

APPUNTI DI BOTANICA



GUIDO GANDELLI

ISTITUTO TECNICO AGRARIO STATALE "GIUSEPPE PASTORI" BRESCIA

Prima stesura nel 2002 - ultime integrazioni: Marzo 2016



Una farfalla (*Aporia crataegi*) sopra una infiorescenza a spiga dell'orchidea *Dactylorhiza maculata*

In copertina: *Sempervivum tectorum* - Famiglia *Crassulacee*

Per il lettore

Questi appunti non hanno alcuna pretesa di completezza e sono, semplicemente, gli appunti delle lezioni di botanica che ho tenuto in tanti anni d'insegnamento all'Istituto Tecnico Agrario Statale "Giuseppe Pastori" di Brescia, nelle classi seconde e terze.

Ad onore del vero, solo in certi anni e solo nelle classi migliori sono riuscito a proporre e a spiegare agli allievi l'intero contenuto di questa dispensa di botanica, con le attinenti e collegate esercitazioni di laboratorio. In diversi altri casi si è imposta come necessaria qualche limitata riduzione, soprattutto per le classi seconde nelle quali il programma auspicabile da svolgere comprende le parti di CITOLOGIA, ISTOLOGIA e ORGANOGRAFIA.

Per quanto riguarda la FISILOGIA VEGETALE in questi appunti viene considerata la FOTOSINTESI. A parte qualche cenno, non sono invece considerati i molti altri aspetti del vastissimo ambito della Fisiologia Vegetale e quindi si rimanda a un buon libro di biologia o di botanica.

Per evitare inutili ripetizioni, sono frequenti i "richiami interni" alla dispensa e, quindi, si invita lo studente a seguire le indicazioni fornite perché la conoscenza e - se necessario - la lettura o la rilettura delle parti richiamate è indispensabile per una buona comprensione.

Mia cura è stata quella di privilegiare la semplicità piuttosto che l'esaustività della trattazione, anche se ho cercato di mantenere un livello di accettabile rigore e precisione.

Guido Gandelli



Carlina acaulis - Famiglia Composite o Asteracee



Soldanella alpina - Famiglia Primulacee

INDICE

Perché studiare le piante?	pag. 6
Caratteri del <i>Regno Vegetale</i>	pag. 7
CITOLOGIA	
Vacuolo	7
Cloroplasti e aspetti generali della FOTOSINTESI	9
Altri Plastidi (cromoplasti - oleoplasti - amiloplasti)	12
Parete cellulare	13
CRESCITA E STRUTTURA PRIMARIA E SECONDARIA	17
ISTOLOGIA e classificazione dei tessuti	22
Tessuti Meristematici	22
Tessuti Tegumentali	23
Tessuti Parenchimatici	30
Tessuti Meccanici	32
Tessuti Secretori e Ghiandolari	33
Tessuti Conduttori	35
ORGANOGRAFIA	41
Fiore	41
Frutto	51
Foglia	60
Radice	73
Fusto	83
Gli anelli di crescita annuali	21-40-91
FOTOSINTESI	92
RIPRODUZIONE	100
Vantaggi e svantaggi della riproduzione vegetativa e sessuale	109
Durata della vita del vegetale e momento della riproduzione sessuale	110
BOTANICA SISTEMATICA	111
La Gerarchia Sistemática	111
Il concetto di Specie	112
Nome scientifico e nome volgare	114
La conquista delle terre emerse	115
CLASSIFICAZIONE SEMPLIFICATA DEL REGNO VEGETALE	117
BRIOFITE - le piante non vascolari	118
PTERIDOFITE - le piante vascolari senza semi	125
SPERMATOFITE - le piante con i semi	134
Il seme e il polline	134 e 135
Considerazioni sul ciclo delle Spermatofite	136
Isosporia ed Eterosporia	136
GIMNOSPERME - le piante con i semi nudi	137
ANGIOSPERME - le piante con i fiori e i semi nascosti nel frutto	156

PERCHÉ STUDIARE LE PIANTE ?

La risposta è abbastanza ovvia: perché la loro importanza è immensa, da qualsiasi punto di vista si voglia considerarle: alimentare, naturalistico, economico, paesaggistico, di protezione idrogeologica, medicinale...

Si suggeriscono alcuni spunti di riflessione.

Le piante, insieme alle alghe, sono di gran lunga i più importanti organismi autotrofi del pianeta, in grado di sfruttare una fonte di energia extraterrestre, abbondante, pulita e rinnovabile, la luce del Sole, e di immetterla nella biosfera.

“Le piante sono i pannelli solari dell’astronave Terra”.

Con la fotosintesi esse producono un’enorme quantità di sostanza organica stimabile in circa 150 MILIARDI DI TONNELLATE L’ANNO.

Questa massa di sostanza organica serve certamente ai vegetali stessi per accrescersi, produrre nuove foglie, frutti e soddisfare le proprie esigenze energetiche, ma costituisce anche la BASE DELLA PIRAMIDE ALIMENTARE DELL’ECOSISTEMA TERRA, cibo per tutti gli eterotrofi. “Mangiamo piante o animali che mangiano piante”, come tante volte ripetuto in classe.

Come è noto la fotosintesi, quasi come un sottoprodotto, produce anche OSSIGENO, indispensabile a sua volta nella respirazione cellulare, il processo che negli esseri viventi consente di soddisfare la richiesta di energia connessa ai processi vitali. “Le piante con la fotosintesi ci danno da mangiare e da respirare”, altro concetto semplice ma fondamentale più volte ripetuto in classe. (Potremmo anche aggiungere: ... e da vestirci!).

Anche quando andiamo in macchina, scaldiamo la casa o semplicemente accendiamo una lampadina sfruttiamo i vegetali, consumiamo infatti petrolio, il prodotto di antiche fotosintesi.

Le piante inoltre sono capaci di estrarre dal terreno sali inorganici contenenti AZOTO, FOSFORO, POTASSIO eccetera: questi indispensabili elementi verranno messi a disposizione di tutti gli eterotrofi, con l’aggiunta di altre molecole per noi essenziali quali le VITAMINE. Siamo veramente e totalmente dipendenti dalle piante.

Ma la natura, con i suoi lenti ritmi di sempre, mal si adatta agli stravolgimenti operati dall’uomo.

Pensiamo a questo: per noi esseri viventi la vera crisi energetica non è quella legata alla riduzione delle scorte di petrolio, ma è invece la crisi dovuta al diminuito potere delle piante nel nostro pianeta. Urbanizzazione ed erosione selvaggia, desertificazione, deforestazione, incendi, salinificazione di vastissime aree una volta fertili avanzano a velocità impressionante e lo spazio per le piante si riduce rapidamente.

L’uomo, l’animale più intelligente ma anche l’unico in grado di autodistruggersi, sembra non accorgersi di tutto ciò e quasi non se ne cura, e così predispone le condizioni per un cupo futuro. Estese devastazioni senza rimedio sono ormai state compiute, ma c’è ancora molto da proteggere e da salvaguardare.

Se vogliamo quindi evitare che quanto prospettato si realizzi pienamente e ci travolga, è necessario a tutti i costi difendere le piante e non possiamo difenderle senza conoscerle e studiarle.

.

CARATTERI DEL REGNO VEGETALE

Riassumiamo schematicamente quali caratteristiche deve avere un certo essere vivente per essere considerato un vegetale. Una pianta deve:

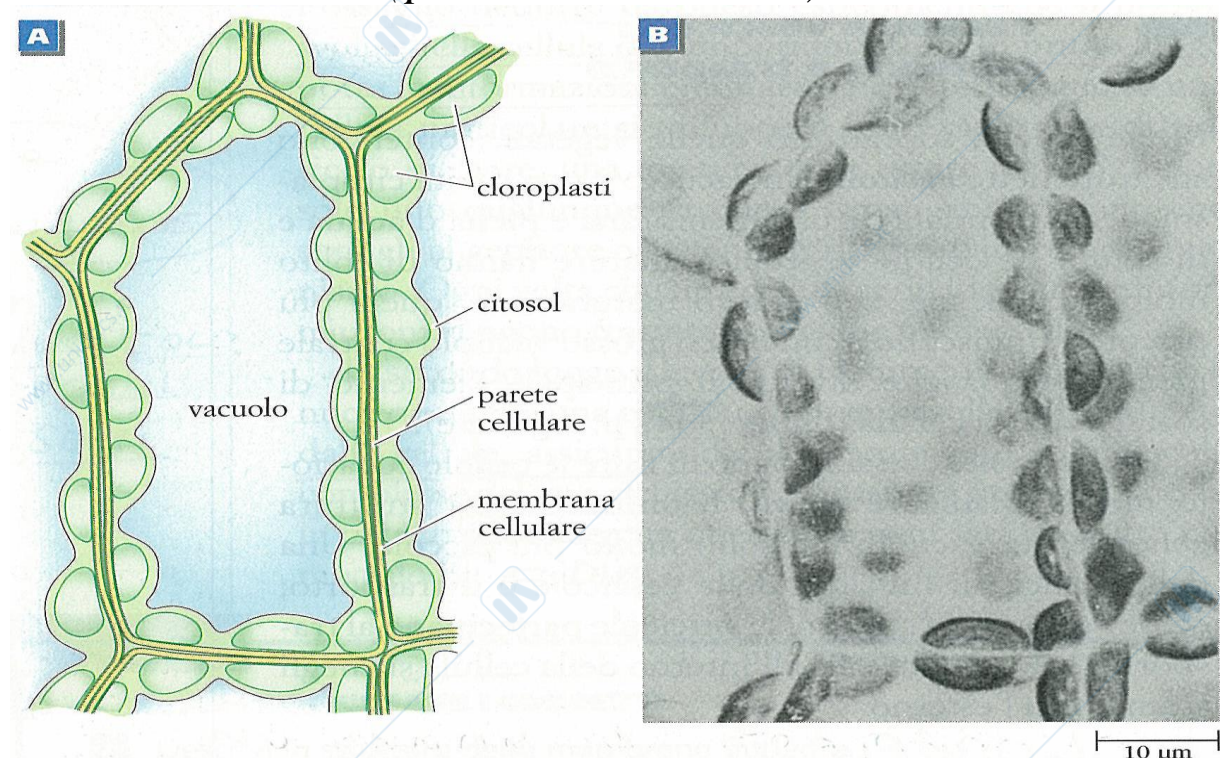
- 1) Essere autotrofa per fotosintesi.
- 2) Essere pluricellulare.
- 3) Presentare una crescita indefinita, almeno nelle piante perenni.
- 4) Contenere amido e cellulosa come principali polisaccaridi rispettivamente di riserva energetica e strutturale.
- 5) Presentare alcuni organelli tipici quali la parete cellulare di struttura e composizione particolare, il vacuolo e i plastidi e tra questi i cloroplasti per la fotosintesi.

CITOLOGIA

La citologia è lo studio della **CELLULA**. La dispensa prende in considerazione solo gli organelli tipici della cellula vegetale: vacuolo, plastidi, parete cellulare.

Per tutti gli altri organelli che troviamo anche nella cellula animale, quali nucleo, mitocondri, ribosomi eccetera, si rimanda a un buon testo di biologia.

VACUOLO (pronuncia: *vacùolo*)



La morfologia del vacuolo è semplice: è una vescicola delimitata da una membrana unitaria fosfolipidica, la **MEMBRANA VACUOLARE** o **TONOPLASTO**, contenente un liquido, il **SUCCO VACUOLARE**. Il succo vacuolare è composto da acqua con parecchi soluti tra i quali zuccheri, piccole quantità di sali, acidi organici eccetera. Può contenere anche inclusi solidi, come granuli proteici o cristalli di ossalato di calcio.

Il nome vacuolo deriva dal latino VACUUM, vuoto, nel senso di *otticamente vuoto*, quindi trasparente se osservato al microscopio; questo è vero tuttavia solo se il vacuolo non contiene i già citati inclusi solidi.

Di solito si notano nella cellula immatura diversi piccoli vacuoli che poi confluiscono in un unico grosso vacuolo, che arriva a occupare anche il 90% del volume interno della cellula.

A una grande semplicità strutturale si contrappone però una molteplicità di funzioni che sinteticamente si elencano; si tenga conto, naturalmente, che il vacuolo di una singola cellula potrà svolgere solo alcune delle funzioni elencate, che non sono in ordine d'importanza :

1) **RISERVA ENERGETICA** In relazione a questa funzione possiamo trovare nel vacuolo carboidrati, goccioline di olio o granuli di aleurone (proteine).

ALCUNI TIPI DI GRANULI DI AMIDO:



DI PATATA



DI MAIS



D'AVENA

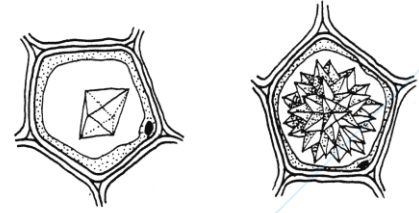
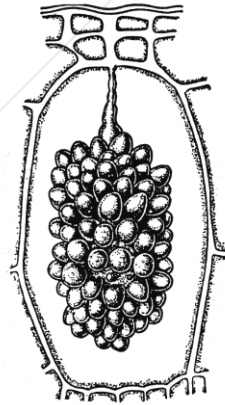
2) Il vacuolo può contenere prodotti particolari quali **TANNINI, OLI ESSENZIALI e ALCALOIDI** come la nicotina, la caffeina, l'atropina eccetera.

Non è facile capire le funzioni di alcune di queste sostanze e infatti il confine tra secrezione (*produzione di sostanze utili*) ed escrezione (*produzione di molecole di rifiuto destinate all'eliminazione*) è incerto quando non si capisce la funzione di un determinato composto. Diversi alcaloidi sono tossici e si potrebbe pensare a una funzione di difesa che tuttavia non sarà completa, infatti nessuna pianta è immune dall'attacco di funghi e insetti parassiti.

3) Può contenere **PIGMENTI ANTOCIANI E FLAVONI** che in generale determinano colorazioni rosse, rosa, viola, blu, azzurre, gialle. In certi casi questi pigmenti hanno FUNZIONE VESSILLARE, cioè di vistoso richiamo, come nel caso dei petali per attirare insetti impollinatori o dei frutti per attirare animali che cibandosi dei frutti provvederanno poi alla disseminazione. In altri casi la funzione degli antociani non è evidente come per esempio nelle piante a foglie rosse o in parti di pianta sotterranee (ravanello, barbabietole), dove, in assenza di luce, i colori semplicemente non esistono.

4) **FUNZIONE OSMOTICA** Il vacuolo, variando la concentrazione del succo vacuolare, influenza anche il movimento osmotico dell'acqua tra l'interno e l'esterno della cellula. Questo fenomeno è particolarmente importante perché la pianta trae giovamento dalla pressione che troviamo all'interno delle sue cellule. Tale pressione è conseguenza di un fenomeno di endo-osmosi ed è chiamato **TURGORE**. Il turgore è indispensabile come forza motrice senza dispendio energetico nel processo di distensione cellulare, cioè l'aumento del volume che è di circa 10 volte a partire dalla cellula neoformata fino alla cellula adulta. La stessa pressione contribuisce anche al sostegno di organi teneri, per esempio foglie, fiori e fusti sottili di piante erbacee.

5) **ACCUMULO DI SOSTANZE DI RIFIUTO DEL METABOLISMO DELLA CELLULA** Le piante non hanno un apparato escretore (nel nostro caso rappresentato dai reni) per eliminare le sostanze di rifiuto che vengono quindi accumulate nel vacuolo oppure in organi destinati a un prossimo distacco (come le foglie in autunno) o nella parte morta centrale dei fusti legnosi (duramen, vedi le figure a pagina 19).



Spesso nel vacuolo si osservano degli inclusi solidi di OSSALATO DI CALCIO che è un prodotto di rifiuto del metabolismo della cellula

6) **FUNZIONE "ANTIGELO"** Il vacuolo è in grado di aumentare la concentrazione del succo vacuolare, soprattutto di zuccheri solubili, e di sfruttare in questo modo il fenomeno dell'ABBASSAMENTO CRIOSCOPICO. Entro certi limiti il vacuolo riesce così a difendere la cellula dal congelamento soprattutto in occasioni di gelate precoci o tardive. Il fatto che certe verdure (per esempio le verze) diventino più dolci dopo i primi freddi e le prime brinate, come ben sanno gli agricoltori, trova spiegazione in quanto descritto.

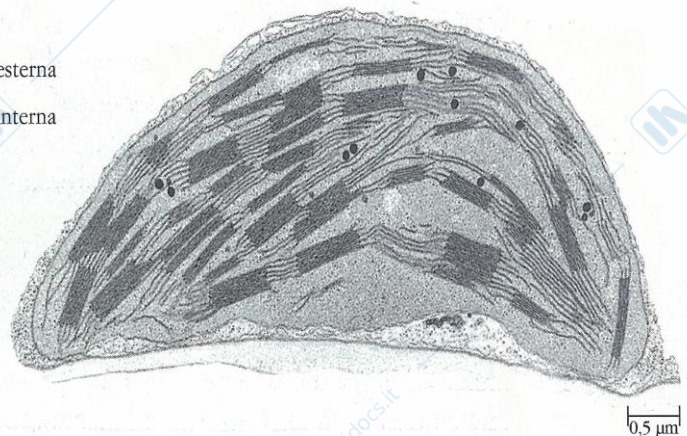
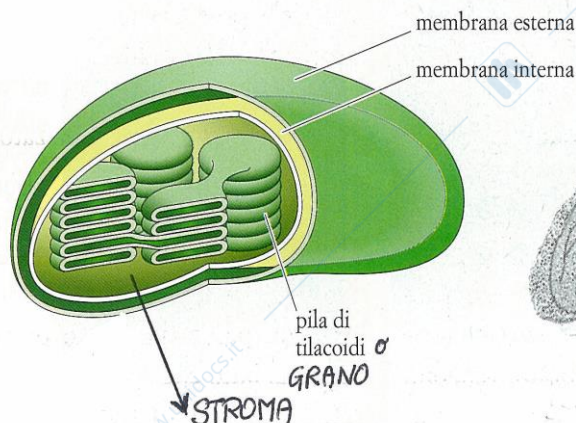
7) **FUNZIONE TAMPONE** Nel vacuolo sono presenti dei sistemi tampone che tendono a mantenere costante il pH del succo vacuolare (di solito leggermente acido) e più in generale della cellula.

8) **FUNZIONE "DIGESTIVA"** Il vacuolo può contenere speciali ENZIMI in grado di scindere grosse molecole o interi organelli quali vecchi mitocondri, per poi eventualmente riciclare le molecole più piccole così ottenute. Si tratta quindi di una funzione paragonabile a quella dei LISOSOMI delle cellule animali.

PLASTIDI

Anche i plastidi sono organelli tipici della cellula vegetale e il loro numero varia molto da tipo a tipo di cellula. Ci sono quattro tipi di plastidi: CLOROPLASTI, CROMOPLASTI, AMILOPLASTI o LEUCOPLASTI, OLEOPLASTI.

1) CLOROPLASTI



Il nome significa **PLASTIDIO VERDE** e il cloroplasto è l'organello in cui avviene l'intero processo della **FOTOSINTESI**, il meraviglioso processo con il quale la pianta usa la luce del Sole, l'anidride carbonica dell'aria e l'acqua per costruire il suo corpo.

I cloroplasti sono di colore verde per l'abbondanza di **CLOROFILLA** in essi contenuta, e la clorofilla è il principale **pigmento** coinvolto nella fotosintesi.

Di conseguenza anche le piante sono quasi tutte verdi. Naturalmente anche le piante a foglie rosse, come per esempio il *Radicchio di Treviso*, hanno clorofilla e cloroplasti, altrimenti non potrebbero fare la fotosintesi. In questi casi però il colore verde è mascherato dall'abbondanza di altri pigmenti non coinvolti nella fotosintesi, soprattutto gli **ANTOCIANI**, già citati a proposito del vacuolo e delle sue funzioni.

Le **PIANTE PARASSITE** (poco numerose e non da confondere con le **PIANTE CARNIVORE** che invece sono fotosintetiche) non hanno cloroplasti. Queste piante, che costituiscono una limitata eccezione rispetto alla vastità del Regno Vegetale, sono eterotrofe e si nutrono sottraendo linfa elaborata contenente zuccheri ad altre piante. In Italia ci sono 52 specie di piante parassite e come esempi ricordiamo la *Cuscuta* e l'*Orobanche* che, prive di clorofilla, sono di colore giallo tendente al marrone.

A sinistra : *Cuscuta*

A destra : *Orobanche*



Si noti nella figura della pagina precedente che il cloroplasto è di forma più o meno allungata e che è delimitato da **DUE MEMBRANE FOSFOLIPIDICHE** entrambe lisce, chiamate semplicemente **MEMBRANA INTERNA** ed **ESTERNA**. All'interno del cloroplasto c'è un liquido denso detto **STROMA**, ricco di zuccheri ed enzimi. Immerse nello stroma si trovano numerose vescicole appiattite, i **TILACOIDI**, disposte in pile chiamate **GRANI** (al singolare **GRANO**).

In media in una cellula vegetale ci sono da 50 a 100 cloroplasti, ma non tutte le cellule di una pianta hanno cloroplasti. Infatti, dal momento che la luce è indispensabile per la fotosintesi, certamente non hanno cloroplasti tutte le cellule che non sono raggiunte dalla luce stessa, ad esempio quelle delle radici o quelle poste sotto la corteccia.

Naturalmente sono prive di cloroplasti anche le molte cellule che a maturità sono morte, come quelle del sughero e dello xilema.

Tuttavia anche cellule vive e raggiunte dalla luce possono non avere cloroplasti se la fotosintesi non è tra le funzioni del tessuto o della parte di pianta alle quali tali cellule appartengono, ad esempio non hanno cloroplasti le cellule dei petali dei fiori.

Salvo gli stomi, sono senza cloroplasti anche le cellule dell'epidermide che ricopre le foglie, pur essendo tali cellule le più direttamente e intensamente illuminate dalla luce del Sole.

LA DESCRIZIONE DEL DECORSO DELLA FOTOSINTESI E' A PAGINA 92.

Qui di seguito vengono invece ricordati solamente alcuni aspetti essenziali circa l'importanza biologica della fotosintesi, la cui **EQUAZIONE GENERALE RIASSUNTIVA (non bilanciata)** è:



A) Grazie alla fotosintesi la pianta è **AUTOTROFA** ("mangia da sola"), ovvero produce una prima molecola organica utilizzando piccole e abbondanti molecole inorganiche prelevate dall'ambiente e sfruttando una fonte di energia esterna e nel nostro caso addirittura extraterrestre: la luce del Sole. Una volta ottenuta questa prima molecola organica che è il **GLUCOSIO** (*), la pianta lo trasforma, con reazioni chimiche più o meno complesse, in tutte le altre molecole organiche che formano il suo corpo vegetale: altri carboidrati quali ad esempio l'**AMIDO** e la **CELLULOSA** che sono dei polimeri del glucosio, ma anche **LIPIDI**, **PROTEINE** eccetera. In definitiva con la fotosintesi la pianta s'accresce e produce nuove foglie, nuovo legno, fiori, frutti e così via.

(*) In realtà la fotosintesi non produce direttamente il glucosio, ma una molecola più piccola: la **GLICERALDEIDE-3-FOSFATO** che può essere considerata uno **zucchero trioso**, ovvero con soli tre atomi di carbonio.

B) Come sottoprodotto e quasi come una molecola di scarto, la fotosintesi produce anche **OSSIGENO**, indispensabile per la respirazione cellulare degli esseri viventi, animali e piante comprese.

Ovviamente le piante con la fotosintesi producono una quantità di ossigeno di gran lunga superiore rispetto a quella assai modesta che consumano respirando: la maggior parte viene quindi eliminata dalla pianta (o dall'alga) e va a formare il 21% dell'atmosfera nella quale viviamo immersi.

C) Per finire ricordiamo che, **direttamente o indirettamente, gli animali e tutti gli altri eterotrofi mangiano le piante!** Direttamente quando mangiamo dei vegetali o degli alimenti di origine vegetale come il pane, indirettamente quando ci nutriamo della carne di un animale erbivoro. **Quindi alla base delle PIRAMIDI ALIMENTARI c'è sempre la produzione di nuova sostanza organica da parte degli organismi autotrofi**, tra i quali i più importanti per noi sono certamente le piante.

2) CROMOPLASTI

Il nome significa plastidio colorato. I cromoplasti contengono dei pigmenti, i CAROTENOIDI e le XANTOFILLE, che sono di colore giallo o giallo-arancione.

Il cromoplasto può avere una **funzione vessillare** (questo aggettivo significa “*con funzione di vistoso richiamo*”) e contribuisce alla colorazione di fiori e frutti. Altre volte la funzione è meno chiara, come per esempio nel caso del fittone della carota che è un organo sotterraneo e - come è noto - IN ASSENZA DI LUCE NON ESISTONO I COLORI, dal momento che essi dipendono dalla quota di radiazione luminosa che viene respinta.

Talvolta un vecchio cloroplasto può evolvere in un cromoplasto.

3) OLEOPLASTI

Hanno il ruolo di elaborare e di accumulare LIPIDI e in particolare oli; anch'essi hanno quindi funzione di riserva energetica e sono abbondanti nei parenchimi di certe piante, per esempio nei frutti dell'olivo, ma anche nei semi del noce, della soia, di arachide, del girasole, nel frutto dell'avocado eccetera.

4) AMILOPLASTI o LEUCOPLASTI

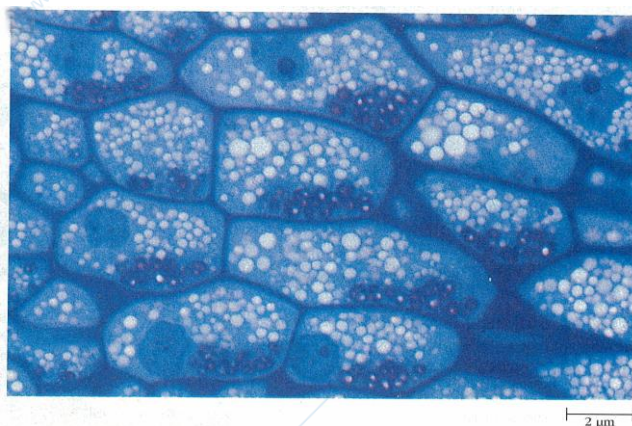
Il primo nome significa “*plastidio contenente amido*”, il secondo “*plastidio bianco*”, nel senso di non pigmentato. La funzione è di RISERVA ENERGETICA e questi plastidi sono molto abbondanti nei parenchimi di riserva di radici, rizomi, tuberi, frutti eccetera.

Un leucoplasto ben illuminato può facilmente trasformarsi in un cloroplasto.

Gli amiloplasti sono coinvolti nella **RISPOSTA GEOTROPICA DEI FUSTI E DELLE RADICI**.

Un **TROPISMO** è un **MOVIMENTO CHE UN ESSERE VIVENTE COMPIE IN RISPOSTA A UNO STIMOLO** ed è **POSITIVO** quando il movimento comporta un avvicinamento alla fonte dello stimolo, **NEGATIVO** nel caso contrario. Per esempio le farfalle notturne attratte dalla luce di un lampione manifestano un *fototropismo positivo*. Le piante in generale hanno anch'esse un fototropismo positivo: famoso è il caso del girasole, ma più o meno tutte le piante si piegano ed orientano le loro foglie verso la fonte di luce, per esempio verso la finestra di una stanza, se si tratta di una pianta d'appartamento.

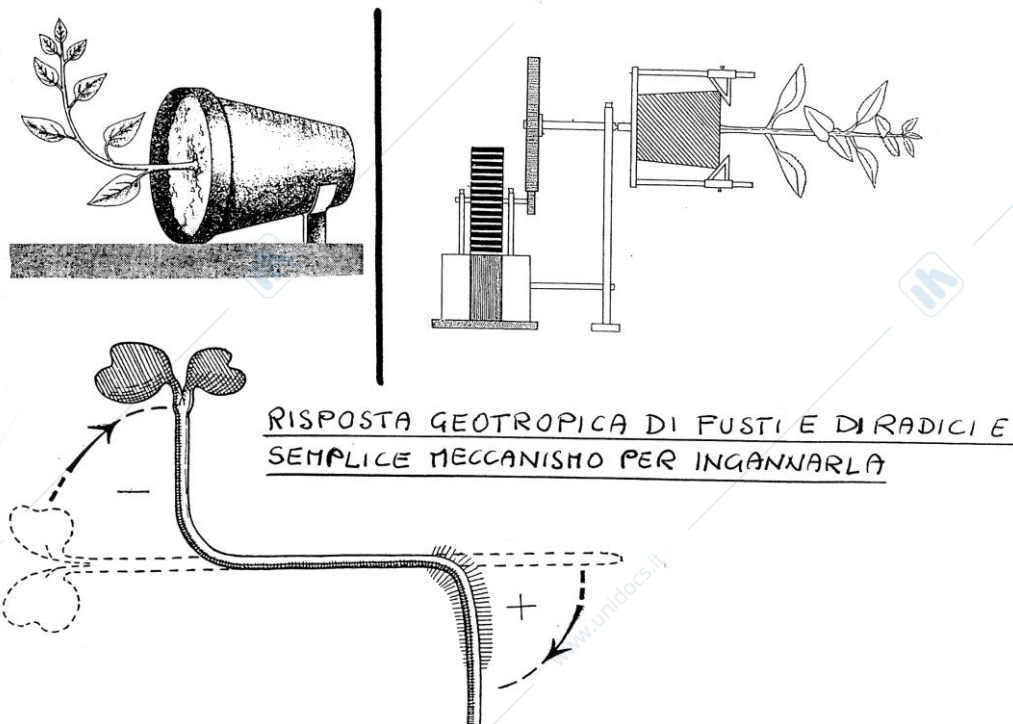
Le piante manifestano un tropismo anche in risposta allo stimolo della **FORZA DI GRAVITA'**: tale tropismo è detto **GEOTROPISMO** ed è **negativo** per il **fusto** di una pianta e **positivo** per la **radice**, vedi le figure della pagina successiva.



Il fenomeno del geotropismo delle piante non è ancora del tutto chiarito. Di certo sono coinvolti gli **ORMONI VEGETALI**, soprattutto l'**AUXINA** (dal greco “*auxein*” che significa “*crescere*”) e si è notato che la risposta geotropica si ha quando gli **AMILOPLASTI**, per effetto della forza di gravità, s'accumulano nella parte bassa delle cellule. E' questo il modo in cui la pianta probabilmente percepisce la sua posizione nello spazio (*qualcosa di simile avviene anche con gli STATOLITI che si*

muovono in quella parte del nostro orecchio interno che è la sede dell'equilibrio).

Nella fotografia sopra si vedono molti amiloplasti scuri (colorati artificialmente) che si sono accumulati nella parte bassa delle cellule di una *cuffia radicale* e questo - come si è detto - determinerà la risposta geotropica positiva della radice.



PARETE CELLULARE

La parete cellulare è presente nei Batteri, nei Funghi e in parte dei Protisti, ma quella vegetale qui descritta è diversa dalle altre sia per la sua struttura sia per la composizione chimica. La parete cellulare è più esterna rispetto alla *membrana cellulare fosfolipidica* che è presente anche nelle cellule vegetali.

La parete conferisce FORMA, SOSTEGNO e PROTEZIONE alla cellula e consente l'utile fenomeno del TURGORE, già citato in precedenza.

Un'altra funzione della parete cellulare è connessa al fenomeno della CRESCITA DELLA PIANTA che non dipende solo dalle cellule che aumentano di numero dividendosi per mitosi nelle zone meristematiche (apici vegetativi e cambi). Infatti la crescita della pianta si deve anche all'aumento di dimensione di ogni singola cellula nel suo processo di maturazione, grazie alla parete cellulare che progressivamente si espande (per il *turgore* che a sua volta è conseguenza di un fenomeno di *endo-osmosi*) fino alla completa maturazione della cellula.

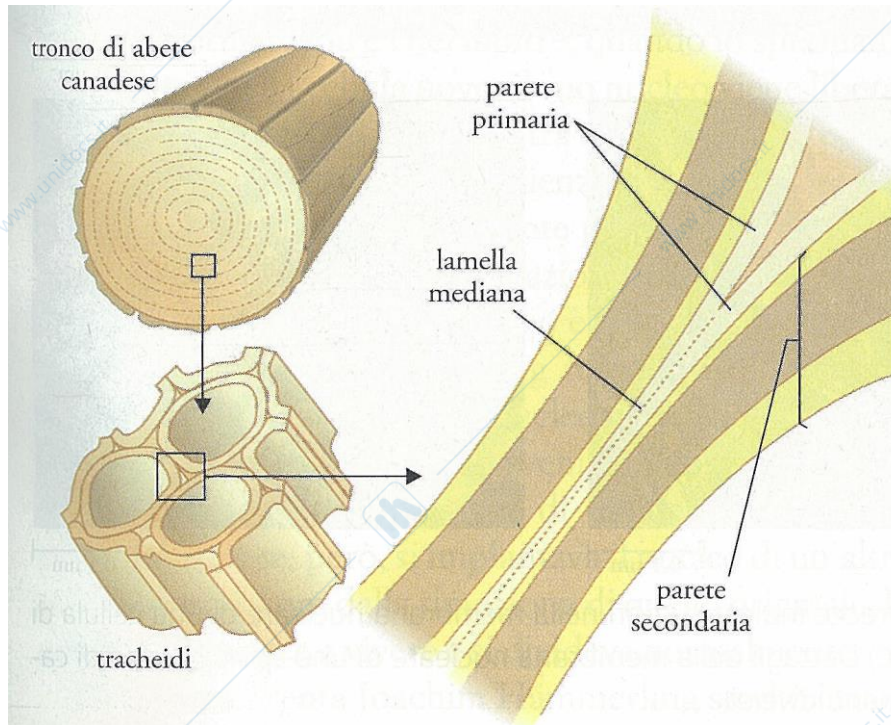
STRUTTURA e COMPOSIZIONE della PARETE CELLULARE

La parete cellulare è formata da TRE STRATI: LAMELLA MEDIANA - PARETE PRIMARIA - PARETE SECONDARIA. Siccome la parete si forma e si inspessisce in direzione centripeta (cioè verso il centro della cellula) gli strati più giovani sono i più interni.

1) **LAMELLA MEDIANA** - E' la parte più esterna della parete e quindi è mediana tra due cellule adiacenti. E' uno strato sottilissimo, difficilmente distinguibile e praticamente in comune a due cellule adiacenti e il suo compito è infatti quello di tenerle ben unite.

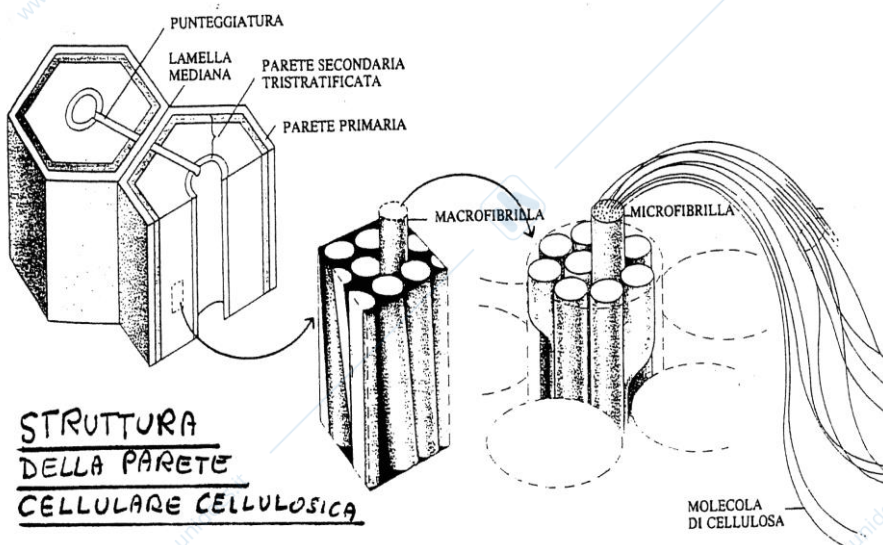
E' composta principalmente da PECTINA ma anche da altri carboidrati e proteine. La pectina fornisce elasticità alla lamella mediana e questo permette alle cellule di rimanere unite pur con una certa libertà di movimento. La pectina è talmente adatta al suo ruolo di collante che anche l'industria alimentare l'impiega come addensante, gelificante, per esempio per la preparazione di marmellate e di budini.

2) **PARETE PRIMARIA** - Si forma all'interno della lamella mediana e nelle cellule con metabolismo attivo sono presenti solo la lamella mediana e la parete primaria. Quest'ultima è costituita da FIBRILLE DI CELLULOSA immerse in una *matrice* di PECTINA e di EMICELLULOSE. Queste sostanze sono tutte idrofile e pertanto la parete cellulare è sempre molto idratata, con un contenuto di acqua anche superiore al 70%. A questi componenti principali vanno aggiunti le GLICOPROTEINE e i GLICOLIPIDI, presenti in quantità ridotta. Sembra che parecchi organelli cellulari siano coinvolti nella costruzione della parete cellulare, ma in primo luogo l'APPARATO DI GOLGI per quanto riguarda la sintesi delle emicellulose, delle pectine, delle glicoproteine e dei glicolipidi. Tali materiali sono trasportati alla parete in via di sviluppo dalle vescicole che si staccano dai corpi di Golgi.



La sintesi della cellulosa avviene invece sulla membrana cellulare o in prossimità di essa, con un processo ancora poco conosciuto.

Dei vari composti citati, la cellulosa è quello che conferisce robustezza e rigidità alla parete, le altre componenti sono invece più elastiche, quindi le rispettive percentuali potranno cambiare in rapporto alle esigenze dei diversi tessuti della pianta.



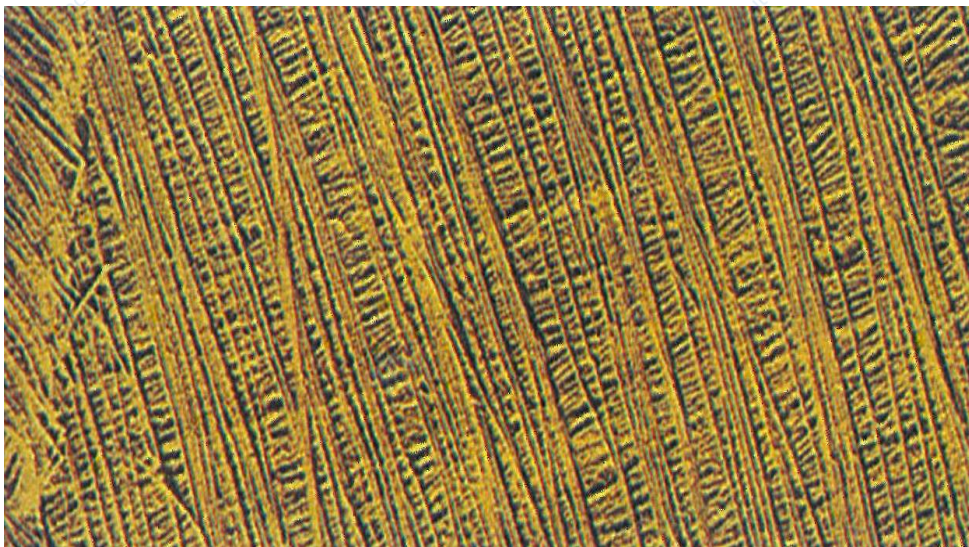
Si guardi nella figura accanto come si uniscono tra loro le molecole di cellulosa: più molecole di cellulosa si uniscono in una **MICROFIBRILLA** e più microfibrille unite formano una **MACROFIBRILLA**: ne risulta una struttura più resistente alla trazione di un filo d'acciaio di pari diametro.

3) **PARETE SECONDARIA** - Non è sempre presente e, anche se può essere osservata in diversi tipi di cellule vegetali, la PARETE SECONDARIA si trova con regolarità solo nelle cellule del TESSUTO MECCANICO O DI SOSTEGNO DI TIPO RIGIDO (SCLERENCHIMA) e nel TESSUTO CONDUTTORE per il trasporto della linfa grezza (XILEMA O LEGNO). In queste cellule, terminata la sintesi della parete primaria, più all'interno di questa inizia la deposizione della parete secondaria, talvolta molto spessa.

Le cellule muoiono dopo aver completato la formazione della parete secondaria e la sua lignificazione (vedi oltre).

Dal punto di vista chimico questo strato è composto essenzialmente da CELLULOSA, mancano invece le componenti elastiche.

La parete secondaria è a sua volta TRISTRATIFICATA; le fibre di cellulosa sono tutte parallele tra di loro nel singolo strato, ma sono perpendicolari a quelle dello strato sottostante o soprastante: è una struttura simile a quella del legno compensato di straordinaria robustezza, più di una lamina d'acciaio di pari spessore (vedi la figura sottostante).



*FIBRE DI
CELLULOSA
NELLA
PARETE
CELLULARE
DI UNA
CELLULA
VEGETALE*

Nelle cellule dello xilema e dello sclerenchima l'intera parete subisce inoltre un processo di LIGNIFICAZIONE, progressivamente a partire dalla parete secondaria fino alla lamella mediana. Lignificarsi significa **impregnarsi di LIGNINA** che è un derivato dei FENOLI.

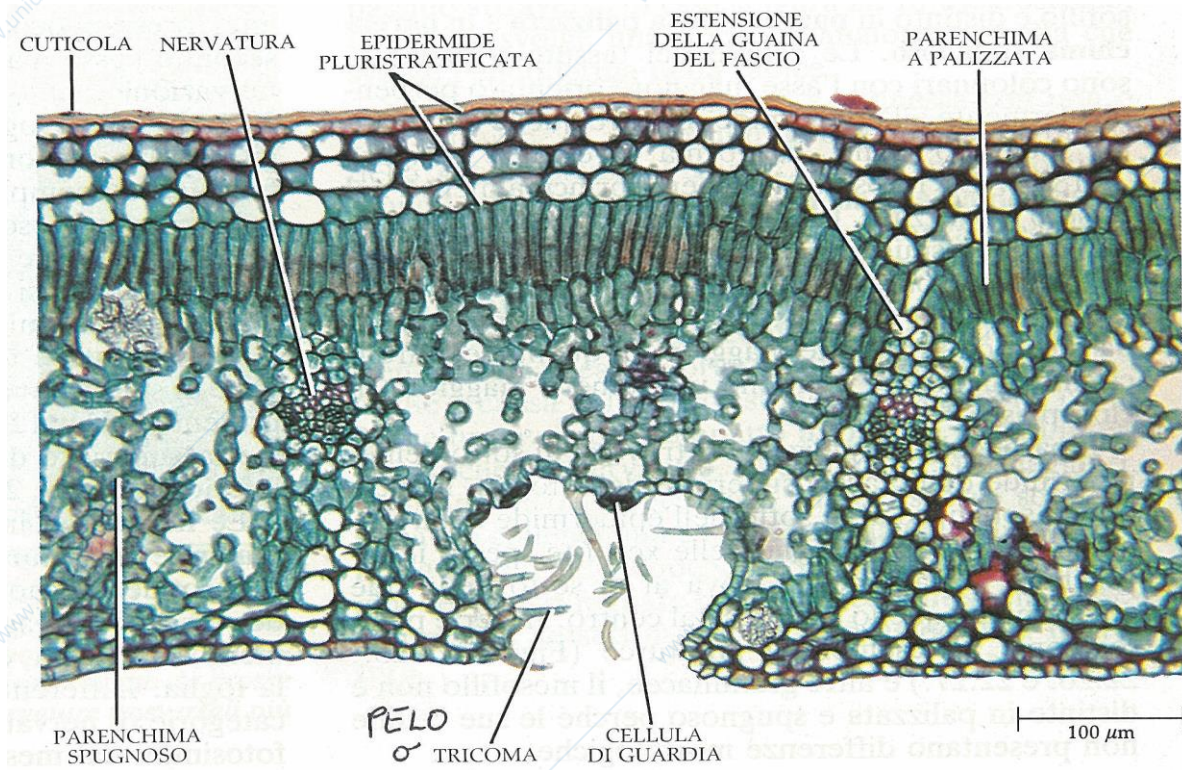
La lignina può diventare il composto di gran lunga più abbondante nella parete stessa. Il processo di lignificazione comporta sempre la morte della cellula e conferisce incredibile rigidità e robustezza alla parete.

Casi particolari sono le pareti cellulari delle cellule del SUGHERO e dell'EPIDERMIDE. Nel **sughero**, che è un tessuto di cellule morte presenti all'esterno delle piante legnose, la parete cellulare è impregnata di una CERA impermeabilizzante detta SUBERINA.

Invece le pareti cellulari a contatto con l'atmosfera delle cellule del **tessuto epidermico** che ricopre le parti verdi della pianta (più precisamente: che ricopre le parti in struttura primaria, vedi oltre), sono rivestite da CUTICOLA, uno strato formato da una cera detta CUTINA.

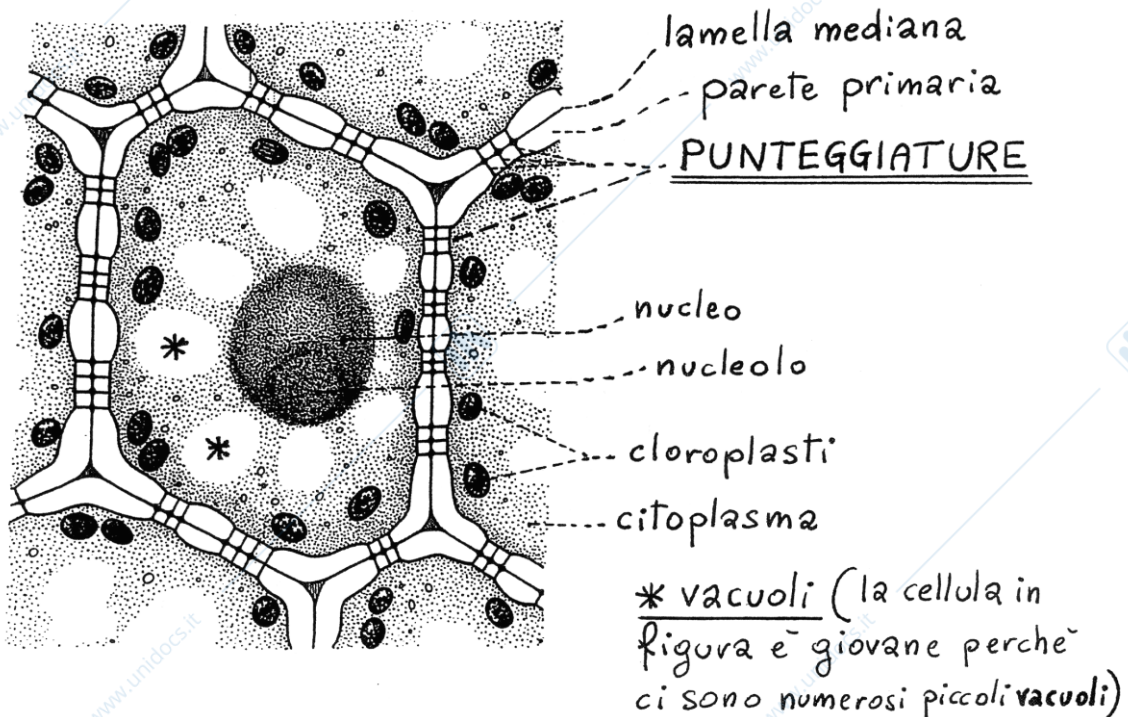
Ad esempio nella prima figura della pagina successiva si vede la cuticola cerosa che riveste le cellule dell'epidermide di una foglia di Oleandro (*Nerium oleander*).

Con l'occasione si notino anche gli ADATTAMENTI XEROMORFICI che questa foglia di Oleandro presenta per ridurre la perdita d'acqua per evaporazione e così resistere meglio in un clima siccitoso: cuticola molto spessa, epidermide pluristratificata, stomi infossati in una nicchia che presenta anche dei peli per ridurre il ricambio dell'aria e quindi l'evaporazione.



FOGLIA XEROMORFICA DI OLEANDRO (*Nerium oleander*)

Un'ultima considerazione circa la parete: la sua presenza di certo non favorisce gli scambi tra le cellule vicine. Si tenga però conto che la parete non è di serio ostacolo per la diffusione di molecole molto piccole, più piccole degli spazi lasciati liberi dalla maglia dei filamenti di cellulosa. Molecole più grandi passano invece attraverso numerosissime aperture dette PUNTEGGIATURE, il cui insieme forma i CAMPI DI PUNTEGGIATURE. Le punteggiature sono attraversate da filamenti di citoplasma detti PLASMODESMI che mettono in diretta comunicazione le cellule vicine, si veda la sottostante figura.



CRESCITA PRIMARIA E STRUTTURA PRIMARIA

CRESCITA SECONDARIA E STRUTTURA SECONDARIA

Prima di iniziare la parte relativa ai tessuti vegetali (*istologia*) e agli organi (*organografia*) è indispensabile capire bene quanto segue.

Le piante hanno una **CRESCITA INDEFINITA**, che cioè dura per tutta la vita, anche se naturalmente la crescita è più intensa in certe stagioni dell'anno o fasi della vita del vegetale.

La crescita in **LUNGHEZZA** di fusti e di radici è presente in tutte le piante ed è definita **CRESCITA PRIMARIA**. Essa è possibile perché negli apici vegetativi di tutti i fusti (comprese le gemme laterali) e delle radici anche le più sottili, è presente il **MERISTEMA APICALE**, ovvero una piccola massa di cellule embrionali che continuano ad aumentare di numero grazie a un'intensa attività di mitosi (vedi la figura a pagina 75).

Le piante quindi non crescono "dal basso" come un capello, ma "dall'alto": sono cioè gli apici che si allungano, anno dopo anno.

Come già detto a proposito della parete cellulare, molto del fenomeno della crescita si deve poi al fatto che le cellule neofornate sono piccole e che durante la loro maturazione crescono e aumentano anche di 10 volte le proprie dimensioni in conseguenza del **TURGORE**.

Partendo dall'apice si può distinguere, anche se non ci sono confini netti, una **ZONA DI ALLUNGAMENTO PER DIVISIONE CELLULARE** (il meristema), una **ZONA DI ALLUNGAMENTO PER DISTENSIONE CELLULARE** e infine una **ZONA DI MATURAZIONE E DI DIFFERENZIAMENTO** nella quale le cellule si specializzano per diversi compiti, assumendo forma e dimensioni definitive.

La STRUTTURA PRIMARIA è la parte di pianta prodotta dai meristemi apicali.

Moltissime piante, per esempio tutte le piante erbacee, hanno solo la struttura primaria perché l'intero loro corpo è stato formato dai meristemi apicali.

IMPORTANTE: si noti che **crescita e struttura primaria**, anche se collegate tra di loro, non sono assolutamente la stessa cosa, essendo la seconda una **CONSEGUENZA** della prima. **Quindi la crescita è il fenomeno dell'aumento delle dimensioni dovuto all'attività dei meristemi e all'ingrossamento delle cellule durante il loro sviluppo, mentre la struttura primaria è una parte della pianta come sopra è stata definita.**

Considerazioni del tutto analoghe per quanto riguarda la crescita e la struttura secondaria di seguito considerate.

Un numero più limitato di piante - comunemente chiamate **ALBERI** - hanno, oltre la crescita in lunghezza, anche una crescita in larghezza o **CRESCITA SECONDARIA** (sinonimi: **CRESCITA LATERALE** o - forse meglio - **CRESCITA DIAMETRICA**).

Più esattamente questa crescita è presente nelle **GIMNOSPERME** (per esempio pini, abeti, cipressi eccetera) e nelle **ANGIOSPERME DICOTILEDONI LEGNOSE** (vale a dire tutti gli altri alberi, per esempio ciliegio, melo, querce, pioppi, castagno...).

In nessun altro gruppo di vegetali è presente la crescita secondaria, salvo poche e parziali eccezioni (*Per maggior chiarezza vedi la classificazione del Regno Vegetale a pagina 117*).

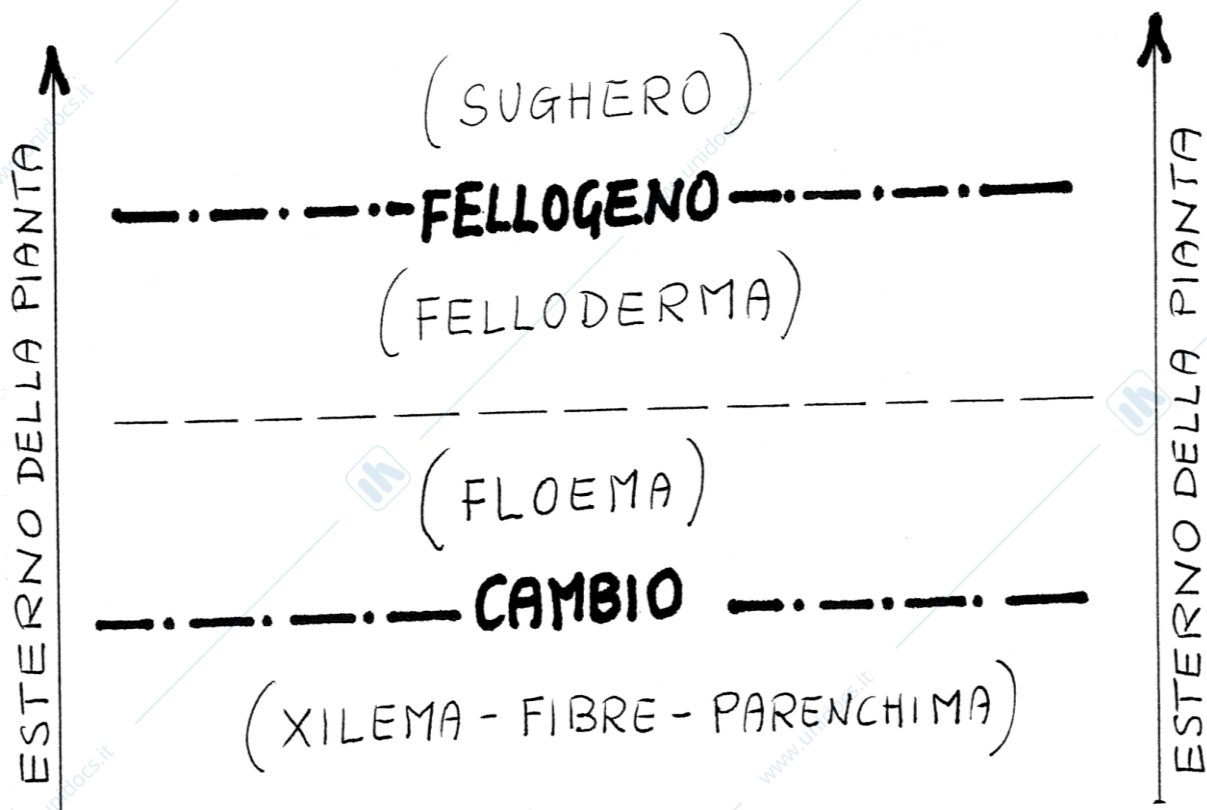
Le **Palme** e i **Bambù**, pur essendo piante di consistenza legnosa di notevoli dimensioni, sono **Monocotiledoni** e sono quindi prive di crescita diametrica.

La crescita secondaria è resa possibile dai **meristemi secondari o CAMBI**.

In una sezione trasversale del fusto possiamo immaginare i CAMBI come due cerchi concentrici vicinissimi tra loro e poco al di sotto della corteccia.

Il cambio più esterno è chiamato CAMBIO SUBERO-FELLODERMICO o più semplicemente FELLOGENO e produce SUGHERO verso l'esterno e FELLODERMA verso l'interno.

L'altro cambio, poco più interno del precedente, è il CAMBIO CRIBRO-VASCOLARE o CAMBIO il quale produce FLOEMA (o LIBRO) verso l'esterno e XILEMA (o LEGNO) verso l'interno. Il cambio produce anche una certa quantità di FIBRE e di PARENCHIMA.



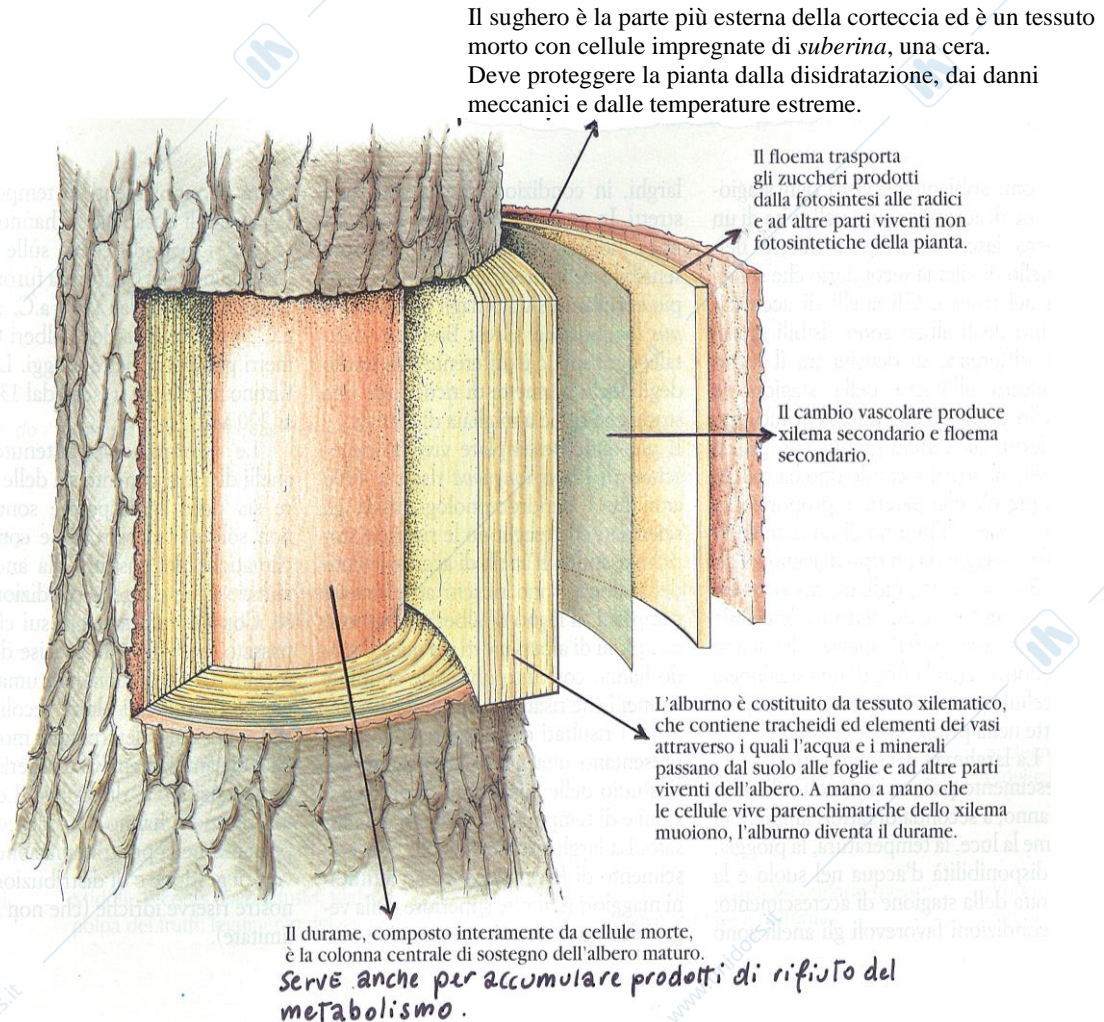
La STRUTTURA SECONDARIA è la parte di pianta prodotta dai cambi.

Quindi nelle Gimnosperme e nelle Angiosperme dicotiledoni legnose la struttura primaria e quella secondaria coesistono nello stesso individuo vegetale.

Semplificando un po': la **struttura secondaria** è la parte legnosa della pianta rivestita dalla corteccia; la **struttura primaria** è invece rappresentata da foglie, fiori, frutti e dalle estreme terminazioni dei fusti e delle radici alle spalle delle quali, infatti, inizia subito a differenziarsi la struttura secondaria. ↓

→ **NOTA BENE:** quindi nella stessa stagione vegetativa, non l'anno successivo!

Il disegno sottostante è molto importante per capire come sono fatti veramente gli alberi. Si legga con attenzione anche tutte le didascalie della figura che, per semplicità, non è completa ed evidenzia solo il CAMBIO CRIBRO-VASCOLARE e non quello SUBERO-FELLODERMICO che è parallelo e molto vicino al primo ed è separato da esso solo dal sottile FLOEMA e dal FELLODERMA, ancora più sottile.



Nella figura accanto è evidente la distinzione tra **ALBURNO** e **DURAMEN** (o **DURAME**). L'alburno, così chiamato per il suo colore chiaro, è formato in parte da cellule vive e contiene il tessuto conduttore attivo per il trasporto della linfa grezza, lo XILEMA o LEGNO (si ricorda che le *trachee* e le *tracheidi* che formano lo xilema sono cellule morte a maturità, quindi vive nell'alburno sono altri tipi di cellule e soprattutto le cellule PARENCHIMATICHE dei RAGGI MIDOLLARI, vedi la figura a pagina 36).

L'alburno non è mai spesso più di qualche centimetro, anche nel caso di tronchi grandi.

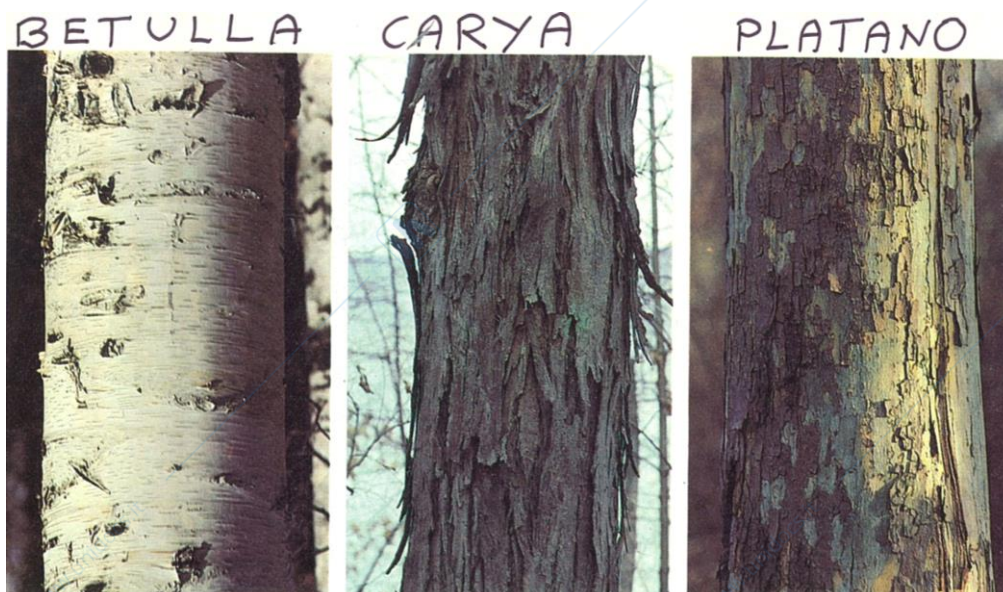


Il **duramen** è invece interamente formato da cellule morte ed è più duro e quasi sempre anche più scuro dell'alburno. Anche il duramen per la maggior parte è fatto da xilema, ma non più in attività. Il duramen quindi serve solo per il sostegno della pianta e per accumulare una certa quantità di prodotti di rifiuto che derivano dal metabolismo, come già accennato in precedenza. L'accumulo di rifiuti metabolici e fenomeni d'ossidazione determinano la colorazione più o meno scura del duramen che è di gran lunga la parte più bella e pregiata per i lavori di falegnameria.

Ora impariamo bene e cerchiamo di non confondere i seguenti termini:

- 1) **SUGHERO** - è un tessuto di cellule morte suberificate; è la produzione esterna del fellogeno.
- 2) **FELLODERMA** - è un sottilissimo strato di parenchima di riserva; è la produzione interna del fellogeno.
- 3) **PERIDERMA** - è l'insieme del fellogeno con le sue produzioni di sughero e di felloderma.
- 4) **XILEMA** o **LEGNO** - tessuto morto per il trasporto della linfa grezza.
- 5) **FLOEMA** o **LIBRO** - tessuto vivo per il trasporto della linfa elaborata.
- 6) **CORTECCIA** - comprende tutti i tessuti esterni al cambio cribro-vascolare, compreso il periderma quando presente.
- 7) **CORTECCIA INTERNA** - è la parte viva e più profonda della corteccia; è compresa tra il cambio ed il fellogeno attivo e quindi comprende il floema più giovane e vivo, il felloderma e il fellogeno stesso.
- 8) **CORTECCIA ESTERNA** o **RITIDOMA** - è la parte esterna ed interamente morta della corteccia; si trova all'esterno del fellogeno vivo e funzionale e comprende tutti i vecchi peridermi e i resti di floema non più funzionali in essi inclusi.

Il ritidoma, interamente morto, non può accompagnare la crescita diametrica della pianta e pertanto si screpola o si fessura o si stacca a placche e squame, in modo caratteristico nelle diverse specie (per esempio strisce bianche e cartacee nel caso della betulla, ampie placche nel platano eccetera). Per questo motivo un occhio esperto può riconoscere un buon numero di alberi osservando solamente il ritidoma: vedi la figura sottostante.

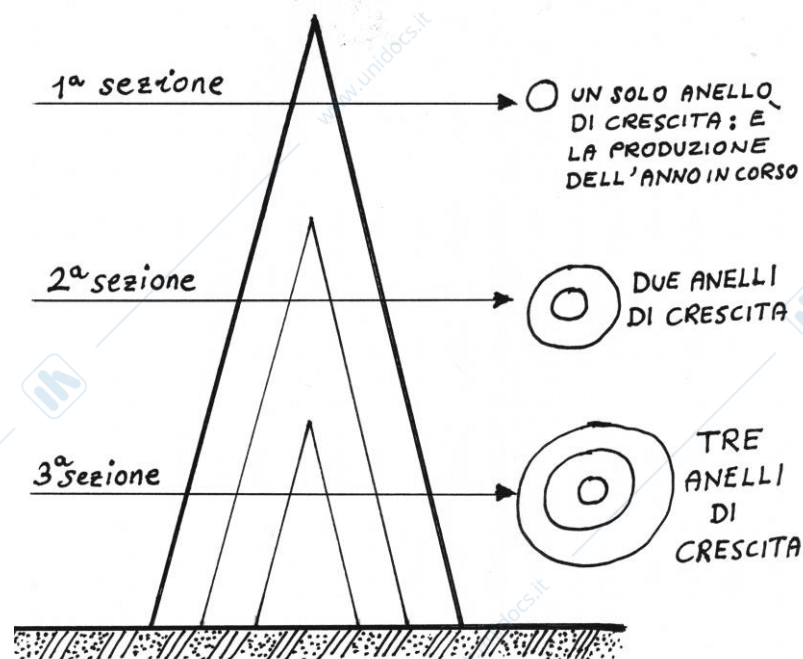


L'attività del CAMBIO CRIBRO-VASCOLARE produce i noti **CERCHI DI CRESCITA ANNUALI** grazie ai quali si può determinare l'età di un albero abbattuto.

