

Tallofite

**Vegetali**

Cormofite

NON VASCOLARI

BRIOFITE

MUSCHI, EPATICHE, ANTOCEROTE

VASCOLARI

Crittogame vascolari  
(Senza semi)

PTERIDOFITE

FELCI, EQUISETI

(Con semi)

SPERMATOFITE

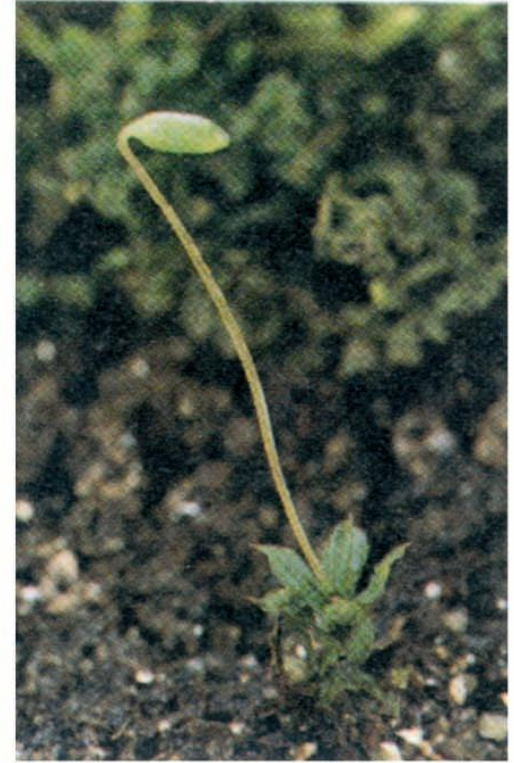
GIMNOSPERME, ANGIOSPERME

DICOTILEDONI, MOCOTILEDONI

# Le briofite, gli anfibi del regno vegetale



(a)



(b)

Numerose prove sperimentali indicano che i primi vegetali comparsi sulla terraferma del nostro pianeta erano molto simili alle briofite attuali.

**Insieme ai licheni, anche oggi, sono i primi organismi a colonizzare ambienti estremi come ad es., le superfici delle rocce.**



**Conquistano ambienti difficili come le fenditure delle rocce grazie alle piccole dimensioni e alla loro semplicità morfologica.**



# Altro esempio di habitat proibitivo

- 3000 m di altezza, Antartide, temperature estive fra  $-10^{\circ}\text{C}$  e  $-30^{\circ}\text{C}$ , il muschio *Campilobus* vive nelle aree scoperte dal ghiaccio (per attività vulcanica la temperatura può occasionalmente raggiungere  $30^{\circ}\text{C}$ ).



(a)



(b)

Le briofite vengono anche definite '**crittogame non vascolari**'.

Mancano di un vero 'sistema' di conduzione o è organizzato in modo molto semplice.

Sono i primi vegetali che possono essere definiti **Embriofite**.



# Comprendono muschi, epatiche ed antocerote



Gametofiti dell'epatica *Marchantia*  
con propaguli vegetativi.

Sono vegetali con **ciclo biologico aplo-diplonte** con alternanza di un gametofito dominante e di uno sporofito dipendente dal gametofito.

## Gametofito

- Epatiche e Antocerote: tallo appiattito (simmetria bilaterale)
- Muschi: tallo cormoide (rizoidi, fusticino, foglioline) (simmetria radiale)
- Gametangi maschili (anteridi) che liberano gameti maschili flagellati (spermatozoidi)
- Gametangi femminili (archegoni) a forma di fiasco con una oosfera (gamete femminile) immobile



Il loro corpo (tallo) è privo di veri tessuti, di un sistema vascolare e di veri organi (foglie, fusti e radici), ma possono presentare filloidi, cauloidi e rizoidi.

Non possedendo vere radici, essi assorbono acqua tramite tutte le cellule che si trovano a contatto con il substrato su cui vivono e dall'atmosfera.





