

Le “briofite”

Alghe verdi

sono presenti tutti i cicli:
aplonte, aplodiplonte
(con generazioni iso- o
eteromorfe), diplonte



Gli organismi vegetali "superiori" si sono evoluti a partire da un progenitore **APLODIPLONTE** oogamo.

Briofite (muschi, epatiche, antocere)

predominanza del gametofito (aploide), con sporofito troficamente dipendente dal gametofito.



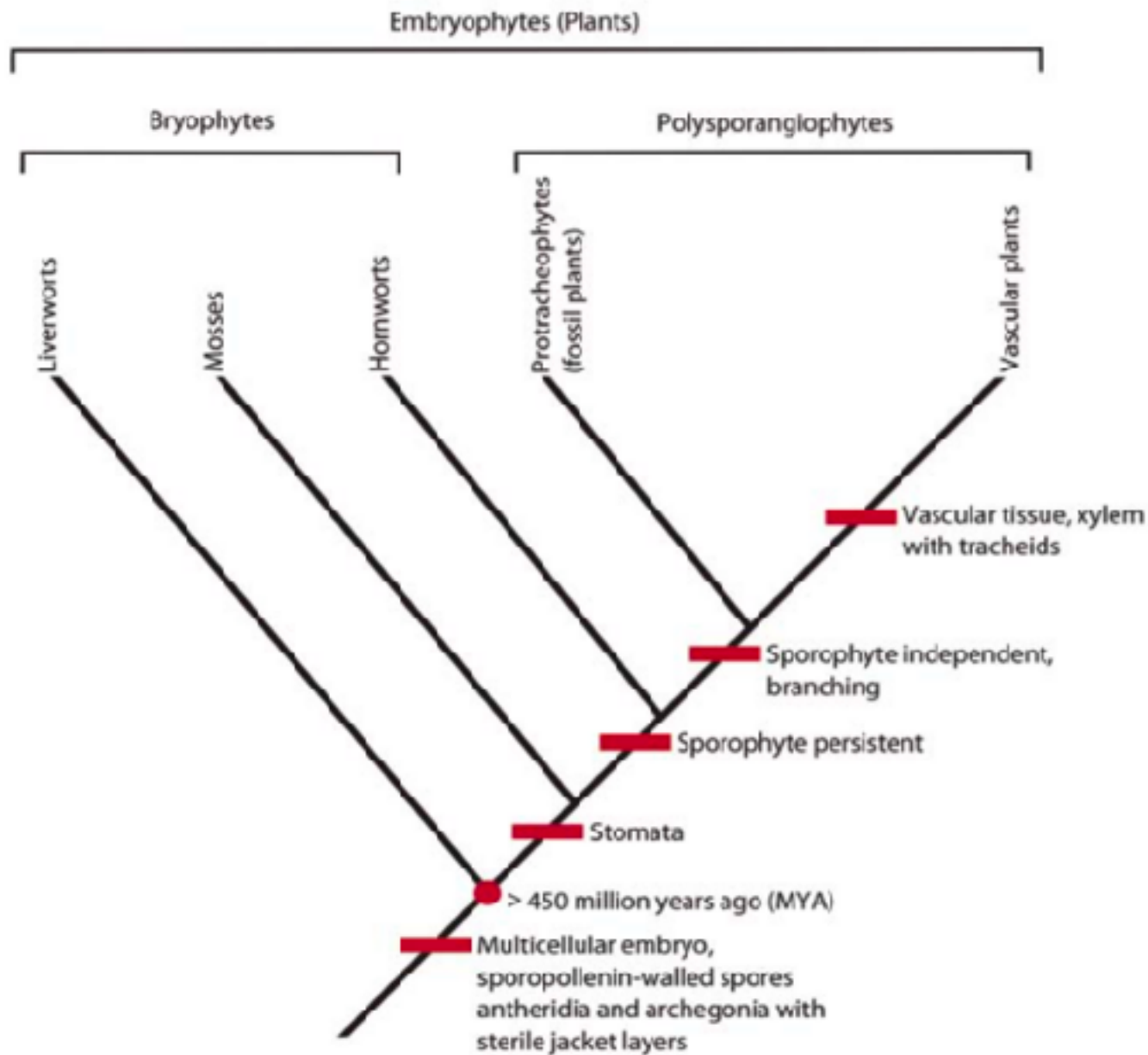
Pteridofite (felci, equiseti, licopodi)

predominanza dello sporofito (diploide),
che solo all'inizio è troficamente
dipendente dal gametofito; quest'ultimo in
alcuni casi si riduce di dimensioni e non
è fotosinteticamente attivo.



Spermatofite (gimno- e angiosperme): **piante con seme!**

netta predominanza dello
sporofito, con gametofiti
maschili e femminili sempre
più ridotti (fino a contare
poche cellule).

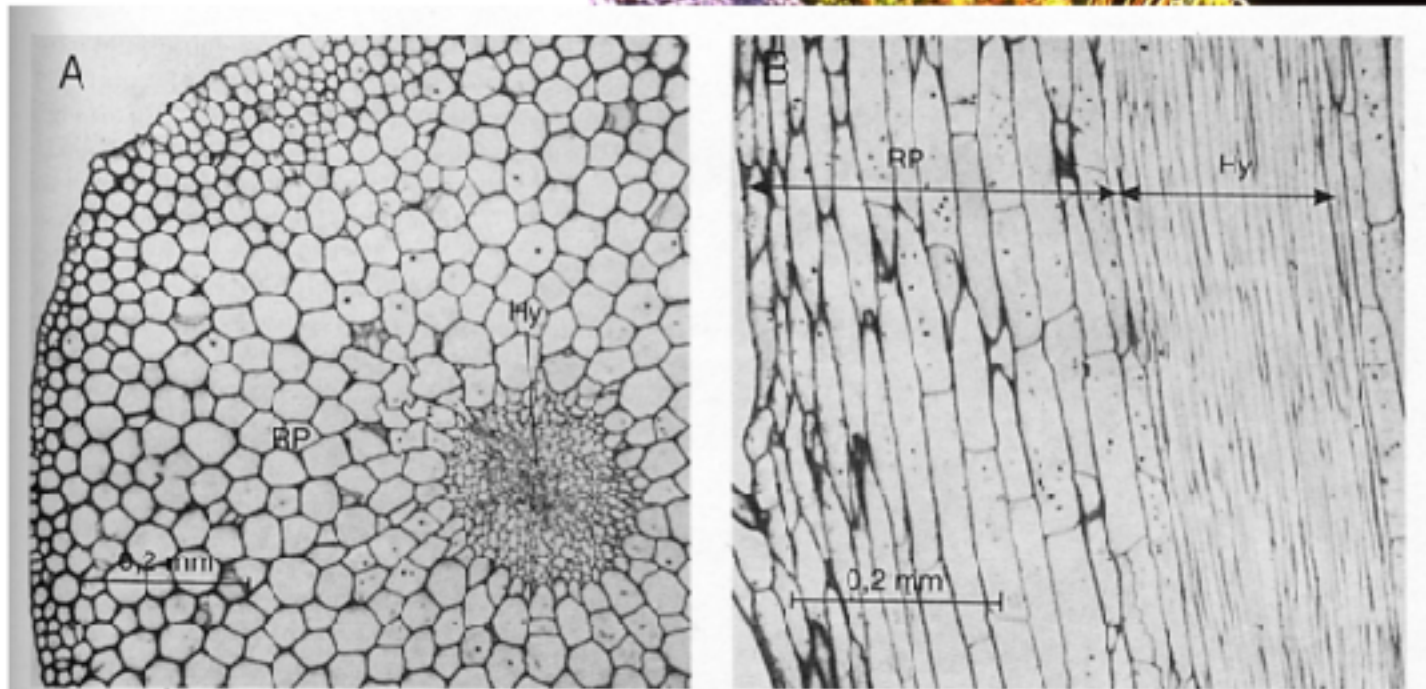
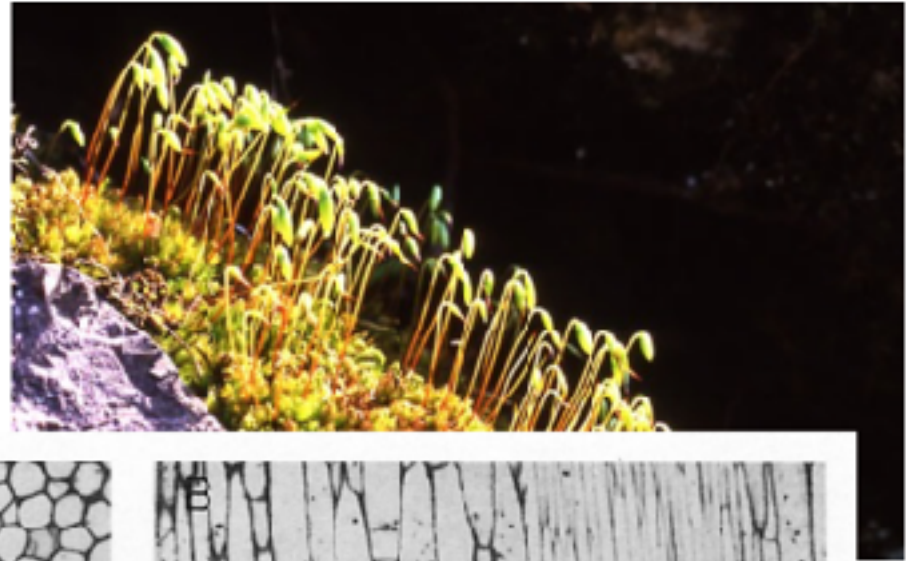


Nelle briofite compaiono per la prima volta alcuni caratteri che saranno fondamentali per la conquista delle terre emerse da parte delle piante vascolari:

- 1) la comparsa di una cuticola, sebbene non ancora con funzione impermeabilizzante;
- 2) il primo cenno di tessuti di trasporto dell'acqua;
- 3) la lignina, nello sporofito di alcuni muschi;
- 4) gli stomi, nello sporofito di muschi e antocerote.

Idroidi = trasporto dell'acqua

Leptoidi = trasporto degli elaborati



Idroidi. (A) Sezione di un fusticino appartenente a uno sporofito di un muschio (*Plagiomnium undulatum*). Al centro gli idroidi (Hy) forma-

no un fascio conduttore. Il fascio è circondato da un parenchima corticale (RP). (B) Sezione longitudinale dello stesso. Gli idroidi presentano un lume

stretto ma sono molto più lunghi delle cellule parenchimatiche corticali. I leptoidi non sono visibili nel campione (foto di R. LIGORNE).

La briofite possono avere un tallo dorsiventrare, piatto e ramificato dicotomicamente, oppure una struttura più complessa, tridimensionale, in cui si possono distinguere strutture che assomigliano a fusto e foglie.

Tuttavia, non si tratta di veri fusti e foglie, in quanto:

- a) mancano di tessuti vascolari per il trasporto dell'acqua e degli elaborati
- b) non si originano dallo sporofito, ma dal gametofito.

È comunque uso comune chiamare fusto e foglia anche le strutture delle briofite.

Le forme a tallo appiattito sono tutte le antocerote, e una parte delle epatiche. Le restanti epatiche e tutti i muschi hanno talli con fusticini e foglioline.



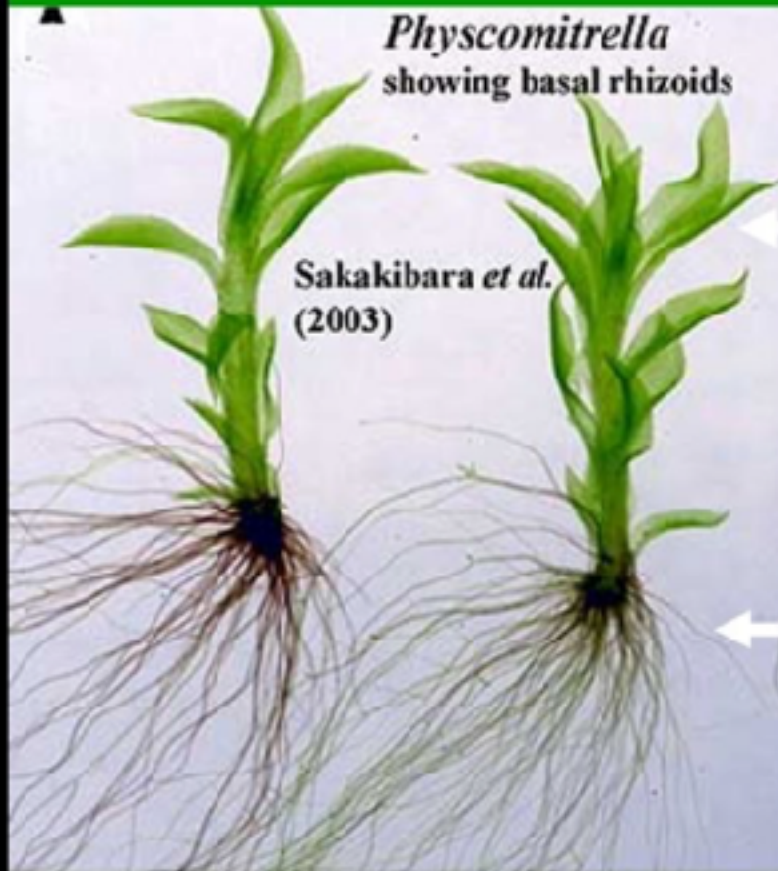
Lunularia cruciata (L.) Dumort. ex Lind.



Tallo capovolto con rizoidi in evidenza



Bryophyte Anatomy



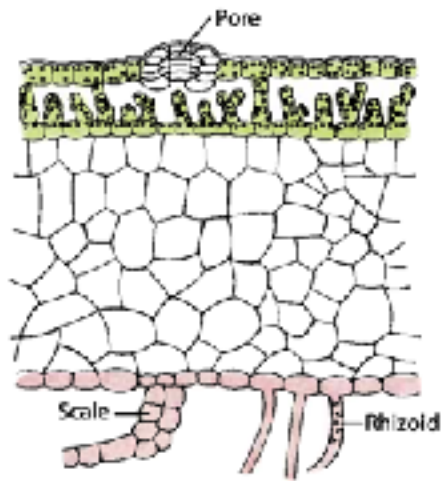
Gametophyte
(main plant body,
“leaves”),
haploid

Rhizoids, haploid

Il **tallo** delle briofite è solitamente sottile, per facilitare gli scambi di acqua e di anidride carbonica con l'ambiente.

Tuttavia, in molti casi sono presenti strutture complesse che consentono di limitare la perdita d'acqua, favorendo al contempo gli scambi gassosi.

In particolare in alcune specie del genere *Marcanthia* (epatiche) esistono dei pori con funzioni simili a quelle degli stomi nelle piante vascolari.



(a)



(b)

75 µm

Il **tallo** in questo caso è strutturato in modo dorsoventrale con cellule ricche di cloroplasti nella parte superiore, e cellule ialine in quella inferiore. La superficie inferiore è ancorata al substrato da **rizoidi** unicellulari allungati, e protetta da scaglie pluricellulari.

Le cellule che circondano ogni poro creano una struttura a forma di botte, con 4-5 strati sovrapposti. Questi pori permettono un efficiente scambio gassoso con circolazione dell'aria esterna nelle camere areifere ricche di cellule fotosintetizzanti.

In condizioni di aridità le cellule che compongono lo strato inferiore tendono a serrare l'apertura del poro, limitando così gli scambi, e la potenziale perdita d'acqua.

Come detto, in alcune specie si possono invece avere dei primordi di elementi conduttori che potrebbero essere dei primi tentativi dell'evoluzione di produrre fasci vascolari veri e propri.

Inoltre, in alcune specie vi sono cuticole simili a quelle delle foglie delle piante vascolari.



16-5 Bryophyte plasmodesmata Longitudinal view of plasmodesmata in the liverwort *Monoclea goettschei*. Note that the desmotubule in the plasmodesma on the right (arrows) is continuous with the endoplasmic reticulum in the cytosol.

Nelle briofite, così come nelle piante vascolari, sono presenti plasmodesmi che mettono in comunicazione cellule adiacenti. I desmotubuli mettono in comunicazione i reticoli endoplasmatici delle due cellule.

Le **riproduzione vegetativa** può avvenire per **frammentazione del tallo**, o - in alcune specie - tramite diaspore pluricellulari, le **gemme**. Queste vengono prodotte in strutture specializzate dette **concettacoli**, o **coppe**.

Le gemme vengono disperse efficacemente dall'azione della pioggia, in quanto le gocce d'acqua che colpiscono l'interno della coppa hanno l'effetto di proiettare le gemme all'esterno.



