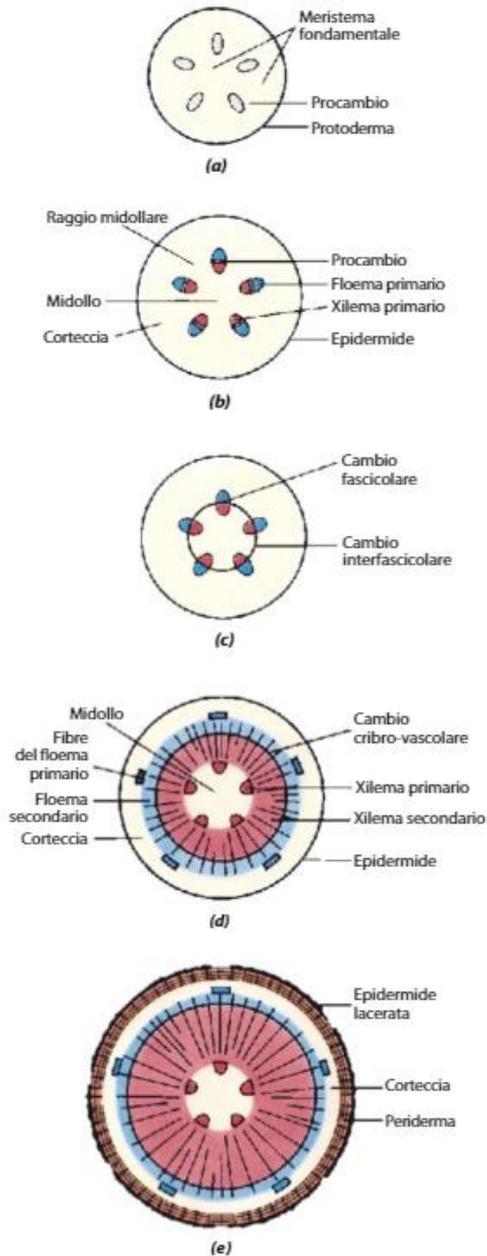
In primavera i germogli in via di sviluppo producono auxina che migra nei fusti e stimola la ripresa dell'attività cambiale; le cellule assorbono acqua, si espandono e dividono; la corteccia può lacerarsi e staccarsi dal fusto
(*altri ormoni coinvolti: citochinine, giberelline, etilene*)

La crescita secondaria inizia durante il primo anno

Il cambio cribro-vascolare del fusto, a differenza di quello della radice, è circolare fin dall'inizio della sua attività

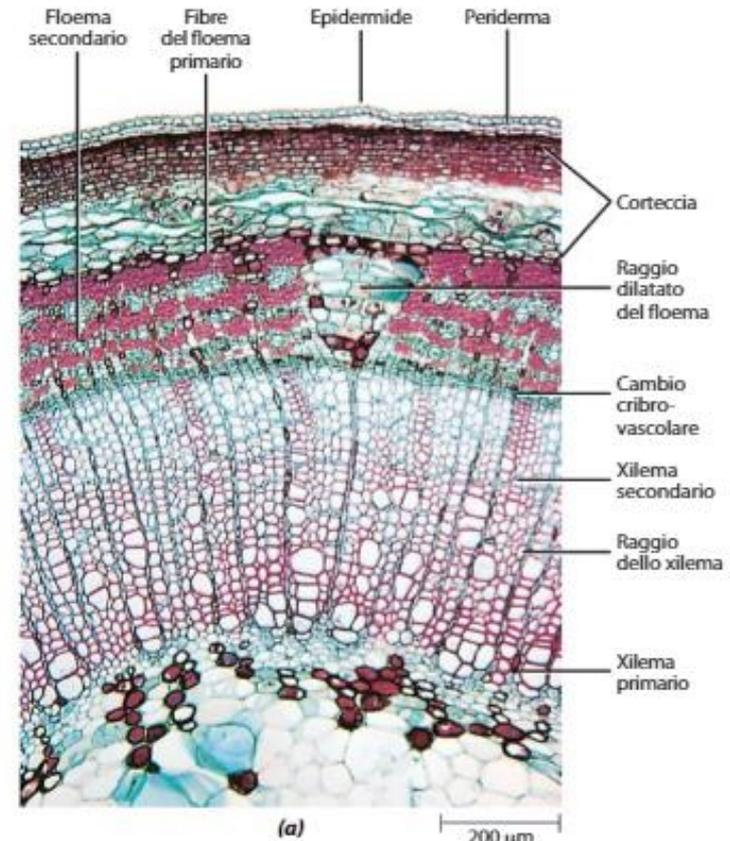
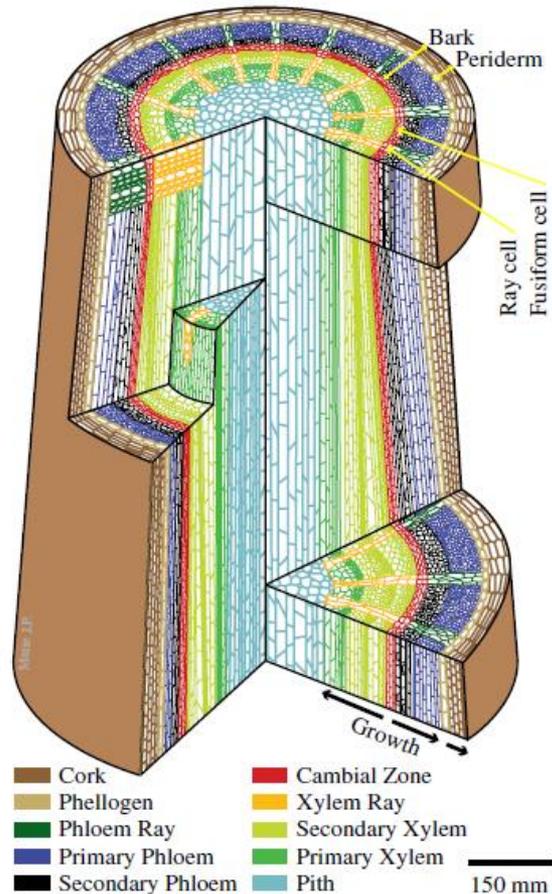
cambio fascicolare (intrafascicolare): interno a ciascun fascio vascolare
cambio interfascicolare: regioni interfascicolari (raggi midollari)

La produzione di xilema e floema secondari porta alla formazione di un cilindro di tessuti vascolari secondari, con i raggi parenchimatici che si protendono radialmente attraverso il cilindro



Ogni anno si forma una quantità di xilema molto maggiore rispetto a quella di floema

Il cambio cribro-vascolare del fusto è circolare

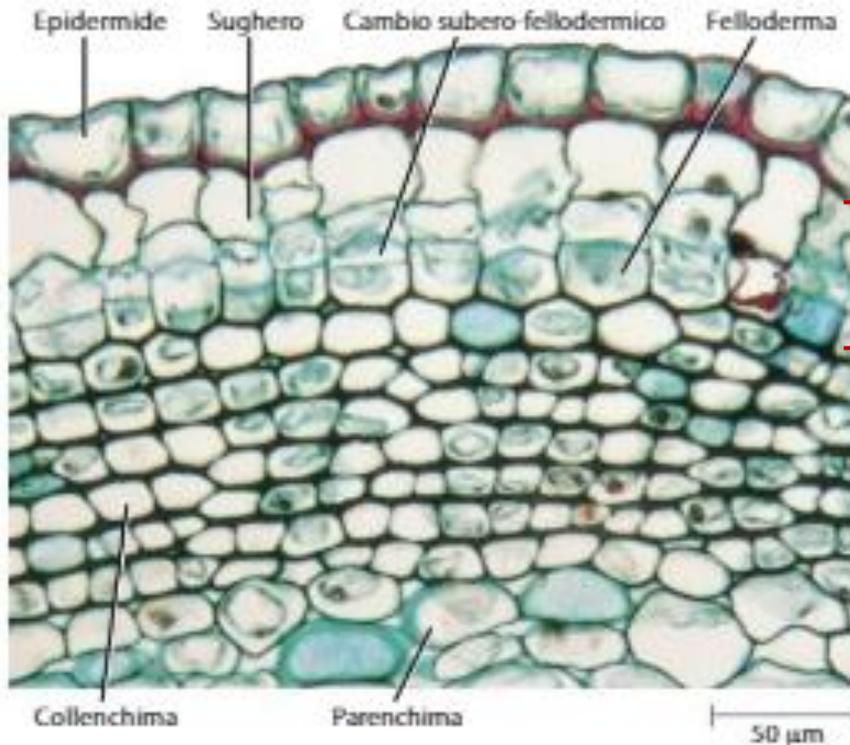


Fusto di 1 anno

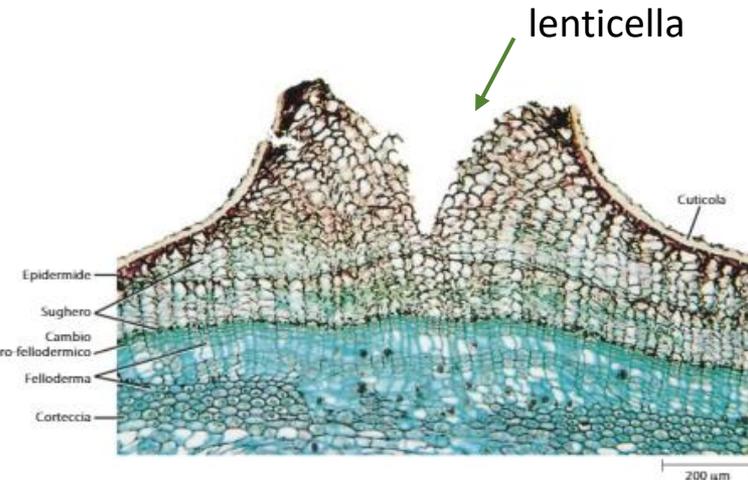
Floema secondario esterno e Xilema secondario interno, circondati da floema e xilema primario, e separati dal cambio. Molte angiosperme e gimnosperme presentano fasci radiali di cellule isodiametriche con funzione di trasporto e riserva

PERIDERMA (sostituisce l'epidermide)

- SUGHERO (fellema): *impermeabilità acqua e gas, protezione* (le cellule, morte a maturità, presentano lamelle di suberina, cera e a volte lignina)
- CAMBIO SUBERO-FELLODERMICO (fellogeno): *meristema laterale che produce sughero all'esterno e felloderma all'interno*
- FELLODERMA: cellule parenchimatiche vive a maturità interno al cambio



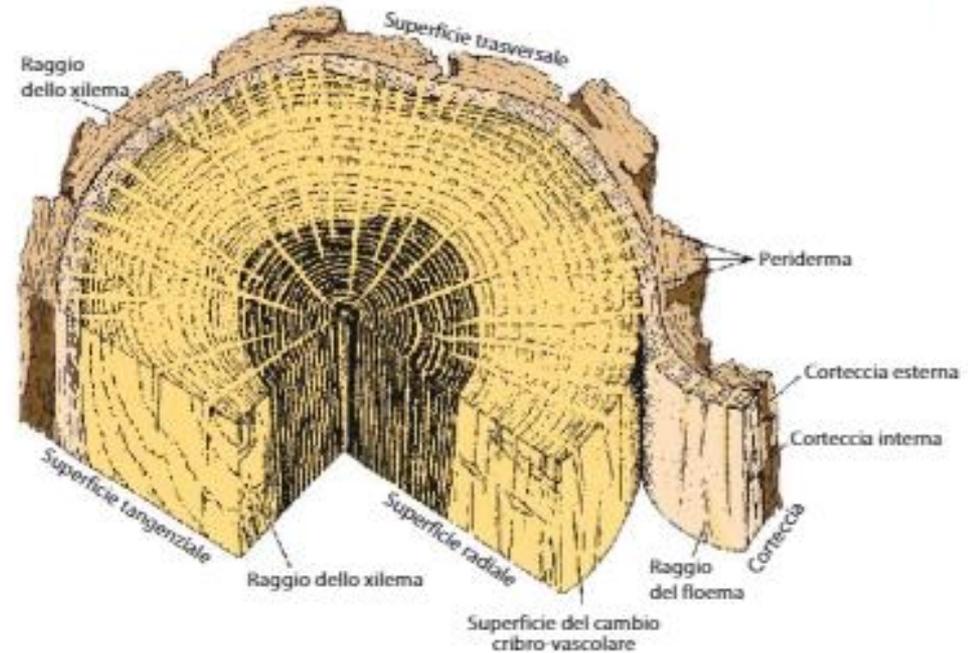
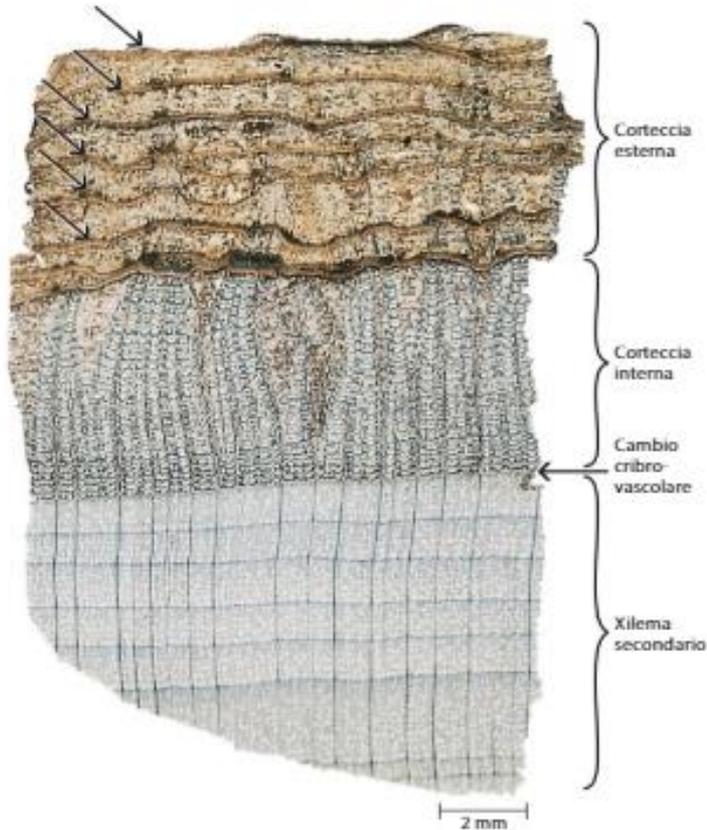
periderma



porzione di periderma ricca di spazi intercellulari, assicura scambi gassosi; si formano in prossimità degli stomi

CORTECCIA

tutti i tessuti ESTERNI al cambio cribro vascolare: tutti i tessuti primari, il floema secondario, il periderma e i tessuti morti nella regione più esterna del periderma



La corteccia esterna è costituita da tessuti morti (la suberificazione del sughero impedisce il passaggio dell'acqua); la corteccia interna è viva e deputata al trasporto di sostanze nutritive

