

***INTRODUZIONE ALLA BRIOLOGIA E AL
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE.***
AGR0312

CdL Scienze Forestali ed Ambientali
A.A. 2023/24

Docente: Prof. C. Colacino

Strategie di adattamento (3)

- **Peciloidrico, poichiloidrico** – caratteristico della maggior parte delle briofite, l'organismo secca con il seccarsi dell'ambiente esterno arrestando il proprio metabolismo, che riprende solo al momento della reidratazione
- **Omeoidrico** – caratteristico delle tracheofite, il contenuto idrico interno resta più o meno costante, indipendentemente dalla disponibilità di acqua all'esterno; solo alcune briofite hanno un sistema di conduzione interno che permette un comportamento prossimo a quello omeoidrico

Alternanza di generazioni



Figura 27.6

Panoramica dell'alternanza di generazioni, il modello base del ciclo vitale delle piante. La dominanza relativa delle fasi aploide e diploide è differente per gruppi di piante diverse (confronta con la Figura 27.7).

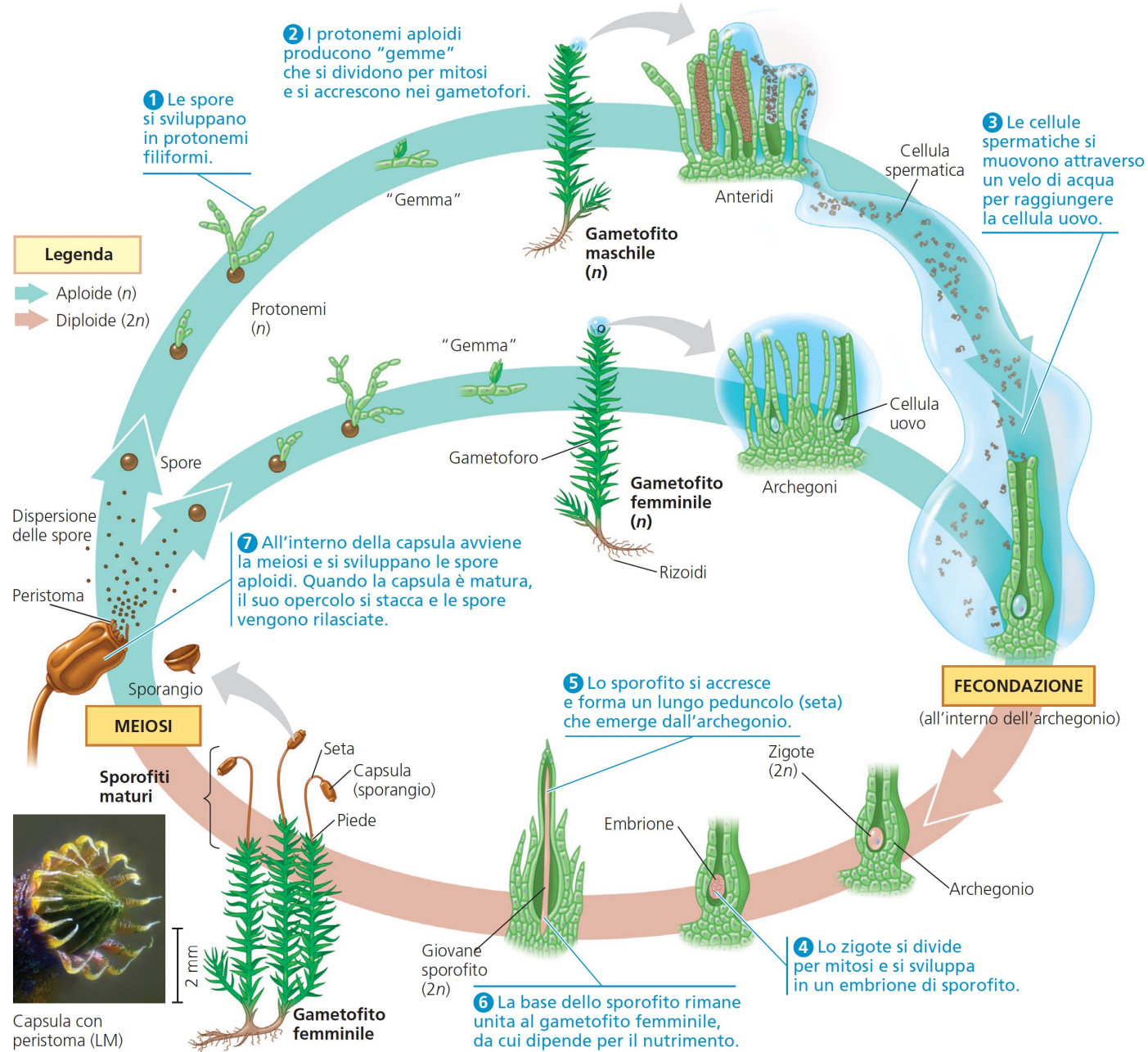


Figura 8.5 Il ciclo vitale di un muschio.

? In questo schema, la cellula spermatica che feconda la cellula uovo è geneticamente diversa dalla cellula uovo? Spiegate.

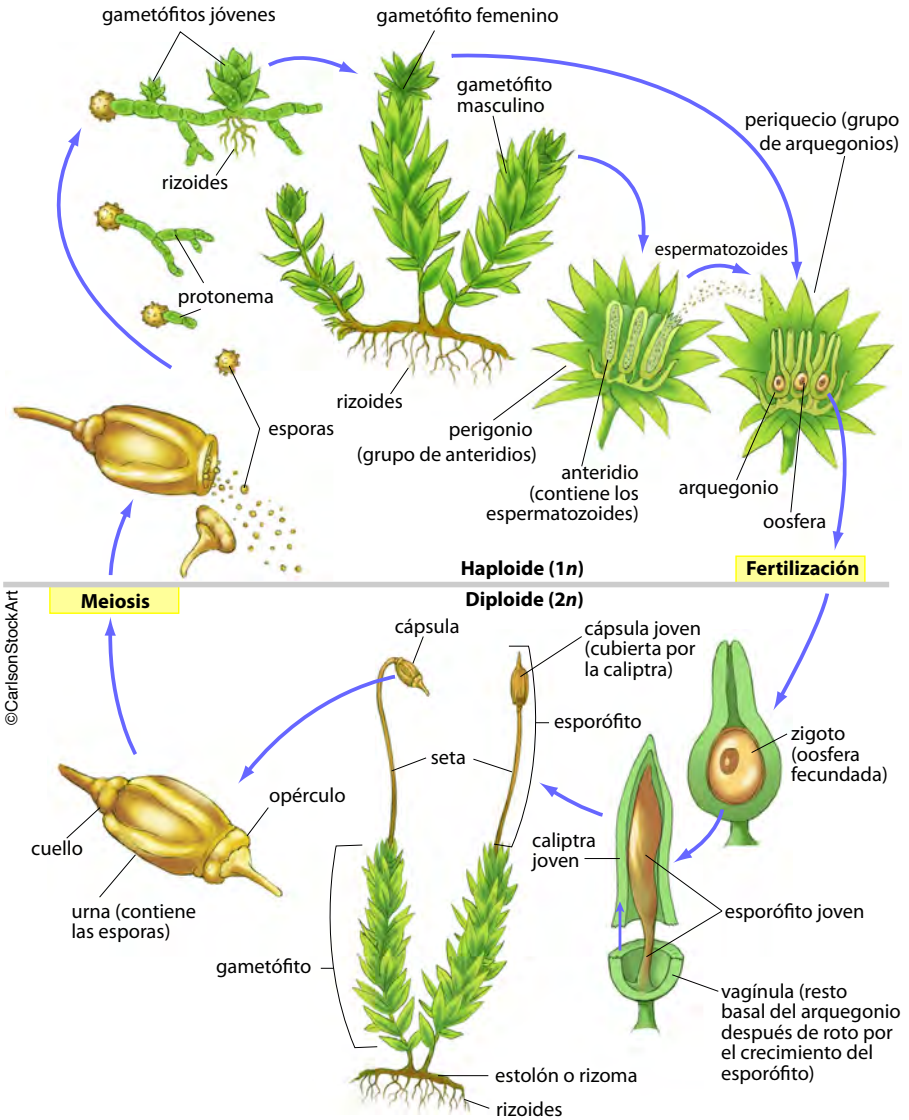


Figura 2.- Ciclo biológico de un musgo tomado como generalización del que sería para cualquier briófito. Más adelante se muestran los casos concretos de las hepáticas de talo complejo y de los antocerotas.

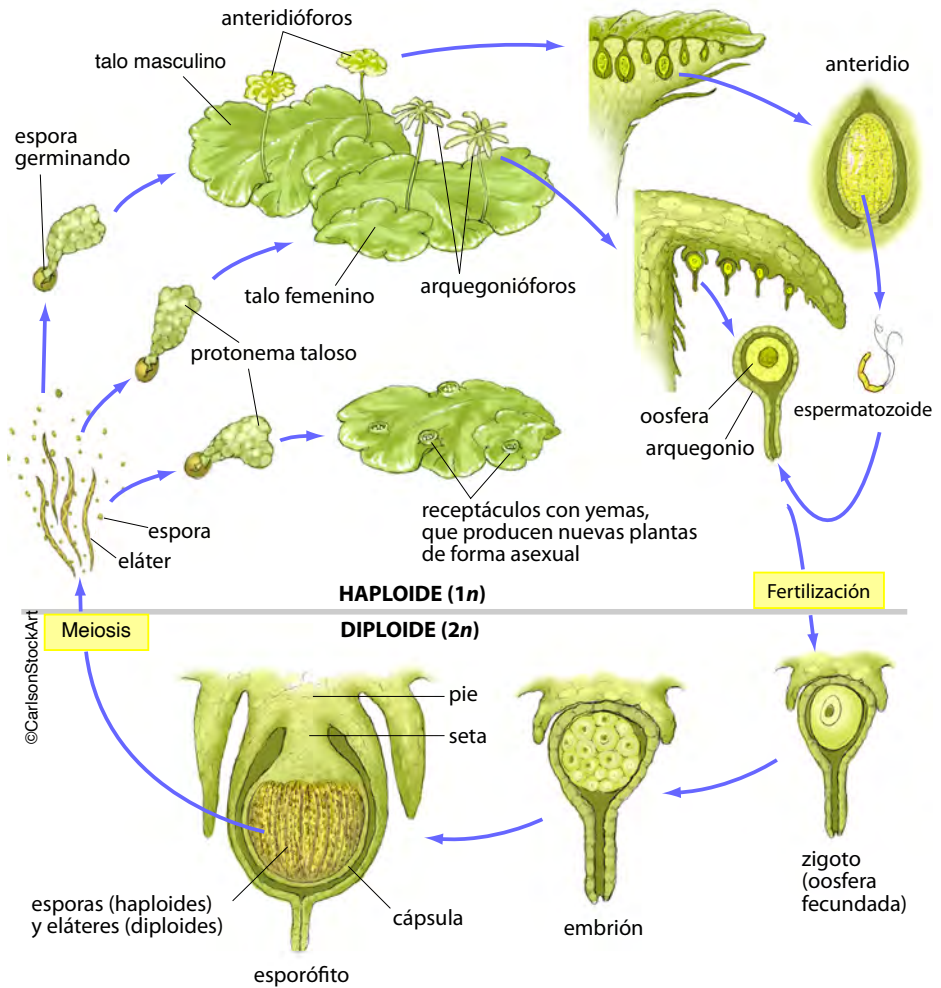


Figura 3.- Ciclo biológico de una hepática de talo complejo.