(a)

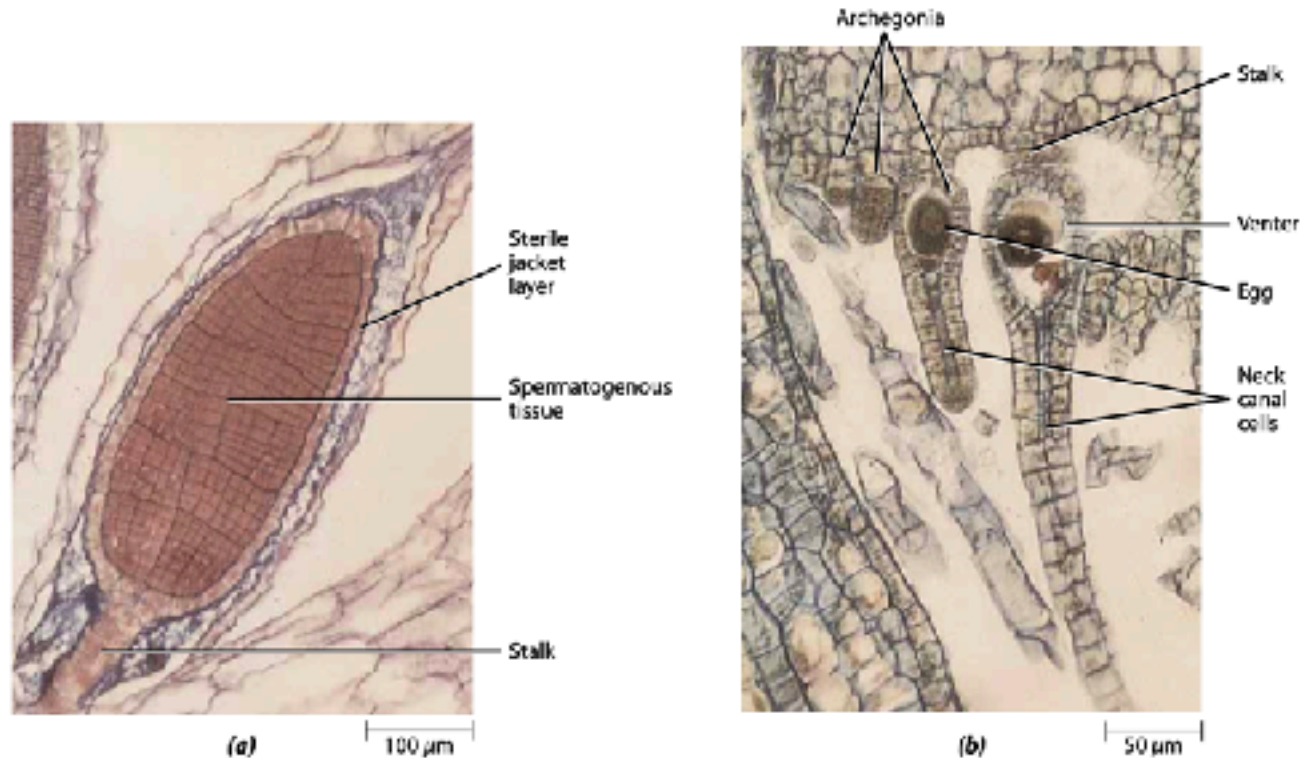


(b)

0.5 mm

Concettacoli e gemme in *Marchantia*

La riproduzione sessuale prevede la formazione di **anteridi** e **archegoni**, a volte anche su gametofiti diversi, maschili e femminili. La suddivisione nei due generi può essere governata da cromosomi sessuali.



16-6 Gametangia of *Marchantia*, a liverwort (a) A developing antheridium, consisting of a stalk and a sterile—that is, non-sperm-forming—jacket layer enclosing spermatogenous tissue. The spermatogenous tissue develops into spermatogenous cells, each of which forms a single sperm propelled by two flagella. (b) Several archegonia at different stages of development. An egg is contained in the venter, a swollen portion at the base of each flask-shaped archegonium. When the egg is mature, the neck canal cells disintegrate, creating a fluid-filled tube through which the biflagellated sperm swim to the egg in response to chemical attractants. In *Marchantia*, the archegonia and antheridia are borne on different gametophytes.

Dopo la fecondazione lo **zigote** permane nell'archegonio.

Qui viene nutrito dal gametofito, che gli fornisce zuccheri, amminoacidi, e ogni altra sostanza nutritiva di cui questo ha bisogno. Lo zigote quindi va incontro a diverse divisioni mitotiche, generando un **embrione**, da cui poi si genererà lo sporofito.

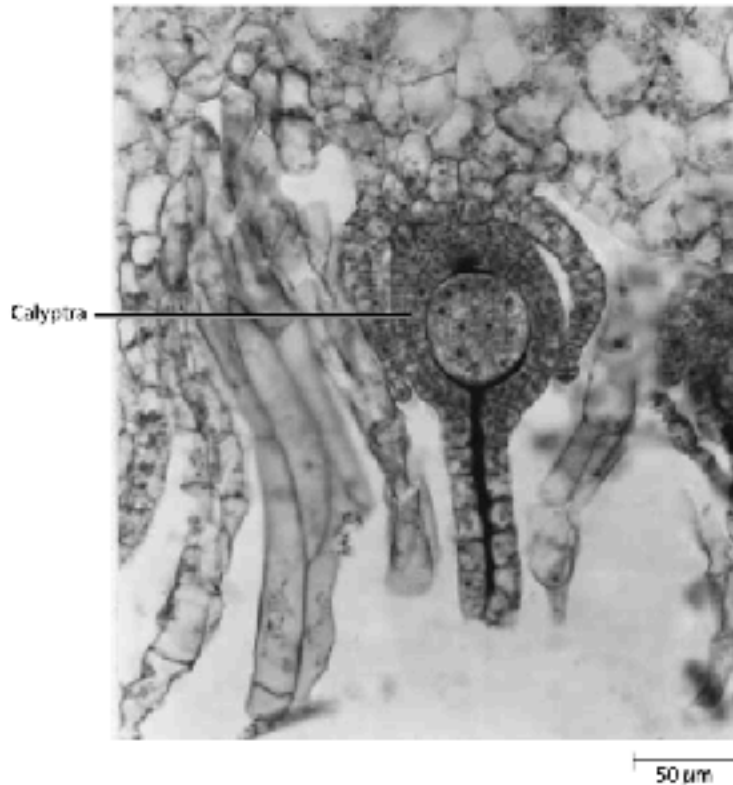
Non vi sono plasmodesmi che collegano lo sporofito e il gametofito, per cui la circolazione di nutrienti è **apoplastica** (attraversa le pareti cellulari).

Lo scambio è facilitato da una **placenta**, situata alla congiunzione tra sporofito e gametofito. Questa è costituita da cellule specializzate con una parete ricca in invaginazioni, cosa che aumenta enormemente la superficie disponibile allo scambio di sostanze nutritive.

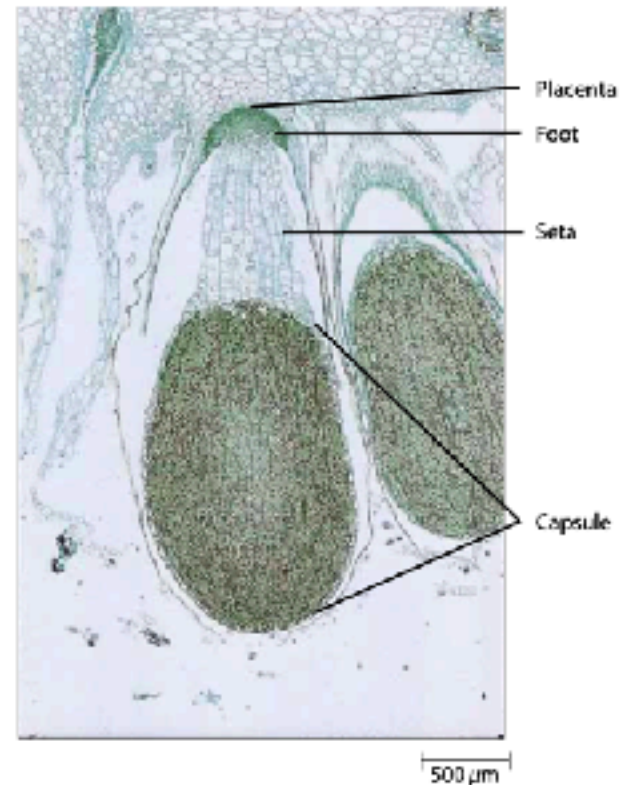
La **caliptra** deriva dal ventre dell'archegonio, che si sviluppa tenendo il passo dell'embrione.

Alla maturità, lo sporofito è generalmente diviso in un **piede**, una seta, e una **capsula** o **sporangio**.

Gli sperm sono le uniche cellule flagellate nel ciclo vitale delle briofite.
La fecondazione da origine a un embrione, da cui si sviluppa lo sporofito.



16-7 *Marchantia* embryo An early stage in development of the embryo, or young sporophyte, of *Marchantia*. Here the young sporophyte is nothing more than an undifferentiated spherical mass of cells within the enlarged venter, or calyptra.



16-8 *Marchantia* sporophyte A nearly mature sporophyte of *Marchantia*, with a distinct foot, seta, and capsule, or sporangium. The placenta is at the interface between the foot and gametophyte and consists of transfer cells of both sporophyte and gametophyte.

Lo sviluppo di un **embrione**, ovvero di un nucleo di cellule diploidi dallo zigote, il cui approvvigionamento di nutrienti dipende dal gametofito femminile, tramite una placenta, è una caratteristica che accomuna tutti gli organismi vegetali nella linea evolutiva dalle briofite alle angiosperme. Questo è il motivo per cui vengono tutte definite **embriofite**.

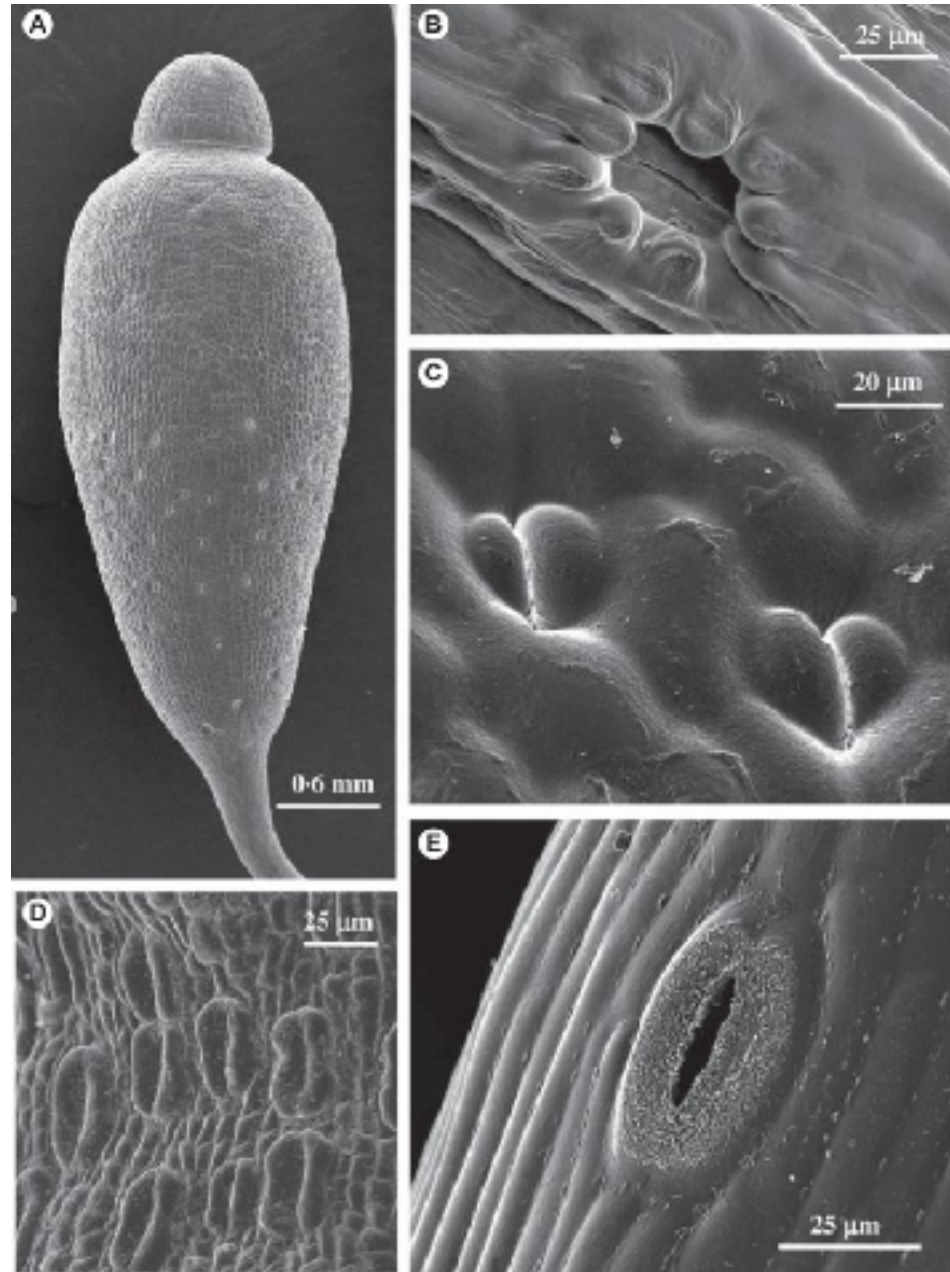
Siccome la meiosi zigotica forma un numero limitato di spore aploidi, lo sviluppo di uno **sporofito** è un evidente vantaggio evolutivo, in quanto ogni cellula dello sporofito, diploide, può potenzialmente generare spore aploidi, aumentando così il numero totale di diaspore prodotte da ogni singolo evento fecondativo.

Avendo le piante terrestri il limite dello svincolo dall'acqua liquida, che facilita enormemente la fecondazione, in quanto veicolo ideale per lo spostamento dei gameti maschili (specialmente se flagellati), questa strategia garantisce ulteriore possibilità di successo riproduttivo.

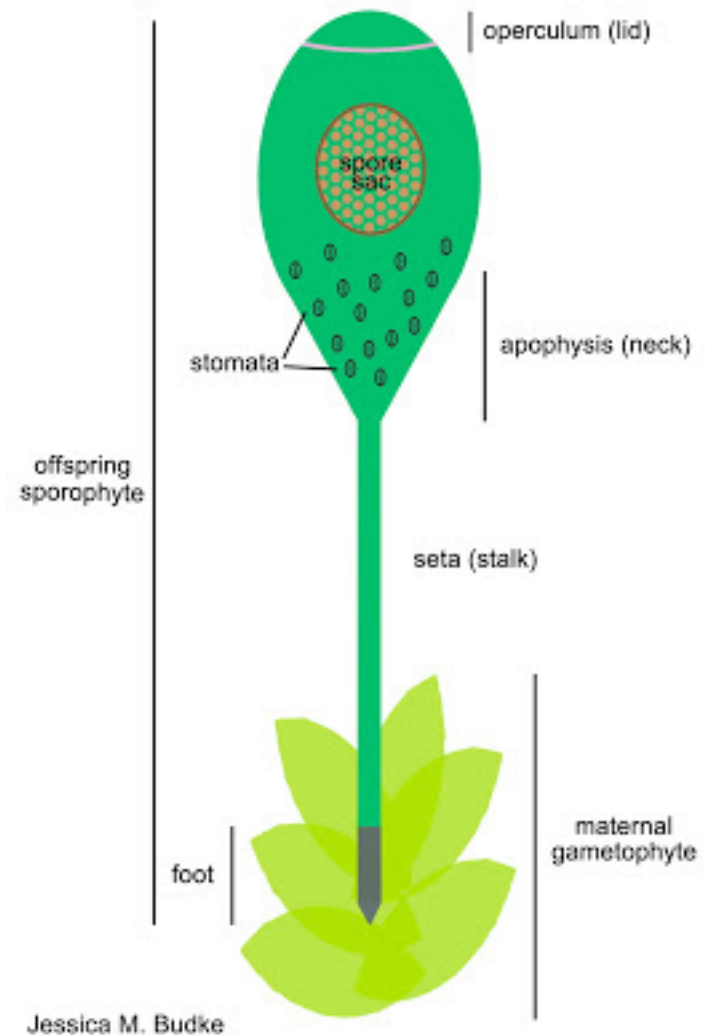
La linea evolutiva che porta alle angiosperme vedrà uno sviluppo sempre maggiore dello sporofito, con un aumento quindi delle spore prodotte, massimizzando il successo riproduttivo, altrimenti limitato dalla vita in ambiente privo, o con quantità limitate, di acqua liquida.

Un discorso a parte va fatto sugli **stomi** nelle briofite. Vere e proprie strutture identiche a quelle delle piante vascolari sono presenti negli sporofiti di muschi e antocerote. Nei muschi questi stomi sono perfettamente funzionanti, capaci di aprirsi e chiudersi, almeno nelle prime fasi di sviluppo dello sporofito. Successivamente tendono a perdere la loro funzionalità e restano perennemente aperti.

A, B, C, D stomi di muschi; E stoma di antocerote



La funzione di questi stomi non è ancora del tutto chiarita, anche se si pensa che questi facilitino il flusso di nutrienti tra gametofito e sporofito. Nel caso dei muschi, dopo la loro prima parentesi funzionale, restano aperti, e causano quindi una perdita d'acqua da parte della porzione apicale dello sporofito (sono localizzati nel collo della capsula). Questo stimola il flusso di soluti attraverso la placenta lungo la seta. Nel caso delle antocerote, gli stomi sono non funzionali sin dal loro sviluppo. In questo caso sembra la loro funzione sia quella di stimolare il disseccamento dello sporofito, e la conseguente liberazione delle spore.