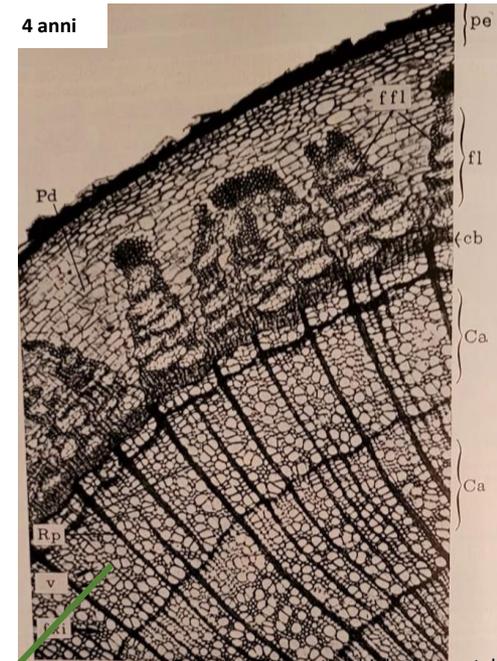
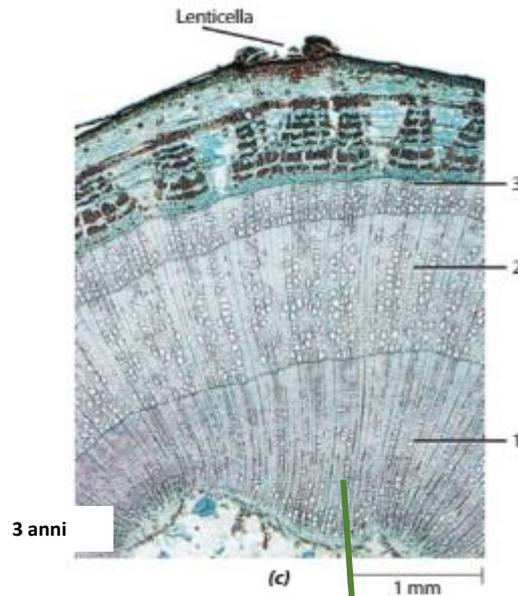
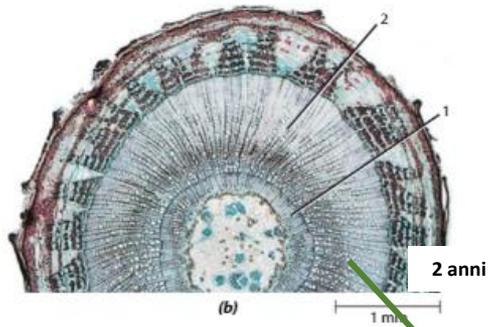


Foto da "Elementi di biologia vegetale, botanica generale", Oreste Arrigoni

Cerchie annuali (crescita di una stagione) prodotte dall'attività periodica del cambio cribro-vascolare (nelle zone temperate è correlata con le stagioni)

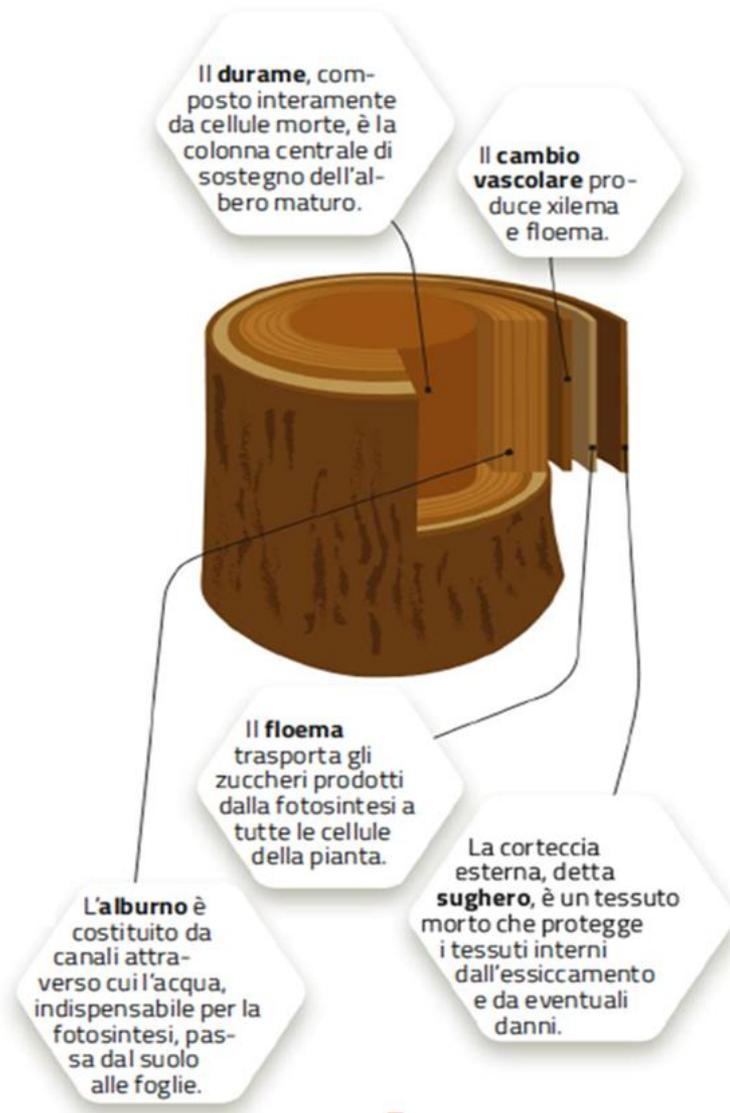
Luce, temperatura, piovosità, acqua del suolo, lunghezza della stagione di crescita

Anelli spessi: condizioni favorevoli (pioggia adeguata)

Anelli sottili: condizioni sfavorevoli

Gimnosperme (legno dolce): assenza di vasi e presenza di dotti resiniferi (spazi intercellulari, secernono resina in risposta a traumi, funzione protettiva)

Angiosperme (legno duro): contiene vasi e dotti resiniferi



il legno invecchiando perde le sue funzioni di trasporto di sostanze nutritive e di riserva

DURAMEN: legno più scuro che ha perso la funzione di trasporto; non ha sostanze nutritive di riserva ma oli, resine e tannini, che lo colorano e qualche volta lo rendono aromatico.

ALBURNO: legno più chiaro che svolge ancora funzione di trasporto (legno di un albero vivo che contiene cellule vive e materiali di)

Fusti e foglie modificati

Viticci: funzione di sostegno (vite)

Cladofilli: assumono la forma di foglia (asparago, cactus)

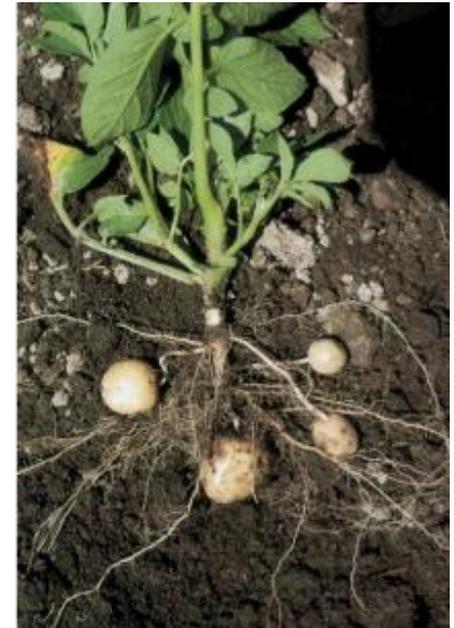
Tubero della patata: specializzato in organo di riserva

Stoloni: sviluppo sotterraneo, parallelamente alla superficie

Rizomi: fusti ipogei modificato

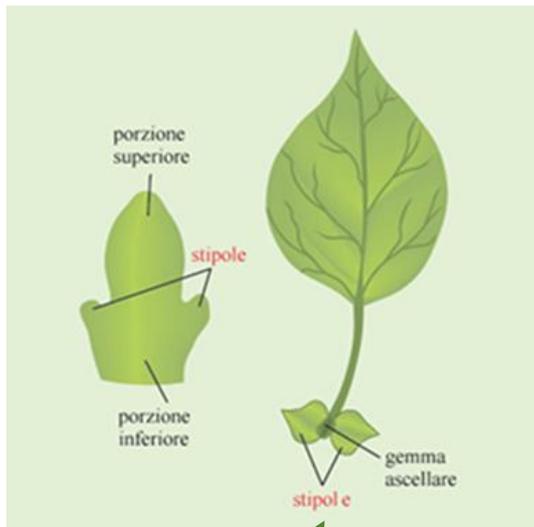
Bulbi: gemma con un piccolo fusto e molte foglie modificate

Piante succulente: tessuti specializzati per la conservazione dell'acqua (cactus, agave)

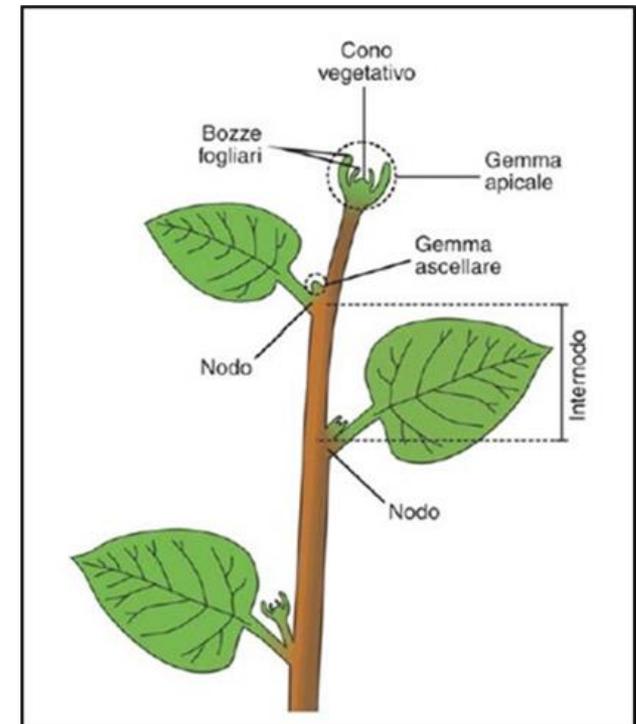
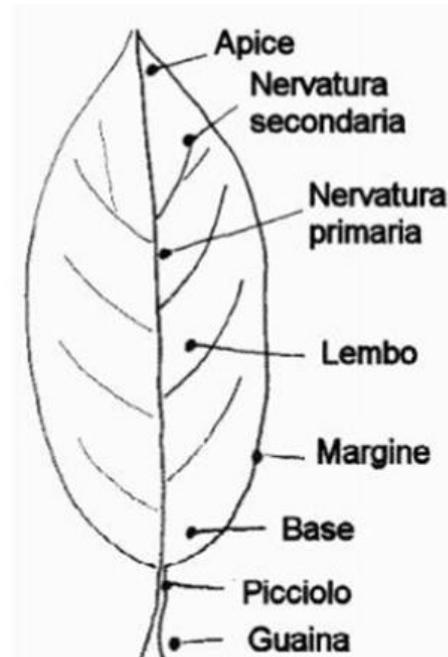


La foglia

E' un ramo modificato ad accrescimento definito.
Si sviluppa da una bozza fogliare (tessuto meristematico)
Presenta una lamina inferiore e una lamina superiore

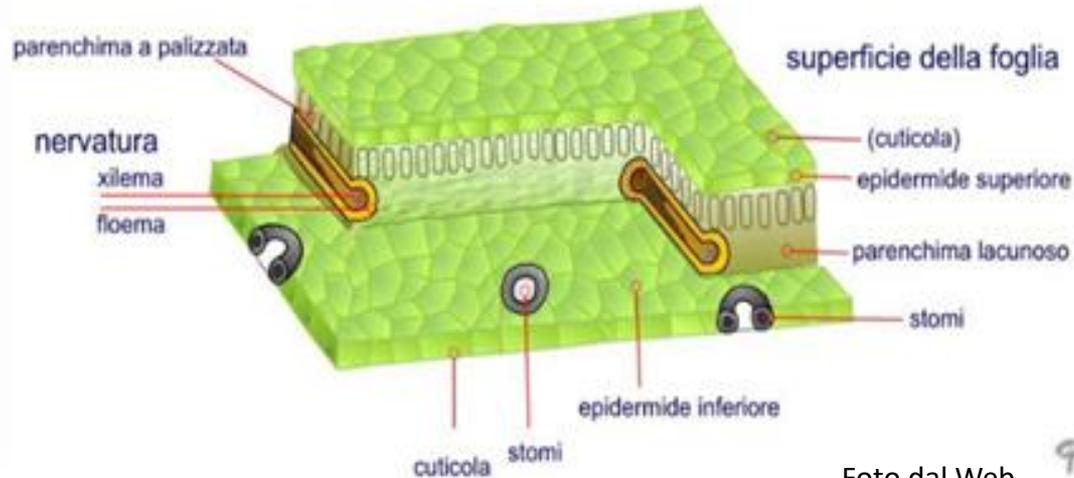


Espansioni squamiformi



La funzione principale delle foglie è quella di produrre nutrienti per le piante sotto forma di carboidrati

Foglia dorsoventrale di dicotiledone

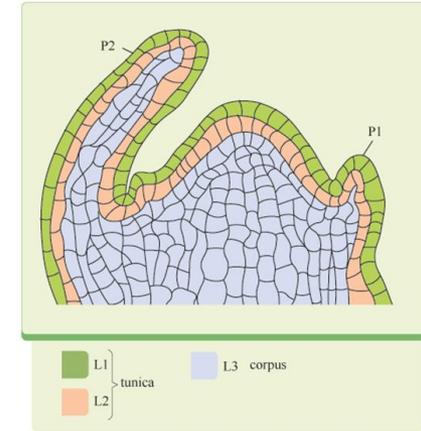
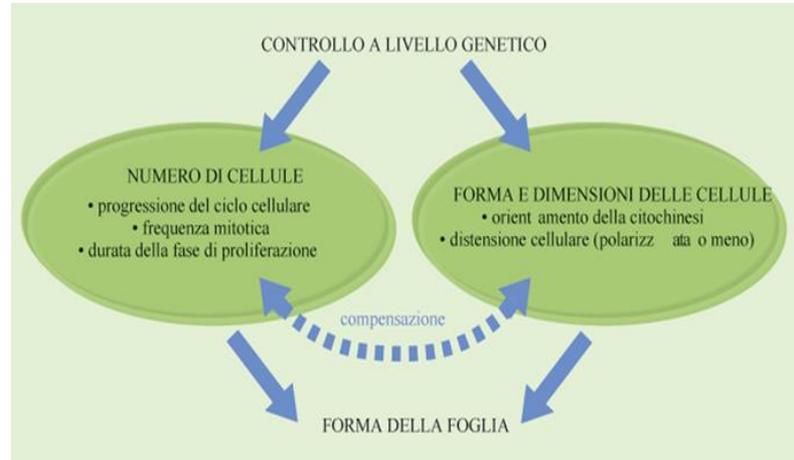
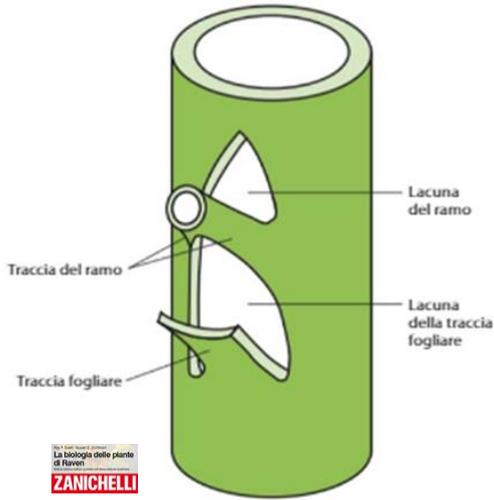


Sono il principale mezzo di scambio di gas tra la pianta e l'atmosfera:
entra anidride carbonica ed esce vapore acqueo e O₂