Con un apposito strumento, il **succhiello di Pressler**, è tuttavia possibile determinare l'età di una pianta senza abbatterla estraendo una sottile "carotina" di legno; si deve chiudere poi il foro con del *mastice disinfectante per innesti* e in seguito i cambi, con la produzione di nuove cellule, chiuderanno la ferita in modo definitivo.

Si rifletta infine su questo: il numero di anelli varia nelle diverse sezioni del fusto poste a diversa altezza, perché la punta è la parte più giovane della pianta e la punta estrema è quella prodotta nell'anno in corso. La base invece è la parte più vecchia.

Consideriamo un albero di forma semplice e regolare (conica) come l'albero di Natale (abete rosso), privato dei rami. Immaginiamo ora di ridurne l'altezza e di sezionarlo longitudinalmente: apparirà come una serie di coni infilati uno sopra l'altro e quanto prima affermato sarà evidente.



Estrazione di una sottile "carotina" di legno con il succhiello di Pressler per determinare l'età dell'albero senza abbatterlo.

ISTOLOGIA

L'istologia è lo studio dei **TESSUTI** e un tessuto è un insieme di cellule specializzate per una o più funzioni.

DOMANDE D'AUTOVERIFICA ORALE PER OGNI TIPO DI TESSUTO STUDIATO

- 1) E' un tessuto presente in tutte le piante?
- 2) E' tipico della struttura primaria o della struttura secondaria o è presente in entrambe?
- 3) Dove si trova nella pianta? Dove con più abbondanza?
- 4) E' formato da cellule vive o morte a maturità?
E se morte, sono lignificate o suberificate?
- 5) Descrizione morfologica delle cellule o dei diversi tipi di cellule che formano il tessuto considerato.
- 6) Funzioni del tessuto.

CLASSIFICAZIONE DEI TESSUTI

I tessuti vegetali si dividono in **TESSUTI MERISTEMATICI** O **GIOVANILI** O **EMBRIONALI** e in **TESSUTI ADULTI** O **DEFINITIVI**.

I tessuti adulti a loro volta si dividono in :

- 1) **TEGUMENTALI**
- 2) **PARENCHIMATICI O FONDAMENTALI**
- 3) **MECCANICI O DI SOSTEGNO**
- 4) **SECRETORI E GHIANDOLARI**
- 5) **CONDUTTORI**

TESSUTI MERISTEMATICI

Si tratta naturalmente di un tessuto di cellule vive in quanto la caratteristica fondamentale di questo tipo di tessuto è la capacità delle sue cellule di subire mitosi e perciò di aumentare di numero. Si è già visto che questa capacità, insieme all'ingrandirsi delle cellule neoformate, determina il fenomeno della crescita della pianta.

Le cellule di questo tessuto sono piccole, con un metabolismo intenso, con pareti sottili e nucleo in proporzione piuttosto grosso.

Ovviamente troviamo questo tessuto dove ci sono i meristemi stessi, quelli apicali e quelli laterali o cambi, se presenti.

Si rivedano le figure delle pagine 75 e 18-19 rispettivamente per vedere la posizione dei meristemi apicali e dei cambi.

Quando una cellula meristemica subisce mitosi si divide in due cellule; delle due cellule figlie una rimane meristemica e perpetua il meristema stesso (**CELLULA INIZIALE**) e la seconda, la **CELLULA DERIVATA**, si ingrandisce e si differenzia trasformandosi in una cellula adulta di qualche tessuto definitivo. Di conseguenza un meristema è costituito da *cellule iniziali* e *cellule derivate*.

TESSUTI ADULTI

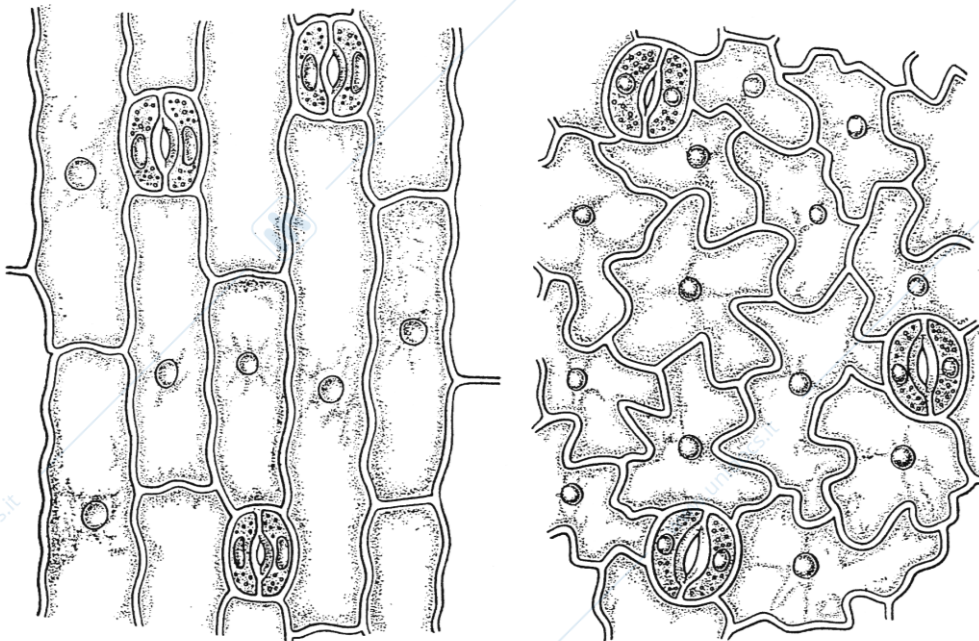
I tessuti adulti sono anche detti **DEFINITIVI** in quanto una cellula matura e ormai differenziata e specializzata non può più cambiare o subire mitosi (ci sono però alcune importanti eccezioni di cui parleremo).

TESSUTI TEGUMENTALI

I *tessuti tegumentali* sono così chiamati perché costituiscono il rivestimento della pianta e sono di tre tipi: l'**EPIDERMIDE**, il **RIZODERMA** e il **SUGHERO**.

1) EPIDERMIDE

Svolge un'azione protettiva salvaguardando la pianta dalla disidratazione ma consente nel contempo gli indispensabili scambi gassosi tramite piccole ma numerosissime aperture: gli **STOMI**. Le cellule sono di forma diversa con pareti non molto inspessite, senza spazi intercellulari, vive a maturità, non fotosintetiche.



DUE TIPI DI EPIDERMIDE CON STOMI

Il tessuto epidermico è un tessuto tipico ed esclusivo della struttura primaria, la cui parte epigea è totalmente rivestita dall'epidermide. Normalmente l'epidermide è semplice, cioè unistratificata, ma nelle piante di climi siccitosi può essere pluristratificata, come si vede nella figura di pagina 16.

In ogni caso lo strato più esterno dell'epidermide è rivestito da uno strato di cera impermeabilizzante: si chiama **CUTICOLA** lo strato e **CUTINA** la cera di cui è formato.

A questo abbastanza spesso si aggiunge un ulteriore rivestimento ceroso con cera a fiocchi o sferette detta **PRUINA**, ben visibile per esempio sulle prugne e sull'uva a buccia scura sotto forma di una specie di polverosità bianchiccia.

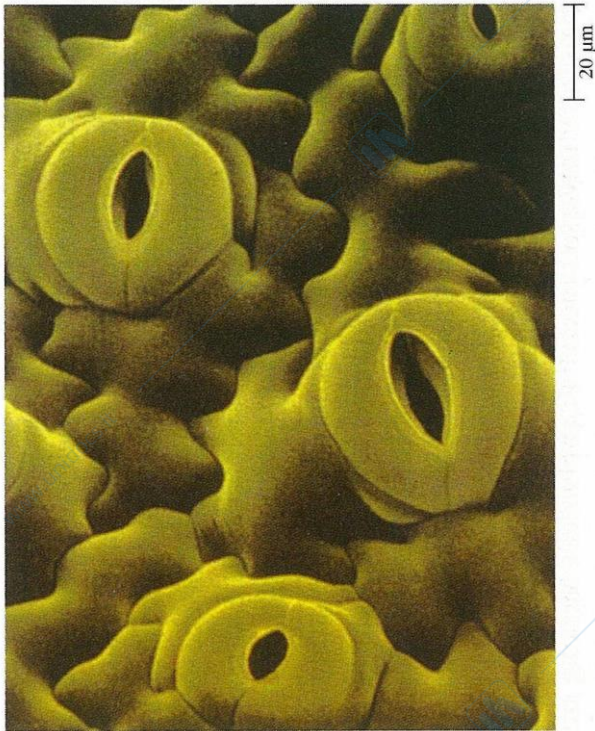
Da cellule epidermiche immature e non ancora differenziate derivano gli **STOMI** e i **PELI** che possono, più elegantemente, essere anche chiamati **TRICOMI**.

Gli **stomi** (da una parola greca che significa **“bocca”**) sono formati da una coppia di cellule, le **CELLULE DI GUARDIA**, che sono fornite di cloroplasti ma di modesta attività fotosintetica. La loro forma è a parentesi, di conseguenza le due cellule affiancate determinano un'apertura detta **RIMA STOMATICA**, sotto la quale si trova una piccola nicchia vuota, la **CAMERA SOTTOSTOMATICA**.

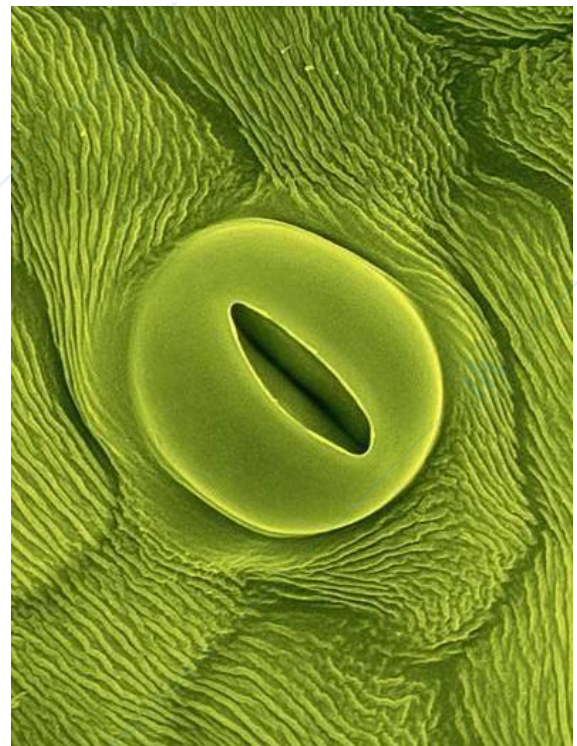
La pianta può aprire e chiudere gli stomi secondo le condizioni climatiche e le proprie esigenze.

Gli stomi si trovano in grande numero sotto le foglie, in media circa 1.000.000 per ogni centimetro quadrato. Può apparire strano, ma nelle **XEROFITE** (*piante adattate al clima secco*) gli stomi sono anche più numerosi: per ridurre le perdite di vapore acqueo la pianta li tiene chiusi per lunghi periodi, ma poi vengono aperti per sfruttare al massimo con un metabolismo intenso i pochi periodi con buona disponibilità d'acqua.

Nelle monocotiledoni gli stomi si aprono abbastanza numerosi anche nell'epidermide superiore della foglia.



A SINISTRA : STOMI APERTI



A DESTRA - STOMA CHIUSO. LA PIANTA PUO' APRIRE E CHIUDERE GLI STOMI SECONDO LE SUE ESIGENZE LEGATE AL MOMENTO FISIOLOGICO ATTRAVERSATO.

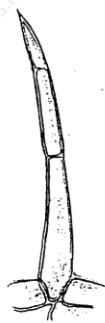
PELI o TRICOMI

I **pel**i o **tricom**i possono essere dei seguenti tipi:

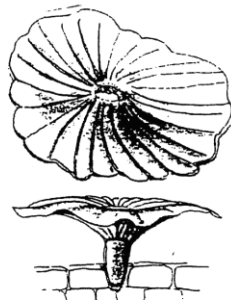
- PROTETTORI
- URTICANTI
- RADICALI
- GHIANDOLARI

a) **PELI PROTETTORI**: sono formati da cellule morte a maturità (tenete presente che non c'è nulla di meglio delle cellule morte per proteggere quelle vive sottostanti, come per esempio nella nostra pelle). Possono essere unicellulari o pluricellulari, semplici o ramificati.

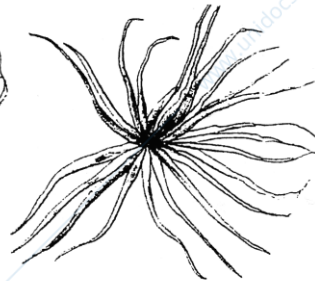
VARI TIPI DI PELI PROTETTORI



PELO
SEMPLICE



PELO A
FORMA DI
SCUDO DI
OLIVO

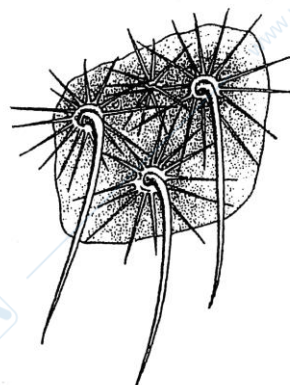


PELO STELLATO
DI OLIVASTRO



PELO RAMIFICATO
DI
TASSO BARBASSO

ALTRI TIPI DI PELI PROTETTORI



Per indicare la maggiore o minore presenza di peli si usano i seguenti aggettivi:

GLABRO: senza peli.

PUBESCENTE: con peli abbastanza numerosi.

TOMENTOSO: con peli fitti come un velluto.

I *peli protettori* svolgono bene la loro funzione solo se adeguatamente fitti: in questo caso proteggono efficacemente dall'eccesso di raggi ultravioletti dove l'insolazione è molto intensa, come in alta montagna e nelle regioni costiere del Mediterraneo.

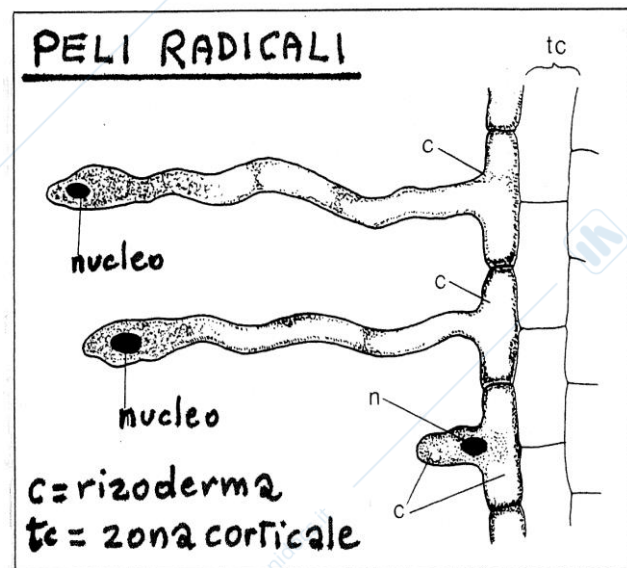
I fitti peli proteggono anche dalla disidratazione, infatti tra di loro ristagna uno straterello d'aria in cui si accumula il vapore che esce dagli stomi. In questo modo davanti alle rime stomatiche si crea un microclima umido che rallenta la velocità dell'evaporazione stessa.

In alcune piante invece gli abbondantissimi peli protettori che ricoprono il seme servono per la DISSEMINAZIONE ANEMOCORA (tramite il vento), per esempio nel cotone e nei pioppi (conosciuti sono i "piumini" di pioppo che, quando il clima è asciutto e ventilato, numerosissimi volano nei nostri climi nel mese di Maggio inoltrato).

b) **PELI URTICANTI**: presenti solo in qualche pianta, hanno un'evidente funzione di difesa, non sempre efficace come nel caso degli insetti fitofagi che non sono sensibili a tali peli. I peli urticanti sono naturalmente vivi a maturità in quanto devono produrre un SECRETO IRRITANTE (reazione istaminica): si tratta quindi in effetti di peli ghiandolari ma vengono considerati a parte per la loro specifica funzione. La parte sommitale del pelo è impregnata di SILICE (SiO_2) e quella basale di CARBONATO DI CALCIO (CaCO_3). La mineralizzazione delle pareti cellulari rende il pelo rigido ma fragile, così penetra facilmente nella pelle e si spezza facendo uscire il suo veleno. **SOTTO: PELI URTICANTI DI ORTICA (*Urtica dioica*)**



c) I **PELI RADICALI** sono vivi, unicellulari e con il nucleo in posizione distale (*disegno accanto*). Il resto della cellula è occupato da un grosso vacuolo. La parete cellulare è sottilissima e priva di cera in relazione alla loro funzione di assorbimento. I peli radicali sono molto numerosi: in una piantina di segale di quattro mesi d'età (*la segale è simile al frumento ed è priva di particolarità, è cioè una pianta qualsiasi*) ne sono stati conteggiati 14 miliardi per una lunghezza complessiva di 10.000 Km e una superficie di 600 m², il tutto in pochi dm³ di terreno: il grado di intimità che una pianta riesce a stabilire col terreno in cui vegeta è davvero sorprendente!





La **radice** è il primo organo che fuoriesce da un seme quando germina. Nelle plantule sopra raffigurate si vede anche il **fusto**, le **foglie cotiledonari** e gli **abbozzi delle foglie definitive**. Le plantule sulla sinistra non si sono ancora liberate dei **tegumenti del seme**, di colore scuro. In tutte le plantule sono evidenti i moltissimi **pellicole radicali**.

I pellicole radicali hanno una vita assai breve di soli pochi giorni. Quando muoiono sono sostituiti da altri pellicole a mano a mano che la radice cresce in lunghezza. Infatti i pellicole radicali si trovano concentrati negli ultimi centimetri a monte della cuffia radicale e i più giovani sono i più vicini alla cuffia stessa.

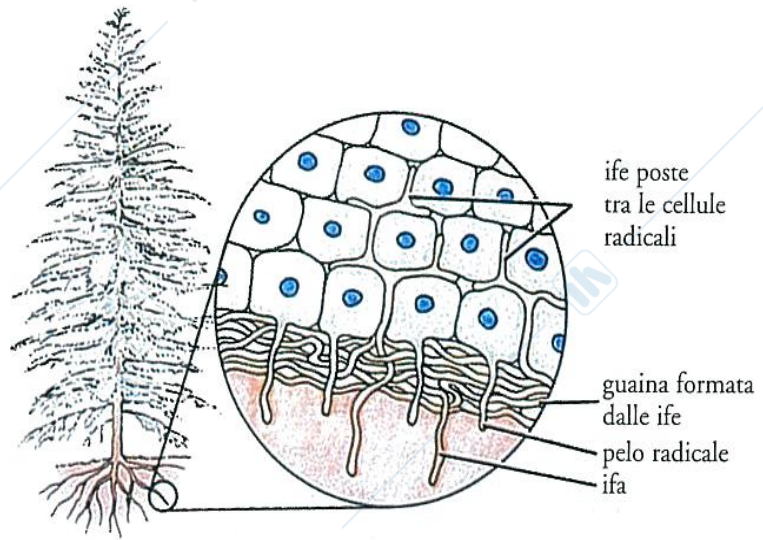
Data la loro fragilità, si spezzano quando estirpiamo una pianta con le sue radici ed è a questo fatto che si deve la crisi idrica e il rischio d'avvizzimento di una pianta trapiantata. Per ridurre la disidratazione di una pianta in occasione di un trapianto è quindi bene ridimensionare la chioma per diminuire le perdite di acqua sotto forma di vapore acqueo e lasciare più terra possibile intorno alla radice della pianta che si vuole trapiantare.

Comunque la quantità di pellicole radicali (**in media circa 300 o 400 per mm²**) dipende soprattutto dalla disponibilità di acqua: più il terreno è ben fornito e tanto meno la pianta produce pellicole radicali che addirittura mancano nel caso estremo delle piante acquatiche.

Una forte riduzione del loro numero abbiamo anche nelle piante con una buona **SIMBIOSI MICORRIZICA**. La MICORRIZA è una SIMBIOSI OBBLIGATA tra un fungo e le radici di una pianta (“*mico*”: fungo – “*riza*”: radice). Dal momento che è una simbiosi obbligata, tale simbiosi coinvolge gran parte delle piante, sia quelle legnose che quelle erbacee, e infatti è stata rinvenuta in almeno il 90% delle famiglie botaniche. Una pianta che non riesce a stabilire una buona simbiosi micorrizica, facilmente deperisce e muore.

La maggior parte dei funghi con la classica forma a gambo e cappello sono funghi micorrizici ed è anche per questo motivo che **i funghi, soprattutto nei boschi, devono essere rispettati**, almeno quelli che non raccogliamo per un più o meno pericoloso utilizzo alimentare!... Come prima si accennava, in presenza di una buona micorriza la pianta riduce la produzione di pellicole radicali: infatti in questo caso è affidato soprattutto al fungo simbiote il compito di assorbire acqua e sali utili dal terreno. In cambio la pianta cede al fungo micorrizico una buona percentuale degli zuccheri prodotti con la fotosintesi, forse anche il 25%.

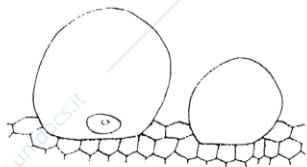
(Nelle immagini che seguono si vedono delle radici micorrizzate)



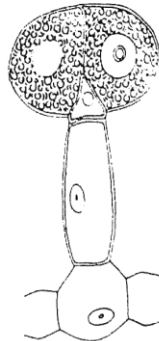
FOTOGRAFIA E DISEGNO DI RADICI MICORRIZATE

d) **PELI GHIANDOLARI:** naturalmente sono anch'essi vivi a maturità dal momento che devono produrre un SECRETO. Presenti in una percentuale abbastanza limitata di piante, non sempre è chiara l'utilità della loro presenza. Per esempio è chiara la funzione dei peli ghiandolari di certe piante carnivore: producono un secreto dolciastro e insieme appiccicoso che attira e cattura gli insetti-preda. Poco chiara è invece la funzione di altri peli ghiandolari, per esempio quelli di piante aromatiche come la menta o di altre non aromatiche come il pomodoro.

VARI TIPI DI PELI GHIANDOLARI



PELO A VESCICA DEL MESEMBRIANTEMO



PELO GHIANDOLARE DEL POMODORO



GHIANDOLARE DI GERANIO



GHIAND. A SCUDO DI MENTA

2) **RIZODERMA.** Il nome dice chiaramente che il rizoderma è l'EPIDERMIDE DELLA RADICE ("rizo": radice - "derma": pelle). E' un tessuto esclusivo della struttura primaria. E' simile al tessuto epidermico già descritto con queste importanti differenze :

- Mancano gli stomi e gli scambi gassosi avvengono per semplice diffusione e permeabilità.
- Il rizoderma è sempre unistratificato e manca la cuticola perché sotto terra i rischi di disidratazione sono minimi ma anche perché un rivestimento ceroso impermeabile non consentirebbe alla radice di assorbire acqua.
- Gli unici tricomi presenti sono i peli radicali già descritti.

Il rizoderma si estende per pochi centimetri a monte dell'apice della radice che continua ad allungarsi e finisce dove i peli radicali più vecchi muoiono e si distaccano insieme al rizoderma che li ha prodotti. In questa zona le cellule immediatamente sottostanti suberificano e formano un tessuto di rivestimento protettivo, di solito unistratificato, chiamato **ESODERMA**. La suberificazione però non è completa e alcune cellule, le **CELLULE DI PASSAGGIO**, non suberificano e consentono gli scambi gassosi.

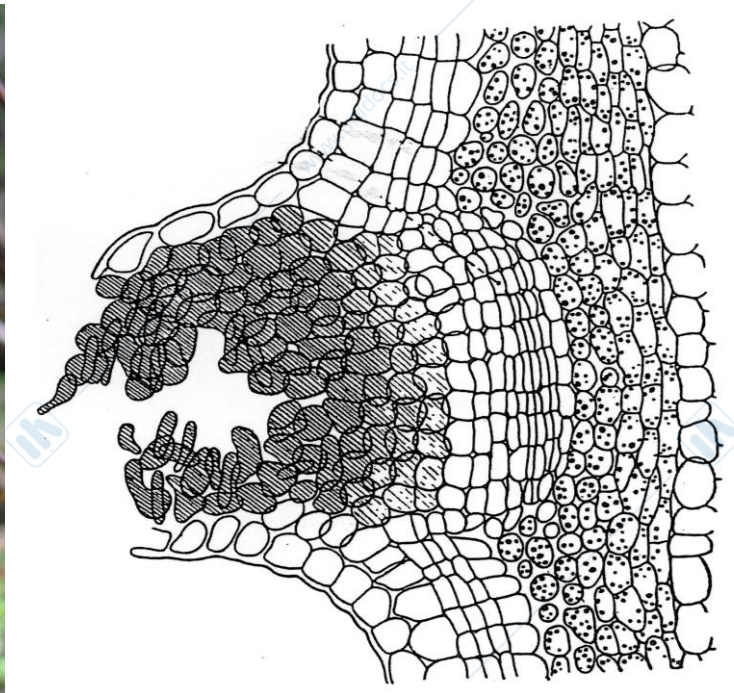
3) **SUGHERO**. E' un tessuto tipico della struttura secondaria e lo troviamo nella parte più esterna della corteccia che riveste le parti lignificate di tutte le Gimnosperme e delle Angiosperme dicotiledoni legnose. Nel caso particolare della Quercia da sughero (*Quercus suber*), il sughero è spesso e morbido e, soprattutto, una volta asportato viene riformato in circa 8-10 anni dalla pianta che sopporta una decina di asportazioni prima di morire.

Occasionalmente il sughero si trova anche altrove, per esempio la buccia delle patate è fatta interamente di sughero. Una patata privata della buccia avvizzisce e raggrinzisce in poche ore a causa della perdita d'acqua. La funzione principale del sughero è infatti quella di proteggere dalla disidratazione, ma anche dal gelo e dall'eccessivo calore, se parliamo del sughero che protegge le parti aeree.

Le pareti delle cellule del sughero sono impregnate di **SUBERINA**, una cera totalmente impermeabile, si tratta quindi di cellule morte a maturità. Per garantire comunque gli scambi gassosi ai tessuti vivi sottostanti, la disposizione molto regolare delle cellule del sughero è interrotta dove ci sono le **LENTICELLE** che infatti presentano ampi spazi tra le cellule per il passaggio dell'aria.

Spesso le lenticelle sono ben visibili come macchioline o rilievi come per esempio nella buccia di patata o sulla corteccia del sambuco.

Ovviamente la pianta non può aprire e chiudere le lenticelle come nel caso degli stomi dal momento che il sughero è interamente formato da cellule morte.



Fotografia : evidenti lenticelle su un ramo di ciliegio

Disegno : sezione di una lenticella di sambuco

TESSUTI PARENCHIMATICI o FONDAMENTALI

Sono tessuti costituiti da cellule vive a maturità, di forma tondeggianti o varia, con spazi intercellulari più o meno ampi. La parete cellulare è poco inspessita.

I tessuti parenchimatici si trovano un po' ovunque nel corpo della pianta, sia in struttura primaria che secondaria, alcuni tipi sono però esclusivi della struttura primaria. E' essenziale ricordare che le cellule parenchimatiche, diversamente dagli altri tessuti adulti, possono se necessario riprendere attività meristemica (mitosi). In questo modo per esempio si cicatrizzano le ferite. Inoltre nelle piante con crescita secondaria vedremo che i cambi derivano in parte da cellule parenchimatiche che riprendono attività meristemica.

In base alla **prevalente funzione svolta** i parenchimi si possono dividere in :

- 1) CLOROFILLIANO
- 2) DI RISERVA
- 3) ACQUIFERO
- 4) DI TRASPORTO
- 5) AERIFERO

1) PARENCHIMA CLOROFILLIANO

E' specializzato nella funzione di fotosintesi, quindi le sue cellule sono particolarmente ricche di cloroplasti. Molto abbondante nella foglia, si trova anche in giovani fusti di piante erbacee. Il miglior esempio di parenchima clorofilliano è il MESOFILLO, che è lo strato compreso tra le due epidermidi della foglia, come il suo nome suggerisce (infatti significa "in mezzo alla foglia").

In particolare è un parenchima clorofilliano il TESSUTO A PALIZZATA tipico del mesofillo delle foglie delle dicotiledoni (vedi la parte riguardante la foglia in questi "Appunti di Botanica" e le figure a pagina 67).

Il parenchima clorofilliano è tipico della struttura primaria.

2) PARENCHIMA DI RISERVA

E' comune nelle parti di pianta non raggiunte dalla luce come le parti interne del fusto, ma è abbondante soprattutto nelle radici che sono l'organo di riserva principale. Il parenchima di riserva è abbondante anche in organi specializzati quali bulbi, tuberi, rizomi, semi e frutti.

In relazione alla sua funzione troviamo nelle sue cellule molti granuli di amido, ma spesso anche goccioline di olio, granuli proteici eccetera. Nelle due figure di pagina 78 si osserva un esempio di parenchima di riserva nella zona corticale della radice raffigurata.

3) PARENCHIMA ACQUIFERO

Il nome vuole dire "portatore di acqua". Si trova in fusti, radici, foglie di piante grasse, carnose, succulente. Le sue cellule sono ricche di MUCILLAGINI che sono una specie di gelatina in grado di assorbire avidamente l'acqua e poi di restituirla con lentezza quando serve. Si può quasi dire che in questi parenchimi sia l'acqua la sostanza di riserva. Sempre per l'abbondanza di mucillagini al microscopio non è facile distinguere le singole cellule che hanno quindi una forma indefinita.

4) PARENCHIMA DI TRASPORTO

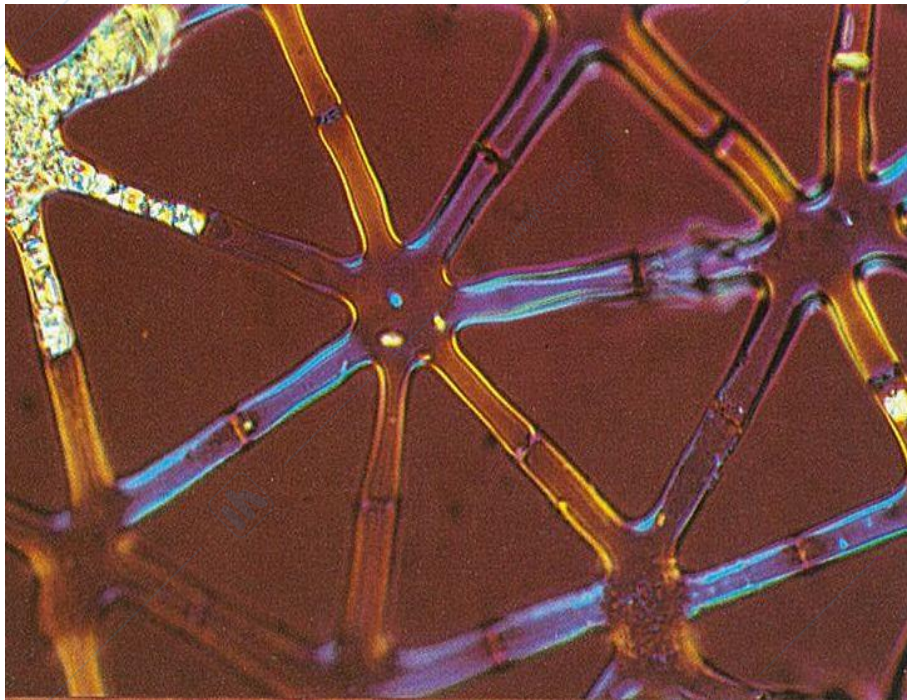
Nei RAGGI MIDOLLARI dei fusti questo tessuto, che svolge anche funzione di riserva, trasporta la linfa in SENSO RADIALE. (figura a pagina 36).

5) PARENCHIMA AERIFERO o AERENCHIMA

Il nome vuole dire "*portatore di aria*" e, per svolgere bene questa funzione, il parenchima aerifero ha grandi spazi liberi tra le sue cellule, appunto per favorire il passaggio dell'aria. Un buon esempio è lo STRATO SPUGNOSO del mesofillo che non a caso è in diretta comunicazione con gli stomi (vedi le figure alle pagine 24 e 67).

Troviamo però esempi di parenchima aerifero ancor più specializzati in diverse piante di paludi o di luoghi assai umidi. In questo caso le radici sono perennemente immerse nell'acqua ma l'aria arriva fino alle radici tramite il parenchima aerifero presente nel fusto.

Nel Giunco troviamo infatti un PARENCHIMA AERIFERO CON CELLULE STELLATE perché hanno la forma di un asterisco con conseguenti spazi intercellulari molto ampi: figura sotto.



Nella fotografia accanto si vede un altro esempio di parenchima aerifero nel fusto di Ninfea (*Nymphaea alba*), una pianta acquatica: si notino le vaste lacune attraverso le quali l'aria giunge fino alle radici.

Anche gli PNEUMATOFORI (dei quali si parlerà più avanti, per ora si veda la figura di pagina 81) contengono del parenchima aerifero per rifornire d'aria le radici immerse più o meno stabilmente nell'acqua.

Anche "*pneumatoforo*" vuol dire "*portatore d'aria*".

TESSUTI MECCANICI O DI SOSTEGNO

Evidentemente il turgore cellulare non può bastare per il sostegno delle piante, neppure per quelle di piccole dimensioni, e serve pertanto un tessuto specializzato.

Nel fusto, che subisce soprattutto sforzi di flessione e di torsione, gli abbondanti tessuti meccanici sono disposti verso la periferia dell'organo. La radice invece, meno sollecitata e sottoposta per lo più a sforzi di trazione, produce meno tessuto meccanico, in prevalenza al centro dell'organo. Infine nel fusto di piante in struttura secondaria il tessuto meccanico è ben distribuito in tutta la sezione perché ogni "cerchio" di crescita è formato soprattutto da xilema, ma anche da parenchima e tessuto meccanico (fibre).

Si precisa comunque che un vero tessuto meccanico compare solo con le piante più recenti ed evolute: le angiosperme. Le gimnosperme invece, anche se spesso sono altissime, risolvono a modo loro, senza tessuto meccanico, il problema di sorreggersi: si veda a pagina 40.

Possiamo distinguere due tipi di tessuto meccanico: il TESSUTO MECCANICO ELASTICO o COLLENCHIMA e il TESSUTO MECCANICO RIGIDO o SCLERENCHIMA.

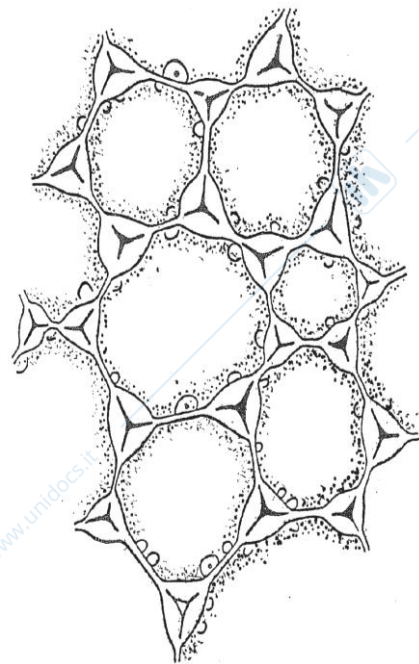
1) COLLENCHIMA

E' un tessuto di cellule vive a maturità, tipico ed esclusivo della struttura primaria; si trova soprattutto nei fusti erbacei, nei piccioli e nelle nervature delle foglie, spesso associato al tessuto conduttore. E' evidente per esempio nel sedano, una pianta di cui si utilizzano i piccioli lunghi e carnosi, sotto forma di costolature in rilievo. Il nome *collenchima*, forse non troppo indovinato, deriva da "colla", per l'aspetto spesso e lucente delle pareti cellulari viste al microscopio.

Caratteristica di queste cellule è la parete irregolarmente inspessita: tratti sottili si alternano a tratti assai spessi, sempre di natura cellulosa (vedi disegno accanto).

Le zone sottili, oltre a conferire maggiore elasticità al tessuto, permettono alle cellule di rimanere in contatto con le proprie vicine e quindi di rimanere vitali.

Con l'invecchiamento, le cellule del collenchima possono inspessire tutta la parete, lignificarla e trasformarsi così in cellule morte dello sclerenchima.



2) SCLERENCHIMA

Il nome, di derivazione greca, ricorda che le cellule sono dure, rigide. Si tratta in effetti di cellule morte, lignificate e con una spessa parete secondaria. Questo tessuto può trovarsi sia nella struttura primaria che in quella secondaria della pianta. Esistono due tipi di cellule sclerenchimatiche: le FIBRE e le SCLEREIDI.

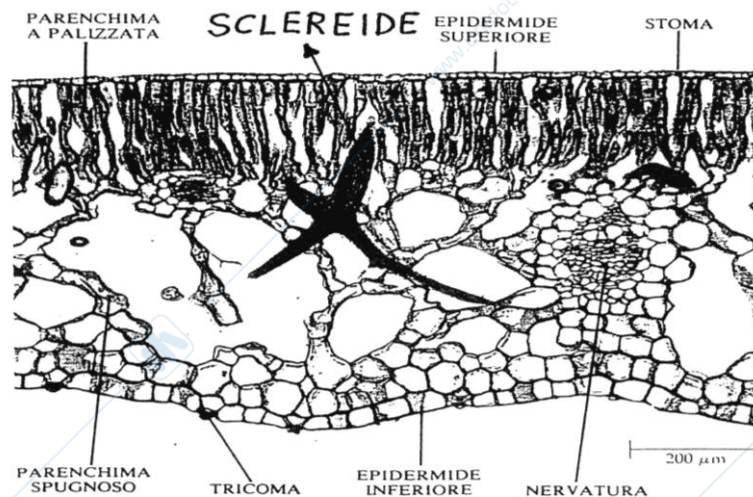
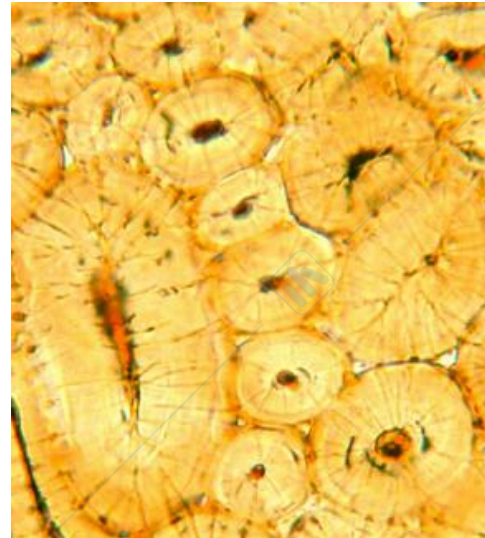
a) FIBRE Sono di forma molto allungata e possono talvolta misurare anche diversi centimetri. Si trovano sia nei fusti che nei piccioli e nelle nervature delle foglie; spesso sono vicine e associate ai vasi del tessuto conduttore col quale formano i FASCI FIBROVASCOLARI. Le fibre tessili del lino, della juta e della canapa sono fibre con parete cellulosa e non lignificata o scarsamente lignificata: un'utile eccezione.

Nelle piante con struttura secondaria si trovano molte fibre in ogni anello di crescita annuale, soprattutto nel "*legno estivo*" (si veda la figura di pagina 91).

b) **SCLEREIDI** o **CELLULE PIETROSE** Entrambi i nomi ricordano la loro consistenza che è particolarmente dura a causa della spessa parete secondaria ben lignificata. Le sclereidi sono di forma tondeggianti o anche molto irregolare ma non particolarmente allungata. Si trovano per esempio nei gusci delle noci e nei noccioli delle pesche e delle albicocche.

Sclereidi si trovano anche in foglie di consistenza coriacea, come quelle dell'olivo, della magnolia o della ninfea (*vedi il disegno sottostante*).

Nella fotografia accanto si vedono invece le sclereidi che si trovano nella polpa delle pere: ammassi di sclereidi sono i granellini duri che avvertiamo quando mangiamo una pera.



SCLEREIDE IN FOGLIA GALLEGGIANTE DI NINFEA
(notate anche che gli stomi sono posizionati sulla pagina superiore e le ampie lacune del tessuto spugnoso per galleggiare)

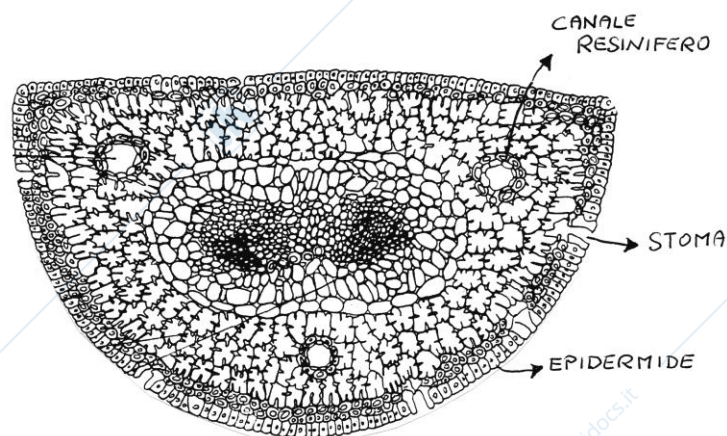
TESSUTI SECRETORI E ghiandolari

Naturalmente si tratta in entrambi i casi di tessuti formati da cellule vive a maturità in quanto devono produrre un **SECRETO**.

Accenno soltanto alla distinzione tra i due tipi di tessuti sopra citati e che insieme possiamo chiamare **SEGREGATORI** anche se dopo, per semplicità, verrà fatta un'unica trattazione: **nei tessuti secretori il secreto si accumula dentro le cellule che lo hanno prodotto, in quelli ghiandolari invece il secreto viene riversato all'esterno.**

Si tenga conto anche che qualsiasi cellula viva nella sua normale attività espelle dei metaboliti, in questi tessuti però la funzione secretiva si accentua notevolmente e soprattutto si manifesta con la produzione di sostanze di **composizione chimica costante e caratteristica**. Si possono trovare tessuti secretori sia in struttura primaria che secondaria, ma non sono presenti in tutte le piante e non è detto che siano più abbondanti in quelle più evolute, per esempio è più facile trovarne tra le *Gimnosperme* che non tra le *Angiosperme*. Oltre i tessuti specifici, anche delle cellule isolate, gli **IDIOLASTI**, possono svolgere una funzione secretrice o ghiandolare. **Segue una serie di esempi nella pagina seguente :**

- 1) **TASCHE SECRETRICI** : si tratta di cellule isolate o gruppi di cellule che contengono oli essenziali presenti per esempio nelle foglie di alloro, nei petali di rosa, nella buccia degli agrumi. Non sempre è chiara la funzione delle tasche secretrici, come per esempio nel caso delle foglie di alloro o di altre piante aromatiche. Negli ambienti caldo-aridi, come le coste mediterranee, sono abbondanti le piante aromatiche, ma forse in questo caso l'evaporazione degli oli volatili può contribuire a raffreddare un po' tali piante.
- 2) **TUBI LATICIFERI** : producono un liquido abbastanza denso chiamato LATICI, quasi sempre di colore bianco. Anche in questo caso non è evidente la sua funzione, ma siccome il lattice spesso contiene granuli di amido e goccioline di olio, per lo più si attribuisce ad esso una funzione di riserva energetica. Talvolta contiene anche sostanze tossiche o irritanti come per esempio nelle *Euphorbie*, e in questo caso il lattice assolve una funzione difensiva contro animali fitofagi. Nel PAPAVERO DA OPIO (*vedi la fotografia accanto*) il lattice viene ricavato dal frutto, una *capsula* che viene incisa ancora acerba. Il lattice che sgorga è bianco, ma poi imbrunisce e si rapprende. Il lattice dell'oppio contiene gli alcaloidi responsabili degli effetti allucinogeni e dei quali si ignora la funzione per la pianta. Importantissimo per noi è il lattice dell'ALBERO DELLA GOMMA (CAUCCIÙ). Del lattice si trova anche in altre piante oltre quelle citate, tra le più conosciute il *fico*, il *soffione*, l'*oleandro*, la *stella di Natale* che è appunto un'*Euphorbia* esotica.
- 3) **CANALI E TASCHE OLEIFERE** : producono oli essenziali in alcune piante aromatiche, soprattutto nella famiglia delle OMBRELLIFERE: per esempio finocchio, sedano, prezzemolo, anice. Funzione incerta.
- 4) **NETTARI FIORALI** : c'è in questo caso un'evidente funzione di richiamo per gli insetti PRONUBI (questo aggettivo significa "in favore delle nozze", vale a dire insetti impollinatori). Questa azione di richiamo è spesso rinforzata dall'attrazione esercitata dal colore dei petali o di altri pezzi floreali.
- 5) **RESINA** : è diffusa tra le Gimnosperme, ma si trova anche in altre piante. E' prodotta da CANALI RESINIFERI a forma di tubo, presenti sia nei fusti che nelle foglie. Normalmente tali canali sono vuoti e la produzione di resina inizia in seguito a una ferita. La resina, oltre ad avere un certo effetto antisettico, sbarrata la strada a possibili parassiti animali, funghi o batterici e chiude la ferita provvisoriamente in attesa della cicatrizzazione.



SEZIONE DI FOGLIA DI PINO CON CANALI RESINIFERI

TESSUTI CONDUTTORI

Il nome ricorda la loro funzione: servono per il trasporto della **LINF**A. La linfa è di due tipi (e due, come vedremo, sono i tessuti coinvolti nel suo trasporto): la **LINF**A **GREZZA** e la **LINF**A **ELABORATA**. La prima è la soluzione estremamente diluita di acqua e di sali minerali che la pianta assorbe dal terreno; la seconda ha in più molecole organiche prodotte con la fotosintesi, soprattutto zuccheri e in particolare saccarosio. La linfa grezza viene anche chiamata **LINF**A **ASCENDENTE** perché si muove unidirezionalmente dalle radici verso le foglie.

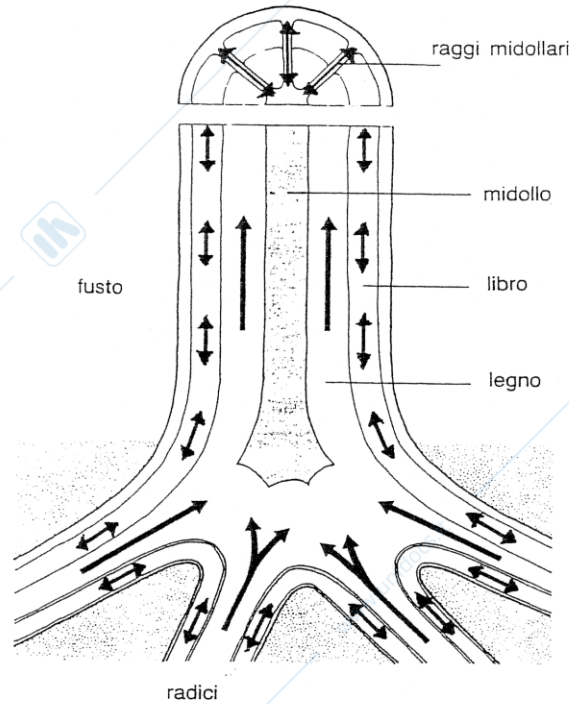
La linfa elaborata invece si sposta in entrambi i sensi secondo le necessità ed i periodi. Infatti, in piena stagione e in piena attività di fotosintesi gli zuccheri prodotti in eccesso rispetto ai bisogni si spostano con la linfa elaborata dai luoghi di produzione (foglie) ai luoghi d'accumulo e quindi soprattutto le radici (si ricorda che nella pianta gli zuccheri vengono traslocati soprattutto sotto forma di **SACCAROSIO**). All'inizio della primavera, quando la pianta deve produrre nuove foglie, accrescersi eccetera, la linfa elaborata trasporta gli zuccheri in direzione opposta, verso i meristemi.

Nessuno quindi pensi ad una specie di circolazione che nelle piante non esiste, anche perché circa il 90% dell'acqua che viene assorbita dalle radici viene persa per evaporazione dalle foglie.

Questa percentuale diminuisce solo nelle piante che presentano particolari adattamenti morfologici per sopportare il clima arido. Famoso ed estremo è il caso di molte "*piante grasse*" che hanno trasformato le loro foglie in spine per ridurre le perdite d'acqua.



Si potrebbe riempire una botte con
l'acqua che una pianta di mais introduce
ed elimina durante il suo sviluppo.



Schema della distribuzione dei tessuti conduttori nella radice e nel fusto di una pianta arborea. Le frecce indicano la direzione del trasporto delle soluzioni nei due sistemi.

SCHEMA DEI TESSUTI CONDUTTORI

TIPO DI TESSUTO CONDUTTORE

1) XILEMA & LEGNO
(per la linfa grezza)

2) FLOEMA & LIBRO
& TESSUTO CRIBROSO
(per la linfa elaborata;
cribroso vuol dire bucherellato)

TIPI DI CELLULE CHE LO FORMANO

ELEMENTI DEI VASI &
TRACHEE & VASI APERTI

TRACHEIDI & VASI CHIUSI

ELEMENTI DEI TUBI CRIBROSI

CELLULE CRIBROSE

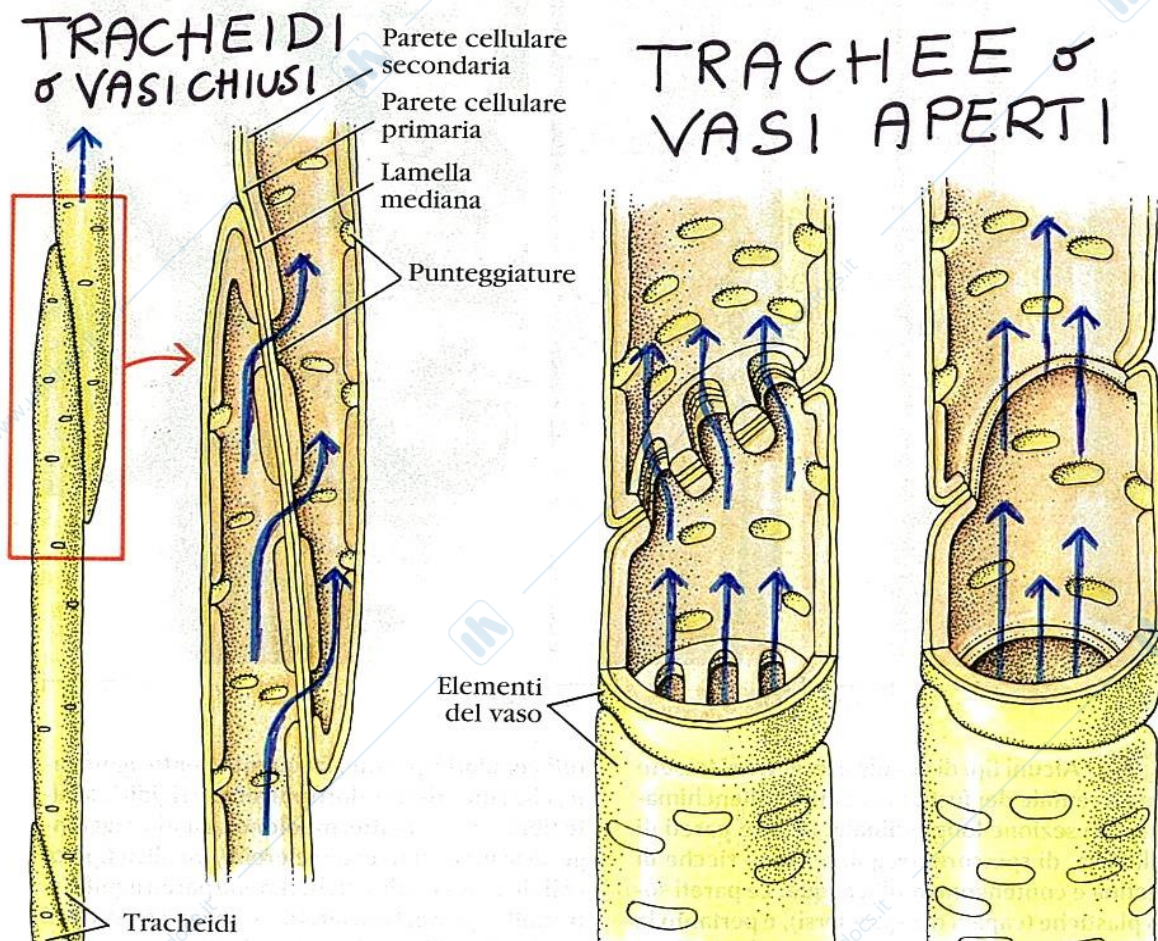
La **linfa grezza** si sposta nello **XILEMA** o **LEGNO** e la linfa elaborata nel **FLOEMA** o **LIBRO**.

XILEMA o LEGNO

Il legno è formato da cellule morte e lignificate a maturità, con parete secondaria. Il fatto che lo xilema sia formato da cellule morte è un grosso vantaggio, infatti la cellula si svuota completamente, rimane la sola parete cellulare e tutto lo spazio interno, il **LUME CELLULARE**, è libero per consentire il passaggio della **LINFA GREZZA** o **LINFA ASCENDENTE**. Lo xilema è formato da due tipi di cellule: le **TRACHEE** o **VASI APERTI** e le **TRACHEIDI** o **VASI CHIUSI**.

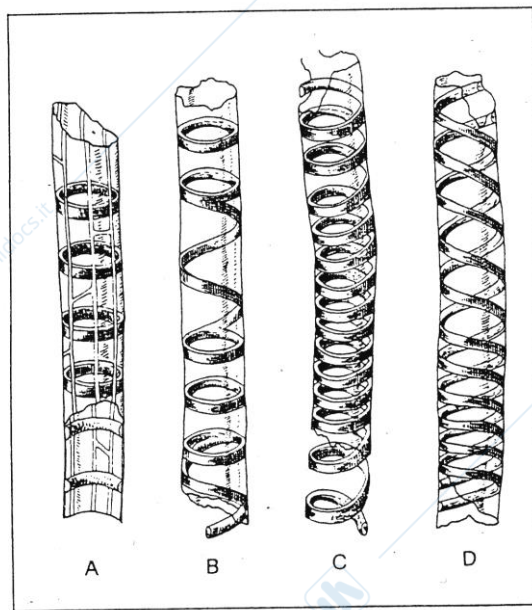
Le **TRACHEE** sono dette anche **VASI APERTI** per la presenza di una perforazione (totale o parziale) nella parete cellulare di due cellule consecutive di una serie di trachee sovrapposte: in questo modo si forma un vero e proprio tubicino. Se si considera inoltre che le trachee hanno un diametro anche di 30 volte maggiore rispetto alle **TRACHEIDI** o **VASI CHIUSI**, così chiamati perché non hanno tale perforazione, si capisce bene quanto le trachee siano più efficienti nel trasporto della linfa grezza rispetto alle tracheidi. In queste ultime infatti la linfa grezza potrà solo passare con lentezza attraverso le **PUNTEGGIATURE** della parete cellulare ed è vero che le punteggiature sono molto numerose, ma hanno piccolissime dimensioni.

(per le punteggiature si riveda la dispensa a pagina 16)



NOTA BENE: nella figura della pagina precedente sono ben evidenziate le differenze tra le trachee e le tracheidi, ma non sono invece rispettate le proporzioni: come già detto le trachee possono essere anche 30 volte più grandi delle tracheidi.

Nella parete cellulare delle trachee la cellulosa si deposita ad anelli, spirali, doppie spirali eccetera: in questo modo si risparmia molto materiale rispetto a quello che servirebbe per un uniforme inspessimento e si ottiene quasi la stessa robustezza.



TIPI DI INSPESSEMENTI DELLA PARETE CELLULARE DELLE TRACHEE :

- A) ANULATO
- B) ANULO-SPIRALATO
- C) SPIRALATO
- D) DOPPIAMENTE SPIRALATO

Nelle **GIMNOSPERME** troviamo uno xilema alquanto primitivo formato da sole tracheidi, come meglio spiegato poche pagine più avanti.

FLOEMA o LIBRO o TESSUTO CRIBROSO

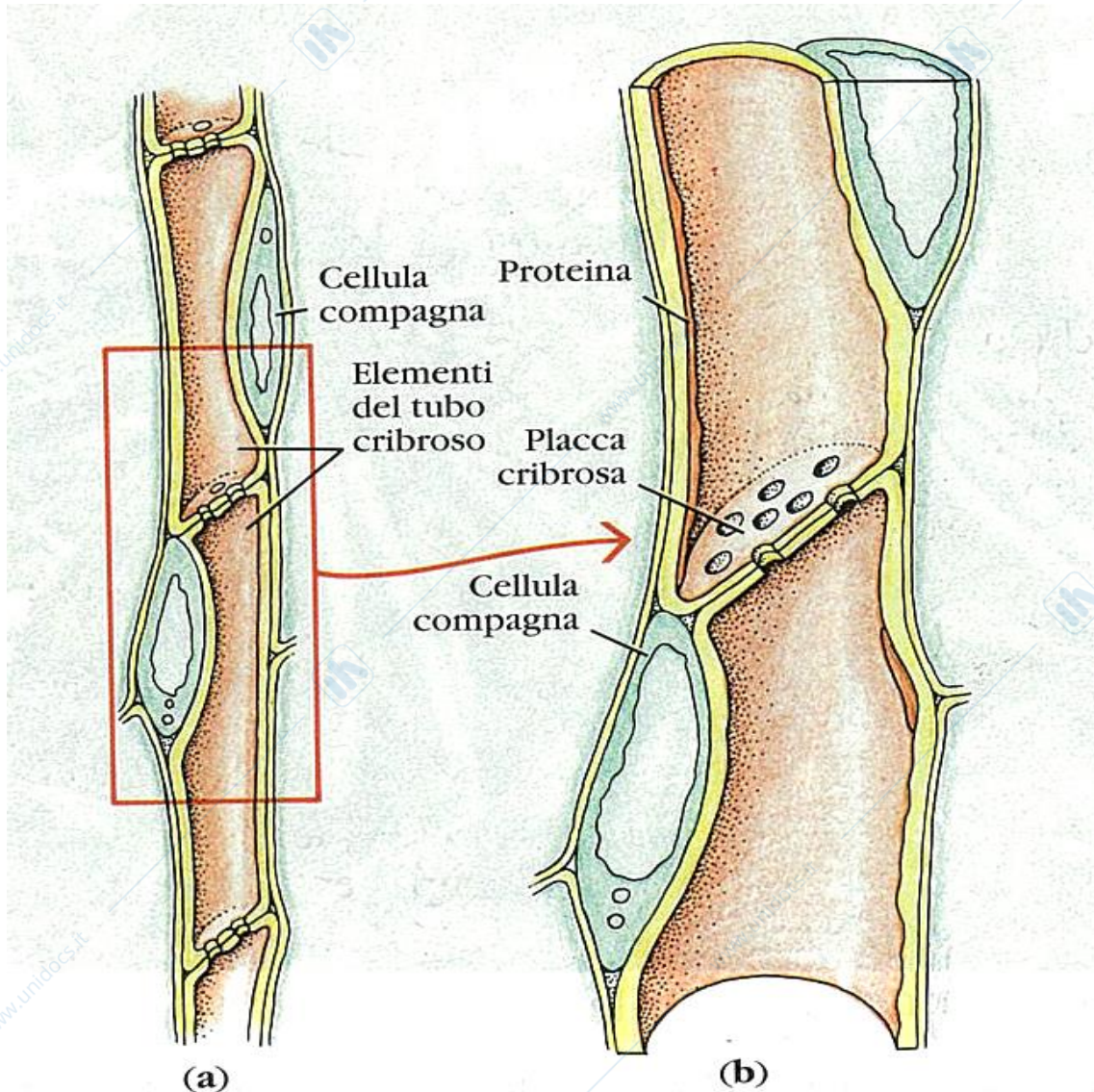
(“*cribroso*” vuole dire “*bucherellato*” : il nome allude alle molte *punteggiature* che sono presenti nelle cellule di questo tessuto)

Le cellule del floema sono vive a maturità e quindi non sono vuote come le cellule dello xilema, di conseguenza in esse la **LINFA ELABORATA** scorre con grande lentezza. Pur essendo vive, le cellule del floema sono molto particolari perché sono prive del nucleo, dei mitocondri e di diversi altri organelli.

Il floema delle **ANGIOSPERME** è formato da cellule chiamate **ELEMENTI DEI TUBI CRIBROSI** ai quali si associano delle cellule specializzate di parenchima, le **CELLULE COMPAGNE DEL LIBRO**, che contengono tutte le normali strutture cellulari e un nucleo insolitamente grosso. Si ipotizza che il nucleo delle *cellule compagne* svolga la sua funzione direttiva sia per la cellula che lo contiene, sia per l'*elemento del tubo cribroso* ad essa associato. Parimenti si ritiene che le cellule compagne del libro soddisfino anche le esigenze energetiche dei tubi cribrosi.

Per facilitare il passaggio della linfa elaborata, transito che comunque è molto lento per le ragioni già esposte, la parete cellulare di due *elementi dei tubi cribrosi* sovrapposti presenta la **PLACCA CRIBROSA**, una parte della parete cellulare con fitte e numerose *punteggiature*.

(Si veda la sottostante figura (a) e il suo ingrandimento nella figura (b))



Il floema delle **GINNOSPERME**, che sono alquanto più primitive delle *Angiosperme*, non è formato dai tubi cribrosi, ma dalle **CELLULE CRIBROSE** che sono molto meno efficienti nel trasporto della linfa elaborata rispetto ai *tubi cribrosi*, infatti le *cellule cribrose* differiscono dagli *elementi dei tubi cribrosi* per le dimensioni più piccole e per l'**assenza** della **PLACCA CRIBROSA**.

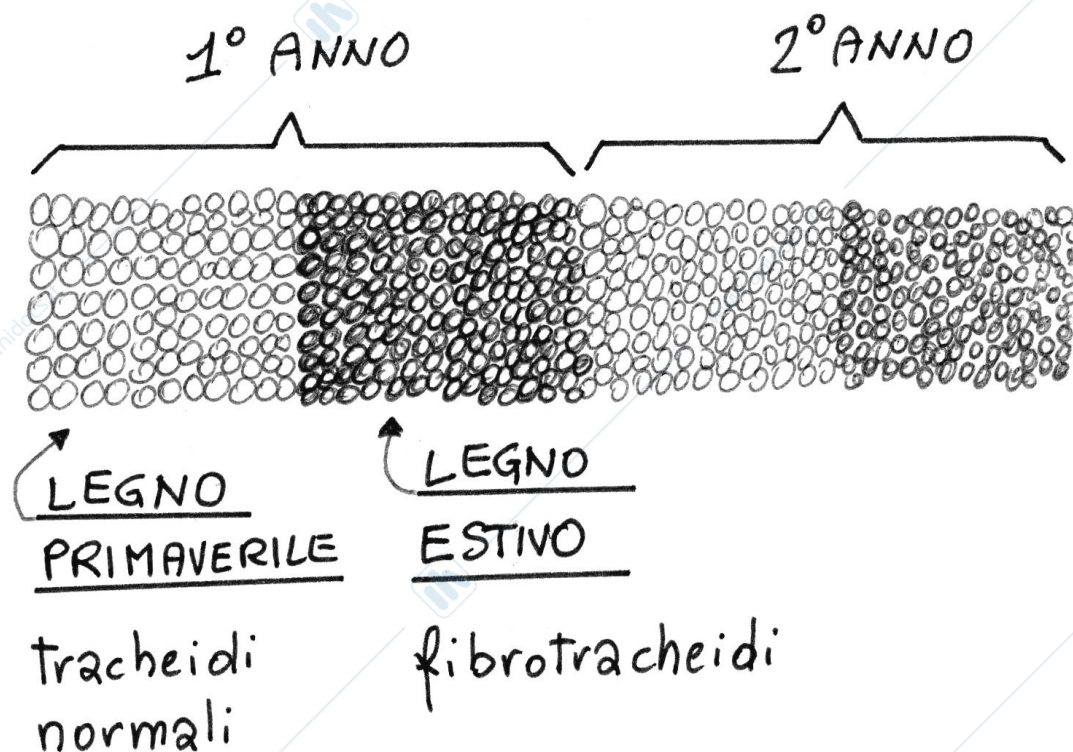
CERCHI DI CRESCITA ANNUALI E TESSUTO CONDUTTORE DELLE GIMNOSPERME

Le Gimnosperme sono piante decisamente primitive rispetto alle Angiosperme ed è evidente anche nel loro tessuto conduttore. Infatti il floema è formato solo da CELLULE CRIBROSE e lo xilema solo da TRACHEIDI.

Queste cellule, come abbiamo appena visto, sono molto meno efficienti nel trasporto della linfa a confronto rispettivamente degli ELEMENTI DEI TUBI CRIBROSI e delle TRACHEE.

Poiché le Gimnosperme, anche se spesso sono di enormi dimensioni, mancano totalmente di tessuto meccanico, in estate producono per sostenersi non tracheidi normali ma **FIBROTRACHEIDI**. Queste differiscono dalle prime per le pareti cellulari molto inspessite verso l'interno, a discapito del LUME CELLULARE (lo spazio libero interno) e quindi del trasporto della linfa, già modesto in una tracheide normale.

Gli adattamenti tipici di questo gruppo di vegetali per risparmiare acqua, quali le foglie piccole, dure, i pochi ed infossati stomi, gli spessi rivestimenti cerosi, sono legati alla scarsa efficacia del tessuto conduttore: infatti le foglie non possono perdere più acqua di quanta il fusto sia in grado di portare loro, pena la morte per disidratazione. I nitidi cerchi di crescita annuali che presentano queste piante si devono proprio all'alternarsi delle più chiare tracheidi (LEGNO PRIMAVERILE) e delle più scure e dure fibrotracheidi (LEGNO ESTIVO).