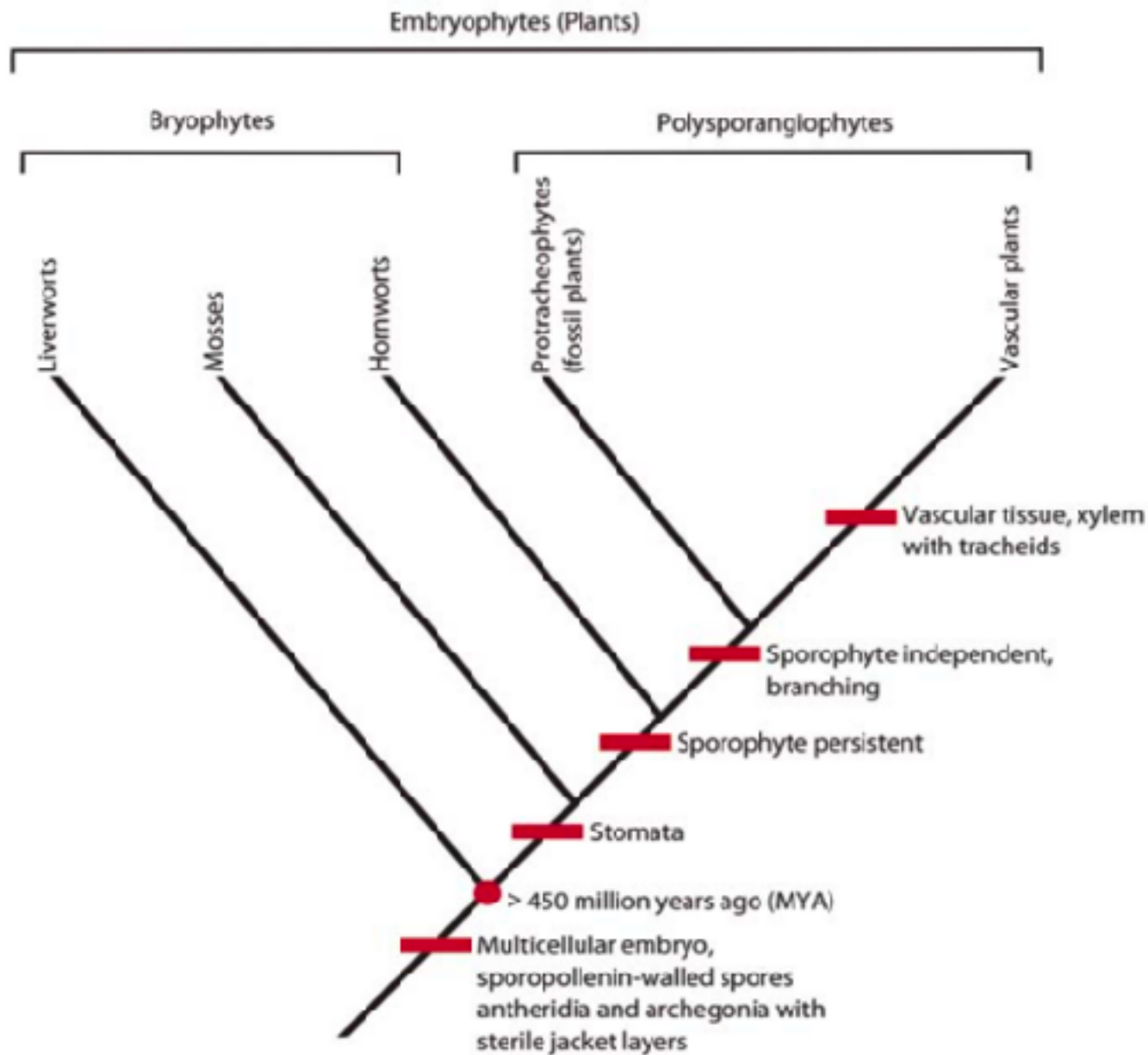


© Dwight Kuhn

Nelle briofite, le spore sono rivestite di un involucro ricco di **sporopolleina**. Questa sostanza era già presente nelle alghe del gruppo delle Caroficeae, ove rivestiva lo zigote. Si ritiene che il passaggio dallo zigote alle spore sia evoluto per un ritardo nella produzione della sporopolleina.

SUMMARY TABLE Comparative Summary of Characteristics of Bryophyte Phyla

PHYLUM	NUMBER OF SPECIES	GENERAL CHARACTERISTICS OF GAMETOPHYTE	GENERAL CHARACTERISTICS OF SPOROPHYTE	HABITATS
Marchantiophyta (liverworts)	5200	Free-living generation; both thalloid and leafy genera; pores in some thalloid types; unicellular rhizoids; most cells have numerous chloroplasts; many produce gemmae; protonema stage in some; growth from apical meristem	Small and nutritionally dependent on gametophyte; unbranched; consists of little more than sporangium in some genera, and of foot, short seta, and sporangium in others; phenolic materials in epidermal cell walls; lacks stomata	Mostly moist temperate and tropical; a few aquatic; often as epiphytes
Bryophyta (mosses)	12,800	Free-living generation; leafy; multicellular rhizoids; most cells have numerous chloroplasts; many produce gemmae; protonema stage that grows by marginal meristem followed by further growth from an apical meristem in <i>Sphagnum</i> ; growth by apical meristem only in Bryidae; some species have leptoids and nonlignified hydroids	Small and nutritionally dependent on gametophyte; unbranched; consists of foot, long seta, and sporangium in Bryidae; phenolic materials in epidermal cell walls; stomata; some species have leptoids and nonlignified hydroids	Mostly moist temperate and tropical; some Arctic and Antarctic; many in dry habitats; a few aquatic
Anthocerotophyta (hornworts)	300	Free-living generation; thalloid; unicellular rhizoids; most have single chloroplast per cell	Small and nutritionally dependent on gametophyte; unbranched; consists of foot and long, cylindrical sporangium, with a meristem between foot and sporangium; cuticle; stomata; no specialized conducting tissues	Moist temperate and tropical

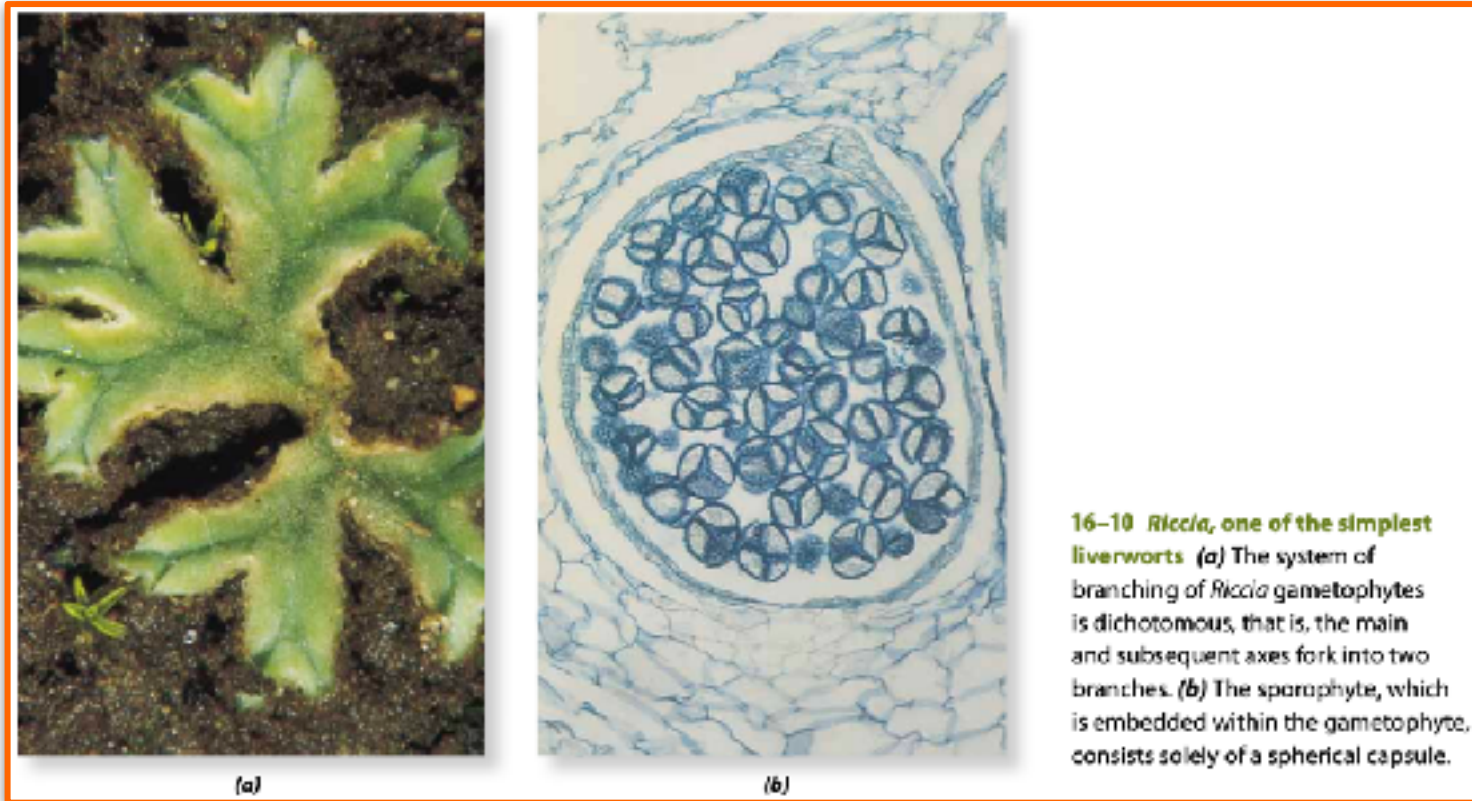


LE EPATICHE

(Phylum Marcantiophyta)

Il nome comune inglese *liverwort* deriva da fegato (*liver*) e erba (*wyrt*).

Nel Medioevo si credeva che la forma definisse le proprietà degli oggetti, e siccome alcune epatiche tallose avevano la forma del fegato si credeva fosse utili per la salute di questo organo.





Epatiche fogliose (Jungermannopsida)

Epatiche tallose (Marchantiopsida)

Le epatiche si dividono in due gruppi, uno che comprende le **tallose complesse**, e uno che comprende le **tallose semplici** e le “**fogliose**”.

Le specie tallose complesse comprendono i generi *Riccia*, *Ricciocarpus* e *Marchantia*, hanno talli fortemente differenziati in senso **dorsiventrare**, con un sottile strato superiore di cellule fotosintetizzanti, e uno strato inferiore più spesso di cellule ialine.

Lo spessore del tallo varia dalla zona della venatura centrale, spessa circa 30 cellule, alle porzioni periferiche, spesse una decina di cellule.

Dalla faccia inferiore si dipartono rizoidi e scaglie.

In *Riccia* e *Ricciocarpus* le spore vengono liberate per semplice decadimento della porzione del gametofito che porta gli sporofiti.

In *Marchantia*, invece, vi sono dei meccanismi (**elateri**) che consentono la propulsione delle spore al di fuori della capsula dello sporofito quando questa si secca e si apre come i petali di un fiore.

Gli elateri hanno ispessimenti parietali disposti a spirale e sensibili a cambiamenti anche minimi dell'umidità, cui reagiscono con improvvisi e repentini movimenti di torsione, che aiutano la dispersione delle spore.

Anteridiofori e **archegoniofori** sono strutture tipiche di *Marchantia*, e servono a elevare anteridi e archegoni dal tallo. In *Riccia* e *Ricciocarpus* questi sono invece immersi nel tallo.

Nelle epatiche fogliose vi sono due differenze principali con i muschi, che vedremo in seguito:

1. Le foglioline sono disposte a “pettine” ai lati dei fusticini, e non a spirale attorno ad essi
2. Le foglioline non hanno mai un abbozzo di nervatura centrale come nei muschi.

Le epatiche tallose non hanno foglie, ma hanno un aspetto simile a quello di alcune alghe o di alcuni licheni.

Le epatiche sono prive di stomi, che nei muschi sono presenti negli sporofiti (anche se con funzione particolare). Hanno invece una sorta di pori.

Alcune epatiche talloidi hanno gametofiti maschili e gametofiti femminili. In tutti i casi comunque i gametofiti producono strutture, dette rami archegoniofori e rami anteridiofori.

I gameti maschili vengono proiettati dalle gocce di pioggia e raggiungono i gameti femminili.

Lo sporofito normalmente è molto ridotto, con una seta corta e assenza di peristomio.

Le spore vengono espulse grazie a strutture igroscopiche dette elateri.

Gli anteridi e archegoni in *Marchantia* sono elevati dal tallo tramite strutture peduncolate dette anteridiofori (a) e archegoniofori (b).

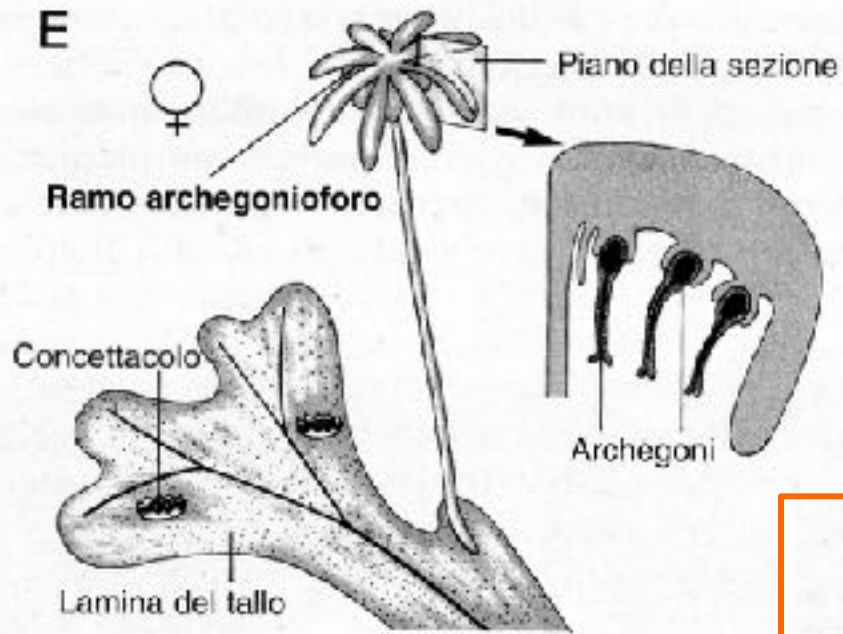


(a)

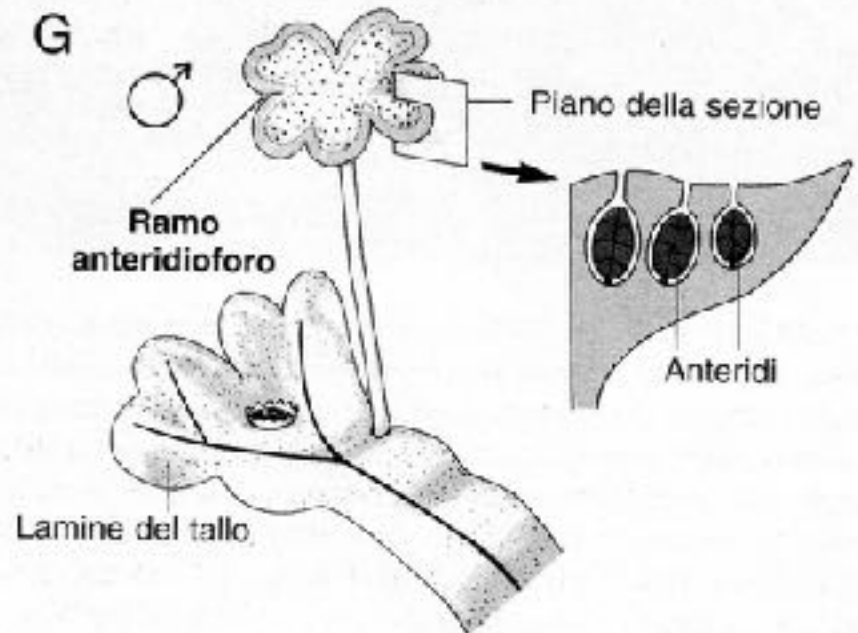


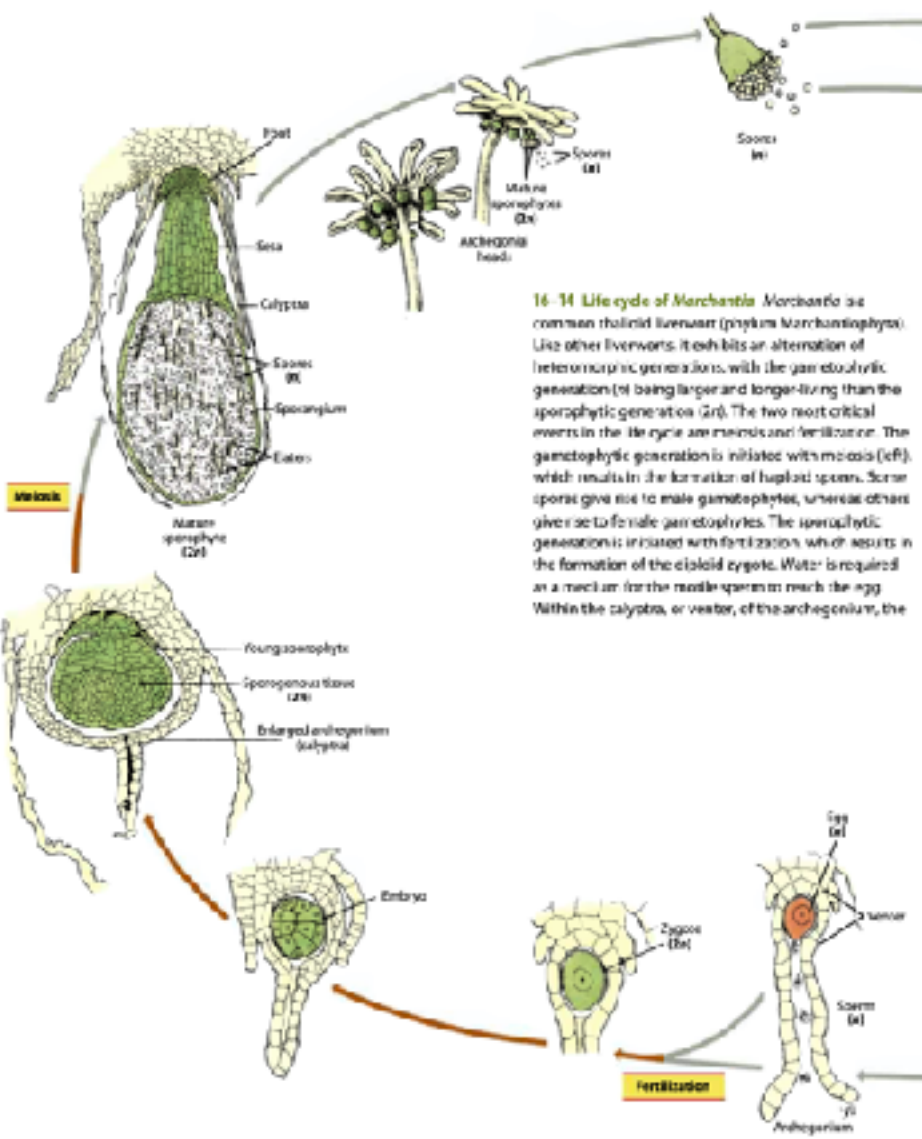
(b)