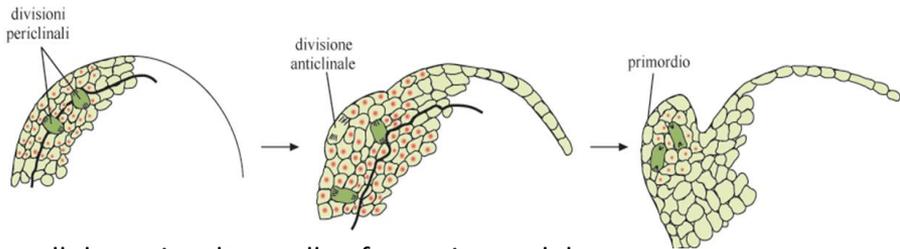
Sono un organo di assorbimento della luce solare necessaria a produrre
l'energia richiesta per la fissazione del carbonio

Relazione strutturale e ontogenetica tra fusto e foglia: il sistema conduttore del fusto è connesso con quello della foglia

Ad ogni nodo uno o più fasci conduttori del fusto divergono dal cilindro centrale, attraverso la corteccia ed entrano nella foglia/foglie inserite nel nodo



Tracce fogliari: prolungamenti del sistema conduttore del fusto nella foglia
Simpodio: fascio conduttore del fusto con le sue tracce fogliari

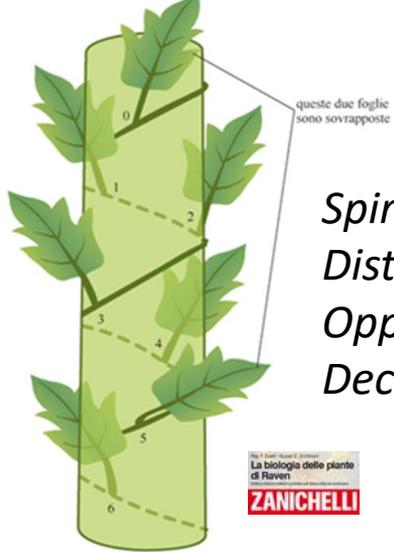


Le cellule coinvolte nella formazione del primordio sono indicate con nucleo in rosso

Dalla forma e dimensione di ciascuna cellula dipendono la forma e la taglia della foglia

Fillotassi

disposizione delle foglie sul fusto



Spirale: una foglia ad ogni nodo e disposte a spirale (quercia)

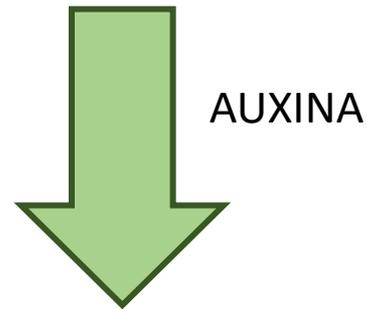
Distica: una foglia ad ogni nodo e disposte in due file opposte (graminacee)

Opposta: coppia di due foglie ad ogni nodo (acero)

Decussata: coppie di due foglie ad ogni nodo disposte ad angolo retto (menta)



Modello della fillotassi basata sull'auxina: elevate concentrazioni di **auxina** che arriva al sito di inizio del primordio dal carrier di efflusso PIN1, determinano l'inizio di un nuovo primordio. I giovani primordi esauriscono l'auxina e inibiscono la formazione di ulteriori primordi nelle loro vicinanze



- Promuove la connessione tra il tessuto vascolare delle foglie in formazione e i fasci vascolari del fusto
- Influenza il differenziamento del tessuto vascolare nelle giovani foglie in accrescimento e nei germogli in allungamento
- Induce la **Dominanza apicale**: effetto inibitorio di una gemma apicale nei confronti delle gemme laterali
- Agisce a lunga distanza grazie ad un secondo messaggero (strigolattone)

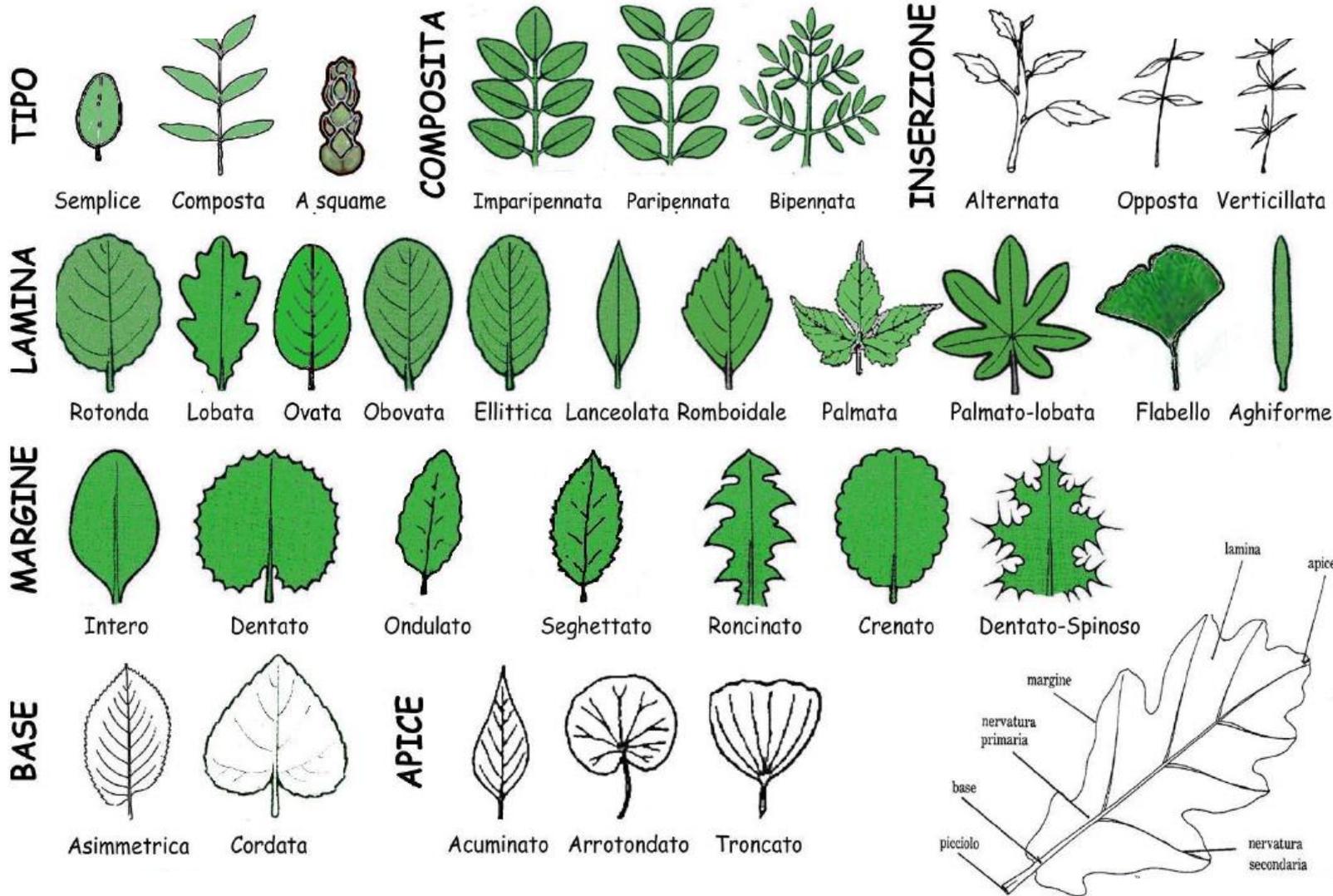
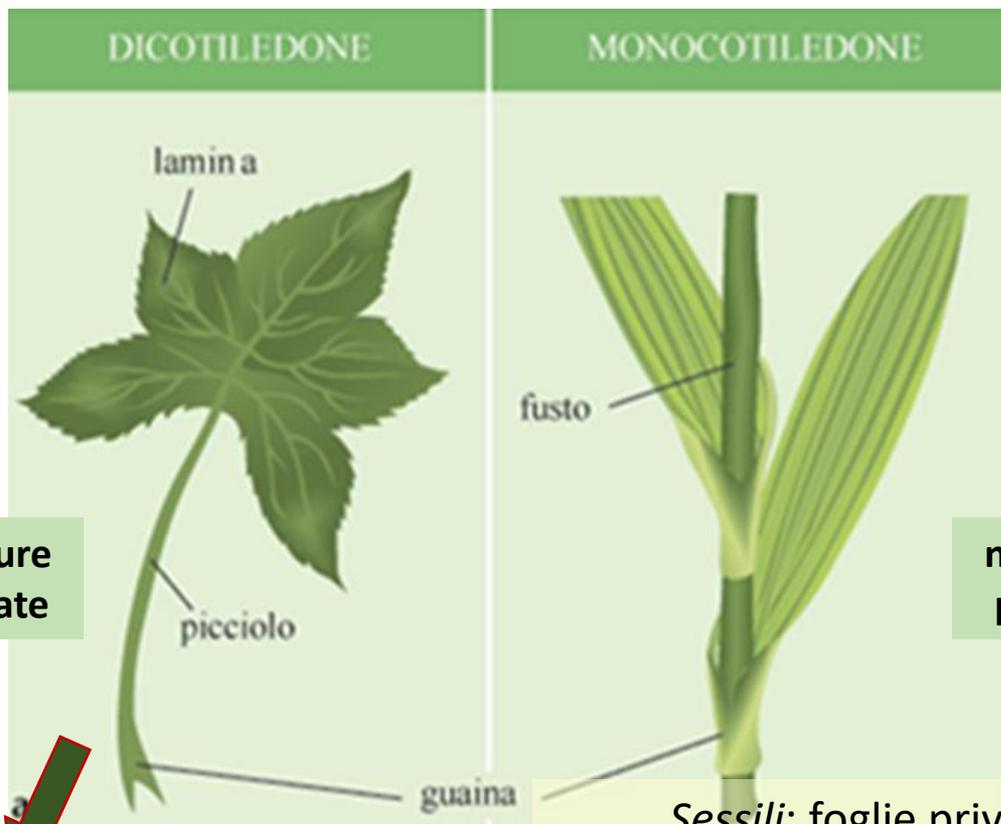


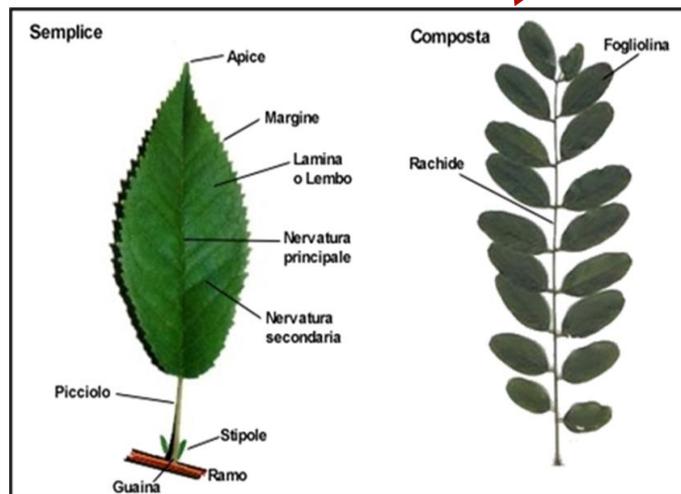
Foto dal web



Sessili: foglie prive di picciolo
(monocotiledoni e alcune dicotiledoni)

Semplici: lembo inero, le divisioni della foglia non giungono fino al rachide, quando la foglia è secca si stacca tutta intera dalla pianta

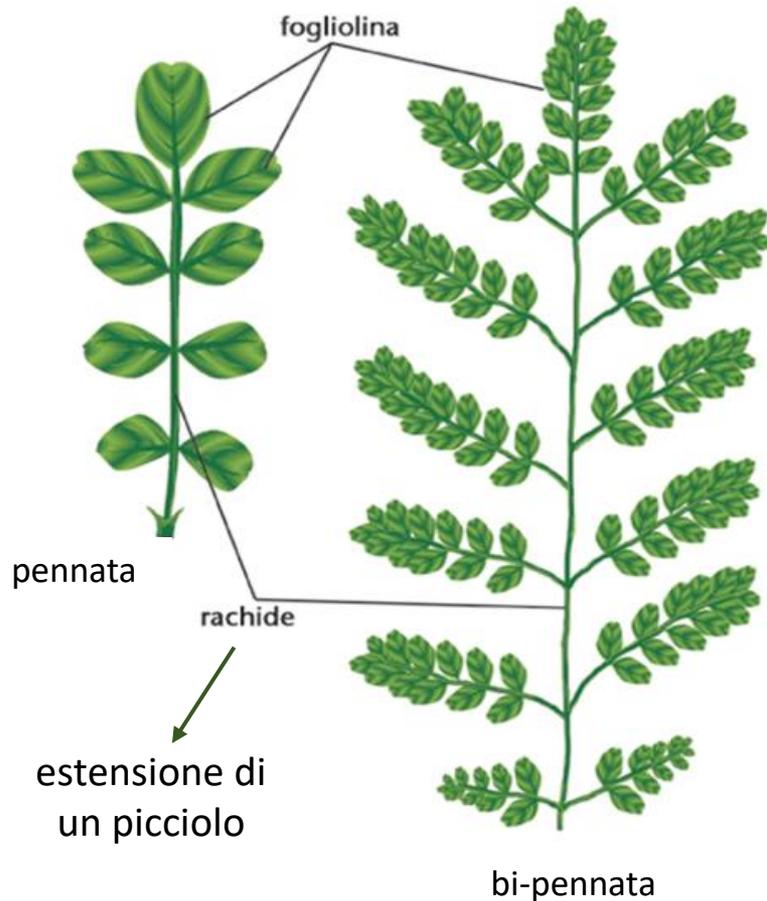
Composte: lembo suddiviso in foglioline ognuna con un proprio picciolo, le divisioni giungono fino al rachide, le singole foglioline cadono in modo indipendente



Foglie composte

Pennate: le foglioline si dipartono da ciascun lato del rachide (estensione di un picciolo), es. pinne di una piuma