de capas de tejido de almacenamiento, y externamente unas escamas que protegen al talo cuando se seca, envolviéndolo. También en la cara ventral se desarrollan los rizoides, que en este grupo son muy característicos: unos lisos y otros con engrosamientos internos parecidos a ganchos. Los esporófitos suelen desarrollarse en el vientre de un arquegonióforo, que es una estructura pedunculada que surge del gametófito con forma de sombrilla, aunque su forma varía mucho entre géneros. Los anteridios pueden estar también dispuestos en estructuras pedunculadas, llamadas anteridióforos, o hundidos

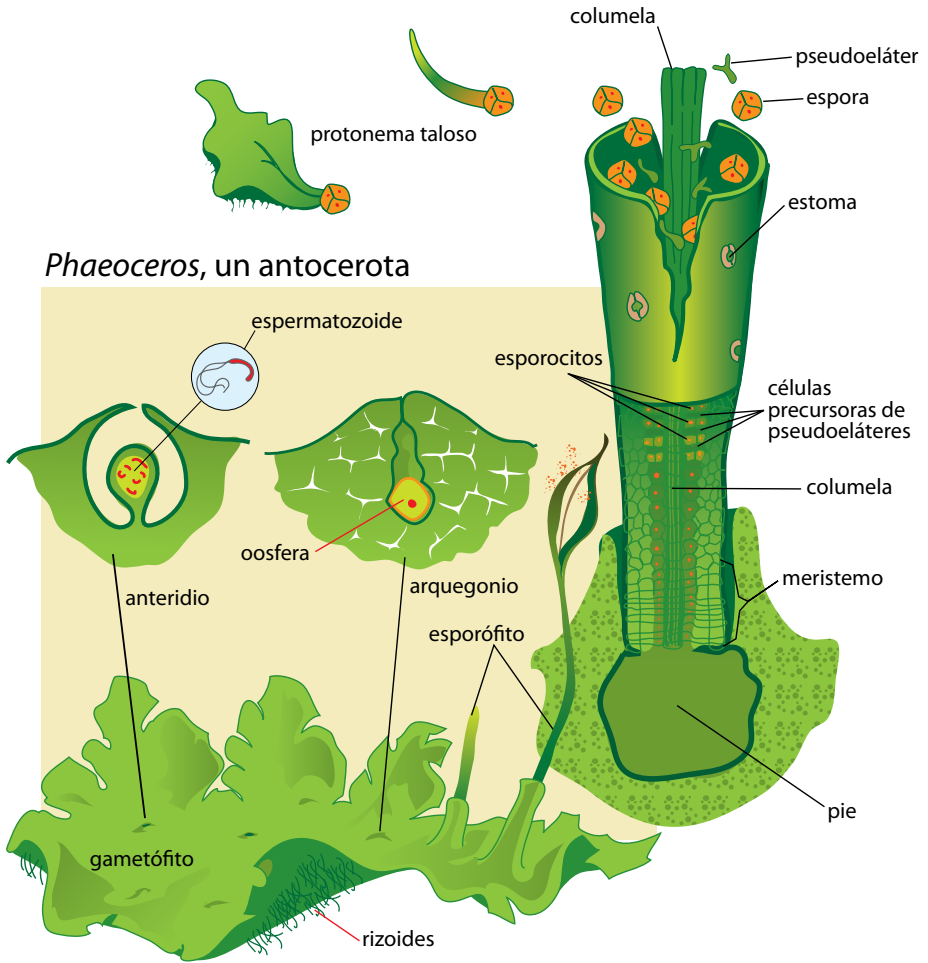


Figura 8.- Ciclo biológico de un antocerota.

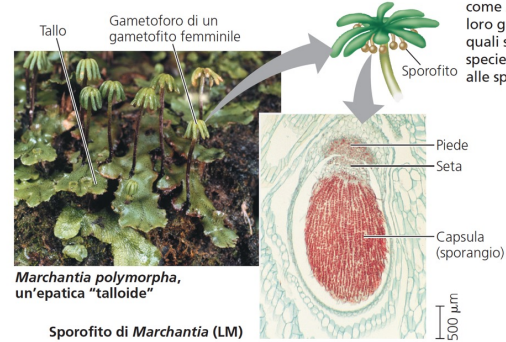
Al contrario de lo que ocurre en las hepáticas, en los antocerotas son las células precursoras de los pseudoeláteres las que se dividen por mitosis, por lo que un esporófito produce muchos más pseudoeláteres que esporas. Como en los musgos, los esporófitos tienen estomas que favorecen la maduración de las esporas, pero no el intercambio gaseoso activo.

Posibles confusiones Los organismos que más fácilmente pueden confundirse con briófitos en el campo son algunos líquenes y helechos. Los

Epatiche (phylum Hepatophyta)

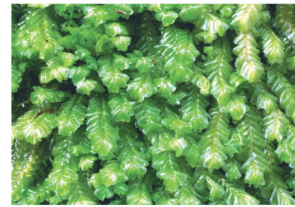
I nomi, sia comuni sia scientifici, di questa divisione si riferiscono ai gametofiti a forma di fegato (dal latino *hepaticus*, "fegato"), come quelli di *Marchantia* mostrati nell'immagine qui sotto. Nel Medioevo, si pensava che queste piante, proprio per la loro forma, potessero essere utilizzate per il trattamento di disturbi del fegato. Alcune epatiche, inclusa *Marchantia*,

sono dette "talloidi", a causa della forma laminare e appiattita dei loro gametofiti. (Richiamo al Capitolo 28, in cui il corpo pluricellulare di un'alga viene definito tallo.) I gametangi di *Marchantia* sono accolti su gametofori, che appaiono come piccoli alberi. Per osservare gli sporofiti, dotati di una breve seta (peduncolo) che termina in una capsula ovale o rotondeggiante, è necessaria una lente di ingrandimento. Altre epatiche, come *Plagiochila* (vedi sotto), sono dette "fogliose", perché i loro gametofiti possiedono piccole strutture simili a fusti dalle quali si dipartono numerose appendici simili a foglioline. Le specie di epatiche "fogliose" sono molto più numerose rispetto alle specie di epatiche "a tallo".



Marchantia polymorpha, un'epatica "talloide"

Sporofito di *Marchantia* (LM)

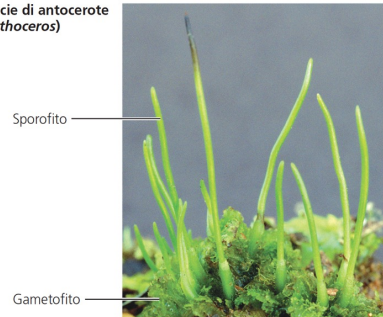


Plagiochila deltoidea, un'epatica "fogliosa"

Antocerote (phylum Anthocerophyta)

Il nome comune e scientifico di questo gruppo di piante (dal greco *keras*, "corno") richiama la forma affusolata dello sporofito. Un tipico sporofito può crescere in altezza fino a 5 centimetri. A differenza delle epatiche e dei muschi, lo sporofito delle antocerote è privo di peduncolo ed è costituito soltanto dallo sporangio. Lo sporangio rilascia le spore mature, partendo dalla cima del suo corpo a forma di corno, grazie alla presenza di fessure. I gametofiti, che solitamente hanno un diametro di 1-2 cm, crescono soprattutto orizzontalmente e spesso presentano numerosi sporofiti. Le antocerote sono fra le prime piante a colonizzare aree aperte con suoli umidi, grazie anche alla possibilità di instaurare rapporti di simbiosi con cianobatteri fissatori dell'azoto (l'azoto risulta spesso poco abbondante in queste aree).

Specie di antocerote (*Anthoceros*)



Sporofito

Gametofito

Muschi (phylum Bryophyta)

I gametofiti dei muschi possono variare in altezza da meno di 1 mm fino a 2 m; tuttavia, nella maggior parte delle specie, non raggiungono i 15 cm. Il tappeto di muschio, che si osserva comunemente, consiste prevalentemente di gametofiti. Il margine delle "foglie" ha solitamente lo spessore di un'unica cellula, ma il comune muschio *Polytrichum* (nella foto) e altre specie strettamente imparentate possiedono "foglioline" più complesse con margini rivestiti da cuticola. Gli sporofiti dei muschi si presentano tipicamente allungati (anche fino a 20 cm) e visibili a occhio nudo; appaiono verdi e fotosintetici da giovani, mentre diventano rossicci o marroni quando sono pronti a rilasciare le spore.

Polytrichum comune, un muschio dal "cappuccio peloso"



Capsula

Seta

Gametofito

Sporofito (una pianta vigorosa che impiega mesi per crescere)

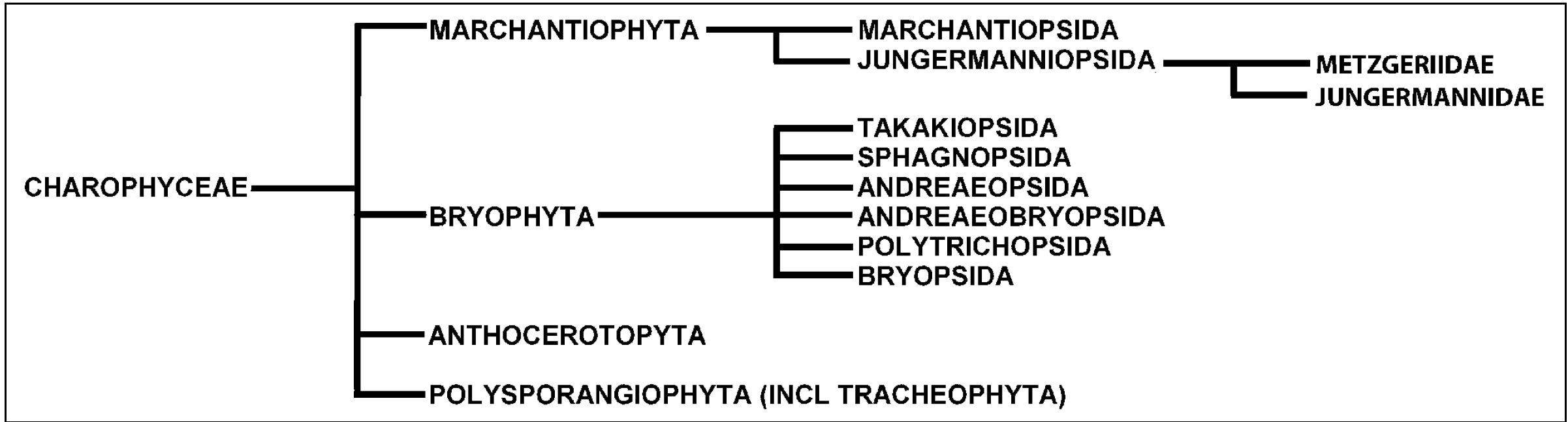


Figure 29. Schematic representation of the **Bryobiotina** phyla and classes related to other members of the Plant Kingdom (**Polysporangiophyta**), based on Shaw & Goffinet 2000.