ORGANOGRAFIA

L'ORGANOGRAFIA è la parte della botanica che studia gli organi della pianta:

FIORE - FRUTTO - FOGLIA - RADICE - FUSTO.

Ogni organo può avere più funzioni ed è formato da un insieme di diversi tessuti.

FIORE

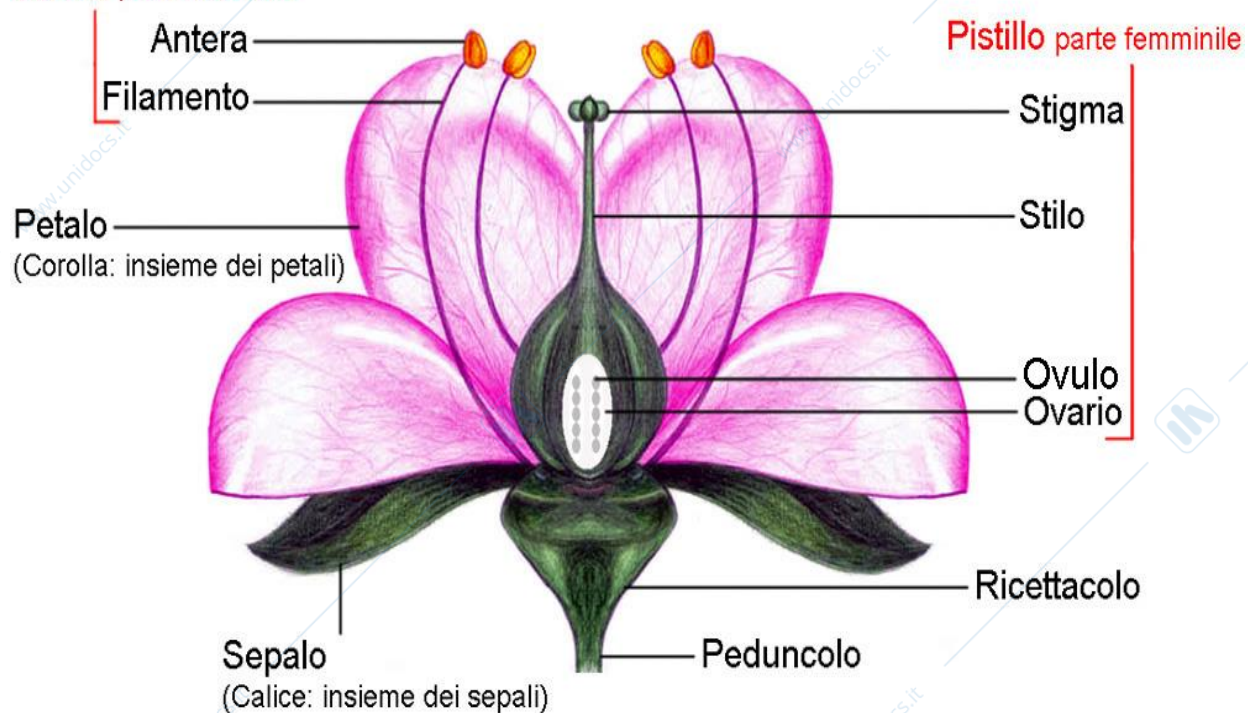
Posto che si chiama NODO il punto di inserzione delle foglie sul fusto e INTERNODO il tratto di fusto compreso tra due nodi successivi, allora possiamo definire il fiore un **ORGANO FINALIZZATO ALLA RIPRODUZIONE, formato da un fusto con internodi estremamente raccorciati e foglie profondamente modificate**. Un fiore è formato da più parti: petali, sepali, stami, eccetera: tutte si chiamano indistintamente PEZZI FIORALI.

Si veda ora la figura sottostante: si può notare facilmente che i pezzi fiorali sono disposti in cerchi concentrici detti VERTICILLI. Il verticillo più basso ed esterno è il CALICE formato dai SEPALI che proteggono il fiore quando è ancora chiuso nel bocciolo. Segue la COROLLA formata dai PETALI che hanno il compito di richiamare gli insetti impollinatori.

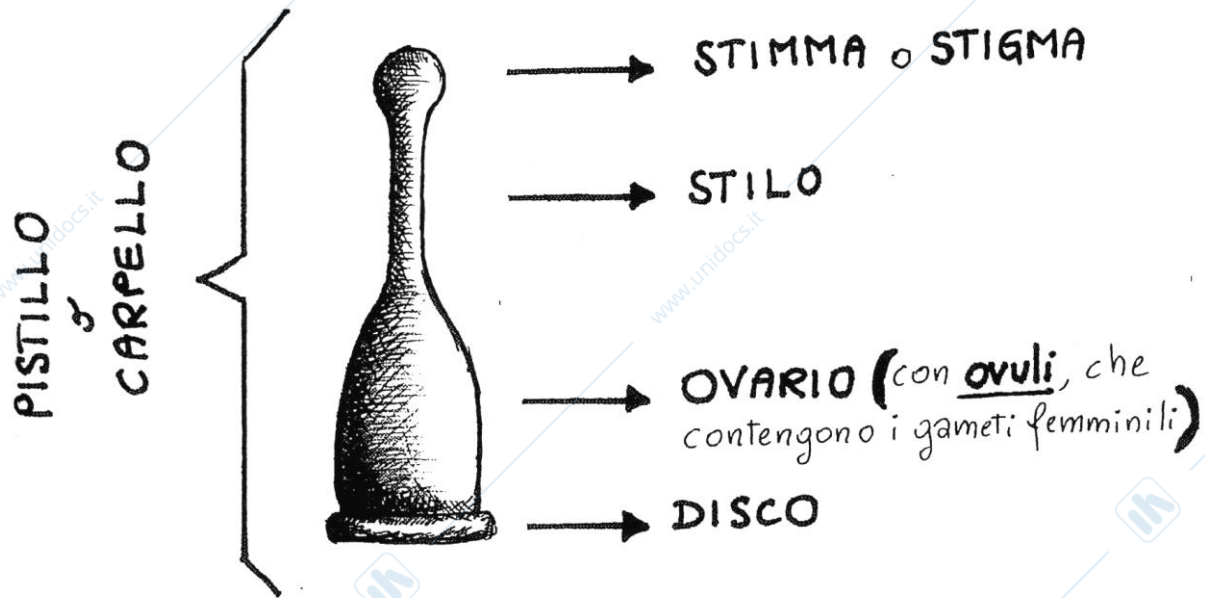
Poi c'è il verticillo degli STAMI, l'ANDROCEO o parte maschile del fiore, e finalmente il verticillo più interno formato da uno solo o più CARPELLI o PISTILLI, il GINECEO o parte femminile del fiore.

Il fiore è sorretto da un PEDUNCOLO, familiarmente chiamato *gambo*. Nella parte più alta il peduncolo si allarga un po' formando il RICETTACOLO o TALAMO, che è il fusto raccorciato della definizione prima proposta, e sul quale si inseriscono i vari pezzi fiorali che sono le foglie profondamente modificate (*"talamo" significa "letto di nozze"*).

Stame parte maschile



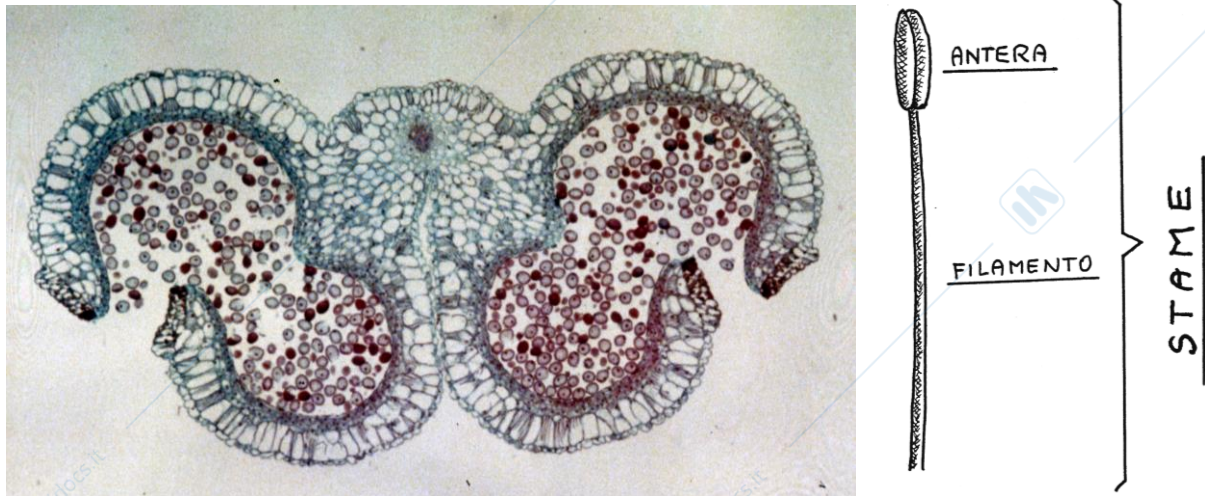
Il fiore così brevemente descritto è un fiore detto **COMPLETO** in quanto non manca di nessuna parte ed **ERMAFRODITA**, cioè sia maschile che femminile. La parte maschile è rappresentata dall'insieme degli stami con le **ANTERE** che producono il **POLLINE** che contiene i gameti maschili. La parte femminile è invece rappresentata dal o dai **PISTILLI** o **CARPELLI**. "Pistillo" deriva da "pestello", il semplice strumento al quale il pistillo assomiglia, almeno nel suo aspetto più classico, anche se in realtà c'è una notevole varietà di forme oltre che di dimensioni.



Lo stimma è ricoperto da secreti appiccicosi oppure da un tomento (fitti peli) per favorire l'adesione dei granuli pollinici.

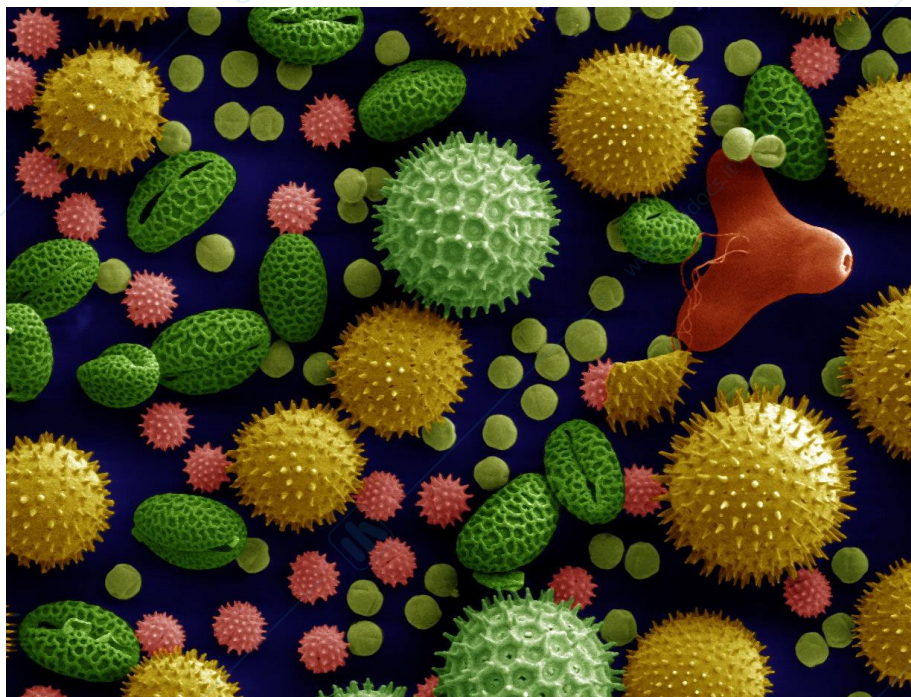


Ogni STAME è invece formato da un FILAMENTO e una ANTERA contenente il POLLINE.



ANTERA SEZIONATA CON LE DUE SACCHE
POLLINICHE E I GRANULI DI POLLINE

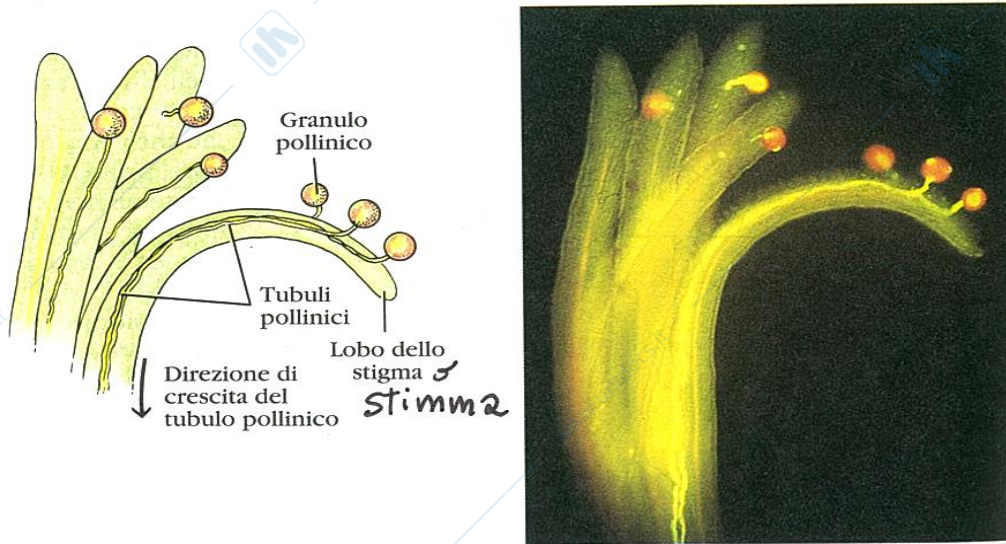
Nel caso più comune, il polline di un altro fiore della stessa specie giunge allo stamma trasportato dal vento o da un insetto o in qualche altro modo e facilmente aderisce ad esso, perché lo stamma è ricoperto da una fitta peluria (*tomento*) o da una goccia di liquido appiccicoso. Granuli pollinici di altre specie che siano giunti sullo stamma non germinano, ovvero non producono il *tubetto pollinico* (vedi la pagina seguente) e così non può avvenire la fecondazione dei gameti femminili contenuti negli ovuli dell'ovario.



I granuli pollinici hanno un'incredibile varietà di forme e non di rado è possibile determinare la specie d'appartenenza di un certo granulo pollinico osservando i dettagli della sua morfologia. All'esterno il polline presenta dei consistenti rivestimenti cerosi che proteggono efficacemente la sua integrità.

Giunto sullo stigma di un fiore della propria specie, il granulo pollinico germina producendo un TUBETTO POLLINICO che deve attraversare l'intero stilo, vedi la figura sottostante:

STIMMA DI FIORE CON GRANULI DI POLLINE E TUBETTI POLLINICI



Nel tubetto si spostano i gameti maschili che vanno a fecondare quelli femminili contenuti negli ovuli dell'ovario. Avvenuta la fecondazione cadono le parti del fiore ormai inutili (petali, stami, stilo e stigma). Le pareti dell'ovario invece s'ingrandiscono e si trasformano in un FRUTTO e gli ovuli fecondati in SEMI.

Per usare in modo proficuo la "CHIAVE" nelle esercitazioni di laboratorio (è chiamato **chiave un libro che consente di identificare e classificare una pianta di cui si ignora nome e posizione sistematica**) è necessario conoscere anche i seguenti termini:

FIORE SESSILE : senza peduncolo

ANTERE SESSILI : senza filamento

STIMMA SESSILE : senza stilo

COROLLA GAMOPETALA : con i petali saldati tra loro. Contrario: **DIALIPETALA**

CALICE GAMOSEPALO : con i sepali saldati tra loro. Contrario: **DIALISEPALO**

PERIANZIO : è l'insieme del calice e della corolla.

PERIGONIO : si parla di perigonio quando non c'è distinzione tra calice e corolla; gli elementi tutti uguali che formano il perigonio sono chiamati **tepali**, per esempio nel tulipano e nel giglio (vedi le figure di pagina 47, 82 e 175).

FIORI NUDI : privi di calice e corolla, quindi senza petali e senza sepali.

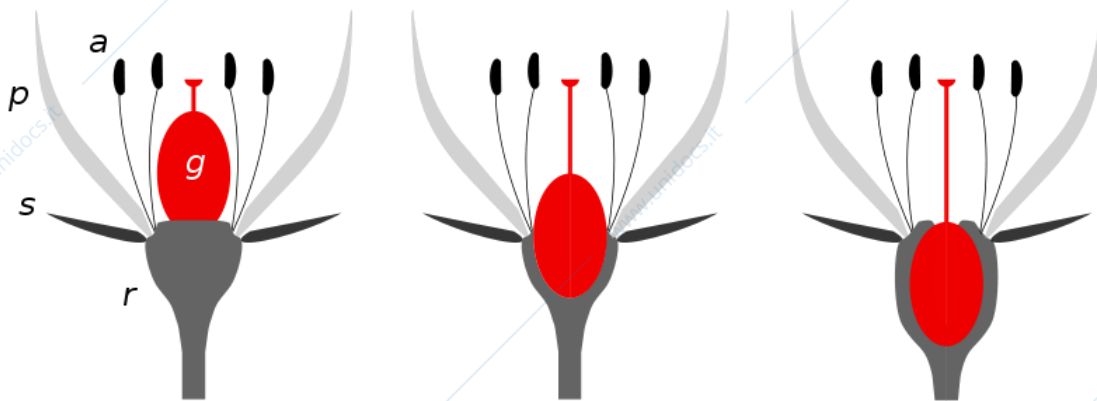
PIANTE MONOICHE : piante con fiori unisessuali portati dallo stesso individuo vegetale, per esempio il MAIS oppure i PINI. L'aggettivo "monoico" significa "una casa".

PIANTE DIOICHE : piante con fiori unisessuali portati separatamente da due individui vegetali. Per esempio i GINEPRI, il TASSO e il KIWI. L'aggettivo "dioico" significa "due case", ovvero due piante distinte e solo in questo caso si può parlare di "*pianta maschio*" e di "*pianta femmina*".

OVARIO SUPERO : posizionato sopra il punto di inserzione degli altri pezzi floreali.

OVARIO INFERO : posizionato sotto il punto di inserzione degli altri pezzi floreali.

OVARIO SEMI-INFERO : è una posizione intermedia tra le due precedenti, non sempre facilmente riconoscibile.



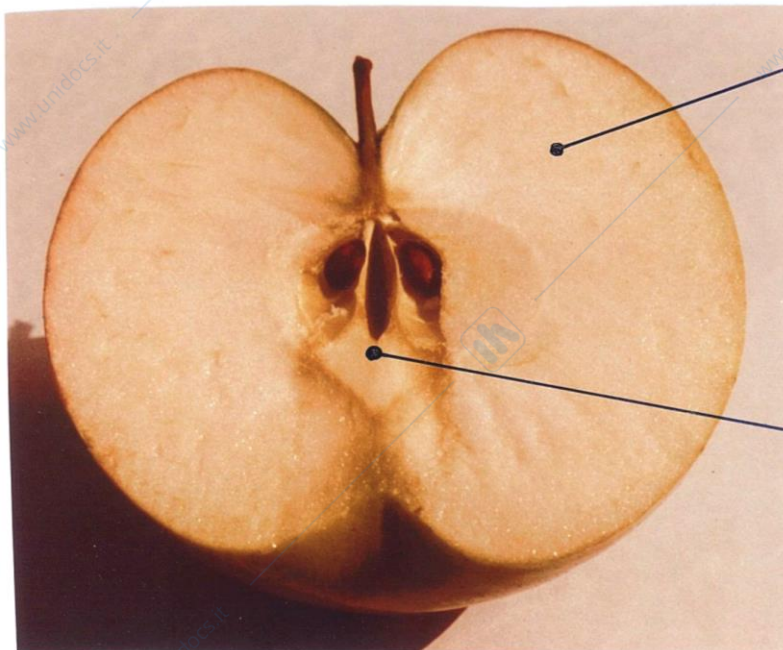
OVARIO SUPERO

O. SEMI-INFERO

O. INFERO

(**g** - gineceo, ovvero il pistillo con l'ovario **a** - antere **p** - petalo **s** - sepalo **r** - ricettacolo)

Quando l'ovario infero è sprofondata e concresciuto col ricettacolo, dopo la fecondazione ovario e pareti del ricettacolo cresceranno insieme formando un **FALSO FRUTTO** - vedi la figura della mela sezionata sottostante.



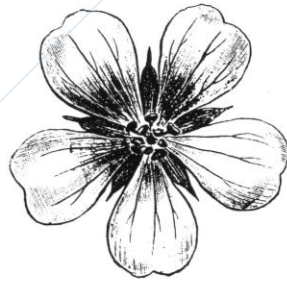
PARTE DEL
FALSO FRUTTO
CHE DERIVA DAL
RICETTACOLO
DEL FIORE

PARTE CHE
DERIVA
DALL'OVARIO
DEL FIORE

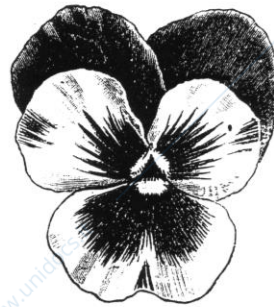
Il fiore si dice con **COROLLA REGOLARE** quando ha **SIMMETRIA RAGGIATA**, presenta cioè infiniti piani di simmetria passanti per il centro e il fiore è inscritto in un cerchio. Ad esempio sono a corolla regolare le *primule*, i fiori del *mandorlo*, i *papaveri*, i *garofani* ...

Il fiore si dice invece con **COROLLA IRREGOLARE** quando ha **SIMMETRIA BILATERALE**, cioè presenta un solo piano di simmetria come il nostro corpo.

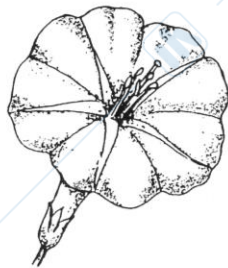
Il fiore in questo caso si può inscrivere in un trapezio isoscele o altra figura a simmetria bilaterale. Sono a corolla irregolare le *violenze*, le *orchidee*, i fiori del *rosmarino* e della *salvia* ...



COROLLA REGOLARE



COROLLA IRREGOLARE



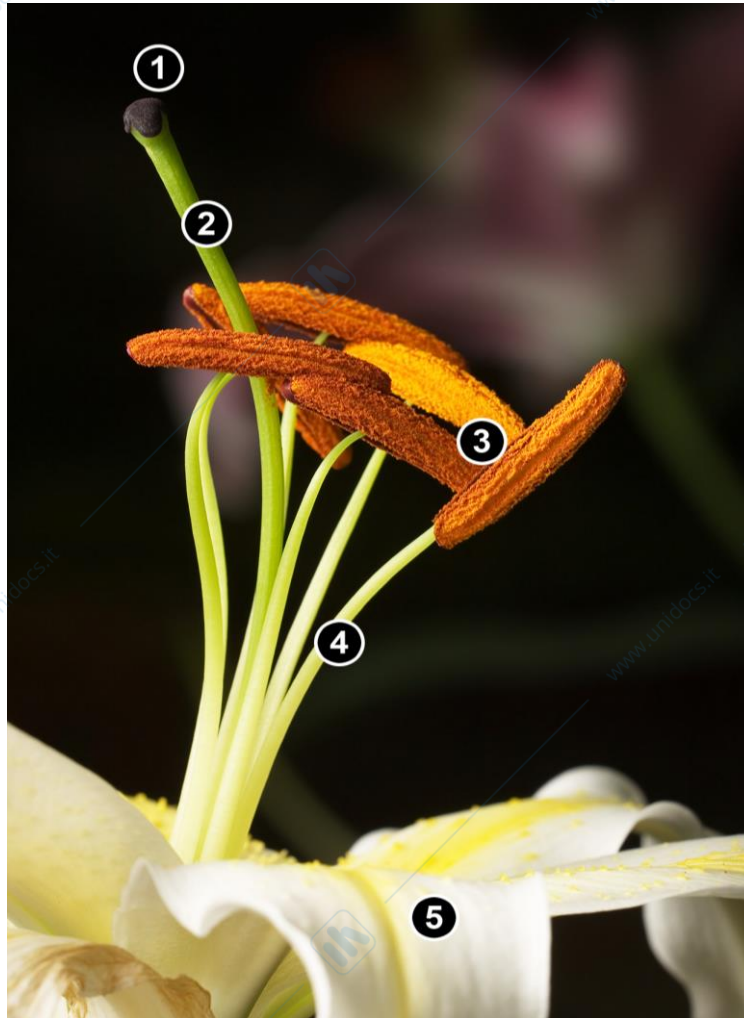
Fiore di **CISTO** (*Cistus salvifolius*, ovvero con le foglie che assomigliano a quelle della salvia). Il Cisto è un tipico e tra i più comuni esponenti della "macchia mediterranea".

Nel genere **Cistus** ci sono comunque varie specie che facilmente tendono a fecondarsi formando degli ibridi fertili che – per loro natura – sono difficilmente identificabili.

In questo fiore è perfettamente osservabile il **pistillo** con **OVARIO SUPERO**, nella sua forma più classica e completo di tutte le parti. Attorno al pistillo altrettanto chiaramente si vede l'**ANDROCEO** con molti **STAMI** formati da un **FILAMENTO** e una **ANTERA**.

In posizione più bassa ed esterna rispetto all'androceo, c'è il **VERTICILLO** formato dai **PETALI**: la **COROLLA**.





FIORE DI GIGLIO:

- 1) **STIMMA**
del pistillo
- 2) **STILO** del pistillo
- 3) **ANTERA**
dello stame
- 4) **FILAMENTO**
dello stame
- 5) **TEPALO** (sono *tepali* i pezzi fiorali quando non c'è distinzione tra la **corolla**, formata dai **petali**, e il **calice** formato dai **sepal**)

In questa sezione di fiore di **narciso** (*Narcissus pseudonarcissus* – Famiglia *Amaryllidacee*) si noti l' **OVARIO INFERO**. Gli ovuli, che in questo fiore sono insolitamente grandi e bianchicci, sono visibili a occhio nudo.

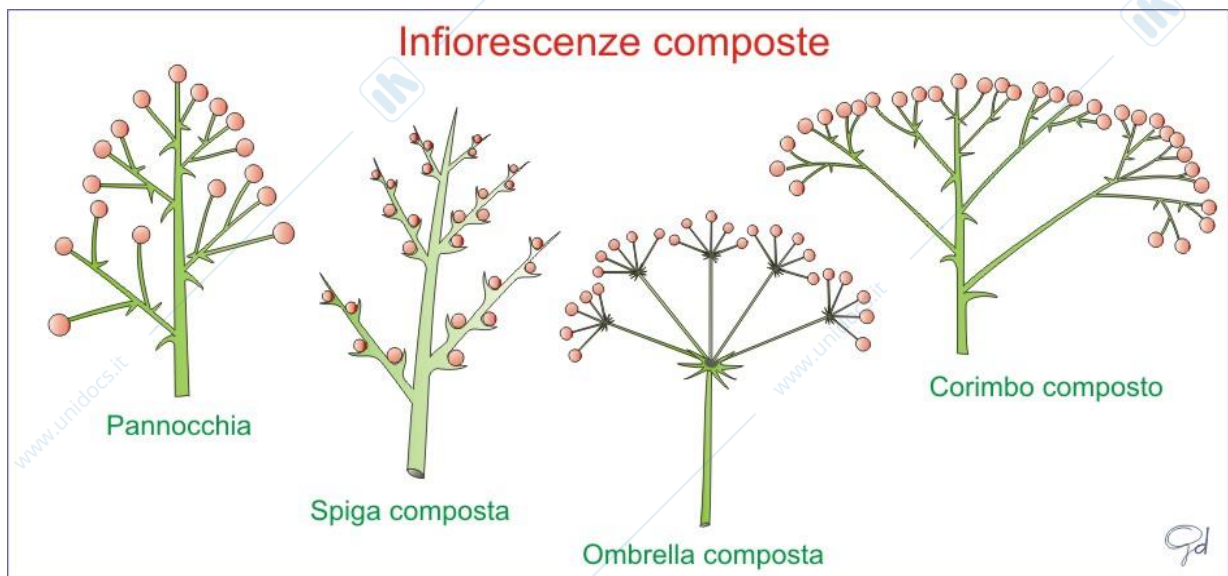
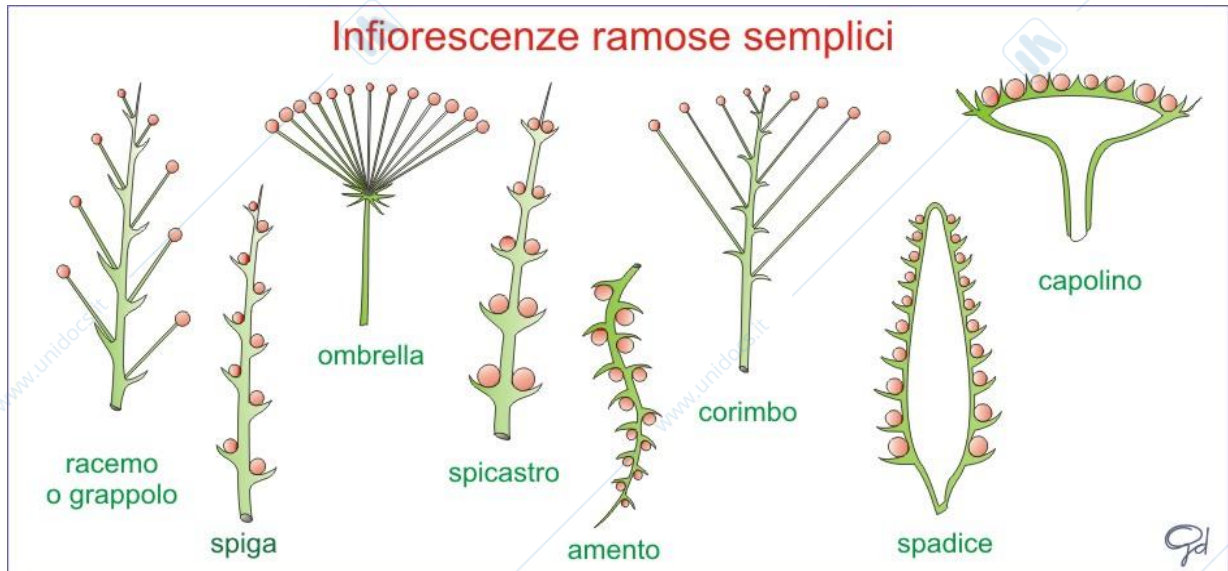
Il fiore non è distinto in calice e corolla e quindi presenta un **perigonio** con i **tepali** saldati tra di loro e con una caratteristica struttura chiamata **fauce** (significa "bocca" ed è la parte del fiore in fotografia vivacemente colorata di giallo).



INFIORESCENZE

Le infiorescenze sono un **INSIEME DI PIÙ FIORI**.

Non basta tuttavia avere alcuni fiori vicini per avere un'infiorescenza. E' necessario infatti che essi siano disposti secondo schemi caratteristici e costanti in una certa specie botanica.



GRAPPOLO o RACEMO SEMPLICE – Fiori pedunculati inseriti ad altezza diversa lungo un asse. Esempi: glicine, robinia ...

SPIGA – Infiorescenza eretta alla fine di un fusto. Esempi: quasi tutti i cereali.

AMENTO o GATTINO – Infiorescenza pendula da un fusto (un ramo) con fiori sessili lungo un asse. Esempi: nocciolo, salici, betulla, pioppi ...

OMBRELLA – Fiori pedunculati che si inseriscono tutti nello stesso punto. Esempi: ciliegio, geranio, aglio, cipolla ...

CAPOLINO – Molti fiori sessili sopra un'ampia espansione del peduncolo. Esempi: margherita, girasole, soffione ...

CORIMBO – Può confondersi con una ombrella o con un racemo, si noti però che i fiori raggiungono quasi la stessa altezza come in una ombrella ma sono inseriti in punti diversi come in un racemo. Esempi: pero, sambuco ...

PANNOCCHIA o RACEMO COMPOSTO – E' un racemo di racemi. Esempi: vite ...

OMBRELLA COMPOSTA – E' un'ombrella di ombrelle. Esempi: prezzemolo, anice, finocchio ...

SPIGA COMPOSTA – E' una spiga di spighe, come l'infiorescenza maschile del mais.



Infiorescenze a **CAPOLINO** di **TOPINAMBUR** (*Helianthus tuberosus*), grandi fino a circa 8 centimetri e di uno splendido giallo cromo intenso.

Il topinambur è una pianta di origine nord-americana e venne portato in Europa all'inizio del XVIII secolo.

Talvolta viene coltivata, ma più spesso si trova inselvaticata negli incolti, ai margini dei campi, lungo i fossi o le stradine di campagna.

I suoi rizomi, così tozzi da sembrare dei tuberi, sono molto nutrienti e sono un buon alimento ricco di principi nutritivi, con un gradevole sapore dolce. Tuttavia il loro utilizzo è per lo più limitato alla cucina tradizionale di qualche regione, soprattutto del Piemonte.

Altrove vengono talvolta proposti dal mercato e venduti quasi come una curiosità alimentare (altre fotografie di capolini si trovano nella pagina seguente e alle pagine 161 e 174)

NELLA PAGINA SEGUENTE ULTERIORI ESEMPI DI INFIORESCENZE



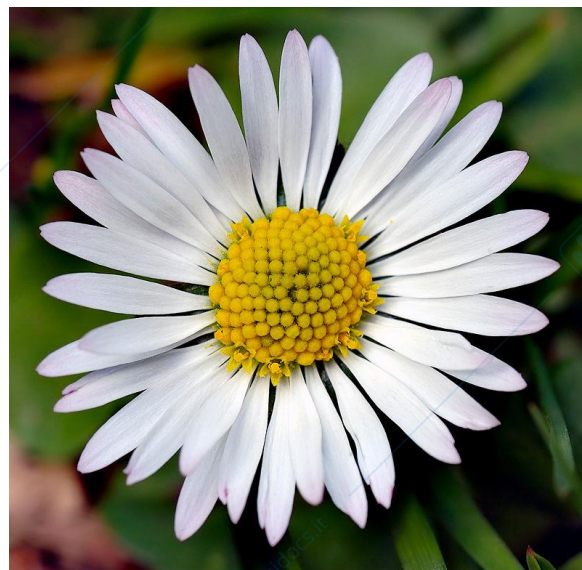
GRAPPOLO o **RACEMO SEMPLICE** di glicine e **AMENTI MASCHILI** di nocciolo che è una pianta monoica, si notino infatti anche i **rossi stimmi dei pistilli** che escono dalle gemme a fiore.



OMBRELLA SEMPLICE di geranio e **OMBRELLA COMPOSTA** di *Peucedanum venetum*



SPIGHE di piantaggine



CAPOLINO di pratolina

FRUTTO

Come accennato nelle pagine precedenti, **dopo la fecondazione dalle pareti dell'ovario del fiore delle Angiosperme si forma il frutto e dagli ovuli i semi.**

Le altre parti del fiore non più utili disseccano e cadono.

In generale nel frutto distinguiamo tre strati: **ESOCARPO**, **MESOCARPO** ed **ENDOCARPO** che insieme formano il **PERICARPO** che avvolge il seme o i semi. ("*carpo*" vuol dire frutto; *eso-*, *meso-*, *endo-* indicano chiaramente la posizione dello strato). Talvolta questi tre strati sono molto evidenti, per esempio nella pesca essi corrispondono a buccia, polpa e nocciolo contenente il seme. Molte altre volte invece tali strati sono assai meno distinguibili.

La funzione del frutto è quella di **proteggere ed accompagnare lo sviluppo dei semi e degli embrioni** in essi contenuti. Il frutto inoltre favorisce la **DISSEMINAZIONE**, utile per la diffusione della specie e per ridurre i fenomeni di concorrenza intraspecifica (all'interno della stessa specie) che avremmo invece se le nuove piantine nascessero ai piedi della pianta madre.

Quando i semi sono pronti per la disseminazione il frutto è maturo.

Parecchie sono le modalità di disseminazione :

1) **DISSEMINAZIONE ZOOCORA** (con gli animali) : nei frutti che devono attrarre animali il fenomeno della maturazione è assai vistoso: da verdastro, duro e di cattivo sapore il frutto diventa colorato, più morbido e dolce; si paga così all'animale che se ne ciberà il pedaggio per il trasporto dei semi, anche se una percentuale di questi potrà in certi casi essere distrutta. Altre volte il frutto si aggancia con degli uncini alla pelliccia (*o ai vestiti!*) di un animale di passaggio, in questo caso il trasporto è gratuito e il frutto infatti non è commestibile. Uncinati sono per esempio i frutti della BARDANA (*Arctium lappa*).

2) **DISSEMINAZIONE AUTOCORA O AUTONOMA** : in molte piante tra le meno specializzate i semi cadono semplicemente al suolo, alcuni isolati ed altri ancora parzialmente racchiusi dal frutto (per esempio nel castagno). E' comunque possibile che in un secondo momento siano ancora gli animali a diffondere i semi.

Particolare è il caso dell'arachide (*Arachis ipogea*): il peduncolo che sostiene il frutto si accresce verso il basso così da affondare frutto e semi nel terreno. Qualche altra pianta si comporta in modo simile.

3) **DISSEMINAZIONE ANEMOCORA** (col vento): alcune volte è l'intero frutto contenente il seme ad essere alato o fornito di altre strutture atte al volo, per esempio nell'olmo, nell'acero, nel frassino e nel soffione. Altre volte il volo è affidato ai singoli semi e sono quindi i semi stessi ad essere alati (come nel caso dell'abete rosso) o forniti di fiocchi di peli come nel cotone e nei pioppi.

4) **DISSEMINAZIONE IDROCORA** (con l'acqua): ricordiamo nelle nostre acque dolci la ninfea e in acque di mare esotiche le mangrovie e le noci di cocco.

5) **DISSEMINAZIONE ANTROPOCORIA** (fatta dall'uomo): l'uomo stesso ha diffuso un gran numero di specie vegetali importanti come alimento o come ornamento, oppure per il legno o per qualche altro motivo.

Solo a titolo di esempio, perché il numero di piante diffuso dall'uomo è veramente alto, ricordiamo il mais, la patata, il pomodoro e il tabacco dalle Americhe e il frumento dal vicino oriente.

Involontariamente l'uomo ha anche diffuso malattie, piante infestanti e insetti parassiti. Per esempio il papavero si è diffuso insieme alle coltivazioni di frumento dalle regioni d'origine comprese tra l'Iran ed il Pamir. Comunque è sempre un grosso rischio di portata imprevedibile introdurre specie esotiche: i risultati sono spesso devastanti per la vegetazione autoctona (spontanea in una certa regione) e quindi per tutto l'ecosistema.

6) DISSEMINAZIONE MECCANICA : alcune piante lanciano i propri semi anche ad alcuni metri di distanza. Nel **COCOMERO ASININO** (*Echium elaterium* – *fotografia a lato*) la pressione interna al frutto, conseguenza dell'osmosi, provoca una sorta di “esplosione” e il contenuto mucillaginoso con i semi è disperso tutt'intorno attraverso una piccola lacerazione del robusto involucro esterno.



Nella viola, nell'acetosella, nelle *caroline* durante la maturazione del frutto i tessuti invece si disseccano e si ritirano creando delle forti tensioni, finché al minimo tocco oppure anche spontaneamente una specie di piccolo scoppio getta i semi a notevole distanza.

TIPI DI FRUTTI

Prima due brevi precisazioni banali ma forse non inutili. **Per il botanico non esiste differenza tra frutta e verdura** : una melanzana è un vero frutto quanto una pesca, anche se non è dolce. Inoltre per la botanica i “**frutti secchi**”, dei quali parliamo tra breve, sono una cosa completamente diversa dalla “**frutta secca**” commercialmente intesa: per esempio il mandorlo e il pesco producono lo stesso tipo di frutto carnoso, la DRUPA, solo che della mandorla mangiamo quello che di una pesca buttiamo, cioè il seme contenuto nel nocciolo.

Vediamo ora i tipi principali di frutti :

FRUTTI: VERI FRUTTI - FALSI FRUTTI o POMI

La prima distinzione è tra frutti veri e falsi frutti o pomi.

Nel primo caso il frutto deriva solo dall'ovario del fiore, nel secondo anche dal ricettacolo che avvolge l'ovario, che sarà quindi infero (vedi le figure a pag. 45).

In questi fiori dopo la fecondazione ovario e ricettacolo si accrescono insieme.

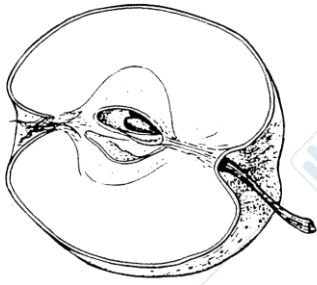
Il risultato lo vediamo per esempio in una mela o in una pera: la parte che mangiamo deriva dal ricettacolo, la parte invece che contiene i semi e che scartiamo deriva dall'ovario

Una seconda distinzione tra i frutti veri è la seguente :

FRUTTI VERI: FRUTTI CARNOSI E FRUTTI SECCHI

Per la distinzione bisogna osservare il frutto a maturità, cioè quando i semi sono completamente sviluppati e pronti per la disseminazione. Se a questo punto il frutto è ancora più o meno polposo e idratato è un frutto carnoso, se invece tutte le cellule del frutto sono disidratate e quindi morte e di vivo ci sono solo i semi con gli **embrioni** in essi contenuti, allora è un frutto secco.

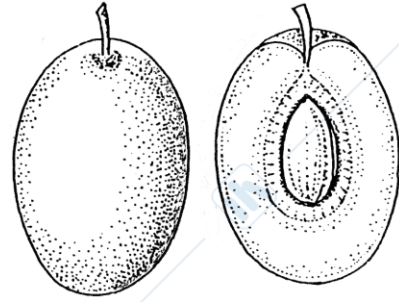
FRUTTI CARNOSI



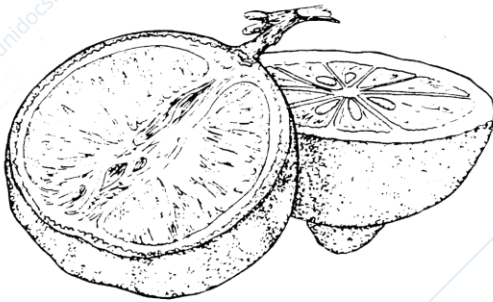
FALSO FRUTTO (mela)



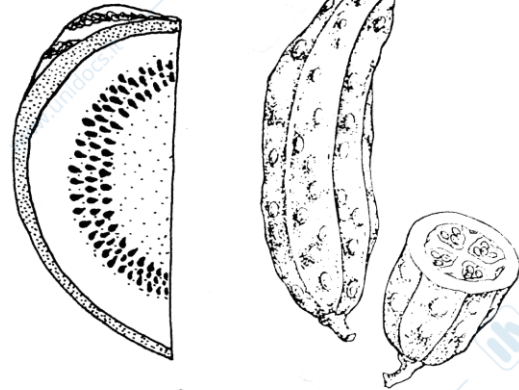
BACCA (pomodoro)



DRUPA (oliva)



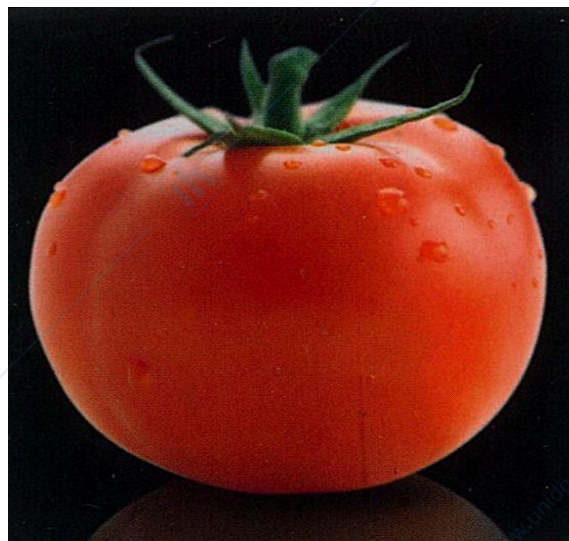
ESPERIDIO (limone)



PEPONIDE (anguria - cetriolo)

DRUPA Frutto carnoso caratterizzato da un esocarpo membranoso (buccia), un mesocarpo carnoso (polpa) e un endocarpo legnoso (il nocciolo) contenente un solo seme. Esempi: pesca, albicocca, ciliegia, prugna, mandorla, oliva.

BACCA Frutto simile alla drupa, ma anche l'endocarpo è carnoso o addirittura gelatinoso. Esempi: pomodoro, peperone, melanzana, uva, caki, datteri, ribes, banana.

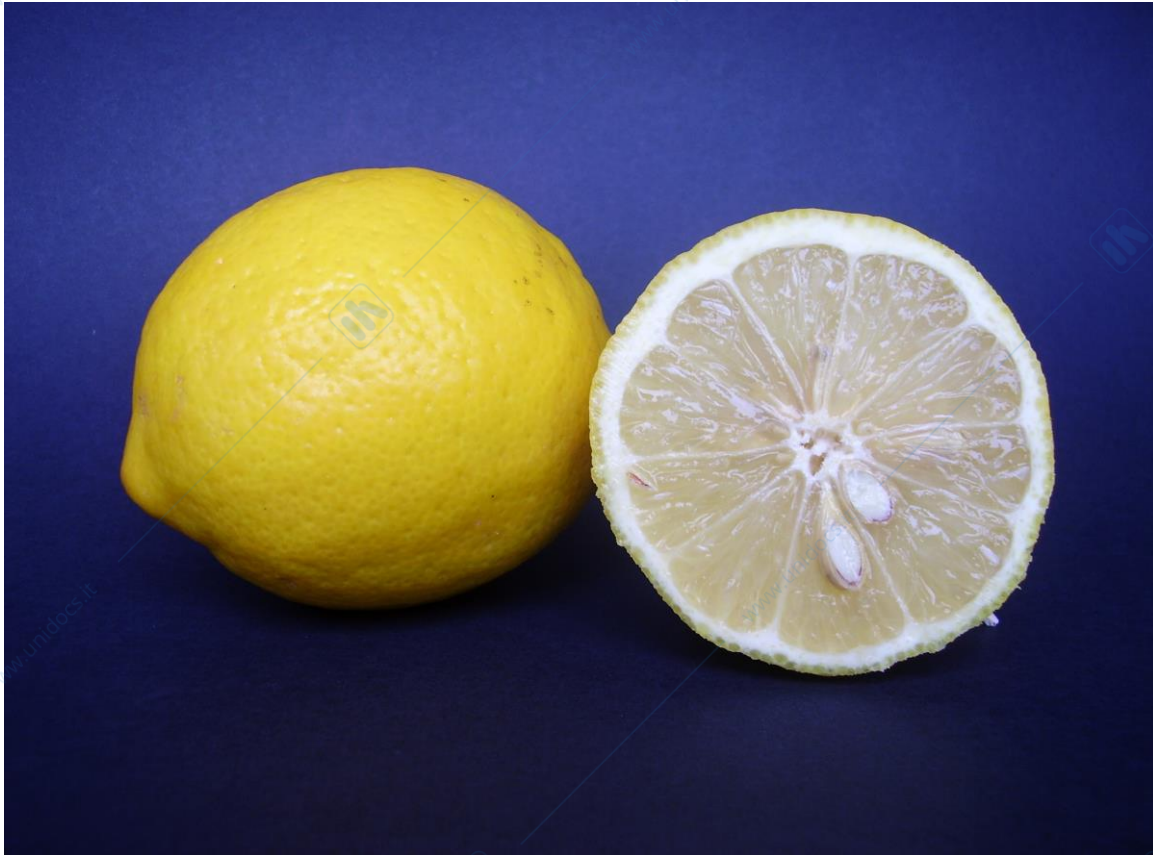


PEPONIDE E' caratterizzato da uno spesso esocarpo duro (buccia), meso ed endocarpo carnosì con numerosissimi semi. Esempi: anguria, melone, zucca, zucchina, cetriolo.

ESPERIDIO Epicarpo vivacemente colorato e profumato per la presenza di molte tasche secretrici che producono oli essenziali, mesocarpo sottile (a eccezione del cedro) di aspetto bianco e spugnoso, endocarpo a spicchi pieni di peli succulenti e carnosì con semi.

Sono esperidi i frutti di ogni tipo di pianta d'agrumi: arancio, limone, mandarino, pompelmo, cedro, bergamotto, chinotto.

Il nome *esperidio* è di derivazione mitologica: Giove, il padre degli dei, goloso e geloso degli agrumi avuti in dono, li affidò alle NINFE ESPERIDI perché li coltivassero nel loro giardino: dal nome di tali ninfe deriva il nome del frutto.



Il limone e tutti i frutti degli agrumi sono ESPERIDI

Altri frutti di aspetto carnoso ma più particolari sono i seguenti :

MORA E' un *frutto composto* formato da molte piccole drupe e deriva da un fiore con molti pistilli, per esempio il lampone e la mora .

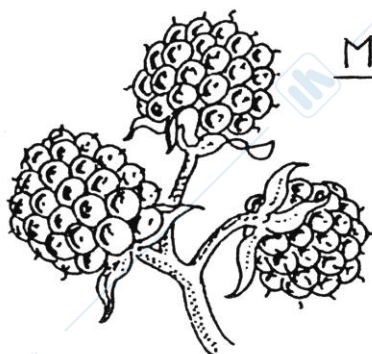
FRAGOLA La parte rossa deriva dal ricettacolo, i puntini sono numerosissimi frutti (*acheni*, vedi oltre). Anche la fragola deriva quindi da un fiore con molti pistilli e anch'essa è un *frutto composto* .

SICONIO E' il frutto del FICO; il *siconio* è un *frutto multiplo* : buona parte di esso è formato da un ricettacolo carnoso a forma di piccola pera, cavo all'interno e tappezzato da un gran numero di minuscoli fiori che a maturità si trasformano in piccoli *acheni*. Nel frutto del fico, nella parte opposta rispetto al peduncolo, un poro consente il passaggio a dei piccolissimi e specializzati insetti impollinatori.

SOROSIO E' il frutto del gelso, abbastanza simile alla mora come aspetto, ma in effetti è un *frutto multiplo* : è formato da più frutti parzialmente concresciuti che a loro volta derivano dagli ovari di molti fiori portati da un singolo ricettacolo.

ANANASSO E' il nome di un tipo di infruttescenza e non solo di una pianta.

BALAUSTIO E' il frutto del melograno; tale frutto è diviso in più cavità con molti semi rivestiti da uno spesso strato di cellule con pareti molto ricche di pectine e molto idratate.



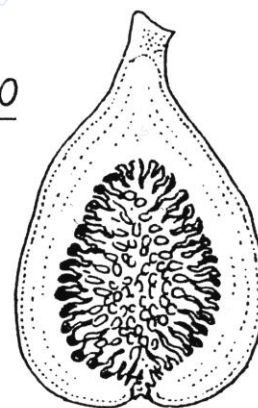
MORA



SOROSIO
(gelso)



FRAGOLA



SICONIO
(fico)

FRUTTI COMPOSTI

DERIVANO DA UN FIORE
CON MOLTI PISTILLI

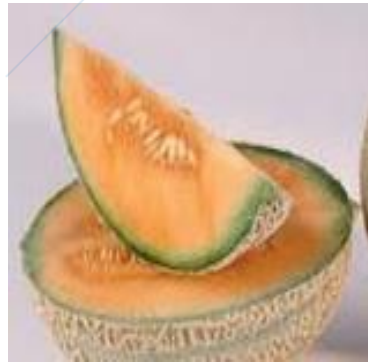
FRUTTI MULTIPLI

DERIVANO DA MOLTI FIORI
RIUNITI IN UN UNICO RICETTACOLO

FOTOGRAFIE DI FRUTTI CARNOSI, COMPOSTI, MULTIPLI



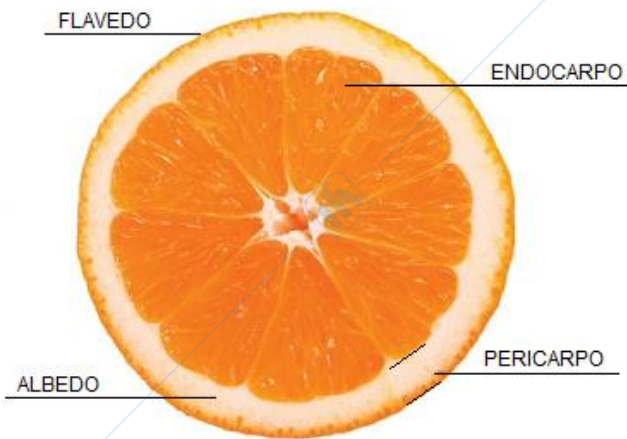
DRUPA (PESCA)



PEPONIDE (MELONE)



BALAUSTIO (MELOGRANO)



ESPERIDIO (ARANCIA)



FRUTTO COMPOSTO (FRAGOLA)



FRUTTO COMPOSTO
(MORA)

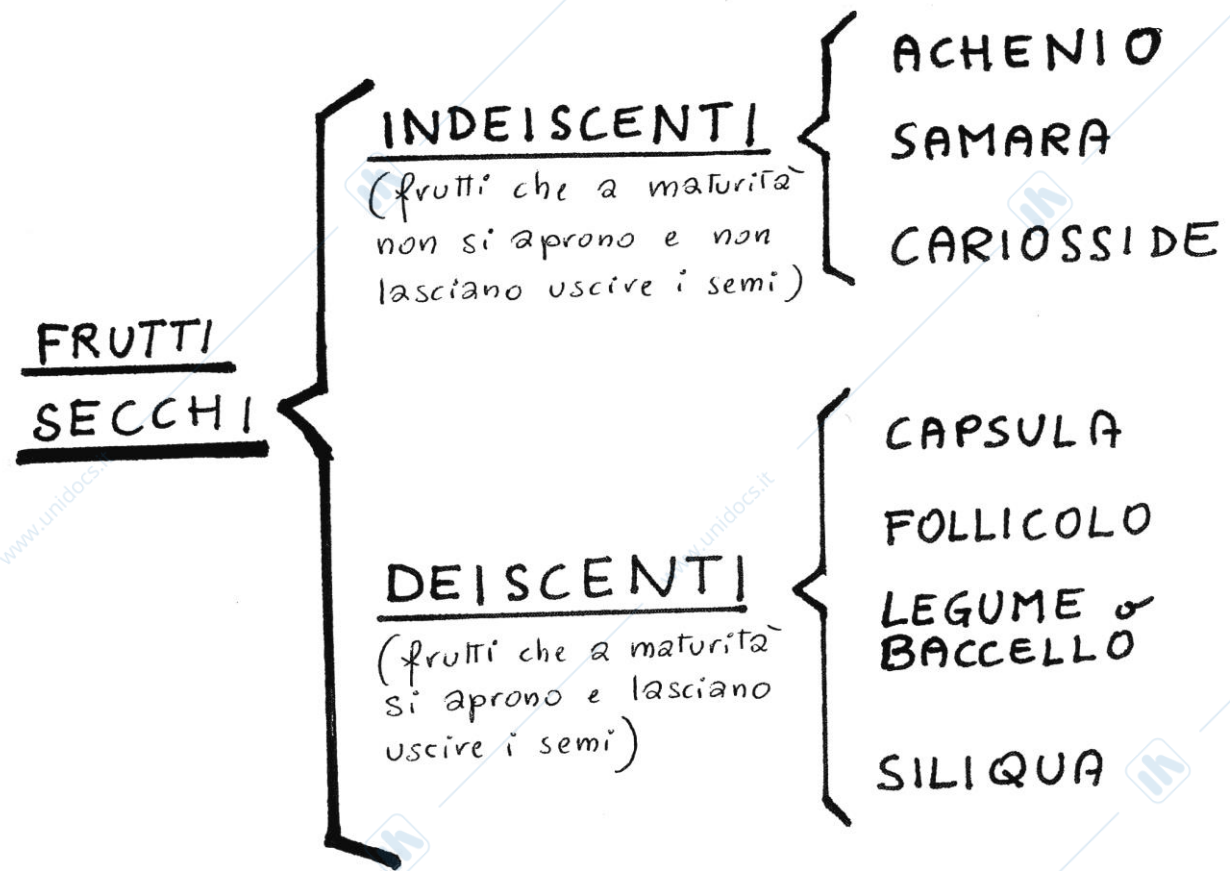


FRUTTO MULTIPLO
(SICONIO DEL FICO)



FRUTTO MULTIPLO
(SOROSIO DEL GELSO)

FRUTTI SECCHI



ACHENIO frutto a guscio coriaceo o legnoso con seme poco aderente al frutto. Per esempio: nocciolo, girasole, soffione.

SÁMARA è una specie di achenio alato. Per esempio: olmo, acero, frassino.

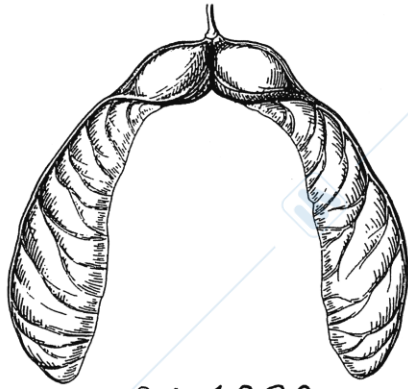
CARIOSSIDE è un frutto coriaceo con seme saldato al frutto. Per esempio: riso, mais, orzo, frumento, segale.

CAPSULA di forma sferica o allungata, con uno o più loculi (cavità interne), si apre per mezzo di più fenditure o fori. Per esempio: papavero, viola.

FOLLICOLO è un frutto uniloculare, si apre con una sola fenditura. Per esempio: peonia, elleboro.

LEGUME frutto allungato, uniloculare, si apre a maturità in due *valve* per mezzo di due fenditure; i semi sono attaccati alle *valve*. Per esempio: pisello, cece, fagiolo, lenticchia, fava. Questo frutto è anche detto **BACCELLO**.

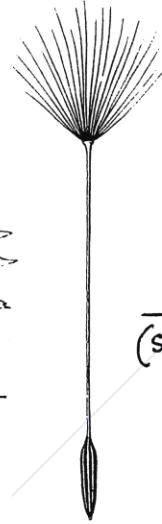
SILIQUA simile nell'aspetto esteriore a un legume, è però internamente divisa da un setto longitudinale; i semi sono attaccati a tale setto. Per esempio: il cavolo e altre piante della famiglia delle *crucifere*.



SAMARA
(acero)



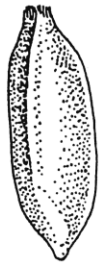
ACHENIO
(nociola)



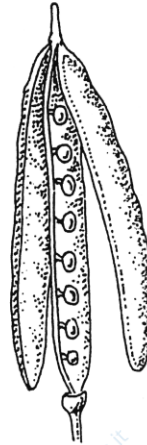
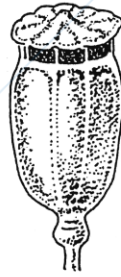
ACHENIO
(soffione - Tarassaco)



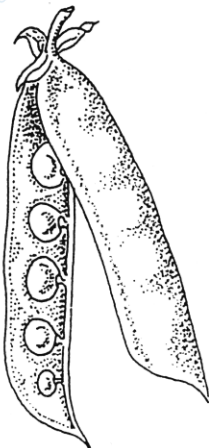
CARIOSSIDI
(mais e frumento)



CAPSULA
(papavero)



SILIUQA e
SILIUQUETTA
(cavolo e fam. crucifere)



LEGUME o BACCELLO
(fagiolo, ceci eccetera)



CAPSULE
(la seconda di viola)



FOLLICULO

FOTOGRAFIE DI FRUTTI SECCHI



SAMARA (Olmo)



SAMARA (Acero)



ACHENI (Girasole)



CAPSULA



SILIQUA (Fam. Crucifere)



CARIOSSIDI (Mais)



BACCELLO (Pisello – Fam. Leguminose)

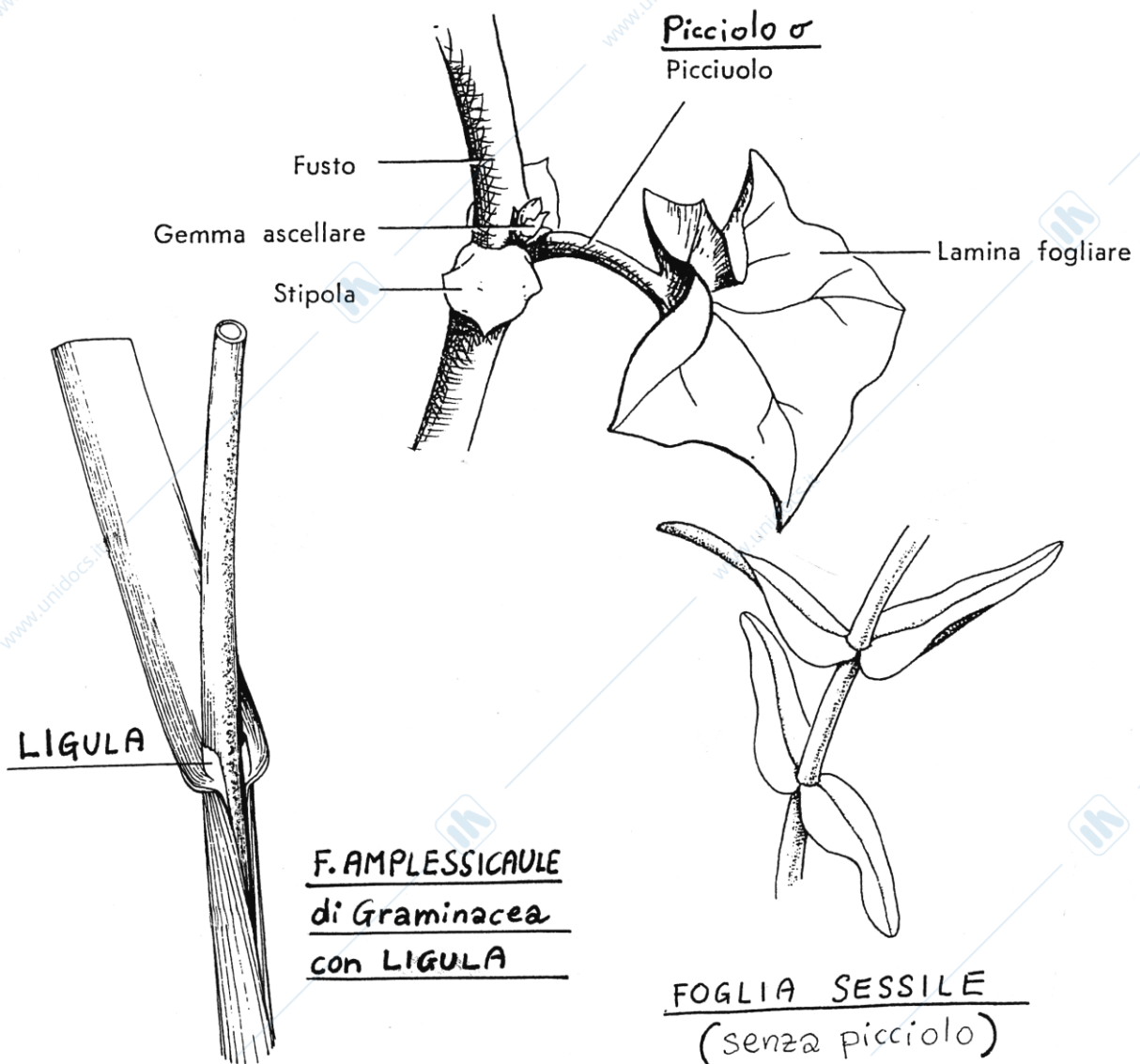


FOLLICOLO (Oleandro)

FOGLIA

ASPETTO GENERALE

Le foglie hanno dimensioni e forme molto diverse, ma in generale presentano una parte espansa detta LAMINA o LEMBO, un PICCIOLO (o PICCIUOLO) e alla base di questo un paio di STIPOLE. Le stipole, non sempre presenti, in certi casi sono persistenti e anche assai espanse, come nel pisello, ma in generale sono piccole e caduche. Non sempre la foglia è completa di tutte le sue parti, ad esempio può mancare il picciolo e in questo caso la foglia si dice SESSILE. La conformazione della foglia è inoltre molto variabile nei diversi gruppi vegetali. Nella maggior parte delle *conifere* non si ha distinzione di parti e le foglie sono *aghiformi*.



FUNZIONI

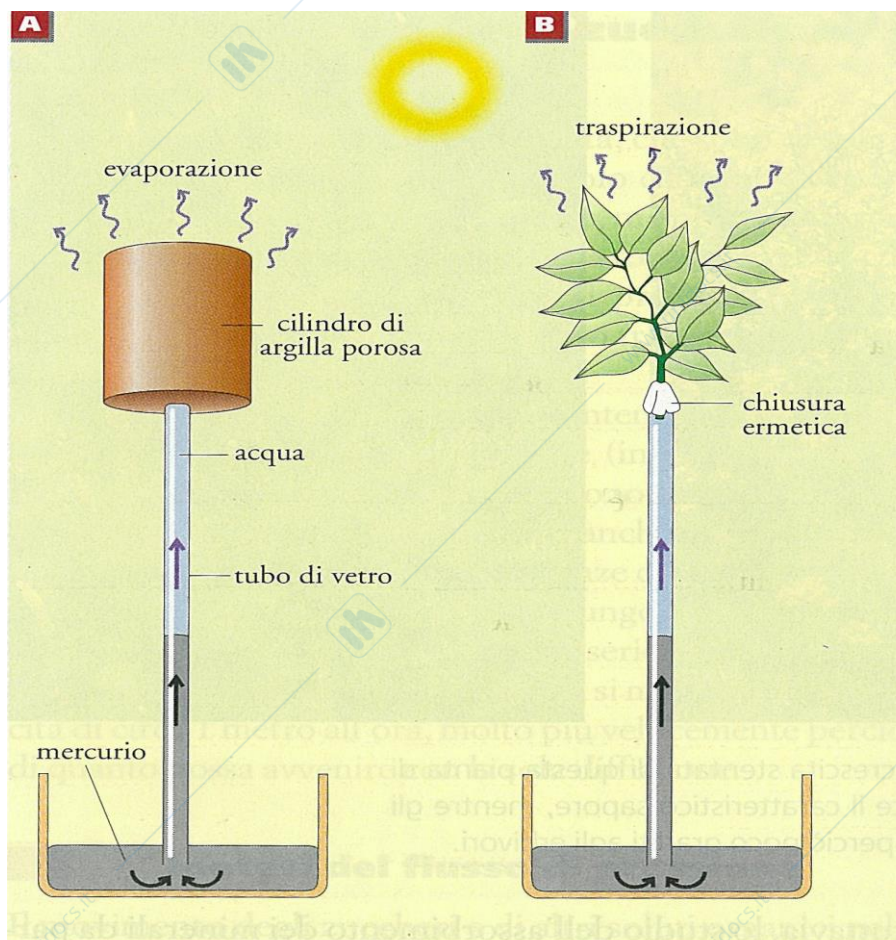
La funzione principale delle foglie è, con ogni evidenza, la *fotosintesi*, quindi le foglie sono la FABBRICA DEL CIBO della pianta. La pianta approfitta inoltre delle foglie prossime a cadere per *accumulare in esse un po' di sostanze di rifiuto* di cui disfarsi.