Palmate: le foglioline divergono dalla sommità del picciolo, manca il rachide

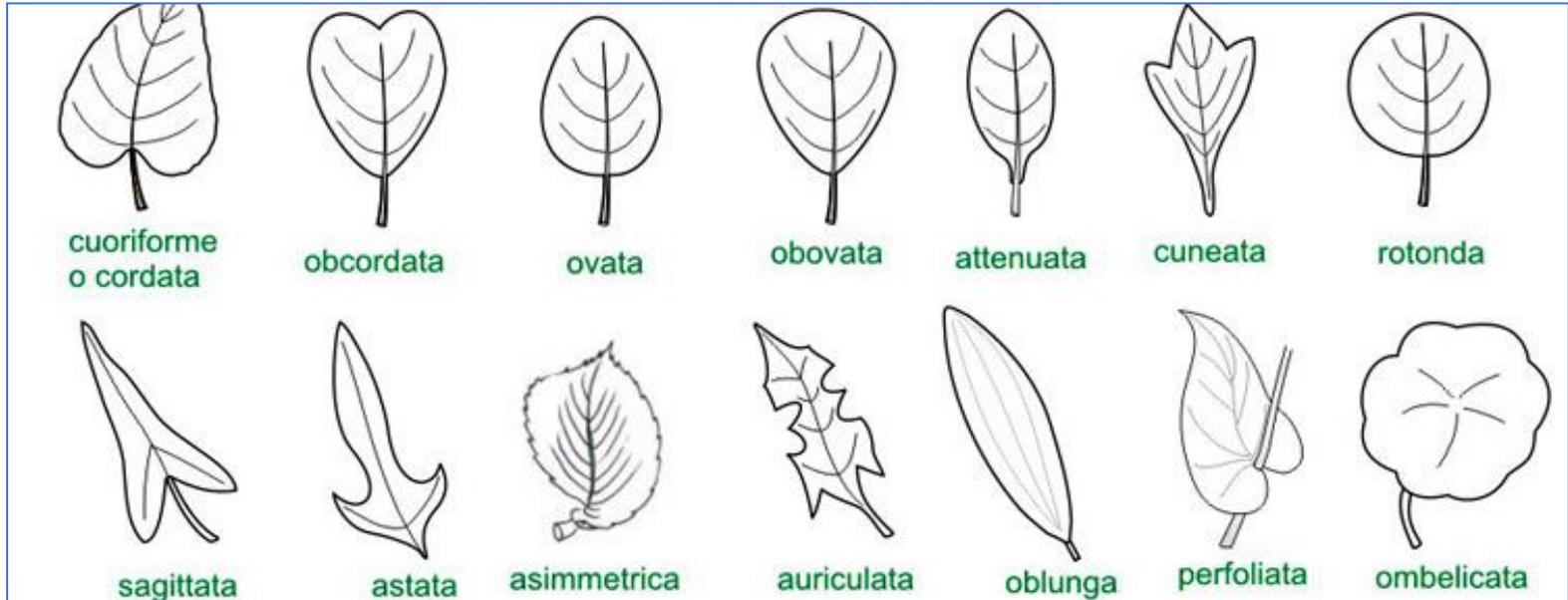


<https://it.vecteezy.com/arte-vettoriale/4231831-foglia-verde-palmata>

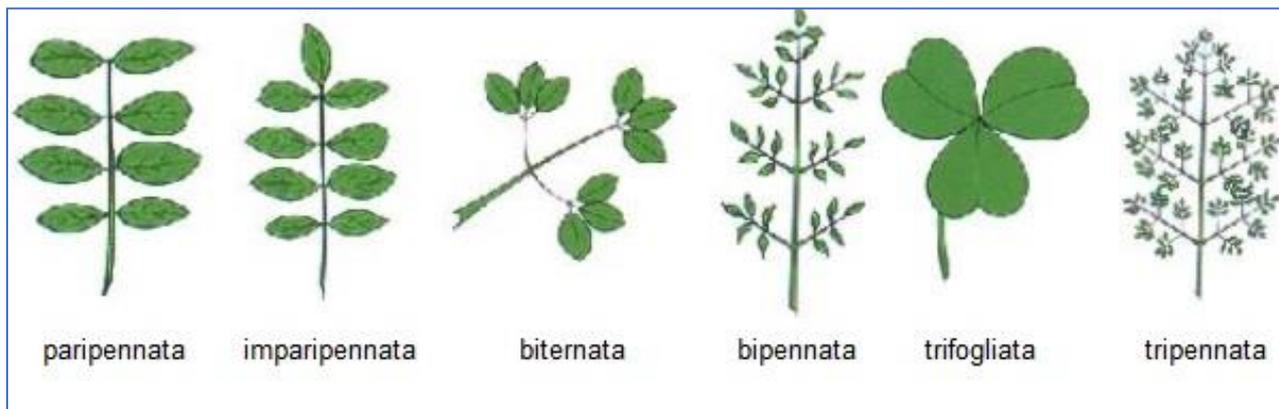
Foglie semplici: si dipartono dal fusto in piani diversi e presentano le gemme all'ascella

Foglioline: sono sempre su uno stesso piano, non hanno gemme all'ascella

Foglie semplici

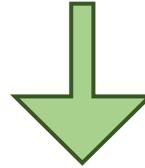


Foglie composte



Le variazioni strutturali delle foglie delle angiosperme dipendono, in gran parte, dall'habitat

la disponibilità di acqua è un fattore importante



presentano spesso una combinazione delle caratteristiche dei diversi tipi ecologici

MESOFITE: vivono in ambienti né troppo umidi né troppo secchi

IDROFITE: vivono in acqua, parzialmente o completamente sommerse

XEROFITE: vivono in ambienti secchi e aridi

disponibilità della luce

ELIOFILE: si sviluppano con alta intensità di luce; sono piccole e spesse

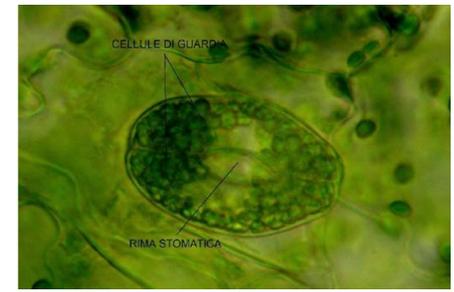
SCIAFILE: si sviluppano con bassa intensità luminosa

La foglie in base alla posizione degli stomi

Ipostomatiche: stomi solo sulla pagina inferiore (dicotiledoni)

Anfistomatiche: stomi su entrambe le pagine (monocotiledoni)

Epistomatiche: stomi solo sulla pagina superiore (acquatiche)



La foglie in base all'orientamento

plagiotropo: parallela alla superficie terrestre (dicotiledoni)

ortotropo: perpendicolare alla superficie terrestre, per intercettare meglio la luce del sole (monocotiledoni)



La foglia rispetto alla disposizione sulla pianta

Bratteali: foglie trasformate che proteggono il fiore e il frutto dal gelo e dai parassiti

Caulinari: foglie distribuite lungo il fusto

Basali: foglie disposte alla base della pianta

Rosetta: foglie disposte a raggiera dalla base del fusto verso l'esterno, vicino o radente al suolo

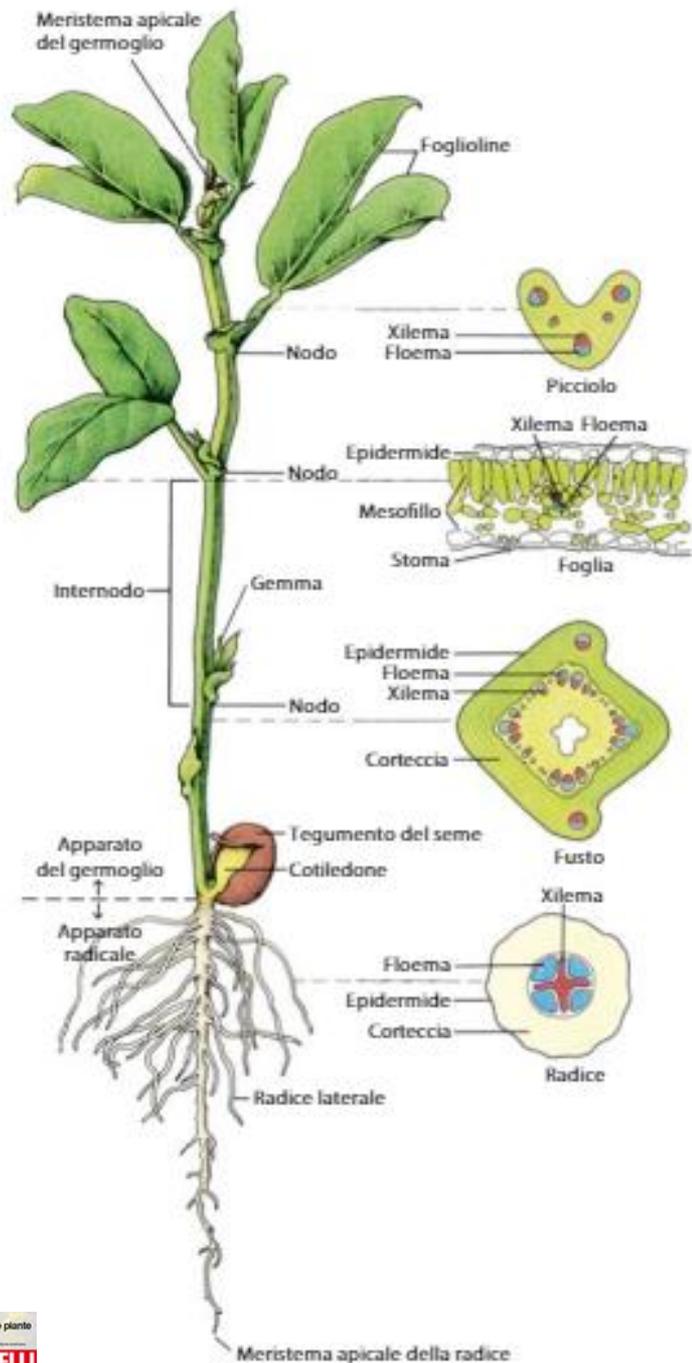


foglie bratteali

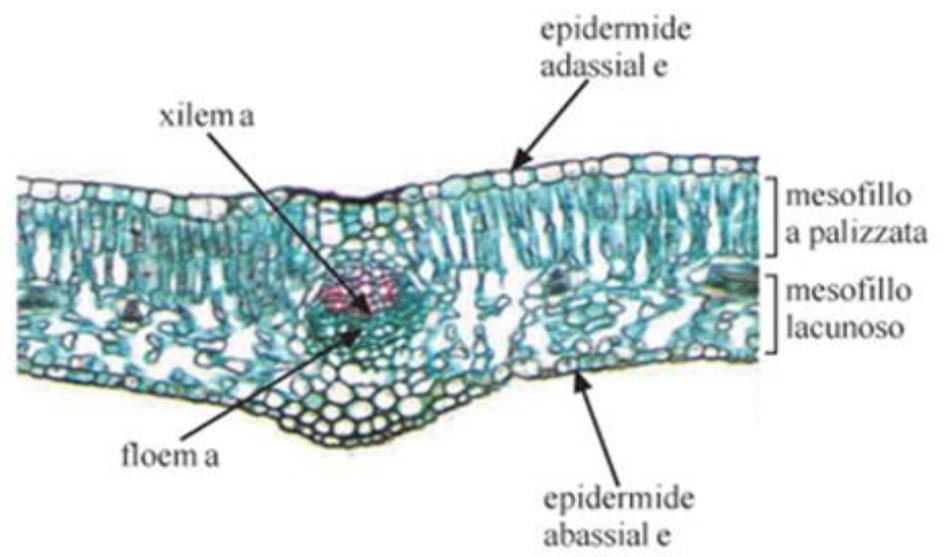
foglie caulinari
(amplessicauli)

foglie basali
(rosetta)

Indipendentemente dalla forma e grandezza, le foglie sono organi fotosintetici costituite dagli stessi sistemi di tessuti della radici e del fusto



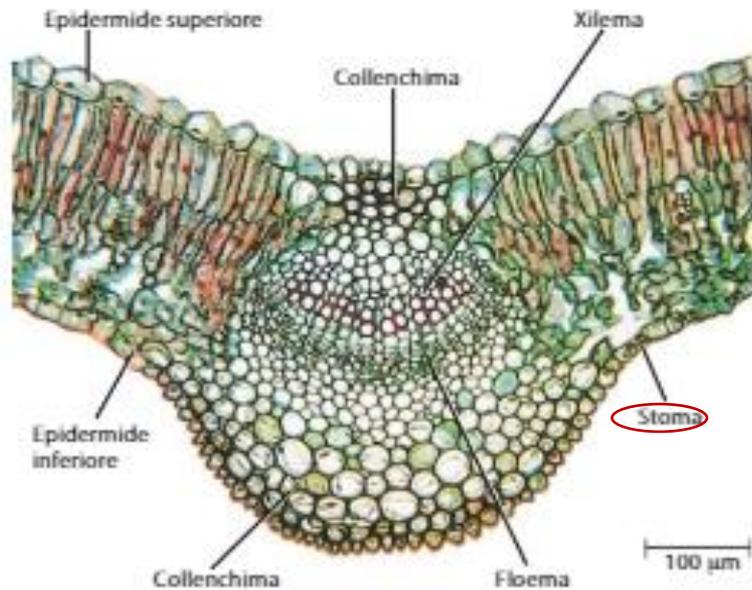
Sistema Tegumentale (*Epidermide*)
Sistema Fondamentale (*Mesofillo*)
Sistema Vascolare (*Conduttore*)



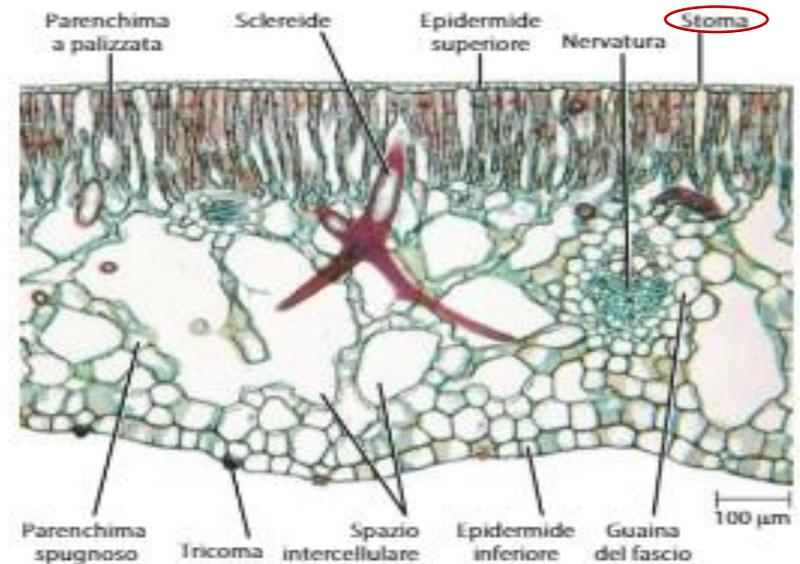
EPIDERMIDE

cellule compatte e rivestite da cuticola (riduce perdite di acqua)

- Presenza degli stomi su entrambi i lati o uno solo (comunemente inferiore); sono frequenti nelle xerofite e assenti o presenti solo sulla pagina superiore nelle idrofite
- Gli stomi sono presenti in invaginazioni (cripte) della pagina inferiore; nelle monocotiledoni sono in file parallele regolari, nelle dicotiledoni in ordine sparso
- Presenza di peli su tutta la superficie di uno o entrambi i lati della foglia (secrezione di resine e riduzione della perdita di acqua)



dicotiledone



monocotiledone

MESOFILLO

tessuto fondamentale della foglia

- SCAMBI GASSOSI: spazi intercellulari comunicanti con l'esterno mediante gli stomi
- FOTOSINTESI: cellule con numerosi cloroplasti

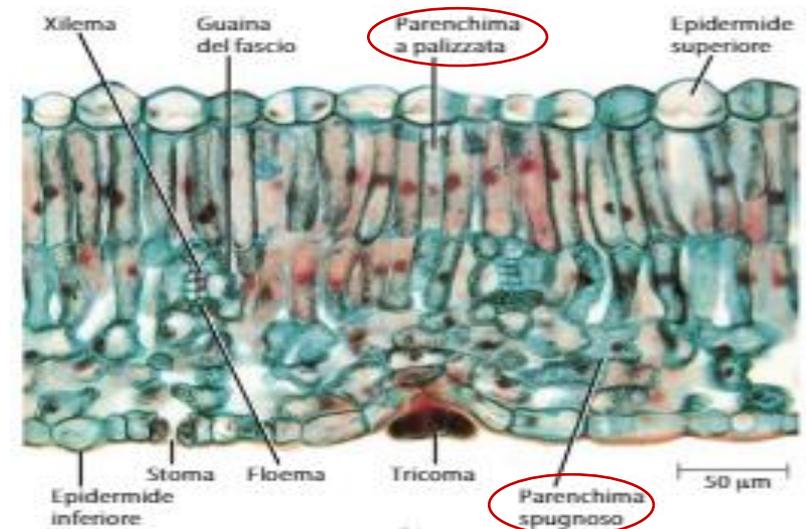
Parenchima a palizzata: cellule colonnari perpendicolari all'epidermide con molti cloroplasti (avviene gran parte della fotosintesi), il numero degli strati varia a seconda della specie e dell'ambiente (luce)