Caratteristiche delle briofite

•Le briofite tradizionalmente sono classificate in tre phyla (**Marchantiophyta** = epatiche, **Bryophyta** = muschi, e **Anthocerotophyta** = antocerote) e incluse nel sottoregno Bryobiotina. Le briofite (**Bryobiotina**) condividono con le tracheofite lo sviluppo di un **embrione** contenuto in un **organo riproduttivo multicellulare**, la presenza di **sporopollenina** nelle spore, e la presenza di **flavonoidi**. Le briofite presentano **clorofille a e b**, hanno **vero amido** come sostanza di riserva (ma possono presentare anche **olî** e **lipîdi**). Le briofite presentano **cellule spermatiche** spiralate con due flagelli.

•Le briofite si differenziano dalle tracheofite per avere un **gametofito dominante** che sostiene uno **sporofito parassitico**. **Mancano di tessuto meristemato, lignina, tracheidi** (ma presentano **idroidi** con funzioni simili) e **cellule floematiche** (anche se presentano **leptoidi** abbastanza simili alle cellule floematiche). Le conseguenze dovute alla mancanza di lignina includono non solo la piccola dimensione, ma anche la mancanza di di trachee e tracheidi, da cui il termine **non-tracheofite** con il quale vengono anche indicate.

•Alcune differenze a livello biochimico potrebbero indicare l'esistenza di un phylum **Sphagnophyta**, ma l'insieme dei caratteri sostiene comunque una origine monofiletica delle **Bryophyta**, incluso **Sphagnum**, ma non di epatiche e antocerote. Secondo alcuni studiosi **Bryobiotina** potrebbe essere derivata dalle tracheofite per riduzione e perdita di lignina.

•Taxa infraspecifici includono le **sottospecie** (geograficamente separate), le **varietà** (con differenze morfologiche geneticamente determinate dovute a ibridizzazione), le **forme** (determinate dall'ambiente), le **specie criptiche** (senza differenze morfologiche e senza ibridizzazione) e le **microspecie** (con genotipi perpetuati per apomissia).

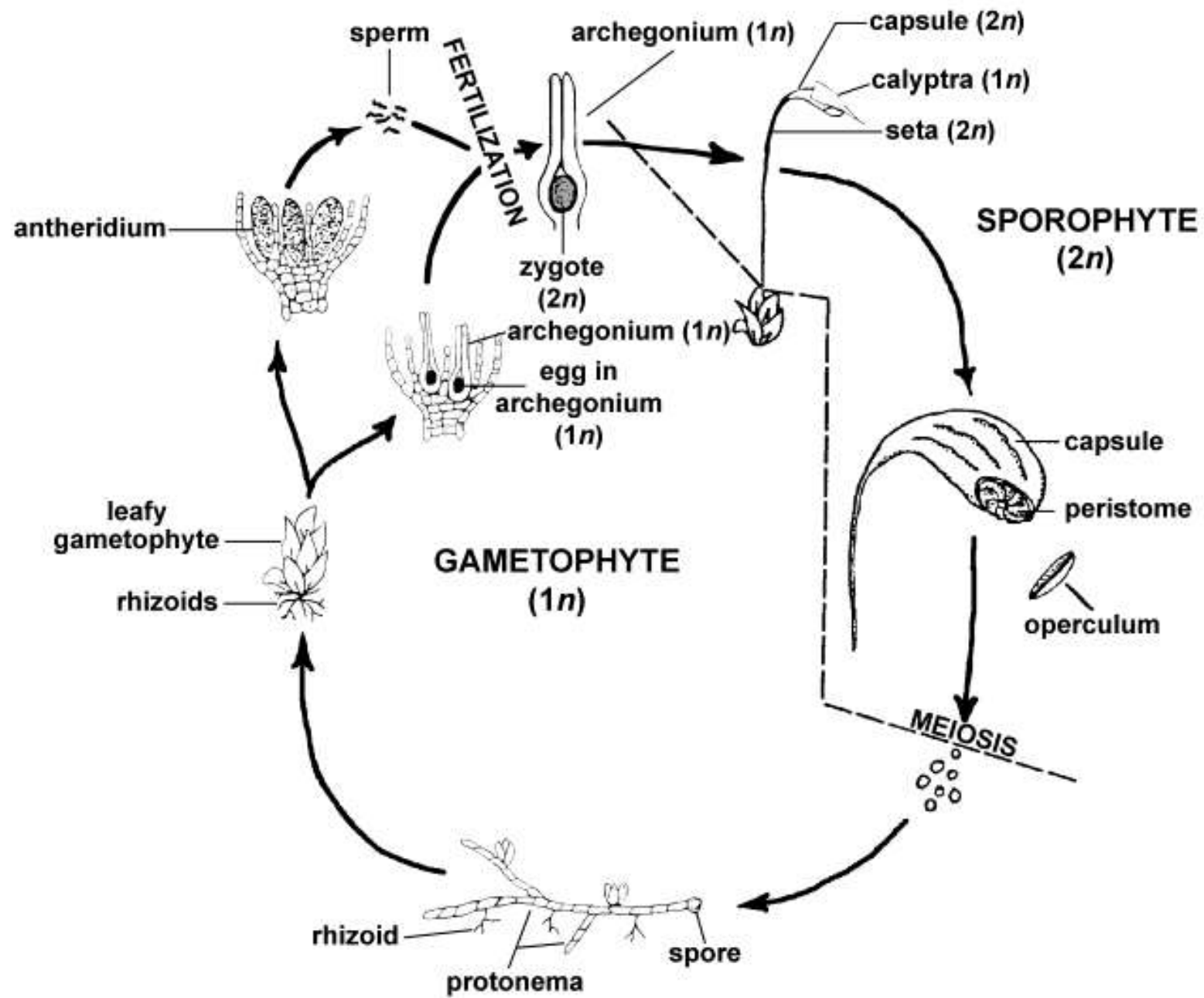


Figure 69. Life cycle of the moss *Funaria hygrometrica*. Drawn by Shelly Meston, with permission.

Ciclo vitale

- Le briofite (sottoregno **Bryobiotina**) tradizionalmente sono classificate in tre phyla (**Marchantiophyta** = epatiche, **Bryophyta** = muschi, **Anthocerotophyta** = antocerote).
- Le briofite presentano una generazione gametofitica dominante ($1n$) che limita la loro capacità di mantenimento di alleli recessivi. Il ciclo vitale comprende un **protonema** che si sviluppa dalla germinazione della spora, diventando talloide nella maggior parte delle epatiche e delle Sphagnopsida, mentre nella maggior parte degli altri muschi si differenzia in filamenti ramificati. Il protonema produce **gemme** che danno origine a gametofori fogliosi. I muschi in Bryopsida, ma non le epatiche o ***Sphagnum***, possono produrre multipli **gametofiti eretti** da un protonema e perciò da una spora.
- I gametofori producono **archegoni** e/o **anteridi** e lo zigote si divide per formare un **embrione** che si sviluppa all'interno dell'archegonio. Gli sporofiti rimangono attaccati al gametofito e producono spore per meiosi.

Punti principali

Le Bryopsida costituiscono la piú grande e la piú diversa classe delle Bryophyta. In Bryopsida, cosí come in Polytrichopsida, un opercolo generalmente copre i denti del peristoma aiutando nella dispersione delle spore. Le Bryopsida hanno i denti del peristoma artrodonti, differenziandosi dalle Polytrichopsida che hanno i denti nematodonti.

Tutte le altre classi di Bryobiotina non presentano peristomi.

Il ciclo vitale delle Bryopsida comprende un protonema che è generalmente filiforme e che si sviluppa dalla spora germinante, formando numerose gemme e gametofori. I gametofori producono archegoni e/o anteridi e l'embrione si sviluppa all'interno dell'archegonio. Gli sporofiti restano collegati al gametofito e producono spore per meiosi. Come in tutte le Bryophyta, Bryopsida produce spore dallo sporofito solo una volta. Un peristoma perfetto ha due file di denti e sembra rispondere all'essiccamento con l'apertura dei denti. I peristomi specializzati testati invece generalmente rispondono all'essiccamento richiudendo i denti.

La riproduzione vegetativa è comune nelle briofite. Le Bryophyta possono riprodursi per mezzo di frammenti e da strutture asessuali specializzate e cosí aggiungere una nuova dimensione alle strategie legate al ciclo vitale.

- **nematodonte** – peristoma consistente essenzialmente di cellule morte intere con pareti piú o meno regolarmente ispessite e formanti denti filiformi; include diversi tipi di peristomi in Polytrichaceae, Tetrarhizaceae, ma non Buxbaumiaceae.
- **artrodonte** – peristoma consistente in uno o due anelli di appendici triangolari o lineari (cioè **denti 1055**, **segmenti 949**), formato da coppie di cellule con pareti con ispessimenti periclinari (**lamelle 604**). Le appendici sono separate in seguito ad erosione o scissione delle pareti anticlinali non ispessite, e sono esposte con perdita dell'opercolo. Le coppie di cellule trasversali sono spesso ispessite e rimangono come trabecole sulla faccia dei denti. **N.d.T.:** peristoma a denti articolati

C. Colacino, 2005. Versione italiana annotata del *Glossarium Polyglottum Bryologiae*. *Delpinoa* **47**: 57-110.

http://www.biologiavegetale.unina.it/delpinoa_files/Colacino.pdf

Punti principali

Le **Bryophyta** presentano sei classi: **Takakiopsida**, **Sphagnopsida**, **Andreaeopsida**, **Andreaebryopsida**, **Polytrichopsida**, e **Bryopsida**, che differiscono nella struttura della capsula.

I gametofori di **Andreaeopsida**, **Andreaebryopsida**, e **Polytrichopsida** producono archegoni e/o anteridi all'apice e l'embrione si sviluppa all'interno dell'archegonio.

Gli sporofiti restano attaccati al gametofito e producono spore per meiosi. Queste classi, e tutte le Bryophyta, producono spore dallo sporofito **solo una volta**.