Le foglie sono essenziali anche nel *meccanismo di risalita della linfa*. Infatti la linfa risale fino alla cima delle piante perché viene “*risucchiata dall'alto*” dall'acqua che evapora dalle foglie. Il fenomeno in qualche modo assomiglia (anche se naturalmente la “*forza motrice*” è completamente diversa!) a quello che succede quando si sorbisce una bibita mediante una cannuccia.

Per capire quanto accade, ricordiamo che l'acqua scorre in sottilissimi tubicini (le *trachee* e le *tracheidi* dello xilema) e che le molecole d'acqua sono unite tra di loro (COESIONE) grazie al PONTE IDROGENO. Di conseguenza ogni molecola d'acqua che evapora trascina verso l'alto, come una lunga e sottilissima catenella, tutte le molecole sottostanti fino ai peli radicali. A dimostrazione di quanto affermato, nei vasi dello xilema c'è una **PRESSIONE NEGATIVA**, cioè una pressione minore di quella atmosferica. Infatti se incidiamo lo xilema di una pianta in attiva traspirazione, dalla ferita non sgorga linfa. Non solo: se poniamo una goccia d'acqua sull'incisione, essa verrà risucchiata all'interno della pianta.

E' importante notare che per la risalita della linfa la pianta sfrutta abilmente dei fenomeni fisici e l'energia del Sole, senza alcun dispendio d'energia e quindi di ATP da parte sua.

La figura sottostante illustra un esperimento con il quale si può dimostrare che la salita della linfa è una conseguenza di soli fenomeni fisici e non biologici.

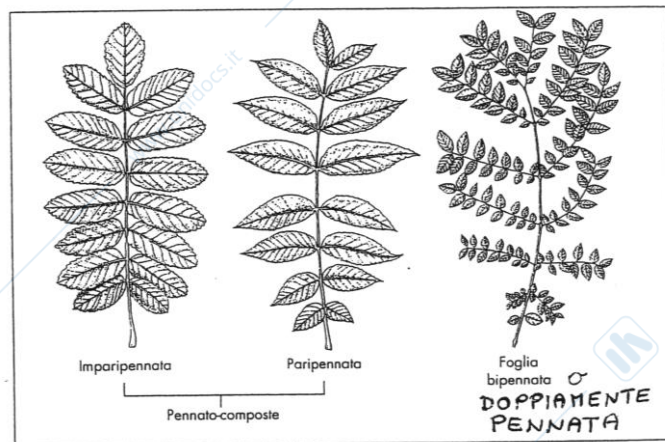


FOGLIE SEMPLICI e COMPOSTE

Una foglia si dice **SEMPLICE** quando il lembo è costituito da un unico pezzo, anche se può presentare profondi SENI FOGLIARI (ovvero le rientranze della lamina) che non arrivano tuttavia a suddividerlo in parti separate.

Se invece il lembo è diviso in parti più piccole e separate chiamate FOGLIOLINE, la foglia si dice **COMPOSTA**. Tra le foglie composte le più comuni sono le **PALMATE**, con le foglioline tutte inserite nello stesso punto posto alla fine del picciolo (per esempio ippocastano) e le **PENNATE** quando le foglioline sono disposte a coppia lungo un asse portante detto RACHIDE (robinia, noce ...). Le *foglie pennate* possono essere **IMPARIPENNATE** oppure **PARIPENNATE** rispettivamente quando terminano con 1 o con 2 foglioline.

Esistono anche le foglie **DOPPIAMENTE PENNATE**, comuni per esempio tra le felci.



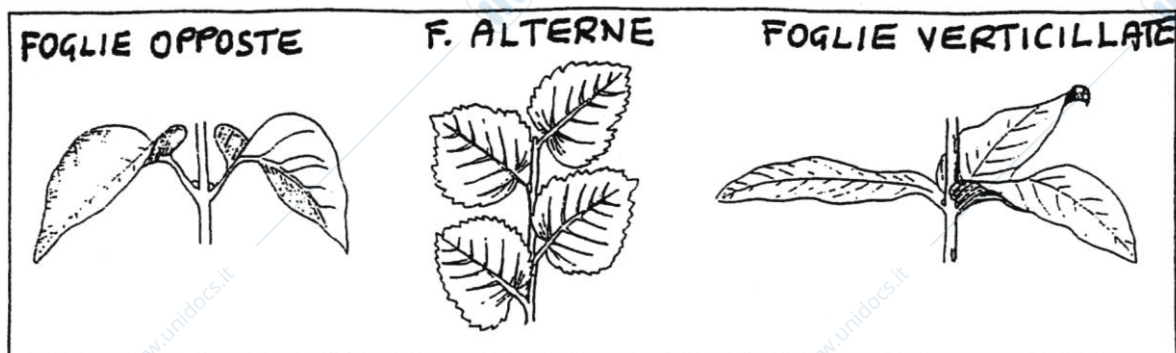
ESEMPI DI FOGLIE COMPOSTE (nella fotografia una foglia composta PALMATA di ippocastano, vista da sotto)

FILLOTASSI

La fillotassi è la disposizione delle foglie lungo il fusto per ricevere nell'insieme la maggior quantità di luce possibile. I modelli più comuni sono:

- | | |
|----------------------------|----------------------------|
| FOGLIE ALTERNE | una sola foglia per nodo. |
| FOGLIE OPPOSTE | due foglie per nodo. |
| FOGLIE VERTICILLATE | tre o più foglie per nodo. |

*(Si ricorda che il **nodo** è il punto di inserzione delle foglie sul fusto)*





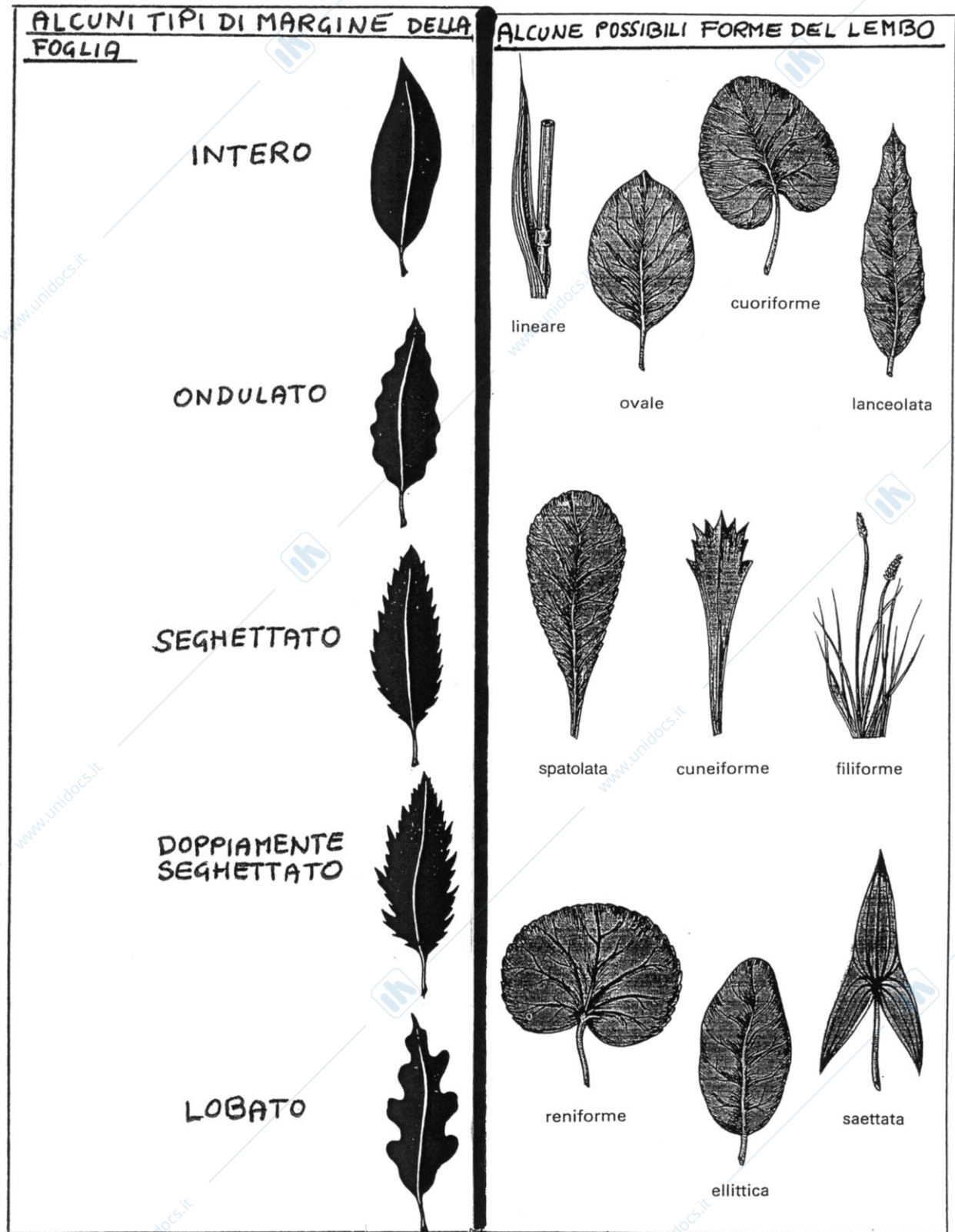
ESEMPI DI FILLOTASSI, nell'ordine: FOGLIE OPPOSTE (basilico) – FOGLIE SPARSE (olmo) e un esempio di FOGLIE VERTICILLATE (in questo caso con sette foglie sullo stesso nodo)



Un esempio di foglia IMPARIPENNATA (sorbo) e DOPPIAMENTE PENNATA (mimosa)

FORMA DEL LEMBO E DEL SUO MARGINE

La variabilità è grande e di conseguenza molti sono gli aggettivi corrispondenti alle diverse morfologie. Ci limiteremo ad alcuni tipi frequenti.



ALCUNI ESEMPI DI FOGLIE SEMPLICI E DEI LORO MARGINI



Foglia lanceolata con margine dentato di castagno (si noti anche l'amento maschile che produrrà polline molto abbondante)



Foglia cuoriforme a margine intero di tamaro



Foglia con margine lobato di quercia

NERVATURE DELLE FOGLIE E DISPOSIZIONE

Nelle nervature, come anche nel picciolo, troviamo principalmente XILEMA, FLOEMA e TESSUTO MECCANICO, soprattutto COLLENCHIMA ma anche FIBRE.

Ci sono nervature principali e nervature secondarie, ma nella maggior parte dei casi nelle MONOCOTILEDONI esse si mantengono tra loro parallele (FOGLIA PARALLELINERVIA) mentre nelle dicotiledoni **quasi sempre** formano una fitta rete (FOGLIA RETINERVIA).

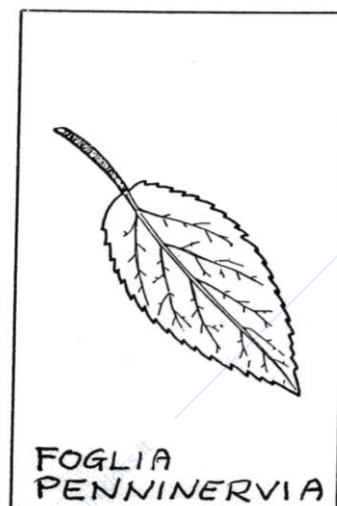
Le nervature possono essere anche disposte ai lati della nervatura principale come le *barbule* delle penne degli uccelli (FOGLIA PENNINERVIA); comuni sono anche le foglie PALMINERVIE, sempre tra le *dicotiledoni*.



Foglia retinervia o reticolinervia di una Dicotiledone

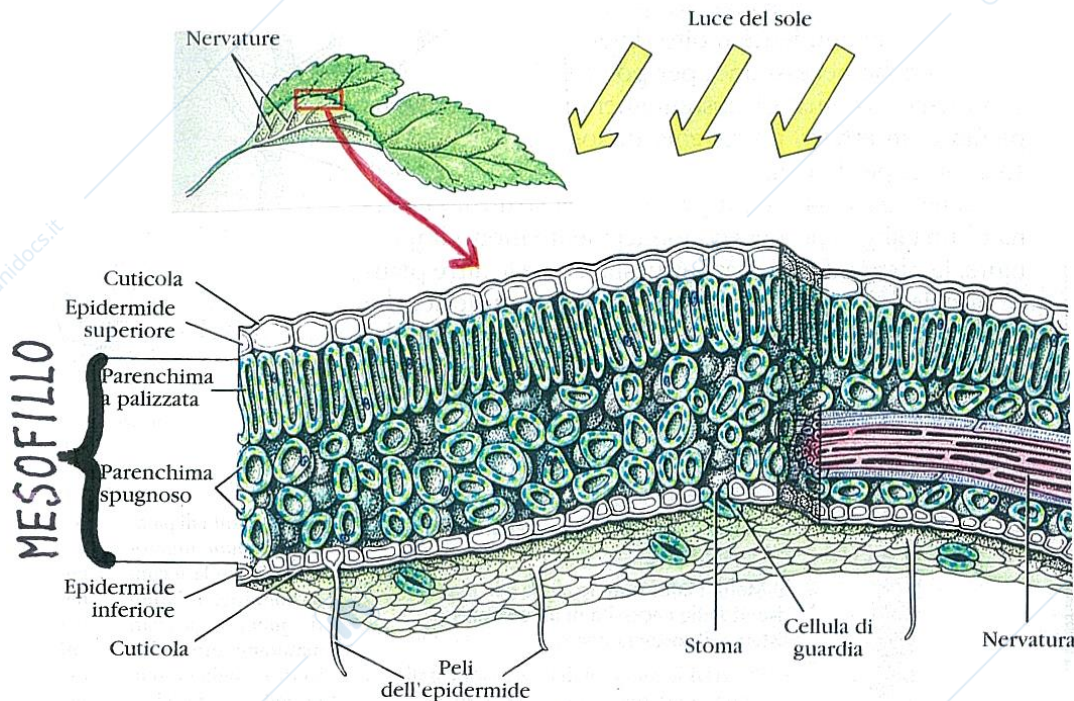


Foglia parallelinervia di Monocotiledone (in questo caso una Graminacea)

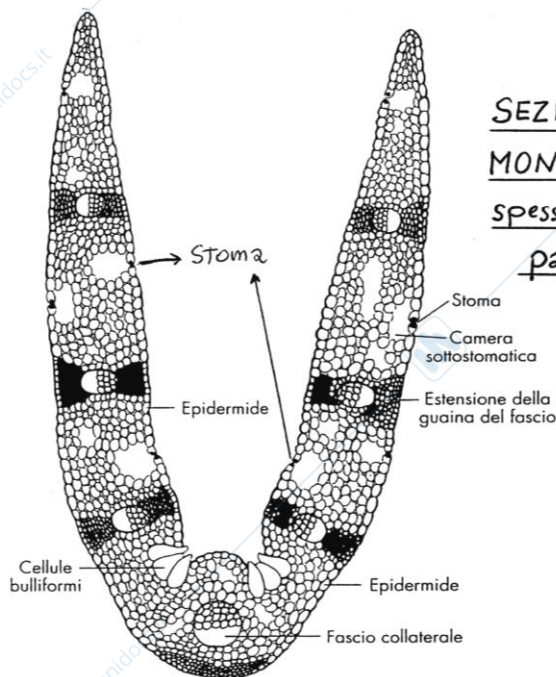


MESOFILLO

Il mesofillo è lo strato della foglia compreso tra le due epidermidi fogliari ed è la parte specializzata per la FOTOSINTESI. Nelle **DICOTILEDONI** di solito il mesofillo è distinto in PARENCHIMA A PALIZZATA E PARENCHIMA SPUGNOSO e gli STOMI SONO concentrati soprattutto nella pagina inferiore. Il mesofillo delle **MONOCOTILEDONI** invece è di solito più omogeneo, spesso senza distinzione tra *parenchima a palizzata* e *lacunoso*, gli stomi inoltre si aprono abbastanza numerosi anche nell'epidermide superiore.



SOPRA : SEZIONE DI FOGLIA DI DICOTILEDONE CON IL MESOFILLO DISTINTO IN PARENCHIMA A PALIZZATA E SPUGNOSO E CON GLI STOMI SOLO NELL'EPIDERMIDE INFERIORE



SEZIONE DI FOGLIA DI UNA MONOCOTILEDONE (nelle monocot. spesso manca la distinzione tra il parenchima a palizzata e spugnoso)

ABSCISSIONE FOGLIARE

E' il fenomeno della **caduta delle foglie**. Le foglie sono dette CADUCHE o DECIDUE (e la pianta CADUCIFOGLIA) quando il fenomeno riguarda tutte le foglie ed è concentrato in un breve periodo, nei nostri climi nei mesi di ottobre e novembre.

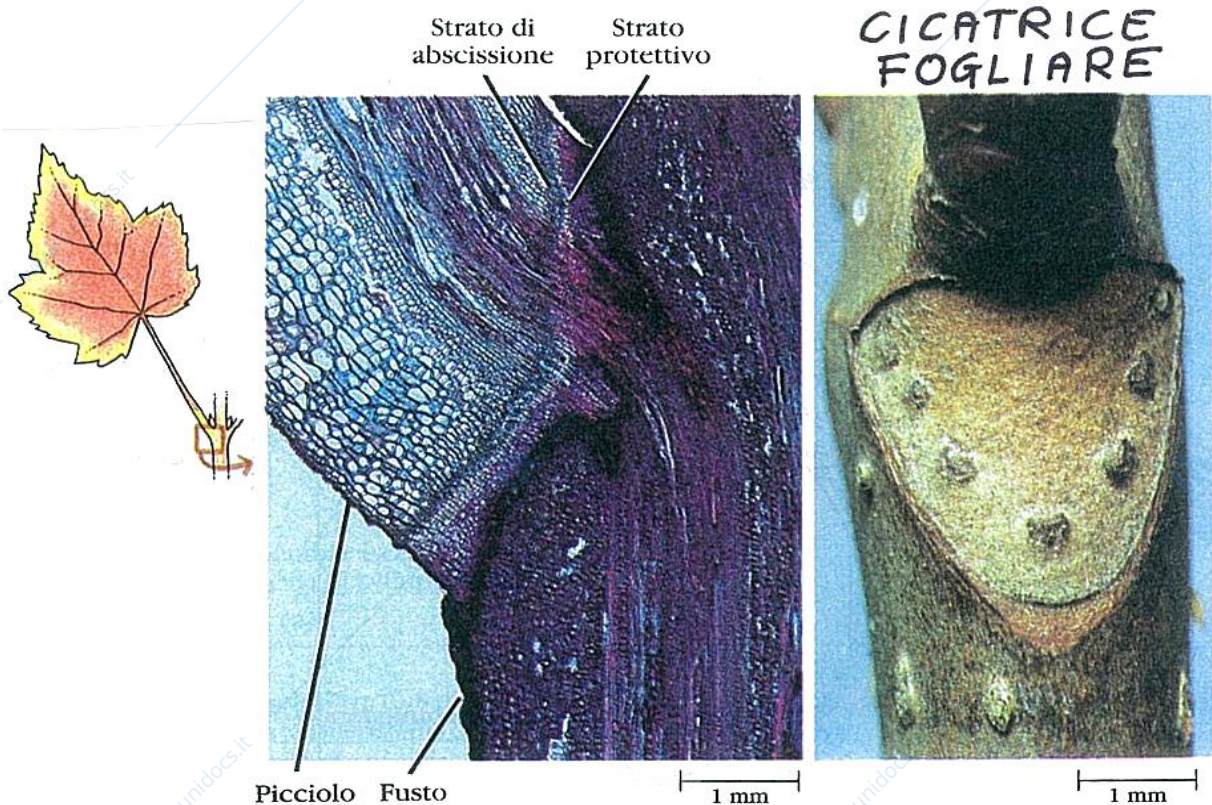
Le foglie sono invece dette PERSISTENTI (e la pianta SEMPREVERDE) se durano più di una stagione vegetativa. In questo caso i rami sono sempre ricoperti da un numero più o meno costante di foglie, le quali vengono sostituite gradualmente.

Affinché la foglia a un certo punto si stacchi, si deve formare alla base del picciolo uno strato di cellule deboli e con pareti sottili, destinate a una facile rottura, cosa che comporterà la caduta della foglia stessa. Questo strato è detto STRATO DI ABSCISSIONE.

Alle sue spalle verso la pianta c'è invece uno strato protettivo di CELLULE MORTE SUBERIFICATE che sarà visibile, alla caduta della foglia, sotto forma di CICATRICE FOGLIARE. Questo strato protettivo impedisce l'entrata ai patogeni, soprattutto fungini, che però potranno approfittare dei vasi del tessuto conduttore spezzati (ben visibili nella seconda delle fotografie sottostanti) che per un po' di tempo rimarranno aperti.

Prima della caduta comunque la pianta rimuove tutto quello che di utile la foglia ancora contiene (sostanze nutritive e soprattutto la clorofilla) e accumula invece in essa un po' di prodotti di rifiuto. Diventano evidenti, perché non vengono rimossi, i **pigmenti antociani** e i **carotenoidi**, prima mascherati dall'abbondanza di clorofilla verde che impediva di vedere i colori rossi e giallo-arancione degli altri pigmenti. In diverse specie, proprio nel periodo di tempo che precede l'abscissione, viene molto intensificata la produzione di antociani.

L'insieme di queste cose comporta il **cambiamento di colore** delle foglie in autunno, spesso così spettacolare. (vedi la figura della pagina seguente).





MODIFICAZIONI DELLA FOGLIA PER SVOLGERE PARTICOLARI FUNZIONI

Nel seme sono contenuti i **COTILEDONI** che sono delle foglie profondamente modificate molto ricche di sostanze di riserva quali amido, olio ed anche una certa quantità di proteine, e infatti i cotiledoni sono la parte della pianta più ricca di proteine. I cotiledoni nutrono la piantina quando, appena germinata, non può ancora fare fotosintesi. Di solito con il tempo raggrinziscono e cadono (vedi le due figure a pagina 72).

Anche i **PEZZI FIORALI** (sepali, petali, stami, pistilli) sono foglie estremamente modificate che hanno perso completamente l'aspetto e le funzioni di una foglia "normale".

Le foglie delle **PIANTE CARNIVORE** sono anch'esse delle foglie profondamente modificate per diventare attraenti nei confronti degli insetti e poi per catturarli e assimilare le sostanze nutritive in essi contenute (*vedi fotografia sottostante*).

Si ricorda che le piante carnivore sono **autotrofe e fotosintetiche**, ma in genere vivono in terreni dilavati poverissimi di azoto in forma disponibile, azoto che viene così ricavato dal corpo degli insetti catturati.



Dionaea muscipula

Le **PERULE** sono delle squame che proteggono le gemme. Per una protezione ancora più efficace, spesso le perule sono ricoperte da spessa cera oppure da secreti vischiosi e resinosi (*prima fotografia sottostante*).

Le **FOGLIE CARNOSE** di varie piante grasse hanno una funzione di riserva soprattutto di acqua ma, nel contempo, svolgono anche una normale attività fotosintetica. Sono delle foglie modificate e carnose anche quelle presenti nei **BULBI**, come in quello della cipolla, e in questo caso esse devono accumulare, oltre all'acqua, anche delle sostanze nutritive (*seconda fotografia: foglie carnose di Sedum. In copertina: Sempervivum tectorum*).

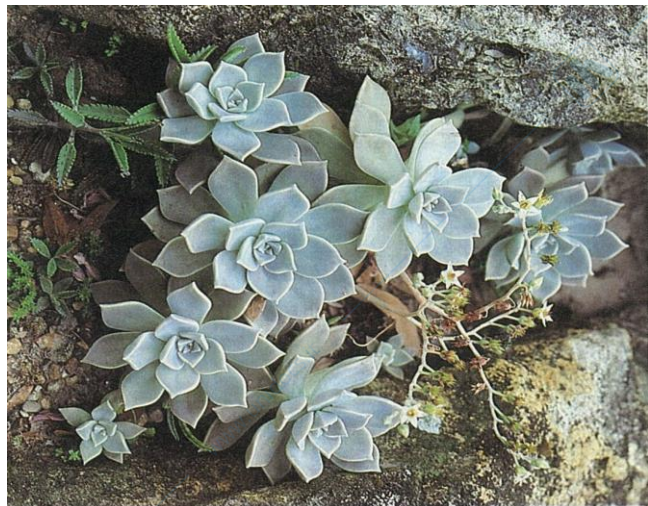
Sono delle foglie modificate i **VITICCI** come nel pisello. I *viticci* (*fotografia nella pagina seguente*) derivano anche da fusti modificati, come per esempio nel caso della vite.

Le **BRATTEE** sono delle squame che proteggono fiori o infiorescenze; per esempio sono delle brattee le squame commestibili dell'infiorescenza a capolino del carciofo.

Le **SPINE** come per esempio nei cactus ma anche in diverse piante indigene. In generale le cellule di una spina adulta sono morte e disidratate in modo che la spina stessa diventi più rigida e pungente. E' chiaro che se tutte le foglie si sono trasformate in spine, la fotosintesi sarà affidata al fusto, che infatti diventa verde per la clorofilla contenuta. Talvolta la foglia non si trasforma interamente in spina, ma diventa una **FOGLIA SPINESCENTE** in grado comunque di svolgere una normale attività fotosintetica, come nell'agrifoglio.



Perule della gemma



Foglie carnose di Sedum



Foglie modificate di piante carnivore: ascidi di Nepenthes e foglia con peli ghiandolari appiccicosi di Drosera rotundifolia





Viticcio



Spine



Fotografia di sinistra: plantula di fagiolo con evidenti i due **cotiledoni**, sulla destra della stessa fotografia si vedono le prime foglie definitive. Nella **fotografia di destra** i **cotiledoni** sono diventati verdi e fotosintetici, in mezzo ad essi si intravedono gli abbozzi delle foglie definitive. **Sotto: foglia spinesciente di agrifoglio e fantasie di vecchie riviste circa le piante carnivore.**



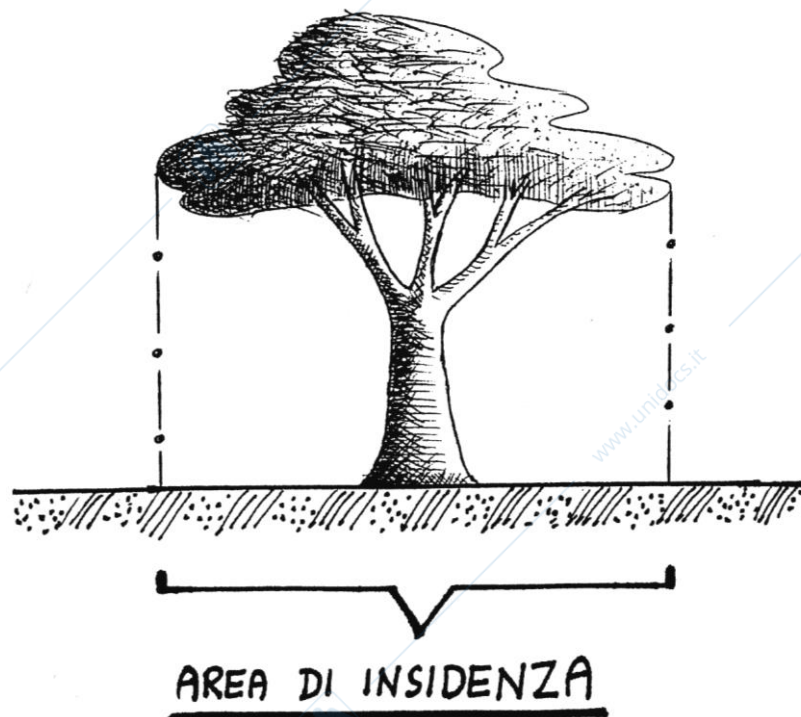
RADICE

QUATTRO sono le funzioni principali della radice:

- 1) **ANCORAGGIO** al terreno e **SOSTEGNO** per la parte epigea.
- 2) **ASSORBIMENTO** di acqua e di sali minerali.
- 3) **RISERVA** di sostanze nutritive.
- 4) **CONDUZIONE** della linfa.

DIMENSIONI DELLA RADICE

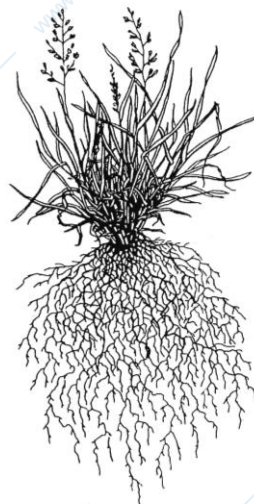
Se non ci sono ostacoli come per esempio nel caso di una pianta cresciuta in un vaso, le radici di norma superano in larghezza l'AREA DI INSIDENZA che è la proiezione della chioma sul suolo.



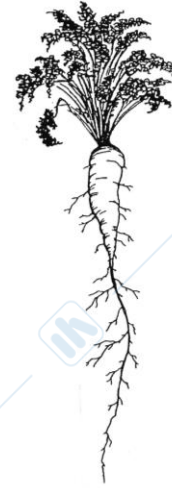
Se il terreno è ricco di sostanze nutritive ed è normalmente idratato, lo sviluppo della radice è minore, infatti la radice non avrà bisogno d'estendersi molto per trovare quanto è necessario. In genere inoltre le radici non si approfondiscono troppo perché il terreno più fertile è quello superficiale. Anche grossi alberi difficilmente hanno radici che si approfondiscono oltre i due metri o poco più. Esistono però delle eccezioni: si sono trovate infatti radici di erba medica a 6 metri di profondità e alcune acacie in zone sub-sahariane hanno sviluppato radici fino a 30 metri di profondità.

FORMA DELLA RADICE

I due modelli principali sono la **RADICE A FITTONE**, con una radice principale chiaramente individuabile dalla quale si staccano le radici secondarie, e la **RADICE FASCICOLATA**, con numerose radici tutte più o meno della stessa grandezza. La *radice a fittone* è più comune tra le **Dicotiledoni**, mentre la *radice fascicolata* è più comune tra le **Monocotiledoni**.



R. FASCICOLATA



R. A FITTONE

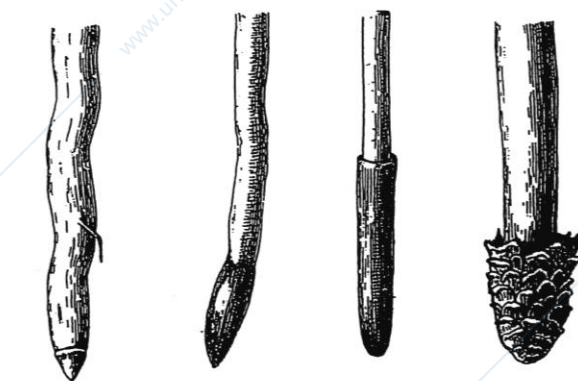
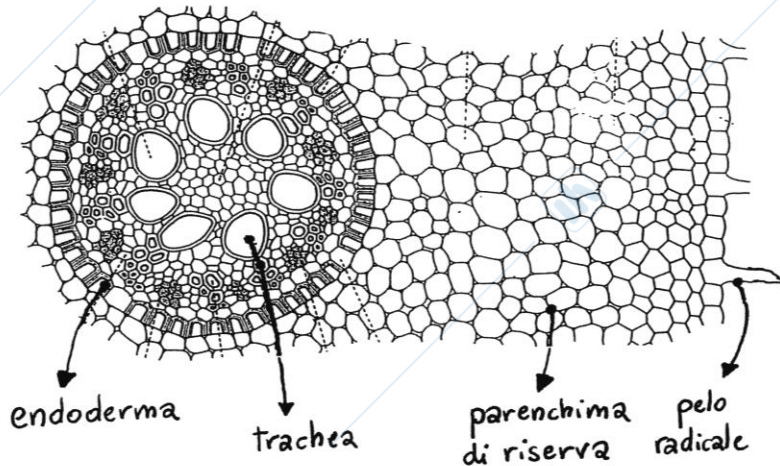
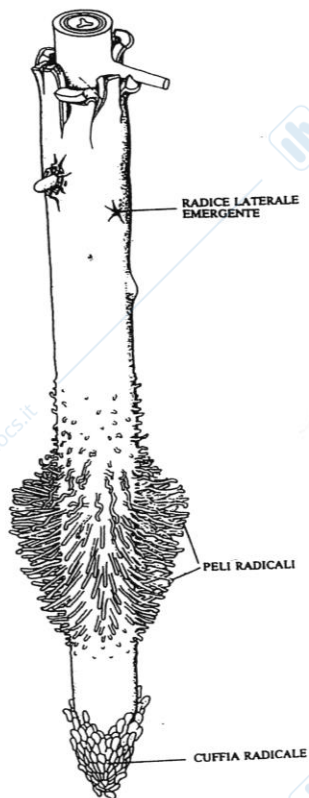
DESCRIZIONE DELLA RADICE A PARTIRE DAL SUO APICE

Partendo dall'estremità della radice troviamo in sequenza diverse parti, per le figure si veda la pagina successiva.

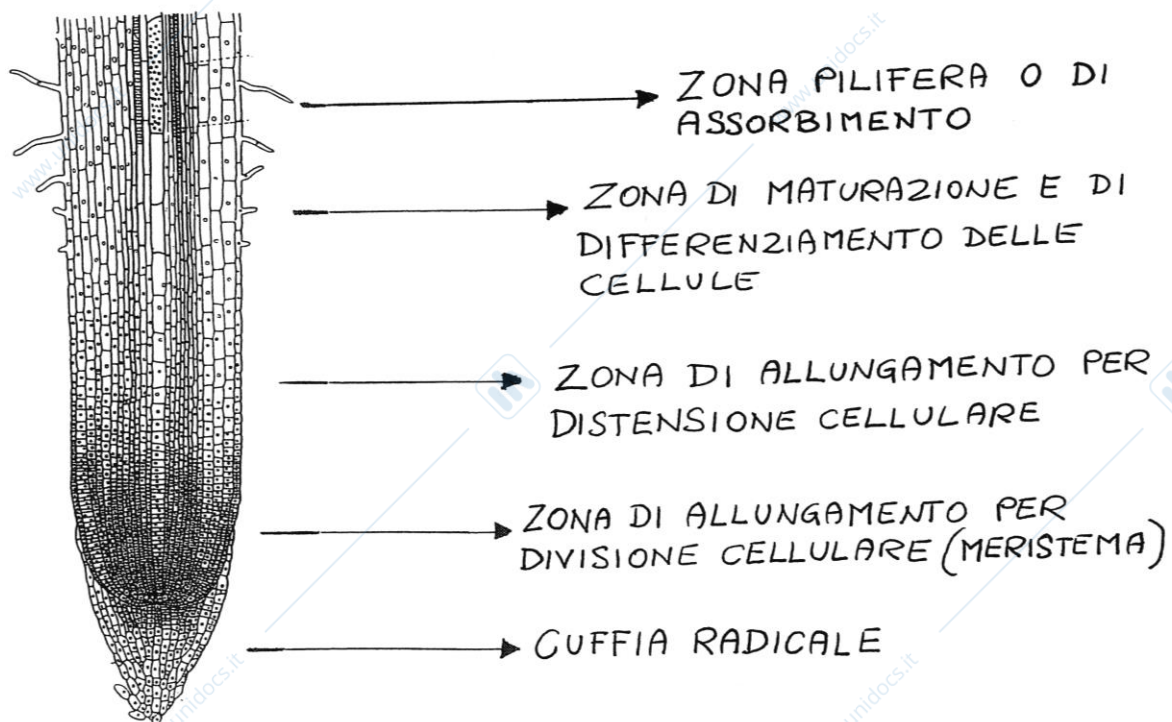
1. **CUFFIA RADICALE** La cuffia radicale ha la forma di un cappuccio e il suo compito è quello di proteggere il *meristema apicale* (vedi sotto) e inoltre favorisce la penetrazione della radice nel terreno. Infatti, a mano a mano che la radice si allunga, le cellule più esterne della cuffia muoiono e liberano un materiale mucillaginoso formato da una gelatina di polisaccaridi molto idratati prodotti dall'apparato di Golgi. La mucillagine funge da lubrificante, gli attriti diminuiscono e così la radice può avanzare facilmente tra le dure particelle di terreno o tra i sassi in esso contenuti. Nuove cellule vengono continuamente formate dal meristema sottostante per andare a sostituire le cellule assai poco longeve della cuffia.
La cuffia radicale è determinante anche nella *risposta geotropica* della radice (l'argomento è accennato alle pagine 12 e 13).
2. **MERISTEMA APICALE** Qui le cellule giovanili ed embrionali che formano il meristema stesso aumentano continuamente di numero grazie a un'intensa attività di mitosi che ha come conseguenza la crescita della radice stessa. L'allungamento della radice è continuo, salvo le interruzioni provocate dal gelo e dalla siccità estrema.
3. **ZONA DI ALLUNGAMENTO PER DISTENSIONE CELLULARE** In questa zona le cellule non aumentano più di numero ma aumentano di circa dieci volte le loro dimensioni iniziali come conseguenza del turgore (si riveda l'argomento che è accennato a pagina 8) Ovviamente anche l'aumento dimensionale delle cellule è un potente contributo per l'allungamento della radice.
4. **ZONA DI MATURAZIONE E DI DIFFERENZIAMENTO** Qui le cellule assumono forma e dimensione definitive e si specializzano in un determinato compito, per esempio trasportare la linfa oppure accumulare sostanze nutritive di riserva. In altre parole in questa zona si formano i TESSUTI che sono, per definizione, un *insieme di cellule specializzate in uno o più compiti*.
5. **ZONA PILIFERA O DI ASSORBIMENTO** In questa parte avviene l'assorbimento di acqua e di sali minerali dal terreno grazie a moltissimi PELI RADICALI (vedi pagine 26 e 27).

Ovviamente tra le diverse zone non ci sono dei confini netti e il passaggio è graduale.

SEZIONE DI RADICE



VARI TIPI DI CUFFIE RADICALI



SEZIONE DI UNA RADICE IN STRUTTURA PRIMARIA

Partendo dall'esterno, la sezione di una radice in struttura primaria presenta tre strati: **RIZODERMA - ZONA CORTICALE - CILINDRO CENTRALE**.

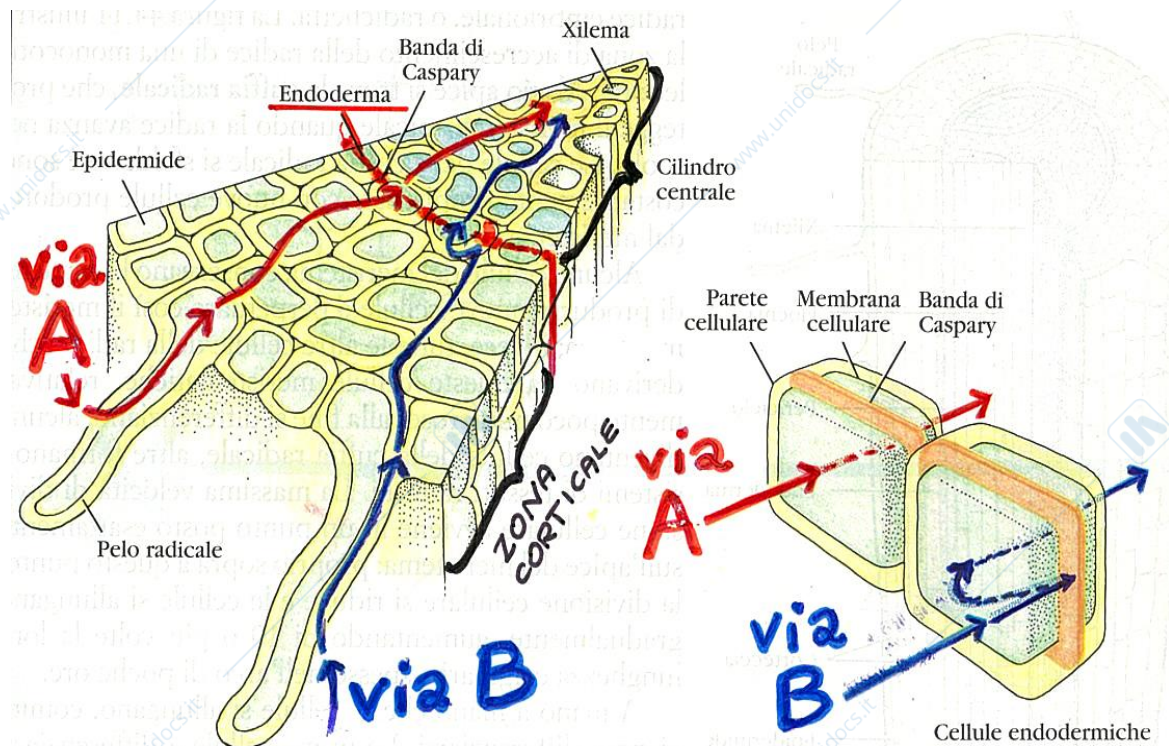
(le figure sono alle pagine 78 e 79)

1. **RIZODERMA o EPIDERMIDE DELLA RADICE** : si veda in proposito tutto quanto è stato già scritto a pagina 26 e 27 per i peli radicali e pagine 28 e 29 per il rizoderma.
2. **ZONA CORTICALE o CORTECCIA** : delle due espressioni è preferibile usare la prima per evitare possibili confusioni per omonimia, infatti "*corteccia*" non è solo il nome di questa parte della radice, ma anche il nome dello strato più esterno di un fusto in struttura secondaria.

La zona corticale è di solito la parte più ampia della sezione della radice in struttura primaria ed è quasi per intero formata da PARENCHIMA DI RISERVA (vedi pagina 30), un tessuto specializzato nell'accumulo di sostanze nutritive, soprattutto di AMIDO che si presenta in granuli assai numerosi.

La parte più interna della zona corticale è rappresentata da un singolo strato di cellule che formano l'**ENDODERMA**, parola che significa "*epidermide interna*". L'endoderma ha la funzione essenziale di selezionare i soluti contenuti nell'acqua assorbita dal terreno, trattenendo almeno in parte quelli nocivi o in eccesso rispetto alle necessità della pianta. Infatti le soluzioni assorbite, una volta entrate nel cilindro centrale, trovano il TESSUTO CONDUTTORE e, di conseguenza, non possono più essere selezionate e inevitabilmente raggiungeranno tutte le parti della pianta.

Per comprendere l'argomento si osservino le figure seguenti e si noti che le cellule dell'endoderma sono circondate da una fascia cerosa, la **BANDA DEL CASPARY**, che sigilla perfettamente tutti gli spazi intercellulari, eliminandoli.



Nella figura della pagina precedente si vede che l'acqua assorbita dalla radice e i soluti in essa contenuti si spostano verso l'interno della radice stessa seguendo due modalità, indicate come "VIA-A" e "VIA-B".

Nel caso della "VIA-A" l'acqua passa per **osmosi** e i soluti per **trasporto attivo e diffusione** all'interno delle cellule vive della *zona corticale*. Tali cellule possono così selezionare i soluti di passaggio e trattenere nel vacuolo quelli nocivi o in eccesso.

Nella "VIA-B", invece, nessuna selezione è possibile perché l'acqua assorbita **passa liberamente negli spazi intercellulari** della *zona corticale*. Tuttavia in corrispondenza dell'endoderma la "VIA-B" è bloccata dalla *Banda del Caspary* che sigilla tutti gli spazi intercellulari. A questo punto tutto quello che la radice ha assorbito deve per forza passare attraverso le cellule vive dell'*endoderma* che potranno così compiere un'ultima e definitiva selezione.

3. **CILINDRO CENTRALE** : in moltissime piante, specialmente nelle dicotiledoni, il cilindro centrale è molto più piccolo dell'ampia zona corticale.

In esso possiamo trovare ancora un po' di parenchima di riserva, ma il tessuto più importante è il **TESSUTO CONDUTTORE** per il trasporto della linfa, sia quella GREZZA che si sposta nello XILEMA o LEGNO, sia quella ELABORATA che invece viene trasportata dal FLOEMA o LIBRO (*si ripassi l'importante argomento a pagina 35 e seguenti*).

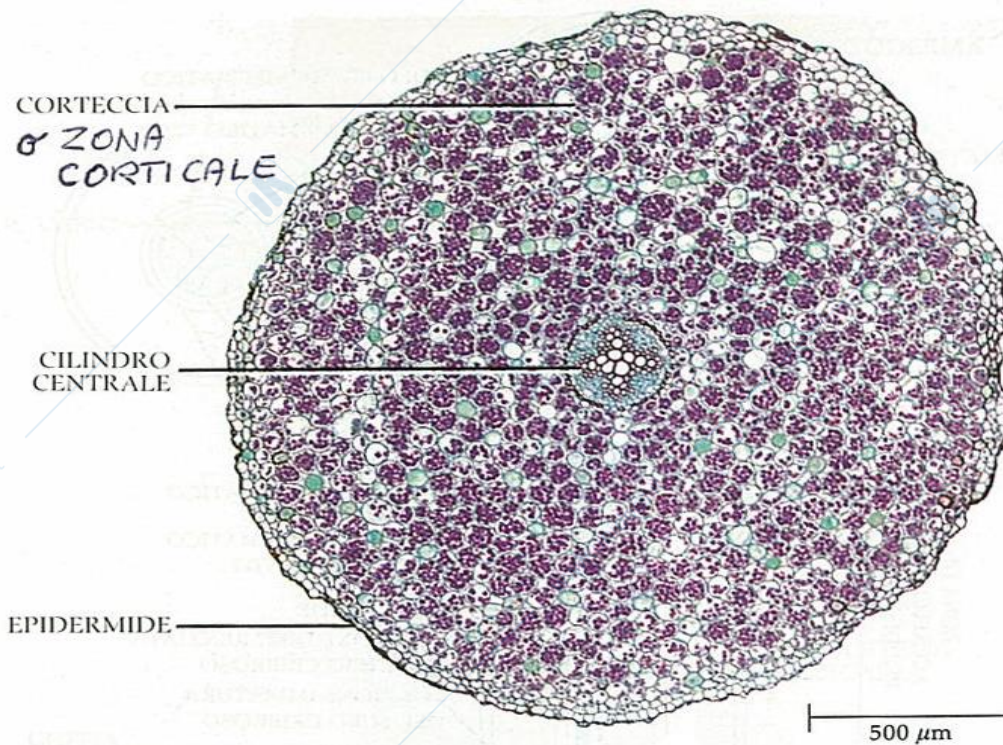
All'esterno del cilindro centrale (quindi a ridosso dell'endoderma della zona corticale) troviamo il **PERICICLO** che è formato da un solo o, al massimo, da pochi strati di cellule. Il periciclo ha diversi ruoli, tutti molto importanti. In particolare da esso prendono origine le **radici laterali** (*vedi le fotografie due pagine più avanti*). Inoltre nelle piante che andranno incontro a crescita secondaria o diametrica, dal periciclo derivano – in tutto o in parte – i **CAMBI** o **MERISTEMI LATERALI** che renderanno possibile la crescita secondaria.

(si ripassi l'argomento a pagina 17 e seguenti)

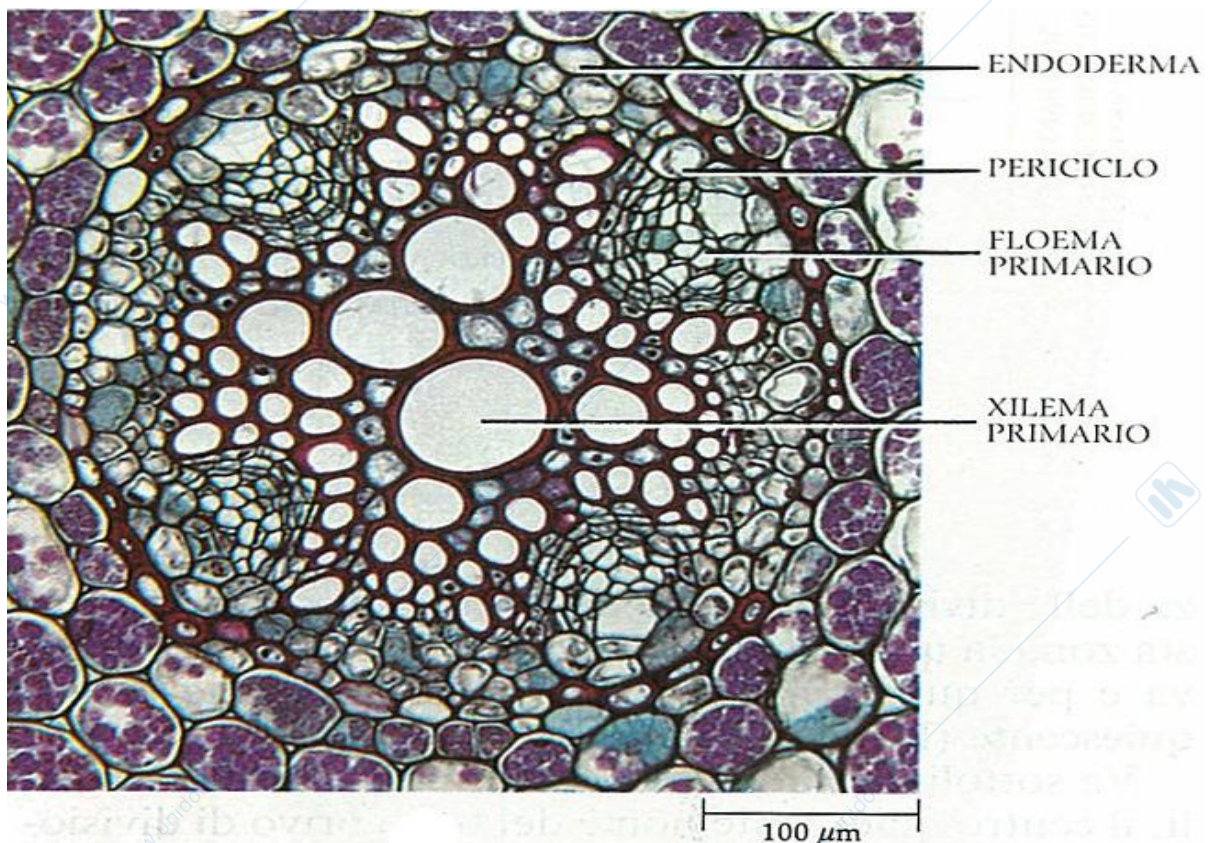


Pervinca (Vinca minor)

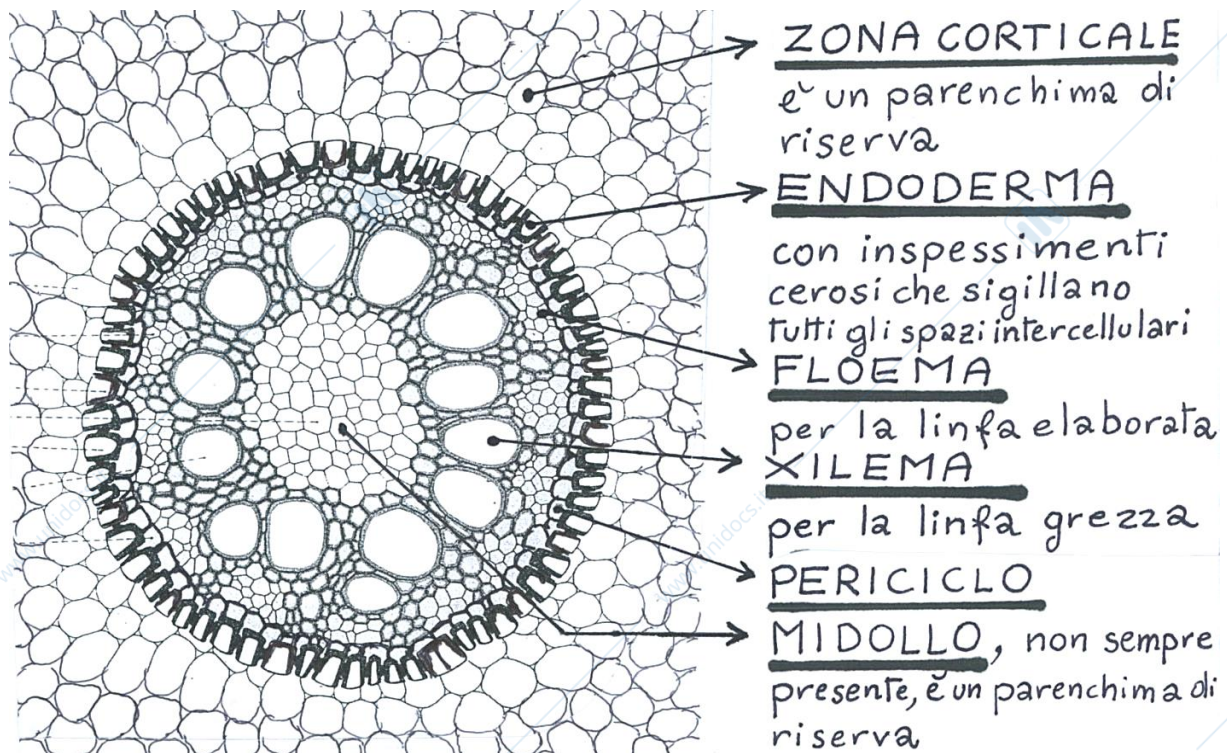
SEZIONE DI UNA RADICE IN STRUTTURA PRIMARIA



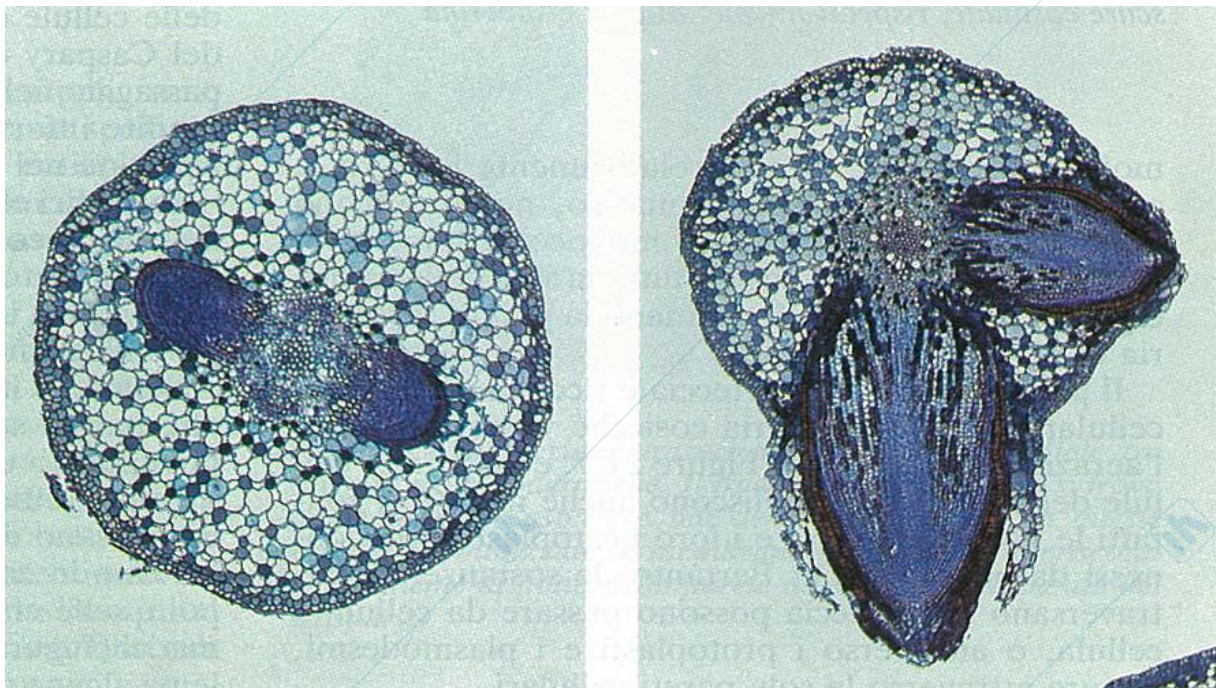
PARTICOLARE DEL CILINDRO CENTRALE DELLA RADICE
(si notino anche i moltissimi granuli di amido nel parenchima di riserva della zona corticale tutto intorno al cilindro centrale)



PARTICOLARI DEL CILINDRO CENTRALE DI UNA RADICE



FORMAZIONE DELLE RADICI LATERALI



La sezione delle radici in figura è di circa 1 mm. Nella **prima figura** sono evidenti due **primordi di radice** che si sono formati dal *periciclo* e che si stanno facendo strada nella spessa *zona corticale*. Nella **seconda figura** una radice laterale è già uscita attraverso una lacerazione del *rizoderma* e, sulla destra, una seconda radice è sul punto di fare la stessa cosa.

MODIFICAZIONI DELLA RADICE PER SVOLGERE PARTICOLARI FUNZIONI

1) **RADICI CARNOSE** - La radice è sempre il principale organo di riserva delle piante, ma in diverse specie questa funzione viene esasperata, talvolta anche con la selezione operata dall'uomo, e il fittone diventa così particolarmente grosso e ricco di sostanze di riserva (carota, barbabietola da zucchero, "patata americana"...).



2) **AUSTORI (DAL GRECO SUCCHIARE) O SUCCIATORI** - Sono radici modificate di piante parassite per succhiare dal fusto o dai rami di altre piante la linfa elaborata come la *cuscuta* (a destra). Invece il *vischio*, che è una pianta autotrofa e fotosintetica, con gli *austori* sottrae alla pianta ospite la linfa grezza. Il vischio di preferenza cresce sulle querce ma si adatta a moltissime altre piante legnose che non vengono molto danneggiate da questo *emiparassita* che è anche chiamato *parassita salino* perché sottrae alla pianta ospite solo acqua e sali minerali.



3) **RADICI DI ORCHIDEE EPIFITE** - Diverse orchidee esotiche epifite (*cioè che crescono sopra altre piante*) hanno radici modificate che pendono liberamente dai rami della pianta ospite. Il rizoderma di queste radici si trasforma in una struttura particolare, il VELAMEN, che è in grado di assorbire umidità dall'aria, garantire una certa protezione dalla disidratazione e nel contempo svolgere fotosintesi. Spesso il *velamen* è l'unica parte fotosintetica di queste piante (*per motivi di spazio la fotografia è proprio in fondo a questi appunti*).

4) **PNEUMATOFORI O RADICI RESPIRATORIE** - Sono prodotte da alcune piante che hanno le radici perennemente immerse in acqua per portare aria e ossigeno a esse (esempi: cipresso calvo e mangrovie, si veda la figura sottostante).

5) **RADICI AVVENTIZIE** - Una radice "normale" si origina da un'altra radice, più esattamente dal PERICICLO. Una radice si dice "AVVENTIZIA" quando invece prende origine da un altro organo, solitamente un fusto. Sono avventizie per esempio le RADICI A TRAMPOLO del mais. Esse sono importanti sia per l'assorbimento che per il sostegno della pianta. Gigantesche, ma con analoghe funzioni, sono le RADICI COLONNARI del *figus*: un fitto colonnato di radici avventizie sorregge tutti i grossi rami della pianta con effetto spettacolare.

Avventizie sono anche le RADICI AGGRAPPANTI di *edera*, il nome ne indica la funzione.

L'edera non è una pianta parassita come alcuni pensano, ma eventualmente una pianta EPIFITA, ovvero una pianta che può crescere sopra altre piante, danneggiandole se non altro per l'ombreggiamento. Tuttavia, come è noto, l'edera può crescere ugualmente bene anche sopra un muro oppure abbarbicata a un palo.



Radici avventizie di MAIS



Pneumatofori di MANGROVIA.



Radici aggrappanti di edera



Radici colonnari di figus

RADICE IN STRUTTURA SECONDARIA

Prima di proseguire è indispensabile ripassare bene la parte relativa alla crescita secondaria alla pagina 17 e seguenti.

Le radici delle Gimnosperme e delle Dicotiledoni legnose vanno incontro a crescita diametrica che comincia poco tempo dopo la completa differenziazione della struttura primaria, subito a monte della zona pilifera e quindi a pochi centimetri di distanza dalle cuffie radicali. (*avvertenza: quanto segue è un po' semplificato per i limiti voluti per questi appunti*). Per capire quanto segue è necessario guardare le figure alle pagine 78 e 79.

La radice che passa dalla struttura primaria a quella secondaria modifica completamente il suo aspetto. Infatti entrambi i cambi si originano dal PERICICLO, quindi piuttosto in profondità nella radice. Il FELLOGENO, che è il più esterno dei due cambi, con la sua produzione di SUGHERO isola totalmente dal resto della pianta l'ampia zona corticale e il rizoderma, che presto muoiono e si staccano a pezzi. Paradossalmente quindi l'inizio della crescita secondaria comporta una diminuzione delle dimensioni della radice.

Più interno rispetto al fellogeno anche il CAMBIO CRIBRO-VASCOLARE inizia le sue normali produzioni di floema, di xilema e di parenchima. Vengono prodotte anche fibre, ma in più piccola quantità rispetto al fusto che è sottoposto a sforzi maggiori. Tali fibre sono soprattutto concentrate nella parte centrale della radice, per meglio sopportare le trazioni che sono il tipo di sollecitazione prevalente in quest'organo sotterraneo.

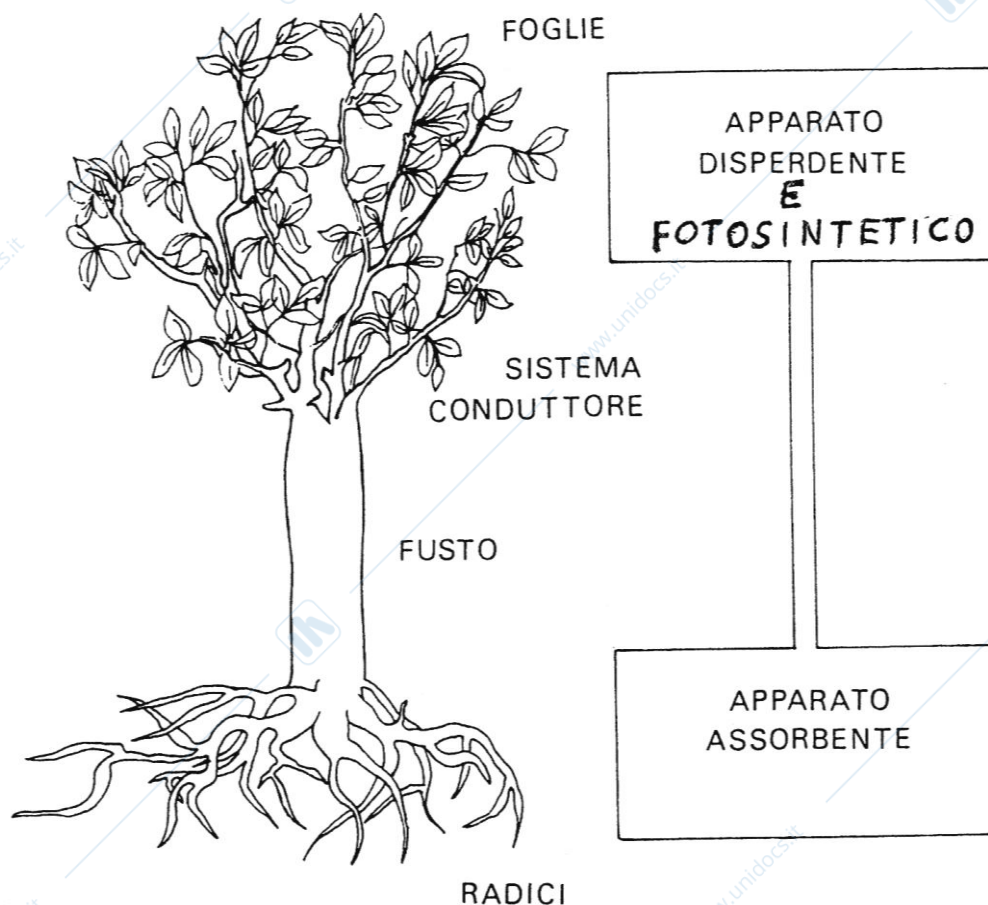
Nella radice i cerchi di crescita annuali sono poco visibili sia per l'abbondanza di parenchima di riserva che ne maschera il disegno, sia perché il cambio rimane più o meno attivo tutto l'anno dal momento che sotto terra non si raggiungono mai temperature veramente basse. Infine ricordiamo che, a differenza di quanto vedremo nel fusto, il fellogeno – e non solo il cambio – nella radice rimane attivo e vitale molto a lungo.



Una specie di giglio (Lilium croceum)

FUSTO

Anche se nelle piante erbacee il fusto generalmente è verde e capace di fotosintesi, **il fusto principalmente serve per stabilire un efficace COLLEGAMENTO tra l'apparato assorbente (le radici) e l'apparato fotosintetico e disperdente per evotraspirazione (le foglie).**



Un'altra funzione è quella di sorreggere le foglie e di distribuirle nello spazio in modo che nell'insieme possano assorbire la massima quantità di luce possibile; si noti che per il botanico i cosiddetti **"rami"** sono a tutti gli effetti dei fusti. Ovviamente i fusti sorreggono anche i fiori e i frutti.

I fusti hanno anche una funzione di **RISERVA**, in misura minore rispetto alla radice, salvo che in fusti specializzati e modificati per questa specifica funzione.