E

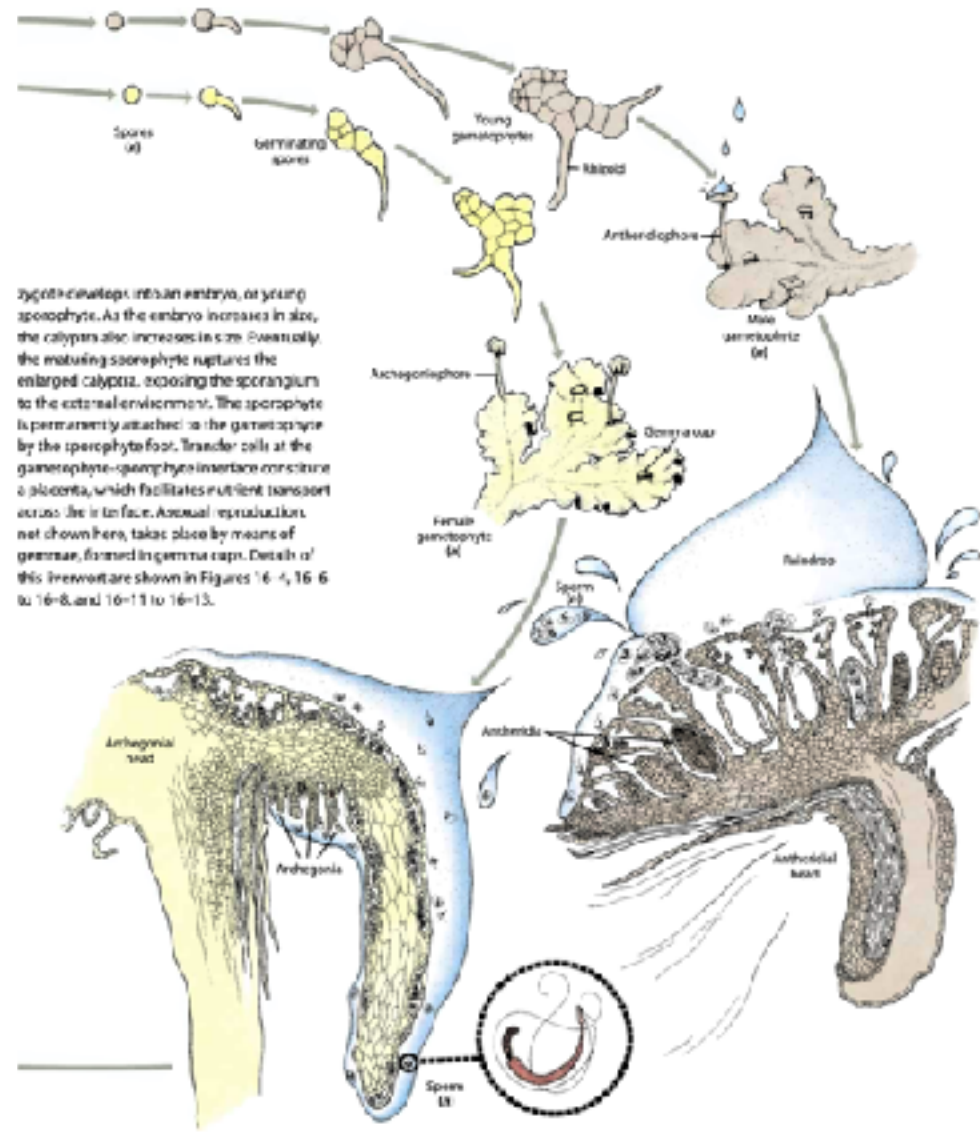


G

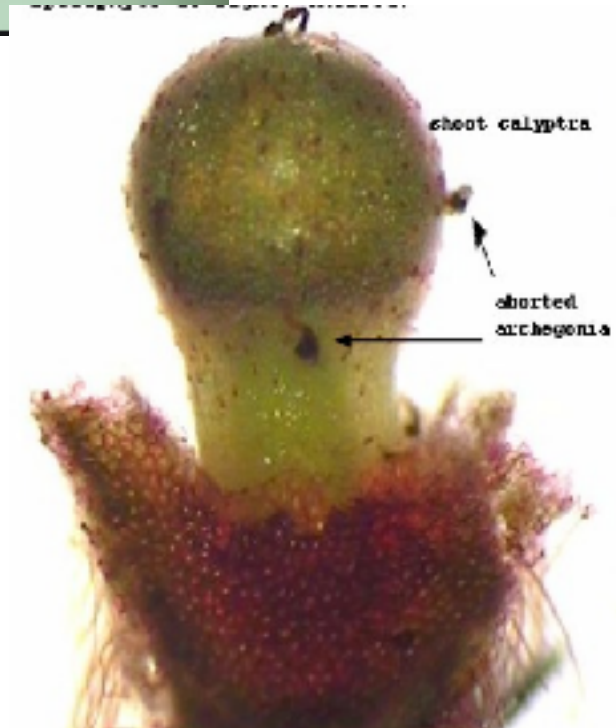




16-14 Life cycle of *Marchantia* *Marchantia* is a common thaloid liverwort (phylum Marchantiophyta). Like other liverworts, it exhibits an alternation of heteromorphic generations, with the gametophytic generation (2n) being larger and longer-living than the sporophytic generation (2n). The two most critical events in the life cycle are meiosis and fertilization. The gametophytic generation is initiated with meiosis (left), which results in the formation of haploid spores. Some spores give rise to male gametophytes, whereas others give rise to female gametophytes. The sporophytic generation is initiated with fertilization, which results in the formation of the diploid zygote. Water is required as a medium for the mobile sperm to reach the egg. Within the calyptra, or veater, of the archegonium, the



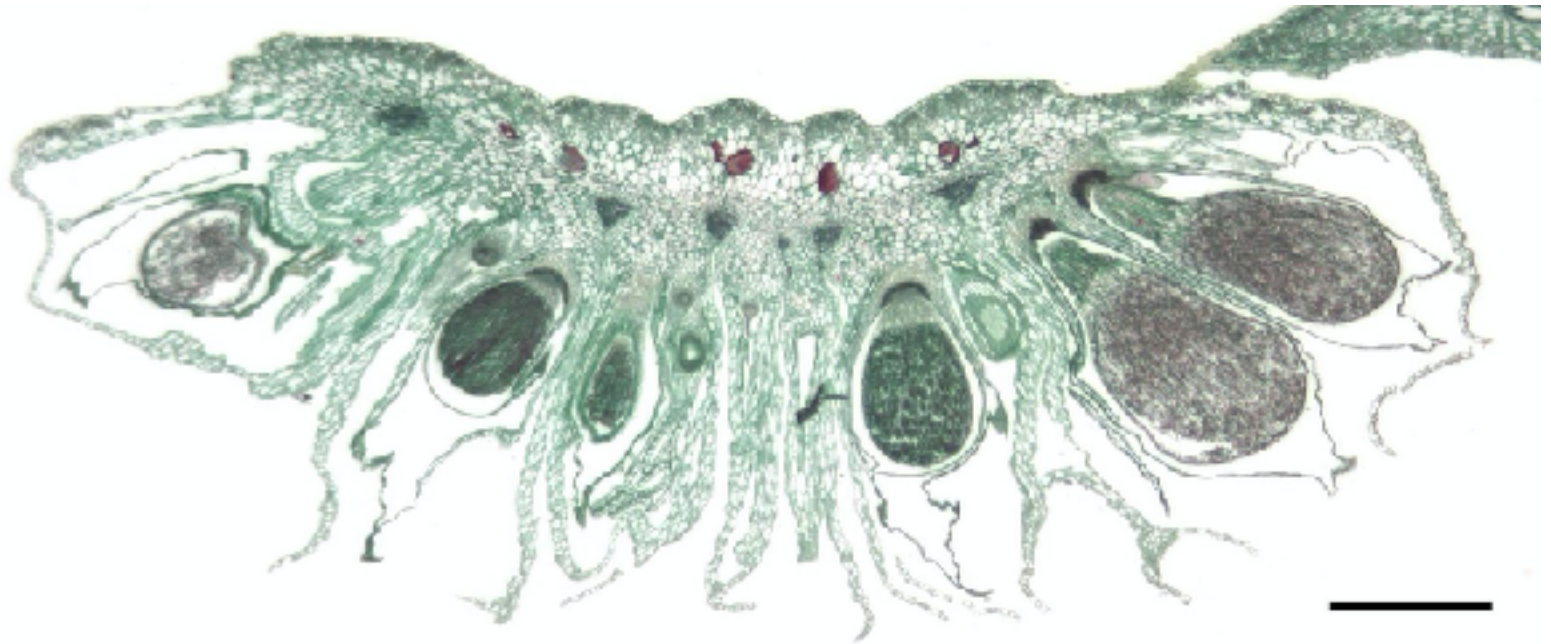
zygote develops into an embryo, or young sporophyte. As the embryo increases in size, the calyptra also increases in size. Eventually the maturing sporophyte ruptures the enlarged calyptra, exposing the sporangium to the external environment. The sporophyte is permanently attached to the gametophyte by the sporophyte foot. Transfer cells at the gametophyte-sporophyte interface constitute a placenta, which facilitates nutrient transport across the interface. Asexual reproduction, not shown here, takes place by means of gemmae, formed in gemma cups. Details of this liverwort are shown in Figures 16-4, 16-6 to 16-8 and 16-11 to 16-13.

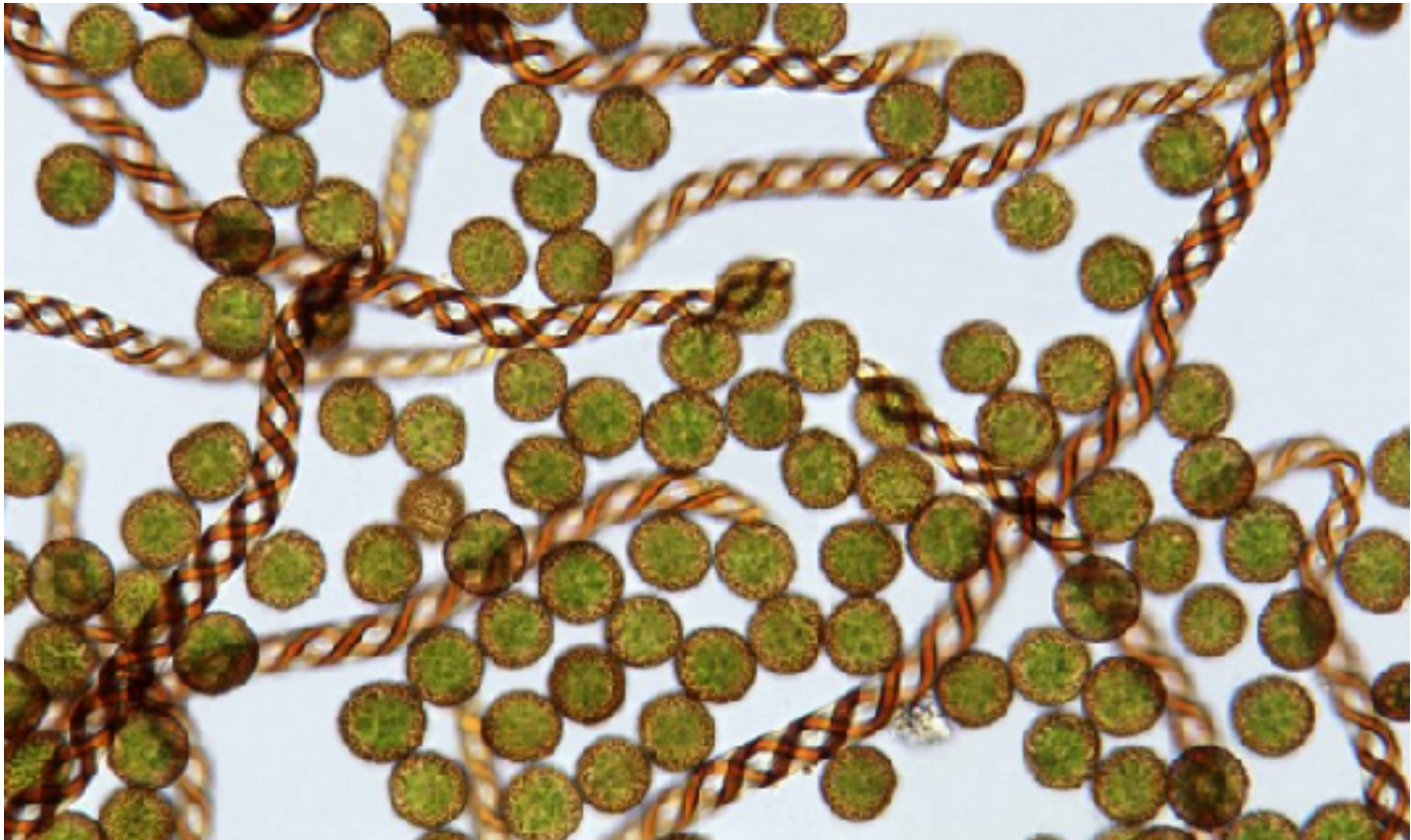




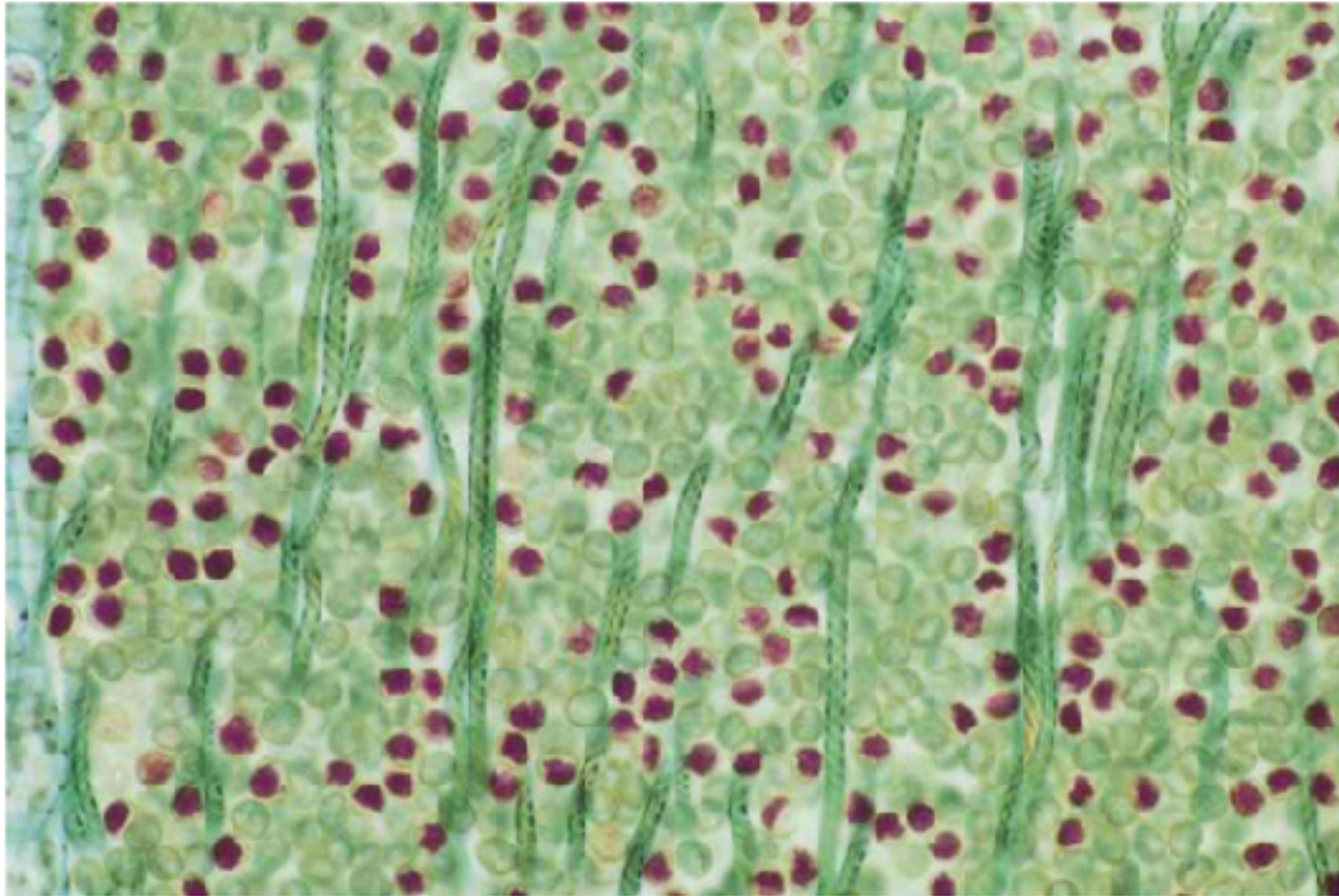
Tallo di *Marchantia polymorpha*
con coppe