Takakiopsida, **Andreaeopsida**, e **Andreaebryopsida** presentano capsule che si dividono in valve, ma mancano di elateri. Le **Sphagnopsida** non presentano valve e hanno un opercolo che è rilasciato al momento del rilascio delle spore, mancano di denti del peristoma. Nelle capsule di **Polytrichopsida** e **Bryopsida**, un opercolo generalmente copre i denti del peristoma che spesso aiutano nel rilascio delle spore, in contrasto con ciò che avviene nelle epatiche laddove la capsula si divide in quattro valve con elateri che facilitano il movimento delle spore.

Le **Polytrichopsida** presentano denti del peristoma nematodonti; le **Bryopsida** hanno i denti del peristoma artrodonti. **Tutte le altre classi di Bryobiotina non presentano peristomi**. Le **Andreaebryopsida** sono **dioiche** (anteridi e archegoni su individui distinti) e posseggono una seta (stelo della capsula), laddove le **Andreaeopsida** sono **monoiche** (anteridi e archegoni sullo stesso individuo) e non presentano una seta.

Punti principali

Le **Marchantiophyta** si distinguono dal phylum Bryophyta per l'**orientazione dorso-ventrale**, i **rizoidi unicellulari**, le **capsule prive di opercolo**, l'**assenza della columella**, e la **mancanza di stomi nella capsula**. Le Marchantiophyta divise in due classi: **Marchantiopsida** (epatiche tallose) e **Jungermanniopsida** (Sub Cl. *Jungermanniidae*, principalmente fogliose, e Sub Cl. *Metzgeriidae* principalmente tallose).

Le Marchantiophyta presentano la generazione gametofitica dominante con uno sporofito dipendente e temporaneo.

Il ciclo vitale comprende un **protonema** che si sviluppa dalla germinazione della spora, che diviene talloide o globoso nella maggior parte delle epatiche. Il protonema produce una **gemma** che si sviluppa in una pianta fogliosa o tallosa.

I gametofiti producono **archegoni e/o anteridi** e l'**embrione** si sviluppa **nell'archegonio**.

Gli **sporofiti** rimangono attaccati al **gametofito** e producono **spore** per **meiosi**. Le **Marchantiophyta** producono **spore** dagli **sporofiti** solo una volta, cioè simultaneamente. Queste spore vengono disperse nella maggior parte dei generi, grazie agli **elateri** che sono prodotti inframmezzati alle spore e che presentano **ispessimenti spiralati**, provocandone il piegamento con i **cambiamenti di umidità**.

Punti principali

Le briofite vengono tradizionalmente classificate in tre phyla (divisioni) Marchantiophyta, Bryophyta, Anthocerotophyta, che possono essere collocate nel sottoregno Bryobiotina. Le Anthocerotophyta differiscono dagli altri phylum per avere lo sporofito che ha una forma a corno e che continua

a crescere alla base mentre le spore maturano e sono disperse all'apice. Le Anthocerotophyta presentano una generazione dominante gametofitica. I gametofiti producono archeconi e/o anteridi e l'embrione si sviluppa nell'archegonio.

Gli sporofiti rimangono attaccati al gametofito e producono spore per meiosi durante un tempo prolungato, con le spore piú giovani alla base. Gli pseudoelateri vengono prodotti con le spore, ma sono formati per mitosi e rimangono diploidi. Le capsule si aprono longitudinalmente e continuano ad aprirsi dall'alto verso il basso.

La dimensione è un importante motore evolutivo per le briofite, e porta con sé sia vantaggi che vincoli. Le piccole dimensioni, la crescita lenta, le rendono suscettibili alla distruzione da parte degli erbivori, ma l'evoluzione di una miriade di composti secondari le ha rese non commestibili o indesiderabili per molti potenziali erbivori.

Le dimensioni ridotte e la mancanza di tessuto vascolare lignificato hanno favorito la selezione di mezzi fisiologici di sopravvivenza alla siccità, tra cui l'arresto del metabolismo e la capacità di rinascere con un livello di distruzione minimo o almeno sostenibile.

Il ruolo delle briofite nell'ecosistema, un campo di studio ampiamente trascurato, può essere significativo nonostante le loro piccole dimensioni. Lo sfagno, da solo, potrebbe essere il genere che sequestra più carbonio di qualsiasi altro sulla Terra.

E il loro ruolo nell'ospitare piccoli organismi che, in ultima analisi, aumenta la diversità dei loro predatori, potrebbe essere vitale. Gli ecologi riconoscono sempre più che anche su piccola scala, sono importanti contributori dell'ecosistema e non possono più essere ignorati.

Esiste una dimensione minima per ospitare i contenuti essenziali di una cellula eucariotica e le briofite sembrano avere appena le dimensioni minime necessarie per ospitare le esigenze fotosintetiche e di trasporto dell'acqua di un nuovo individuo proveniente da una spora (100 µm di diametro).

L'acqua è chiaramente necessaria per le briofite, ma piuttosto che mantenere l'idratazione, queste sono in grado di diventare metabolicamente inattive, esercitando una strategia ectoidrica che trattiene l'acqua in condotti esterni capillari mentre si asciugano lentamente. L'essere piccoli sembra essere una strategia per conservare l'acqua, come si vede anche in licopodi e equiseti.

Le briofite sembrano mancare di diversità morfologica, presentano comunque una diversità genetica comparabile a quella delle tracheofite, il che si esprime in una diversità biochimica che le protegge dall'essiccazione, dal calore, dal freddo e dagli erbivori.

Man mano che impariamo a conoscere meglio le relazioni evolutive delle briofite, i nomi dei gruppi tassonomici in cui sono inserite cambiano: il gruppo un tempo conosciuto come Bryophyta è stato suddiviso in tre phyla (divisioni): Marchantiophyta, Anthocerotophyta, Bryophyta. È possibile che si verifichino ulteriori variazioni, in particolare in Sphagnophyta o Takakiophyta. Quindi nonostante l'inconveniente di dover tenere traccia dei nomi e delle loro equivalenze, questi continueranno a cambiare, e rispecchieranno sempre più la storia evolutive di questi organismi.

Differenze all'interno della Bryobiotina

All'interno delle Bryobiotina, esistono distinte differenze tra i phyla e le classi. Queste differenze, importanti da un punto di vista evolutivo, e sono state parzialmente già illustrate nelle lezioni precedenti. È necessario però considerare anche le caratteristiche biochimiche, che giocano un ruolo fondamentale nelle loro capacità ecologiche. Le Marchantiophyta che possiedono corpi oleosi sintetizzano mono-, sesqui- e di- terpeni così come terpenoidi, come fanno anche alcune Anthocerotophyta, mentre le Bryophyta producono triterpeni. Tutte queste sostanze sono più simili ai terpenoidi delle tracheofite che a quelli delle alghe. Le Marchantiophyta presentano comunemente glicosidi flavonoidi, mentre solo circa un quarto delle Briofite li possiede.

L'acido lunularico, che agisce come regolatore della crescita e fattore di dormienza, è presente in tutti gli ordini di Marchantiophyta, ma in nessuna Bryophyta o alga. I membri delle Anthocerotophyta non hanno acido lunularico e hanno una via per la degradazione della D-metionina (un amminoacido) diversa da quella delle Marchantiophyta.

Gli sfagni sembrano essere anticonformisti in tutto e per tutto, con una completa acetilizzazione della D-metionina, un processo diverso da quello di altri muschi e di tutte le epatiche, e anche i suoi flavonoidi si differenziano da quelli delle altre Briobiotina e anche delle tracheofite. Le Briofite hanno l'ABA, le Marchantiofite no. Anche i componenti della parete cellulare differiscono tra muschi ed epatiche, con le pareti cellulari mature dei muschi (Bryophyta) che si colorano con aceto-orceina, ma non quelle delle epatiche (Marchantiophyta).

(Liberamente tradotto e adattato da Bryophyte Ecology di Janice Glime)

Carattere	Marchantiophyta	Bryophyta	Anthocerotophyta
Protonema	Perlopiù globoso o talloide, forma una gemma; non formano diaspore vegetative	Filamentose, formano molte gemme; possono produrre diaspore vegetative	Globose, formano una sola gemma; non formano diaspore vegetative
Forma del gametofito	Caulidio foglioso o tallo; semplice o con camere aerifere; dorso-ventrale	Caulidi fogliosi	Tallo semplice; dorso-ventrale
Ramificazioni	Derivano da cellule iniziali dei fillidi o da cellule interne del caulidio, raramente dall'epidermide del caulidio	Derivano dall'epidermide del caulidio	(Non presenta ramificazioni)
Origine dei fillidi	2 cellule iniziali (1 in Calobryales e Metzgeriales)	1 cellula iniziale	(Non presenta fillidi)
Disposizione fillidi	Fillidi in 2 o 3 file, la fila ventrale generalmente di forma differente (amfigastri)	Fillidi generalmente disposti a spirale	(Non presenta fillidi)
Forma dei fillidi	Fillidi unistratificati, divisi in due lobi e senza costa	Fillidi perlopiù unistratificati, intere, costa presente in alcune	(Solo specie tallose)
Cellule del fillidio/tallo	Generalmente isodiametriche, presentano trigoni; cloroplasti numerosi	Spesso elongate, raramente presentano trigoni; cloroplasti numerosi	Non presentano trigoni; 1-4 grandi cloroplasti
Organelli specifici	Corpi oleosi (oil bodies) complessi spesso presenti	Corpi oleosi semplici, piccoli o non presenti	Plastidi singoli con pirenoidi
Diaspore vegetative	Comuni sui fillidi	Comuni sui fillidi, caulidi, rizoidi o protonema	Assenti
Cellule conduttrici di acqua (idroidi)	Presenti solo in poche forme talloidi semplici	Presenti sia nei gametofiti che negli sprofiti di diverse specie	Assenti
Rizoidi	Unicellulari, ialini	Multicellulari, marrone	Unicellulari, ialini
Posizione dei gametangi	Raggruppati apicalmente (nelle forme fogliose) o sulla superficie dorsale (superiore) del tallo	Raggruppati apicalmente	Immersi nel tallo, sparsi
Parafisi	Generalmente mancanti; spesso presenti filamenti mucilluginosi	Generalmenti associate ad anteridi e archegoni	Mancanti
Crescita dello sporofito	Apicale	Apicale	Crescita continua da meristema basale
Stomi	Assenti in entrambe le generazioni, ma pori presenti in alcuni gametofiti tallosi	Presenti sulla capsula dello sporofito	Presenti sia nel gametofito che nello sporofito

Seta	Si allunga giusto prima del rilascio delle spore, ialina, rigida quando turgida, deliquescente	Fotosintetica, emergente dal gametofito già nelle prime fasi di sviluppo in Bryopsida e Polytrichopsida, rigida a causa della struttura cellulare, persistente; non allungata in Sphagnopsida - pseudopodio presente	Assente
Caliptra	Si rompe e resta alla base della seta, non ha influenza sulla forma della capsula	Si rompe e persiste all'apice della seta, influenza la forma della capsula	Mancante
Capsula	Indifferenziata, sferica o elongata; rivestimento uni- o multistratificato; spesso con ispessimenti trasversali o nodulari	Complessa con opercolo; teca, e collo; rivestimento multistratificato; manca ispessimenti trasversali o nodulari	Indifferenziata, corniforme, rivestimento multistratificato
Cellule sterili nella capsula	Elateri con ispessimenti spiralati	Columella	Columella e pseudoelateri
Deiscenza della capsula	In 4 valve; spore rilasciate simultaneamente	A livello dell'opercolo e dei denti del peristoma in Bryopsida e Polytrichopsida, spore rilasciate gradualmente nel tempo; valvate in Takakiopsida, Andreaeopsida e Andreaebryopsida; peristoma mancante in Sphagnopsida	In 2 valve; le spore maturano e vengono rilasciate gradualmente nel tempo
Chimica	Monoterpeni, sesquiterpeni e diterpeni; acido lunularico	Triterpeni; ABA*	Terpenoidi (?)