Parenchima spugnoso: cellule irregolari con un numero minore di cloroplasti e ampi spazi intercellulari per facilitare il passaggio della CO₂

Mesofite: il parenchima a palizzata è sotto l'epidermide della faccia superiore, quello spugnoso sotto l'epidermide della faccia inferiore

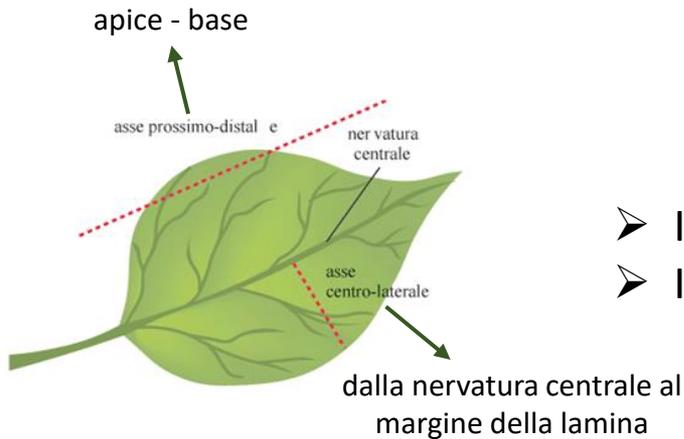
Xerofite: il parenchima a palizzata è al di sotto delle due epidermidi e quello spugnoso al centro

In alcune piante il mesofillo non è distinto in parenchima a palizzata e spugnoso (mais e altre graminacee)

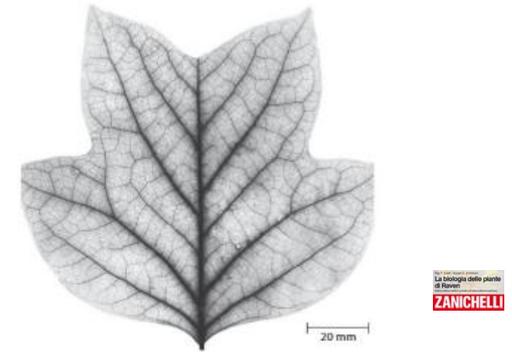


SISTEMA VASCOLARE *fasci conduttori*

- I fasci conduttori sono connessi ai fasci conduttori del fusto
- Il sistema dei fasci forma le **NERVATURE FOGLIARI**



Nervatura reticolata: ogni nervatura si diparte da una nervatura principale (nervatura centrale) che si ramifica in nervature più piccole (dicotiledoni)



Nervatura parallela (striata): numerose nervature parallele si estendono lungo l'asse maggiore, convergono e si uniscono all'apice della foglia (monocotiledoni)

Le nervature sono formate da xilema e floema primari (alcune monocotiledoni hanno crescita secondaria alla nervatura principale)



XILEMA e FLOEMA

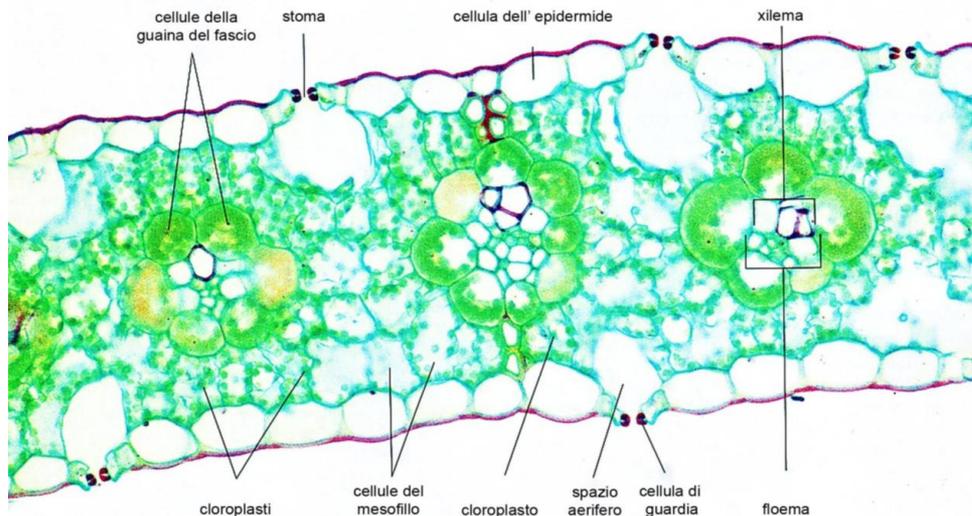
I fasci della foglia sono generalmente di tipo COLLATERALE CHIUSO

Xilema: rivolto verso la pagina SUPERIORE della nervatura

Floema: rivolto verso la pagina INFERIORE della nervatura

Nervature maggiori: funzione di TRASPORTO; grandi e sporgono dalla pagina inferiore, circondate da cellule parenchimatiche con pochi cloroplasti

Nervature minori: funzione di RACCOLTA DEI FOTOSINTATI; piccole decorrono nel mesofillo; comprese tra uno o più strati di cellule con la banda del Caspary (GUAINA DEL FASCIO), controlla il movimento delle sostanze da e verso i tessuti conduttori ed è connessa all'epidermide dall'*estensione della guaina del fascio* (resistenza meccanica e trasporto)



I tessuti conduttori delle nervature difficilmente sono a diretto contatto con gli spazi intercellulari del mesofillo

Il tessuto sclerenchimatico associato ai fasci conferisce sostegno meccanico alle foglie

Processo di abscissione: normale separazione delle foglie dal fusto

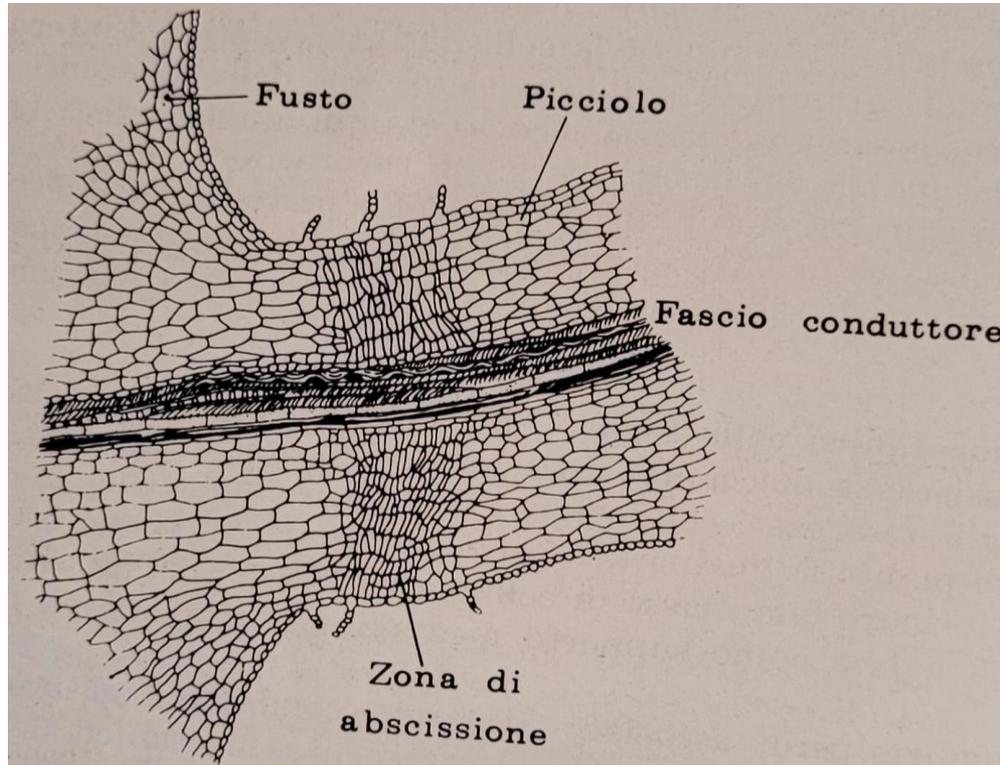


Foto mod. da "Elementi di biologia vegetale, botanica generale", Oreste Arrigoni

cambiamenti
strutturali e
chimici vicino alla
base del picciolo

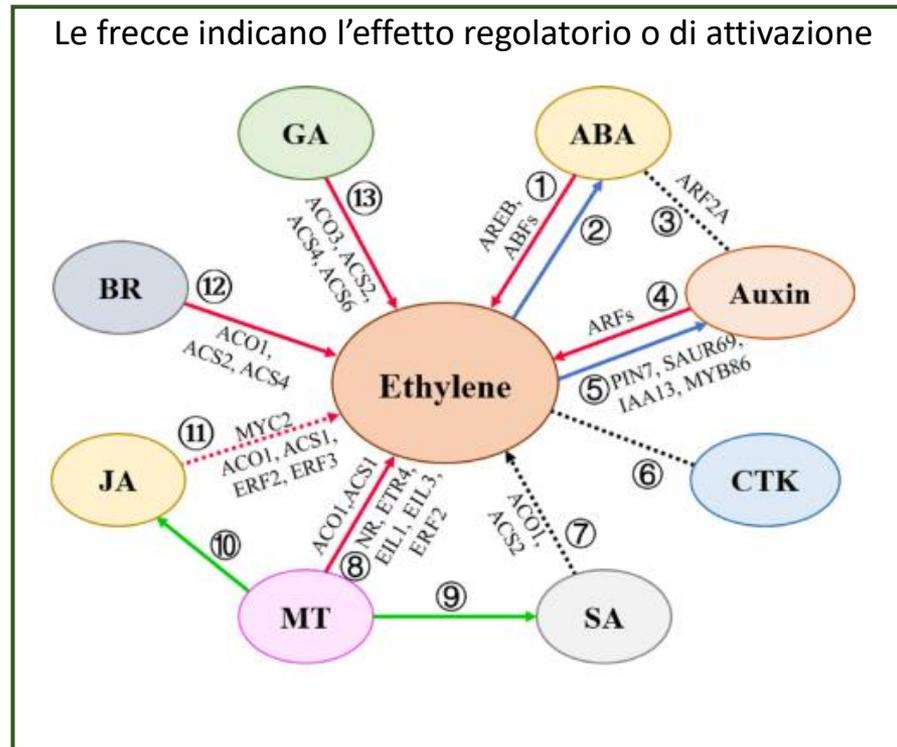


ZONA DI
ABSCISSIONE

Strato di separazione (abscissione): perdita di ioni (Mg) e molecole (amminoacidi, zuccheri), azione di enzimi a livello delle pareti cellulari (indebolimento della lamella mediana e idrolisi della cellulosa)

Strato protettivo: cellule suberificate che isolano ulteriormente la foglia dal fusto (cicatrice fogliare)

Influenza degli ormoni sull'abscissione



Xiaohong et al., Plant Molecular Biology (2021) 107:477–497

Etilene: STIMOLA l'abscissione, inibisce l'espressione dei geni "carrier" dell'auxina

Acido Abscissico (ABA): PROMUOVE l'abscissione, attiva i geni per la sintesi dell'etilene con cui interagisce (azione sinergica)

Auxina: IMPEDISCE l'abscissione, riduce la sensibilità delle cellule all'etilene (azione antagonista)

Le cellule dell'epidermide sono trasparenti per permettere alla luce di penetrare fino alle cellule fotosintetiche; al loro esterno si trova una cuticola cerosa impermeabile, anch'essa trasparente.

Le nervature contengono i vasi che trasportano sia acqua e sali minerali in soluzione verso le foglie sia i prodotti della fotosintesi dalle foglie alle altre cellule vive della pianta.

epidermide superiore

cuticola

vacuolo

epidermide inferiore

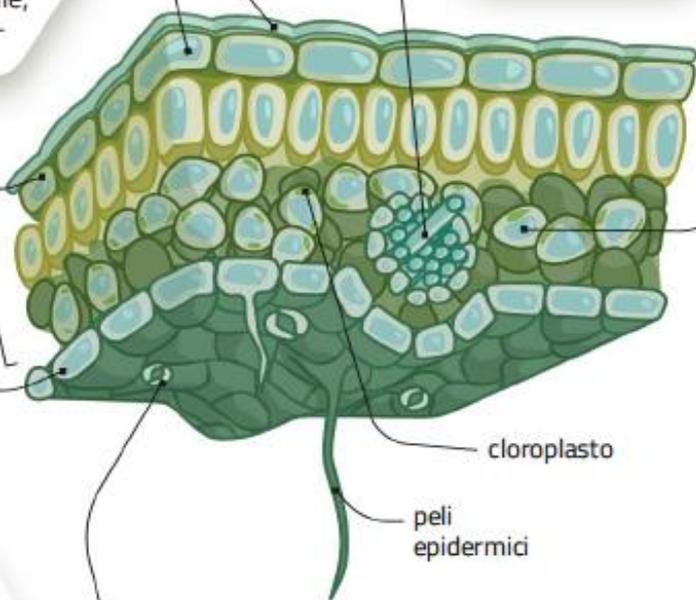
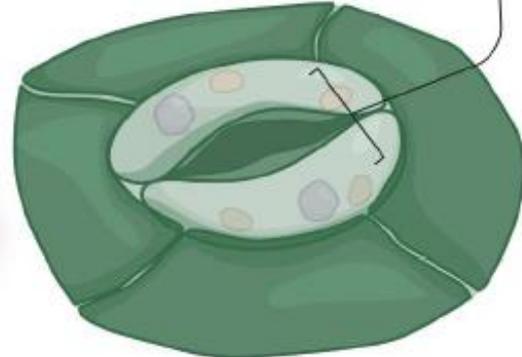
cloroplasto

peli epidermici

cellule di guardia

Le cellule fotosintetiche delle foglie si trovano nel mesofillo costituito sia dal parenchima a palizzata, formato da cellule cilindriche specializzate per ricevere la luce, sia dal parenchima spugnoso, con cellule di varia forma intervallate da spazi riempiti di gas.

L'ossigeno e il diossido di carbonio entrano ed escono dalla foglia attraverso aperture chiamate stomi, strutture la cui apertura e chiusura è controllata da due cellule dette cellule di guardia.