Sporofiti di *Marchantia*
a vari stadi di sviluppo





Spore mature (rosse) e elateri in una capsula di Marchantia



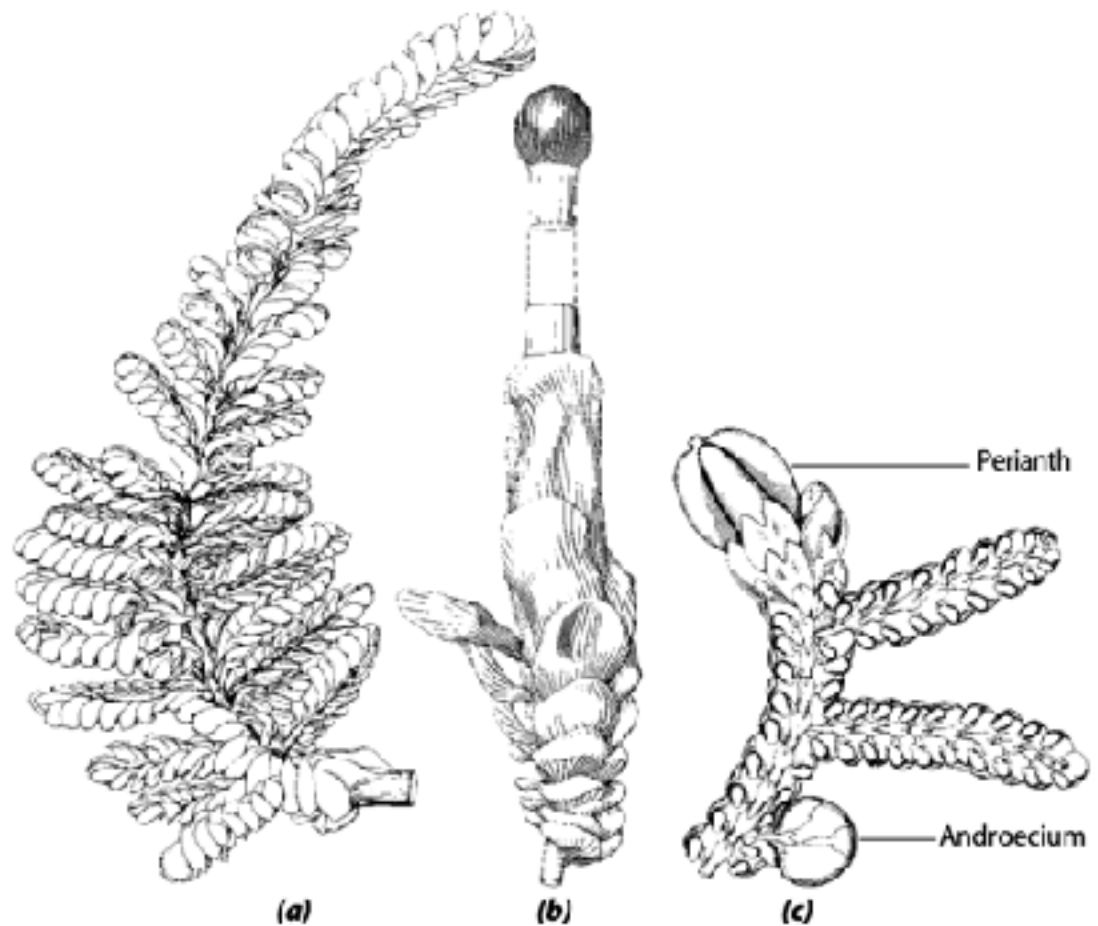
50 μ m



Frullania riparia, una epatica fogliosa

Le epatiche fogliose sono diffuse soprattutto nelle regioni tropicali, dove crescono epifite o epifille, ma alcune specie sono presenti anche in aree temperate. Le foglioline sono composte da un unico strato di cellule indifferenziate. Vi sono due serie di foglioline opposte su ogni singolo rametto, con una terza fila sulla superficie inferiore dello stesso.

Nelle epatiche fogliose gli anteridi si sviluppano su brevi rametti laterali detti **androeci**, mentre gli archegoni si sviluppano all'apice dei rametti, e sono protetti da una guaina detta **perianzio**.



16-15 Leafy liverworts (a) *Clasmatocolea puccionana*, showing the characteristic arrangement of the leaves. (b) The end of a branch of *Clasmatocolea humilis*. The capsule and the long stalk of the sporophyte are visible. (c) A portion of a branch of *Frullania*, showing the characteristic arrangement of its leaves. The antheridia are contained within the androecium. The archegonium and developing sporophyte are contained within the perianth.



Esempi di epatiche fogliose.

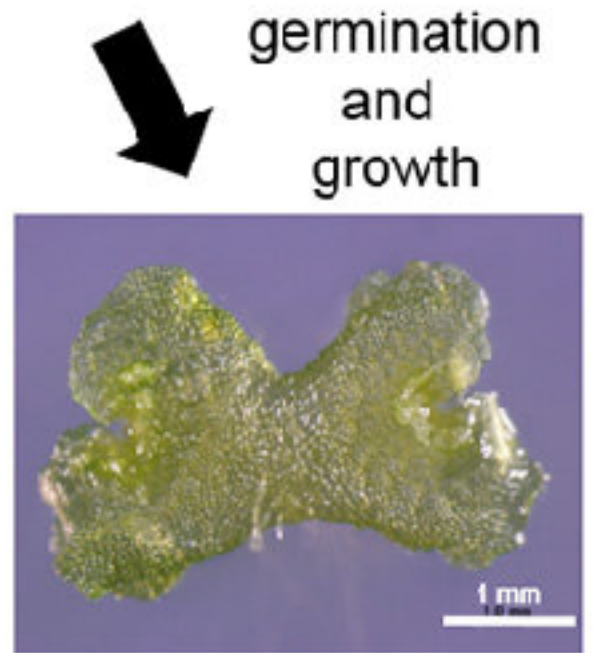
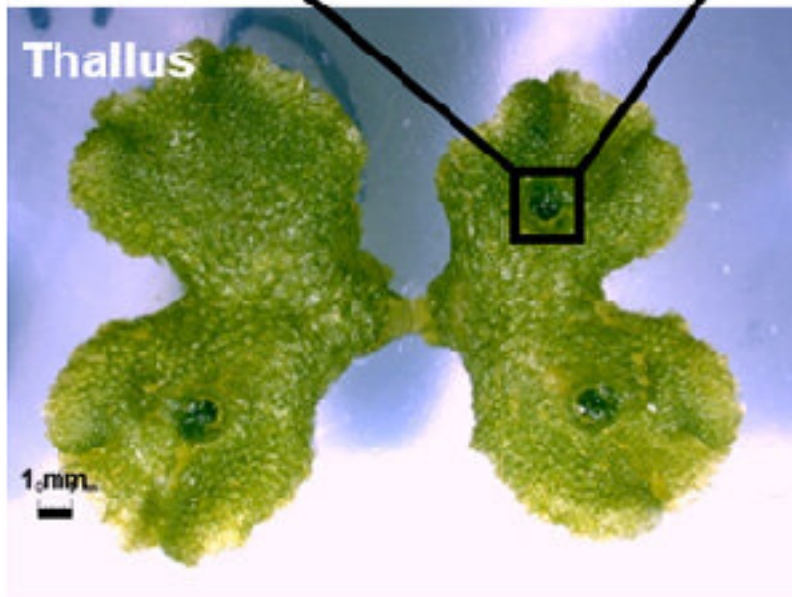
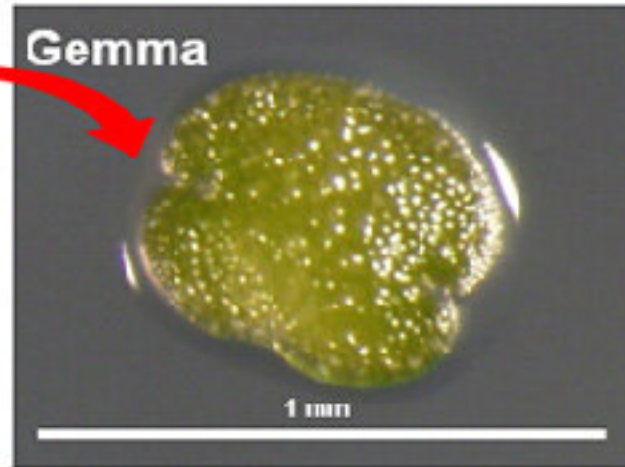
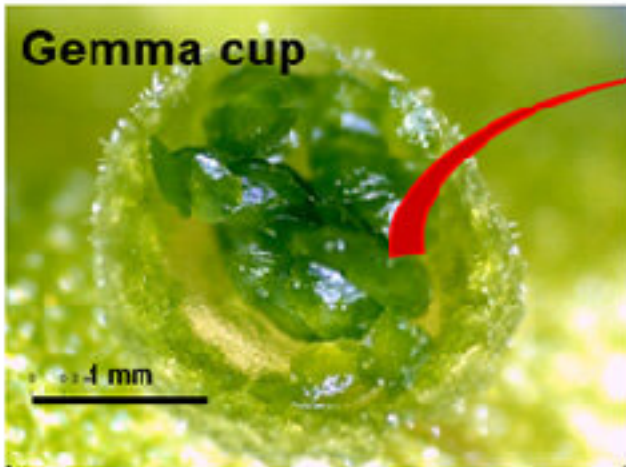


Frullania dilatata, comune anche da noi.





Cupule per la riproduzione vegetativa.





Alcune epatiche talloidi si sono evolute per sopravvivere in ambienti difficili come quello mediterraneo, essendo capaci di sopravvivere anche a un intenso e perdurante disseccamento.

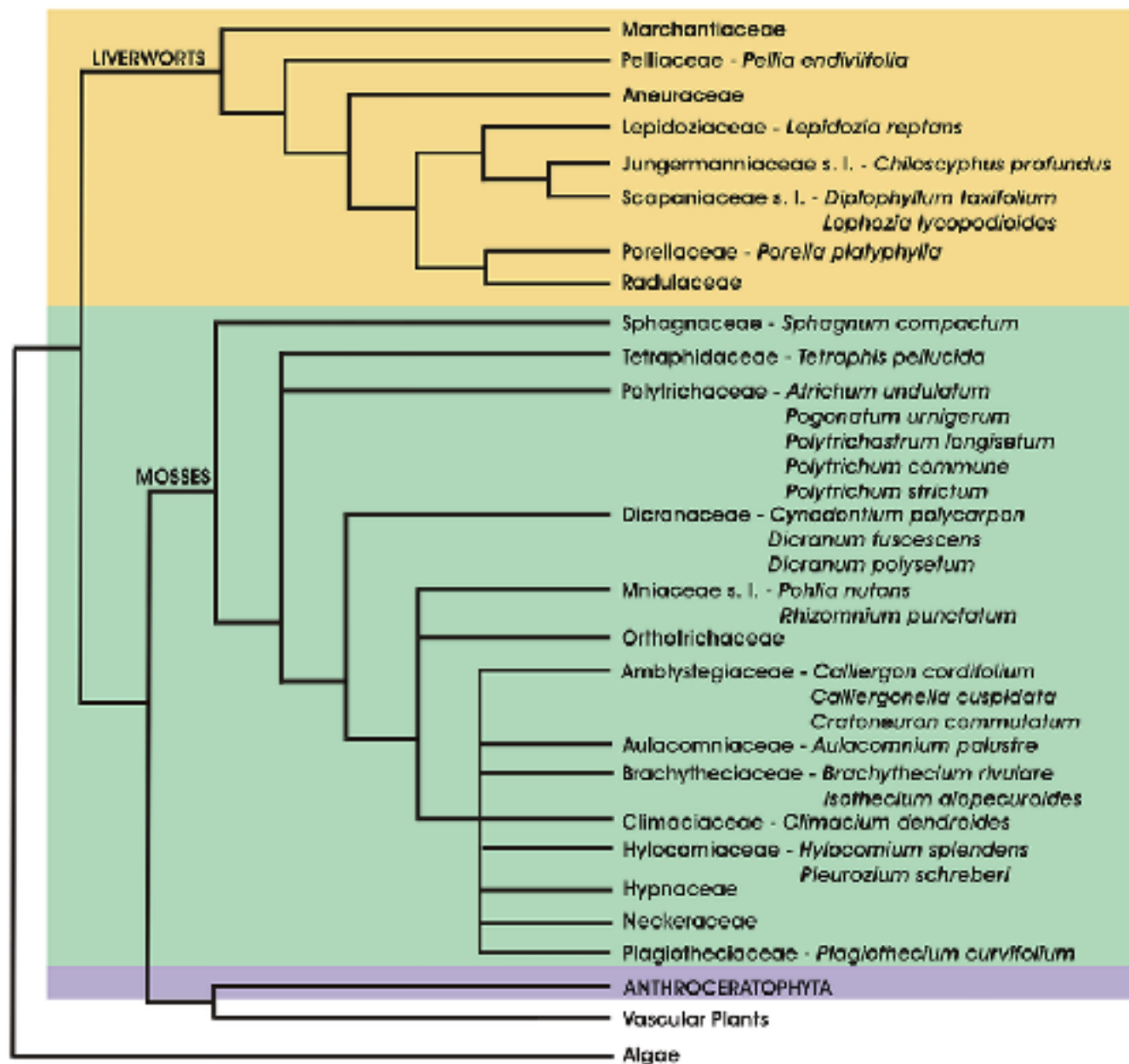
I MUSCHI
(Phylum Bryophyta)

I muschi (phylum **Bryophyta**) si dividono in diverse classi, a seconda dell'interpretazione della loro filogenesi data da diversi esperti.

La suddivisione più recente vede otto classi. Le più importanti sono gli sfagni (**Sphagnidae**), i muschi del granito (**Andreaeidae**) e i veri muschi (**Bryidae**), che da soli contano circa il 95% delle specie del phylum.

Gli **sfagni** sono il gruppo che probabilmente si è separato per primo, evolutivamente parlando, probabilmente nel Permiano (ca. 300 mln di anni fa). Sono organismi che vivono soprattutto in zone paludose, e hanno una rilevanza economica in quanto principale componente della torba.

Anteridi e archegoni si sviluppano all'apice dei gametofiti. La fertilizzazione avviene in tardo inverno, e le spore vengono liberate 4 mesi dopo.





(a)



(b)



16–17 A peat moss, *Sphagnum* (a) A gametophyte, with many attached sporophytes. Some of the capsules, such as the two at the front, have already discharged their spores. (b) Structure of a leaf. Large, dead hyaline cells (pale blue), with ringlike or spiral wall thickenings, are surrounded by highly elongated, living cells (green), rich in chloroplasts. (c) Dehiscence of a capsule. As the capsule dries, it contracts, changing from a spherical to a cylindrical shape. This change in shape causes compression of trapped gas within the capsule. When the compressed gas reaches a pressure of about 5 bars, the pressure inside the capsule blows off the operculum, with the explosive release of a cloud of spores.

Gli **sfagni** sono abbastanza diversi dagli altri muschi. Innanzitutto manca la caliptra, e quella che sembra la seta in realtà è una porzione del gametofito (aploide). La seta è brevissima, alla base dell'urna.



Sphagnum moss with sporophytes. Note the extended pseudopodia.

Lo sporofito degli sfagni è caratteristico.

La **capsula** è tondeggiante, di colore rossastro, chiusa da un **opercolo** delimitato da una scanalatura.

Le cellule della capsula, con il disseccamento, collassano lateralmente, restringendo la capsula e aumentano la pressione interna. Quando questa raggiunge la pressione di circa 5 atmosfere, l'opercolo "salta" via, con un caratteristico scoppiettio.

Grazie alla pressione dei gas interni alla capsula, le spore vengono "sparate" lontano, a velocità anche superiori ai 20 metri al secondo.

La riproduzione vegetativa è anche molto frequente, e avviene per frammentazione del tallo. Ogni singola porzione del gametofito, se separata, può rigenerare un nuovo gametofito completo.

Le tre caratteristiche che distinguono gli **sfagni** dagli altri muschi sono:

1. Il meccanismo esplosivo di apertura della capsula
2. Il **protonema**, che non è filamentoso, ma ricorda il tallo di *Coleochaete*, un'alga verde, che ha crescita marginale. Il gametofito si origina da una "gemma" con crescita apicale in tre direzioni.
3. Le foglie ricche di cellule morte, capaci di trattenere enormi quantità d'acqua (20 volte il peso secco del muschio)

Le **torbiere** dominate dagli sfagni occupano dall'1% al 3% della superficie terrestre, in particolare nelle aree boreali su suoli silicei, acidi.

Le torbiere sono di particolare importanza nel ciclo globale del carbonio perché la torba immagazzina quantità molto grandi (circa 400 gigatonnelate, o 400 miliardi di tonnellate, su base globale) di carbonio organico che non viene immediatamente degradato in CO₂ dai microrganismi. La torba si forma dall'accumulo e dalla compressione dei muschi stessi, e degli altri organismi vegetali che crescono tra di loro, in ambiente acquatico, anossico e acido, ove la decomposizione è ridotta al minimo.

Gli ecologi temono che il riscaldamento globale provocato da quantità crescenti di CO₂ e di altri gas nell'atmosfera - dovute in gran parte alle attività umane - potrebbe velocizzare l'ossidazione del carbonio delle torbiere. Ciò potrebbe aumentare ulteriormente i livelli di CO₂ e le temperature globali.





Gli sfagni sono molto difficili da identificare a livello di specie.

Il loro fusto ha una crescita indefinita verso l'alto, con la parte alla base che muore, per assenza di luce.

La crescita porta le parti vive sempre più in alto, anche per decine di metri.