Tabella 1. Comparazione dei phyla di Bryobiotina. Ampliato da Crandall-Stotler (1996) e Gradstein *et al.* (2001).

Da "Bryophyte Ecology di Janice Glime".

* ABA acido abscissico. Fitormone. Regolatore dell'organizzazione della risposta a stress ambientali, origine antica e ben conservato nei genomi delle piante terrestri. Ruolo determinante durante la colonizzazione dell'ambiente terrestre.

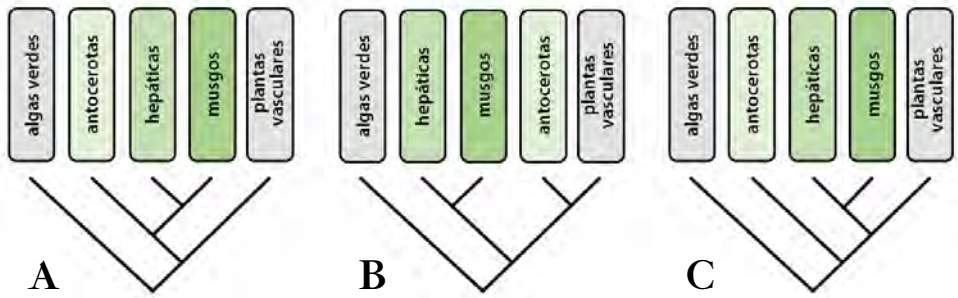


Figura 9.- Las tres propuestas de relaciones de los briófitos con el resto de plantas. Puttick & al. (2018) defienden la propuesta A, que muestra a los briófitos monofiléticos, y proponen el término Setaphyta para el conjunto de hepáticas y musgos. Sin embargo, Rensing (2018) propone que las propuestas B y C no pueden ser rechazadas de plano sin tener más datos (imagen modificada a partir de Rensing, 2018).

líquenes foliosos parecen hepáticas talosas o antocerotas porque también tienen un cuerpo vegetativo taloso. Sin embargo, los líquenes, en caso de ser verdosos, tendrán la superficie ventral blanquecina o grisácea. Por el contrario, las hepáticas y antocerotas son todas verdes excepto *Aneura mirabilis*, una hepática muy rara que no tiene clorofila y que ‘roba’ los productos fotosintéticos engañando a un hongo que forma micorrizas con pinos o abedules. En el caso de los musgos, la principal confusión se dará con algún helecho del grupo de los licófitos, principalmente *Selaginella*, aunque este género tiene las hojas bastante rígidas y punzantes y es bastante más grande que la mayoría de los musgos.

Históricamente, los briófitos se han estudiado como un único grupo dado que comparten ciclo biológico y también a su similitud morfológica, biológica y ecológica. Sin embargo, y como ya como hemos dicho, son en realidad tres grupos cuyas relaciones entre sí y con las plantas vasculares no está totalmente clarificada, habiendo tres principales hipótesis en discusión (Fig. 9), y que seguro que serán objeto de estudio en los próximos años.

Relación de los briófitos con el agua Una característica fundamental de los briófitos, y que les diferencia del resto de plantas terrestres, es que son poiquilohídricos. Esto quiere decir que su nivel de hidratación está en equilibrio con la humedad ambiental; no regulan activamente su nivel de agua interna. La consecuencia es que el gametófito no necesita estomas, tejidos de protección o cutícula que eviten la evaporación, ni raíces para



Figura 10.- Algunas de las herramientas imprescindibles para estudiar briófitos en el campo: navaja con seguro (las mías Opinel n.º 8 inox.), portaminas (de 5,2 y 2 mm), rotulador permanente de tinta negra, pulverizador de agua, sobres de papel, papel milimetrado plastificado y lupa de campo (de izquierda a derecha, lupa x20 de Euromex, de x14 y x20 de Bausch & Lomb y una Lichen candelaris x20, fabricada por Erich Zimmermann).

Otras herramientas muy recomendables serían:

- Cámara de fotos con macro. Aunque hacer buenas fotos macro no es sencillo, sí que conviene tener alguna foto general de la zona de estudio, que unida a la descripción que haremos en la libreta de campo, nos permitirá conocer en detalle en dónde vive cada especie. Entre las cámaras compactas, la Olympus TG-6 nos permitirá tomar fotografías macro y súper-macro de referencia de buena calidad y georreferenciadas.
- Alguna otra guía en papel o pdf de las indicadas en el capítulo **Para saber más** (p. ej., Casas & al., 2020; Casas & al., 2009; Wirth & al., 2004).

CHIAVE DI RICONOSCIMENTO DEI PRINCIPALI GRUPPI DI BRIOFITE

- 1 Piante tallose, nelle quali non si ha una chiara differenziazione in fusticini e foglioline
.....Hepaticae tallose (pag. 2)
- 1 Piante con differenziazione di fusticini e foglie2
- 2 Tessuto fogliare con cellule strette verdi (clorociti) e cellule grandi incolori (ialociti). Lungo il fusticino rami in gran parte patenti, alcuni riflessi ed appressati al fusticino. Sulla cima della pianta ci sono molti rami brevi riuniti in un ciuffo densoSphagnidae (pag. 5)
- 2 Foglioline generalmente con cellule ugualmente verdi; raramente sono presenti alla base delle foglioline cellule incolori. Rami mai riuniti in ciuffi densi sulla cima del fusticino3
- 3 Foglioline ad inserzione spiralata o disposte in 3 serie (fusticini mai monosimmetrici!)4
- 3 Fusticini appiattiti con foglioline disposte in 2 serie o comunque monosimmetrici; talvolta le foglioline sono ridotte a filamenti larghi da una a poche cellule5
- 4 Capsula deiscente con 4 fessure longitudinali. Piccolo muschio epilittico da bruno-nero a bruno-rame
.....Andreaeidae (pag. 5)
- 4 Capsula deiscente con un coperchio, raramente per disfacimento della parete della capsulaBryidae (pag. 5)
- 5 Foglioline provviste di nervatura oppure di una doppia nervatura breveBryidae (pag. 5)
- 5 Foglioline senza nervatura (in *Diplophyllum* puo' essere presente una falsa nervatura)6
- 6 Foglioline con una semplice punta oppure arrotondate. In quest'ultimo caso, foglioline lunghe 4-6 mm, a margine intero e con cellule grandi, le quali sono 2-4 volte piu' lunghe che largheBryidae (pag. 5)
- 6 Foglioline con 2-5 punte o lobi oppure ridotte a filamenti larghi da una a poche cellule oppure arrotondate. In quest'ultimo caso, foglioline o piu' piccole di 4 mm oppure a margine dentato, con piccole cellule rotonde o poligonaliHepaticae fogliose (pag. 3)

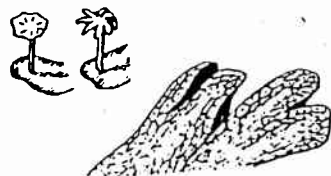


L. G. 1950

HEPATICAE

a) Tallose:

1 Tallo differenziato (sez. trasversale!) in due parti: un tessuto assimilatore superiore molto verde ed un parenchima incolore inferiore. Tallo spesso areolato superiormente. Sporogoni sul lato inferiore di formazioni a forma di cappello pedicellato (rami archegoniofori) (Marchantiales)2



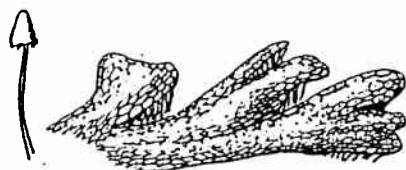
1 Tallo senza differenziazione tissutale c.s. e mai areolato superiormente. Sporogono portati singolarmente sulla superficie superiore o inferiore del tallo (Metzgeriales)3



2 Tallo con coppe propagulifere e linea mediana nera sulla superficie superiore, non sempre chiaramente areolata; rami gametangiofori con espansione lobata a forma di stella. Stazioni umide ricche in nutrienti
.....*Marchantia polymorpha* L.



2 Tallo senza coppe propagulifere e linea mediana nera sulla superficie superiore, provvista di areole con un punto bianco nel centro; rami archegoniofori con cappello a forma di cono, rami anteridiofori non pedicellati. Su terreno umido, roccia, muri; calcifila
.....*Conocephalum conicum* (L.) Lindb.



3 Tallo lineare, largo 0,3-2 mm, a ramificazione dicotomica, con una chiara nervatura mediana fino all'estremità delle ramificazioni. Sporogoni sulla pagina inferiore del tallo in corrispondenza della nervatura. Su roccia o corteccia (liscia)*Metzgeria* sp.pl.



3 Tallo di altro tipo, senza nervatura mediana o con nervatura poco marcata, che non raggiunge l'estremità delle ramificazioni4

4 Tallo sempre senza nervatura mediana. Ramificazioni principali larghe 0,3-10 mm, riccamente ed irregolarmente ramificate. Sporogoni su brevi ramificazioni laterali al margine del tallo. Su ceppaie marcescenti o suolo
.....*Riccardia* sp.pl.



4 Tallo largo 4-15 mm, ramificato più o meno dicotomicamente; provvisto di una larga nervatura mediana. Sporogoni sulla superficie del tallo. Su suolo umido, fossati, scarpate*Pellia* sp.pl.



L. G. S. C. M. I.

b) Fogliose:

1 Foglioline laterali divise in numerose lacinie costituite superiormente da una sola serie di cellule2

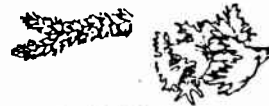


1 Foglioline laterali non c.s. (tutt'al piu' terminanti in solo due lacinie con cellule uniseriate)3

2 Foglioline laterali divise fino alla base. Pianta con habitus doppiamente pennato, formante tappeti verde-pallidi con aspetto lanoso. Su suolo e roccia in luoghi umidi*Trichocolea tomentella* (Ehrh.) Dum.