Si ricorda, molto riassuntivamente, che in un fusto, a partire dal suo apice, ritroviamo alcune delle zone già indicate per la radice. Nell'ordine troveremo infatti una **ZONA DI ALLUNGAMENTO PER DIVISIONE** (il **MERISTEMA APICALE**), una **ZONA DI ALLUNGAMENTO PER DISTENSIONE** e infine, ancora più *a monte* verso la pianta, una **ZONA DI MATURAZIONE E DI DIFFERENZIAMENTO**.

(Si avverte che anche per quanto riguarda il fusto viene data una descrizione un po' semplificata rispetto alla realtà).

SEZIONE DI UN FUSTO IN STRUTTURA PRIMARIA

Si tengano sott'occhio le due figure della pagina successiva che rappresentano la sezione di un fusto in struttura primaria di una dicotiledone, l'*erba medica*, e di una tipica monocotiledone, il *mais*.

Si può notare subito che il fusto presenta la stessa stratificazione già vista nella radice: **EPIDERMIDE - ZONA CORTICALE - CILINDRO CENTRALE**.

Nella radice tuttavia la zona più ampia è la zona corticale, mentre nel fusto è il cilindro centrale ad essere di gran lunga più sviluppato e infatti occupa la maggior parte della sezione del fusto stesso.

1) **EPIDERMIDE** - è un normalissimo tessuto epidermico e quindi vale tutto quanto è scritto a tale proposito alle pagine 23 e seguenti.

2) **ZONA CORTICALE** (chiamata anche *corteccia*, tuttavia, per le ragioni esposte in precedenza, si preferisca l'espressione *zona corticale*). La zona corticale non è molto estesa ed è formata da un limitato numero di strati di cellule, talvolta un solo strato. Nel caso del *mais* e di tante altre monocotiledoni, la *zona corticale* è talmente sottile da risultare quasi indistinguibile tra l'*epidermide* e il *cilindro centrale*, e infatti nella seconda figura di pagina 85 non è esplicitamente indicata.

La zona corticale è formata soprattutto da parenchima, anche di tipo clorofilliano, e da tessuto meccanico elastico o collenchima. Questo può formare uno strato continuo sotto l'*epidermide* oppure concentrarsi negli angoli dei fusti con sezione poligonale o sinuosa.

Nel fusto, a differenza della radice, nella maggior parte dei casi è assente l'*endoderma* tra la zona corticale e il cilindro centrale, per cui il confine tra le due regioni non è in genere facilmente identificabile. D'altra parte la presenza dell'*endoderma* nel fusto non avrebbe alcun senso, salvo che nei fusti sotterranei o acquatici dove infatti è presente.

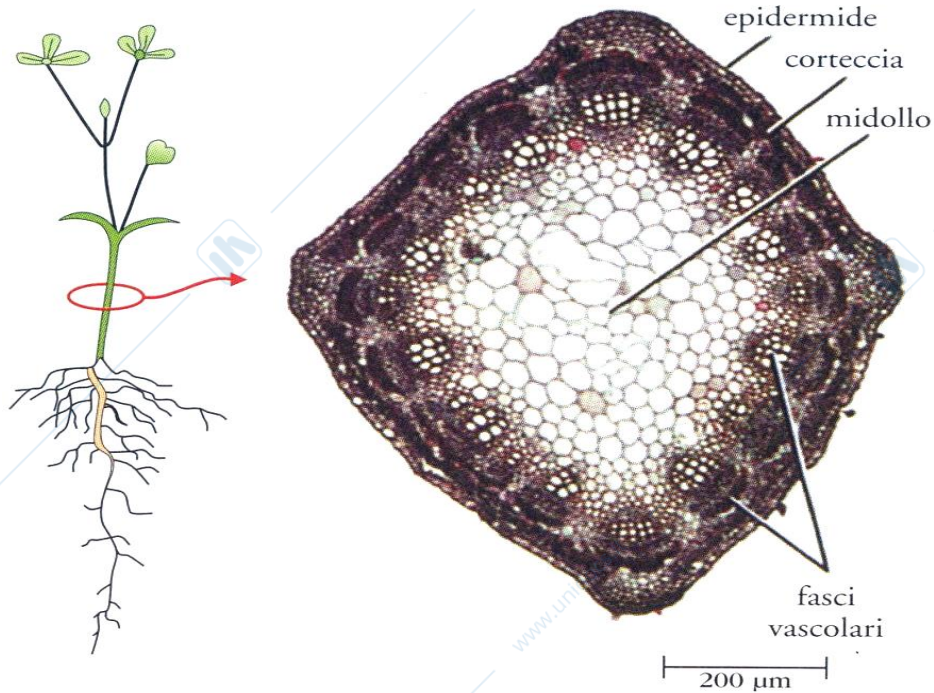
Non di rado tuttavia lo strato più interno della zona corticale è riconoscibile per la ricchezza di *amiloplasti* con granuli di amido e viene allora detto GUAINA AMILIFERA; naturalmente la *guaina amilifera* potrà essere presente solo nel caso di una *zona corticale* formata da più strati di cellule.

3) **CILINDRO CENTRALE** - Come nella radice, anche il cilindro centrale del fusto inizia col PERICICLO, uno strato di cellule molto piccole e a parete sottile, a diretto contatto con la *guaina amilifera*, se presente. Sotto al periciclo possiamo trovare uno straterello di fibre dette FIBRE PERICICLICHE in quanto sono prodotte dallo stesso periciclo, ciò è possibile poiché le sue cellule conservano una potenzialità meristemica.

Nel cilindro centrale troviamo poi molto parenchima, soprattutto nel midollo quando è presente, e tutti i FASCI FIBRO-VASCOLARI, evidenti nella figura già indicata. Come il nome suggerisce, questi fasci sono formati da XILEMA, FLOEMA E FIBRE.

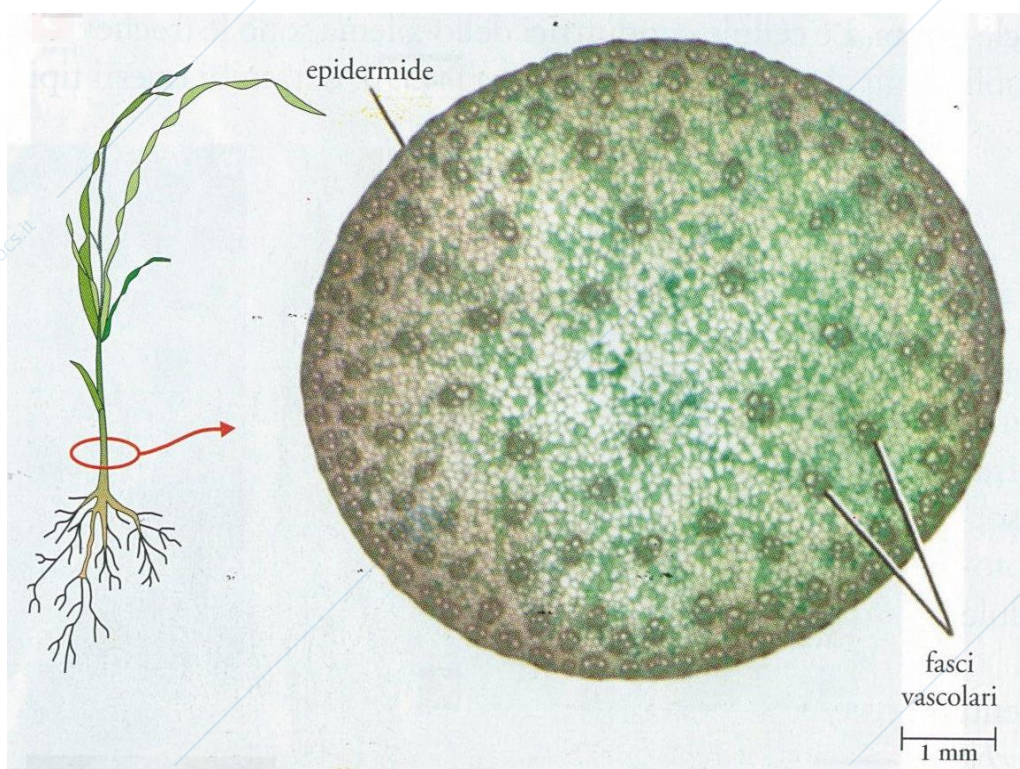
Nelle **dicotiledoni** i *fasci fibro-vascolari* sono ordinatamente disposti alla periferia del cilindro centrale, lungo un'unica fila che si mantiene alla stessa profondità rispetto all'*epidermide*. Invece nelle **monocotiledoni** i *fasci fibro-vascolari* sono in apparente disordine in tutto il cilindro centrale e diventano più piccoli e numerosi alla sua periferia.

(confronta nuovamente le due figure della pagina successiva).



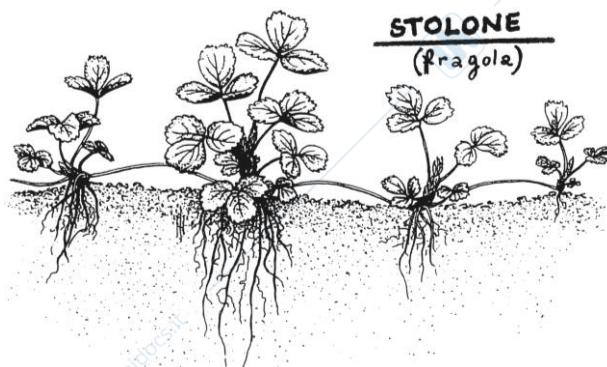
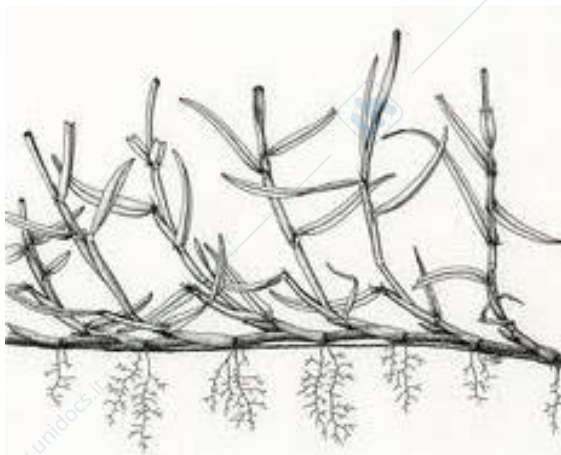
SEZIONE DI UN FUSTO IN STRUTTURA PRIMARIA DI UNA **DICOTILEDONE**.

SI NOTI CHE I FASCI FIBRO-VASCOLARI SI MANTENGONO ALLA STESSA DISTANZA DALL'EPIDERMIDE, LUNGO UN'UNICA LINEA CHIUSA. (Ricordo che "**CORTECCIA**" e "**ZONA CORTICALE**" sono la stessa cosa, ma è preferibile usare l'espressione zona corticale per evitare delle possibili confusioni per omonimia)



SEZIONE DI UN FUSTO IN STRUTTURA PRIMARIA DI UNA **MONOCOTILEDONE**.
SI NOTI CHE I FASCI FIBRO-VASCOLARI SONO DISTRIBUITI IN TUTTO IL CILINDRO CENTRALE E CHE SONO PIU' NUMEROSI E PIU' PICCOLI ALLA SUA PERIFERIA.

MODIFICAZIONI DEL FUSTO PER SVOLGERE PARTICOLARI FUNZIONI



STOLONI - Sono fusti sottili e striscianti sul terreno; servono per la riproduzione asessuale in quanto lungo gli stoloni si formano nuove piantine che diverranno poi indipendenti (per esempio nella *gramigna* - primo disegno - e nella *fragola* - secondo disegno).

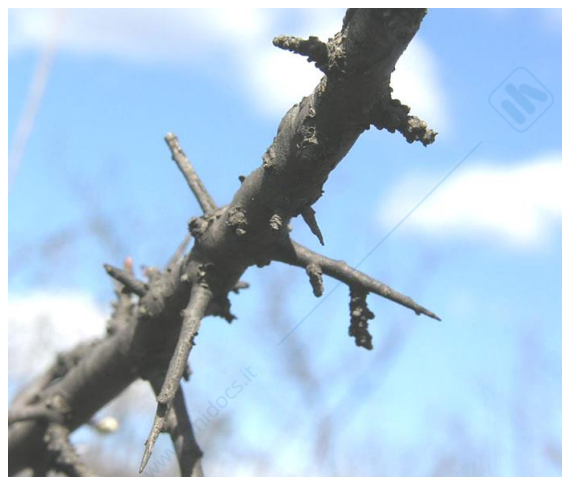
RIZOMI - Sono anch'essi fusti orizzontali, ma sotterranei anche se poco profondi. Servono per la riproduzione asessuale, per la sopravvivenza in caso di gelo o incendio, per accumulare sostanze nutritive, e infatti sono ricchissimi di parenchima di riserva; per esempio i bastoncini di "*legno dolce*" sono pezzi di rizoma di liquirizia, anche se in commercio sono erroneamente chiamati "*radici di liquirizia*". Molte altre piante producono rizomi: Iris o Giaggioli, Mughetto, felci e lo **Zenzero** fotografato (*Zingiber officinale*) e altre.



TUBERI - Sono fusti sotterranei di forma tozza, quasi per intero formati da parenchima di riserva, ma servono anche per la riproduzione asessuata e per la sopravvivenza. Il più noto esempio è il tubero della *patata*, la parte commestibile di questa pianta.

ACULEI - Spine e aculei non sono sinonimi, anche se la funzione di difesa contro gli erbivori è la stessa e l'aspetto è simile; la spina infatti è una foglia modificata, mentre l'aculeo è un fusto modificato, come per esempio nel *biancospino* e nel *Prunus spinosa* in fotografia. Diverso è il caso della *rosa* le cui "*spine*" non derivano né da foglie né da fusti e sono semplicemente delle *emergenze dell'epidermide*.

In ogni caso la difesa offerta da queste strutture appuntite non è efficace contro gli insetti che sono i più importanti fitofagi (questa parola significa "*mangiatori di piante*").





FUSTI SUCCULENTI - Nelle cosiddette “*piante grasse*” spesso le foglie sono trasformate in spine ed il fusto verde svolge la fotosintesi e accumula moltissima acqua (fino al 98% del peso) nei suoi abbondanti parenchimi acquiferi.

CACTUS è un termine generico per indicare gli esponenti della Famiglia Cactacee. In questi vegetali le foglie si sono ridotte a spine e quindi il fusto è diventato verde e fotosintetico. Internamente c'è un abbondante parenchima acquifero e infatti in queste piante l'acqua può arrivare al 98% del peso complessivo. In occasione delle rare piogge l'evidente costolatura consente al fusto di dilatarsi senza lacerarsi, come una specie di fisarmonica.

VITICCI - Possono essere sia fusti che foglie modificate, per esempio nella vite derivano da fusti e nel pisello da foglie. Evidente la loro funzione di **organo aggrappante**.

FILLOCLADI o **CLADOFILLI** - Sono fusti appiattiti simili a foglie per avere più superficie per la fotosintesi. Ne sono esempi il *Pungitopo*, il *Fico d'India* e diverse altre piante.



Nel *Pungitopo* (*Ruscus aculeatus* – Fam. Liliacee) quelle che possono sembrare delle foglie sono invece dei fusti appiattiti chiamati **fillocladi**. Nella prima fotografia vediamo un fiore in mezzo a uno di essi, e questo dimostra che non è una foglia! Le foglie invece si sono ridotte a minuscole spine all'estremità del cladofillo. Dopo la fecondazione il fiore forma il frutto.

Le cosiddette **PALE DEL FICO D'INDIA** (*Opuntia ficus-indica* - Famiglia Cactacee) sono dei **cladofilli** che in questo caso servono anche per accumulare acqua nel parenchima acquifero contenuto in essi. Il *Fico d'India* è una pianta di origine sudamericana ma da tempo è inselvatichito, e talvolta coltivato, in Italia meridionale e nelle isole.

Come è noto, i suoi frutti colorati sono commestibili.



BULBI - Nel bulbo troviamo sia un fusto modificato ed estremamente raccorciato, sia foglie modificate e divenute carnose per la funzione di riserva di sostanze nutritive e acqua. Per esempio sono bulbi quelli del *tulipano* e della *cipolla* (*Allium coepa* - Fam. *Liliacee*). Nel bulbo le foglie esterne modificate e secche proteggono dalla disidratazione.



FUSTI VOLUBILI - Diverse piante, poco attrezzate per sostenersi in modo autonomo, attorcigliano i loro fusti attorno a un sostegno qualsiasi come un palo, un filo, un bastone ...

Molto spesso questi vegetali per sostenersi sfruttano altre piante sulle quali s'aggrovigliano. In questo caso il vegetale ospite viene soffocato e danneggiato per l'ombreggiamento e si ha allora una **malattia epifitica**, ovvero una malattia provocata da una pianta che cresce sopra un'altra pianta.

Abbiamo tanti esempi di fusti volubili tra i quali: *fagiolo*, *pisello*, *glicine*, *convolvolo* (o "vilucchio" - *Convolvulus arvensis* - vedi la fotografia accanto).

FUSTI RACCORCIATI - Alcune piante hanno il fusto con **internodi estremamente raccorciati** e, di conseguenza, le **foglie** sono tutte **basali** e formano una **rosetta**.

Classici esempi sono il *soffione* (vedi il disegno accanto), le *pratoline*, la *primula* (*Taraxacum officinale* e *Bellis perennis* - Fam. *Composite* o *Asteracee*; *Primula acaulis* - Fam. *Primulacee*).

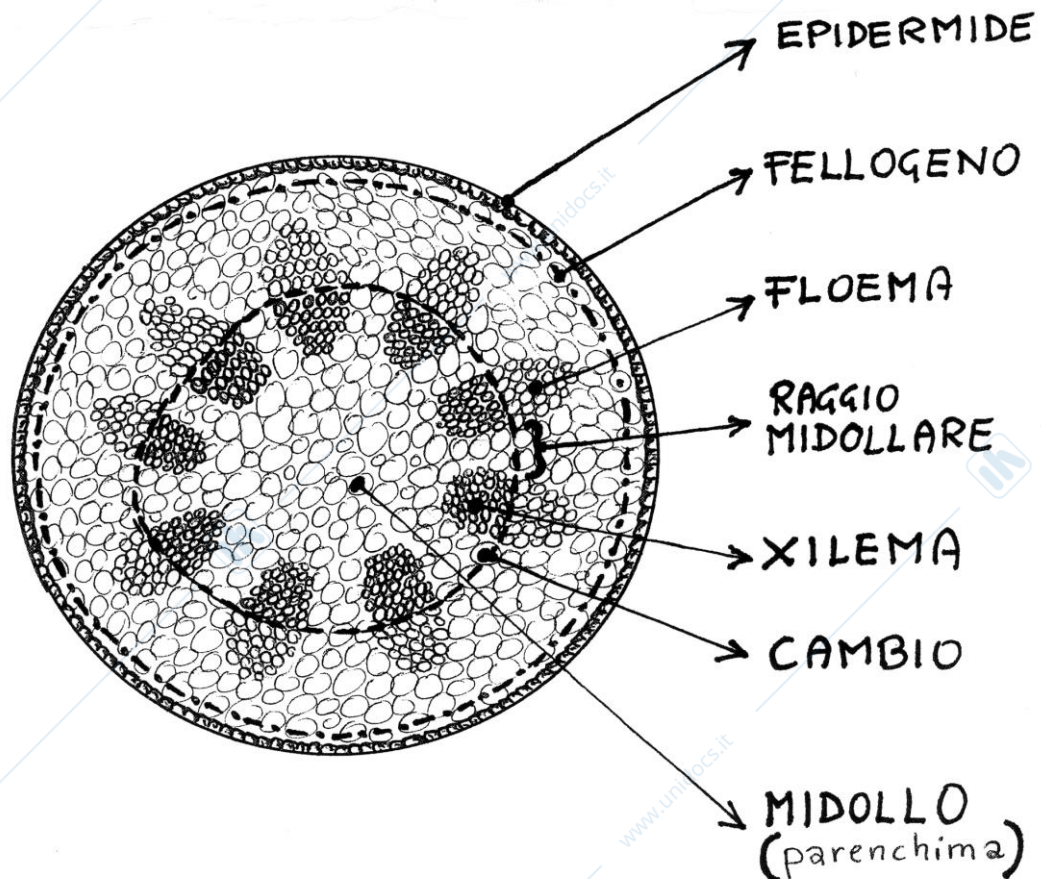


RIZOMA DI IRIS O GIAGGIOLO
FAMIGLIA IRIDACEE

FUSTO IN STRUTTURA SECONDARIA

Anche in questo caso raccomando, prima di proseguire, di ripassare bene la parte relativa alla CRESCITA PRIMARIA E SECONDARIA.

Solo le Gimnosperme e le Angiosperme dicotiledoni legnose hanno la crescita secondaria e hanno di conseguenza questo tipo di fusto. La figura sottostante rappresenta una sezione trasversale di un fusto ancora in struttura primaria di un' *angiosperma dicotiledone legnosa*.



SEZIONE DI FUSTO DI DICOTILEDONE IN STRUTTURA PRIMARIA (NOTARE IN PARTICOLARE LE POSIZIONI IN CUI SI DIFFERENZIANO IL CAMBIO ED IL FELLOGENO)

Vediamo prima di tutto dove si formano i cambi. Il cambio cribro-vascolare o CAMBIO si origina in parte dalle cellule del PROCAMBIO (*'prima del cambio'*) che restano indifferenziate tra xilema e floema di ogni singolo fascio conduttore, e in parte da CELLULE PARENCHIMATICHE DEI RAGGI MIDOLLARI che riacquistano capacità meristemica.

Si distingue così un CAMBIO INTRAFASCIALE, all'interno dei fasci vascolari, e un CAMBIO INTERFASCIALE, che si trova tra un fascio e l'altro. Essi comunque si fondono in un unico cambio che inizia le sue normali produzioni di floema verso l'esterno e di xilema, ma anche parenchima e fibre, verso l'interno.

Il CAMBIO SUBERO FELLODERMICO o FELLOGENO prende origine invece da cellule parenchimatiche della zona corticale subito sotto l'epidermide o talvolta deriva dall'epidermide stessa. Anche il fellogeno inizia le sue normali produzioni di felloderma verso l'interno e di sughero verso l'esterno. Di conseguenza il sughero impermeabile isola dal resto della pianta la sola epidermide e solo questa parte si dissecca e si distacca.

Quindi all'inizio della crescita secondaria il fusto non si modifica così radicalmente come la radice, anche se in realtà dopo un certo tempo, e soprattutto dopo qualche anno, nulla o quasi nulla della vecchia struttura primaria sarà ancora osservabile e riconoscibile.

Il fellogeno ha una durata breve perché alla fine di una stagione vegetativa annuale le cellule che lo formano si sono ormai differenziate perdendo ogni capacità meristematica. Così ogni anno un nuovo fellogeno si forma all'interno di quello vecchio non più funzionante e si differenzia dalle cellule parenchimatiche che accompagnano le cellule del floema dell'anno precedente (CELLULE COMPAGNE DEL LIBRO).

Nel caso particolare della QUERCIA DA SUGHERO (*Quercus suber*) il fellogeno rimane invece attivo molto a lungo e il sughero si accumula in un ampio strato morbido che, una volta distaccato, la pianta riforma in circa 10 anni, sopportando questo trattamento per 10-12 volte prima di morire. E' ovvio che in questo lungo periodo di tempo dovranno essere predisposte delle nuove querce da sughero per sostituire quelle che un po' per volta muoiono.

Il libro secondario dura una sola stagione vegetativa annuale. Infatti il libro, più esterno rispetto al legno, con la crescita diametrica del cilindro legnoso della pianta si schiaccia contro i tessuti peridermici e cessa di funzionare. Ogni anno quindi il nuovo fellogeno deve produrre un nuovo straterello di floema secondario.

Lo xilema invece non si distrugge perché si addossa a quello preesistente formando un anello di crescita annuale.

Si conclude questa parte con la seguente precisazione. Abbiamo già visto che la CORTECCIA è formata da tutto ciò che è più esterno al cambio. Quando il cambio si è appena formato e non è ancora attivo (vedi la figura precedente) la corteccia è quindi formata dal floema primario, dal parenchima della parte più esterna dei raggi midollari, dalla zona corticale e dall'epidermide. Invece in un albero ormai maturo possiamo distinguere una CORTECCIA INTERNA viva ed una CORTECCIA ESTERNA morta o RITIDOMA.

Per evitare delle inutili ripetizioni, si rivedano le figure e quanto è scritto alle pagine 19, 20 e 21 sia per la distinzione tra CORTECCIA INTERNA e CORTECCIA ESTERNA, sia per la distinzione tra ALBURNO e DURAME.

GLI ANELLI O I CERCHI DI CRESCITA ANNUALI NELLE ANGIOSPERME DICOTILEDONI LEGNOSE

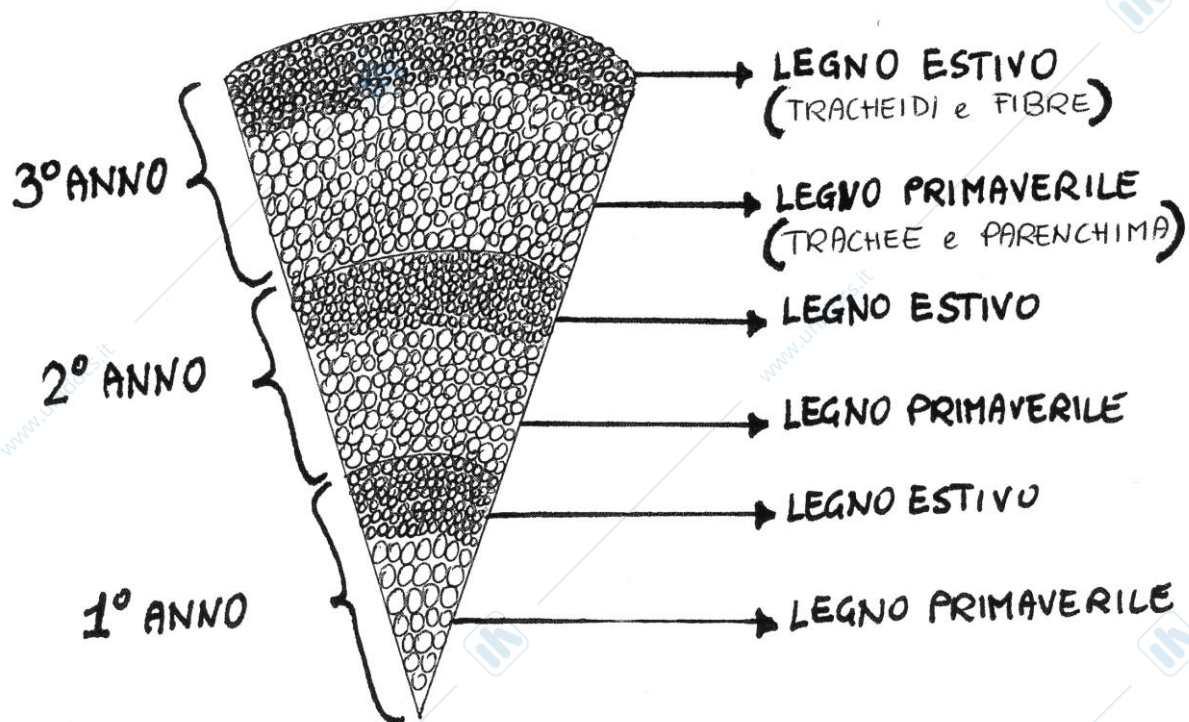
(Si rivedano le figure a pagina 19)

I cerchi di crescita annuali nelle *angiosperme* si possono vedere perché il cambio della pianta produce nel corso dell'anno tessuti diversi.

In primavera per trasportare la maggior quantità possibile di acqua, il cambio produce soprattutto TRACHEE e PARENCHIMA che formano IL LEGNO PRIMAVERILE che è piuttosto chiaro, poroso e tenero.

In estate invece il cambio produce soprattutto TRACHEIDI e FIBRE che formano il LEGNO ESTIVO, più scuro, duro e compatto. (Nelle Gimnosperme gli anelli sono visibili per un motivo diverso: si veda a pagina 40).

Per completare l'argomento, si veda anche il paragrafo e le figure da pag. 17 in poi.

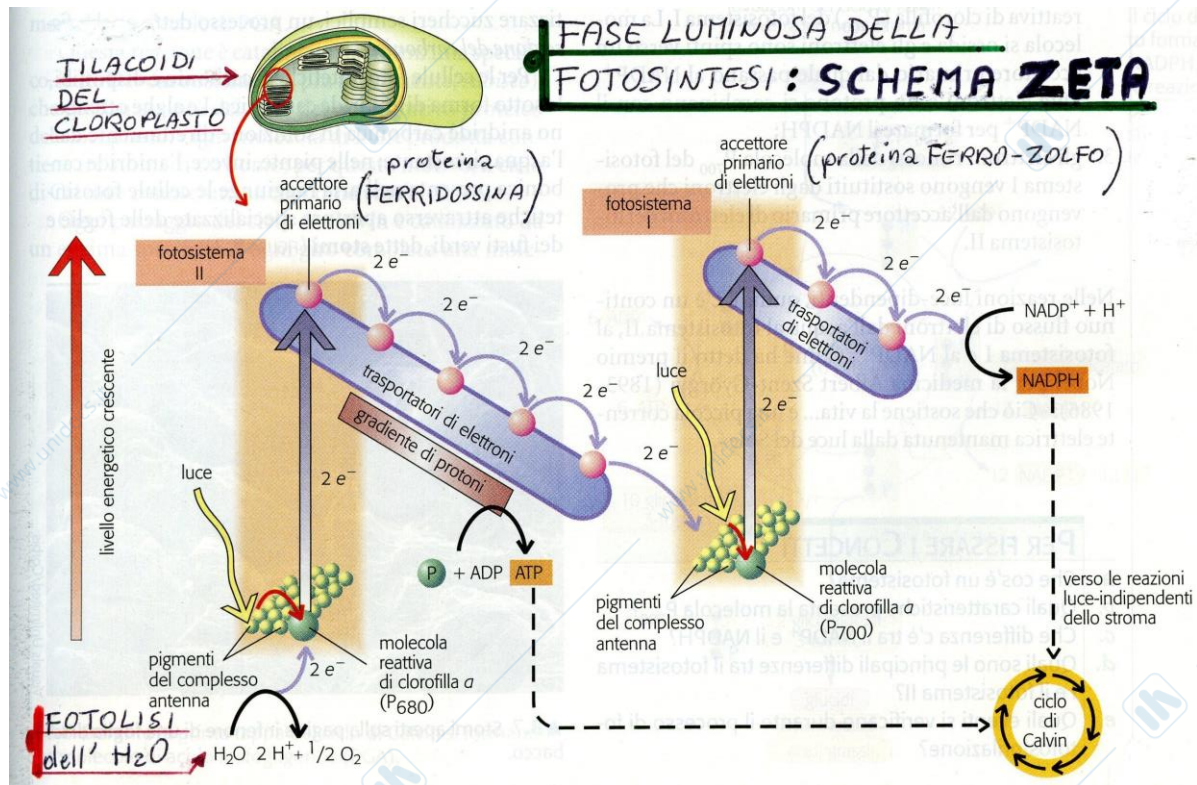


CERCHI & ANELLI DI CRESCITA ANNUALI

FASE LUMINOSA DELLA FOTOSINTESI : lo SCHEMA Z

(FOTOFOSFORILAZIONE NON CICLICA)

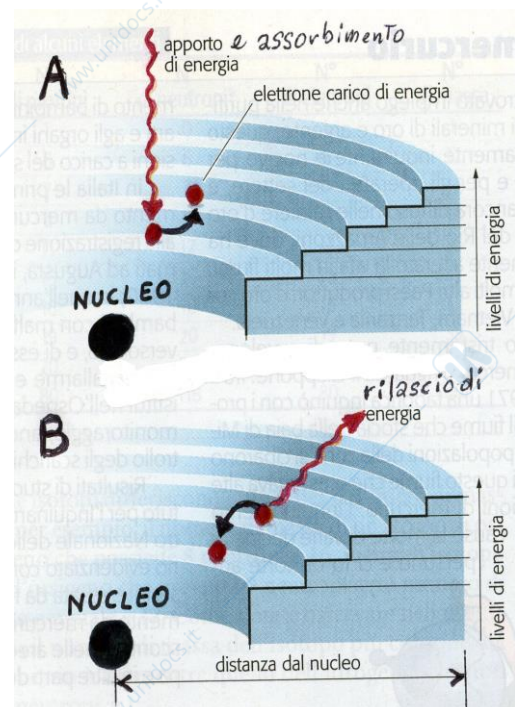
Per il cloroplasto e le generalità della fotosintesi si veda a pagina 9 e seguenti



La FASE LUMINOSA DELLA FOTOSINTESI avviene nelle ore diurne sulla superficie dei tilacoidi dove troviamo molti fotosistemi che sono degli insiemi di pigmenti. I **fotosistemi** sono infatti formati dalla **clorofilla-a** e dai **pigmenti antenna o accessori**, che sono la **clorofilla-b** e i **carotenoidi**.

I pigmenti antenna del fotosistema II assorbono certe lunghezze d'onda della luce che la clorofilla-a non può direttamente assorbire e, con il fenomeno fisico della **fluorescenza**, immediatamente rimettono luce con una lunghezza d'onda un po' maggiore e adatta per essere assorbita dalla clorofilla-a (*per capire meglio si veda la figura accanto relativa all'energia potenziale degli elettroni*).

La clorofilla-a assorbe quindi questa luce riemessa dai pigmenti antenna fluorescenti, più quella quota di luce solare che essa stessa è in grado d'assorbire direttamente. A questo punto la clorofilla-a si ossida e cede due elettroni eccitati e ricchi d'energia a un accettore: la FERRIDOSSINA, una proteina coniugata (*ovvero una proteina che non è fatta da soli aminoacidi ma anche da un gruppo chimico diverso dagli aminoacidi, in questo caso un gruppo che contiene FERRO, e il ferro infatti non esiste nei 20 aminoacidi delle proteine*).



La clorofilla-a è considerata il vero pigmento fotosintetico perché è l'unico pigmento in grado di **OSSIDARSI** e di cedere i suoi elettroni eccitati.

Segue una **catena di trasporto** molto simile a quella della respirazione cellulare, ma più breve. Nella serie di ossido-riduzioni che caratterizzano la catena di trasporto, i due elettroni ceduti dalla clorofilla-a si abbassano di livello energetico e in un punto della catena rilasciano abbastanza energia per la sintesi di una molecola di ATP.

Il secondo fotosistema dello SCHEMA Z (*che però si chiama fotosistema I*) si comporta in modo del tutto simile e la sua clorofilla-a cede due elettroni eccitati ad un altro accettore: la **PROTEINA FERRO-ZOLFO**, anch'essa una proteina coniugata.

Segue un'altra catena di trasporto, ancor più breve di quella precedente.

Il "*viaggio*" di questi elettroni termina con una molecola di NADP ossidato che si riduce acquisendo i due elettroni che provengono dallo SCHEMA Z e un protone o ione H⁺ (*l'NADP è simile all'NAD della respirazione cellulare, ma con un gruppo fosfato in più*).

Le molecole utili che la pianta ottiene con la fase luminosa della fotosintesi sono l'**ATP** e l'**NADP ridotto**: sono entrambe delle molecole ricche di energia che verranno utilizzate nella fase foto-indipendente e in particolare nel **CICLO DI CALVIN** dove viene fissata l'anidride carbonica e si ha la sintesi di nuovi carboidrati.

Si noti che lungo lo SCHEMA Z c'è un flusso di elettroni, quindi c'è una vera e propria corrente elettrica sostenuta dall'energia fornita dal Sole.

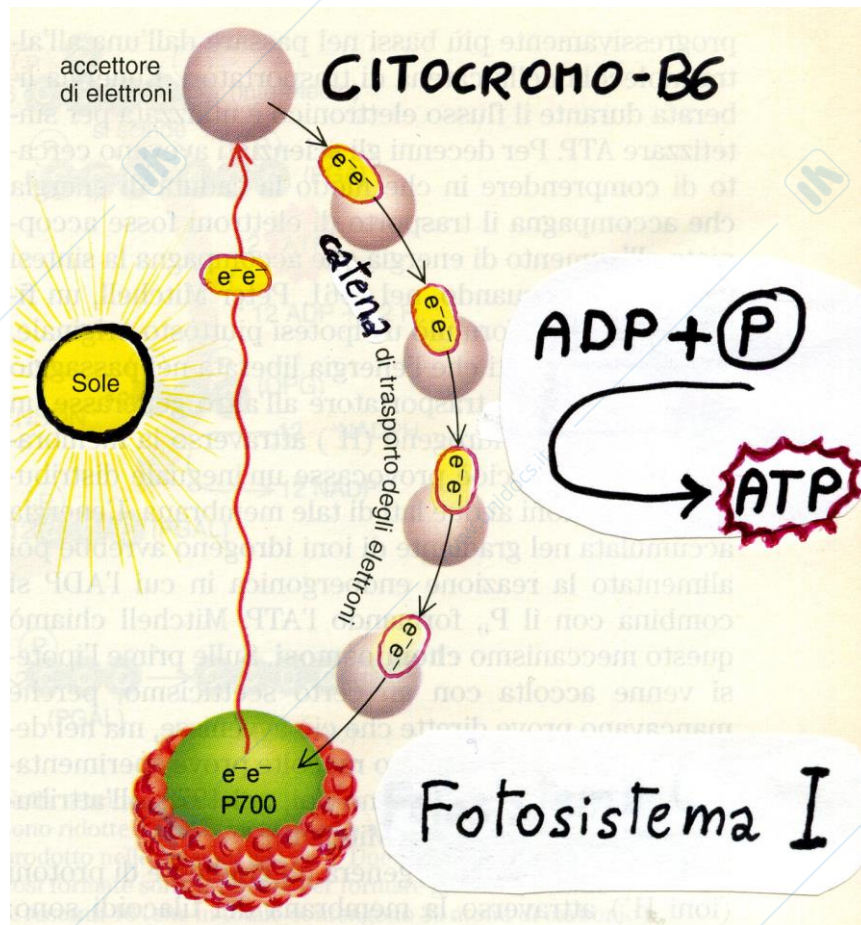
FOTOLISI DELL'ACQUA : La clorofilla-a del fotosistema II, una volta che si è ossidata e ha ceduto due elettroni, diventa doppiamente positiva e non potrebbe mai più cedere altri elettroni, quindi si impone la necessità di restituire alla clorofilla-a gli elettroni ceduti allo SCHEMA Z. La pianta ottiene questi due elettroni da una molecola di acqua che viene scissa con una reazione chiamata **FOTOLISI DELL'ACQUA** (*foto = luce - lisi = scissione*). Come il nome suggerisce, la fotolisi dell'acqua (*che non è stata ancora completamente spiegata*) avviene in presenza di luce e la molecola d'acqua viene completamente scomposta e da essa infatti si ottengono: **1 atomo di ossigeno – 2 elettroni – 2 protoni o ioni H⁺**. L'atomo di ossigeno si lega ad un altro atomo uguale per formare una molecola di O₂ che andrà a far parte di quel 21% d'ossigeno che c'è nell'aria; i 2 elettroni vengono restituiti alla clorofilla-a e uno dei due protoni servirà per completare la riduzione dell'NADP alla fine dello SCHEMA Z.

NOTA BENE : si noti che il fotosistema I non ha alcun bisogno della fotolisi dell'acqua perché gli elettroni persi dalla sua clorofilla-a sono continuamente rimpiazzati da quelli che fluiscono lungo lo SCHEMA Z e che provengono dal fotosistema II.



Bucaneve (Galanthus nivalis)
Famiglia Amaryllidacee

FASE LUMINOSA CICLICA o FOTOFOSFORILAZIONE CICLICA



Si è notato che in molte piante il fotosistema I può lavorare da solo al di fuori dello SCHEMA-Z e in modo del tutto indipendente dal fotosistema II.

Questo tipo di fase luminosa è detto ciclica perché gli elettroni persi dalla clorofilla-a che si ossida, ad essa ritornano attraverso una breve catena di trasporto lungo la quale viene rilasciata abbastanza energia per la sintesi di una molecola di ATP per ogni coppia di elettroni che fluisce lungo la catena stessa.

In questo processo non si ha la produzione di NADP ridotto e neppure di ossigeno in quanto, ovviamente, non serve la fotolisi dell'acqua.

“Fosforilare” significa aggiungere un gruppo fosfato, quindi la parola “fotofosforilazione” significa che in presenza di luce in questo tipo di fase luminosa viene aggiunto un gruppo fosfato all'ADP che si trasforma in ATP.

Lo SCHEMA Z viene invece anche chiamato *fotofosforilazione non ciclica* perché gli elettroni che fluiscono lungo di esso non vengono riciclati e ogni volta devono essere ricavati da una nuova molecola di acqua che viene scissa con la fotolisi.

FOTORESPIRAZIONE

La FOTORESPIRAZIONE è una serie di reazioni che in presenza di luce consumano ossigeno e zuccheri e producono CO₂ e ACQUA, ma senza ottenere ATP, come invece avviene nella respirazione mitocondriale.

Per meglio capire l'importanza della fotorespirazione, ricordiamo che una pianta perde attraverso gli stomi circa il 90% dell'acqua assorbita con le radici, questo almeno nelle piante "normali" e quando non sono presenti degli speciali adattamenti morfologici per risparmiare acqua, come per esempio nel caso dei famosi "cactus".

Per questo motivo, se la temperatura è elevata e il terreno è arido o semi-arido, la pianta per non morire disidratata può fare solamente una cosa: chiudere gli stomi totalmente o parzialmente per un periodo di tempo più o meno lungo, ma non illimitato.

Ricordiamo anche che nell'atmosfera l'ossigeno è presente con il 21% e la CO₂ con lo 0,03%. A stomi chiusi le percentuali di questi due gas cambiano radicalmente nel mesofillo.

Infatti l'ossigeno aumenta molto perché viene prodotto nella fase luminosa della fotosintesi con la fotolisi dell'acqua, ma non può uscire dagli stomi chiusi, e quindi l'ossigeno s'accumula. L'anidride carbonica invece diminuisce perché quella già entrata nella foglia viene "fissata" nel Ciclo di Calvin ed altra non ne può entrare.

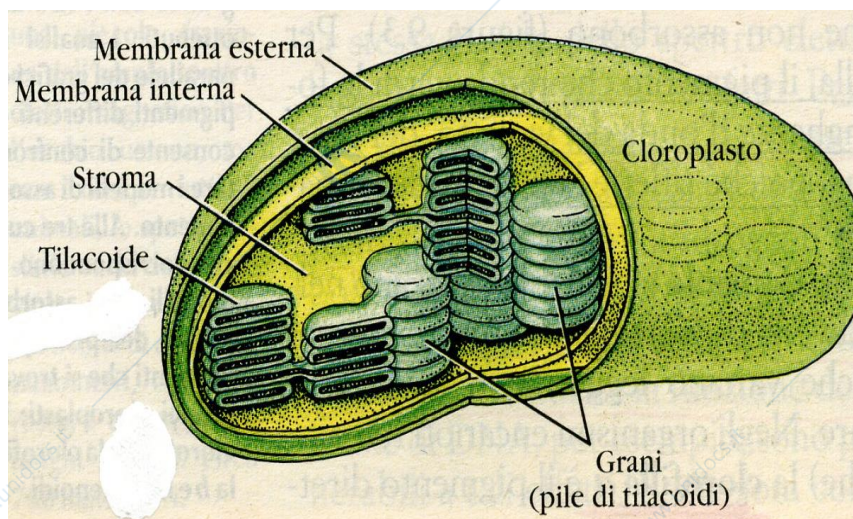
In queste condizioni nelle piante C₃ la fotorespirazione (che comunque in queste piante è sempre presente) diventa molto intensa.

E' vero che con la fotorespirazione la pianta si "auto-produce" per il Ciclo di Calvin la CO₂ che non può entrare attraverso gli stomi chiusi, tuttavia possiamo considerare la fotorespirazione un processo dissipativo ed antieconomico per la pianta.

Infatti la fotorespirazione è una specie di "circolo vizioso", infatti si consumano degli zuccheri per avere la CO₂ necessaria per produrre altri zuccheri con la fotosintesi: tanto varrebbe tenere quelli che già si hanno ...

Inoltre la fotorespirazione non solo non produce ATP, ma arriva a consumare circa il 50% degli zuccheri prodotti dalla fotosintesi nell'intera stagione vegetativa: probabilmente il senso biologico del processo non è stato ancora pienamente spiegato.

E' evidente comunque che le piante coltivate - per la massima parte piante C₃ con fotorespirazione più o meno intensa - sarebbero molto più produttive se non avessero la fotorespirazione.



FOTOSINTESI : FASE FOTO-INDIPENDENTE

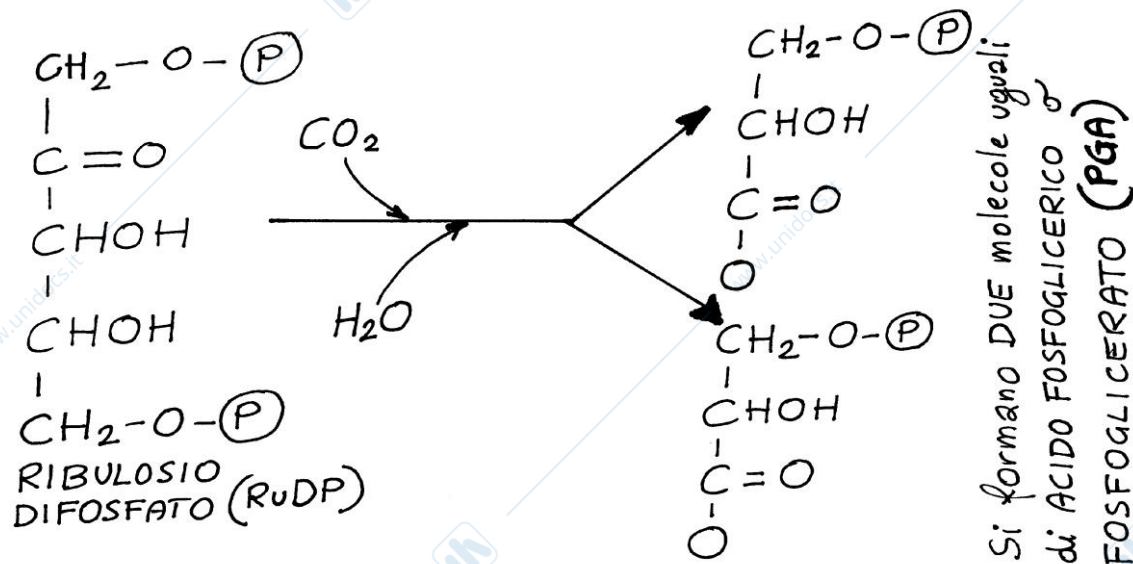
Come il nome suggerisce, la fase *foto-indipendente* (o *foto-indifferente*) della fotosintesi **non necessita di luce e quindi avviene 24 ore al giorno** per tutta la durata della stagione vegetativa. Questa fase si interrompe solo nei mesi freddi quando la pianta è priva di foglie, mentre nelle piante "*sempreverdi*" la fotosintesi può continuare anche in inverno, sia pure molto rallentata dalle basse temperature e dalla luce più debole.

La fase foto-indipendente della fotosintesi avviene nello STROMA, il liquido denso che è contenuto nel cloroplasto, ed è costituita da una serie di reazioni cicliche che nell'insieme prendono il nome di CICLO DI CALVIN.

Nella prima reazione del ciclo (*vedi la reazione in fondo alla pagina*) avviene l'ORGANICAZIONE o la FISSAZIONE dell'anidride carbonica e infatti un enzima - *che è la proteina più abbondante del mondo* - aggiunge anidride carbonica e acqua ad uno zucchero pentoso pre-esistente, il RIBULOSIODIFOSFATO.

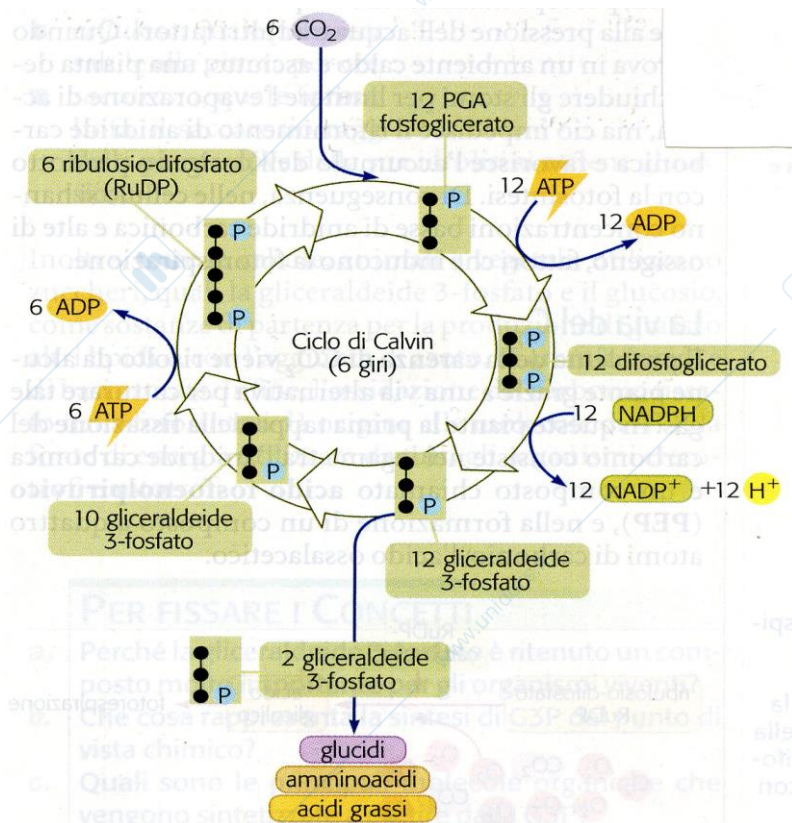
Questo enzima si chiama RIBULOSIODIFOSFATOCARBOSSILASI e quindi risponde perfettamente al criterio stabilito per convenzione internazionale per dare un nome agli enzimi: **nome del substrato - reazione svolta - desinenza in "asi"**.

Con questa reazione si forma un composto instabile a 6 atomi di carbonio che subito si scinde in due molecole uguali di fosfoglicerato o acido fosfoglicerico, con 3 atomi di carbonio ciascuna: per questo motivo le piante che seguono questa via metabolica sono chiamate piante C3. Quasi tutte le piante delle nostre regioni con clima temperato, coltivate o spontanee che siano, sono piante C3.



Nel **CICLO DI CALVIN** abbiamo la produzione di carboidrati e quindi la **PRODUZIONE DI NUOVA SOSTANZA ORGANICA**.

La figura della pagina seguente rappresenta il **CICLO DI CALVIN** e riassume 6 cicli perché ad ogni ciclo viene fissata una sola molecola di CO₂ e quindi ne servono sei per sintetizzare il glucosio che è un esoso. Si noti che in questi sei cicli si consuma molta energia: 18 molecole di ATP e 12 di NADP ridotto, molecole che tuttavia sono state prodotte "*gratuitamente*" durante la fase luminosa.



NOTA BENE quello che è evidenziato nella parte più in basso della figura: una volta ottenute le molecole di *fosfogliceraldeide* la pianta, con reazioni chimiche più o meno complesse, le trasforma in altri carboidrati (ad esempio il glucosio e i suoi polimeri: l'amido e la cellulosa), aminoacidi e quindi proteine, acidi grassi e quindi lipidi ...

In altre parole la pianta a partire dalla fosfogliceraldeide OTTIENE TUTTE LE MOLECOLE ORGANICHE CHE FORMANO IL SUO CORPO. Come è noto, l'AUTOTROFIA consiste proprio nella capacità di produrre tutte le molecole organiche del proprio corpo con l'utilizzo di una fonte d'energia esterna (la luce) e prelevando dall'ambiente solo delle piccole e abbondanti molecole inorganiche che sono – *nel caso della fotosintesi* – l'acqua e l'anidride carbonica.

METABOLISMO C4

Le piante C4 sono così chiamate perché il primo composto che otteniamo dopo che la CO₂ è stata fissata, ovvero l'ACIDO OSSALACETICO, è un composto con 4 atomi di carbonio. L'acido ossalacetico poi si riduce ad ACIDO MALICO, mentre una molecola di NADP ridotto si ossida. Si tratta di un modo diverso di fissare l'anidride carbonica rispetto alle piante C3.

Questa via metabolica è presente in diverse piante nelle zone tropicali (soprattutto ma non esclusivamente *monocotiledoni*), particolarmente bene adattate al clima caldo e arido.

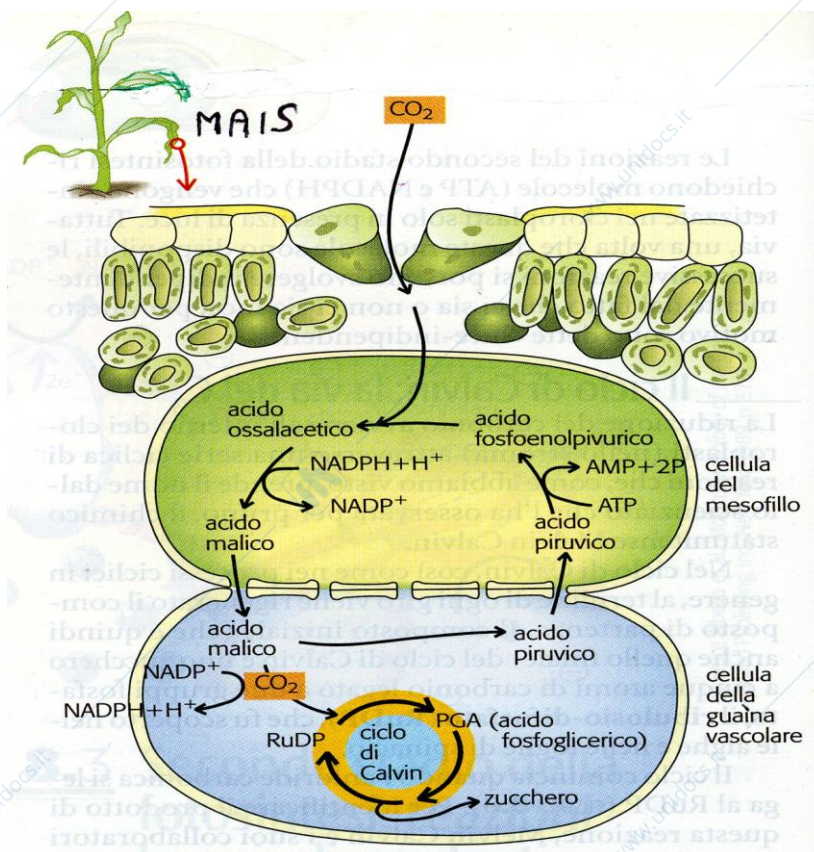
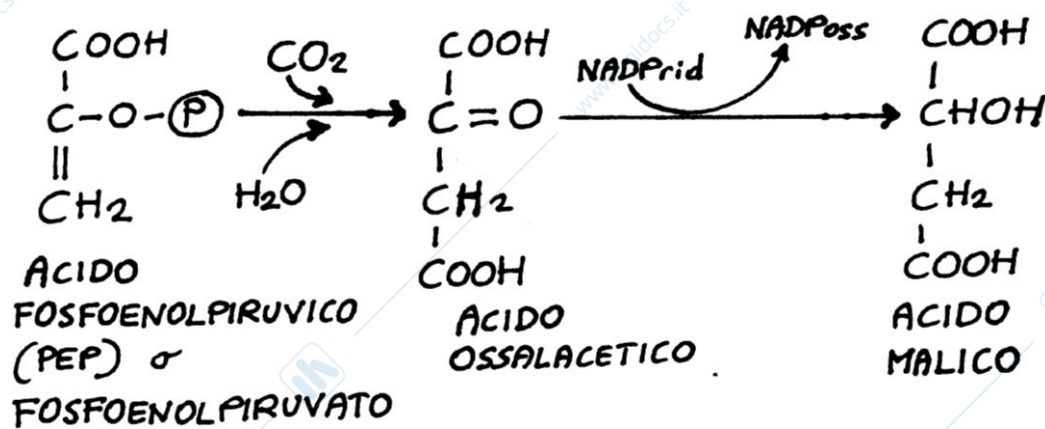
Tra le piante coltivate sono certamente da ricordare il MAIS, il SORGO e la CANNA DA ZUCCHERO, tra le infestanti la GRAMIGNA.

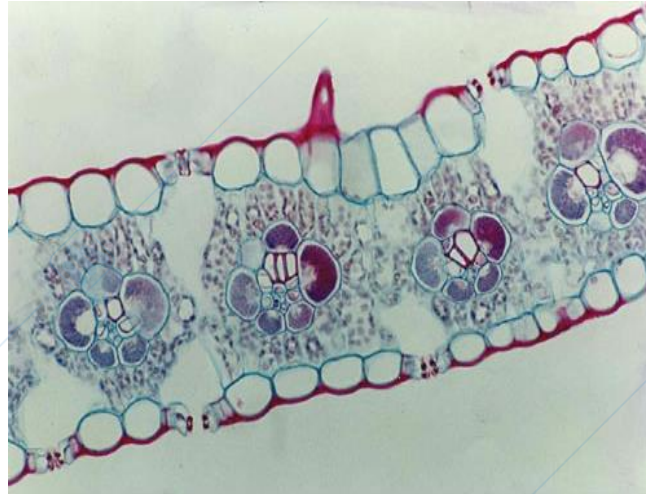
Le piante C4 non hanno o hanno poca fotorespirazione.

I vegetali che seguono questa via metabolica non hanno il mesofillo fogliare distinto in *parenchima spugnoso* e *parenchima a palizzata*, ma hanno invece un mesofillo omogeneo. Intorno ai *fasci fibrovascolari*, che formano le *nervature* delle foglie, è presente uno strato di cellule speciali, le *cellule della guaina del fascio*. La CO₂ viene fissata nelle cellule del mesofillo, mentre il Ciclo di Calvin avviene nelle cellule della guaina del fascio.

Nelle piante C4 la CO₂ necessaria per il Ciclo di Calvin non viene ricavata direttamente dall'atmosfera come avviene nelle piante C3, ma dall'acido malico che subisce una decarbossilazione e una ossidazione in seguito alle quali otteniamo dell'acido piruvico. L'acido piruvico poi torna nelle cellule del mesofillo, prende un gruppo fosfato da una molecola di ATP e ridiventa fosfoenolpiruvato, pronto ad accettare nuovamente una molecola di CO₂, trasformarsi in ossalacetato e in questo modo ricomincia il ciclo.

Rispetto alla via C3, quella C4 è certamente una via metabolica più lunga e complessa e con un maggior dispendio energetico perché ha un maggior consumo di ATP e di NADP ridotto, a parità di carboidrati formati. Tuttavia, soprattutto in condizioni caldo-aride, le piante C4 sono molto avvantaggiate rispetto a quelle C3 perché non hanno (o hanno poca) fotorespirazione e anche perché l'enzima che fissa la CO₂, il FOSFOENOLPIRUVATOCARBOSSILASI, lavora bene anche con l'abbondanza d'ossigeno e con le bassissime concentrazioni di CO₂ che si vengono a creare nel mesofillo quando la pianta deve chiudere gli stomi – totalmente o parzialmente – per non disidratarsi troppo.





MESOFILLO DI UNA PIANTA C4 (una *monocotiledone*): non c'è la distinzione tra *parenchima a palizzata* e *parenchima spugnoso* e sono evidenti le *cellule del mesofillo* e le *cellule della guaina del fascio*. Altrettanto evidenti sono le due *epidermidi*, entrambe con *stomi* e con una spessa *cuticola cerosa* che è un adattamento alle condizioni caldo-aride.



Il **SORGO** (*Sorghum bicolor* – Famiglia Graminacee) è una **pianta C4** d'origine africana e non di rado viene coltivata anche in Italia.

RIPRODUZIONE DELLE PIANTE

TRE SONO LE MODALITA' DI RIPRODUZIONE CHE POSSIAMO TROVARE NELLE PIANTE : le piante possono infatti riprodursi **PER SPOROGONIA, SESSUALMENTE PER GAMETOGAMIA**, spesso ma non sempre anche **VEGETATIVAMENTE PER FRAMMENTAZIONE**.

NOTA BENE:

Per affrontare l'argomento è indispensabile che lo studente ripassi bene la **MITOSI** e la **MEIOSI** in un buon libro di biologia.

E' indispensabile anche che si abbiano ben presenti le seguenti definizioni:

FASE: numero dei cromosomi, *aploide* (n) oppure *diploide* (2n).

GAMETE: è una cellula aploide che non è capace di dividersi con la mitosi. Un gamete deve unirsi con un altro gamete fecondandolo, oppure muore.

Nota bene: per ragioni che verranno spiegate nelle pagine successive, nelle piante i gameti si formano per MITOSI da cellule aploidi pre-esistenti, negli animali invece i gameti si formano per MEIOSI da cellule diploidi delle GONADI o GHIANDOLE SESSUALI.

SPORA: è una cellula aploide che si è formata con la MEIOSI ed è capace di dividersi con la MITOSI (vedremo nelle pagine successive che le piante con la meiosi producono le SPORE mentre gli animali con la meiosi producono i GAMETI).

ZIGOTE: è la cellula diploide che deriva dall'unione di due gameti aploidi. Lo zigote è capace di MITOSI.

GENERAZIONE: è l'insieme di tutte le cellule che si sono formate per **mitosi** a partire da una **spora aploide** oppure da uno **zigote diploide**.

Naturalmente le cellule che formano una *generazione* hanno tutte la stessa *fase* dal momento che la mitosi non cambia il numero dei cromosomi e neppure l'informazione genetica da essi posseduta.

Una spora aploide darà quindi origine a una generazione di cellule aploidi e uno zigote diploide darà origine a una generazione di cellule diploidi.

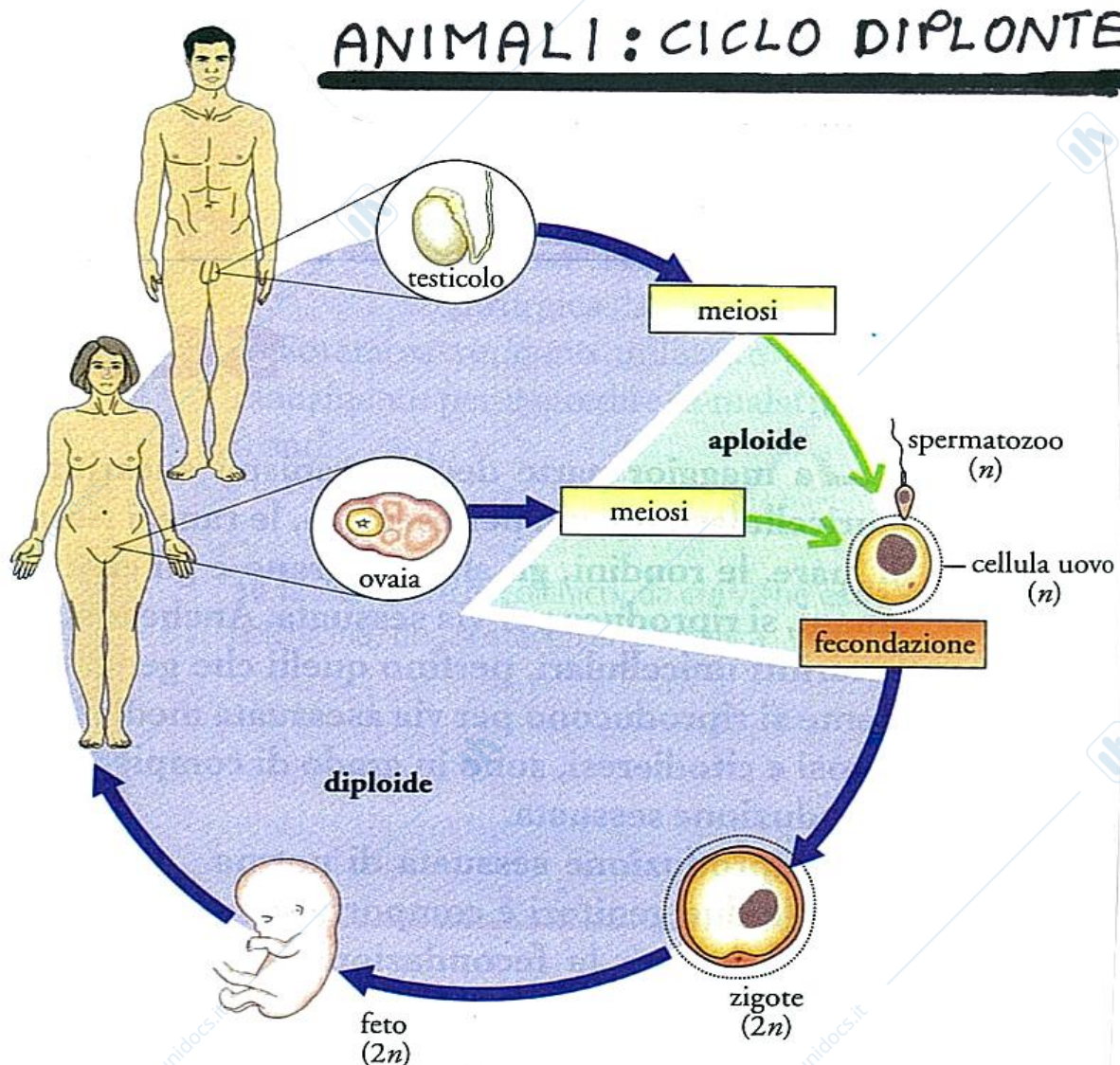
CONFRONTIAMO ora il **CICLO VITALE DI UN ANIMALE** e il **CICLO DI UNA PIANTA**.
Si osservi in particolare quando avviene la **MEIOSI** e quando la **GAMIA**.

CICLO DEGLI ANIMALI: CICLO DIPLONTE

L'aggettivo "**diploite**" si riferisce al fatto che nel ciclo degli animali tutte le cellule sono **diploidi ($2n$)**, ad eccezione dei **gameti** che invece sono **aploidi (n)**, in quanto si sono formati con la **MEIOSI** che dimezza il numero dei cromosomi.

L'intero corpo dell'animale è quindi formato da un'unica generazione di cellule **diploidi**, generazione che ha preso origine da uno **zigote**.