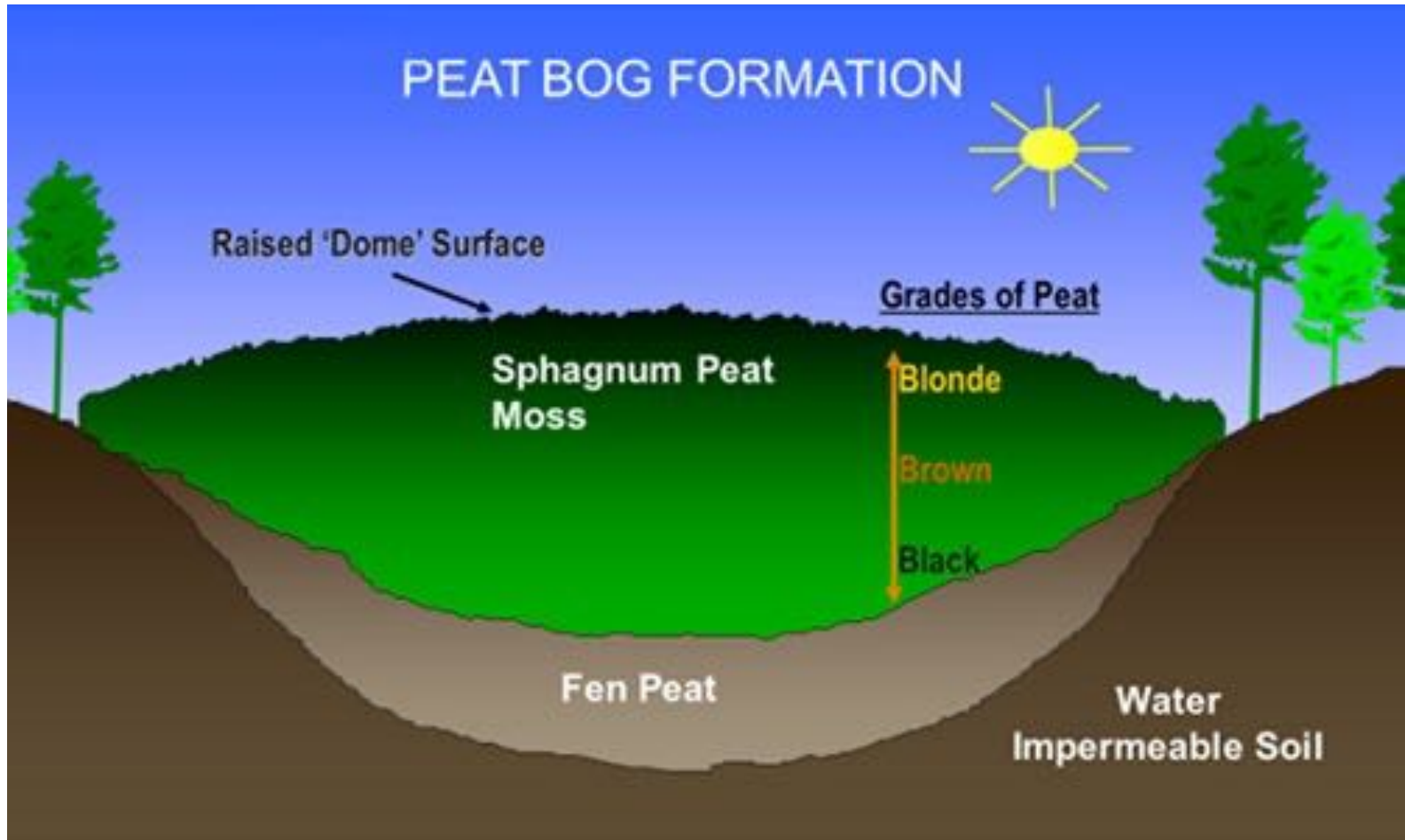
La torbiera è molto povera di nutrienti, e questo la rende un ambiente elettivo per le piante carnivore.



Drosera sp.



Sarracenia sp.



Le porzioni di sfagni morti sul fondo delle torbiere carbonizzano e divengono torba, che può essere usata come combustibile.



In Friuli, durante il periodo glaciale, nell'area delle morene dei ghiacciai, si erano formate estese torbiere, che, durante le due guerre mondiali, sono state sfruttate per il riscaldamento domestico.



Non è il migliore dei combustibili, ma in assenza di meglio....



Sphagnum Peat Moss

Retains Moisture & Nutrients

Retiene la humedad y los nutrientes

Enriched With
Mirac-Gro® Plant Power
Enriquecido con el fertilizante
de Miracle-Gro®

Helps Promote
Young Root Development
Ayuda a estimular el desarrollo
de nuevas raíces



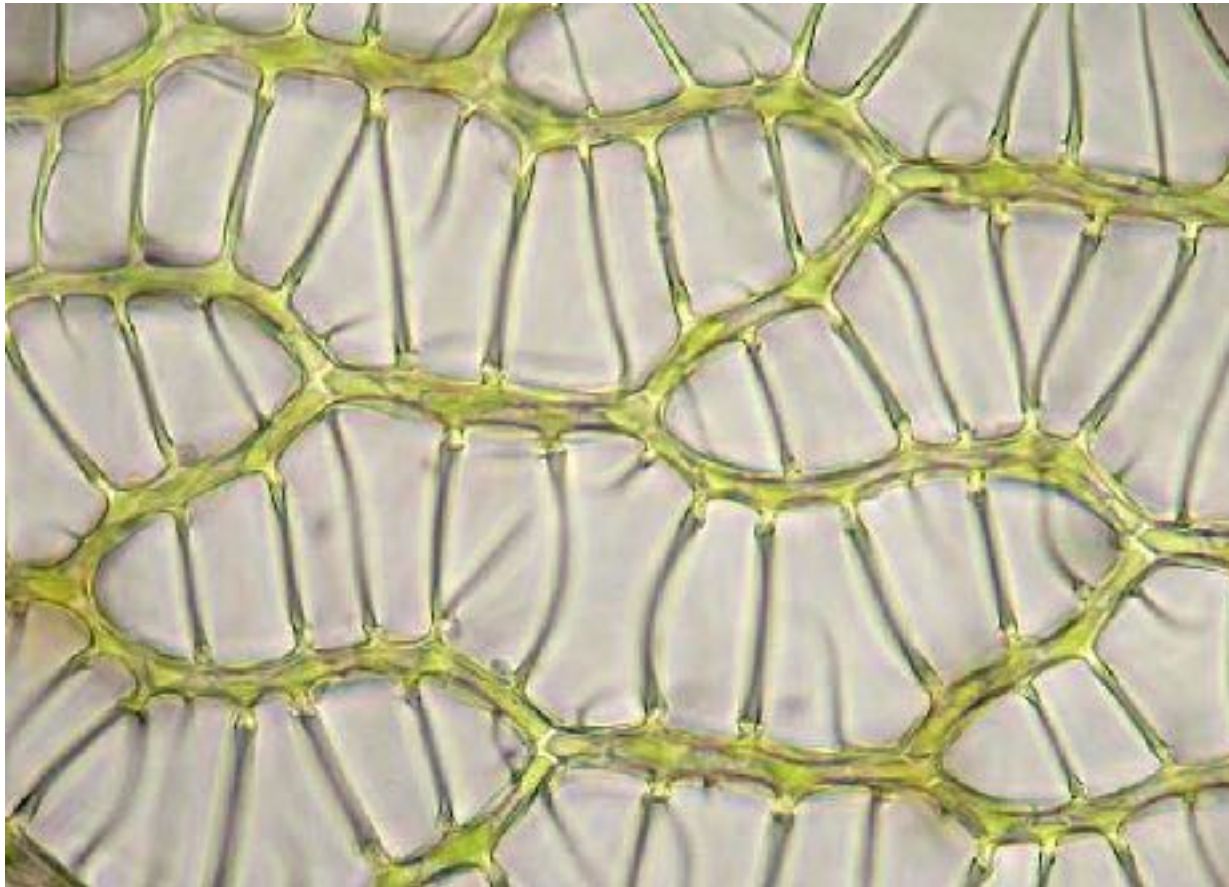
Use to amend container plants

NET CONTENTS/CONTENIDO (VET) 8 dry qt./cuarzo litros (8.8 l)

8



Torbiera a sfagno sfruttata per combustibile o per altri usi nell'area boreale.



Le foglioline degli sfagni sono piene di cellule morte, che garantiscono loro una funzione simile alle spugne. Quando si prelevano sfagni, basta strizzarli per fare uscire l'acqua di cui sono abbondantemente imbibiti (fino a 10 volte il loro peso).



Grazie al loro potere assorbente e all'acidità dell'ambiente in cui vivono, che li rende praticamente sterili, gli sfagni si prestano in alcune culture anche a usi per l'igiene personale.

Nel genere *Andraea* (Andreaeidae) **protonema** e **rizoidi**, a differenza di tutti gli altri muschi, sono composti da due strati di cellule. Le **capsule** inoltre si aprono tramite quattro linee di cellule, come i petali di un fiore. Le quattro valve possono anche richiudersi e riaprirsi, a seconda dell'umidità. Le spore vengono disseminate dal vento.

Si tratta di circa 100 specie diffuse in aree montane, o artiche.



(a)

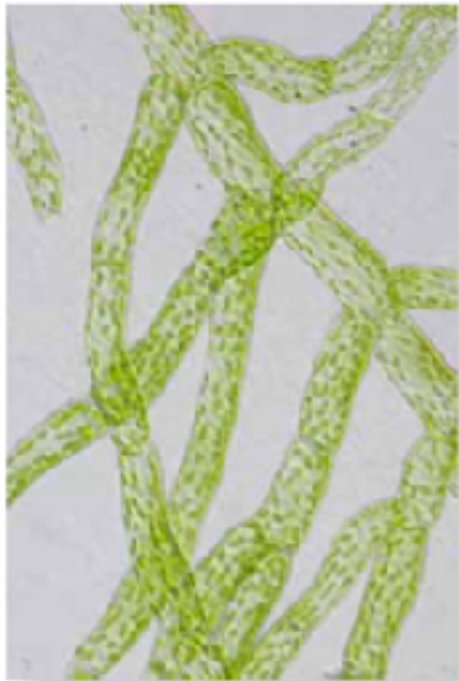


(b)

16–19 Granite moss (a) *Andraea* growing on an alpine rock, where the plants form dense, reddish brown cushions. (b) Open sporangia (or capsules) of *Andraea rupestris*. As the capsule dries out, it contracts and opens by four lateral slits, allowing the spores to fall out.

La classe **Bryidae** contiene la maggior parte delle specie di muschi. In questo gruppo di muschi - i "veri muschi" - i filamenti ramificati del protonema sono composti da una singola fila di cellule e assomigliano ad alghe verdi filamentose.

I gametofiti frondosi si sviluppano da minuscole strutture simili a gemme sul protonema. In alcuni generi di muschi il protonema è persistente, e assume il ruolo fotosintetico principale, mentre i gametofiti sono minuscoli.



(a)



(b)

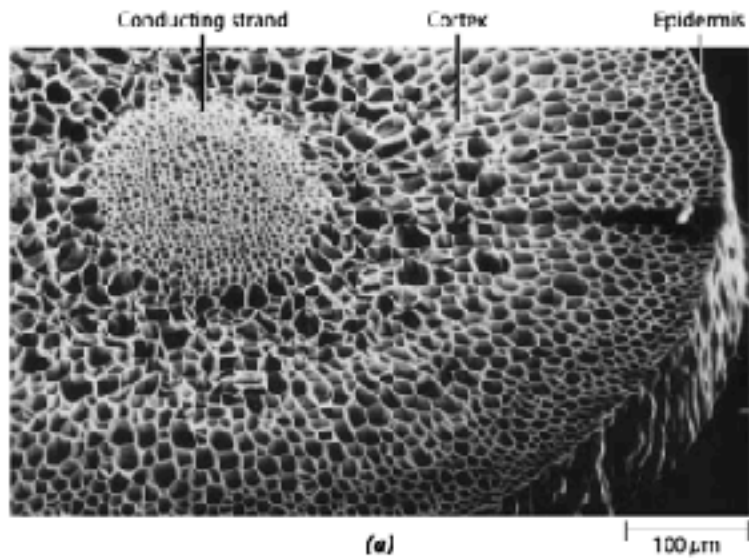
A) protonema
B) gametofito

Una caratteristica importante di molte specie di muschi è la comparsa, nei gametofiti e negli sporofiti, di elementi deputati alla conduzione dell'acqua e dei nutrienti.

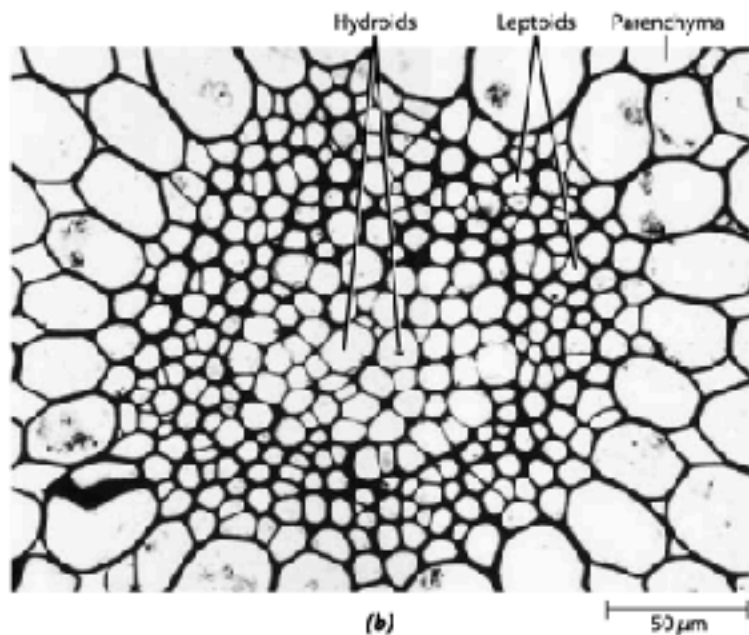
Le cellule deputate alla conduzione dell'acqua si chiamano **idroidi**, sono allungate e terminano con una parete sottile, fortemente inclinata, e altamente permeabile. A maturità sono spesso prive di protoplasto, ma mancano di ispessimenti ricchi di lignina.

Le cellule specializzate nella conduzione dei nutrienti sono dette **leptoidi**. Queste hanno forti similarità con le cellule deputate alla conduzione dei nutrienti nelle piante vascolari senza semi. Mantengono i protoplasti per l'intero ciclo vitale.

Queste cellule sembrano essere uno stadio intermedio nella evoluzione di veri e propri tessuti di conduzione.



(a)



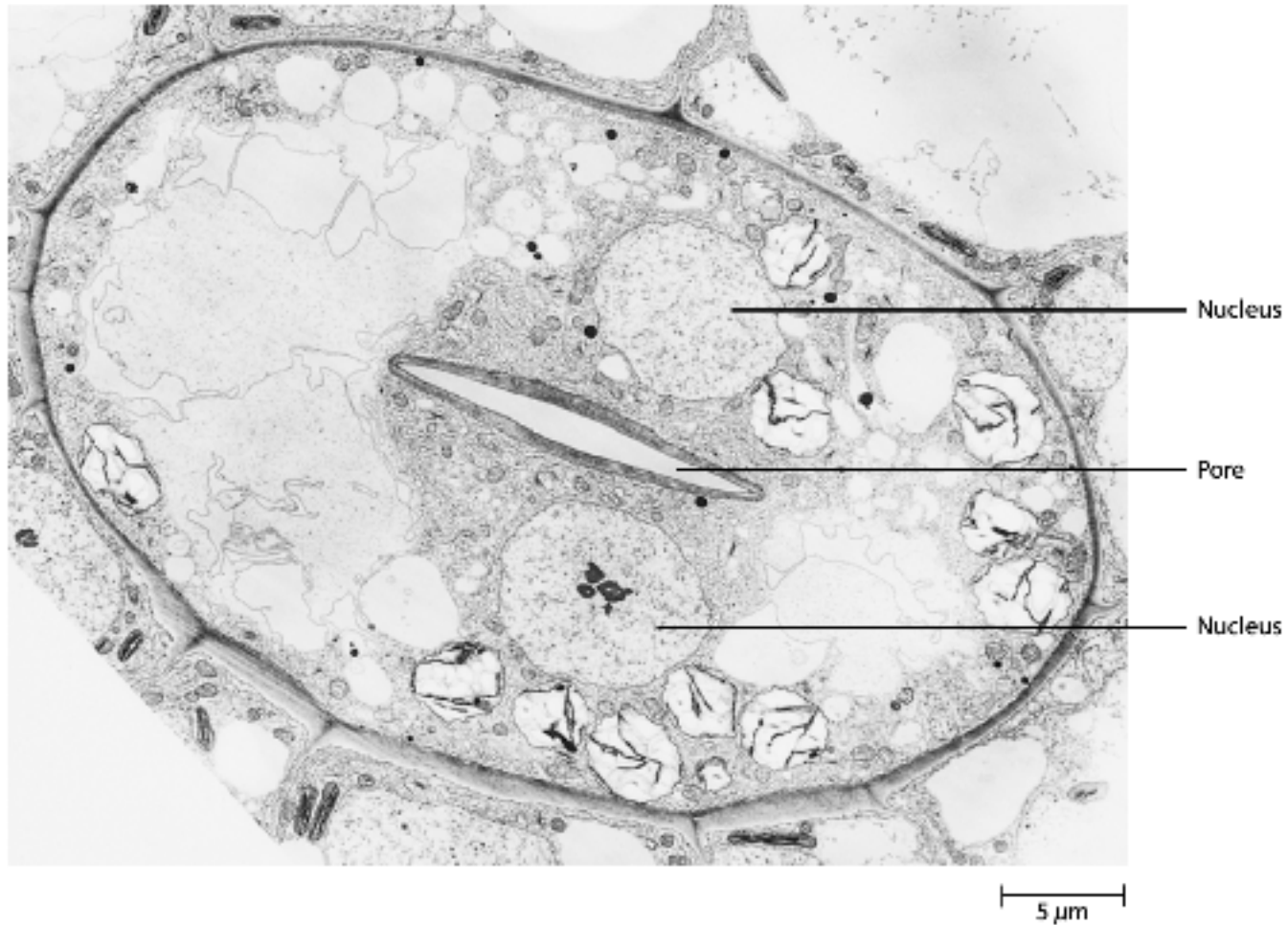
(b)



(c)

16–22 Hydroids and leptoids Conducting strands in the seta, or stalk, of a sporophyte of the moss *Dawsonia superba*. (a) General organization of the seta as seen in transverse section with the scanning electron microscope. (b) Transverse section showing the central column of water-conducting hydroids surrounded by a sheath of food-conducting leptoids and the parenchyma of the cortex. (c) Longitudinal section of a portion of the central strand, showing (from left to right) hydroids, leptoids, and parenchyma.