2 Foglioline laterali divise fino a meta'. Pianta con habitus pennato formante tappeti verde-bruni. Su legno marcio, suolo o roccia*Ptilidium* sp.pl.



3 Foglioline laterali composte da un lobo superiore e un lobo inferiore4



3 Foglioline laterali senza distinzione di lobo superiore ed inferiore8



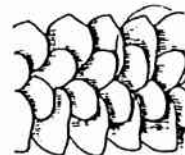
4 Lobo superiore delle foglioline laterali piu' piccolo del lobo inferiore5

4 Lobo superiore delle foglioline laterali piu' grande del lobo inferiore6

5 Lobo inferiore delle foglioline laterali 3-4 volte 'piu' lunghe che larghe. Lobo superiore ligulato, ellittico, formante con il fusticino un angolo piu' acuto di quello del lobo inferiore. Talvolta e' presente al centro dei lobi una falsa nervatura. Su suolo e roccia .*Diplophyllum* sp.pl.



5 Lobo inferiore delle foglioline laterali fino a 2 volte piu' lunghe che larghe. Lobo superiore ovale, rotondo o cuoriforme, piu' o meno direzionato come il lobo inferiore. Su suolo roccia, legno marcio, in acque correnti o stagnanti*Scapania* sp.pl.



6 Lobo inferiore delle foglioline laterali a forma di sacco (sacco acquifero). Lobo superiore rotondo-ellittico. Pianta color rame, bruna o nerastra. Su roccia, corteccia o suolo*Frullania* sp.pl.



6 Lobo inferiore delle foglioline laterali non c.s.7

7 Fusticino con foglioline ventrali (anfigastri). Pianta di color verde scuro. Su roccia, corteccia o suolo*Porella* sp.pl.



7 Fusticino senza foglioline ventrali. Pianta di color verde chiaro. Su legno o corteccia di latifoglie oppure su cep-

MUSCI

Andreaeidae

Piante formanti cuscinetti su rocce cristalline del piano montano ed alpino Andreaea sp.pl.



Sphagnidae

Piante formanti grandi cuscinetti, spesso verde-pallidi su terreni torbosi Sphagnum sp.pl.



Bryidae

Piante con sporogoni

1 Sporogoni all'apice dei fusticini oppure su ramificazioni laterali principalia) Muschi apocarpi (pag. 6)

1 Sporogoni su brevi rami laterali2

2 Capsula su una seta breve a lato del fusticino
.....a) Muschi apocarpi (pag. 6)

2 Capsula su una seta lunga3

3 Fusticini semplice. Foglioline disposte in due serie
.....a) Muschi apocarpi (pag. 6)

3 Fusticini con molte ramificazioni laterali
.....b) Muschi pleurocarpi (pag. 11)



Piante senza sporogoni

1 Fusticini semplici o poco ramificati. Ramificazioni appressatea) Muschi apocarpi (pag. 6)

1 Fusticini con numerose ramificazioni laterali, fino a pennati2

2 Foglioline terminanti con una punta ialina bianca o con un pelo ialino biancoa) Muschi apocarpi (pag. 6)

2 Foglioline non c.s.

3 Piante acquatiche con cellule delle foglioline isodiametriche (parenchimatice)a) Muschi apocarpi (pag. 6)

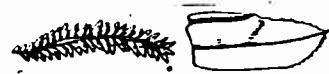
3 Piante con cellule delle foglioline allungate (prosenchimatice) o, se isodiametriche, allora pianta non acquatica ..
.....b) Muschi pleurocarpi (pag. 11)

a) Muschi apocarpi:

1 Pianta con foglioline disposte in due serie opposte e quindi ramificazioni appiattite2

1 Pianta con foglioline non disposte c.s.3

2 Foglioline provviste di una chiara nervatura e di un'ala dorsale, non saldate e fuse fra di loro. In stazioni umide su roccia, suolo legno*Fissidens* sp.pl.



2 Foglioline senza nervatura ed ala dorsale, saldate e fuse fra di loro alla base. Su roccia non calcarea, in fessure orizzontali molto ombreggiate, in cui il protonema emana dei riflessi verde-oro
.....*Schistostega pennata* (Hedw.) Web. & Mohr



3 Foglioline terminanti con una punta ialina oppure con un pelo ialino4

3 Foglioline non c.s.10



4 Foglioline terminanti con una punta ialina5



4 Foglioline terminanti con un pelo ialino6



5 Foglioline largamente ovali con una punta breve. Pianta alta fino ad 1 cm, con fusticini e ramificazioni in forma di amenti, formante per lo piu' pulvini densi di colore da verde-bianco a bianco-argenteo. Su terra e muri; frequente fra le pietre dei selciati*Bryum argenteum* Hedw.



5 Foglioline lanceolate terminanti con una punta allungata, che talvolta diviene piliforme all'apice. Pianta alta fino a 2 cm, formante piccoli pulvini densi con riflessi biancastri. Seta molto breve e capsula talvolta quasi sessile. Su pietre, muri, tetti*Grimmia* sp.pl.



6 Foglioline con punta che si trasforma generalmente in modo graduale in pelo ialino7

6 Foglioline ristrette bruscamente all'apice per terminare con un pelo ialino9

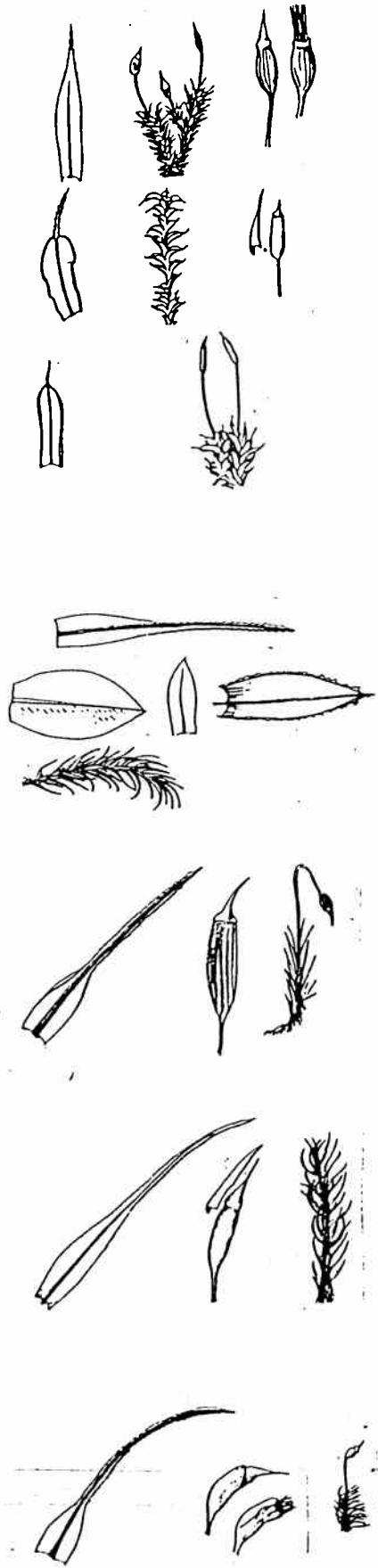
7 Foglioline largamente ovali. Pianta alta fino a 3 cm, formante in parte pulvini di colore da verde-carico a verde-sporco, internamente spesso bruno-rossastri, con un feltro di rizoidi molto sviluppato. Foglioline superiori disposte in forma di rosetta. Su pietre, muri, tetti, suolo e legno*Bryum capillare* agg.



7 Foglioline lanceolate8

L. 1111

- 8 Seta dello sporofito molto breve, talvolta quasi nulla .
cfr. 3. *Grimmia* sp.pl.
- 8 Seta dello sporofito lunga. Pianta alta fino a 4 cm, da
 prostrata ad eretta, con ramificazioni laterali molto
 brevi. Foglioline talvolta denticulate. Su pietra, muri,
 tetti; calcifugo*Rhacomitrium* sp.pl.
- 9 Foglioline terminanti in un pelo ialino denticulato. Pianta
 alta fino a 4 cm, formante per lo piu' pulvini. Su
 pietra, muri, tetti, suolo
*Tortula ruralis* (Hedw.) Gaertn., Meyer & Scherb. s.l.
- 9 Foglioline terminanti in un pelo ialino liscio. Pianta
 alta fino a 1,5 cm, formante piccoli pulvini densi di
 color verde-blauastro, con riflessi grigio-bianchi. Sporo-
 fiti quasi sempre presenti. Su pietra, muri, tetti
*Tortula muralis* Hedw.
- 10 Pianta di taglia piccola, lunga solo fino a 2(-3) cm .11
- 10 Pianta sempre piu' lunga di 3 cm21
- 11 Foglioline strette e allungate12
- 11 Foglioline larghe, piu' o meno ovali19
- 12 Foglioline terminanti in una lunga punta stretta, spesso
 dentata, in parte piegate verso un lato13
- 12 Foglioline non c.s.16
- 13 Nervatura delle foglioline molto robusta, larga da 1/3 a
 3/4 del lembo. Punta delle foglioline dentata e piu' o meno
 diritta. Sporofito con capsula costata longitudinalmente e
 seta piegata a forma di collo di cigno. Su suolo (humus
 grezzo, torba), roccia; calcifugo*Campylopus* sp.pl.
- 13 Nervatura delle foglioline larga meno di 1/3 del lembo .14
- 14 Foglioline provviste di orecchiette (cellule chiaramente
 differenziate ai lati del lembo alla base della foglio-
 line) e dentate nella meta' apicale. Sporofito con
 capsula eretta e liscia. Pianta di color verde chiaro
 raramente fruttificante. Su legno marcio di conifere ...
*Orthodicranum montanum* (B.S.G.) Loeske
- 14 Foglioline sprovviste di orecchiette15
- 15 Cellule della meta' superiore delle foglioline allungate.
 Foglioline fortemente piegate su un lato, falciformi, con
 punta finemente dentata. Sporofito con capsula debolmente
 costata longitudinalmente. Pianta formante tappeti densi
 di color verde-chiaro, lucente. Su suolo, roccia, soprat-



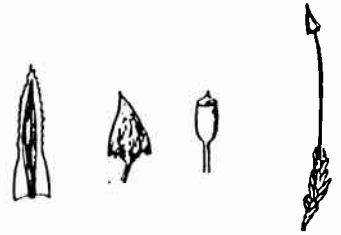
L. C. 15. 21111

tutto ai bordi di strade incassate; calcifugo
*Dicranella heteromalla* (Hedw.) Schimp.

15 Cellule della meta' superiore delle foglioline piu' o meno quadrate. Foglioline a margine intero. Sporofito con capsula eretta e liscia. Pianta di color verde-bruno. Su vecchi tronchi (soprattutto di quercia), su tetti di paglia*Dicranoweisia cirrata* (Hedw.) Lindb.