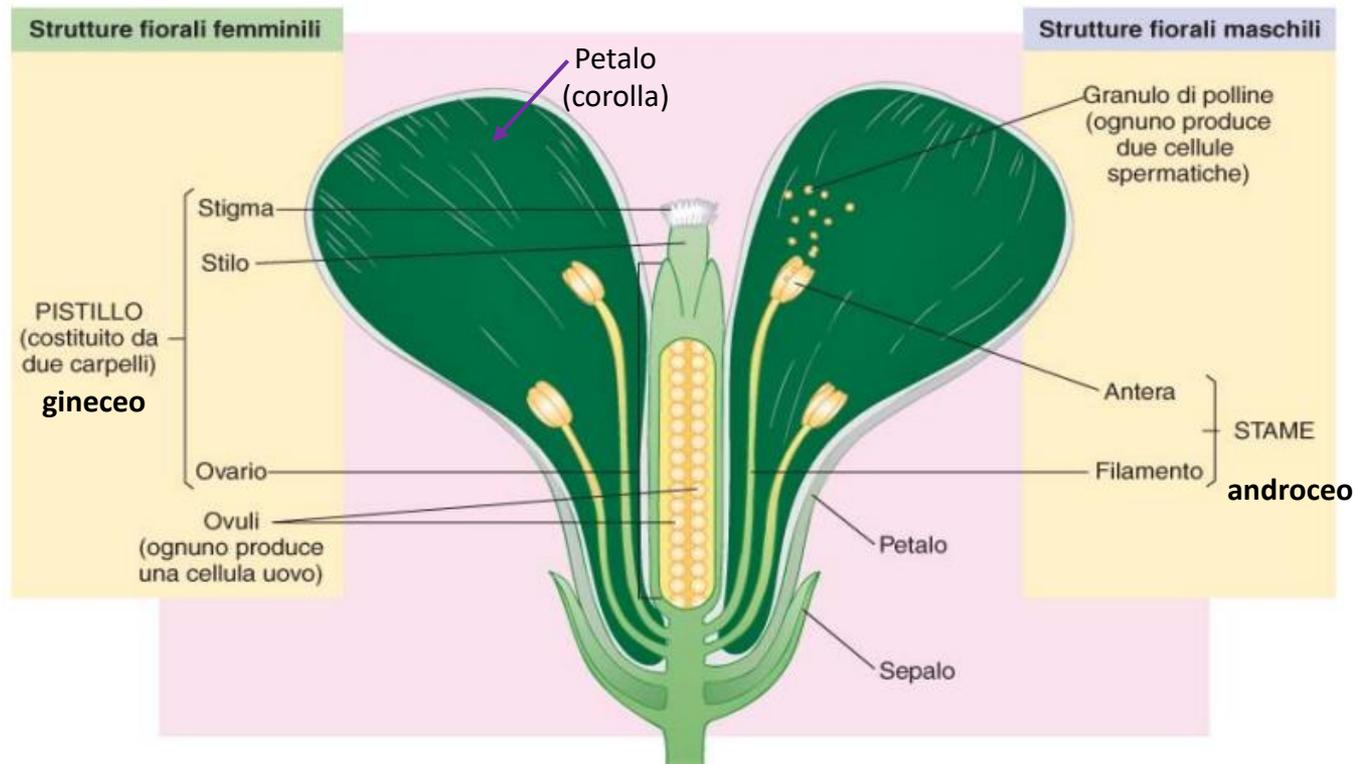
Il Fiore

Ultimo atto dell'attività meristemica dell'apice vegetativo del germoglio che attraversa una serie di cambiamenti fisiologici e strutturali e si trasforma in un apice riproduttivo

piante annuali: la fioritura indica il completamento del loro ciclo vitale

piante perenni: la fioritura si ripete ogni anno o con maggiore frequenza

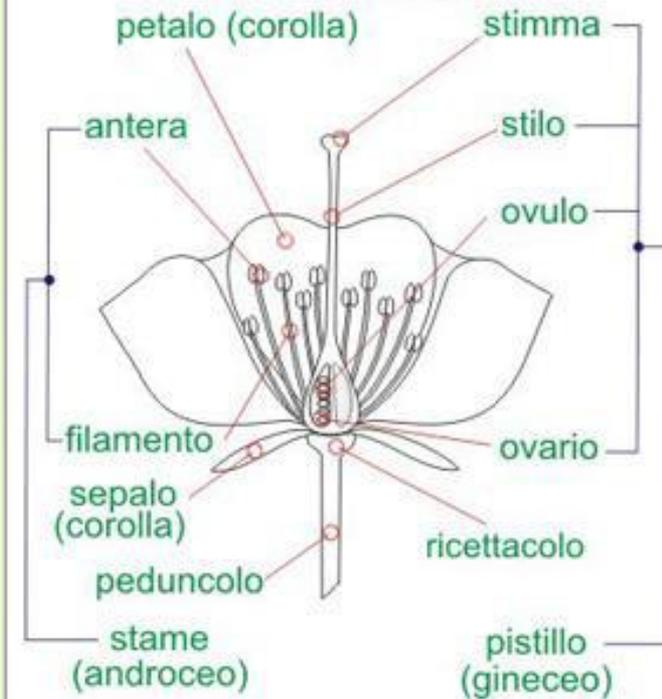
Fattori ambientali (lunghezza del giorno e temperatura) sono determinanti nella fioritura



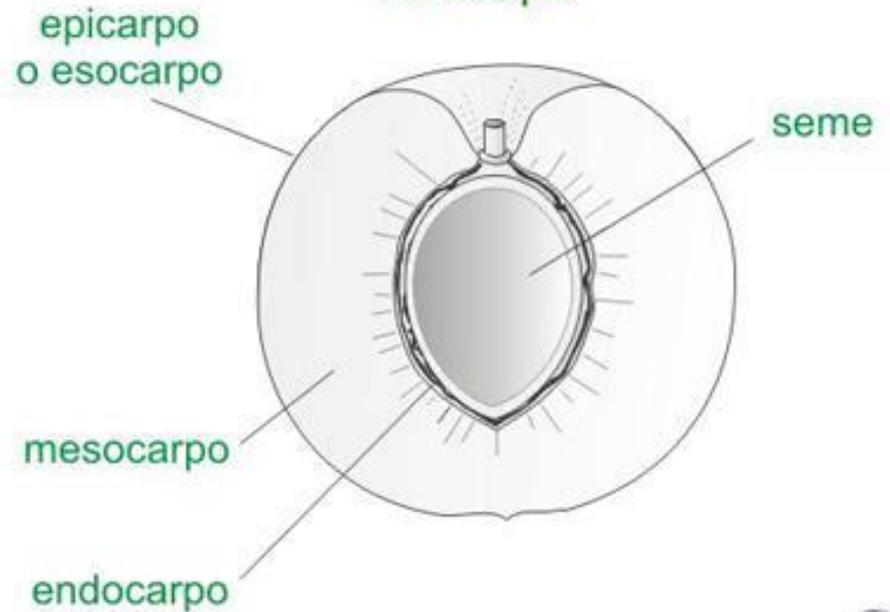
Dicotiledoni: formato da 5 elementi per ciascun verticillo florale o multipli di 5

Monocotiledoni: formato da 3 elementi per ciascun verticillo florale o multipli di 3

Parti del Fiore

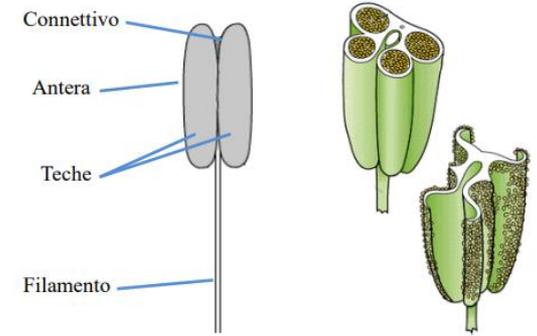


Parti del Frutto Pericarpo

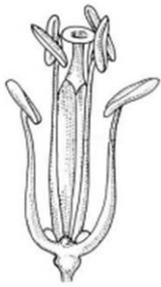


IL FIORE: androceo

- Gli stami sono foglie modificate che portano gli sporangi
- Lo stame è formato da un FILAMENTO e da una ANTERA, costituita da due TECHE saldate tramite un connettivo
- Ciascuna teca ha due SACCHE POLLINICHE o microsporangji



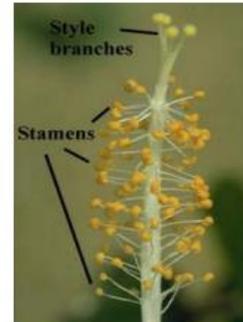
Il tipo di androceo (numero di stami, disposizione, livello di fusione) è tipico delle famiglie



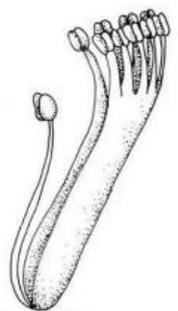
Stami liberi tetradinami
(*Cruciferae*)



Stami saldati sinanterici
(*Cucurbitaceae*)



Stami saldati monoadelfi
(*Malvaceae*)

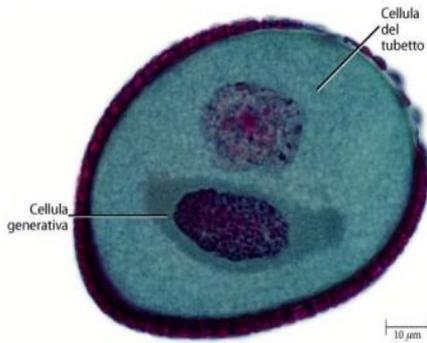


Stami saldati diadelfi
(*Fabaceae*)

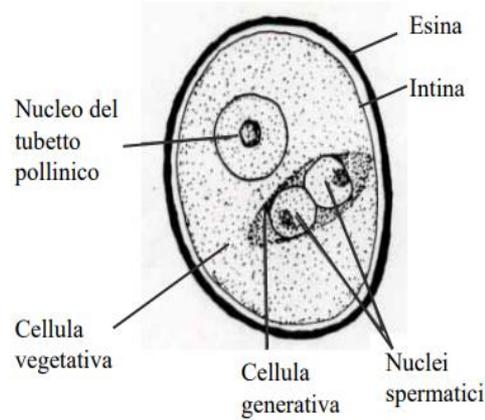
Microgametogenesi: formazione del gametofito maschile o microgametofito si svolge all'interno della spora del granulo pollinico

La microspora va incontro ad una divisione mitotica che forma due cellule:

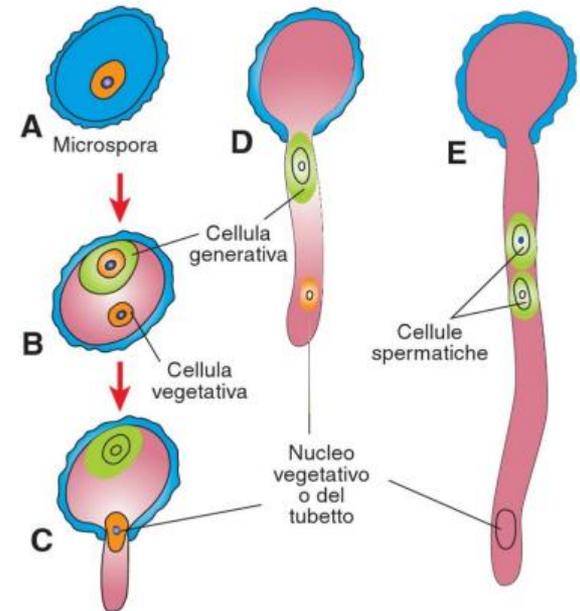
- Cellula del tubetto pollinico o *cellula vegetativa* più grande
- *Cellula generativa* più piccola e immersa nella precedente, può essere mono o binucleata



Granulo pollinico bicellulare binucleato

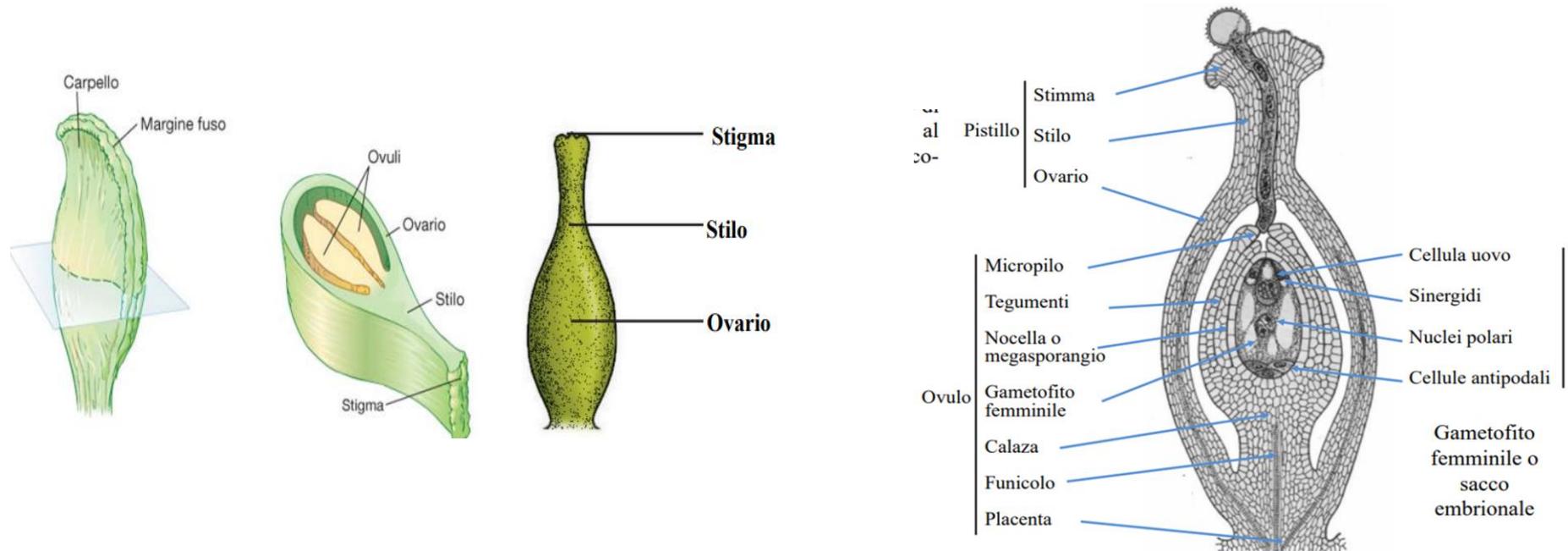


Granulo pollinico bicellulare trinucleato



IL FIORE: gineceo *parte fertile femminile*

È costituito da una o più foglie modificate, chiamate carpelli fogliari (omologhi ai macrosporofilli), che sono ripiegate a formare una cavità basale chiusa, l'ovario, in cui sono contenuti uno o più ovuli (gametofito femminile)

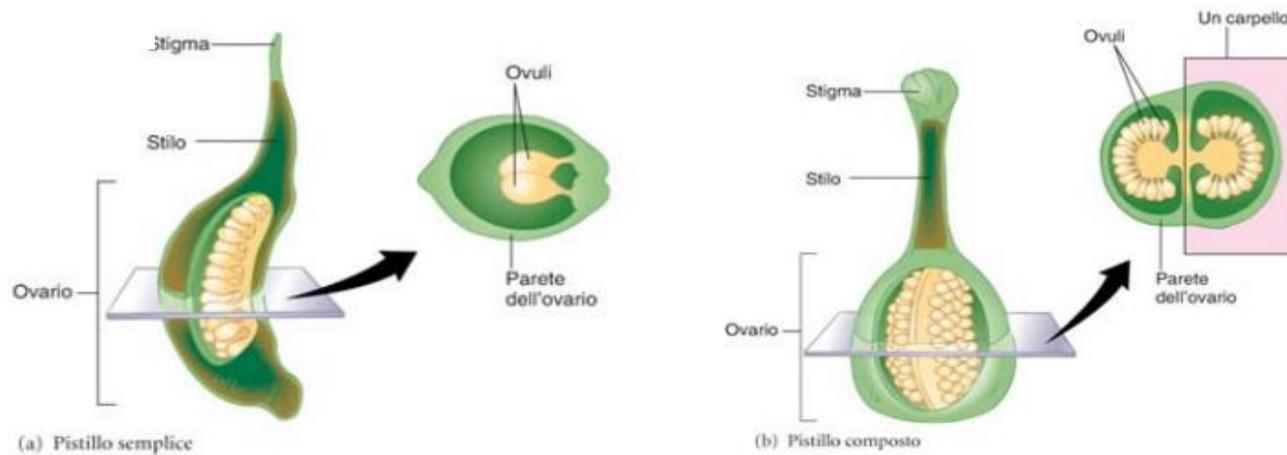


Stilo: prolungamento cavo dell'ovario

Stigma: organo sul quale si depositano i granuli pollinici al momento dell'impollinazione. La forma e lo sviluppo dello stigma è un elemento di classificazione

Il capello ha probabilmente origine da una foglia riproduttiva (megasporofillo) che porta gli ovuli (megasporangi) e che si ripiega su se stessa a formare la cavità chiusa dell'ovario

L'ovario è un organo cavo, suddiviso in una o più logge, al cui interno è presente il tessuto placentare da cui prendono origine gli ovuli (gametofito femminile).