I tessuti di conduzione, e in particolare gli idroidi, possono continuare nello sporofito. Questo presenta anche degli stomi, che a volte sono protetti non da due, ma da una unica cellula di guardia binucleata.

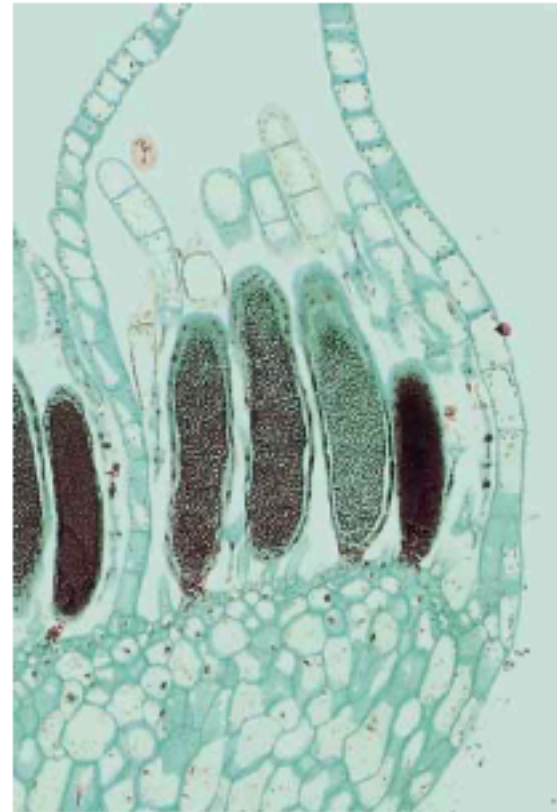


I muschi possono essere **monoici** o **dioici**, ovvero portare anteridi e archegoni sullo stesso o su diversi gametofiti.



(a)

200 μm



(b)

200 μm

16–23 Gametangia of *Mnium*, a unisexual moss (a) Longitudinal section through an archegonial head, showing the pink-stained archegonia surrounded by sterile structures called paraphyses. (b) Longitudinal section through an antheridial head, showing antheridia surrounded by paraphyses.

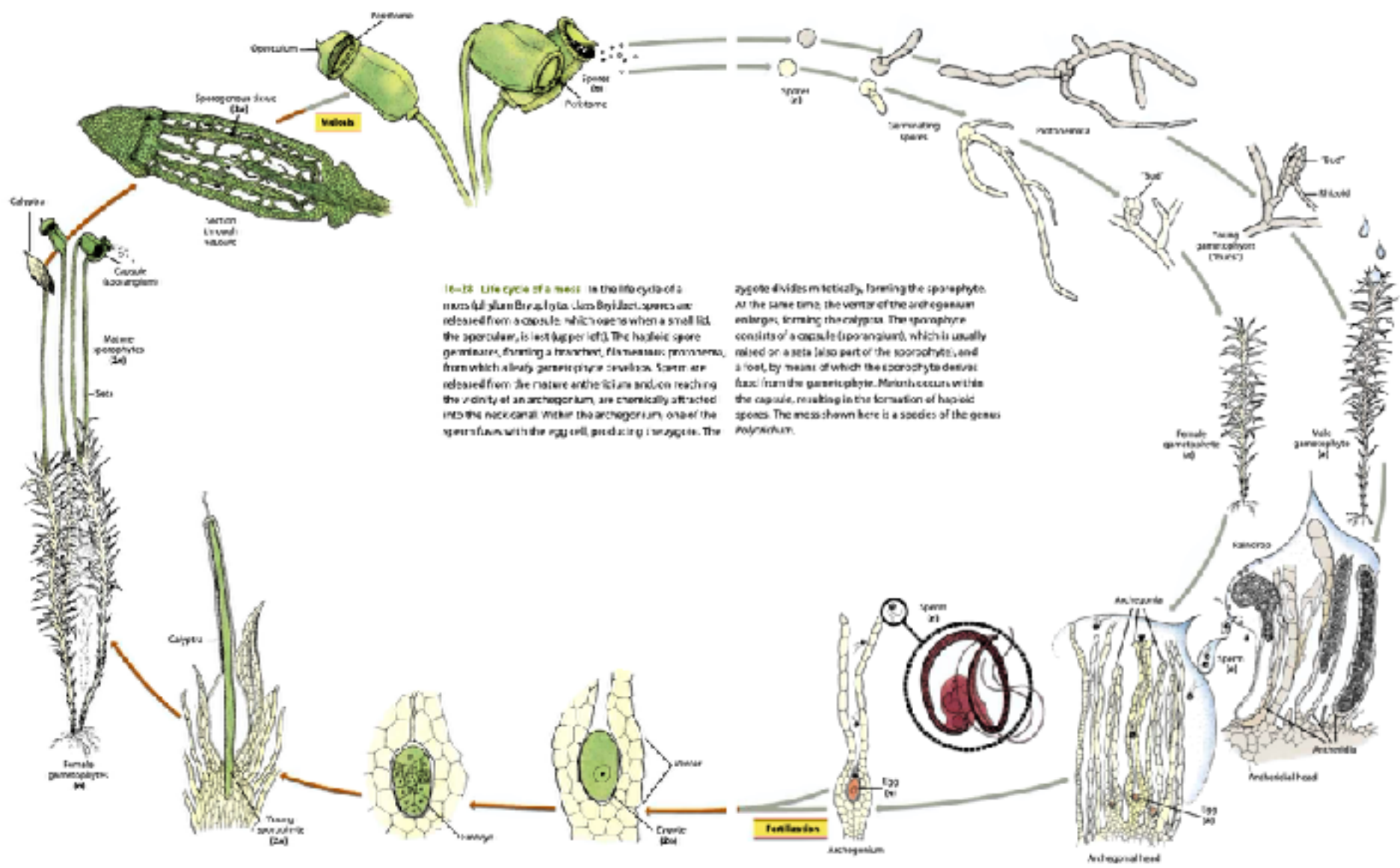
I termini monoico e dioico derivano dal greco.

μόνος (mónos), significa **singolo**

δι- (di-), significa **doppio**

οἶκος (oîkos) o οἰκία (oikía), significa **casa**

Si noti che anche le parole Ecologia e economia derivano dal termine **οἶκος**, mentre le due desinenze **λογία** e **νέμομαι** significano rispettivamente “**studio**” e “**gestione**”.

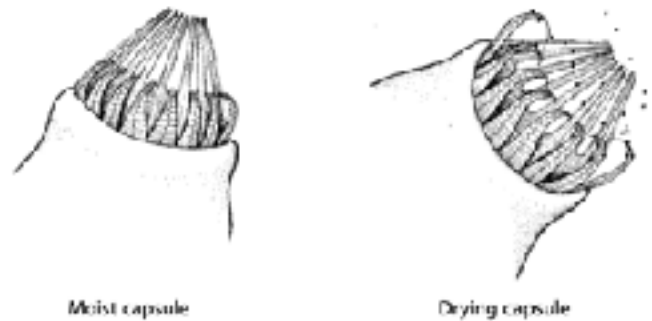


16-18 Life cycle of a moss is the life cycle of a non-vascular plant. Haploid spores are released from a capsule, which opens when a small lid, the operculum, is lost (upper left). The haploid spore germinates, forming a branched, filamentous protonema, from which a leafy gametophyte develops. Sperm are released from the mature antheridia and, on reaching the vicinity of an archegonium, are chemically attracted into the neck canal within the archegonium, one of the sperm fuses with the egg cell, producing a zygote. The

zygote divides mitotically, forming the sporophyte. At the same time, the venter of the archegonium enlarges, forming the calyptra. The sporophyte consists of a capsule (epididymium), which is usually raised on a seta (also part of the sporophyte), and a foot, by means of which the sporophyte derives food from the gametophyte. Meiosis occurs within the capsule, resulting in the formation of haploid spores. The moss shown here is a species of the genus Polytrichum.

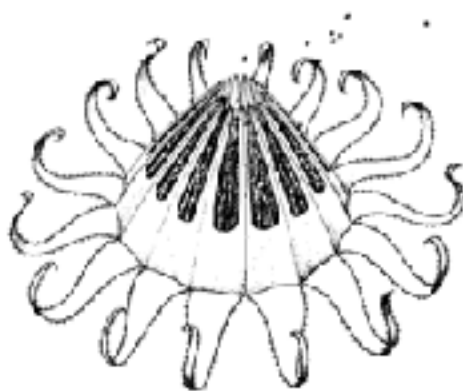
Fertilisation

La capsula ha un meccanismo di apertura caratteristico. Dopo la caduta della **caliptra** (derivante dalla parte superiore dell'archegonio, quindi aploide), l'**opercolo** si stacca, rivelando un **peristomio** dentato che circonda l'apertura della capsula.



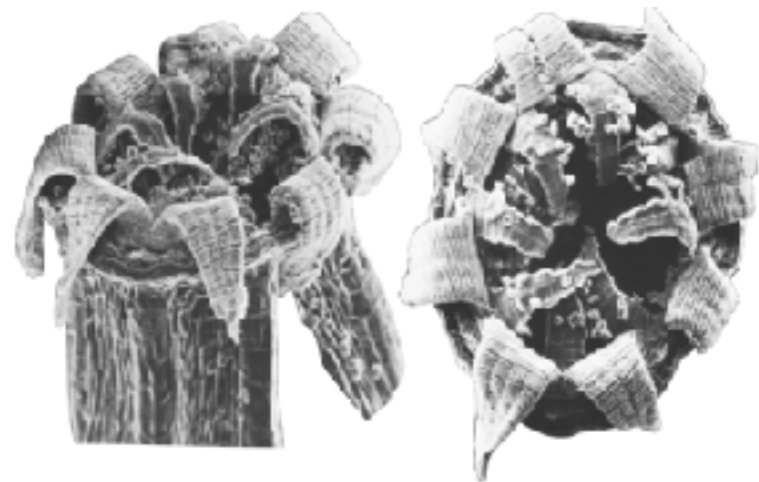
Moist capsule

Drying capsule



Dried capsule

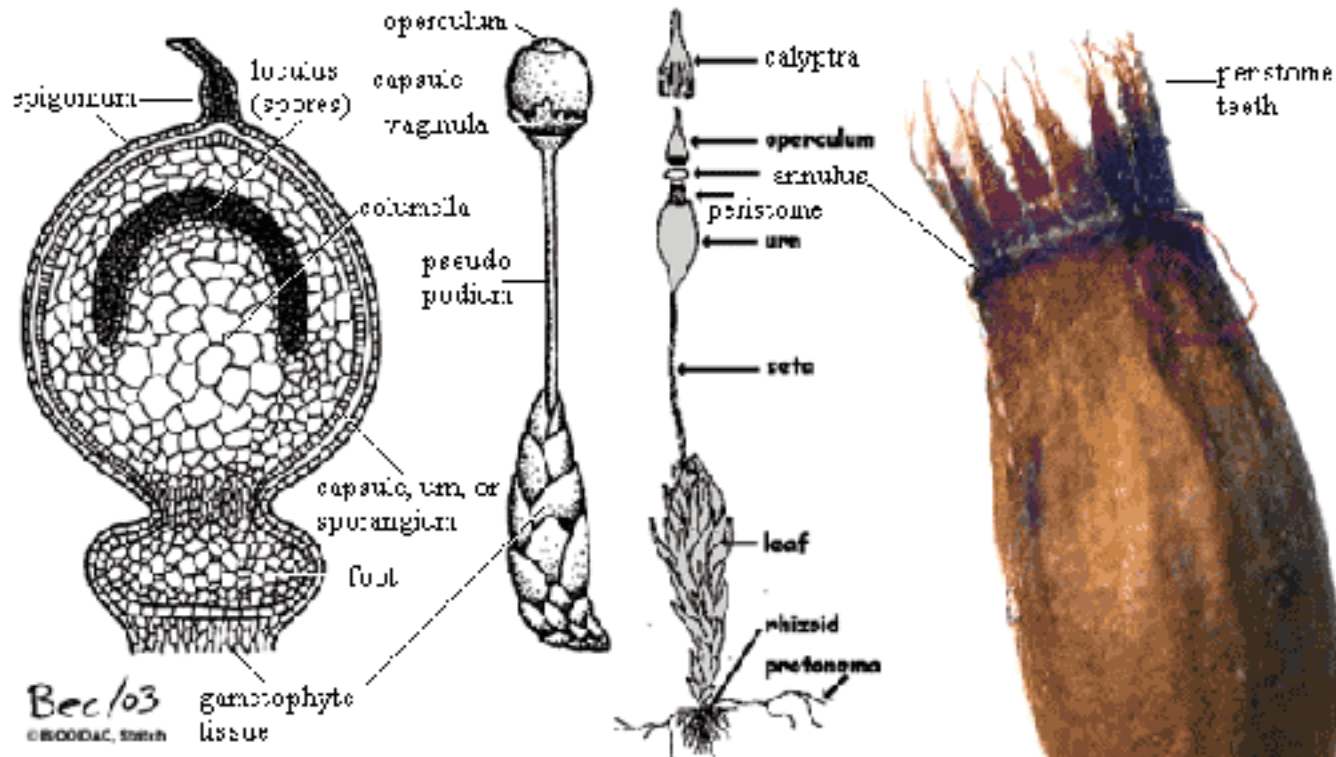
(a)



(b)

16-26 Peristome teeth in mosses of the class Bryidae

(a) *Brocchythecium* has a peristome consisting of two rings of teeth, which open to release the spores in response to changes in moisture. The outer set of peristome teeth interlocks with the inner set under damp conditions. As the capsule dries out, the outer teeth pull away, allowing the dispersal of spores by the wind.
 (b) Scanning electron micrographs of the peristome teeth of two capsules of *Orthotrichum*, showing the inner teeth curved inward and the outer teeth curved outward in dry conditions.



Development of the moss sporophyte. Left two images are of *Sphagnum*. Right two images reflect development of the sporophyte in Polytrichales

In molti muschi, il peristomio presenta una serie di “denti” igroscopici, che facilitano la dispersione delle spore. Sono fatti di una sostanza simile alla lignina.