16 Foglioline strette, ligulate, con lamelle di assimilazione sulla superficie superiore (fare una sezione trasversale delle foglioline!). Sporofito con capsula cilindrica coperta da una caliptra finemente pubescente. Pianta rigida di color verde-scuro con protonema persistente. Su suolo boschivo sabbioso in stazioni soleggiate; calcifugo*Pogonatum aloides* (Hedw.) P.Beauv.

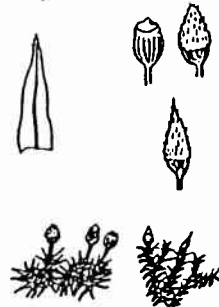


16 Foglioline senza lamelle di assimilazione17

17 Cellule della meta' superiore delle foglioline con pareti sottili e lume subquadrato; cellule alla base delle foglioline brevemente rettangolari. Foglioline largamente lanceolate, generalmente appuntite, con margine revoluti. Sporofito con capsula e seta di color rosso lucente. Pianta formante tappeti di color verde-brunastro. Su suolo sabbioso, raramente roccia
*Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid.



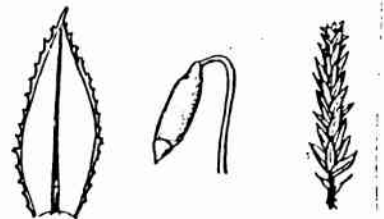
17 Cellule della meta' superiore delle foglioline con pareti spesse e lume regolarmente arrotondato; cellule alla base delle foglioline rettangolari allungate. Foglioline appuntite o arrotondate, non terminanti in una lunga punta. Sporofito con capsula provvista per lo piu' di 8 costole longitudinali, coperta da una caliptra campanulata. Pianta formante piccoli pulvini di color verde-scuro, giallastro, brunastro o nerastro, frequentemente fruttificante. Su corteccia e roccia18



18 Foglioline nel secco piu' o meno diritte e rigide, senza banda ialina ai bordi della loro base
*Orthotrichum* sp.pl.

18 Foglioline nel secco arriciate, increspate, con una banda ialina ai bordi della loro base*Ulota* sp.pl.

19 Foglioline con margine spesso e dentato. Sporofito con seta rossa e capsula pendente, piriforme. Pianta con assi prostrati o eretti formanti estesi tappeti. Su suolo acido, alla base di alberi, su legno marcio
*Mnium hornum* Hedw.



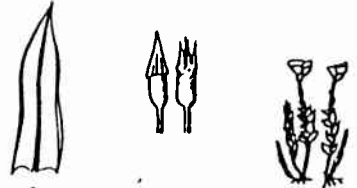
19 Foglioline non c.s., tutt'al piu' denticulate solo sulla punta20

20 Foglioline nel secco raccolte assieme in forma di cipol-

la, da umide erette, largamente ovali, con una breve punta, a margine quasi del tutto intero. Nervatura terminante prima della punta fogliare. Sporofito con seta giallastra, piegata nel secco, e capsula pendente, striata, di color rosso. Pianta annuale formante tappeti densi o lassi. Su suolo, spesso in posti ove in passato si accendevano fuochi
Funaria hygrometrica Hedw.



20 Foglioline con nervatura robusta che raggiunge quasi la punta fogliare. Sporofito con capsula eretta, provvista di peristomio quadridentato. Pianta formante tappeti densi e in parte con propaguli contenuti in "coppe". Su legno marcio, humus grezzo, in boschi umidi
Tetraphis pallucida Hedw.



21 Foglioline strette, lunghe, appuntite, con lamelle di assimilazione sulla superficie superiore (fare una sezione trasversale delle foglioline!)22

21 Foglioline senza lamelle di assimilazione24

22 Foglioline con margine ingrossato, piu' o meno ondulate trasversalmente, non guainanti il fusticino. Sporofito con capsula a sezione circolare, piegata, coperta da una caliptra glabra. Pianta di color verde-scuro, raramente ramificata, con foglioline spaziate. Su suoli boschivi sabbiosi
Atrichum undulatum (Hedw.) P.Beauv.



22 Foglioline rigide, aghiformi, senza margine ingrossato, mai ondulate trasversalmente, guainanti il fusticino alla base. Nel secco le foglioline stanno strettamente appressate al fusticino. Caliptra da poco a molto pelosa23

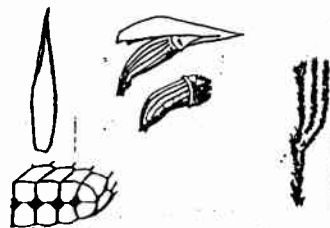
23 Fusticini biforcati superiormente. Sporofito con capsula a sezione circolare. Protonema persistente. Su suolo; calcifugo
Pogonatum urnigerum (Hedw.) P.Beauv.



23 Fusticini di regola semplici, talvolta ramificati in forma di ciuffo superiormente, alti fino a 20 cm. Sporofito con capsula a sezione quadrangolare o esagonale. Per lo piu' su suolo boschivo
Polytrichum sp.pl.



24 Foglioline lanceolate, a punta tubulosa, sprovviste di nervatura e costituite (v. sezione trasversale!) da cellule verdi sottili (clorociti) circondate da grandi cellule morte incolori con pori sulle pareti (ialociti). Pianta di color verde-pallido, formante pulvini convessi molto densi di diametro fino a 20 cm, biancastri da secchi. Su suolo boschivo; calcifugo
Leucobryum glaucum (Hedw.) Angstr.



24 Foglioline e pianta non c.s.25

25 Foglioline strette e lungamente appuntite26

25 Foglioline larghe di forma piu' o meno ligulata o ovale .
.....28

26 Foglioline lineari-lanceolate, da umide patenti e serpeggianti, nel secco fortemente arricciate. Sporofito con capsula eretta. Pianta con denso tomento brunoruggine sul fusticino. Su roccia e suolo; calcifilo
.....Tortella tortuosa (Hedw.) Limpr.



26 Foglioline piegate su un lato a forma di falce27

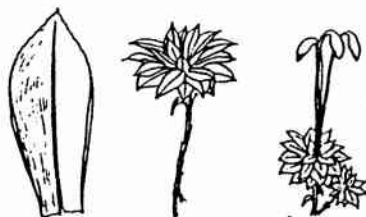
27 Foglioline con nervatura molto larga (1/3 del lembo), con alla base orecchiette incolori evidenti. Le foglioline si staccano facilmente dal fusticino (propagazione vegetativa). Sporofito con seta piegata a forma di collo di cigno e capsula allungata e diritta. Pianta di color verdechiaro, con un fitto feltro rosso di rizoidi e formante densi pulvini. Su suolo, legno marcio; calcifugo
.....Dicranodontium denudatum (Brid.) Britt.



27 Foglioline con nervatura larga meno di 1/3 del lembo, con alla base orecchiette evidenti, in parte ondulato. Sporofito con capsula allungata e incurvata. Pianta con un fitto feltro di rizoidi e formante ramificazioni in parte a forma di scopa. Su suolo boschivo, roccia, legno
.....Dicranum sp.pl.

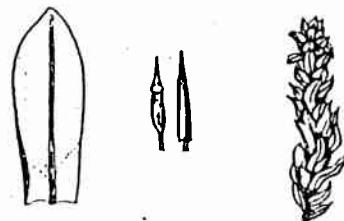


28 Pianta con un ciuffo di foglioline grandi e lungamente spatolate all'apice del fusticino, riunite in forma di rosetta. Al di sotto di tale ciuffo si trovano sulla parte eretta del fusticino (alta fino a 6 cm) piccole foglioline squamiformi. Sporofiti da 1 a 3, riuniti all'apice del fusticino. Su suolo boschivo umido, in cespuglieti lungo i fiumi
.....Rhodobryum roseum (Hedw.) Limpr.



28 Pianta senza rosetta di foglioline all'apice del fusticino29

29 Foglioline senza margine ingrossato, ligulate, lunghe fino a 6 mm, nel secco fortemente contorte. Sporofito con seta rossa, capsula eretta provvista di striae spiralate e caliptra campanulata molto grande. Pianta con numerosi propaguli filamentososi bruni, lunga fino a 4 cm, ma in genere piu' piccola. Su roccia, suolo; calcifilo
.....Encalypta streptocarpa Hedw.

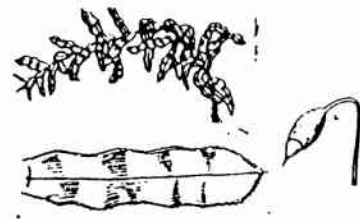


29 Foglioline con margine ingrossato, piu' o meno ovali e, se ligulate, lunghe fino a oltre 1 cm. Sporofito con capsula ovale-cilindrica pendente o inclinata30

30 Foglioline ligulate, lunghe fino a piu' di 1 cm e ondulato trasversalmente. Pianta lunga fino a un decimetro

1000-1100

con assi fertili eretti a ramificazione spesso dendroide e con assi sterili pendenti. Su suolo boschivo e prati umidi ombreggiati*Plagiomnium undulatum* (Hedw.) Kop.



30 Foglioline da ovali a rotonde. Pianta lunga fino a 5 cm con assi sterili eretti o prostrati. Su suolo boschivo*Mnium* s.l. sp.pl.



b) Muschi pleurocarpi:

1 Pianta con portamento dendroide2

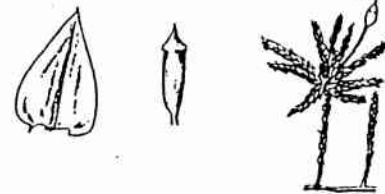


1 Pianta non c.s.3

2 Ramificazioni del fusticino disposte in due serie laterali. Pianta formante tappeti lassi di color verde-scuro. Su terreno boschivo, roccia; calcifilo*Thamnobryum alopecurum* (Hedw.) Nieuwl.



2 Ramificazioni non disposte c.s., ma formanti un ciuffo all'apice del fusticino. Fusticini portanti numerosi sporofiti. Suprati umidi; un po' calcifugo e sensibile alla concimazione*Climacium dendroides* (Hedw.) Web. & Mohr



3 Pianta con ramificazioni pennate4

3 Pianta con ramificazioni irregolari11



4 Pianta a portamento semplicemente pennato5



4 Pianta a portamento bi-,tri-pennato10



5 Pianta a ramificazioni regolarmente pennate. Foglioline fortemente piegate verso un lato, a forma di falce6

5 Pianta a ramificazioni irregolarmente pennate. Foglioline non c.s.8

6 Nervatura delle foglioline ben sviluppata. Pianta opaca, spesso incrostata di calcare e provvista di un feltro denso di rizoidi. Presso o dentro sorgenti e rivi di acqua ricca in calcare*Cratoneuron commutatum* (Hedw.) Roth



6 Nervatura delle foglioline breve e doppia oppure mancante7

7 Foglioline fortemente pieghettate. Fusticini lunghi fino 20 cm, formanti tappeti lassi, un po' rigidi, di color verde-chiaro. Su suolo boschivo; calcifugo*Ptilium crista-castrensis* (Hedw.) De Not.