Si può anche dire che nel ciclo degli animali c'è un'**ALTERNANZA DI FASE** (e infatti si passa da cellule diploidi, le cellule *somatiche* del corpo, a cellule aploidi, i gameti) ma **non c'è ALTERNANZA DI GENERAZIONE** in quanto nel ciclo c'è una sola generazione di cellule diploidi. (Si veda la figura sottostante)



LE PIANTE : CICLO APLO-DIPLONTE

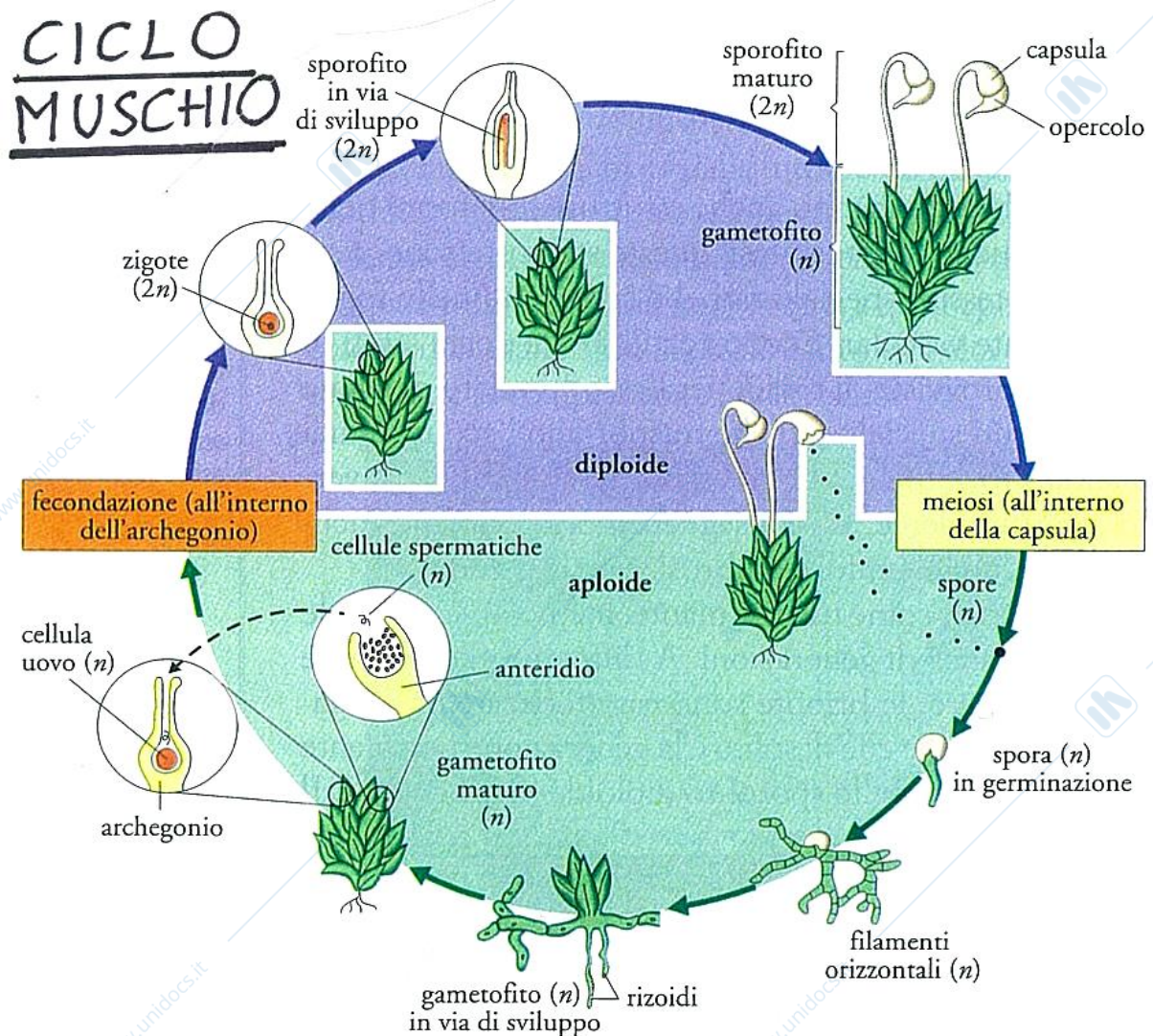
Il ciclo delle piante è invece **APLO-DIPLONTE** perché **nel corpo della pianta "convivono" due generazioni**: una **GENERAZIONE APLOIDE** che ha preso origine da una **spora**, e una **GENERAZIONE DIPLOIDE** che ha preso origine da uno **zigote**.

Nel ciclo APLO-DIPLONTE c'è quindi sia **ALTERNANZA DI FASE**, sia **ALTERNANZA DI GENERAZIONE**.

Tutte le piante hanno lo stesso ciclo, ma si è preferito qui riportare la figura del ciclo del muschio (vedi la figura sottostante) per la sua maggiore semplicità.

Il ciclo di un muschio è spiegato con molti più dettagli a pagina 119 e seguenti.

Si noti che nel ciclo di una pianta è sempre presente la riproduzione per **SPOROGONIA** e quella **SESSUALE PER GAMETOGAMIA**. Nelle piante quindi questi due tipi di riproduzione non mancano mai, salvo qualche eccezione. Inoltre, come già detto, moltissime piante sono anche capaci di **RIPRODUZIONE VEGETATIVA PER FRAMMENTAZIONE**, non evidente nella figura sottostante anche se tra i muschi è ampiamente diffusa.



RIPRODUZIONE PER SPOROGENIA

Con questo tipo di riproduzione le piante tramite meiosi producono VERE SPORE o meglio MEIOSPORE, nome che ricorda il processo che le ha formate e che le distingue da altri tipi di spore (per esempio le *neutrospore* e i *conidi*) non presenti nel Regno Vegetale.

Le meiospore sono cellule aploidi che in condizioni favorevoli germinano e germinare significa in concreto AVVIARE UNA SERIE DI MITOSI. Si forma così quella parte dell'individuo vegetale interamente formata da cellule aploidi e chiamata GENERAZIONE APLOIDE o APLOFITO o GAMETOFITO, perché termina con la produzione di GAMETI, ottenuti però con un processo di mitosi e non di meiosi che non può avere luogo in cellule aploidi.

E' il caso di ricordare che grazie ai meccanismi della meiosi le MEIOSPORE SONO GENETICAMENTE DIVERSE TRA LORO. Un certo grado di variabilità nella discendenza è quindi già garantito dalla sola sporogonia. Si tratta però di una variabilità pur sempre nell'ambito del patrimonio genetico già posseduto dal singolo individuo che produce tali spore.

RIPRODUZIONE SESSUALE PER GAMETOGAMIA

La riproduzione sessuale ha il compito di garantire nella discendenza un'**ampia variabilità genetica**, infatti la diversità è la condizione essenziale perché almeno qualche individuo, più resistente degli altri, riesca a sopravvivere di fronte a un fattore avverso come una malattia oppure un'avversità climatica (gelo, siccità, caldo eccessivo...). Così viene garantita la sopravvivenza della specie.

La riproduzione sessuale nelle piante comporta necessariamente un atto di GAMIA (significa "UNIONE") tra i GAMETI, i gameti infatti sono stati così chiamati perché sono cellule specializzate per unirsi tra di loro, uno maschile e uno femminile, per formare uno ZIGOTE. In caso di mancata unione, i gameti muoiono.

I gameti sono aploidi ma nelle piante (si riveda il ciclo aplo diplonte) NON derivano da meiosi, come nel caso degli animali. Si formano infatti per semplice MITOSI da cellule già aploidi, contenute in organi specializzati della generazione GAMETOFITICA o APLOFITICA.

La variabilità della discendenza è però ugualmente garantita. Infatti una singola pianta superiore (Gimnosperme ed Angiosperme) produce migliaia o anche milioni di gametofiti geneticamente diversi, perché derivano da altrettante *meiospore* geneticamente diverse.

L'**IMPOLLINAZIONE INCROCIATA** garantisce poi un ulteriore rimescolamento genetico. L'impollinazione incrociata si ha quando il polline dei fiori di un individuo feconda gli ovuli contenuti nel pistillo di un altro fiore della stessa pianta o, ancora meglio, di un fiore prodotto da un'altra pianta della stessa specie.

In natura esiste, ma non è molto diffusa, anche l'**AUTOIMPOLLINAZIONE**: si ha quando si fecondano polline e ovuli dello stesso fiore che li ha prodotti. Ad esempio sono capaci di autoimpollinarsi le famose piante di pisello utilizzate da MENDEL, il fondatore della genetica, nei suoi esperimenti.

Si ritiene che in natura l'autoimpollinazione non sia in genere favorita per garantire al massimo il rimescolamento genetico e quindi la variabilità genetica della discendenza. Diverse sono le strategie messe a punto dalle piante per evitare l'autoimpollinazione. La più semplice è quella di fare maturare prima le antere che producono il polline rispetto al pistillo che contiene gli ovuli, o viceversa.

In casi più raffinati si arriva a un riconoscimento chimico e il pistillo riconosce e impedisce la funzione fecondatrice del polline prodotto dallo stesso fiore al quale il pistillo appartiene.

RIPRODUZIONE ASESSUALE PER FRAMMENTAZIONE

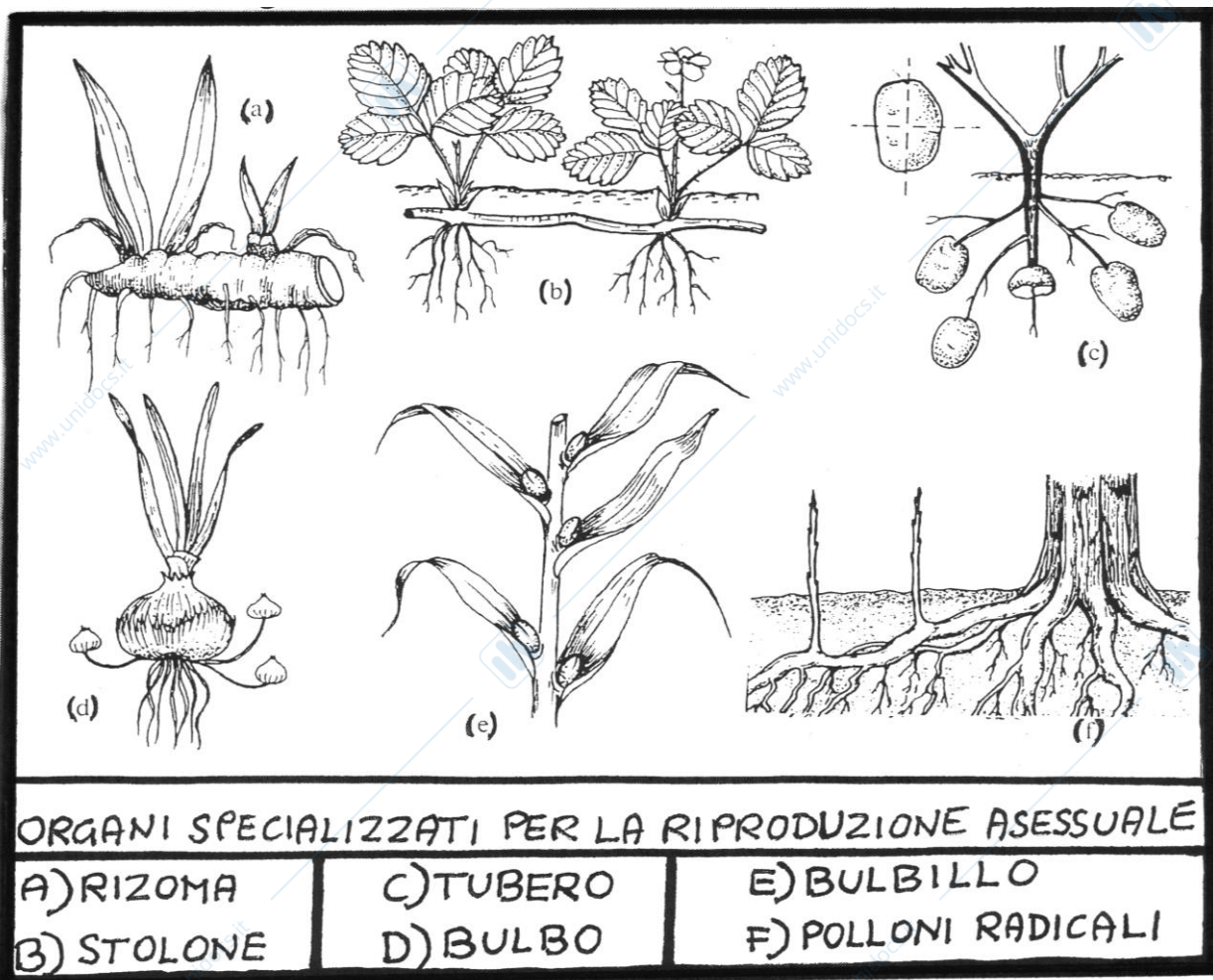
La riproduzione asexuale è anche chiamata **VEGETATIVA** perché è molto frequente nel regno vegetale. Tuttavia non tutte le piante ne sono capaci, ad esempio nessuna delle *gimnosperme* spontanee in Europa è capace di riprodursi vegetativamente e solo qualche *gimnosperma* esotica è in grado di farlo (talvolta è però possibile ottenere delle talee).

La riproduzione vegetativa per frammentazione consiste nel distacco dal corpo della pianta madre di una porzione più o meno grande, non necessariamente specializzata per la riproduzione, capace di accrescersi in modo indipendente formando un nuovo individuo completo.

Questo tipo di riproduzione è possibile grazie alla capacità delle cellule di compiere la MITOSI e la DIVISIONE CELLULARE.

Un **CLONE** è l'insieme di tutti gli individui, figli e figli dei figli eccetera, ottenuti mediante riproduzione vegetativa a partire da un unico genitore capostipite. Naturalmente nell'ambito di un clone tutti gli individui sono geneticamente identici, salvo che non si siano verificate delle mutazioni.

La riproduzione vegetativa, come già detto, in natura è molto diffusa: si veda qualche esempio nella sottostante figura.





ESEMPI DI RIPRODUZIONE ASESSUALE: dai **tuberi di patata** e da uno **stolone di fragola** stanno germogliando delle nuove piantine. Tuberi, stoloni e rizomi sono dei fusti modificati (vedi a pagina 86).



Kalanchoe daigremontana o **pianta della maternità** (Famiglia Crassulacee) è una pianta originaria del Madagascar e dell'Africa sud-orientale. Si osservino le piantine che si sono formate asexualmente a partire dai **bulbilli laterali** delle foglie della pianta madre. Queste piantine sono già complete di fusto, foglie e perfino radici. Presto cadranno a terra e così comincerà la loro vita indipendente.

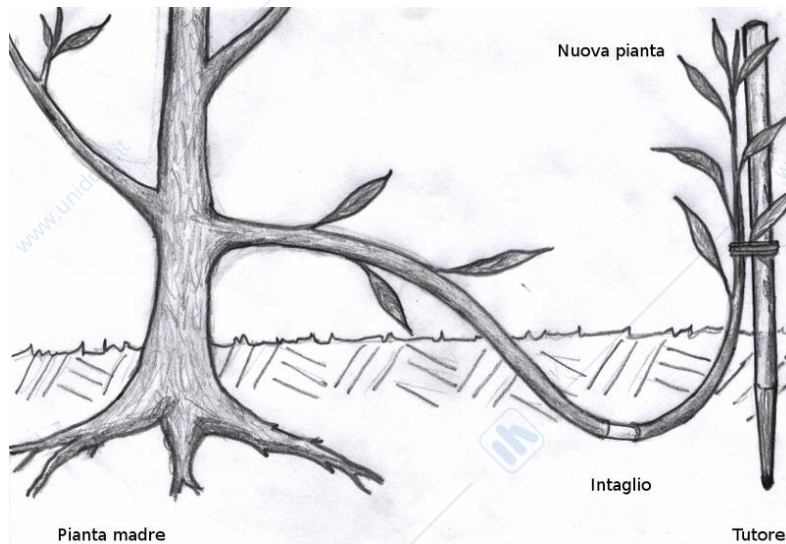
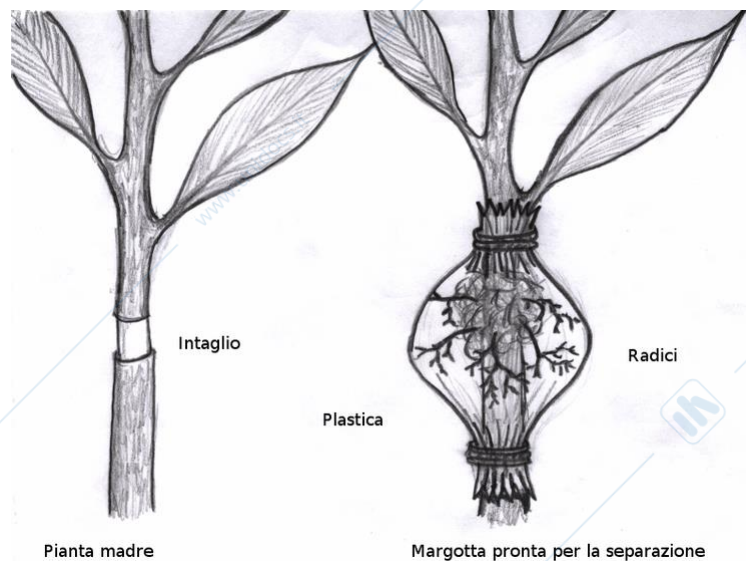
Da sempre l'uomo sfrutta in agricoltura la capacità delle piante di riprodursi vegetativamente. Vediamo alcuni esempi:

A) Quando si dice “**seminare le patate**” in realtà si intende interrare pezzi di tubero di patata. In modo simile s'interrano non semi ma bulbi di tulipani eccetera.

B) **TALEA** : è una porzione di ramo che interrata e nelle giuste condizioni di umidità e di temperatura, emette radici avventizie originando una nuova pianta. L'operazione può essere facilitata con alcune incisioni e con l'utilizzo di speciali ormoni. La talea è di gran lunga il modo più diffuso per ottenere piantine da vivaio con le quali formare nuovi vigneti, frutteti, pioppeti eccetera.

C) **MARGOTTA** : (figura a lato) è una specie di manicotto di terra posto su un ramo, anche in questo caso opportunamente inciso e trattato.

Dopo che sono state emesse le radici si taglia la margotta dalla pianta madre e la si pone a dimora, la si interra cioè nella sede definitiva prescelta.



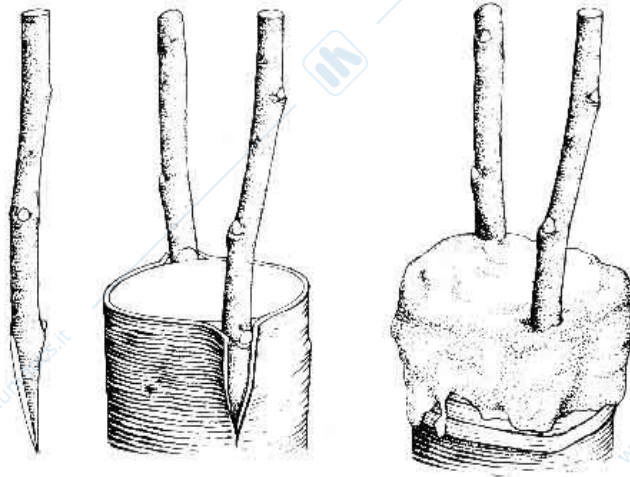
D) **PROPAGGINE** : (figura a lato) si piega un ramo flessibile di un cespuglio fino ad interrarlo.

Con la radicazione della parte interrata si ottiene una nuova pianta che presto avrà vita indipendente. La propaggine è nata come pratica forestale per ridurre la superficie delle radure nei boschi utilizzando i cespugli o le giovani piante ai margini della radura stessa.

E) **INNESTO** : è un'altra pratica assai diffusa in agricoltura . Da una pianta madre pregiata si preleva una gemma o un rametto con una o più gemme che dovranno essere inseriti su di una seconda pianta radicata al suolo e di solito meno pregiata ma più robusta e rustica. Le parti aggiunte devono saldarsi alla pianta porta-innesto e poi svilupparsi normalmente. (ci sono diversi tipi di innesto, si veda un esempio nella pagina seguente)

Esempio di

“INNESTO A SPACCO DIAMETRALE”



F) **MICROPROPAGAZIONE O CULTURA DEI MERISTEMI** : è una metodologia relativamente recente e consiste nella coltivazione in capsule di vetro e su speciali terreni di piccoli frammenti vegetali contenenti cellule meristematiche ottenute da piante madri; da ogni frammento si ottiene un nuovo individuo che poi dovrà essere interrato. La tecnica non è semplice ma è ormai largamente diffusa per i molti vantaggi che offre. Importante è mantenere condizioni di sterilità affinché sul terreno artificiale (una gelatina di AGAR con sostanze nutritive e ormoni) non si sviluppino batteri e muffe.



Nella fotografia si vedono due piantine di olivo che si sono formate a partire da frammenti di meristema apicale collocato su un terreno gelatinoso di agar e nutrienti vari in una capsula Petri (è il contenitore rotondo in vetro o plastica).

G) BOSCHI CEDUI

Molte piante si prestano alla pratica della ceduzione, tra queste il *castagno*, il *nocciolo*, il *faggio*, i *carpini*, la *robinia*, varie *querce* ma nessuna *gimnosperma* spontanea in Europa e pochissime nel mondo.

La CEDUAZIONE consiste nel tagliare le piante poco sopra il livello del suolo, lasciando nel terreno solo la CEPPAIA con tutte le sue radici. Dalla ceppaia, più esattamente dal suo cambio, “*riscoppiarono i POLLONI*”, ovvero delle nuove piante ottenute vegetativamente e che sfruttano l'apparato radicale della pianta madre.

Di solito da una ceppaia nascono parecchi polloni, ma il forestale ne lascia solo pochi (2, 3 o 4 secondo la dimensione della ceppaia) scelti tra i più vigorosi.

Il BOSCO CEDUO è quindi un bosco di piante nate da ceppaia, cioè un bosco di polloni. (Al contrario una FUSTAIA è un bosco di piante nate da seme. Per esempio e per le ragioni esposte, una *pineta* o una *abetaia* oppure un *lariceto* sono per forza delle fustaie, mentre una *faggeta* o un *castagneto* oppure un *querceto* possono essere sia delle fustaie che dei cedui).

Esistono anche forme miste: il CEDUO MATRICINATO è infatti un ceduo con frammiste anche piante nate da seme dette MATRICINE. Le matricine garantiranno nel tempo le nuove ceppaie, dato che dopo alcune ceduzioni la ceppaia “*si sposa*”, esaurisce cioè la sua capacità di produrre polloni.

Il CEDUO SEMPLICE è invece un bosco ceduo senza rilascio di matricine, e quindi è interamente formato da polloni. Tuttavia la forma di gran lunga più diffusa è il *ceduo matricinato*, per gli evidenti vantaggi che offre.

Per finire è invece un CEDUO COMPOSTO un ceduo le cui matricine hanno un'età di almeno tre volte il *turno* di quel bosco (il **TURNO** è il numero degli anni che intercorrono tra un taglio e quello successivo).

Chiaramente la fustaia è un bosco molto più pregiato del ceduo da ogni punto di vista, però il ceduo è in grado di fornire una buona massa di legna di pronto consumo (per esempio adatta per essere utilizzata come legna da ardere) con un turno ragionevole di 10 - 20 anni. Nella fustaia, per confronto, il turno è mediamente di un secolo.

Questo spiega perché i boschi di proprietà privata sono quasi sempre dei cedui, mentre i boschi gestiti da Enti pubblici (*Stato, Regioni, Comuni*) sono spesso delle fustaie.



Disegno di una ceppaia grossa e vigorosa alla quale il forestale ha lasciato cinque polloni.

VANTAGGI E SVANTAGGI DELLA RIPRODUZIONE VEGETATIVA E SESSUALE

In agricoltura i vantaggi della **RIPRODUZIONE VEGETATIVA** sono enormi. Nessun agricoltore sano di mente penserebbe di costituire un nuovo meletto o vigneto mettendo a dimora semi di mela o d'uva. Le ragioni sono molte e tutte ovvie, se ne cita comunque qualcuna :

- a) Molti semi morirebbero o verrebbero mangiati, o marcirebbero eccetera.
- b) Molti anni passerebbero tra la semina e la raccolta dei primi frutti.
- c) Molti anni significano molte spese e molti rischi: gelate, grandine, parassiti ...
- d) Alla fine avremmo comunque piante diverse, come sono diversi tra loro i fratelli, essendo i semi il risultato della riproduzione sessuale. Avremmo quindi piante con frutti buoni e altre con frutti cattivi, alcuni piccoli e altri grossi, alcuni precoci e altri tardivi: insomma una situazione ingovernabile e opposta a quella di un frutteto o un vigneto razionale.

La riproduzione vegetativa evita tutto ciò e garantisce sulla superficie coltivata una produzione omogenea e tutta di buona qualità. Inoltre solo la riproduzione vegetativa garantisce il **MANTENIMENTO DEI CARATTERI DESIDERATI** delle piante che coltiviamo e che spesso sono il frutto di lunghissimi anni di selezione.

In natura invece la riproduzione vegetativa e sessuale hanno dei vantaggi e degli svantaggi. Il discorso è speculare perché i vantaggi dell'una sono i punti deboli dell'altra e viceversa. La riproduzione vegetativa è più sicura in quanto il singolo individuo ne è capace in modo del tutto autonomo. La riproduzione sessuale invece comporta i rischi del mancato incontro tra i sessi. Può capitare per esempio che forti piogge intercettino tutto il polline o impediscano il volo degli insetti impollinatori. Oppure una gelata tardiva o un attacco parassitario possono distruggere i fiori e così via.

La riproduzione vegetativa è anche più veloce, sia perché le piante così ottenute hanno una crescita più rapida di quelle nate da seme, sia perché in genere una pianta raggiunge per prima la capacità di riprodursi vegetativamente.

La variabilità genetica della discendenza è la vera carta vincente della **RIPRODUZIONE SESSUALE**. E' evidente che di fronte ad un fattore avverso di qualsiasi natura (climatico, parassitario ecc.) se il popolamento è ricco e vario da un punto di vista genetico, un certo numero d'individui sopravvive sempre al fattore avverso, perché più dotato della media. Invece in un popolamento quasi omogeneo da un punto di vista genetico, come avremmo nel caso di molte piante tutte ottenute vegetativamente da pochi genitori capostipiti, il rischio che il fattore avverso porti addirittura all'estinzione del gruppo è concreto.

La riproduzione vegetativa in natura è quindi adatta ad una rapida colonizzazione di superfici ampie e omogenee, caratterizzate da bassa pressione selettiva e poca concorrenza. Se invece l'ambiente è difficile, selettivo, con molta concorrenza e possibili avversità, è meglio affidarsi alla variabilità genetica garantita in misura molto maggiore dalla riproduzione sessuale.

Si tenga conto infine che **un grandissimo numero di piante**, forse la maggior parte, è **capace sia di riproduzione vegetativa che sessuale**. In questo modo i vegetali spesso sfruttano i vantaggi di entrambi i tipi di riproduzione senza subire in modo troppo pesante gli inconvenienti.

DURATA DELLA VITA DEL VEGETALE E MOMENTO DELLA RIPRODUZIONE SESSUALE

Per quanto riguarda la durata della loro vita, le piante si distinguono in **ANNUALI**, **BIENNALI** e **PERENNI**; tra queste ultime si conoscono numerosi casi di piante con diverse migliaia d'anni di vita.

Tuttavia la longevità non è segno di maggiore evoluzione.

Infatti, prendiamo in considerazione una **PIANTA LEGNOSA**, quindi un **ALBERO** come una *quercia* oppure un **ARBUSTO** come un cespuglio di *rose* (*): a partire dalla germinazione del seme per molti anni essa non fiorisce e si limita ad accrescere le dimensioni della sua struttura vegetativa, ovvero l'insieme delle radici, dei fusti e della chioma. Eventualmente tale pianta potrà riprodursi solo asessualmente, ad esempio emettendo dei *polloni radicali*, e generare così un **CLONE** di individui geneticamente identici. **Durante questo lungo periodo non avviene quindi alcuna ricombinazione genetica.**

Solo al momento della fioritura, finalmente, con la **MEIOSI** e con la **GAMIA**, viene ripristinata tale possibilità.

Nelle **PIANTE ERBACEE** annuali, all'opposto, tra la germinazione del seme e la fioritura il tempo è brevissimo e di conseguenza è altrettanto breve il tempo che intercorre tra le successive ricombinazioni genetiche.

Soprattutto per questo motivo la forma arborea viene ritenuta primitiva rispetto a quella erbacea, che infatti è più recente.

Tuttavia bisogna anche ammettere che un evento sfavorevole che impedisce la possibilità di riprodursi sessualmente (per esempio un attacco parassitario o una gelata che distruggono completamente i fiori) è – con tutta evidenza – molto più grave in una pianta annuale, che non avrà una seconda possibilità, che non in una pianta perenne.

In conclusione sono quindi da considerare più evolute quelle piante che hanno saputo riunire i due caratteri della perennità dell'individuo e della rapidità della ricombinazione genetica. Parecchie specie erbacee infatti, soprattutto ma non solo tra le *Monocotiledoni*, sono capaci di fiorire già nel primo anno dalla germinazione del seme, ma nel contempo sviluppano organi perennanti, quali bulbi e rizomi, che rendono così pluriennale l'individuo vegetale che li ha prodotti.

(*) In realtà tra **ALBERI** ed **ARBUSTI** non c'è alcuna differenza botanica in quanto sono, in entrambi i casi, delle piante con *crescita secondaria* o *diametrica*.

A questo proposito si riportano le parole di un grande botanico italiano, **LUIGI FENAROLI** (1899-1980): *“La distinzione tra alberi ed arbusti, se pure sancita dall'uso e dalla consuetudine, è convenzionale, in quanto esiste una gradualità di passaggio tra gli uni e gli altri, non solo, ma variazioni delle condizioni ambientali possono a loro volta determinare fluttuazioni tra queste due categorie”*).

BOTANICA SISTEMATICA

La sistematica è quella parte della biologia che si occupa di classificare gli esseri viventi, evidenziandone le similitudini e le differenze, e di raggrupparli in categorie via via più ampie fino ai REGNI: PROCARIOTI - FUNGHI - VEGETALI - ANIMALI - PROTISTI.

La necessità di classificare deriva dall'enorme numero di specie di esseri viventi esistenti. Pertanto la sistematica, difficile a prima vista o addirittura ostile, nasce in realtà da un'esigenza di semplificazione. In altre parole: è molto più facile studiare la varietà di esseri viventi se li riuniamo in gruppi omogenei e se studiamo le caratteristiche di tali gruppi piuttosto che studiare le singole specie, cosa peraltro impossibile a farsi.

La classificazione è artificiale, cioè è inventata dall'uomo, ma non per questo è arbitraria. Essa infatti si basa su uno studio accurato dei seguenti aspetti:

MORFOLOGIA per evidenziare il grado di somiglianza e di differenza nelle forme.

CARATTERI BIOCHIMICI, per esempio composizione chimica, vie metaboliche ecc.

CARATTERI GENETICI, confrontando il DNA dei vari organismi considerati.

LEGAMI FILOGENETICI, cioè di parentela da un punto di vista evolutivo tra famiglie, ordini e classi oggi più o meno diversi e in questo è indispensabile lo studio dei fossili.

GERARCHIA SISTEMATICA

PRINCIPALI CATEGORIE SISTEMATICHE o TAXA (singolare TAXON) :

SPECIE - GENERE - FAMIGLIA - ORDINE - CLASSE - DIVISIONE - REGNO

Il criterio alla base di questa gerarchia (nel senso di un **ordinamento** dal più piccolo al più grande) è molto semplice: più SPECIE affini formano un GENERE, più generi affini formano una FAMIGLIA e così via fino al REGNO.

Credo che risulti chiaro che aumentando il **grado gerarchico** di norma diminuiscono le concrete affinità e somiglianze, salvo per quelle poche ed essenziali caratteristiche che sono state scelte come fondamento della classificazione medesima.

Per motivi di studio sono state introdotte anche delle categorie intermedie rispetto a quelle sopra elencate quali la **sottodivisione**, la **superfamiglia**, la **sottoclasse**, la **sezione**, la **tribù** e altre ancora.

I **tassonomi** (biologi specializzati nella classificazione degli esseri viventi) periodicamente rivedono le classificazioni precedentemente proposte, sulla base di nuove ipotesi oppure per delle nuove conoscenze acquisite.

NOTA BENE : è necessario e importante ricordare che **tutte le categorie superiori alla specie** (dal genere fino alla divisione) **sono artificiali, quindi non hanno un valore assoluto e possono essere diversamente considerate secondo il criterio del singolo studioso, senza che sia possibile accertare chi abbia ragione.**

Di conseguenza i **taxa** superiori alla specie non sono comparabili e non hanno la stessa dignità sistematica classi appartenenti a divisioni diverse, famiglie di differenti classi e - tanto meno - famiglie di diverse divisioni.

PER LE RAGIONI ESPOSTE, NEI PRESENTI APPUNTI SI E' PREFERITO RIDURRE AL MINIMO INDISPENSABILE LA SPECIFICAZIONE DEI VARI TAXA O CATEGORIE SISTEMATICHE.

IL CONCETTO DI SPECIE

Di tutte le categorie della gerarchia sistematica l'unica "naturale" è la specie, che è la base della classificazione stessa. Purtroppo del concetto di specie è più facile averne un'intuizione (una specie è l'uomo, il pesce rosso, il geranio eccetera) piuttosto che fornire una rigorosa definizione valida per tutti gli esseri viventi. Seguono quindi due delle possibili definizioni delle quali vedremo anche i limiti e alcuni casi in cui non si possono applicare agevolmente.

1) DEFINIZIONE DI SPECIE SU BASE MORFOLOGICA

LA SPECIE È UN INSIEME DI INDIVIDUI ABBASTANZA SIMILI TRA DI LORO E TALI DA POTERLI COLLETTIVAMENTE DISTINGUERE DA OGNI ALTRO GRUPPO DI INDIVIDUI.

Questa definizione di specie è perfettamente adeguata per esseri viventi che ci sono familiari: non facciamo fatica a distinguere a vista i gatti dai topi! Ma se cominciamo a pensare al piccolo (per esempio gli insetti) o al molto piccolo (i microrganismi) oppure all'insolito (esseri che non ci sono familiari per la loro scarsa importanza diretta o per l'ambiente che frequentano, per esempio animali vermiformi nel fango di un abisso oceanico) la definizione vacilla insieme alla possibilità di una sua facile applicazione.

Un altro limite di questa definizione lo possiamo trovare nel DIMORFISMO SESSUALE talora estremo e tale da rendere non di rado impossibile, a una prima osservazione, riunire in una medesima specie due individui, maschio e femmina. Anche le CONDIZIONI AMBIENTALI possono rendere molto diversi gli individui della stessa specie.

Un ultimo ma importante limite della definizione data è nel suo "ABBASTANZA SIMILI", cioè nel grado di somiglianza richiesto tra gli individui per appartenere alla stessa specie. Quanto "*abbastanza*"? Qui ha facile gioco la soggettività e capita che alcuni autori considerino specie separate quelle che per altri sono invece razze o varietà di una sola specie, come nel caso del *leopardo* e della *pantera nera*, eppure sono due ben noti e grandi mammiferi! Pensate anche a questo: se un marziano venisse sulla Terra potrebbe ritenere, su base morfologica, che cane e gatto appartengano alla stessa specie perché le somiglianze sono enormemente più numerose e importanti delle differenze!

2) DEFINIZIONE DI SPECIE SU BASE GENETICO – RIPRODUTTIVA

LA SPECIE È UN INSIEME DI INDIVIDUI TRA LORO FECONDI E CAPACI DI DARE ORIGINE A PROLE FERTILE.

Diciamo infatti che cavallo e asino sono di specie diversa perché, benché fecondi, l'animale ibrido che da essi discende, il mulo o il bardotto, è sterile.

Tuttavia anche questa definizione trova ampie eccezioni. Infatti se è vero che gli ibridi di animali sono in genere sterili, lo stesso non può dirsi per le piante dove gli ibridi fertili sono piuttosto comuni, come tra specie diverse di pioppi, di querce o di platani.

Inoltre la definizione non può applicarsi a quegli esseri viventi che si riproducono solo asessualmente o vegetativamente: naturalmente in questo caso non si può più parlare di fecondazione reciproca. Per esempio i batteri quando si riproducono dividono semplicemente in due la propria cellula (SCISSIONE BINARIA): non esistono batteri maschi e batteri femmina.

Anche tra piante, animali, funghi e protisti troviamo casi relativamente numerosi di specie che si riproducono solo in via asessuata.

Dopo queste considerazioni e molte altre simili che si potrebbero fare, la conclusione è che la specie, tutto sommato, è forse più vicina ad essere una nostra CATEGORIA MENTALE - vale a dire uno *schema interpretativo* della realtà biologica che ci circonda - piuttosto che una vera e propria CATEGORIA NATURALE.

La specie inoltre non è un'entità statica (concetto del tutto superato di FISSITA' DELLA SPECIE), ma è invece un'entità dinamica che cambia nel tempo (EVOLUZIONE DELLA SPECIE). MUTAZIONE, IBRIDAZIONE, ISOLAMENTO GEOGRAFICO o RIPRODUTTIVO possono anche determinare la comparsa di **nuove specie** che si sono differenziate da altre precedenti. Il fenomeno è conosciuto come SPECIAZIONE.

Dal momento che non si riesce a tradurre il concetto di SPECIE in una *definizione assoluta*, a maggior ragione risulterà impossibile definire le CATEGORIE INTRASPECIFICHE, ovvero interne alla specie stessa, quali le RAZZE animali, la SOTTOSPECIE, la VARIETA', la VARIETA' COLTURALE o CULTIVAR, l'ECOTIPO e così via.

In buona sostanza quelle elencate sono tutte entità difficilmente distinguibili, quando non sono del tutto assimilabili, e – come già detto – sono indefinibili, il che non significa che “*non esistono*”: non è in discussione il fatto che un *cane bassotto* oppure una *mela renetta* abbiano una loro particolarità rispetto ad altre razze canine o varietà colturali di mele.



Cisto marino (Cistus monspeliensis). Questa pianta è molto comune nella MACCHIA MEDITERRANEA insieme ad altri Cisti (Cistus incanus – Cistus salvifolius ...). Le diverse specie di Cisto facilmente si incrociano e generano degli ibridi fertili. Possiamo veramente considerare di specie diversa i Cisti che generano ibridi fertili?

NOMENCLATURA BINOMIA, NOME SCIENTIFICO E NOME VOLGARE

Il nome volgare, utile ed opportuno per esseri viventi di una certa dimensione e a noi familiari per i più disparati motivi (perché utili, o dannosi, o pericolosi, o commestibili eccetera), diventerebbe invece causa di errori e confusione nei lavori scientifici e nel confronto internazionale. Si rifletta sulle seguenti considerazioni :

- 1) Ogni lingua ha un nome volgare diverso e talvolta più di uno per ogni animale e pianta comuni, senza considerare gli infiniti nomi dialettali.
- 2) Capita spesso che diverse lingue indichino con lo stesso nome volgare organismi diversi: per esempio il pettirosso per gli americani (*Turdus migratorius*) non è il nostro pettirosso (*Erithacus rubecola*).
- 3) Frequentemente il nome volgare è errato. Per esempio il cosiddetto “*abete rosso*”, la pianta utilizzata come albero di Natale, non è in realtà un abete, cioè un *Abies*, ma una *Picea*. Anche il termine volgare “*pino*” è usato non di rado in modo improprio e con esso erroneamente si indicano diverse specie di gimnosperme quali, oltre ai veri pini, anche abeti, cedri, picee, larici eccetera.
- 4) Si consideri anche la confusione che deriva dall'impossibilità d'esprimere la corretta posizione sistematica con i nomi volgari; per esempio FARNIA, ROVERE, LECCIO, CERRO, VALLONEA, SUGHERA sono tutti nomi italiani di varie querce (nell'ordine: *Quercus pedunculata*, *Quercus sessiliflora*, *Quercus ilex*, *Quercus cerris*, *Quercus macrolepis*, *Quercus suber*), ma i nomi volgari non suggeriscono affatto che si tratti di querce.
- 5) In realtà poi solo una percentuale quasi trascurabile di esseri viventi ha il nome volgare: si tratta, come già detto, di esseri viventi di una certa mole e che abbiano una diretta importanza per noi. Quindi anche il nome scientifico, in apparenza difficile perché latino o comunque latineggiante, nasce in realtà da un'esigenza di semplificazione e per evitare errori e confusioni.

Si deve allo scienziato svedese CARLO LINNEO (1707-1778) “l'invenzione” della **NOMENCLATURA BINOMIA** ancor oggi in uso. Binomia significa due nomi, il primo dei quali si riferisce al genere - **NOME GENERICO** - e il secondo alla specie - **NOME SPECIFICO** - per esempio *Taraxacum officinale*, il comune soffione.

Per convenzione internazionale il nome scientifico deve essere scritto tutto minuscolo salvo la prima lettera del nome generico.

Se usato da solo il nome specifico è privo di significato perché può essere uguale in diverse specie, come nel caso delle seguenti: *Betula alba* (la betulla), *Populus alba* (il pioppo bianco), *Salix alba* (il salice bianco), *Sinapis alba* (la senape), *Abies alba* (l'abete bianco) eccetera.

Il nome o la sigla che spesso troviamo dopo il nome scientifico si riferiscono allo studioso che decise quel nome, per esempio *Robinia pseudacacia* L. è la comune robinia e L. è l'iniziale di Linneo.

E' vero che serve tempo per familiarizzare con i nomi scientifici, però sono univoci, uno per ogni specie, uguali in tutto il mondo. Pensiamo anche che per noi italiani è più semplice leggere e pronunciare questi nomi di derivazione latina rispetto a un inglese o, peggio, un cinese o un giapponese! Vedrete anche che non sono neppure così difficili da ricordare, basta scriverli qualche volta...

CRITERI PER ATTRIBUIRE IL NOME SCIENTIFICO

In realtà non esistono criteri precisi: lo studioso che scopre un nuovo genere o una nuova specie nell'ambito di un genere già noto, ha diritto di decidere il nome e di pubblicarlo; da questo momento tutti sono tenuti a usare il nome stabilito.

Comunque in genere si preferisce che il nome specifico ricordi una caratteristica della specie stessa, per esempio *Vitis vinifera*, la vite produttrice di vino.

Spesso invece deriva da nomi geografici (per esempio *Cedrus libanotica*, il cedro del Libano) o da nomi di studiosi (*Globularia linnei*, di Linneo) o anche dal nome volgare della pianta (*Daucus carota*).

In molti casi i nomi scientifici sono privi di significati particolari come *Alnus viridis*, l'ontano verde, ma quasi tutte le piante sono verdi!

Infine in qualche raro caso anche i nomi scientifici sono errati o forse meglio assurdi come per *Euphorbia veneta*, che nel Veneto non esiste, oppure *Hieracium murorum* che non cresce mai sui muri. Tuttavia anche questi nomi devono essere conservati e usati perché pubblicati validamente.

LA CONQUISTA DELLE TERRE EMERSE

Testimonianze fossili ci inducono a ritenere che i vegetali colonizzarono le terre emerse circa 450-500 milioni di anni fa e che si siano evoluti da ALGHE VERDI PLURICELLULARI MARINE. Per confronto si ricordi che la Terra ha un'età di poco meno di 5 miliardi di anni e che i più antichi fossili (forme batteriche) hanno 3,8 miliardi di anni.

La discendenza da alghe verdi è ritenuta probabile perché in esse troviamo gli stessi pigmenti coinvolti nella fotosintesi (clorofilla a, b, carotenoidi) e gli stessi carboidrati di riserva e strutturali (amido e cellulosa) che troviamo nei vegetali.

In diverse alghe verdi abbiamo inoltre, come nelle piante, cellule uovo più grosse ed immobili e gameti maschili più piccoli e mobili e l'alternanza di una generazione aploide con una diploide.

Quelle verdi sono anche le alghe più superficiali per le quali è più facile immaginare un possibile passaggio alla terra ferma. Per quanto non se ne abbia alcuna prova, possiamo ritenere che non ci fu un unico tentativo di conquistare i continenti subito coronato da successo, ma più tentativi in un lungo arco di tempo, in particolare in zone caratterizzate da coste basse e pianeggianti e forti maree, con la conseguente bigiornaliera ondata di piena su estesissime superfici, alternata ad altrettanti periodi di asciutta.

La vita in CONDIZIONI SUBAEREE offre diversi VANTAGGI rispetto alla vita subacquea: c'è più luce, più anidride carbonica per la fotosintesi, più sali minerali utili a disposizione nel terreno, come i sali di fosforo, di potassio e di azoto. Si ricordi che nell'acqua di mare l'unico sale veramente abbondante è il cloruro di sodio - NaCl - la cui abbondanza è un problema da risolvere piuttosto che un vantaggio.

Un altro vantaggio in ambiente subaereo, almeno nelle condizioni iniziali, è la mancanza di concorrenza, di malattie e di fitofagi in senso ampio.

Fuori dall'acqua ci sono naturalmente anche SVANTAGGI: ci sono più forti escursioni termiche, è più difficile sostenersi perché è trascurabile la spinta di Archimede e soprattutto c'è il grave e continuo pericolo della DISIDRATAZIONE.

I vegetali nell'insieme risolvono questi problemi con una serie di **adattamenti evolutivi**:

- 1) Le piante si rivestono di CERE IMPERMEABILIZZANTI: la CUTINA che forma lo strato detto CUTICOLA sulle parti verdi (cioè in struttura primaria) e il SUGHERO, un tessuto di cellule morte impregnate di una cera detta SUBERINA, sulle parti legnose, in struttura secondaria (vedi le pagine 16 e 29).
- 2) Contemporaneamente, per gli scambi gassosi, si devono essere differenziati gli STOMI nel tessuto epidermico rivestito da cutina e le LENTICELLE nel sughero (pagine 24 e 29).
- 3) La pianta non può assorbire e fotosintetizzare su tutta la sua superficie come un'alga e ha dovuto quindi differenziare organi specializzati per l'assorbimento, il trasporto e la fotosintesi, rispettivamente la RADICE, il FUSTO e le FOGLIE. Tale organizzazione si definisce a CORMO, contrapposta alla struttura a TALLO delle alghe, sostanzialmente non differenziate in organi.
- 4) Nelle alghe le esigenze di trasporto sono minime, mentre il sostegno è garantito dalla spinta di galleggiamento di Archimede. In condizioni subaeree le piante hanno invece dovuto differenziare un apposito TESSUTO MECCANICO O DI SOSTEGNO e un TESSUTO CONDUTTORE per la linfa.
- 5) Sempre per il sostegno, i vegetali hanno imparato a sfruttare abilmente il fenomeno dell'OSMOSI con il TURGORE, che non sussiste nelle alghe le cui cellule sono *isotoniche* rispetto all'acqua che le circonda.
- 6) Particolare protezione dalla disidratazione si è dovuta attribuire alla cellula uovo fecondata (ZIGOTE) e all'EMBRIONE entro speciali strutture.
- 7) Infine deve essere stata essenziale sin dall'origine la SIMBIOSI MICORRIZICA (vedi alle pagine 27 e 28) per sfruttare il poverissimo suolo delle terre emerse, privo fino ad allora del contributo fertilizzante degli esseri viventi e della loro decomposizione.



Non ti scordar di me (Myosotis scorpioides)

CLASSIFICAZIONE SEMPLIFICATA DEL REGNO VEGETALE

La classificazione proposta inizia con le **BRIOFITE** e i **MUSCHI** che sono le piante più semplici e strutturalmente più primitive (anche se, come meglio vedremo in seguito, le briofite e i muschi non sono le piante più antiche in assoluto) per andare verso gruppi di vegetali via via più complessi o comunque ritenuti più evoluti.

In linea di massima, a parte l'eccezione sopra indicata per le briofite, la stessa classificazione riflette la storia evolutiva del Regno Vegetale, ovvero la sequenza con la quale i diversi gruppi di vegetali sono comparsi sulla Terra.

Naturalmente le nostre conoscenze in merito derivano dallo studio dei fossili e dalla possibilità, con i metodi radiometrici o con altri criteri, di attribuire ai fossili una certa età con buona approssimazione.

1) BRIOFITE (le PIANTE NON VASCOLARI -
per esempio i MUSCHI)

**2) PTERIDOFITE : GRUPPO DELLE PIANTE
VASCOLARI SENZA SEMI** (per esempio le FELCI)

3) SPERMATOFITE (le piante con i SEMI) :

A) GIMNOSPERME (le piante con i SEMI NUDI)

B) ANGIOSPERME (le piante con i FIORI e i SEMI
NASCOSTI NEL FRUTTO) :

B1) DICOTILEDONI

B2) MONOCOTILEDONI

Nota bene: prima di affrontare lo studio dei singoli raggruppamenti, sono indispensabili prerequisiti la conoscenza della MITOSI e della MEIOSI.

Si ripassi anche le MODALITÀ DI RIPRODUZIONE DELLE PIANTE e il loro CICLO VITALE su questi "*Appunti di Botanica*" alle pagine 100 e seguenti.

Per quanto riguarda i *cotiledoni* si ripassi l'argomento a pagina 70.

Infine per quanto riguarda la **distinzione tra Dicotiledoni e Monocotiledoni** si veda a pagina 162.

BRIOFITE : le piante non vascolari

“**BRIOFITE**” deriva da una parola greca che significa semplicemente “*muschio*”.

Di questa divisione verrà presa in considerazione soprattutto la Classe dei **MUSCHI**, quali più diffusi e rappresentativi esponenti. I Muschi, con più di 14.000 specie conosciute, sono il più numeroso raggruppamento vegetale, a eccezione delle Angiosperme.

I più antichi fossili di piante risalgono al Siluriano, circa 430 milioni di anni fa, e si tratta di *piante vascolari senza semi*. I muschi compaiono più tardi, nel Devoniano, circa 370 milioni di anni fa. I muschi non sono quindi le piante propriamente più antiche, ma sono certamente le più primitive per una serie di ragioni che verranno esposte.

E' probabile – o almeno è possibile – che a partire dalle *alghe verdi* (vedi “*la conquista delle terre emerse*”, pagina 115) l'evoluzione abbia seguito due strade diverse: un ramo evolutivo di origine più remota è quello che in sequenza ha generato le *piante vascolari senza semi* come le *Felci*, poi le *Gimnosperme* e infine le *Angiosperme* che sono le piante più recenti ed evolute di tutte, e un secondo ramo evolutivo di origine relativamente più recente che ha portato alle *Briofite*. Questo ramo evolutivo è una specie di “*binario morto*” perché le Briofite di oggi non sono troppo dissimili da quelle di tantissimi milioni di anni fa.

MORFOLOGIA

Benché considerate piante della terra ferma, gli adattamenti che i muschi hanno differenziato per potere vivere in condizioni subaeree sono ancora alquanto modesti e incompleti. Irregolare è infatti la presenza di un vero e continuo strato di cuticola impermeabilizzante e gli stomi possono essere presenti solo sul sottile filamento dello sporofito (vedi oltre).

La ridotta presenza di strutture per limitare la disidratazione costringe la grandissima maggioranza dei muschi a prediligere gli ambienti umidi. Diverse specie sono però in grado di concentrare le proprie attività nei soli periodi umidi e favorevoli e si disidratano in modo spinto per superare quiescenti i lunghi periodi aridi.

Tutti i muschi sono comunque ancora strettamente legati alla presenza di acqua liquida al momento della riproduzione sessuale a causa dei gameti maschili biflagellati che richiedono un velo di acqua per raggiungere il gamete femminile.

La mancanza di tessuti e soprattutto del tessuto conduttore, costringe i muschi ad avere necessariamente delle **PICCOLE DIMENSIONI** per potere assicurare un sufficiente trasporto d'acqua a tutte le loro parti.

In realtà nessun vero tessuto è presente nei muschi nei quali quindi troviamo solo **SINGOLE CELLULE ISOLATE SPECIALIZZATE**, come gli **IDROIDI** per il trasporto della linfa grezza e i **LEPTOIDI** per quella elaborata.

Non avendo tessuti non presentano di conseguenza neppure veri organi. I muschi hanno ancora come le alghe un'organizzazione a **TALLO**, quindi non vere foglie, fusti e radici, ma rispettivamente **FILLOIDI**, **CAULOIDI** e **RIZOIDI**.

L'assorbimento di acqua avviene su tutta la superficie e non grazie ad un organo specializzato (si ricordi che il rivestimento ceroso della cuticola manca oppure è incompleto).

ECOLOGIA ED IMPORTANZA

Per la loro frugalità e robustezza i muschi sono delle tipiche piante pioniere: i loro cuscinetti, con il progressivo ingrandimento e accumulo di detriti, consentono successivamente l'insediamento di piante più evolute ed esigenti. Sono sensibili solo all'inquinamento perché, per ragioni legate al loro metabolismo e struttura, tendono ad accumulare gli inquinanti fino a concentrazioni anche letali.

I muschi rappresentano a volte la forma vegetale dominante, fino alla totale esclusione di altre piante: questo si verifica in vaste aree dell'estremo nord e sud del pianeta o in montagna al di sopra della vegetazione arborea ed erbacea. In questi ambienti estremi i muschi rappresentano quasi l'unica forma di vita autotrofa e sono la base della piramide alimentare.

Dal punto di vista dell'economia umana i muschi hanno un certo valore come materiale utile per le coltivazioni in serra, per esempio di orchidee, e per la miglior TORBA utilizzata nel florovivaismo e giardinaggio: la torba di SFAGNO, un tipo particolare di muschio.

Le torbiere con sfagni, cioè le SFAGNETE, assai frequenti in montagna e al nord, sono poi interessantissime sia per il naturalista per la particolarità di questo ecosistema, sia per il paleontologo. Infatti, a causa di un pH particolarmente basso di 3 o 3,5 nell'acqua della sfagneta, in essa non avviene la normale decomposizione batterica e si sono perfettamente conservati come fossili vari tipi di esseri viventi. Si ritrovano anche pollini e spore a partire dalla fine dell'ultima glaciazione. Con l'analisi di tali pollini si è potuto ricostruire il clima preistorico anche delle regioni italiane e riconoscere le successive tappe dello sviluppo della vegetazione forestale negli ultimi 8-10 millenni.

RIPRODUZIONE E CICLO

Come in tutte le piante, anche nei MUSCHI abbiamo un CICLO APLO-DIPLOTE con la sua classica alternanza di generazioni, una aploide ed una diploide.

La figura del CICLO DI UN MUSCHIO è a [pagina 102](#). Si guardi anche la [figura sottostante](#) e le altre figure nelle [pagine successive](#).



PIANTA COMPLETA DI MUSCHIO CON LO SPOROFITO (2n) CHE CRESCE SOPRA IL GAMETOFITO (n) VERDE E FOTOSINTETICO.

Conviene descrivere il ciclo a partire dalle spore che, numerose, si sono formate con la MEIOSI all'interno della *teca* o *urna*.

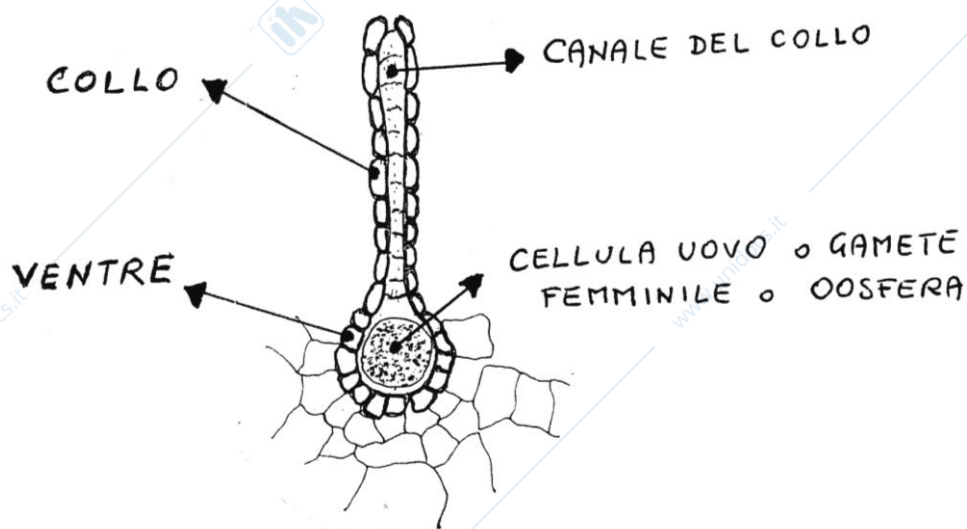
Cadute a terra, se c'è sufficiente umidità e temperatura adeguata, le spore germinano e "*germinare*" significa *avviare una serie di mitosi*. Dal momento che la spora è aploide, tutte le cellule che derivano da essa saranno aploidi.

All'inizio si forma un semplice filamento di cellule detto PROTONEMA (la parola significa "primo filamento"), poi, con molte altre mitosi, si completa la GENERAZIONE APLOIDE del muschio che è chiamata APLOFITO oppure anche GAMETOFITO perché questa generazione si concluderà con la produzione dei gameti. In concreto il *gametofito* è la parte bassa della pianta di muschio, piccola ma autotrofa per fotosintesi e perenne. Questa parte è formata, come già detto, da RIZOIDI, FILLOIDI e CAULOIDI.

Nella parte più alta del *gametofito* si formano i GAMETANGI, così chiamati perché dovranno produrre i gameti.

E' importantissimo notare che i gameti dei muschi (e anche di tutte le altre piante !!!) non possono formarsi con la meiosi perché derivano da una parte della pianta interamente formata da cellule aploidi. Essi quindi si formano con la MITOSI e, di conseguenza, i gameti prodotti da un certo gametofito sono tutti geneticamente uguali. La variabilità genetica della discendenza è quindi assicurata dalle spore che sono geneticamente diverse perché è la meiosi che le ha prodotte. Inoltre i gameti maschili di un individuo possono fecondare quelli femminili di un altro individuo, purché vicino. Il gametangio maschile o ANTERIDIO è di forma più o meno sferica o cilindrica e produce un elevato numero di GAMETI MASCHILI o CELLULE SPERMATICHE o ANTEROZOIDI. I gameti maschili dei muschi sono *biflagellati* o *pluriflagellati* e per i loro spostamenti è necessaria la presenza di almeno un velo di acqua. Anche la rugiada è più che sufficiente per le loro necessità.

Il gametangio femminile, detto ARCHEGONIO, ha una tipica forma a fiasco e in esso distinguiamo le seguenti parti :



ARCHEGONIO DI UN MUSCHIO

Quando l'archegonio è maturo, le cellule del canale del collo *gelificano*, cioè si trasformano in una specie di gelatina che in parte trabocca e si scioglie nell'acqua presente all'esterno. La gelatina traboccata dall'archegonio aiuta i gameti maschili: essi infatti, dopo essere usciti dall'anteridio che li ha prodotti, nuotano a caso nell'acqua finché non trovano la sostanza gelatinosa e a questo punto è per loro facile trovare l'imboccatura dell'archegonio. In seguito il gamete maschile percorre il canale del collo senza difficoltà perché è occupato da cellule ormai completamente gelificate e infine raggiunge e feconda la CELLULA UOVO.

Si forma così uno ZIGOTE ($2n$) e la *fase* da aploide (n) diventa diploide ($2n$). Lo zigote inizia immediatamente una serie di mitosi che porta alla formazione della GENERAZIONE DIPLOIDE o DIPLOFITO o SPOROFITO, così chiamato perché questa generazione termina con la produzione delle spore.

Lo sporofito del muschio è formato da un lungo e sottile filamento detto SETA e dalla TECA o URNA che troviamo alla sua estremità.

All'interno della *teca* molte cellule subiscono MEIOSI e si formano le MEIOSPORE aploidi, tutte geneticamente diverse tra di loro, e il ciclo ricomincia.

Notate che tutti i **tre tipi** di riproduzione presenti nel Regno vegetale sono possibili nei muschi :

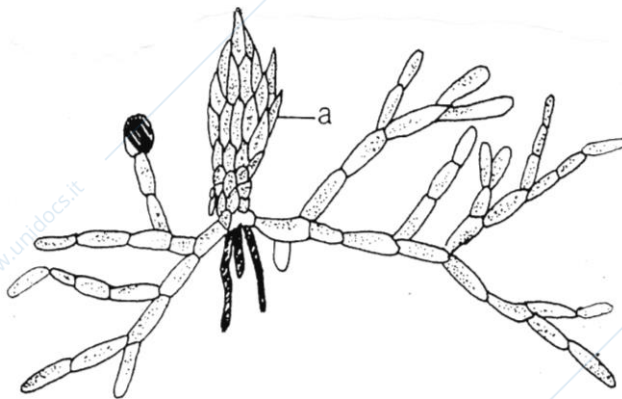
- 1) **Vegetativa per frammentazione** del gametofito.
- 2) **Per sporogonia** con produzione di meiospore.
- 3) **Sessuale** per gametogamia.

Notate anche che nel ciclo aplo-diplonte del muschio si ha una fortissima predominanza, per sviluppo vegetativo e durata, della generazione aploide (GAMETOFITO) rispetto a quella diploide (SPOROFITO).

Quest'ultima non è neppure indipendente dal punto di vista trofico: infatti non è autotrofa fotosintetica o lo è solo in parte e limitatamente alle prime fasi del suo sviluppo. Quindi lo sporofito cresce sopra il gametofito, che è piccolo ma perenne e fotosintetico, e prende da esso le sostanze nutritive di cui abbisogna.

Si conclude questa parte con un riepilogo circa il **RAPPORTO TRA I MUSCHI E L'ACQUA** nei diversi momenti del loro ciclo :

Il **PROTONEMA** è a tutti gli effetti un organismo acquatico in quanto germina e si sviluppa solo in un ambiente zuppo d'acqua.

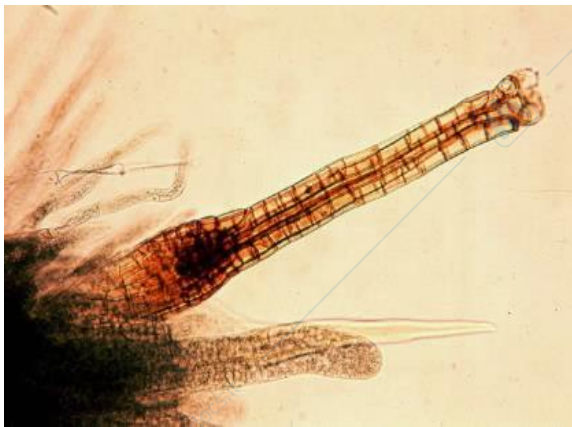
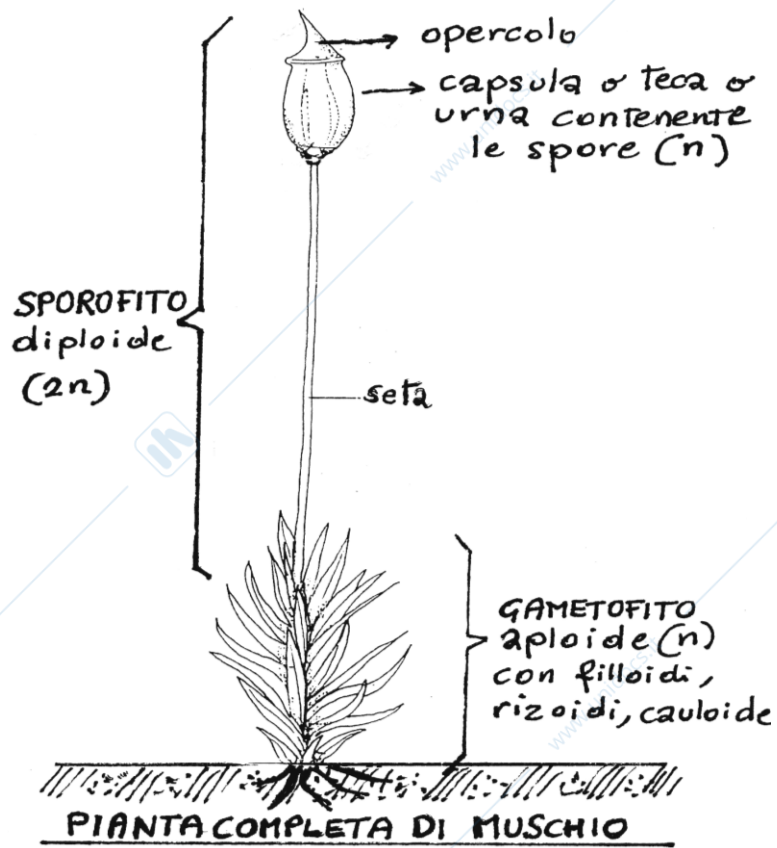
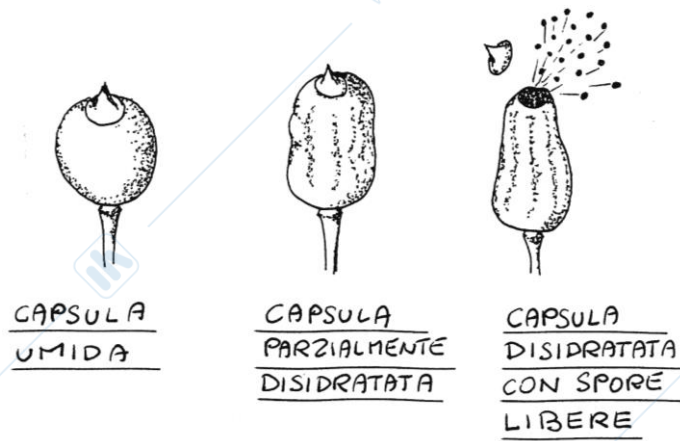


PROTONEMA DI
MUSCHIO CON ABBOZZO
(2) DI GAMETOFITO

Il **GAMETOFITO** predilige l'umidità per le ragioni esposte, ma è comunque un organismo subaereo; tuttavia il *gametofito* richiede di nuovo acqua liquida al momento della fecondazione per via dei gameti maschili flagellati.