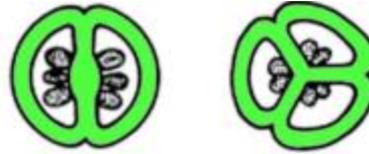


Gli elementi di distinzione ai fini sistematici, sono:

- il numero di logge ovariche;
- il numero di ovuli;
- il rapporto anatomico che l'ovulo ha con l'ovario;
- la posizione reciproca dell'ovario rispetto al ricettacolo e agli altri elementi fiorali

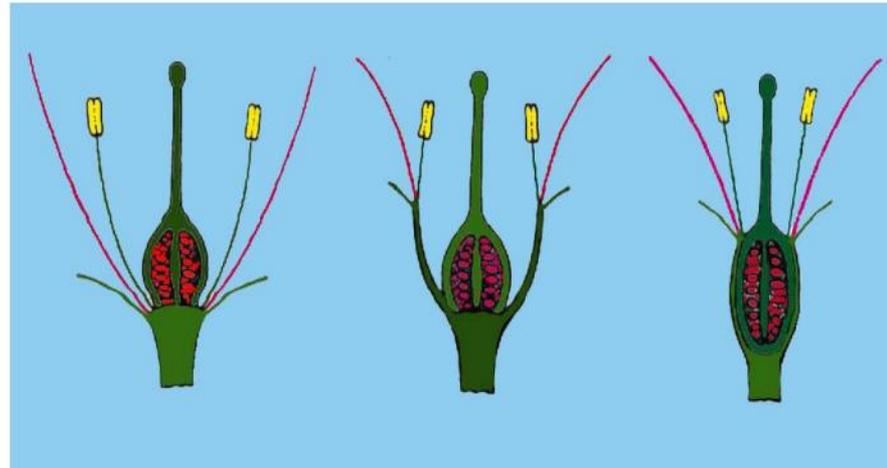
In base al numero di logge:

- *uniloculare*
- *biloculare*
- *pluriloculare*



In base alla posizione dell'ovario rispetto agli altri elementi fiorali:

- *Ovario infero*: ovario al di sotto degli elementi fiorali ed immerso nel ricettacolo
- *Ovario semiinfero*: ovario libero dal ricettacolo e più basso rispetto agli elementi fiorali
- *Ovario supero*: ovario si trova sullo stesso piano degli altri elementi fiorali



supero

semiinfero

infero

Tipologie diverse di ovario distinte sulla base dei carpelli che lo compongono e sulla loro posizione

Apocarpico: carpelli separati fra loro

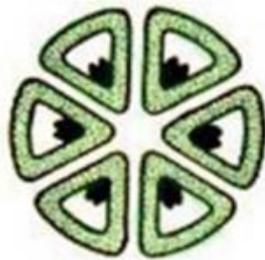
Sincarpo: carpelli fusi fra loro

Pluricarpellari: più di un carpello

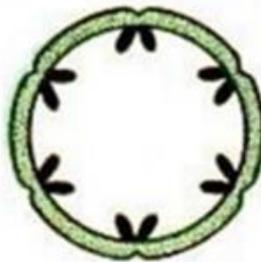
Monocarpella: un solo carpello

Pluriloculare: i carpelli formano più loculi contenuti gli ovuli

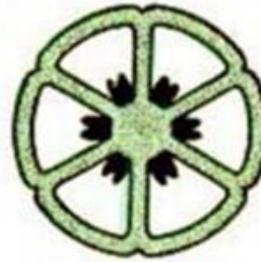
Uniloculare: i carpelli formano un unico loculo indiviso



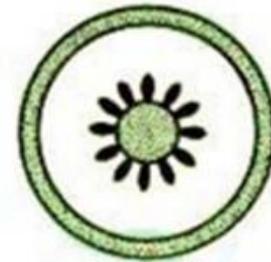
*pluricarpellare
apocarpico*



*pluricarpellare
sincarpico uniloculare
plac. margin. pariet.*



*pluricarpellare
sinc. pluriloculare*



*pluricarpellare
sinc. uniloculare
plac. centrale libera*

Queste forme si combinano fra loro nelle varie specie vegetali

Infiorescenze

I fiori possono essere solitari o riuniti in strutture, chiamate infiorescenze, con distribuzione varia dei fiori sull'asse florale portante (spiga, corimbo, ombrella, capolino, spadice, cima, pannocchia, ecc.)

I fiori che compongono un'infiorescenza hanno disposizioni caratteristiche

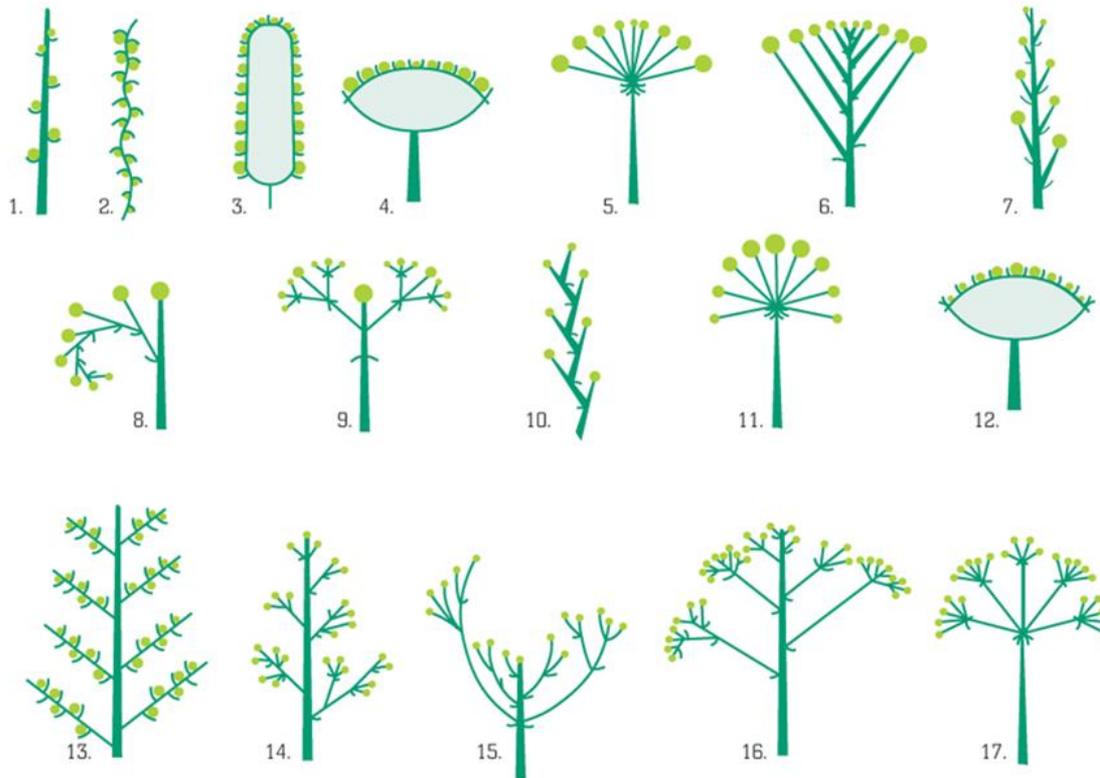
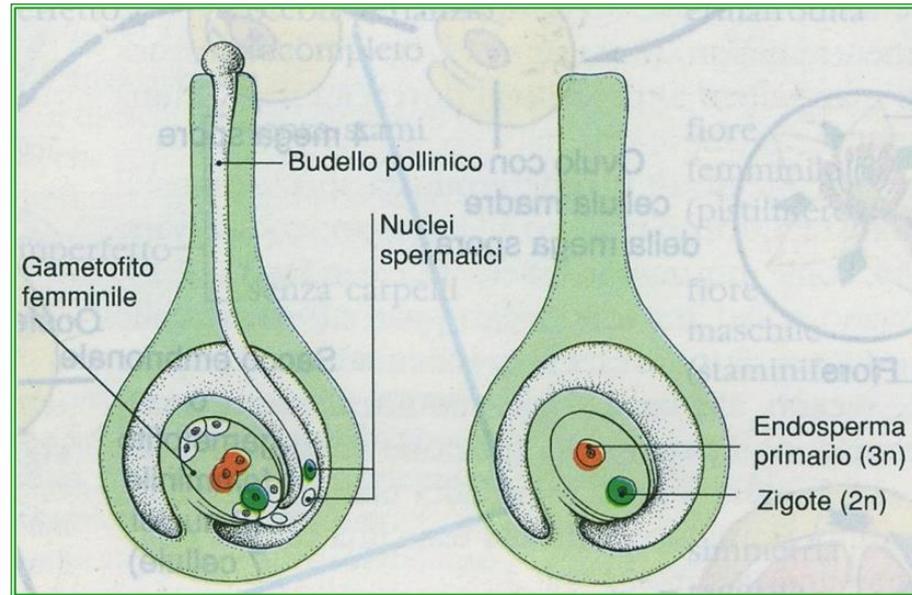
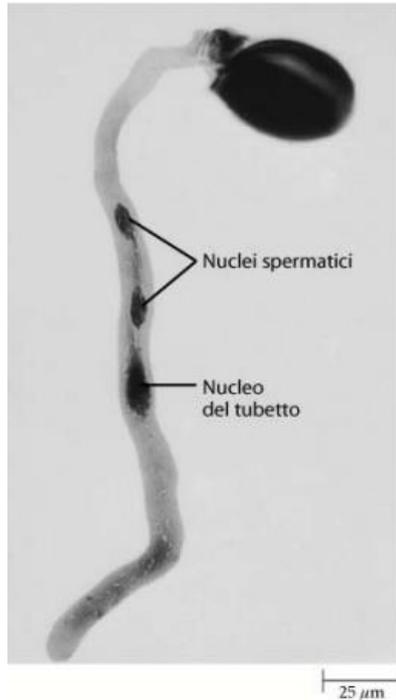


Fig. 5.8 → Schema delle infiorescenze più comuni: 1. spiga; 2. amento; 3. spadice; 4. capolino; 5. ombrella semplice; 6. corimbo; 7. racemo o grappolo; 8. cima scorpioide; 9. cima bipara; 10. cima elicoidale; 11. ombrella; 12. capolino; 13. spiga composta; 14. racemo composto o pannocchia; 15. antela; 16. corimbo composto; 17. ombrella composta.

RIPRODUZIONE: il granulo pollinico giunge sullo stigma, assorbe acqua e germina formando il tubetto pollinico (cellula vegetativa) che attraversa lo stigma e lo stilo e giunge fino alla cellula uovo contenuta nell'ovulo. La cellula generativa produce due nuclei spermatici che corrispondono a 2 gameti maschili. Il granulo pollinico germinato rappresenta il gametofito maschile maturo



Il frutto viene prodotto solo dopo la fecondazione dell'ovulo. La maturazione dell'ovario provoca l'avvizzimento degli stimmi e delle antere e l'accrescimento dell'ovario

IL FRUTTO

ovario maturo

La fecondazione determina la formazione dell'embrione e dell'endosperma, la trasformazione degli ovuli in semi e degli ovarii in frutti. Normalmente i frutti contengono i semi, ma in alcuni casi ne sono privi (frutti partenocarpici) es. banana

Fecondazione →
Ovulo → seme
Ovario → frutto

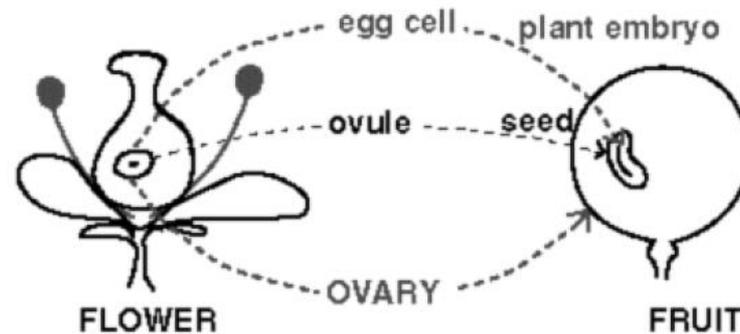
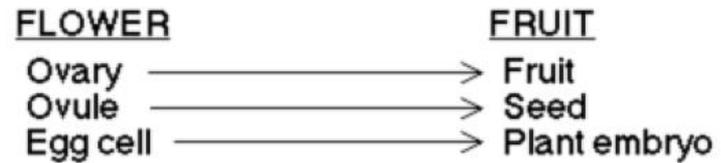
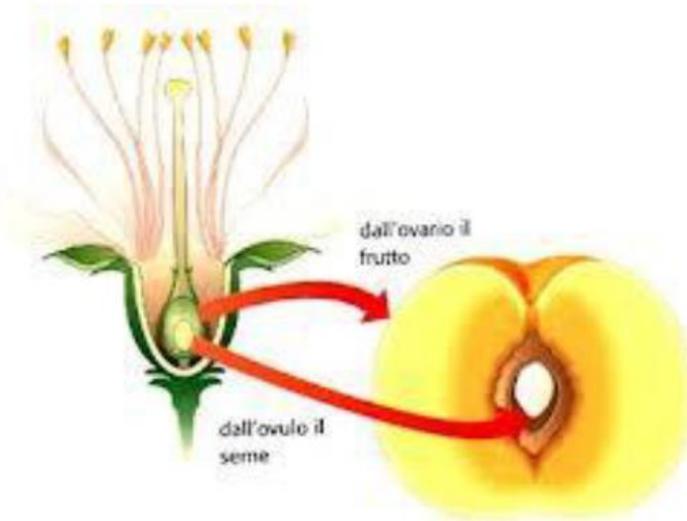
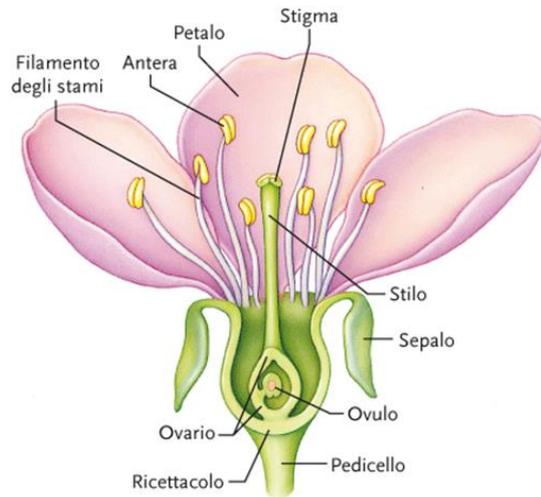