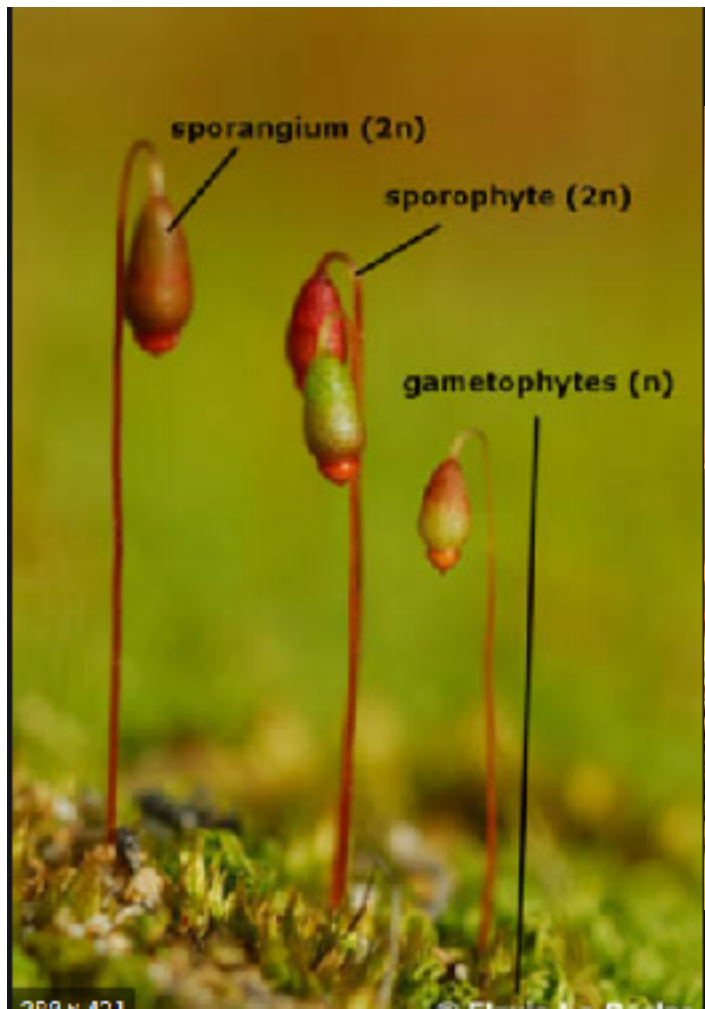


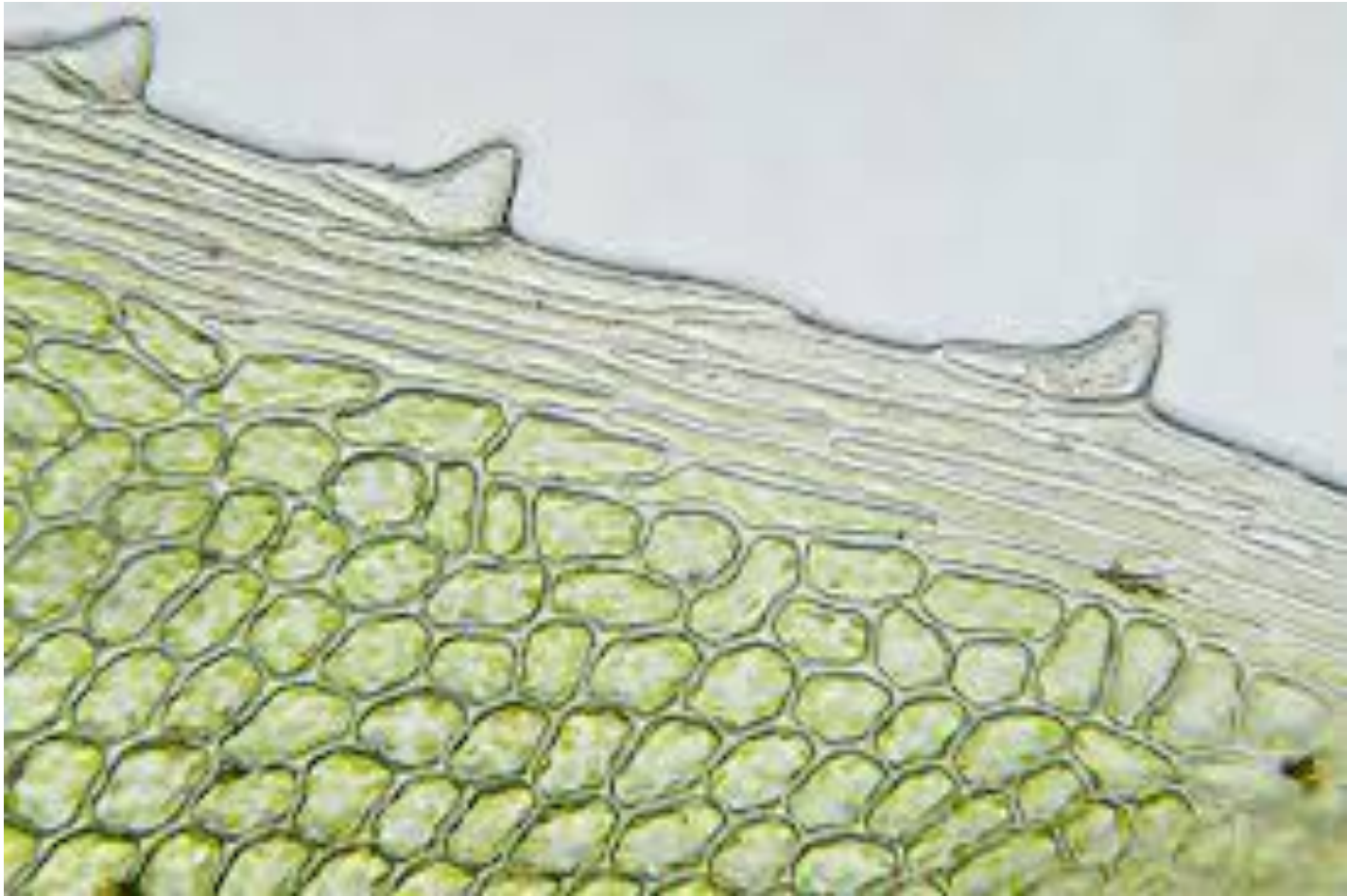
Il **peristomio** è una caratteristica della classe **Bryidae**.

Lo **sporofito**, in molte specie, è in grado, almeno nei primi stadi di sviluppo, di fotosintetizzare. Perde questa capacità da maturo. Le sue dimensioni possono variare da pochi millimetri a oltre 20 centimetri. Ogni capsula è in grado di produrre e disseminare milioni di spore aploidi.

La riproduzione vegetativa avviene normalmente per frammentazione del tallo, in quanto ogni sua porzione è virtualmente in grado di riprodurre un gametofito completo.

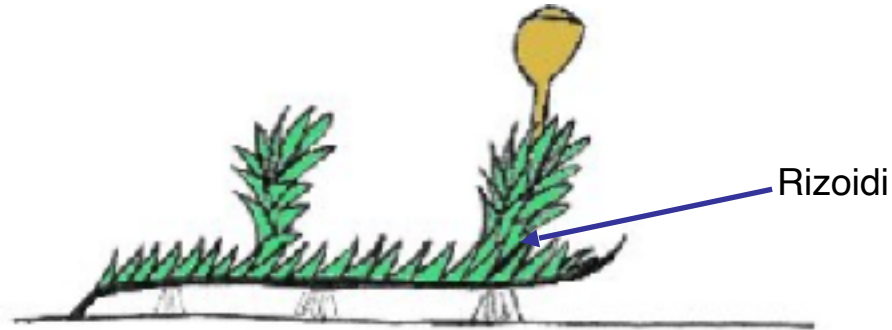
Esistono comunque anche delle specie che sviluppano strutture e propaguli specifici per la riproduzione vegetativa.





Le porzioni dei gametofiti che simulano le foglie (ma non sono vere foglie) sono solitamente composte da cellule disposte su un unico strato. La forma di queste cellule è in alcuni casi importante per l'identificazione. Sono disposte a spirale sui fusticini dei gametofiti.

Il primo carattere che tutte le chiavi di identificazione chiedono è se il muschio sia **pleuro-** o **acrocarpico**. Nei muschi pleurocarpici lo sporofito si origina all'ascella delle ramificazioni, mentre negli acrocarpici si forma all'apice dei rami del gametofito.



Rizoidi

Pianta pleurocarpica: piante prostrate, che formano feltri aderenti al substrato mediante rizoidi distribuiti lungo il fusticino



Pianta acrocarpica: pianta più o meno eretta, che forma tappeti, ciuffi o cuscinetti piuttosto che feltri, con rizoidi raccolti alla base del fusticino



Nei muschi acrocarpici molti fusticini eretti si ammassano uno accanto all'altro, formando una sorta di cuscino continuo.





Nei muschi pleurocarpici i fusti sono invece prostrati. Sono i più adatti per composizioni tipo il presepe, visto che quando sono rimossi dal substrato vengono via come una specie di tappeto continuo.

Nelle acque calcaree, ricche di carbonato di calcio, i muschi acquatici “prelevano” l’anidride carbonica dall’acqua, causando precipitazione del calcio, che ne incrosta i fustini, che poi lasciano i fiorellini che notiamo nel travertino.



Le “Sorgenti Pietrificanti” – Habitat Prioritario EU



Cratoneuron filicinum



Colonne e facciata della basilica di S. Pietro sono fatte in travertino (dal latino tibutinus, ovvero legato al Tevere). Anche le scale dell'edificio M dell'Università sono fatte della stessa roccia calcarea, che si forma anche grazie al ruolo di un genere di muschi acquatici.



Il ruolo ecologico dei muschi è di trattenere acqua dopo episodi di forte piovosità.

Questo previene la rapida perdita d'acqua da parte degli ecosistemi, e previene anche le piene eccessive di torrenti e di fiumi. La capacità di trattenere acqua rilevante, e può superare i 10 litri a metro quadro.

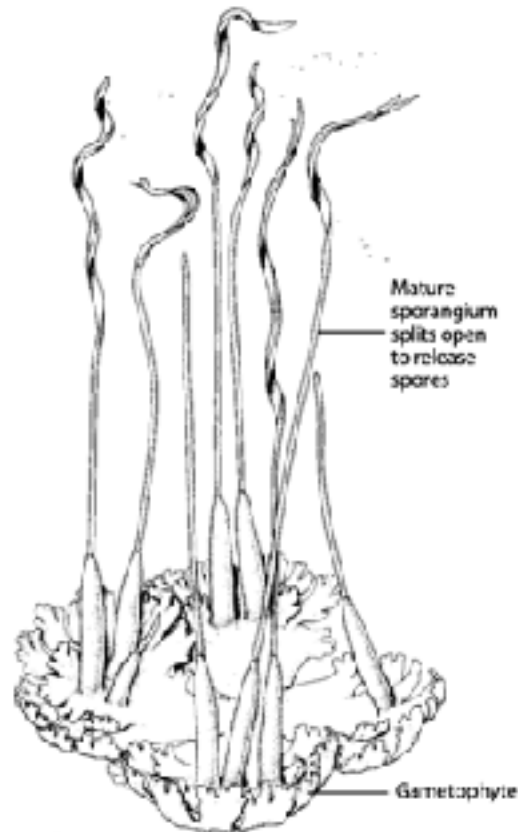


I muschi acrocarpi poi hanno anche un ruolo (in piccolo) simile ai pulvini di *Cotinus coggygria* nel Carso. In particolare svolgono questo ruolo nei primi stadi della successione primaria, crescendo sulla roccia nuda.

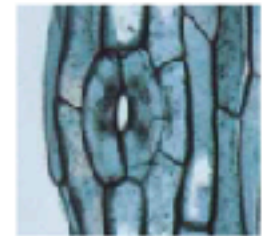
LE ANTOCEROTE
(Phylum Anthocerotophyta)



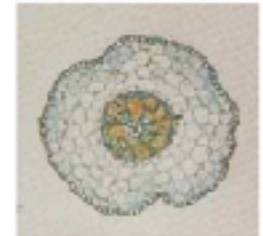
(a)



(b)



(c) 40 μm



(d)



(e)

16-29 *Anticeros*, a hornwort (a) A dark green gametophyte with attached (elongated) sporophytes. (b) When mature, the sporangium splits, and the spores are released. (c) Stomata are abundant on the sporophytes of the hornworts, which are green and photosynthetic. (d) Developing spores, visible in the center of this cross section of a sporangium, and (e) mature spores still held in a tetrad, a group of four spores—three of which are visible here—formed from a spore mother cell by meiosis.

Le antocerote sono circa 300 specie. I loro gametofiti assomigliano a quelli delle epatiche tallose, e hanno ramificazione sempre dicotoma, ma le cellule di molte specie hanno un solo cloroplasto.

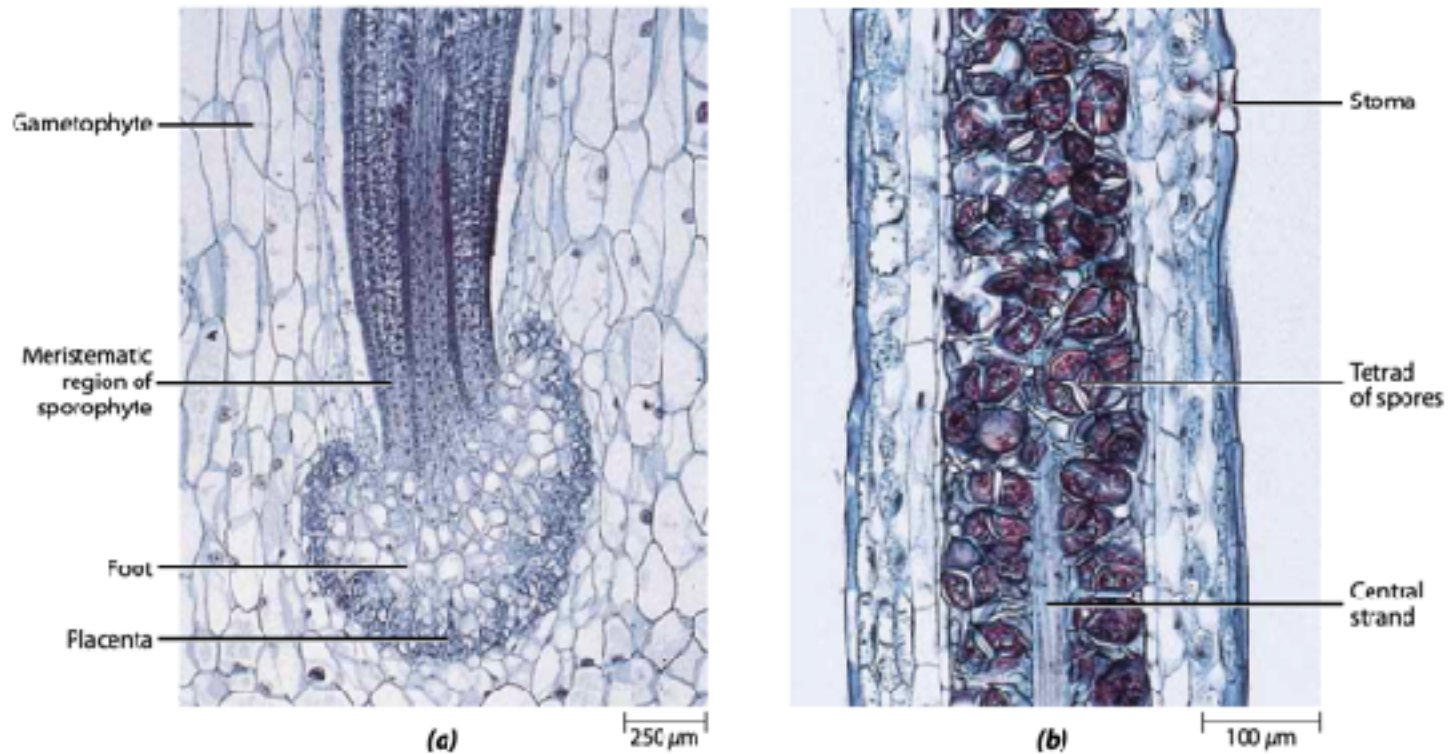
In altri casi le cellule sono molto grandi, e contengono molti cloroplasti, ma in questa specie le cellule apicali hanno sempre un solo plastidio.

Gli **sporofiti** sono caratteristici in quanto la seta è brevissima, e la capsula è allungata. Il tessuto sporigeno è presente al centro della capsula, per tutta la sua lunghezza. L'apertura avviene longitudinalmente, dall'alto verso il basso.

La presenza di **pseudoelateri** facilita la dispersione delle spore. Lo sporofito è fotosintetizzante per tutta la sua vita.

Il **gametofito** non presenta differenziazione interna, fatta salvo la presenza di camere in cui vivono in simbiosi batteri filamentosi del genere *Nostoc*, capaci di fissare l'azoto.

Esistono specie monoiche e dioiche. In quelle monoiche, di solito gli anteridi si sviluppano prima degli archegoni.



16-30 *Anthoceros* (a) Longitudinal section of the lower portion of a sporophyte, showing its foot embedded in the tissue of the gametophyte. (b) Longitudinal section of a portion of a sporangium, showing tetrads of spores with elater-like structures among them. The central strand of tissue in the lower part of the sporangium consists of tissue that may function to conduct water and nutrients.

SUMMARY TABLE Comparative Summary of Characteristics of Bryophyte Phyla

PHYLUM	NUMBER OF SPECIES	GENERAL CHARACTERISTICS OF GAMETOPHYTE	GENERAL CHARACTERISTICS OF SPOROPHYTE	HABITATS
Marchantiophyta (liverworts)	5200	Free-living generation; both thalloid and leafy genera; pores in some thalloid types; unicellular rhizoids; most cells have numerous chloroplasts; many produce gemmae; protonema stage in some; growth from apical meristem	Small and nutritionally dependent on gametophyte; unbranched; consists of little more than sporangium in some genera, and of foot, short seta, and sporangium in others; phenolic materials in epidermal cell walls; lacks stomata	Mostly moist temperate and tropical; a few aquatic; often as epiphytes
Bryophyta (mosses)	12,800	Free-living generation; leafy; multicellular rhizoids; most cells have numerous chloroplasts; many produce gemmae; protonema stage that grows by marginal meristem followed by further growth from an apical meristem in <i>Sphagnum</i> ; growth by apical meristem only in Bryidae; some species have leptoids and nonlignified hydroids	Small and nutritionally dependent on gametophyte; unbranched; consists of foot, long seta, and sporangium in Bryidae; phenolic materials in epidermal cell walls; stomata; some species have leptoids and nonlignified hydroids	Mostly moist temperate and tropical; some Arctic and Antarctic; many in dry habitats; a few aquatic
Anthocerotophyta (hornworts)	300	Free-living generation; thalloid; unicellular rhizoids; most have single chloroplast per cell	Small and nutritionally dependent on gametophyte; unbranched; consists of foot and long, cylindrical sporangium, with a meristem between foot and sporangium; cuticle; stomata; no specialized conducting tissues	Moist temperate and tropical

ITALIA

MUSCHI: circa 950 specie

EPATICHE: circa 300 specie

TOTALE: circa 1250 specie

Mosses and Liverworts of Italy / Muschi ed Epatiche d'Italia

This database was produced in the framework of a national project for the development of the Italian National Biodiversity Network, by Project Dryades (Department of Life Sciences, University of Trieste). Data were collected by Roberta Tacchi, Botanical Garden "Carmela Corini", and Michele Aleff, School of Environmental Sciences, University of Camerino (Camerino, Marche).

Click on "Mosses / Muschi" or on "Liverworts / Epatiche" on the top of this page to continue.

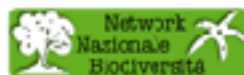
Questo database è stato sviluppato, nell'ambito del progetto per la creazione del Network Nazionale per la Biodiversità, dal progetto Dryades (Dipartimento di Scienze della Vita, Università degli Studi di Trieste). I dati sono stati raccolti da Roberta Tacchi, Orto botanico "Carmela Corini", e Michele Aleff, Scuola di Scienze Ambientali, Università di Camerino (Camerino, Marche).

Click on "Mosses / Muschi" or on "Liverworts / Epatiche" all'apice della pagina per continuare.

Credits

- Roberta Tacchi - Orto botanico "Carmela Corini" - Università di Camerino (roberta.tacchi@unicam.it)
- Michele Aleff - Scuola di Scienze Ambientali - Università di Camerino (michele.aleff@unicam.it)

Banner images by / Le immagini dei banner sono di L. Nisoreni.



<http://dryades.units.it/briofite/index.php>