Lo **SPOROFITO** è completamente subaereo, anzi richiede addirittura condizioni di siccità per la deiscenza (apertura) della capsula e la conseguente liberazione delle spore. Infatti con la disidratazione i lembi della capsula o TECA si ritirano e si stacca l'OPERCOLO (vedi la figura nella pagina successiva), una sorta di coperchietto che racchiude le spore.

Anche le **SPORE** infine sono favorite dal secco e dal vento per la loro diffusione; per la germinazione richiedono però condizioni d'umidità. Germinando producono il *protonema* e il ciclo ricomincia.



ARCHEGONIO di un MUSCHIO



ANTERIDI di un MUSCHIO

Tradizionalmente la Divisione Briofite comprende anche le Classi **EPATICHE** e **ANTOCEROTE** che tuttavia, secondo diversi Autori, hanno probabilmente un'origine evolutiva diversa da quella dei muschi. In questa ipotesi le epatiche e le antocerote sarebbero esse stesse delle Divisioni e non delle Classi appartenenti alla Briofite che, quindi, comprenderebbero solo i muschi.

Si conoscono circa 6000 specie di **epatiche** che, di norma, sono ancora più piccole dei muschi. Il loro nome deriva dal fatto che in epoca medioevale alcune erano ritenute utili per curare il fegato. Le epatiche sono molto comuni nei luoghi ombrosi e umidi e sulle pareti di roccia a stillicidio (dove sgocciola l'acqua).

La loro forma può essere varia, ma spesso il *gametofito* è appiattito e si sviluppa aderendo al substrato con dei *rizoidi* unicellulari, mentre i muschi hanno rizoidi pluricellulari.

Nelle epatiche del Genere *MARCHANTIA* gli *archegoni* e gli *anteridi* sono portati da speciali strutture a forma di ombrellino, mentre in altre strutture a forma di coppa si formano delle "gemme" che si staccano per la riproduzione asessuata per frammentazione (vedi sotto).



Epatica del Genere Marchantia, sopra: 1) gametofito appiattito – 2) coppe contenenti "gemme" che si distaccheranno per la riproduzione asessuale per frammentazione.

Sotto: 3) strutture a forma di ombrellino discoidale con gli anteridi (gametangi maschili) e (4) con peduncoli all'estremità dei quali troviamo gli archegoni (gametangi femminili). Dopo la fecondazione, lo zigote all'interno dell'archegonio, con una serie di divisioni cellulari, forma lo sporofito diploide che a sua volta produrrà le spore con la meiosi.

Le **antocerote** sono un piccolo gruppo di vegetali (circa 100 specie note), ma sono assai interessanti per le ragioni che di seguito vengono esposte.

Il piatto *gametofito* è particolarmente piccolo e semplice e questo è un segno di notevole evoluzione perché infatti – come risulterà più chiaro nelle pagine seguenti – il gametofito progressivamente si riduce e si semplifica a mano a mano che passiamo dalle piante più primitive (le Briofite) verso quelle più evolute (le Angiosperme).

Lo *sporofito* inizialmente è piccolo e collocato sopra il gametofito, poi cresce fino a formare un voluminoso *piede* grazie all'attività di uno strato di cellule meristematiche, ovvero cellule giovanili in intensa attività di mitosi e divisione cellulare.

Con il tempo il piede dello sporofito può prendere contatto diretto con il terreno e in questo modo diventa del tutto autonomo e indipendente dal gametofito, e anche questo è un segno di notevole evoluzione. Lo sporofito è coperto da *cuticole cerose* impermeabilizzanti e presenta degli *stomi*: un ulteriore segno di notevole evoluzione.

Le *capsule* contenenti le spore sono allungate e inizialmente cilindriche. Anch'esse continuano ad allungarsi dalla loro base e quindi quando l'estremità della capsula è ormai matura e si apre per consentire la fuoriuscita delle spore, la base sta ancora allungandosi e differenziandosi.

E' importante notare che le antocerote hanno uno **sporofito con crescita indefinita** che è una delle caratteristiche più importanti delle piante terrestri (teniamo comunque presente che le antocerote sono piante piccole, alte solamente qualche centimetro).



Un esemplare di antocerote

PTERIDOFITE : GRUPPO DELLE PIANTE VASCOLARI SENZA SEMI

Il nome deriva dal greco *pteron*, ala, e *phyton*, pianta, per l'aspetto delle foglie di alcune felci che (molto alla lontana in realtà...) può ricordare la struttura delle ali degli uccelli. Il termine *pteridofite* oggi non è più considerato un vero e proprio *taxon* o categoria sistematica, è piuttosto un ampio gruppo di vegetali che comprende diverse divisioni, alcune estinte e altre viventi, tutte caratterizzate – tra l'altro – dalla **presenza di tessuto conduttore e dall'assenza di semi**, pertanto l'insieme di questi vegetali può anche essere chiamato "**gruppo delle piante vascolari senza semi**". Oggi le pteridofite più comuni sono gli *equiseti*, i *licopodi* e soprattutto le *felci*.

In questi appunti viene dato più spazio alle **FELCI** - divisione **PTEROFITE** (PTEROPHYTA) - quali esponenti più diffusi e rappresentativi, con più di 12.000 specie viventi conosciute.

Le **principali differenze tra le FELCI e i MUSCHI** sono le seguenti:

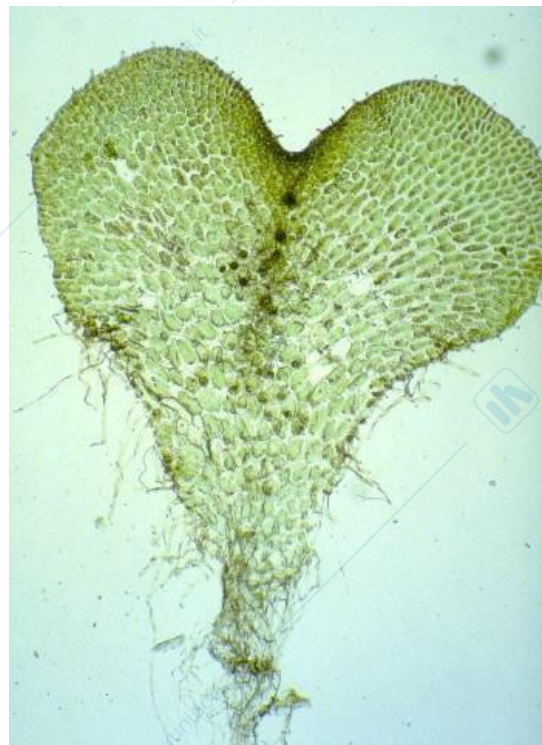
- 1) Nelle FELCI la struttura è a **CORMO**, cioè con veri fusti, radici e foglie.
- 2) Lo **SVILUPPO VEGETATIVO** è incomparabilmente maggiore e di conseguenza anche le dimensioni che possono essere raggiunte.
- 3) Sono presenti dei **VERI TESSUTI**, tra i quali il **TESSUTO CONDUTTORE** per la linfa; questo spiega l'espressione "*piante vascolari*", da "*vaso*" cioè tubo, tubicino.
- 4) E' regolare la presenza di **CUTICOLE** impermeabili e di **STOMI**, anche se in diversi casi la protezione dalla disidratazione si ottiene in modo più semplice con epidermidi pluristratificate.

- 5) Nel ciclo, sempre aplo-diplonte come in tutte le piante, si assiste ad una **FORTE RIDUZIONE DELLA GENERAZIONE APLOIDE (gametofito)** che si riduce ad una piccolissima ed effimera struttura vagamente a forma di cuore detta **PROTALLO (fotografia accanto)**.

Il *protallo* aploide è quindi la parte della felce che deriva dalla spora e, anche se è molto piccolo (al massimo è lungo un centimetro) è comunque autotrofo per fotosintesi.

I punti scuri in mezzo sono i *gametangi femminili* o *archegoni* (vedi oltre) mentre tra i rizoidi si nascondono gli *anteridi* maschili.

- 6) **Si sviluppa moltissimo la generazione diploide** che deriva dalla zigote, ovvero lo **SPOROFITO** che, come si è detto, è formato da vere foglie, radici, fusti. Lo *sporofito* può raggiungere grosse dimensioni ed essere anche parecchio longevo.



MORFOLOGIA

Le dimensioni delle felci vanno da 2 centimetri fino a più di 20 metri e con foglie anche di 5 metri nelle felci arboree (cioè con dimensioni ed aspetto di alberi) ancora oggi viventi in alcune foreste equatoriali dell'Indonesia e di altre regioni asiatiche e dell'Australia. Felci arboree si trovano anche nel Madagascar, nell'Isola di Mauritius e in altri luoghi, per lo più nell'emisfero australe.

Dimensioni maggiori rispetto alle poche specie di felci arboree superstiti potevano essere raggiunte dalle felci vissute nel CARBONIFERO, periodo geologico compreso tra i 345 e i 280 milioni di anni fa. In quell'epoca le felci raggiunsero il massimo sviluppo e parte del carbone oggi utilizzato deriva da quelle antiche foreste dominate dalle felci. Si tratta tuttavia di vegetali **INTERAMENTE IN STRUTTURA PRIMARIA** e quindi **SENZA CRESCITA DIAMETRICA**.

Nei nostri ambienti le felci sono di piccole dimensioni e raramente le specie più grandi raggiungono il metro di altezza; costituisce un'eccezione la *Felce aquilina* (*Pteridium aquilinum*) che può superare abbondantemente il metro e mezzo di altezza.

Frequente è la presenza di RIZOMI (per i rizomi si ripassi l'argomento a [pagina 86](#)).

Le RADICI sono AVVENTIZIE in quanto non nascono da altre radici come quelle "normali", ma fuoriescono dai rizomi accanto all'inserzione delle foglie.

Le foglie sono nella maggior parte dei casi **COMPOSTE PENNATE** O **DOPPIAMENTE PENNATE**. Nelle [figure della pagina successiva](#) si osservano due eccezioni della flora italiana ed europea: il *Capelvenere* (*Adiantum capillus-veneris*) e la *Lingua cervina* (*Phyllitis scolopendrium*) che invece hanno le foglie intere, lunghe talvolta più di ottanta centimetri nella *Lingua cervina*. In ogni caso le foglie di quasi tutte le felci, sia quelle composte che le poche a lembo indiviso, quando sono giovani sono arrotolate a spirale a formare il cosiddetto "pastorale" (vegetazione "circinnata"), per la somiglianza con il bastone una volta usato dai pastori e che ancora oggi è simbolicamente utilizzato nei riti solenni dai vescovi ([prima fotografia sottostante](#)).



FELCI : FOGLIA ARRICCIATA A PASTORALE E FOGLIA DOPPIAMENTE PENNATA

Le spore sono prodotte in SPORANGI che presentano una caratteristica cresta detta ANELLO, importante per il meccanismo di deiscenza (apertura) e fuoriuscita delle spore: seccandosi l'anello si ritira fino a rompere lo sporangio.

Gli sporangii possono essere portati su assi fertili indipendenti ma nella maggior parte dei casi sono invece riuniti in SORI, protetti da una struttura vagamente a forma d'ombrello detta INDUSIO e si trovano, in grande numero, sulla pagina inferiore delle foglie.

([vedi le figure in una delle pagine successive](#))

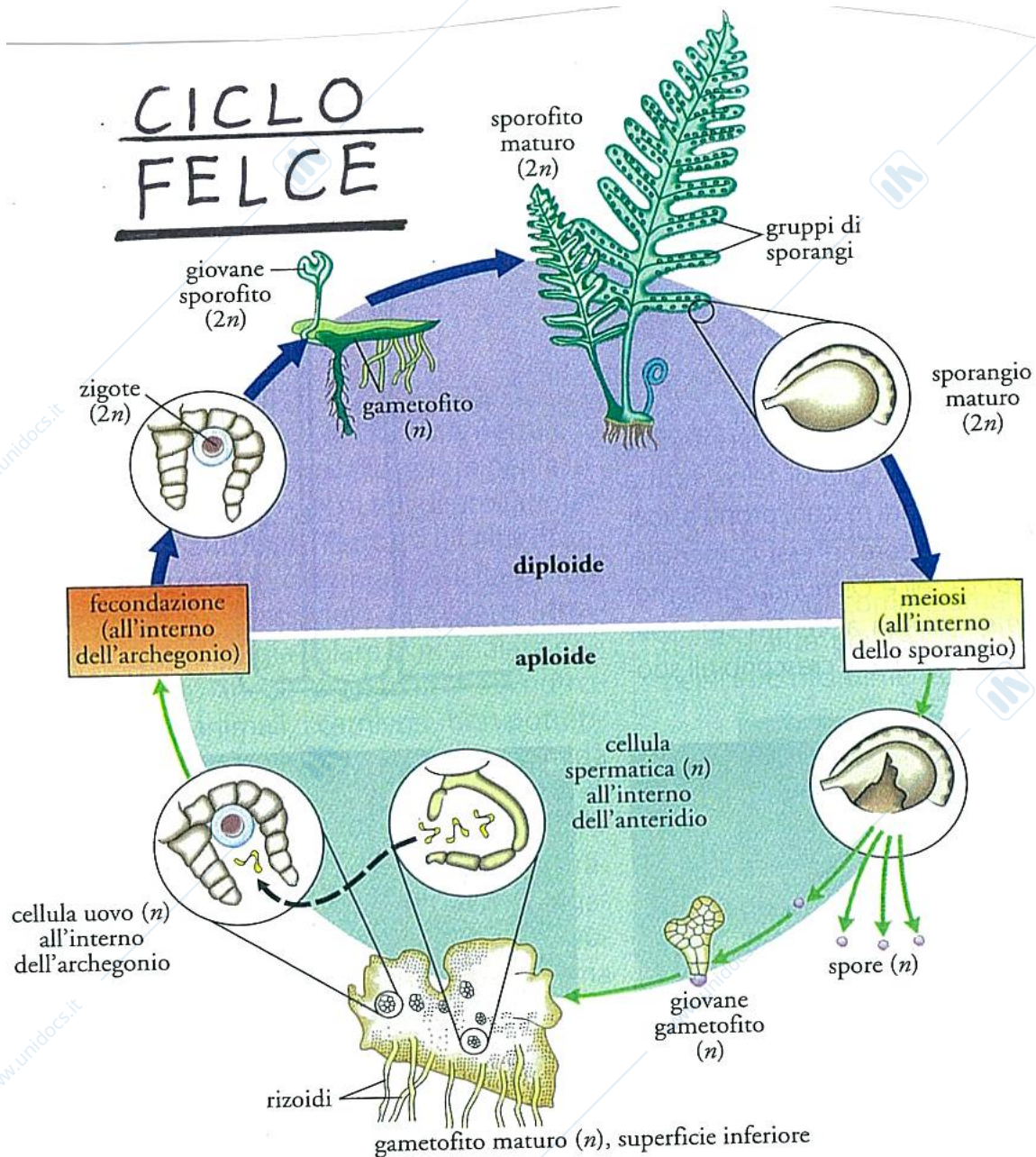


Capelvenere (*Adiantum capillus veneris*) è un'eccezione tra le felci perché ha foglie intere invece che composte. Il nome è un riferimento ai piccioli particolarmente sottili. Questa felce è comune nei luoghi umidi e soprattutto sulle pareti di roccia "a stillicidio", ovvero dove di continuo cadono delle gocce di acqua.



Anche la **Lingua cervina** (*Phyllitis scolopendrium*) è un'eccezione nell'ambito delle felci per le sue foglie intere che possono talvolta superare gli 80 centimetri di lunghezza.

CICLO BIOLOGICO



Come tutte le piante anche le felci hanno un CICLO APLO-DIPLONTE anche se, come già detto in precedenza, nelle felci si assiste a una fortissima riduzione della generazione aploide a favore di quella diploide sporofitica.

Partiamo da una spora aploide caduta a terra.

Se le condizioni di umidità e temperatura sono favorevoli, la spora germina avviando una serie di mitosi e, come nel caso dei muschi, si forma un primo filamento di cellule chiamato PROTONEMA.

Con il proseguire delle mitosi si completa il GAMETOFITO delle felci che è una piccola struttura un po' a forma di cuore chiamata PROTALLO. Il *protallo* è difficile da vedere, soprattutto nel fitto del sottobosco, perché è proprio a contatto con il suolo e per le sue dimensioni molto ridotte, infatti il *protallo* non supera la dimensione di **un centimetro**.

Il *protallo* è quindi la parte aploide delle felci, si fissa al terreno mediante dei rizoidi e – come il suo nome suggerisce – è un “*tallo*”, cioè non è differenziato in tessuti e tanto meno in organi, comunque è autotrofo e svolge una normale attività di fotosintesi.

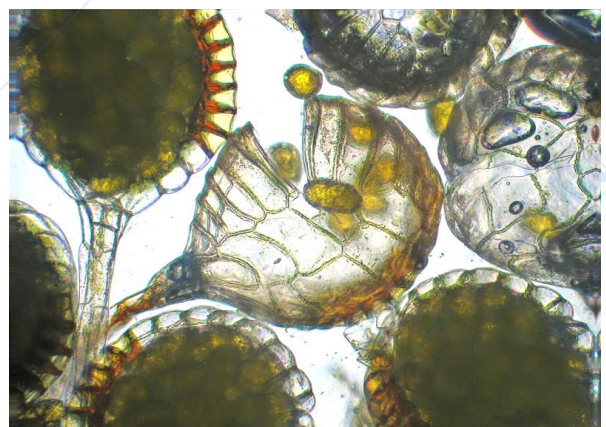
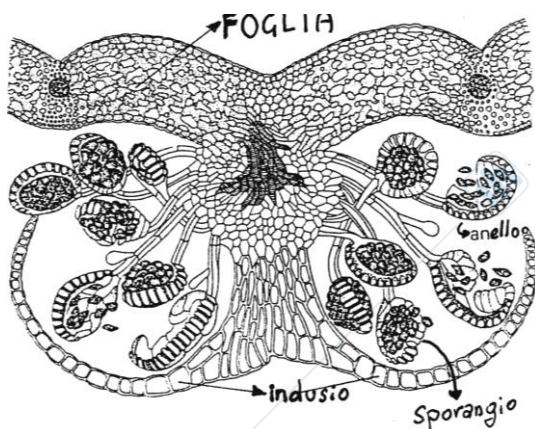
Nella sua parte inferiore a un certo punto si differenziano gli ANTERIDI e gli ARCHEGONI, che però sono più piccoli e strutturalmente più semplici di quelli dei muschi. Rispetto ai muschi, niente cambia invece per quanto riguarda la dipendenza dall’acqua al momento della fecondazione. Infatti anche nelle felci troviamo gameti maschili biflagellati o pluriflagellati che devono nuotare in un velo di acqua liquida. Anche il meccanismo di ricerca e di individuazione del gamete femminile è del tutto simile a quello illustrato per i muschi.

Una volta avvenuta la fecondazione si forma lo ZIGOTE: di conseguenza cambia la *fase* che da *aploide* diventa *diploide*. Immediatamente dopo la sua formazione e ovviamente senza potersi spostare, anche lo zigote inizia una serie di mitosi e così inizia la GENERAZIONE DIPLOIDE o SPOROFITO. Questa generazione costituisce, praticamente, tutta la parte visibile della felce che – come si è detto – può avere notevoli dimensioni e durata.

Il nuovo sporofito, ma solo in una breve fase iniziale, non è capace di fotosintesi e quindi deve essere nutrito dal protallo e c’è un momento (si veda la fotografia a pagina 131) in cui convivono le due generazioni: il protallo aploide e il nuovo sporofito diploide.

Dopo poco tempo tuttavia lo sporofito diventa non solo più grande, ma anche pienamente autotrofo e il *protallo* dissecca e sparisce.

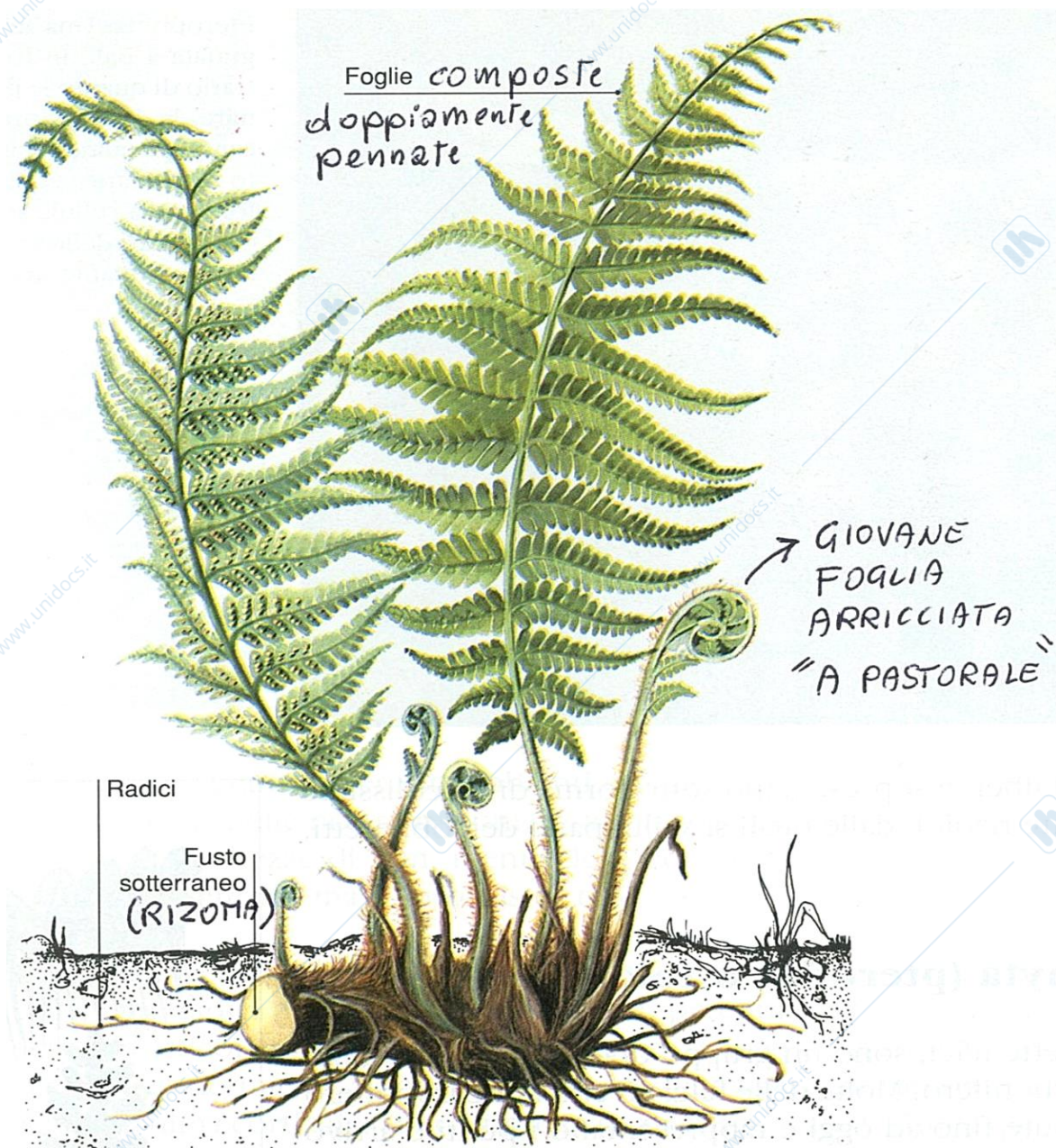
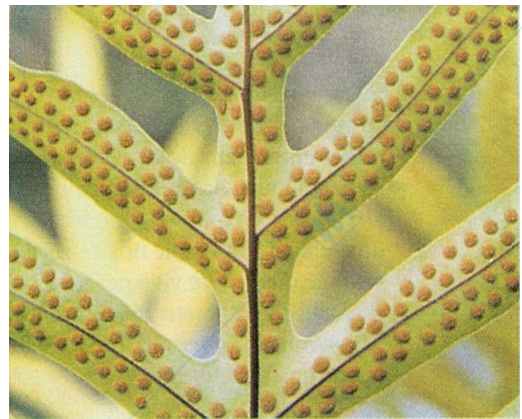
In quasi tutte le felci sotto le foglie si differenziano i SORI (vedi fotografie sottostanti) che sono degli ammassi di SPORANGI, dei quali si è già descritto l’aspetto e il meccanismo di deiscenza. Molte cellule all’interno degli sporangi subiscono MEIOSI con la quale si formano le SPORE, cambia quindi di nuovo la fase che ritorna aploide e il ciclo ricomincia.

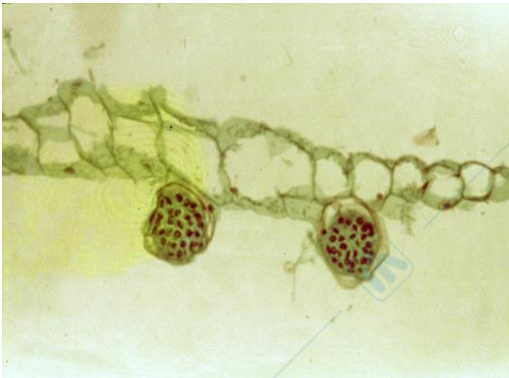
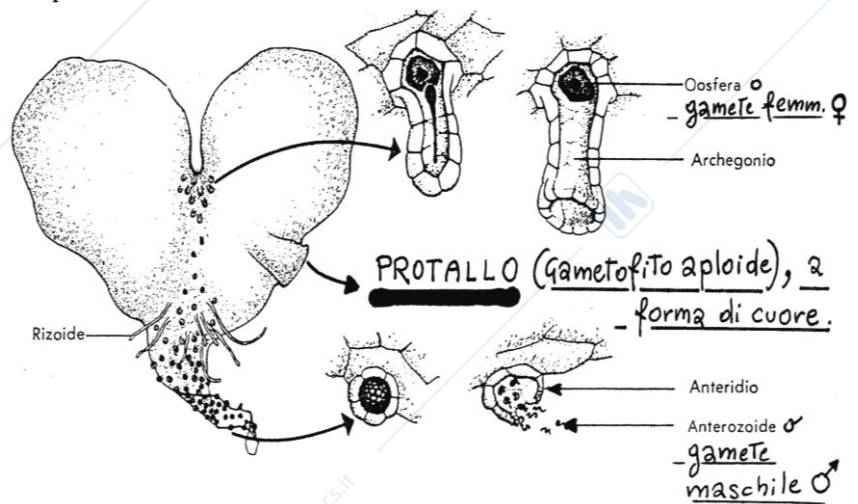


Prima e seconda fotografia: sori sotto le foglie di felci (*Lingua cervina* nella seconda fotograf.).
Disegno e ultima fotografia: sezione di un soro. Sporangia e spore molto ingranditi.

In conclusione si noti che anche nelle felci troviamo tutti i **TRE** tipi di riproduzione presenti nel Regno Vegetale :

- 1)-Sessuale per gametogamia.
- 2)-Sporogonia con produzione di meiospore.
(fotografia a lato: sori, ammassi di sporangi)
- 3)-Vegetativa per frammentazione dei lunghi rizomi carnosi.





1)-Prima fotografia: per pochi giorni o al massimo per poche settimane si possono vedere insieme le **due generazioni** di una felce, quella **aploide** (il **protallo** o **gametofito**) e quella **diploide** o **sporofito** che è la pianta formata da **foglie, fusto e radici**.

2)-Disegni: particolari del **protallo** e dei **gametangi**; gli **anteridi** e gli **archegoni** delle felci sono simili a quelli dei muschi ma sono più piccoli e più semplici.

3)-Ultima fotografia: sezione di un **protallo** e **due anteridi** sotto di esso; si noti che in questo caso il protallo è formato da un solo strato di cellule.

ECOLOGIA ED IMPORTANZA

Le felci, che una volta dominavano la flora del pianeta, dopo la comparsa e la successiva affermazione delle spermatofite, sono regredite in quella posizione subordinata e accessoria che ancora oggi conservano.

Sono comuni nei sottoboschi e hanno un temperamento SCIAFILO e IGROFILO, prediligono cioè l'ombra e l'umidità elevata. Tuttavia talvolta sopportano la piena luce e alcune specie riescono a vegetare perfino radicando nelle crepe di rocce o muri pienamente esposti.

Nonostante l'elevatissimo interesse biologico e naturalistico, l'importanza ecologica delle felci nel complesso non è elevata, con limitate eccezioni in alcuni ambienti particolari.

Per quanto riguarda l'importanza economica, si è già accennato che le felci del passato hanno dato un contributo alla formazione dei giacimenti carboniferi che oggi sfruttiamo. Le felci oggi viventi hanno invece una modesta importanza economica. Alcune per la loro bellezza sono impiegate come piante ornamentali e altre ancora, per presunte virtù officinali, trovano qualche utilizzo in erboristeria.

Infine c'è chi sostiene che il rizoma di qualche specie di felce sia commestibile e – si dice – di sapore simile a quello della liquirizia. Meglio comunque non fidarsi.

Come accennato in precedenza, tra le *pteridofite* troviamo anche gli *equiseti* e i *licopodi*, oltre ad altre divisioni “minori” che in questi appunti, per motivi di spazio, non verranno prese in considerazione.

Gli **EQUISETI** - divisione **SFENOFITE** (SPHENOPHYTA) - risalgono al Devoniano ma raggiunsero il loro massimo, per diffusione e numero di specie, nel tardo Paleozoico (circa 300 milioni d’anni fa). Oggi di tutta la divisione sopravvive il solo genere *Equisetum* con 15 specie che, di solito, vengono chiamate “*code di cavallo*”, grandi di norma non più di 60-80 centimetri, mentre nel Paleozoico potevano avere le dimensioni di un albero.

Gli equiseti sono molto comuni nei luoghi umidi e acquitrinosi e hanno un aspetto inconfondibile per le foglie lunghe e sottili disposte in verticilli lungo i fusti cavi all’interno. Le cellule epidermiche sono molto silicizzate e conferiscono agli equiseti una tipica consistenza ruvida, al punto che un tempo venivano utilizzati per pulire e strofinare le pentole. Per la stessa ragione gli erbivori evitano gli equiseti perché risulterebbero poco digeribili e troppo abrasivi per i denti.

Come le felci, anche gli equiseti possiedono *rizomi*, gli *sporangî* invece non sono collocati sotto le foglie, ma si trovano in particolari strutture dette *strobili*. Questi strobili a loro volta si trovano all’apice dei normali *fusti vegetativi* (quelli con le foglie), oppure, secondo la specie, all’estremità di *fusti fertili* privi di foglie e anche di clorofilla e, pertanto, di colore giallastro. Riconoscere i fusti fertili è quindi molto facile, anche perché di norma sono i primi che sbucano dal terreno in primavera



Sopra: *Fusti di equiseti* e dettaglio ingrandito del fusto e delle foglie disposte in verticilli. D’inverno gli equiseti appassiscono completamente, ma sopravvivono i rizomi sotterranei.

Nella fotografia a destra si vedono diversi *fusti fertili* di *Equisetum arvense* (“dei campi”) con lo *strobilo sommitale* che contiene gli *sporangî* per la produzione delle spore.



La Divisione **LICOFITE** (LYCOPHYTA) comprende oggi cinque generi (mentre altri sono estinti e conosciuti solo come fossili) con circa 1000 specie viventi, ben distribuite dalle regioni artiche fino a quelle tropicali.

Qui verranno brevemente considerati i soli **LICOPODI** (genere *Lycopodium* con circa 200 specie viventi) i quali, come gli equiseti, hanno un'origine remotissima che risale al Devoniano.

I lycopodi delle nostre latitudini sono piccole piante sempreverdi e parzialmente striscianti sul terreno, abbastanza comuni nei sottoboschi, nei pascoli e tra i cespugli di mirtillo. I lycopodi, al pari delle felci e degli equiseti, hanno rizomi dai quali dipartono fusti e radici avventizie.

Gli *sporangi* sono collocati in *strobili* posti all'apice dei fusti che di norma sono abbastanza ramificati.



*Un esemplare di **Lycopodium clavatum** con fusti ramificati ed evidenti strobili sommitali che contengono gli sporangi per la produzione delle spore.*

SPERMATOFITE : le piante con i semi

La parola SPERMATOFITA significa PIANTA CON SEMI. Le principali novità evolutive di questo gruppo di vegetali sono il SEME e il POLLINE.

IL SEME

Prima di tutto precisiamo che il seme non ha alcun rapporto con la riproduzione sessuale, se non come risultato di questa: se dicessimo “*le piante si riproducono con i semi*” commetteremmo lo stesso errore come se dicessimo “*i cavalli si riproducono con i puledri*”. In altre parole: se c'è il seme la riproduzione è già avvenuta, infatti il seme contiene un **EMBRIONE**, cioè una nuova piantina completa anche se in miniatura, pronta a svolgere vita indipendente alla prima buona occasione.

Oltre all'embrione, tutti i semi hanno un **tegumento seminale** (che deriva dai tegumenti dell'ovulo della pianta madre) e **sostanze nutritive di riserva** che servono per nutrire la piantina neonata, prima che inizi con la fotosintesi una piena capacità di sostentamento autotrofo.

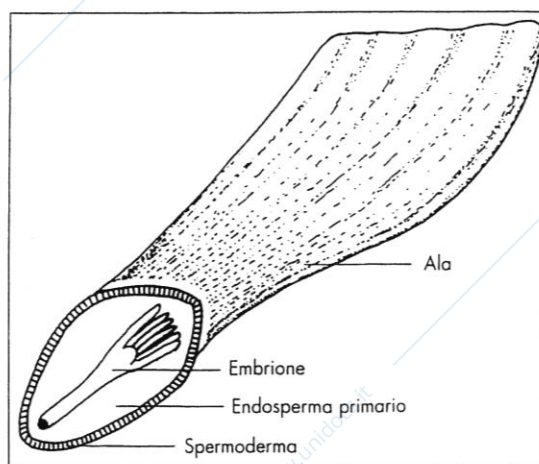
Quindi il seme non è organo di riproduzione, ma di CONSERVAZIONE e di DIFFUSIONE. Di conservazione perché il seme può rimanere quiescente in attesa di condizioni favorevoli anche per decine d'anni, talvolta per secoli.

Di diffusione perché il seme o, nelle Angiosperme, il frutto che lo contiene, con mille artifici (vento, acqua, animali eccetera) può allontanarsi moltissimo dalla pianta madre. Si provvede così alla DIFFUSIONE DELLA SPECIE e si evitano controproducenti fenomeni di CONCORRENZA INTRASPECIFICA, cioè all'interno della stessa specie, come invece avremmo nel caso di semi germinati ai piedi della pianta che li ha prodotti.

Si noti per confronto che nei muschi e nelle felci lo zigote, non appena formato, evolve subito in un embrione e poi in uno sporofito adulto che obbligatoriamente deve svilupparsi dove è localizzato il gametofito, per il motivo che quest'ultimo nutre il nuovo sporofito, per tutta la vita nei muschi o solo per un periodo iniziale nelle felci. Nelle spermatofite invece c'è un netto distacco sia di tempo che di luogo tra embrione e sporofito adulto.

Dunque il seme è una novità evolutiva ESTREMAMENTE VANTAGGIOSA, sufficiente a spiegare (insieme ai vantaggi offerti dal polline che verranno di seguito considerati) il fatto che le spermatofite, una volta comparse, siano poi riuscite a soppiantare la più primitiva vegetazione precedente, sostituendosi ad essa quasi completamente.

SEME DI
GIMNOSPERMA



IL POLLINE

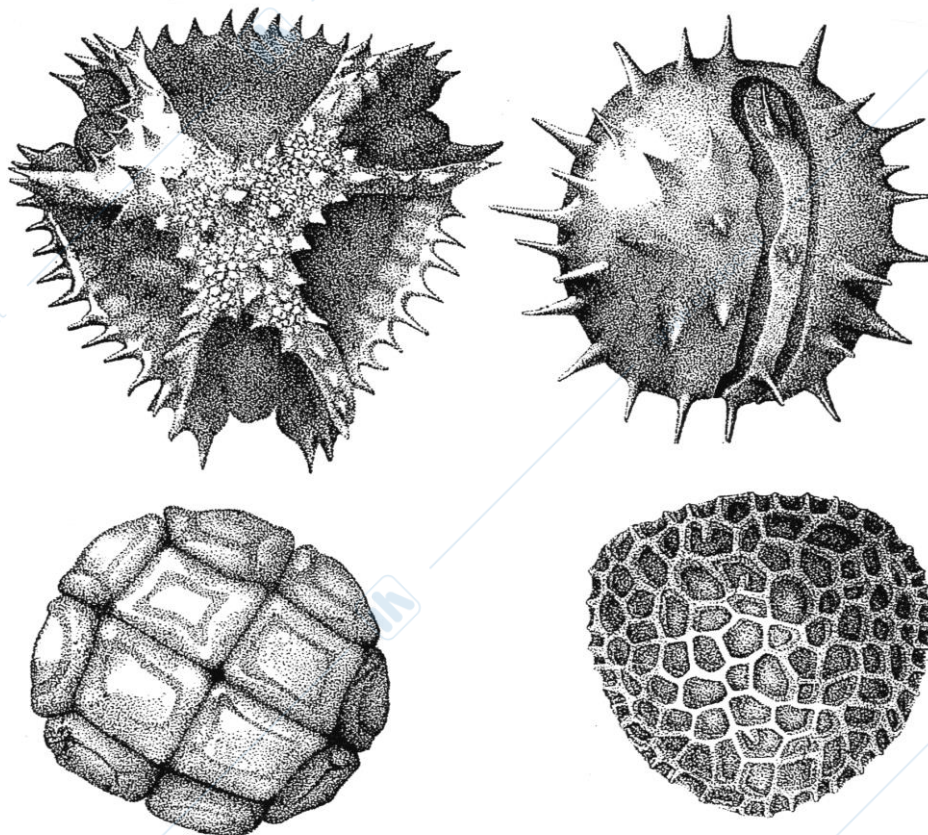
Per capire l'importanza del polline dobbiamo ricordare che i gameti maschili dei muschi e delle felci hanno una capacità di movimento molto limitata perché sono flagellati e richiedono quindi almeno un velo di acqua per nuotare alla ricerca del gamete femminile.

Il polline libera le spermatofite da questi limiti: infatti i gameti maschili sono contenuti nel granulo pollinico che, trasportato anche a grande distanza dal vento, da insetti o da altri animali, raggiunge direttamente gli OVULI femminili (nelle gimnosperme) oppure le strutture fiorali che li contengono (nelle angiosperme).

In seguito il granulo pollinico germina e produce un TUBETTO POLLINICO che consente ai gameti maschili di raggiungere e fecondare quello femminile contenuto nell'ovulo (vedi la figura a pagina 44).

E' chiaro che questa indipendenza dall'acqua per la fecondazione rende le spermatofite molto più adatte dei muschi e delle felci per la vita in condizioni subaeree. E' chiaro anche che tutto ciò che svincola dalla presenza di acqua allo stato liquido, culla ancestrale di ogni forma di vita non solo vegetale, è da considerare un segno di maggiore evoluzione.

Infine, se è concesso un confronto piuttosto azzardato, possiamo ritenere per questo aspetto da ultimo considerato più evolute le piante superiori, cioè le spermatofite, perfino degli animali: infatti i gameti maschili degli animali, anch'essi flagellati, hanno bisogno per i loro movimenti di un ricreato microambiente liquido.



VARI TIPI DI GRANULI DI POLLINE

CONSIDERAZIONI SUL CICLO DELLE SPERMATOFITE

Il ciclo è il solito **APLO-DIPLOTE** con la classica alternanza di generazioni. Infatti anche nelle spermatofite ad una **generazione aploide** o **GAMETOFITO** (che termina con la produzione dei gameti), segue una **generazione diploide** o **SPOROFITO** (che termina con la produzione delle spore) e così via.

Tuttavia nelle spermatofite la generazione aploide subisce un'ulteriore riduzione che la porta a dimensioni microscopiche ed a un limitatissimo numero di cellule, nel caso estremo solo **TRE CELLULE** nel gametofito maschile delle angiosperme.

Tre cellule sono pochissime ma sono ancora sufficienti per costituire una *generazione* e per avere ancora un ciclo di tipo aplo-diplonte.

Si usa dire che le *spermatofite* hanno un' **ALTERNANZA DI GENERAZIONE MASCHERATA** perché la generazione aploide è a occhio nudo invisibile, è nutrita dallo sporofito ed è completamente contenuta nel granulo pollinico quella maschile e nell'ovulo (*) quella femminile, come è spiegato con altri dettagli nel paragrafo successivo.

ISOSPORIA ED ETEROSPORIA

I muschi e gran parte delle felci sono piante **ISOSPOREE**, cioè producono spore tutte uguali e pertanto chiamate **ISOSPORE** (attenzione: non uguali geneticamente dal momento che si sono formate con la meiosi che le ha rese tutte diverse, ma uguali come significato e ruolo biologico). Queste spore germinando producono **GAMETOFITI OMOTALLICI**, ovvero lo stesso gametofito produce gametangi e gameti maschili e gametangi e gameti femminili (potremmo perciò chiamare il gametofito dei muschi e delle felci anche *ermafrodita* o *bisessuale*).

Le spermatofite sono invece piante **ETEROSPOREE**, producono cioè due tipi di spore, dette **MICROSPORE** e **MACROSPORE** dalle quali derivano **GAMETOFITI UNISESSUALI** o **ETEROTALLICI** (nota bene: micro e macrospore sono solo dei nomi e ad essi non corrisponde una reale differenza di dimensioni).

Più esattamente, le cosiddette microspore si formano con la meiosi all'interno delle **SACCHE POLLINICHE** del cono maschile delle *gimnosperme* oppure nelle **ANTERE** del fiore delle *angiosperme*. Germinando producono, con una breve serie di mitosi, il **GAMETOFITO MASCHILE** o **MICROGAMETOFITO** che altro non è che il **GRANULO POLLINICO** delle *spermatofite*. Il granulo pollinico a sua volta produrrà per mitosi i **GAMETI MASCHILI**.

Le macrospore invece si formano, sempre con la meiosi, all'interno degli ovuli (*) contenuti nell'ovario del fiore (nelle angiosperme) oppure portati alla base delle squame fertili del cono femminile (la giovane "*pigna*"), nelle gimnosperme.

Con una breve serie di mitosi le macrospore producono il **GAMETOFITO FEMMINILE** o **MACROGAMETOFITO** che a sua volta produrrà per mitosi i **GAMETI FEMMINILI**.

Come è noto, una volta che il gamete maschile raggiunge e feconda quello femminile si forma lo **ZIGOTE** che, sempre per mitosi, formerà l'**EMBRIONE** che è il nuovo sporofito, ovvero una nuova piantina, un nuovo individuo vegetale, per il momento contenuto nel seme e in attesa di germinare alla prima buona occasione.

(*) **N.B.:** in quanto sopra esposto si noti che nelle piante **ovulo non è sinonimo di gamete!** Infatti l'ovulo è una struttura ancora diploide che appartiene al vecchio sporofito o "pianta madre". Dopo la fecondazione gli ovuli si trasformano in **semi**.

GIMNOSPERME : le piante con il seme nudo

Il nome di questo gruppo di vegetali significa SEME NUDO perché l'ovulo non è contenuto in un ovario e il seme, che deriva dall'ovulo dopo la fecondazione, non è contenuto in un frutto. Nei fiori - più propriamente detti CONI o STROBILI - non esiste infatti l'ovario, di conseguenza NELLE GIMNOSPERME NON ESISTE IL FRUTTO in quanto il frutto deriva dall'ovario una volta avvenuta la fecondazione.

Talvolta le gimnosperme presentano strutture simili a frutti, come nel caso del Ginepro, del Tasso e della *Ginkgo biloba*, ma si tratta in realtà di semi carnosì oppure di parti carnose del fiore femminile che in alcuni casi, come nel ginepro, si saldano e concregono formando una struttura simile (ma solo per l'aspetto!) a un frutto.

Il seme delle gimnosperme è "nudo" nel senso che è contenuto e parzialmente protetto dalle squame del CONO o STROBILLO FEMMINILE (chiamato familiarmente PIGNA), ma ha un contatto diretto con l'atmosfera, almeno quando la pigna ha completato il suo sviluppo. La stessa cosa può dirsi per l'ovulo nel giovane cono femminile prima dell'impollinazione e della conseguente fecondazione.

Tra l'avvenuta fecondazione dell'ovulo e la completa maturazione del seme, il seme in via di sviluppo è invece ben racchiuso e protetto dalle squame dello strobilo strettamente addossate tra loro e talvolta quasi sigillate da secreti resinosi.

COMPARSA E DIFFUSIONE DELLE GIMNOSPERME

Le prime gimnosperme compaiono nel CARBONIFERO (da 345 a 280 milioni d'anni fa) ma è nel MESOZOICO e soprattutto nel GIURASSICO (204-130 milioni d'anni fa) che raggiungono la massima diffusione con una notevole ricchezza e varietà di specie già simili a quelle attuali. Tuttavia a partire dal CRETACEO (130-65 milioni d'anni fa) e quindi alla fine del Mesozoico, inizia il declino di queste piante che cedono il predominio alle più evolute angiosperme.

Oggi le gimnosperme sono rappresentate da meno di 800 specie: un numero davvero piccolo rispetto alle angiosperme presenti con più di 260.000 specie! Tuttavia le gimnosperme conservano ugualmente un'enorme importanza economico-forestale grazie al loro gruppo più diffuso e ricco di specie (circa 600): le CONIFERE, parola che significa "*portatrice di coni o pigne*" (**NOTA BENE**: il termine "conifere" non costituisce un *taxon* o categoria sistematica. Di solito con questo nome si indicano gli appartenenti alla famiglia delle PINACEE (*vedi oltre*), ma spesso il significato si estende fino a comprendere altre gimnosperme quali *cipressi*, *ginepri* e *tasso*).

Le conifere sono diffuse in entrambi gli emisferi, soprattutto alle latitudini temperate e fredde o a quota elevata. L'esempio più tipico è quello della TAIGA che troviamo in Russia, Siberia e a cavallo tra Canada e Stati Uniti: è una grandissima foresta dominata dall'ABETE ROSSO (*Picea excelsa*) e che da sola costituisce circa 1/3 dell'intera area mondiale a foresta. Anche nei monti europei e nelle nostre Alpi oltre una certa quota i boschi sono essenzialmente di conifere ancora una volta soprattutto di Abete rosso che quindi di fatto è l'albero più diffuso al mondo.

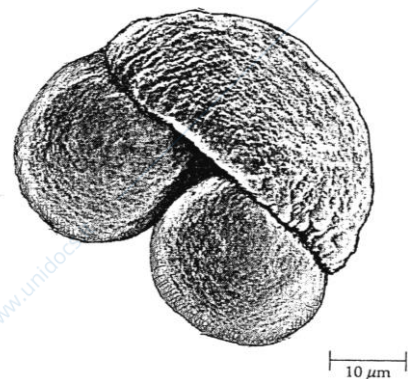
Nelle nostre Alpi le quote più alte sono invece raggiunte dal Pino Cembro e dal Larice, che arrivano anche a 2.200 metri d'altezza sul livello del mare, e dal Ginepro comune che arriva addirittura a 3700 metri sulle pendici del Monte Rosa. Non mancano tuttavia diverse specie decisamente termofile come il comune *pino domestico* o *da pinoli* (*Pinus pinea*).

CARATTERI GENERALI DELLE GIMNOSPERME

Vengono esposti in modo riassuntivo e schematico:

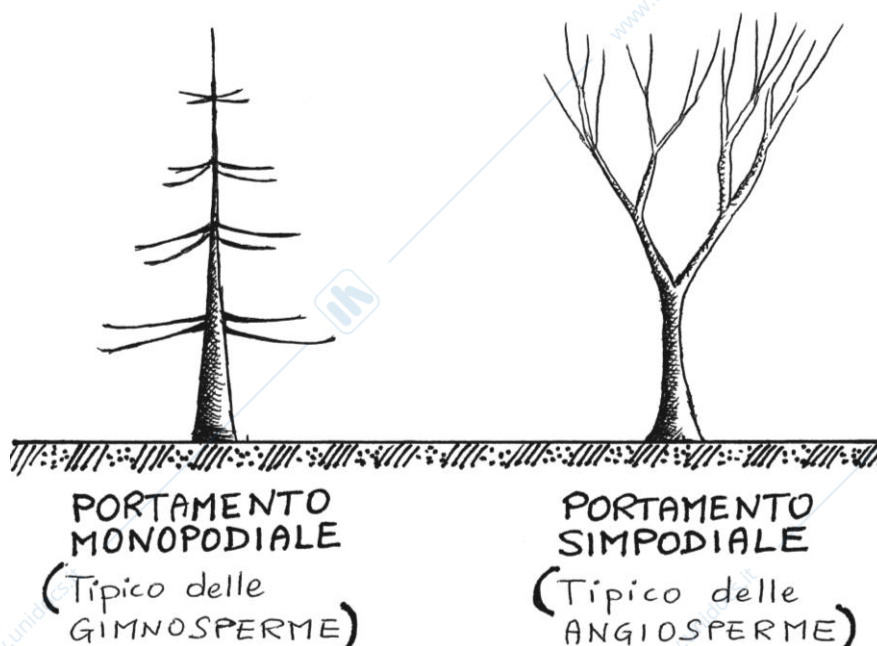
- 1) Sono piante legnose con aspetto di alberi o di cespugli: non esistono gimnosperme erbacee ed è sempre presente la crescita diametrica e di conseguenza la struttura secondaria.
- 2) Il tessuto conduttore presenta caratteri di primitività: vedi a pagina 40.
- 3) Manca il tessuto meccanico o di sostegno anche se spesso le gimnosperme sono molto grandi, si pensi per esempio alle sequoie della California. Anche per questo argomento si veda la dispensa alla pagina sopra indicata.
- 4) Da quanto detto nei punti precedenti e nelle pagine della dispensa a cui si è rimandato risulta evidente che, nel complesso, la capacità delle gimnosperme di portare acqua dalle radici alle foglie è modesta. Ne deriva tutta una serie di adattamenti morfologici di tipo XEROMORFICO, ovvero una morfologia adatta al clima secco e tesa al risparmio idrico. Di solito infatti queste piante hanno:
 - foglie coriacee a forma d'ago o di squametta per ridurre la superficie attraverso la quale si perde acqua per evotraspirazione.
 - stomi poco numerosi e infossati.
 - spessi rivestimenti cerosi, a volte così spessi da mascherare il colore verde della foglia con una tinta azzurrastra (colore *glaucò*).

- 5) L'impollinazione è quasi sempre ANEMOFILA, cioè il polline è affidato al vento. Per diminuire il peso specifico ed essere così più facilmente trasportabile, il granulo pollinico in molte specie è dotato di due espansioni dette SACCHE AEREE (*fotografia a lato*).



- 6) Anche i semi, frequentemente alati, sono affidati al vento, abbiamo quindi una DISSEMINAZIONE ANEMOCORA. Nel caso invece di specie con semi pesanti come il Pino cembro e il Pino da pinoli, la disseminazione è ZOOCORA, quindi affidata ad animali quali uccelli e piccoli mammiferi come gli scoiattoli e i ghiri.
- 7) Le gimnosperme sono spesso SEMPREVERDI, cioè perdono le foglie con gradualità nel corso dell'anno e le foglie stesse durano più di una stagione vegetativa, di conseguenza l'albero mantiene nel corso dell'anno un aspetto quasi invariato. Costituiscono eccezione perché decidue, ovvero con caduta autunnale di tutte le foglie, il Larice, il Cipresso calvo (*così chiamato perché rimane spoglio*) e la *Ginkgo biloba*. Il Larice è l'unica gimnosperma caducifoglia spontanea in Italia e in Europa.
- 8) Le foglie, come si è detto e per le ragioni già spiegate, sono AGHIFORMI o a SQUAMETTA. Fanno eccezione la *Ginkgo biloba* e qualche altra gimnosperma primitiva che hanno invece delle foglie normalmente espanse.

- 9) È frequente la presenza di CANALI RESINIFERI con secrezione di resina, di solito in conseguenza di ferite o attacchi parassitari. Infatti la resina chiude provvisoriamente le ferite e limita il proliferare di funghi e di batteri grazie alle sue proprietà antisettiche. In seguito il cambio, se tutto va bene, con la produzione di nuove cellule chiuderà definitivamente l'apertura provocata dalla ferita stessa. Una certa produzione di resina è comunque da ritenersi normale nella fisiologia delle gimnosperme, anche indipendentemente dalle ferite ricevute o dagli attacchi parassitari eventualmente subiti. Non sono resinose per esempio la *Ginkgo biloba* e il Tasso.
- 10) I fiori sono sempre unisessuali e quasi sempre riuniti in infiorescenze unisessuali chiamate CONI o STROBILI maschili e femminili; questi ultimi a maturità in genere sono chiamati **pigne** (la descrizione morfologica degli strobili è nelle pagine che seguono).
- 11) Le gimnosperme sono in genere MONOICHE, quindi con fiori unisessuali ma sia i maschili che i femminili portati dalla stessa pianta. Sono invece piante DIOICHE i Ginepri, il Tasso e la *Ginkgo biloba*.
- 12) In natura le gimnosperme NON SONO CAPACI DI RIPRODURSI VEGETATIVAMENTE, con limitate eccezioni nel caso di qualche specie esotica. Con qualche gimnosperma (ad esempio il cipresso) è invece possibile ottenere delle **talee**. Naturalmente non è possibile **ceduare** le gimnosperme, salvo qualche specie esotica come *Cryptomeria japonica*, quindi pinete, abetaie e lariceti sono sempre delle fustaie.
- 13) Il legno delle gimnosperme è OMOXILO, cioè "omogeneo" (contrario: ETEROXILO) in quanto fatto interamente da tracheidi, anche se distinte in tracheidi normali e fibrotracheidi; mancano le trachee e le fibre e anche il parenchima è scarso.
- 14) Il portamento è generalmente MONOPODIALE, vale a dire con un fusto principale sempre chiaramente individuabile e che si sviluppa maggiormente rispetto ai fusti laterali o rami. Per confronto le angiosperme hanno invece di solito un portamento SIMPODIALE dove, da una certa altezza in poi, non è più evidente il fusto principale ma c'è una serie di biforcazioni con rami sempre più sottili. Fanno eccezione i Ginepri che hanno un aspetto cespuglioso e il Tasso che è di sovente POLICORMICO, ovvero con più fusti quasi ugualmente sviluppati e che si mantengono più o meno vicini e paralleli tra loro.



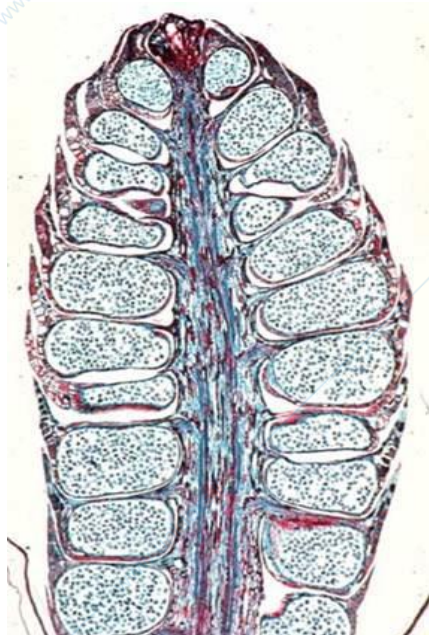
INFIORESCENZE MASCHILI

Sono dette CONI o STROBILI MASCHILI.

In genere sono abbastanza piccoli, meno di un centimetro o poco di più (raggiungono però i 5-7 centimetri nei cedri) e si trovano più facilmente sui rami bassi per diminuire le probabilità di autofecondazione con i coni femminili della stessa pianta, solitamente posti nella parte alta. La posizione elevata dei fiori femminili favorisce anche la *disseminazione* che in tante gimnosperme è affidata al vento che trasporta i semi alati che esse producono.

I CONI MASCHILI sono composti da una serie di SQUAME con SACCHE POLLINIFERE disposte a fitta spirale intorno a un asse centrale più o meno rigido che possiamo chiamare RACHIDE.

Siccome il polline viene affidato al vento (*impollinazione ANEMOFILA*), è necessario che le gimnosperme producano una grande quantità di polline per avere la sicurezza che almeno qualche *granulo pollinico* arrivi a destinazione, ovvero sugli ovuli contenuti nei *coni o strobili femminili* (le "pigne").



Coni o strobili maschili di Pino nero (Pinus nigra): nei nostri climi potrebbe essere il mese di Aprile. In fotografia si vede anche un cono femminile (pigna) di un anno e le foglie molto cerosi.

Nella fotografia accanto si vede una sezione di un cono maschile con evidenti le squame, le sacche pollinifere e i granuli di polline in esse contenuti. La dimensione del cono maschile di Pino nero è di circa 1-1,5 centimetri.

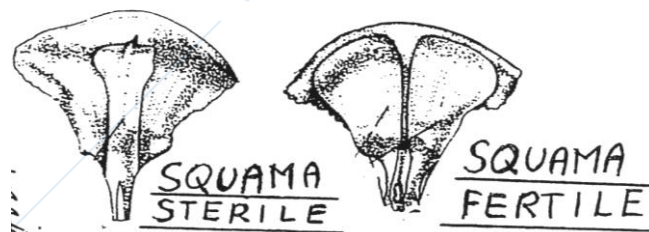
INFIORESCENZE FEMMINILI

Sono chiamate CONI o STROBILI FEMMINILI. Inizialmente piccoli (0,5-3 cm) si sviluppano con lentezza e nell'arco di 2 o 3 anni raggiungono dimensioni notevoli, per esempio nel *Pinus excelsa* anche più di 20 cm. In generale si trovano nella parte alta della pianta per le ragioni esposte nella pagina precedente.

A maturità diventano quasi legnose e in questa fase del loro sviluppo vengono dette PIGNE. Sono anch'esse formate da un RACHIDE centrale con una serie di SQUAME disposte a fitta spirale, alcune **fertili** e alcune **sterili**. Le squame fertili alla loro base portano uno o più ovuli (nei pini due) a contatto diretto con l'atmosfera (per questo sono chiamate *gimnosperme*).



Cedro dell'Atlante (Cedrus atlantica): coni o strobili femminili di un anno. Le foglie sono talmente cerose da assumere un colore glauco (verde-azzurro).

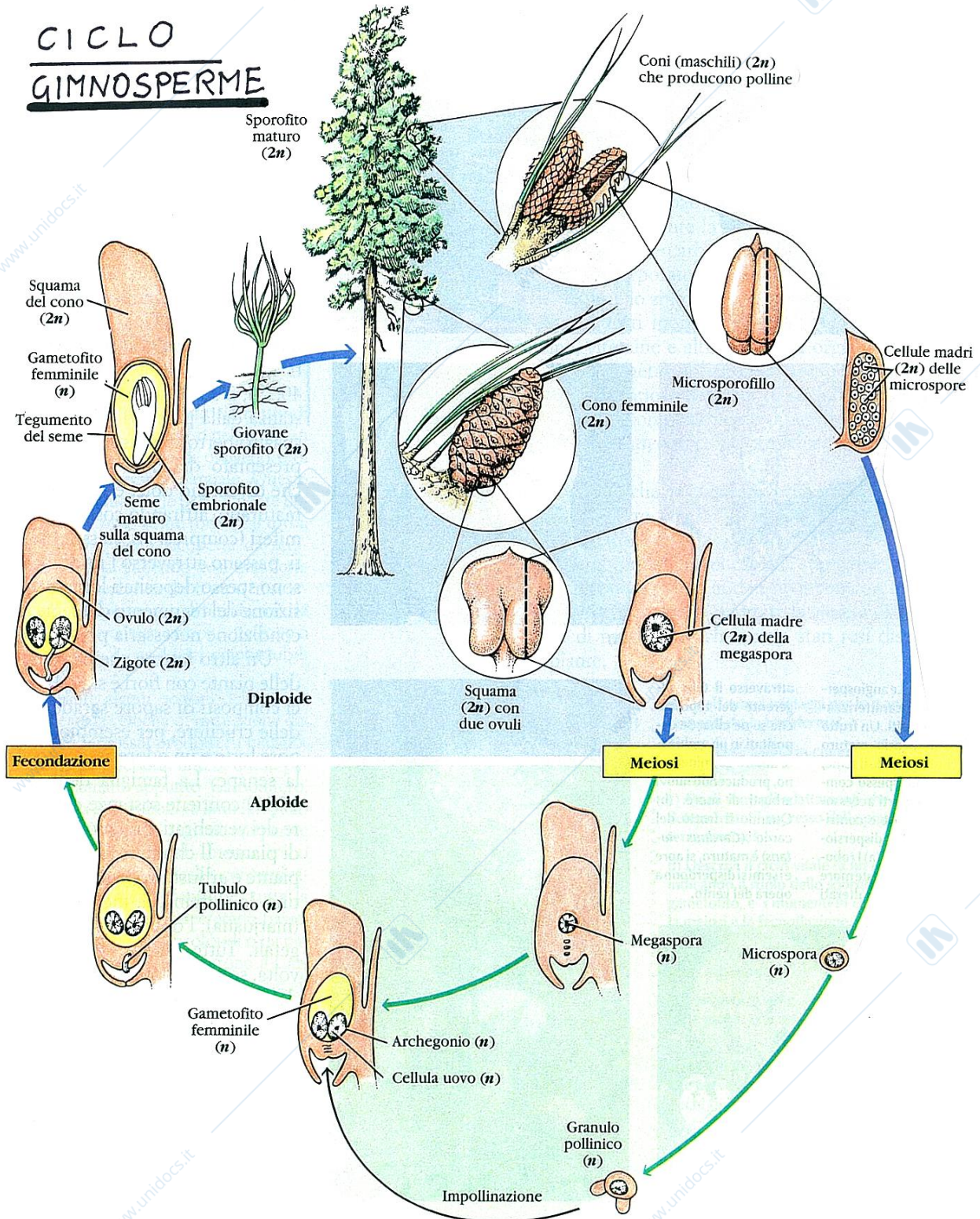


Fotografia accanto: sezione di un cono femminile con evidenti le squame e, tra di esse, i semi in via di maturazione.

Nei disegni: squame del cono femminile. La squama fertile sorregge e nutre i semi mentre quella sterile contribuisce alla loro protezione.

CICLO DELLE GIMNOSPERME

Il ciclo è ancora APLO-DIPLONTE come in tutte le piante ma - rispetto alle felci - abbiamo un'ulteriore e forte riduzione della generazione aploide.



FORMAZIONE DEI GAMETI MASCHILI

Nelle sacche polliniche parecchie CELLULE MADRI DELLE MICROSPORE ($2n$) subiscono meiosi formando ciascuna 4 MICROSPORE APLOIDI (n).

Ciascuna di esse da origine a un **granulo pollinico** formato da DUE CELLULE PROTALLIARI, UNA CELLULA GENERATIVA ed UNA CELLULA DEL TUBETTO POLLINICO.

Questo stadio a quattro cellule rappresenta il GAMETOFITO MASCHILE IMMATURO ed è a questo stadio che il vento ne disperde grandi quantità.

FORMAZIONE DEI GAMETI FEMMINILI

Ogni ovulo contiene una massa di cellule diploidi detta NOCELLA, circondata da uno spesso TEGUMENTO con una apertura, il MICROPILO, rivolta verso il rachide del cono femminile. Nella nocella di ogni ovulo c'è una sola CELLULA MADRE DELLE MACROSPORE.

N.B.: Per ora tutte le cellule sono diploidi e appartengono al vecchio sporofito.

La cellula madre per meiosi produce quattro MACROSPORE APLOIDI e una sola si mantiene viva. Nei pini (che scegliamo come esempio) l'impollinazione avviene in primavera.

Il polline aderisce a una goccia di liquido vischioso presso il micropilo; con l'evaporazione del liquido il granulo pollinico è attratto e quasi risucchiato nello spazio tra il micropilo e la nocella.

A questo punto il granulo germina e forma un TUBETTO POLLINICO, tuttavia la fecondazione avverrà dopo più di un anno in quanto la formazione del GAMETOFITO FEMMINILE è assai lenta e spesso non inizia prima di sei mesi dall'impollinazione.

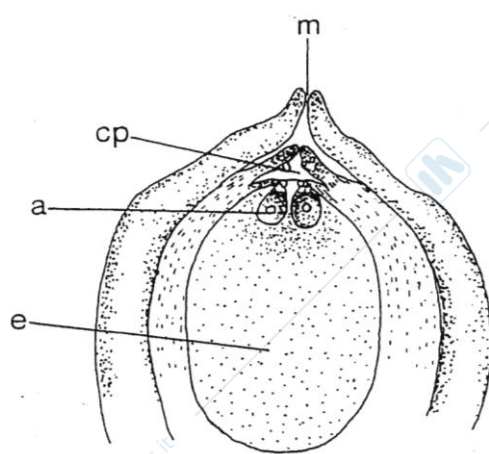
Quindi, dopo circa sei mesi, il gametofito femminile si forma per una SERIE DI MITOSI a partire dalla macrospora sopravvissuta; viene così a formarsi una masserella di cellule aploidi dette PROTALLO FEMMINILE o ENDOSPERMA PRIMARIO che è il GAMETOFITO APLOIDE FEMMINILE.

Questo differenzia anche 2 o 3 ARCHEGONI, molto più piccoli e semplici di quelli già visti nei muschi e nelle felci.

Non troveremo più archegoni solo nelle *Angiosperme*, le piante più evolute di tutte e che tra poco studieremo.

FECONDAZIONE

(la figura sotto rappresenta vari dettagli di un OVULO di Gimnosperma)



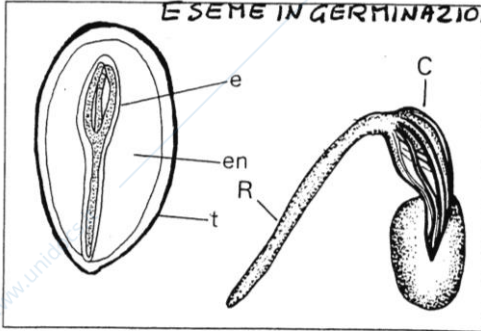
m : MICROPILO
 cp : CAMERA POLLINICA
 a : ARCHEGONI
 e : ENDOSPERMA PRIMARIO APLOIDE

GAMETOFITO FEMMINILE DI GIMNOSPERMA

Finalmente è tutto pronto per la fecondazione. La cellula generativa del granulo pollinico si divide e forma due SPERMI o GAMETI MASCHILI; uno degenera e l'altro attraversa il tubetto per raggiungere e fecondare l'OOSFERA o GAMETE FEMMINILE contenuta nell'archegonio.