7 Foglioline debolmente o per nulla pieghettate, seghettate. Fusticini lunghi fino a 5 cm, formanti tappeti fittamente intrecciati di color verde-giallo. Foglioline dei fusticini molto piu' larghe di quelle delle ramificazioni. Su suolo e roccia; calcifilo



8 Foglioline divergenti dall'asse, con punta piliforme. Pianta lunga fino a 15 cm formante tappeti lassi di color verde-pallido. Su suolo

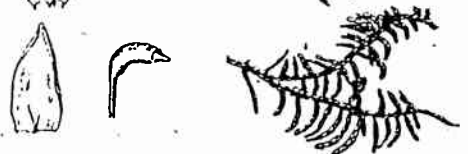


8 Foglioline strettamente appressate all'asse, embriciate

9 Fusticini di color verde-giallo. Pianta formante tappeti lassi di color verde-pallido, lucente. Su suolo boschivo



9 Fusticini di color rosso. Pianta formante tappeti densi di color verde-giallo, lucente. Su suolo boschivo; calcifugo



10 Foglioline con cellule allungate (prosenchimatice), con una nervatura doppia e breve, ristrette bruscamente in una punta stretta. Sporofito con urna ellittica. Pianta di color da verde-bruno a verde-giallo, lucente. Su suolo boschivo; calcifugo



10 Foglioline con cellule rotonde, papillose, con una nervatura robusta che raggiunge la punta della fogliolina, non ristrette bruscamente all'apice. Sporofito con urna cilindrica. Pianta di color verde-chiaro o verde-scuro, opaca. Su suolo boschivo



11 Piante con ramificazioni appiattite



11 Piante non c.s.

12 Cellule della parte apicale delle foglioline da brevemente rombiche a rotondo-esagonali

12 Cellule della parte apicale delle foglioline allungate (prosenchimatice)

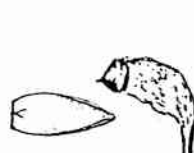
13 Nervatura delle foglioline ben visibile, che spesso oltrepassa la meta' del lembo. Seta dello sporofito lunga (15-25 mm) e di color rosso-scuro. Foglioline tronche all'apice e contorte verso il basso. Su corteccia di latifoglie o pietra



13 Nervatura delle foglioline molto breve o nulla. Seta dello

M. G. P. P. P.

- sporofito breve (10 mm al massimo) e di color giallo.
foglioline con una piccola punta14
- 14 Foglioline piane nel secco. Pianta lunga fino a 5 cm. Su
corteccia o pietra; calcifila
.....*Neckera complanata* (Hedw.) Hueb.
- 14 Foglioline ondulate trasversalmente nel secco. Pianta
lunga fino a 20 cm. Su corteccia o pietra; calcifila ...
.....*Neckera crisper* Hedw.
- 15 Foglioline generalmente seghettate o dentate su tutto o
quasi il perimetro. Ramificazioni debolmente appiattite.
Foglioline patenti, lungamente appuntite e ricurve. Pianta
di color verde-giallo. Su legno marcio e ceppaie
.....*Sharpiella seligeri* (Brid.) Iwats.
- 15 Foglioline a margine intero o dentate solo nella parte
apicale. Ramificazioni fortemente appiattite. Pianta di
color verde chiaro16
- 16 Foglioline ondulate trasversalmente. Pianta lunga fino a
10 cm. Su terreno boschivo; calcifugo
.....*Plagiothecium undulatum* (Hedw.) B.S.G.
- 16 Foglioline non ondulate trasversalmente. Pianta lunga
fino a 6 cm. Frequente nei boschi alla base degli alberi
.....*Plagiothecium* sp.pl.
- 17 Foglioline acute, chiaramente curvate su un lato, spesso a
forma di falce18
- 17 Foglioline per niente o solo un po' curvate su un lato ...
.....19
- 18 Pianta acquatica, di torbiera o di palude. Punte dei
fusticini e delle ramificazioni fortemente curvate.
Pianta piu' o meno eretta*Drepanocladus* sp.pl.
- 18 Pianta di stazioni piu' o meno secche su roccia, terra o
corteccia. Punte dei fusticini e delle ramificazioni
curvate su un lato. Pianta strisciante, a forma di
treccia, un po' appiattita, formante tappeti
.....*Hypnum cupressiforme* Hedw. s.l.
- 19 Foglioline riunite assieme alle terminazioni dei fusticini
e delle ramificazioni per formare una punta diritta, chia-
ra e pungente. Nervatura mancante o solo breve e doppia.
Prati umidi o bordi di vie
.....*Calliergonella cuspidata* (Hedw.) Loeske
- 19 Foglioline mai riunite alle terminazioni degli assi c.s. .
.....20
- 20 Fusticini con foglioline chiaramente patenti anche nel

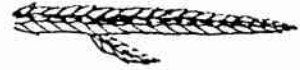


secco. Foglioline da fortemente divergenti a riflesse. Pianta spesso molto robusta, piu' o meno eretta. Foglioline con punta acuta, senza nervatura o con una breve doppia nervatura. Su suolo boschivo, prati



20 Fusticini con foglioline non c.s.21

21 Muschio acquatico robusto. Fusticini, particolarmente all'apice, con foglioline disposte in tre serie, lunghe 3-6 mm, senza nervatura, a margine intero e per lo piu' carenate. In acque correnti .*Fontinalis antipyretica* Hedw.

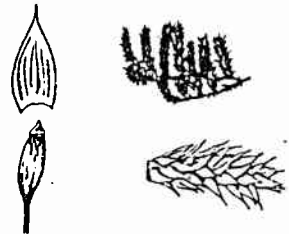


21 Pianta non c.s.22

22 Foglioline sprovviste di nervatura oppure con una nervatura molto breve e doppia

22 Foglioline provviste di una nervatura piu' o meno robusta, lunga almeno la meta' del lembo

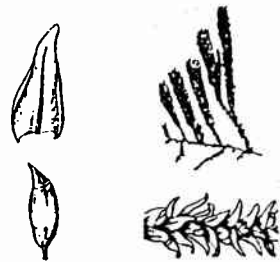
23 Foglioline con 4-6 pieghe longitudinali, appressate allo asse nel secco. Ramificazioni laterali lunghe fino 4 cm, erette, appena ramificate e fortemente curvate. Pianta di color verde-scuro o verde-bruno, con punte delle ramificazioni chiare, non o appena lucente. Sporofito con capsula eretta. Su corteccia o roccia non umida



23 Foglioline senza pieghe longitudinali. Piccola pianta (lunga al massimo 2 cm) formante tappeti di colore da verde-scuro a verde-giallo, di aspetto sericeo, lucente. Spesso sono presenti numerosi sporofiti con capsula eretta. Su legno marcio, corteccia, roccia



24 Foglioline con cellule rotonde o esagonali (parenchimatice), papillose, talora di forma allungata solo alla base del lembo. Foglioline lanceolate, con punta ottusa, con margine intero e convoluto alla base, appressate al fusto nel secco, patenti da umide. Pianta robusta, lunga fino a 10 cm, di colore da verde-bruno a verde-oliva, non o poco lucente, con ramificazioni laterali erette, un po' rigide e appena ramificate. Su corteccia, roccia



24 Foglioline con la maggior parte delle cellule del lembo allungate (prosenchimatice)

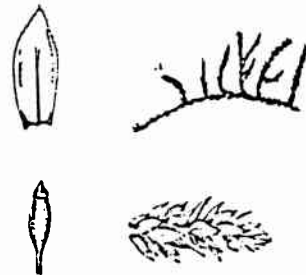
25 Pianta di piccole dimensioni (lunga al massimo 2 cm), con assi e ramificazioni filiformi, delicati ed intricati. Foglioline minuscole (mai piu' larghe di 0,35 mm), lanceolate, appuntite, talvolta piegate verso un lato, a margine intero o, raramente, dentate. La gran parte delle cellule delle foglioline sono 3-5 volte piu' lunghe che larghe.



Sporofito con capsula piu' o meno piegata. Su suolo, roccia, legno *Amblystegium serpens* (Hedw.) B.S.G.

25 Pianta di dimensioni maggiori e con foglioline in genere piu' larghe di 0,35 mm26

26 Ramificazioni primarie erette e curvate, nel secco piegate verso il basso (a coda di topo), ramificate all'apice. Assi con foglioline appressate, amentiformi. Foglioline lungamente ovate, brevemente appuntite, a margine intero o dentate solo sulla punta. Nervatura delle foglioline sottile, semplice o doppia. Cellule sulle ali alla base delle foglioline quadrata e con parete spessa (non rigonfie). Sporofito con capsula eretta, provvista di opercolo brevemente aristato. Pianta formante tappeti densi di color verde-brunastro, opaco. Su corteccia, roccia *Isoetecium alopecuroides* (Dubois) Isov.



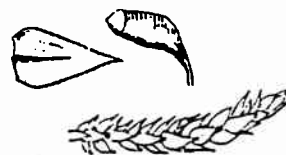
26 Pianta non con tutte le caratteristiche c.s.27

27 Foglioline con margine fortemente seghettato. Nervatura delle foglioline delle ramificazioni che esce sulla faccia dorsale della foglia, formando una specie di spina. Sporofito con capsula provvista di opercolo lungamente rostrato. Pianta piu' o meno prostrata, con assi laterali spesso ramificati in forma dendroide, di color verde, lucente. Su suolo boschivo *Eurhynchium striatum* (Hedw.) Schimp.



27 Foglioline con margine da debolmente seghettato a denticolato. Nervatura delle foglioline mai c.s. Sporofito con capsula provvista di opercolo senza rostro28

28 Foglioline con lembo piu' o meno piegato longitudinalmente e di forma ovale lanceolata, quindi con la larghezza massima al di sopra dell'inserzione sull'asse. Pianta piu' o meno prostrata, lassamente ramificata. Su suolo, legno, roccia *Brachytecium* sp.?



28 Foglioline con lembo fortemente piegato longitudinalmente e di forma triangolare isoscele, quindi con la larghezza massima a livello dell'inserzione sull'asse. Foglioline sempre lungamente appuntite29

29 Pianta formante tappeti tenui, di color verde-giallo o bruno-oro, fortemente lucenti, sericei. Ramificazioni lunghe fino a 2 cm, nel secco piegate verso l'alto. Foglioline finemente seghettate su tutto il margine. Su corteccia, roccia; calcifilo *Homalothecium sericeum* (Hedw.) B.S.G.



29 Pianta formante tappeti robusti e lassi, di color verde-giallo o bruno-oro. Pianta lunga fino a 15 cm con ramificazioni diritte anche nel secco. Foglioline finemente seghettate solo sulla punta. Su roccia, suolo; calcifilo *Homalothecium lutescens* (Hedw.) Robins.