Figure 6-B: Flower/Fruit Relation

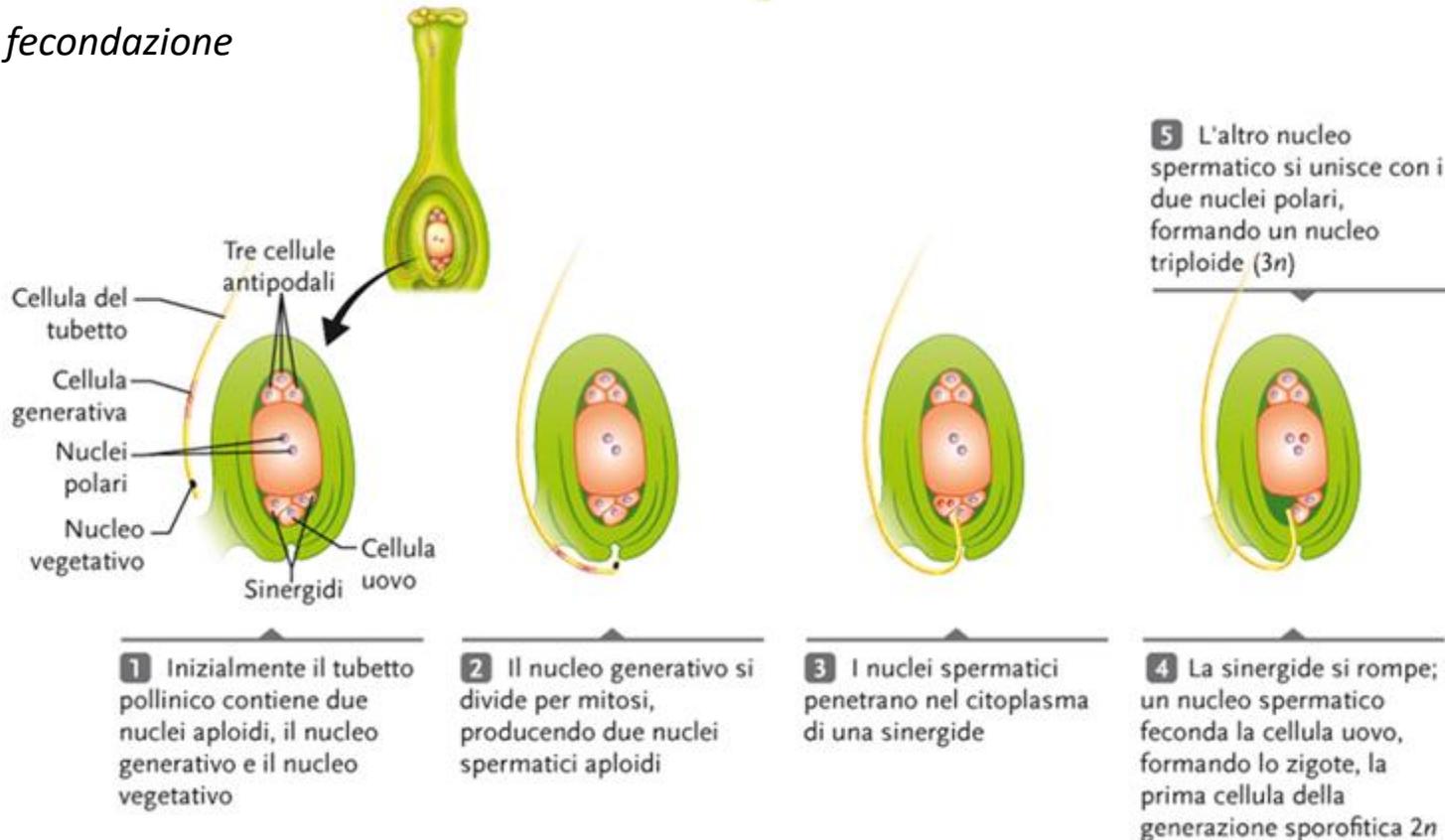
La funzioni principali dei frutti sono:

PROTEGGERE il seme

FACILITARNE DIPERSIONE (sopravvivenza della specie)

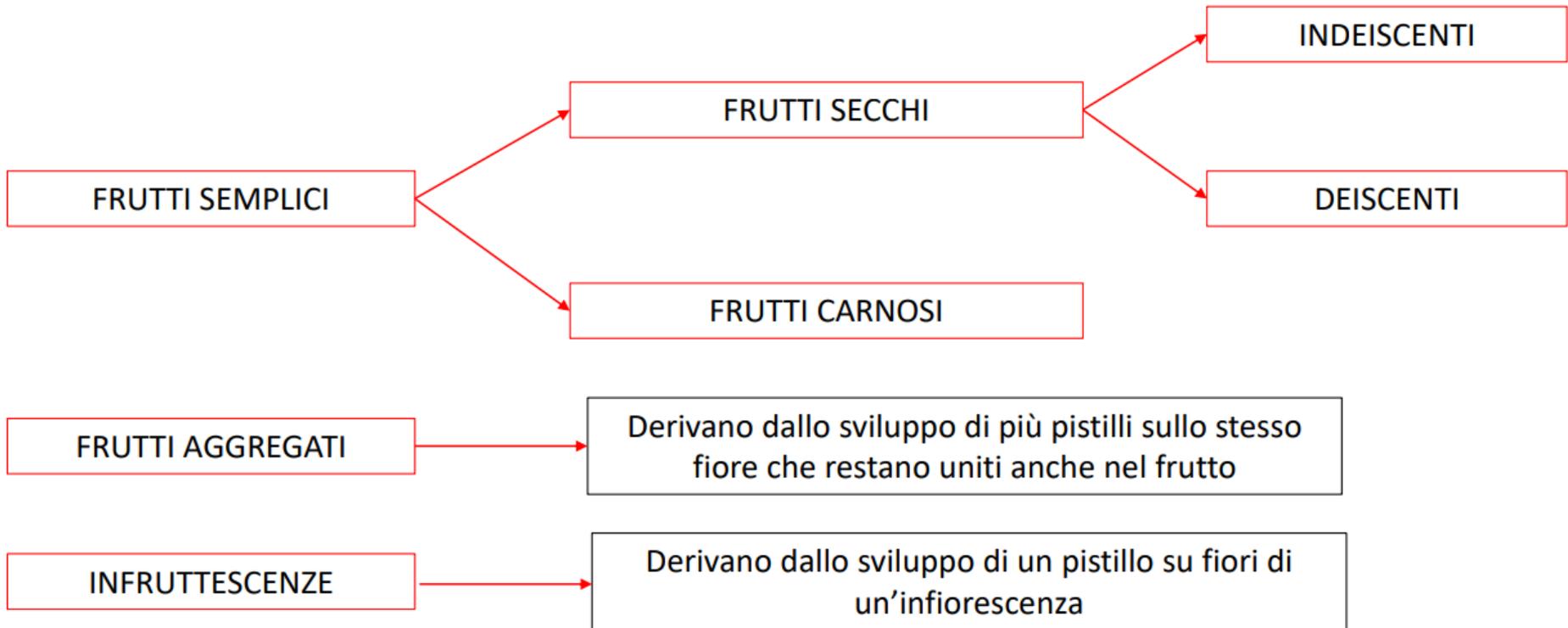


Doppia fecondazione



VERI FRUTTI: si sviluppano da un gineceo a seguito della fecondazione
FALSI FRUTTI: si formano da altri organi (tepali, ricettacolo, brattee, ecc)

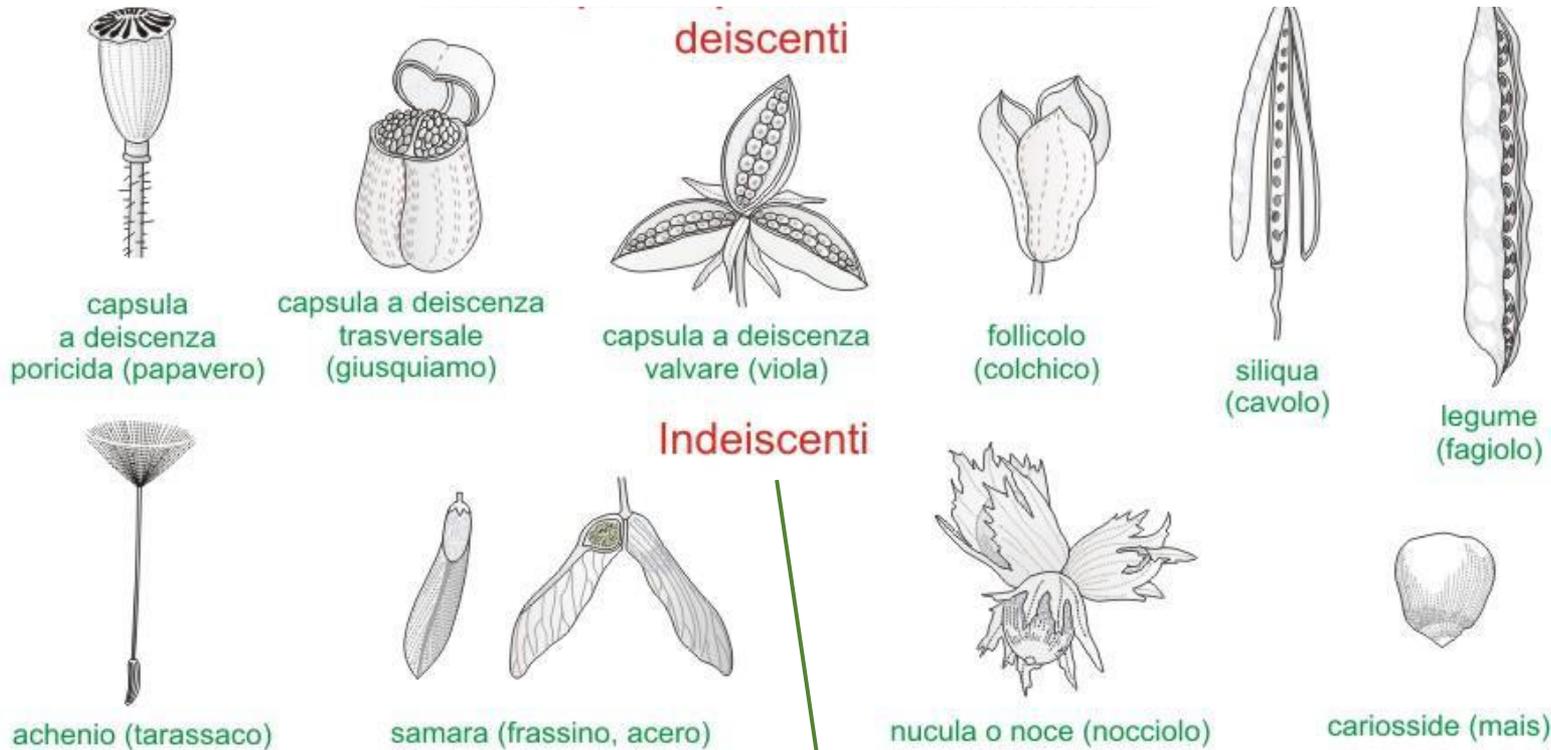
Classificazione dei veri frutti



frutti secchi: scarsi parenchimi e un contenuto di acqua piuttosto basso, presentano un pericarpo che a maturità è duro e/o legnoso e non permette di distinguere gli strati

A seconda della modalità di liberazione dei semi si distinguono in Frutti secchi DEISCENTI e Frutti secchi INDEISCENTI

a maturità liberano i semi aprendosi spontaneamente



(da M.Ferrari e D.Medici - Alberi e arbusti in Italia, ridisegnato)

i semi restano all'interno del frutto dopo che questo è caduto dalla pianta madre

Frutti carnosì: presentano un pericarpo totalmente o parzialmente carnoso (molle) e tessuti parenchimatici ricchi di acqua, zuccheri e metaboliti secondari



Pericarpo: parte del frutto che avvolge il seme

Epicarpo: esterno e formato da un singolo strato di epidermide

Mesocarpo: centrale

Endocarpo: interno e di spessore variabile a seconda della specie

pericarpo

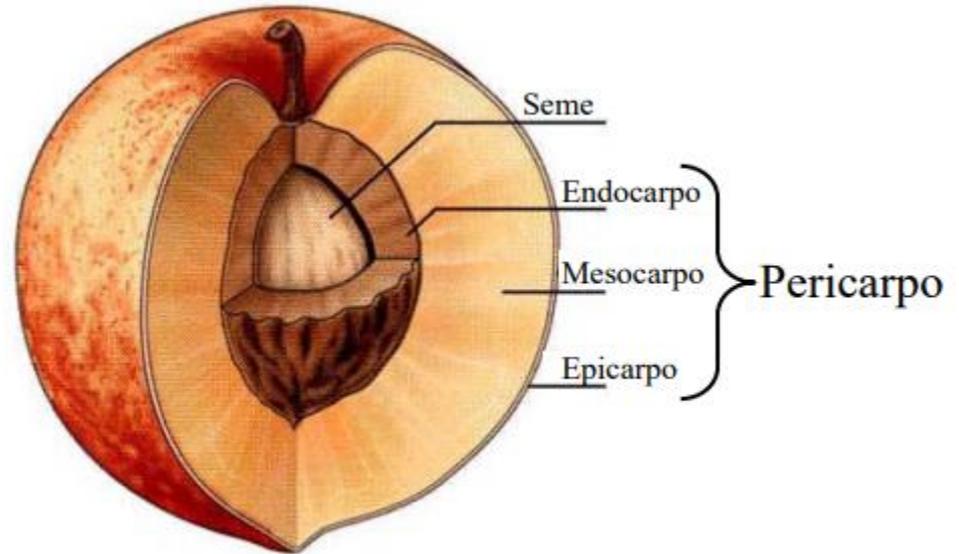
- Epidermide dell'ovario

mesocarpo

- Parenchima della parete dell'ovario

endocarpo

- Epidermide interna dell'ovario



Drupa: frutto carnoso con epicarpo sottile, mesocarpo succoso, carnoso a volta fibroso ed endocarpo legnoso

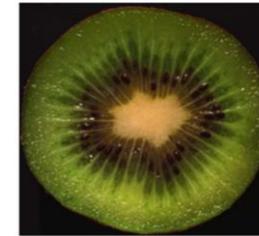


Juglans regia

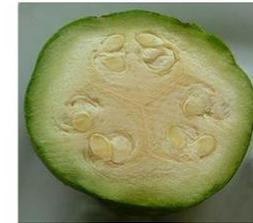
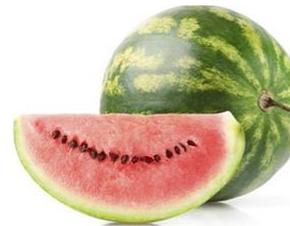


Olea europea

Bacca: frutto carnoso con epicarpo sottile e mesocarpo ed endocarpo completamente carnosissimi



Peponide: particolare bacca con epicarpo indurito

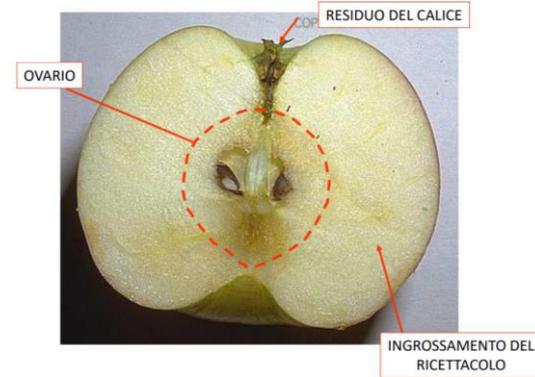


Esperido: epicarpo colorato ricco di oli essenziali, mesocarpo spugnoso ed endocarpo succoso e settato



Falsi frutti: alla loro formazione partecipano anche i tessuti che non appartengono all'ovario

Pomo: la parte edule deriva dal ricettacolo, il vero frutto è il torsolo



Balausto: alla formazione interviene anche il ricettacolo che ha consistenza cuoiosa



Cinorrodo: il ricettacolo si trasforma in un contenitore elastico, carnoso ricco di sostanze nutritive (rosa canina)



I frutti aggregati: derivano da più ovari presenti sullo stesso gineceo (fragole: tanti piccoli acheni sparsi in una polpa carnosa che deriva dall'ingrossamento del talamo)



Le infruttescenze: i singoli frutti derivano da pistilli di fiori diversi che formano una infruttescenza più o meno compatta

Sorosio: formato da tante false drupe originatesi dalla concrenscenza dei calici carnosì (gelso)



Siconio: deriva da un ricettacolo, porta al suo interno i fiori che daranno gli acheni



Ciclo biologico