Di solito vengono fecondate tutte le oosfere di tutti gli archegoni presenti, ma si sviluppa un solo embrione. Naturalmente l'embrione è la nuova piantina di pino, ovvero un nuovo sporofito. I tegumenti dell'ovulo dopo la fecondazione formeranno il guscio del seme.

SEZIONE DI SEME DI GIMNOSPERMA E SEME IN GERMINAZIONE



E : EMBRIONE
EN : ENDOSPERMA
T : TEGUMENTI
C : COTILEDONI, CHE NELLE GIMNOSP.
SONO NUMEROSI
R : RADICE



Spesso i semi delle Gimnosperme sono alati e sono diffusi dal vento. Quando invece sono pesanti, come i pinoli del Pino domestico, la diffusione è affidata agli animali.

In conclusione nelle gimnosperme troviamo sempre due tipi di riproduzione :

Riproduzione sessuale per gametogamia .

Riproduzione per sporogonia con formazione di meiospore .

E' invece rarissima la riproduzione vegetativa che - come già detto - nessuna gimnosperma europea è in grado di fare spontaneamente in natura.



Arillo e seme di Tasso - Taxus baccata - Fam. Taxacee

PRINCIPALI FAMIGLIE DELLE GIMNOSPERME

FAMIGLIA	GENERE
ARAUCARIACEE	Araucaria *
GINKGOACEE	Ginkgo *
CUPRESSACEE	Thuja * Cupressus (cipressi) Juniperus (ginepri)
TAXACEE	Taxus (tasso)
PINACEE	Pinus (pini) Abies (abeti) Picea (peccio o abete rosso) Larix (larice) Cedrus* (cedri)
TAXODIACEE	Taxodium* (cipresso calvo) Sequoia*

I generi con asterisco (*) sono esotici ma sono diffusi in Italia nei parchi e nei giardini a scopo ornamentale.

Anche la *sequoia* è esotica ed è piuttosto rara in Italia, viene tuttavia ricordata per le eccezionali dimensioni che raggiunge in California, negli Stati Uniti sud-occidentali.



LARICE (*Larix decidua*): in questa fotografia si vedono i **coni femminili** (color porpora), i **coni maschili** (gialli) e le **giovani foglie a ciuffetti**. Si tratta certamente di una fotografia primaverile perché è l'epoca di fioritura di questa pianta e anche perché il Larice è una pianta caducifoglia che produce un nuovo apparato fogliare alla ripresa vegetativa dopo l'inverno, mentre tutte le altre gimnosperme europee sono piante sempreverdi.

CHIAVE SEMPLIFICATA PER IL RICONOSCIMENTO DEI GENERI PIÙ COMUNI DI GIMNOSPERME PRESENTI IN ITALIA

Si propone la seguente chiave perché usandola diventa molto più facile ricordare le principali differenze tra i diversi generi presi in considerazione.

Tra questi i generi *Cedrus* e *Ginkgo* sono esotici ma sono molto diffusi nei parchi e nei giardini ed anche nelle alberature stradali nel caso della *Ginkgo biloba*.

A) AGHI SOLITARI, PERSISTENTI

- 1) Pigne pendule, che si staccano intere dopo la caduta dei semi, aghi di sezione quadrata o romboidale, di colore uniforme : gen. *Picea*
- 2) Pigne erette che si disarticolano a maturità (cioè cadono pezzo dopo pezzo), aghi appiattiti e tendenzialmente pettinati, più chiari sulla pagina inferiore per due linee stomatifere cerose : gen. *Abies*

B) AGHI A FASCETTI DI 2, TALVOLTA DI 3 O 5

persistenti (il numero varia nelle diverse specie) : gen. *Pinus*

C) AGHI A CIUFFETTI (20-40 per ciuffetto)

- 1) Foglie caduche, pigne piccole e persistenti sul ramo, piante spontanee :
gen. *Larix*
specie *L. decidua*
- 2) Foglie persistenti, pigne erette, grandi, che a maturità si disarticolano. Piante esotiche ornamentali anche di grandissime dimensioni :
gen. *Cedrus*

D) FOGLIE AD AGO APPIATTITO PETTINATE

(a destra e a sinistra del rametto e quasi sullo stesso piano) , persistenti. Pianta dioica, fiori femminili solitari. Seme ben visibile ma parzialmente protetto da un involucre gelatinoso rosso (talvolta giallo) a forma di scodella :

gen. *Taxus*
specie *T. baccata*

E) FOGLIE RIDOTTE A MINUTISSIME SQUAMETTE

di 1 o 2 mm ed embricate, cioè parzialmente sovrapposte come tegole. Pigne legnose e quasi sferiche a maturità (coccole o galbule) : gen. *Cupressus*

F) FOGLIE AD AGO O A SQUAMA, PIANTE PICCOLE

Aspetto spesso cespuglioso, piante dioiche.

Semi avvolti da un involucre carnoso e forma di una piccola sfera somigliante a un frutto, prima verde poi nero-bluastro, aromatico : gen. *Juniperus*

G) FOGLIE A FORMA DI VENTAGLIO CON DUE LOBI

verde pallido, grandi anche 10 cm, caduche. Pianta dioica con semi carnosissimi, giallastri e maleodoranti, reperibili in autunno : gen. *Ginkgo*

specie *G. biloba*

LE PIU' COMUNI GIMNOSPERME IN ITALIA

Per i limiti voluti per questi appunti, l'elenco non può essere assolutamente esauriente: si invita lo studente ad approfondire le sue conoscenze e ad imparare a riconoscere le piante più comuni (non solo gimnosperme!) consultando libri illustrati specializzati forniti di "chiave", ovvero di una guida per la determinazione delle varie specie.

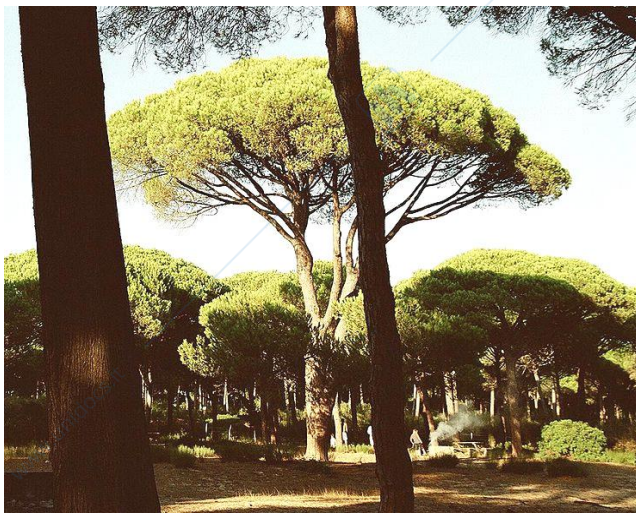
La famiglia delle PINACEE, che comprende i generi *Pinus*, *Abies*, *Picea*, *Larix*, *Cedrus* è di gran lunga la più importante sia per diffusione che per numero di specie.

Gli esponenti di questa famiglia sono in genere chiamati "CONIFERE", parola che significa "che portano dei coni", cioè sono alberi forniti di "pigne".

(Dei generi sopra citati solo il genere *Cedrus* è esotico, si veda a pagina 152)

Nel genere *Pinus* molto diffuse in Italia sono le seguenti specie :

<i>Pinus cembra</i>	(pino cembro)	ambiente alpino
<i>Pinus sylvestris</i>	(pino silvestre)	ambiente montano
<i>Pinus mugo</i>	(pino mugo)	ambiente alpino
<i>Pinus pinea</i>	(pino domestico o da pinoli)	ambiente costiero
<i>Pinus pinaster</i>	(pino marittimo)	ambiente costiero e collinare
<i>Pinus halepensis</i>	(pino d'Aleppo)	ambiente costiero



Il famoso pino a forma d'ombrello che di solito viene erroneamente chiamato "marittimo", è in realtà il Pino domestico o da pinoli (in fotografia una pineta di Pino domestico). Il Pino marittimo è in effetti meno termofilo del Pino domestico ed è anche meno amante della vicinanza del mare, a dispetto di quello che il suo nome sembra suggerire. Infatti il Pino marittimo vegeta bene anche nella bassa collina e non solo in ambiente costiero. Nei pini che vegetano spontaneamente in Italia gli aghi sono riuniti in fascetti di due e solo nel Pino cembro di cinque.

Il genere *Larix* in Italia ed in Europa è rappresentato da una sola specie: il Larice (*Larix decidua*, vedi la figura a lato ma una fotografia è anche nelle pagine precedenti) molto diffusa a quote elevate sulle Alpi, fino a 2.200 metri s.l.m. sulle pendici del **bresciano Monte Adamello**, la *stazione* più alta di tutta Europa dove vegeta il larice. Il Larice è l'unica specie di gimnosperma europea con le foglie decidue, e perciò spoglia in inverno.



Gli aghi sono verde chiaro, riuniti in ciuffi di 20-40 aghi, la chioma è leggera e poco ombrosa e, di conseguenza, il sottobosco è luminoso e ricco di specie e con una splendida fioritura nella tarda primavera o all'inizio dell'estate.

Il Larice è una pianta di grande bellezza ed estremamente longeva, con un poderoso apparato radicale. In Val d'Ultimo in Alto Adige vegeta un gruppetto di larici che hanno più di 2000 anni e che sono tra gli alberi più vecchi d'Italia.

Nel genere *Abies* veramente importante è il solo Abete bianco (*Abies alba*); è diffuso sulle Alpi ma è molto più comune nell'Appennino settentrionale.

E' riconoscibile soprattutto per gli aghi isolati, appiattiti, tendenzialmente pettinati, scuri sopra e chiari sotto per la presenza di due linee stomatifere cerosi. Ha pigne erette che si disarticolano a maturità, ovvero non cadono intere, ma pezzo dopo pezzo.



Nel genere *Picea* fondamentale importanza ha l'Abete rosso o Peccio (*Picea excelsa*) della cui amplissima diffusione nazionale e mondiale si è già detto (in fotografia un esemplare adulto – a destra dello stesso un giovane larice – e dettagli delle foglie e dei coni femminili). E' riconoscibile soprattutto per gli aghi isolati di sezione quadrata o romboidale di colore verde piuttosto scuro e per le pigne pendule che cadono intere a maturità, senza disarticolarsi.

Nella famiglia delle CUPRESSACEE si segnala per importanza e diffusione il genere *Cupressus* con il Cipresso comune (*Cupressus sempervirens*) e il Cipresso dell'Arizona (*Cupressus arizonica*); il primo, di origine medio-orientale, è naturalizzato in Italia da moltissimo tempo, il secondo, di colore glauco, è americano ed è diffuso solo nei giardini.

I cipressi sono inconfondibili anche a distanza per il portamento slanciato a tutti noto (questo vale almeno per la varietà più diffusa e che per la sua forma è chiamata *stricta* o *fastigiata*, mentre in natura è più comune la varietà *horizontalis* con chioma normalmente espansa). Le foglie del Cipresso sono ridotte a piccolissime squamette di 1 o 2 mm circa e tra loro embricate, cioè parzialmente sovrapposte come gli embrici o tegole di un tetto.

Le pigne, legnose a maturità, misurano qualche centimetro e sono subsferiche e sono note col termine di *coccole* o di *galbule*.

Il cipresso comune è una pianta molto longeva e di lenta crescita, con apparato radicale potente anche se superficiale, la qual cosa lo rende adatto ai terreni poco profondi, aridi, calcarei e sassosi. Il legno è pregiato e per decenni conserva una gradevole profumazione che tiene lontani tarli e tarme.

Il cipresso è anche una pianta officinale, ovvero trova un utilizzo in erboristeria e medicina tradizionale soprattutto per curare la tosse.

Purtroppo questa pianta è molto sensibile a un fungo parassita, il *Coryneum cardinale*, che si insedia nei vasi della linfa ostruendoli e di conseguenza la pianta si dissecca e muore. Non si conosce una cura efficace contro questo fungo che oggi è diffuso in forma epidemica.



Sempre nella famiglia delle CUPRESSACEE troviamo anche varie specie di **Ginepri**.

In tutta Italia è diffusissimo il **Ginepro comune** (*Juniperus communis*) che è una pianta di colore verde pallido, con aghi assai rigidi e pungenti e strobili femminili carnosì e simili a piccole bacche sferiche, anch'esse sono di colore verde pallido nel loro primo anno di maturazione, per poi diventare nero-bluastre nel secondo (foto nella pagina seguente). A questo punto esse diventano anche molto profumate e vengono utilizzate per aromatizzare grappe e un famoso liquore che prende il nome proprio dal Ginepro: il "gin".

Il Ginepro è una specie molto adattabile e frugale ed è la *Gymnosperma* più diffusa in Italia, infatti si può trovare in qualsiasi tipo di terreno a partire dalle coste marine fino al limite superiore della vegetazione arborea che, sulle nostre Alpi, è di circa 2000-2200 metri sul livello del mare.

Sul Monte Rosa vegetano dei Ginepri fino a 3700 metri di quota, la quota più alta per una *Gymnosperma* in Europa.

Il portamento varia in relazione alla quota stessa e il Ginepro assume una forma colonnare e un'altezza fino a 6 metri a livello del mare, diventa basso e cespuglioso a quote intermedie fino a diventare prostrato al suolo e strisciante al limite superiore della zona montana.



Nella famiglia **TAXACEE** in Europa c'è un solo genere con una sola specie spontanea: il **Tasso** (*Taxus baccata*). La pianta è **dioica** e a destra si vedono i **fiori maschili**. Il nome scientifico ricorda la somiglianza con delle bacche che hanno i suoi **ARILLI** a forma di scodella, rossi o raramente gialli, gelatinosi e avvolgenti il seme che, comunque, rimane ben visibile sul fondo (la fotografia è in una delle pagine precedenti).

E' pianta sciafila (amante dell'ombra) abbastanza diffusa nei giardini e sporadica nei boschi.

Le foglie sono ad ago appiattito, pettinate, verde scuro.

E' una pianta di crescita lenta, molto velenosa (sono però commestibili gli arilli, ma non il velenoso seme in essi contenuto) ed estremamente longeva: la pianta più vecchia del mondo sembra che sia un tasso di circa 9.000 (novemila!) anni che si trova a Fortingall in Scozia, tutt'oggi vegetante; è impressionante pensare che questa pianta è molto più vecchia delle piramidi d'Egitto, se è esatta l'età ad essa attribuita.

Per secoli con il legno del Tasso, duro ed elastico, si sono costruiti in Europa archi pregiati.



Alle Cupressacee appartiene anche il genere **Thuja** con la specie *Thuja orientalis* che è un piccolo alberello assai diffuso nei giardini, verde chiaro e quasi giallo in primavera, rugginoso in inverno, con una tipica forma a pennellino per dipingere quadri e con la chioma che arriva fin quasi al suolo. Le sue foglie, come nel cipresso, sono ridotte a minute squamette (*a destra*).

La *Thuja*, chiamata anche **albero della vita**, è di origine cinese.





Poco importante da noi è la famiglia **ARAUCARIACEE** che è originaria del Sud America. Le araucarie sono presenti in Italia solo nei giardini dove talvolta si vede l'*Araucaria araucana*, una strana pianta di portamento inconfondibile, rigidamente monopodiale. Le foglie sono persistenti a forma di squame romboidali, grandi circa 5 - 6 centimetri e di consistenza molto dura, verde scuro e pungenti.

Nella famiglia **TAXODIACEE** da noi è comune (ma solo vicino all'acqua come al Parco Ducos di Brescia) il Cipresso calvo (*Taxodium disticum*) chiamato "calvo" perché perde le foglie in autunno. Il Cipresso calvo è originario degli Stati Uniti sud-orientali, Florida e paludi delle Everglades. Le foglie sono a forma di corti aghi appiattiti e sono pettinate, cioè si trovano ai lati del rametto sul quale sono inserite, quasi sullo stesso piano (*prima fotografia sottostante*). Vicino alla base del tronco del Cipresso calvo e sporgenti rispetto alla superficie dell'acqua eventualmente presente, si notano facilmente delle formazioni a forma di tozza colonna che sono chiamate "ginocchi" (*seconda fotografia*). Si ritiene - con qualche dubbio - che i *ginocchi* fungano da *pneumatofori*, si pensa quindi che siano in grado di portare aria e ossigeno alle radici sottostanti che si trovano in un ambiente asfittico, dal momento che vivono in un terreno allagato per buona parte dell'anno.



Dell'esotico genere *Cedrus* possiamo trovare facilmente nei giardini esemplari anche maestosi di Cedro del Libano (*Cedrus libanotica*) col caratteristico portamento a candelabro e la chioma appiattita, o di Cedro dell'Atlante (*Cedrus atlantica*, dai monti dell'Atlante dell'Africa nord-occidentale - fotografia nelle pagine precedenti), da noi quasi sempre nella varietà glauca, cioè verde-azzurra per lo spesso rivestimento ceroso.

Molto più diffuso dei due cedri precedenti è comunque il Cedro deodara o dell'Himalaya riconoscibile a distanza per la punta non eretta, anzi decisamente piegata di lato.

(*Cedrus deodara* - fotografia a lato)

In tutte le specie di Cedro gli aghi sono riuniti a ciuffetti di 20-40 aghi come nel caso del Larice, ma a differenza di quest'ultimo i Cedri sono delle piante sempreverdi.



Con la sua **circonferenza di 58 metri** questo **Cipresso di Montezuma** (*Taxodium mucronatum* - "El Thule" - Messico) è probabilmente **la pianta più grande del mondo per il diametro**, non per l'altezza raggiunta. Si noti per confronto la dimensione delle persone che lo ammirano, visibili sulla sinistra della fotografia.

Taxodium mucronatum è una Gimnosperma e in Italia dello stesso Genere si trova il Cipresso calvo (*Taxodium disticum* - vedi pagine precedenti), anche questo di origine americana e così chiamato perché perde le foglie in autunno (se ne trovano anche al Parco Ducos di Brescia).

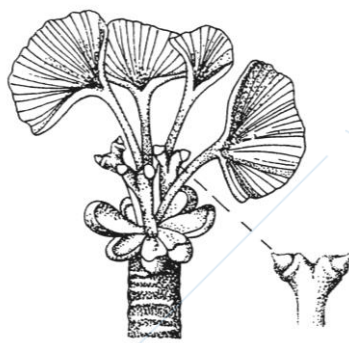
Negli altri gruppi di gimnosperme ancora oggi viventi troviamo piante piuttosto diverse da quelle fino ad ora considerate (ed anche notevolmente diverse tra di loro).

Divisione **GINKGOFITE** (GINKGOPHYTA) – Di tutta la divisione, i cui esponenti un tempo erano abbastanza diffusi sulla Terra, oggi sopravvive solo la famiglia GINKGOACEE con un solo genere e una sola specie: la *Ginkgo biloba*. Sopravvissuta in zone remote della Cina, la Ginkgo è stata diffusa a scopo ornamentale in tutto il mondo: questa pianta è un vero fossile vivente!

E' pianta dioica, inconfondibile per le sue foglie a ventaglio bilobato, verde chiaro e caduche, il portamento rigidamente monopodiale, i suoi semi carnosì simili a ciliegie giallastre e rugose, molto puzzolenti. Quasi senza parassiti e resistente all'inquinamento, la Ginkgo è ottima per le alberature stradali, naturalmente si preferiscono gli esemplari maschili per la ragione accennata.



FIORI MASCHILI



FIORI FEMMINILI

***Ginkgo biloba* :**

Foglia bilobata

Semi carnosì simili a frutti

Dettagli dei fiori ♂ e ♀

Divisione **CICADOFITE** (CYCADOPHYTA) – Diffusissime nel Mesozoico all'epoca dei dinosauri (Giurassico), oggi la divisione comprende 10 generi con circa 100 specie che troviamo soprattutto nei paesi tropicali. Gli esponenti più noti e diffusi (anche a scopo ornamentale) sono le specie del genere *Cycas*. Di notevoli dimensioni e con il tronco ricoperto dalle basi delle foglie cadute, queste piante hanno un aspetto complessivamente abbastanza simile a quello delle palme, con le quali talvolta vengono confuse.

Si tratta di piante dioiche, quindi con esemplari maschili ed esemplari femminili.

(vedi le fotografie nelle pagina successiva)



Cycas revoluta e dettaglio dei coni maschili; Cycas è dioica, a sessi separati.

Divisione **GNETOFITE** (GNETOPHYTA) – Piccolo gruppo di gimnosperme con solo 70 specie e tre generi: *Gnetum*, *Ephedra* e *Welwitschia*.

Le gnetofite sono gimnosperme alquanto evolute e con alcuni caratteri in comune con le angiosperme, ad esempio hanno un tessuto conduttore evoluto con *trachee* (vedi), inoltre in alcuni generi mancano gli archegoni e gli strobili hanno una struttura simile a quella di certe infiorescenze delle angiosperme. In diversi casi l'impollinazione è entomofila e non solamente anemofila come nella generalità delle altre gimnosperme.

Alcuni Autori considerano queste piante il "ponte" tra le gimnosperme e le angiosperme, altri le considerano semplicemente delle gimnosperme particolarmente evolute.



Welwitschia mirabilis è una strana pianta delle zone desertiche dell'Africa sud-occidentale. La maggior parte della pianta è infossata nella sabbia e in superficie sporgono due grosse e larghe foglie a forma di nastro, in lenta ma continua crescita.

La parte distale della foglia è quindi la più vecchia e tende a seccare e sfilacciarsi. Nelle piante adulte le fenditure delle foglie arrivano fino alla loro base, di conseguenza sembra che la pianta abbia più foglie.

Particolari degli strobili di Welwitschia mirabilis



La maggior parte delle gimnosperme del genere *Ephedra* hanno l'aspetto di cespugli fortemente ramificati, con foglie piccole e squamiformi. I coni in certe specie hanno squame carnose e vivacemente colorate al punto che, se vengono guardati senza attenzione per i particolari, possono assomigliare ai frutti di una angiosperma.



Il genere *Gnetum* comprende una trentina di specie che hanno l'aspetto di alberi o di liane. Le foglie, piuttosto ampie, ben innervate e di consistenza coriacea, sono molto simili a quelle delle angiosperme. I semi carnosi, non di rado vivacemente colorati a maturità, possono ricordare l'aspetto di un frutto delle angiosperme.

ANGIOSPERME: le piante con i fiori e i semi nascosti nei frutti

GENERALITA' — COMPARSA — DIFFUSIONE — IMPORTANZA NATURALISTICA ED ECONOMICA

Il nome significa SEME NASCOSTO e infatti il seme è completamente RACCHIUSO NEL FRUTTO. Il FRUTTO ESISTE SOLO NELLE ANGIOSPERME, infatti esso DERIVA DALL'OVARIO del fiore e solo nel fiore delle angiosperme esiste il pistillo con il suo ovario.

Questo gruppo di vegetali è quello relativamente più recente da un punto di vista evolutivo, infatti i resti fossili più antichi risalgono al Cretaceo ed è nel corso di questo periodo geologico, che si estende da 130 a 65 milioni d'anni fa, che le angiosperme si diffusero soppiantando buona parte della vegetazione precedente, più primitiva.

Da allora le angiosperme sono il gruppo di vegetali di maggior successo per diffusione sulla Terra e più ricco di specie: oggi se ne conoscono più di 260.000 ma diverse ne vengono scoperte ogni anno nelle regioni poco esplorate del pianeta e non di rado anche in Europa e in Italia viene trovata qualche *specie endemica* prima sconosciuta.

E' evidente anche che molte specie vengono perse per sempre, non di rado estinte ancor prima di essere scoperte e classificate, a causa delle estese deforestazioni da tempo in corso; questa è una perdita di gravità incalcolabile non solo da un punto di vista naturalistico ed ecologico, ma anche per i principi chimici che tali piante contengono, potenzialmente utili per curare le nostre malattie o per altri scopi.

Le angiosperme sono anche il gruppo di piante morfologicamente più vario: le loro dimensioni infatti spaziano da quelle delle minuscole lenticchie d'acqua del genere *Wolffia* (circa 1 mm) fino a 138 metri di altezza di un eucalipto australiano abbattuto e misurato all'inizio del secolo scorso (per confronto: il grattacielo Pirelli di Milano è alto 127 metri).



*E' quasi incredibile la varietà di colori, forme e dimensioni delle angiosperme! Nella prima fotografia vediamo degli esemplari ADULTI di *Wolffia* (famiglia Lemnacee, più note come "lenticchie d'acqua" che sono tuttavia di varie specie). *Wolffia* misura circa un millimetro o anche meno ed è la pianta più piccola del mondo. Nella seconda immagine un gigantesco esemplare di baobab africano, una delle piante più grandi del mondo (*Adansonia digitata* - Famiglia Bombacacee).*

Oltre alla scontata importanza naturalistica di questo gruppo di vegetali che, come si è detto, a partire dal Cretaceo e fino ad oggi sono quelli di gran lunga più diffusi, le angiosperme hanno anche una grandissima importanza economica.

Infatti TUTTE le piante alimentari (con limitatissime eccezioni, vedi il pino da pinoli) sono angiosperme e TUTTI gli alberi, a eccezione delle gimnosperme, sono anch'essi delle angiosperme, come lo sono anche quasi innumerevoli piante ornamentali, medicinali, foraggiere eccetera.

Credo che non serva aggiungere altro per comprendere la loro grandissima importanza.

MORFOLOGIA DELLE ANGIOSPERME

La morfologia delle ANGIOSPERME non viene qui descritta perché è già stata considerata nei due capitoli di ISTOLOGIA e di ORGANOGRAFIA del FIORE, FRUTTO, FOGLIA, RADICE e FUSTO dei presenti "Appunti di Botanica".

Tali capitoli riguardano infatti le SPERMATOFITE in generale, ma per la massima parte riguardano proprio le ANGIOSPERME: possiamo quindi considerare già trattata la parte relativa ai caratteri morfologici di questo gruppo di vegetali.

ANGIOSPERME: LE PIANTE PIU' EVOLUTE

Le *angiosperme* non solo sono le piante di più recente comparsa come ci testimoniano i fossili, ma sono anche le piante più evolute.

Le *Angiosperme* infatti sono più evolute rispetto alle *Gimnosperme* (che a loro volta sono più evolute delle *felci* e le *felci* più dei *muschi*) per una serie di ragioni, alcune delle quali vengono di seguito espone in modo riassuntivo :

- 1) Compare per la prima volta un TESSUTO MECCANICO o DI SOSTEGNO, per il quale si rimanda alle pagine 32 e seguenti.
- 2) Nel tessuto conduttore compaiono le TRACHEE che sono molto più efficienti delle TRACHEIDI e delle FIBROTRACHEIDI nel trasporto della linfa, come spiegato alle pagine 37 e 40.
- 3) La GENERAZIONE APLOIDE, già minuscola nelle *Gimnosperme*, subisce un'ulteriore riduzione e diventa di SOLE TRE CELLULE nel caso del GAMETOFITO MASCHILE o MICROGAMETOFITO delle *Angiosperme*.
Tre cellule sono ovviamente pochissime, ma costituiscono ancora una "generazione". Parallelamente alla riduzione della generazione aploide, si sviluppa maggiormente quella diploide, com'è del tutto ovvio.
- 4) Nel fiore delle *Angiosperme* compare il PISTILLO che ben protegge dalla disidratazione gli OVULI in esso contenuti. Si ricorda invece che nelle *Gimnosperme* gli ovuli non sono altrettanto efficacemente protetti perché si trovano alla base delle SQUAME FERTILI del CONO o STROBILO FEMMINILE ("pigna") e sono a diretto contatto con l'aria.
Inoltre il PISTILLO favorisce l'impollinazione perché trattiene facilmente il polline con il suo stimma vischioso o fornito di molti peli (tomentoso).

Vantaggioso è anche il fatto che in molte *Angiosperme* il pistillo impedisce l'autoimpollinazione e quindi l'autogamia, di conseguenza si riducono le probabilità di avere nella discendenza degli individui deboli perché omozigoti per degli alleli recessivi e sfavorevoli.

Per impedire l'autoimpollinazione il pistillo in certi casi matura prima delle antere, o viceversa. In altri casi più raffinati c'è invece un "riconoscimento" chimico e genetico e il pistillo non accetta il polline dello stesso fiore d'appartenenza.

- 5) Anche i SEMI sono maggiormente protetti perché sono contenuti in un FRUTTO che è un organo che compare per la prima volta nelle *Angiosperme* dal momento che deriva dall'ovario del pistillo del fiore, e il pistillo è un pezzo fiorale che NON ESISTE nelle *Gimnosperme*. Il frutto protegge i semi e ne accompagna lo sviluppo e in molti casi favorisce la DISSEMINAZIONE (si riveda l'argomento alle pagine 51 e 52).
- 6) L'IMPOLLINAZIONE nelle *Angiosperme* può essere ancora *anemofila* (con il vento) ma più spesso il polline è affidato agli *insetti pronubi*, aggettivo che significa "in favore delle nozze", e in questo caso si parla di *impollinazione entomofila*. Gli insetti trasportano il polline in modo particolarmente mirato ed efficace e questo consente una notevole economia perché non è più necessario produrre grandi quantità di polline come nel caso delle *Gimnosperme* che affidano il polline al trasporto cieco e casuale del vento. Nella flora esotica troviamo anche uccelli impollinatori o, più raramente, altri animali vettori del polline quali piccoli mammiferi (*pipistrelli e roditori*) e perfino dei rettili.
- 7) Non tutte, ma molte *Gimnosperme* hanno SEMI ALATI e quindi ancora una volta in maggioranza si affidano al vento per la loro diffusione. Nelle *Angiosperme* invece la disseminazione avviene, secondo la specie, con molte modalità diverse: vento, acqua ma soprattutto con vettori animali di ogni genere: si rivedano le pagine 51 e 52. Per garantire la massima efficacia dell'impollinazione e della disseminazione spesso ci sono delle raffinate simbiosi tra le piante e certi animali.
- 8) Anche se molte *Angiosperme* sono straordinariamente delicate ed esigenti, questo gruppo di vegetali – nel suo complesso ed entro certi limiti – è quello che meglio sopporta le avversità climatiche, gli attacchi parassitari e persino l'inquinamento. Le *Angiosperme* nel loro insieme sono anche le piante PIU' PLASTICHE da un punto di vista ecologico, ovvero sono quelle più facilmente adattabili ai diversi ambienti.
- 9) Un'ultima considerazione ma non ultima per importanza: le *Gimnosperme* sono tutte piante legnose con crescita secondaria. Anche tra le *Angiosperme* troviamo molti alberi e cespugli (tra i quali non esiste in realtà una vera differenza botanica...) con crescita secondaria e "legnosi", ma molto più numerose sono le SPECIE ERBACEE, senza crescita secondaria. La FORMA ERBACEA - oltre che più recente rispetto alla FORMA ARBOREA - è anche più evoluta. Anche in questo caso, per evitare inutili ripetizioni, rimando chi legge alla pagina 110.

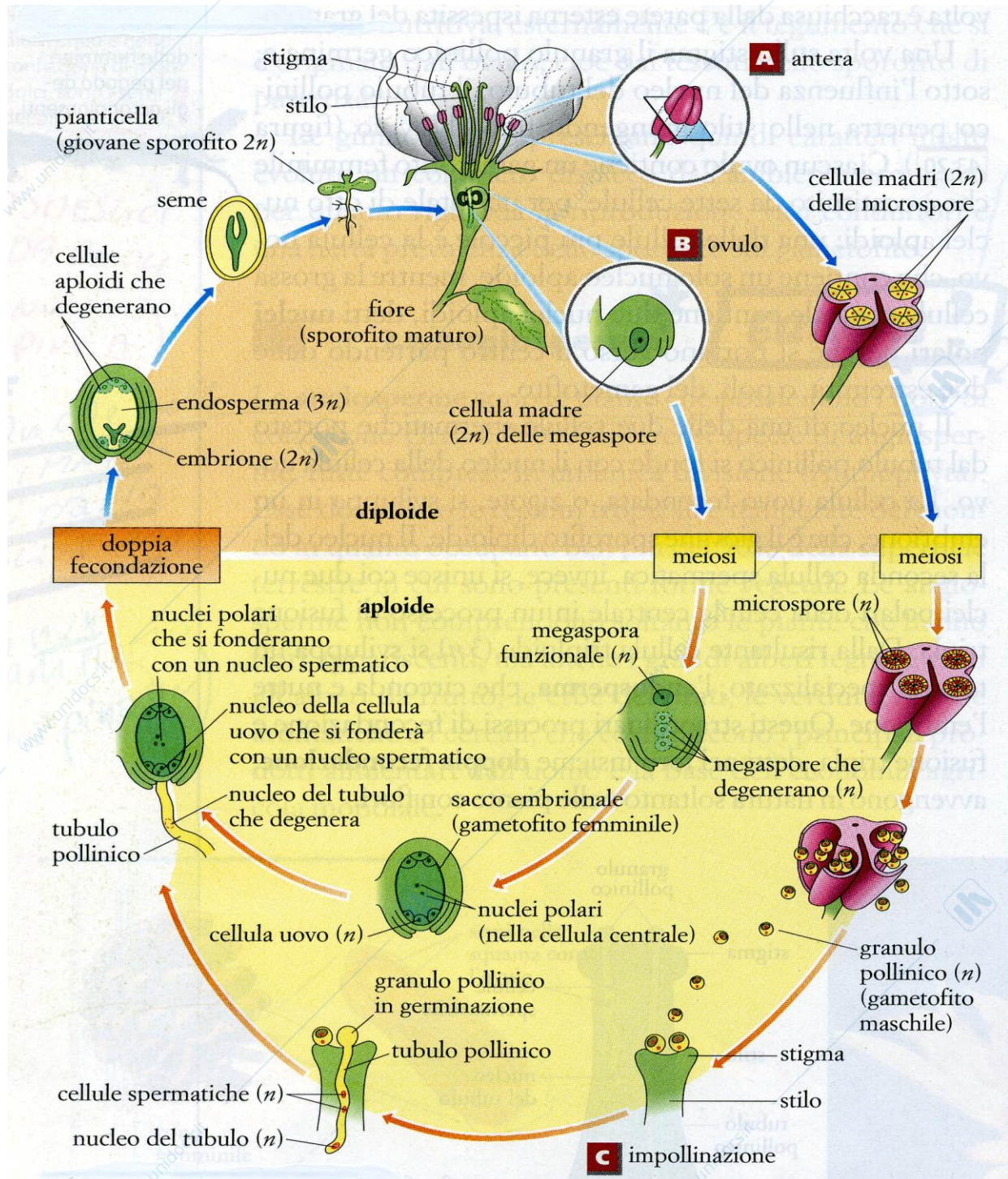
Come accennato in precedenza e per le ragioni sopra esposte, le *Angiosperme*, che sono le piante più recentemente comparse sulla Terra, hanno vinto facilmente la concorrenza e si sono imposte sulla più primitiva vegetazione precedente.

Oggi si trovano *Angiosperme* in ogni angolo del pianeta, con una quasi infinita varietà di forme e di dimensioni. Si ricorda tuttavia che anche le *Gimnosperme* hanno ancora una grande importanza economica, naturalistica e forestale.

CICLO DELLE ANGIOSPERME

Siamo ancora nell'ambito del ciclo APLO-DIPLONTE con un' **alternanza di generazione mascherata** e con una ancor più drastica riduzione della generazione aploide, già molto ridotta nelle gimnosperme.

Il ciclo delle angiosperme è descritto nella pagina seguente e per una migliore comprensione è indispensabile seguire il ciclo, tappa per tappa, nella figura sottostante.



A) All'interno delle antere del fiore molte CELLULE MADRI DELLE MICROSPORE ($2n$) per meiosi producono ciascuna quattro MICROSPORE APLOIDI (n). In seguito ogni microspora si divide per mitosi formando un GRANULO POLLINICO costituito da due cellule aploidi; un'ulteriore mitosi di una di queste due cellule completa la formazione del granulo pollinico che quindi è costituito da tre cellule: DUE CELLULE SPERMATICHE e UNA CELLULA DEL TUBETTO. Questa generazione di sole tre cellule aploidi è il GAMETOFITO MASCHILE o MICROGAMETOFITO delle angiosperme.

B) All'interno dell'ovario del fiore, dentro ogni OVULO (che nelle piante non è il gamete femminile, ma una struttura diploide che ancora appartiene al vecchio sporofito), la CELLULA MADRE DELLE MACROSPORE ($2n$), per meiosi produce quattro MACROSPORE (n) delle quali una sola sopravvive.

La macrospora sopravvissuta avvia con una serie di mitosi una brevissima generazione di SETTE CELLULE per un totale di OTTO NUCLEI APLOIDI, in quanto due nuclei, detti NUCLEI POLARI, sono contenuti in una sola cellula.

Questa generazione di otto nuclei aploidi contenuti in sette cellule è il GAMETOFITO FEMMINILE o MACROGAMETOFITO o SACCO EMBRIONALE.

Una delle più piccole di queste sette cellule con un solo nucleo aploide è la CELLULA UOVO o GAMETE FEMMINILE.

C) Giunto sullo stigma del pistillo il granulo pollinico germina producendo un TUBETTO POLLINICO che cresce attraverso lo stilo fin dentro l'ovario ed entra in un ovulo attraverso il MICROPILO, una piccola apertura posta alla base dell'ovulo stesso.

Successivamente si verifica una **DOPPIA FECONDAZIONE** che esiste solo nelle Angiosperme: un nucleo spermatico feconda la cellula uovo formando lo ZIGOTE ($2n$) e il secondo nucleo spermatico invece si fonde con i due nuclei polari per formare una CELLULA TRIPLOIDE ($3n$). Questa cellula triploide e le cellule che da essa derivano per mitosi formano un tessuto ricco di sostanze nutritive e formato da *cellule triploidi*: l'ENDOSPERMA, parola che significa "*dentro il seme*".

Lo zigote con molte mitosi forma invece l'EMBRIONE che è il nuovo sporofito ($2n$), ovvero l'embrione è la nuova piantina che è già pronta a germinare, dopo la disseminazione e l'allontanamento dalla pianta madre, non appena le condizioni ambientali saranno favorevoli.



Quindi nel seme delle Angiosperme distinguiamo diverse parti:

- 1) **TEGUMENTI** ($2n$): appartengono ancora al vecchio sporofito.
- 2) **ENDOSPERMA** ($3n$): è il tessuto **triploide** che deriva dall'unione di un nucleo spermatico del granulo pollinico con i due nuclei polari del sacco embrionale.
- 3) **EMBRIONE** ($2n$): è il nuovo sporofito, la nuova piantina che deriva dallo zigote che a sua volta si è formato dall'unione del secondo nucleo spermatico del granulo pollinico con la cellula uovo del sacco embrionale.

Nel ciclo descritto si noti, tra l'altro, che solo nelle angiosperme mancano gli archegoni, presenti invece nei muschi, nelle felci e nelle gimnosperme.

Si noti anche che la generazione aploide gametofitica maschile è di sole 3 cellule e quella femminile di 8: pochissime quindi, ma ancora abbastanza per costituire una generazione e per avere un ciclo di tipo APLO-DIPLONTE.

Anche nelle angiosperme abbiamo la RIPRODUZIONE PER GAMETOGAMIA e la RIPRODUZIONE PER SPOROGONIA con produzione di vere spore o MEIOSPORE.

In un'infinità di specie è poi possibile la RIPRODUZIONE VEGETATIVA PER FRAMMENTAZIONE tramite rizomi, bulbilli, stoloni, polloni radicali eccetera.

Anche l'uomo sfrutta con grande vantaggio la riproduzione vegetativa delle angiosperme mediante talee, innesti, margotte, propaggini, la coltura dei meristemi e con la pratica forestale della ceduzione (vedi pag. 104 e seguenti).



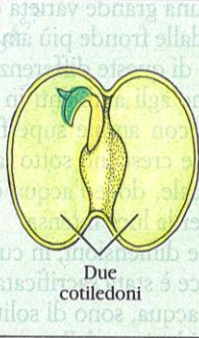
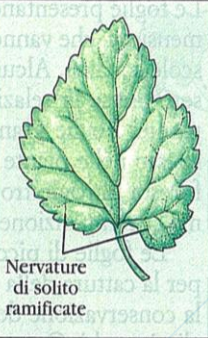



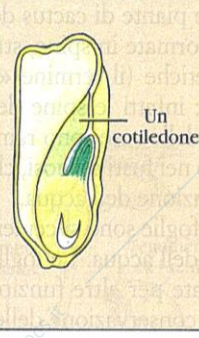




Dittero Sirfide su Farfaraccio (Tussilago farfara) Fam. Composite

CLASSIFICAZIONE DELLE ANGIOSPERME

Le ANGIOSPERME si dividono in DICOTILEDONI e MONOCOTILEDONI.

Per quanto riguarda i *cotiledoni* si ripassi l'argomento a pagina 70 e si guardino le figure di pagina 72.

Per i caratteri morfologici che ci consentono di distinguere le *dicotiledoni* dalle *monocotiledoni* si guardi invece la tabella sottostante ma anche le pagine sotto specificate alle quali si rimanda.

	Embrioni	Foglie	Fusti	Parti floreali	Granuli pollinici	RADICI
DICOTILEDONI	 <p>Due cotiledoni</p>	 <p>Nervature di solito ramificate</p>	 <p>Fasci vascolari con disposizione radiale</p>	 <p>Di solito presenti in numero di quattro o cinque</p>	 <p>Tre pori o fessure</p>	A FITTONE
MONOCOTILEDONI	 <p>Un cotiledone</p>	 <p>Nervature di solito parallele</p>	 <p>Fasci vascolari con disposizione sparsa</p>	 <p>Di solito presenti in numero di tre</p>	 <p>Un poro o fessura</p>	FASCICOLATE

NOTA BENE : A COMPLETAMENTO DELLA TABELLA SOPRASTANTE, SI TENGA PRESENTE CHE LE DICOTILEDONI SI POSSONO DISTINGUERE DALLE MONOCOTILEDONI ANCHE PER I SEGUENTI ASPETTI :

MESOFILLO : VEDI PAGINA 67

FORMA DELLA RADICE : VEDI PAGINA 74

Dal momento che ci sono diverse eccezioni è necessario – quando possibile – prendere in considerazione più caratteri morfologici prima di stabilire che la pianta osservata è una dicotiledone oppure una monocotiledone.

ELENCO DI ALCUNE DELLE PRINCIPALI FAMIGLIE, GENERI E SPECIE D'INTERESSE AGRARIO, FORESTALE E - IN QUALCHE CASO - ANCHE ORNAMENTALE

La rassegna che segue ovviamente non è completa, dato il grandissimo numero e varietà di specie di angiosperme.

Inoltre, per motivi di spazio e di opportunità, le piante vengono solo citate e non brevemente descritte come è stato fatto nel caso delle gimnosperme, sono comunque state inserite diverse fotografie di rappresentanti significativi di alcune Famiglie. Si invita ancora una volta lo studente a consultare libri illustrati specializzati per imparare a conoscere veramente almeno le specie più comuni di angiosperme e, naturalmente, anche di gimnosperme.

NATURALMENTE "CONOSCERE" SIGNIFICA SAPER RICONOSCERE E ANCHE SAPER DESCRIVERE LA FOGLIA, IL FIORE, IL FRUTTO ECCETERA DELLA PIANTA CONSIDERATA.

Anche "INTERNET" è un'ottima fonte di quasi infinite immagini e informazioni: è sufficiente digitare sul motore di ricerca ("Google") il nome di una qualsiasi specie vegetale, per esempio *Castagno* oppure *Quercia da sughero*.

Di qualche famiglia vengono forniti due nomi: il primo è quello tradizionale e ancora oggi molto usato, il secondo è quello che risponde a un più recente criterio di nomenclatura secondo il quale il nome della *Famiglia* deve derivare da quello del *Genere* o della *Specie* di un suo esponente tipico scelto come rappresentativo; per esempio la Famiglia delle LEGUMINOSE viene oggi chiamata FABACEE dal nome della *Vicia faba*, il nome scientifico della *fava*.



Geranio selvatico (Geranium selvaticum)

ANGIOSPERME DICOTILEDONI

1) FAMIGLIA BETULACEE

BETULLA	-	Betula alba
ONTANO NERO	-	Alnus glutinosa
ONTANO VERDE	-	Alnus viridis
Altri ONTANI	-	Alnus - varie specie

2) FAMIGLIA CORYLACEE

NOCCILO	-	Corylus avellana
CARPINO NERO	-	Ostrya carpinifolia
CARPINO BIANCO	-	Carpinus betulus



Betulla (Betula alba – Fam. Betulacee) - il suo tronco bianco è la caratteristica più vistosa. Nella fotografia a destra foglie e amenti di betulla.

(Per il **nocciolo** - Corylus avellana – Fam. Corylacee – si veda la figura a pagina 50)

3) FAMIGLIA FAGACEE

CASTAGNO	-	Castanea sativa
FAGGIO	-	Fagus sylvatica
FARNIA	-	Quercus pedunculata
ROVERE	-	Quercus sessiliflora
VALLONEA	-	Quercus macrolepis
ROVERELLA	-	Quercus pubescens
CERRO	-	Quercus cerris
LECCIO	-	Quercus ilex
QUERCIA DA SUGHERO	-	Quercus suber



Fam Fagacee :

Castagno (*Castanea sativa*) – foglie e amenti maschili

Faggio (*Fagus sylvatica*) – foglie e frutti (fagiolle)

Roverella (*Quercus pubescens*) – foglie e frutti (ghiande)

4) FAMIGLIA JUGLANDACEE

NOCE

-

Juglans regia

5) FAMIGLIA SALICACEE

SALICE BIANCO

-

Salix alba

ALTRI SALICI

-

Salix - varie specie

PIOPPO NERO

-

Populus nigra

PIOPPO BIANCO

-

Populus alba (**vedi foto** in ultima di copertina)

PIOPPO TREMOLO

-

Populus tremula



Amenti maschili di SALICONE (Salix caprea)

6) **FAMIGLIA MORACEE**

GELSO A FRUTTI BIANCHI -
GELSO A FRUTTI SCURI -
FICO -

Morus alba (vedi foto nel paragrafo "frutti")
Morus nigra
Ficus carica



Gelso (Morus nigra)



Fico (Ficus carica)

7) **FAMIGLIA ULMACEE**

BAGOLARO O ROMIGLIA
O SPACCASASSI -
OLMO CAMPESTRE -

Celtis australis
Ulmus campestris



Bagolaro (Celtis australis - Fam. Ulmacee) – foglie e frutti ancora acerbi (drupe).

Olmo campestre (Ulmus campestris – Fam. Ulmacee) – frutti ancora acerbi (samare).

8) FAMIGLIA ROSACEE

MELO	-	Malus communis
PERO	-	Pyrus communis
PESCO	-	Prunus communis
MANDORLO	-	Prunus amygdalus
CILIEGIO	-	Prunus avium
ALBICOCCO	-	Prunus armeniaca
SUSINO	-	Prunus domestica
FRAGOLA	-	Fragaria vesca
ROVO	-	Rubus ulmifolius
LAMPONE	-	Rubus ideus
ROSE	-	Rosa - varie specie
SORBO DEGLI UCCELLATORI	-	Sorbus aucuparia
BIANCOSPINI	-	Crataegus - varie specie
NESPOLO	-	Mespilus germanica



Famiglia Rosacee : Pesco (Prunus communis) e Rovo (Rubus ulmifolius)

9) FAMIGLIA LEGUMINOSE O FABACEE

CARRUBO	-	Ceratonia siliqua
ALBERO DI GIUDA	-	Cercis siliquastrum
MAGGIOCIONDOLI	-	Laburnum - varie specie
ROBINIA	-	Robinia pseudacacia
GINESTRA	-	Spartium iunceum
GLICINE	-	Wistaria floribunda
PISELLO	-	Pisum sativum
FAGIOLO	-	Phaseolus vulgaris
FAVA	-	Vicia faba
LENTICCHIA	-	Lens culinaria
CECE	-	Cicer arietinum
LUPINO	-	Lupinus albus
CICERCHIA	-	Lathyrus sativum
SULLA	-	Hedisarum coronarium
ERBA MEDICA	-	Medicago sativa

TRIFOGLIO
LIQUIRIZIA
ARACHIDE
SOIA

- Trifolium pratense
- Glycyrrhiza glabra
- Arachis ipogea
- Soja hispida



Robinia (Robinia pseudacacia – Fam. Leguminose) – fiori in racemi e foglie imparipennate
Albero di Giuda (Cercis siliquastrum – Fam. Leguminose) – Fiori e foglie rotondo-reniformi

10) FAMIGLIA IPPOCASTANACEE

IPPOCASTANO

- Aesculus hippocastanum

11) FAMIGLIA APOCINACEE

OLEANDRO

- Nerium oleander



Fiori e frutti (follicoli) di oleandro (Nerium oleander)

12) FAMIGLIA DILLENIACEE

KIWI O ATTINIDIA

- Actinidia sinensis

13) FAMIGLIA CHENOPODIACEE

BARBABIETOLE, "ERBETTE", "COSTE" - Beta - varie specie
 SPINACIO - Spinacia oleracea

14) FAMIGLIA POLYGONACEE

GRANO SARACENO - Fagopyrum esculentum

15) FAMIGLIA LAURACEE

ALLORO - Laurus nobilis

16) FAMIGLIA PLATANACEE

PLATANO - Platanus orientalis



Platano (Platanus orientalis – Fam. Platanacee) – giovani foglie e capolini sferici.
Alloro (Laurus nobilis – Fam. Lauracee) – foglie e frutti (*drupe*).

17) FAMIGLIA AQUIFOLIACEE

AGRIFOGLIO - Ilex aquifolium

18) FAMIGLIA ACERACEE

ACERO CAMPESTRE - Acer campestris
 ALTRI ACERI - Acer - varie specie



Agrifoglio (Ilex aquifolium – Fam. Aquifoliacee) – foglie e frutti
Acero campestre (Acer campestris – Fam. Aceracee) – foglie palmिनervie e samare acerbe

19) FAMIGLIA TILIACEE

TIGLIO

-

Tilia cordata

20) FAMIGLIA PUNICACEE

MELOGRANO

-

Punica granatum



Tiglio (Tilia cordata – Fam. Tiliacee) – foglie cuoriformi e frutto con una *brattea* per il volo

Melograno (Punica granatum – Fam. Punicacee) – il frutto è un *balaustio*

21) FAMIGLIA MIRTACEE

EUCALIPTI

-

Eucalyptus - varie specie

MIRTO

-

Myrtus communis

22) FAMIGLIA ERICACEE

CORBEZZOLO

-

Arbutus unedo



Corbezzolo (Arbutus unedo – Fam. Ericacee – i frutti maturi sono rossi e commestibili, frequente nella *macchia mediterranea*

Mirto (Myrtus communis - Fam. Mirtacee) – anche questo è un tipico esponente della *macchia mediterranea*

Eucalipto (Fam. Mirtacee) - piante di origine australiana

23) FAMIGLIA OLEACEE

FRASSINO -
FRASSINO MINORE o ORNIELLO -
OLIVO -
GELSOMINI -
LIGUSTRO -
LILLÀ -

Fraxinus excelsior
Fraxinus ornus
Olea europea (in *fotografia*: fiori e frutti)
Jasminus - varie specie
Ligustrum vulgaris
Syringa vulgaris



24) FAMIGLIA CAPRIFOGLIACEE

SAMBUCO -
CAPRIFOGGIO -

Sambucus nigra
Lonicera caprifogium



Sambuco (Sambucus nigra – Fam. Caprifogliacee) – prima e seconda fotografia: fiori e frutti, unica parte non velenosa di questa pianta

Caprifoglio
(Lonicera caprifogium – Fam. Caprifogliacee)

25) FAMIGLIA CRUCIFERE O BRASSICACEE

CAVOLO	-	Brassica oleracea
VERZA	-	Brassica oleracea varietà sabauda
RAPA	-	Brassica campestris
RAPANELLO	-	Raphanus sativus
COLZA	-	Brassica napus
SENAPE	-	Sinapis alba

26) FAMIGLIA VITACEE

VITE	-	Vitis vinifera
------	---	----------------



Colza (Brassica napus – Fam. Crucifere) – nota i petali disposti a croce, da cui “Crucifere”
Vite (Vitis vinifera – Fam. Vitacee) – il nome specifico significa “porta il vino”

27) FAMIGLIA RUTACEE

ARANCIO	-	Citrus sinensis
MANDARINO	-	Citrus nobilis
POMPELMO	-	Citrus paradisi
LIMONE	-	Citrus limonum
BERGAMOTTO	-	Citrus bergamia
CHINOTTO	-	Citrus aurantium myrtifolia
RUTA	-	Ruta graveolens



Limone (Citrus nobilis – Fam. Rutacee) – particolari dei fiori

28) FAMIGLIA SOLANACEE

POMODORO	-	Solanum lycopersicum
MELANZANA	-	Solanum melongena
PEPERONE	-	Capsicum annum
PATATA	-	Solanum tuberosum
TABACCO	-	Nicotiniana tabacum
PETUNIE	-	Petunia - varie specie

29) FAMIGLIA LABIATE O LAMIACEE

ROSMARINO	-	Rosmarinus officinalis
SALVIA	-	Salvia officinalis
BASILICO	-	Ocynium basilicum
MENTE	-	Mentha - varie specie
TIMO	-	Thymus vulgaris
ORIGANO	-	Origanum vulgare
MAGGIORANA	-	Origanum majorana
LAVANDA	-	Lavandula spica



Patata (Solanum tuberosum – Fam. Solanacee) – particolari dei fiori

Rosmarino (Rosmarinus officinalis – Fam. Labiate) – fiori con simmetria bilaterale

30) FAMIGLIA COCURBITACEE

ANGURIA	-	Cocumis citrullus
MELONE	-	Cocumis melo
CETRIOLO	-	Cocumis sativus
ZUCCHINA	-	Cocurbita pepo
ZUCCA	-	Cocurbita maxima



Zucchini (Cocurbita pepo – Fam. Cucurbitacee) – in questo fiore già **allegato** (significa che ormai ha cominciato a trasformarsi in un frutto) è evidentissimo l'**ovario infero**.

31) FAMIGLIA COMPOSITE o ASTERACEE

LATTUGA	-	Lactuca sativa
RADICCHIO	-	Cichorium intybus
SOFFIONE	-	Taraxacum officinale
CARCIOFO	-	Cynara scolymus
CARDO	-	Cynara attilis
GIRASOLE	-	Helianthus annuus
CAMOMILLA	-	Matricaria camomilla
TOPINAMBUR	-	Helianthus tuberosus
CRISANTEMI e MARGHERITE	-	Chrysanthemum - varie specie
MARGHERITINA o PRATOLINA	-	Bellis perennis
GENEPI'	-	Artemisia - varie specie



MARGHERITA (*Chrysanthemum leucanthemum*): Come tutte le Composite, anche la margherita ha un'infiorescenza a capolino.

In questo caso i fiori centrali, di colore giallo, sono "tubolosi" ovvero sono a forma di tubo, mentre quelli alla periferia sono "ligulati", cioè sono forniti di una "ligula" che – nel caso considerato – assomiglia a un petalo bianco. Nell'insieme un capolino come questo può essere scambiato per un fiore semplice se si guarda con superficialità e senza attenzione per i particolari.

ANGIOSPERME MONOCOTILEDONI

32) FAMIGLIA LILIACEE

CIPOLLA	-	Allium coepa
AGLIO	-	Allium sativum
PORRO	-	Allium ampeloprasum
SCALOGNO	-	Allium ascalonicum
ASPARAGO	-	Asparagus officinalis
GIGLI	-	Lilium - varie specie
TULIPANI	-	Tulipa - varie specie
GIACINTI	-	Hyacinthus - varie specie



Giglio martagone - Famiglia Liliacee (Lilium martagon)



Fiori di un aglio selvatico - Famiglia Liliacee (Allium ursinum)

33) FAMIGLIA GRAMINACEE O POACEE

FRUMENTO, GRANO TENERO	-	Triticum communis
FRUMENTO, GRANO DURO	-	Triticum durum
MAIS O GRANOTURCO	-	Zea mays
RISO	-	Oryza sativa
ORZO	-	Hordeum vulgare
SEGALE	-	Secale cereale
AVENA	-	Avena sativa
SORGO	-	Sorghum bicolor
CANNA DA ZUCCHERO	-	Saccharum officinarum
GRAMIGNA	-	Cynodon dactylon



DUE ESEMPI DI GRAMINACEE : SPIGA DI FRUMENTO E STOLONE DI GRAMIGNA

34) FAMIGLIA IRIDACEE



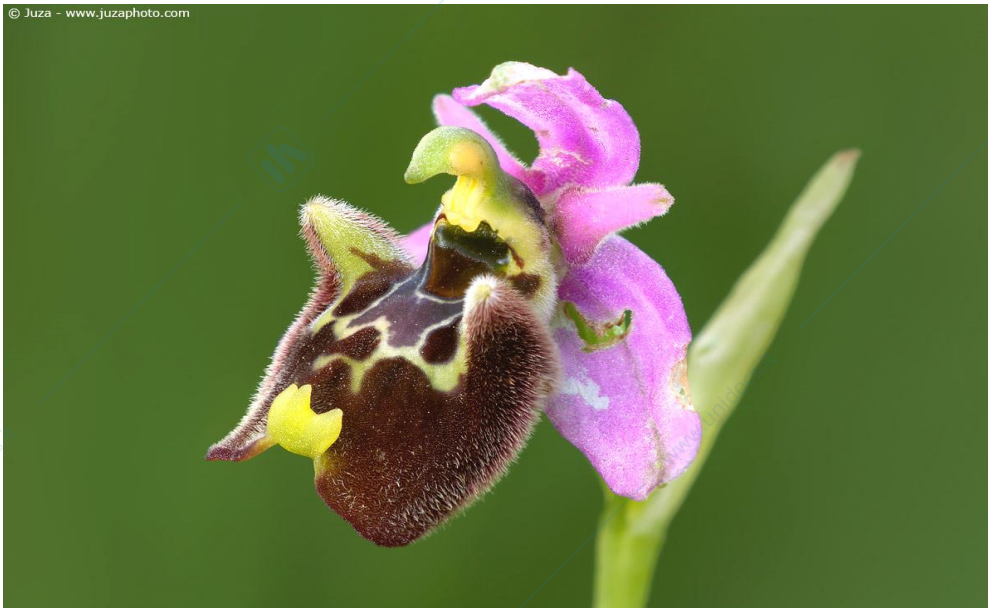
IRIS O GIAGGIOLI - Iris - varie specie

*In fotografia: **Giglio giallo** (*Iris pseudacorus*) frequente lungo i fossi e i canali, oppure in luoghi paludosi.*

*Il nome volgare "giglio" è improprio perché infatti questa pianta non appartiene al genere *Lilium* che è un genere della Famiglia Liliacee (che è stata considerata due pagine prima).*

35) FAMIGLIA ORCHIDACEE

Quella delle Orchidee, con circa 20.000 specie note, è la famiglia più ricca di specie in assoluto. Molte sono spontanee in Italia (vedi la figura sottostante e a pagina 2).



*Quest'orchidea (*Ophrys fuciflora*) imita il corpo e perfino l'odore di una femmina di ape fertile per attirare dei maschi che, con i loro tentativi d'accoppiamento, la feconderanno con il polline prelevato da un altro fiore della stessa specie.*

Per concludere ricordiamo anche altre famose monocotiledoni quali i **Bambù** (Famiglia Graminacee), le **Agavi** e le **Palme**.

Tra queste ultime una sola specie è spontanea in Italia: la **PALMA NANA** (*Chamaerops humilis*) che è un importante relitto di periodi geologici più caldi rispetto all'attuale; da noi è presente in forma sporadica lungo la costa tirrenica (Parco dei Monti dell'Uccellina in provincia di Grosseto, Argentario, Castiglione della Pescaia, Populonia, isole di Capraia, del Giglio, d'Elba, di Ponza e in alcune stazioni della costa campana, ma sempre sulle rupi marittime più calde), mentre è abbondante in diversi tratti della costa della Sicilia e della Sardegna.

(fotografia nella pagina seguente)



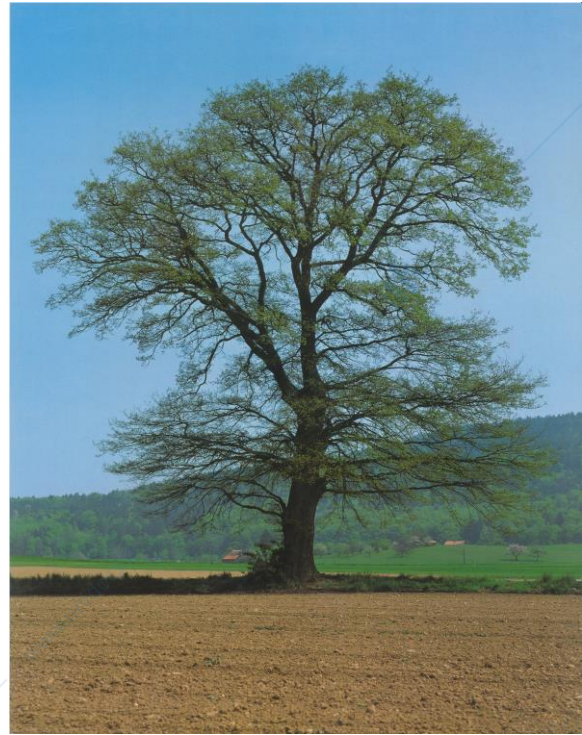
PALMA NANA (Chamaerops humilis)



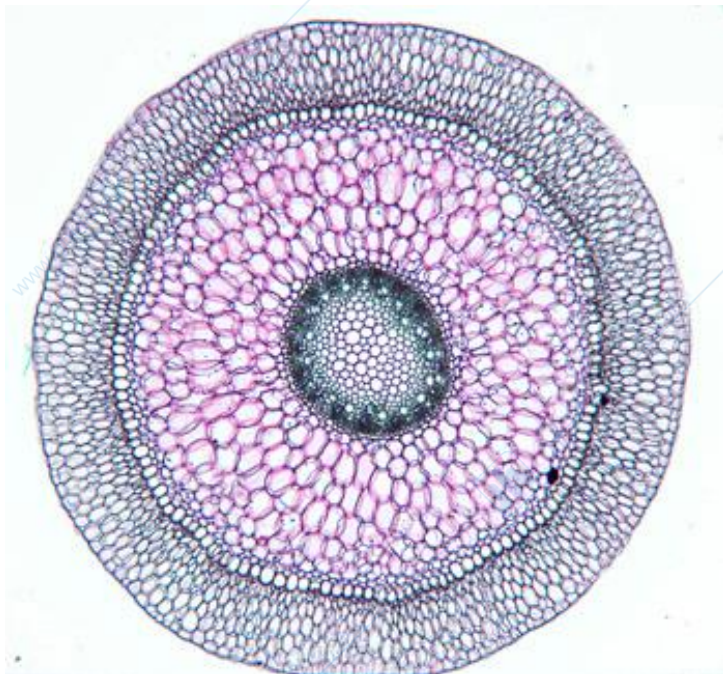
Dittero Sirfide su Linum viscosum



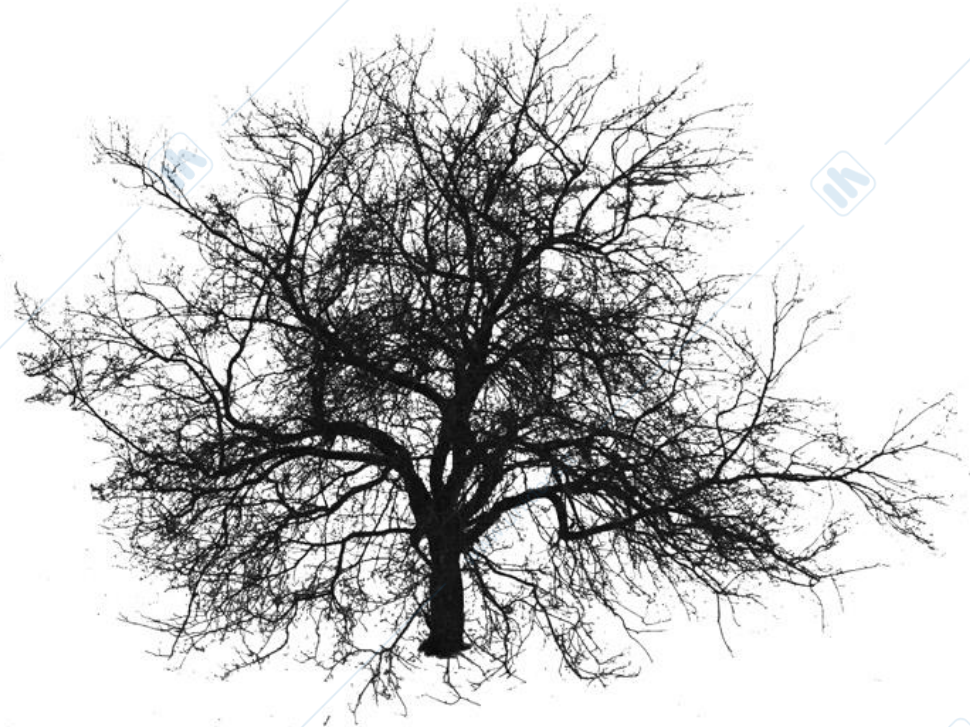
Muscari (Muscari neglectum - Fam. Liliacee)



ROVERE (*Quercus petraea* =
Quercus sessiliflora - Fam. Fagacee)



Sezione di una radice di un'esotica ORCHIDEA EPIFITA, ovvero che "cresce sopra altre piante". Queste radici pendono liberamente nell'aria e il loro rizoderma si è trasformato in una particolare struttura, il VELAMEN, che riesce ad assorbire l'umidità dell'aria, garantire una certa protezione dalla disidratazione e nello stesso tempo svolgere la fotosintesi. Spesso il velamen è l'unica parte fotosintetica di queste piante.



Prima stesura anno 2002

Ultime integrazioni MARZO 2016

Guido Gandelli

Fotografia dell'ultima pagina: PIOPPO BIANCO (*Populus alba*)



“In mezzo al silenzio risuona il suono sordo della scure che si abbatte su un albero: un suono solitario e triste”

Anton Čechov - IL GIARDINO DEI CILIEGI - 1904

XYZ

Guido Gandelli

Prima stesura anno 2002

Ultime integrazioni : MARZO 2016