In condizioni di aridità i filloidi di molti muschi formano un **sistema di capillari** che trattengono l'umidità e permettono il trasporto di acqua mediante il fenomeno della capillarità



**Sono organismi capaci di tollerare anche lunghi periodi di aridità perché in grado di sopravvivere in condizione di forte disidratazione.**

**Tuttavia, sono dipendenti dall'acqua per la riproduzione sessuale.**



**Tortula, muschio di ambiente arido (Messico, rocce calcaree) assorbe l'acqua proveniente dalla rugiada o pioggia e si riprende dalla completa secchezza in meno di cinque minuti!!!**





(a)

Muschi in ambienti  
perennemente umidi



(b)

Muschi del genere  
Shagnum, ai margini di laghi  
o paludi. È economicamente  
molto importante e occupa  
circa 1% della superficie  
della terra.



I gametofiti delle briofite a tallo laminare o foglioso sono ancorati al suolo mediante **rizoidi**.

**I rizoidi servono solo per ancorare la  
“pianta” al suolo.**

L'assorbimento dell'acqua e dei sali minerali avviene direttamente lungo tutto il gametofito. Alcuni muschi presentano speciali peli ed altri adattamenti morfologici che facilitano l'assorbimento dell'acqua.

Le Antocerote ed alcune Epatiche hanno un tallo laminare, i loro gametofiti sono ramificati dicotomicamente ed hanno un portamento appiattito/strisciante.

Non contengono cellule vascolari organizzate a formare 'tessuti'.



# Antocerote



Gametofito



Sporofito





I gametofiti di alcune Epatiche e, soprattutto, dei muschi sono più complessi, hanno un aspetto foglioso e presentano strutture simili a "fusti" e "foglie".



Molte briofite si riproducono vegetativamente, per frammentazione del tallo gametofitico.

Piccoli frammenti di gametofito sono in grado di riprodurre un intero organismo.

Nelle Epatiche e nei Muschi è comune la produzione di gemme che originano nuovi gametofiti.

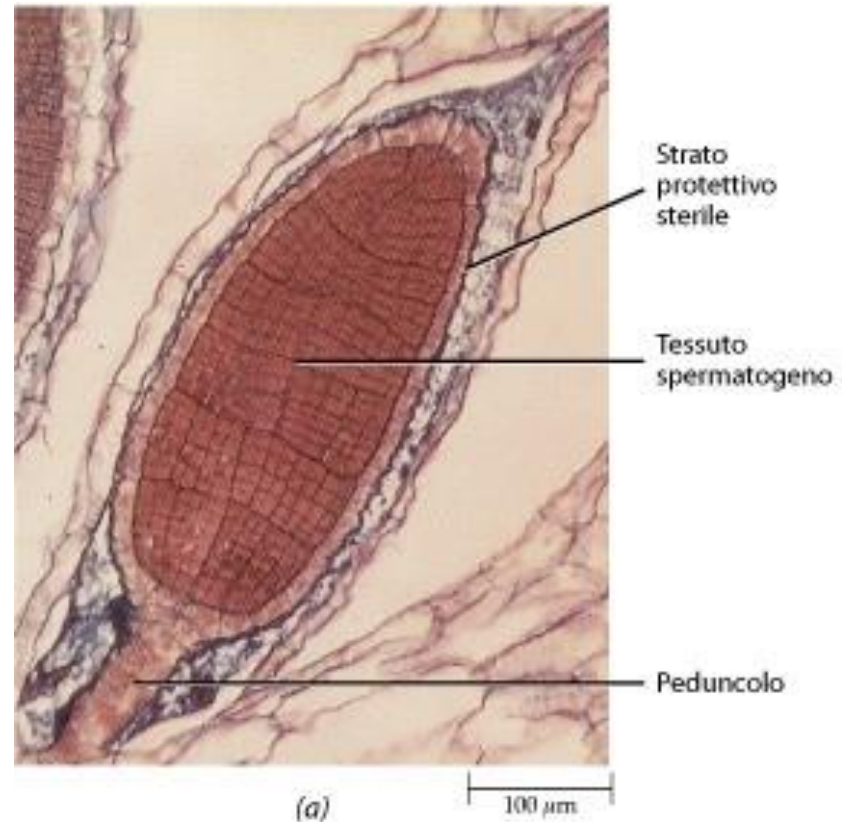


La riproduzione sessuale implica la formazione di gametangi, **ANTERIDI e ARCHEGONI**, spesso portati da gametofiti maschili e femminili separati.

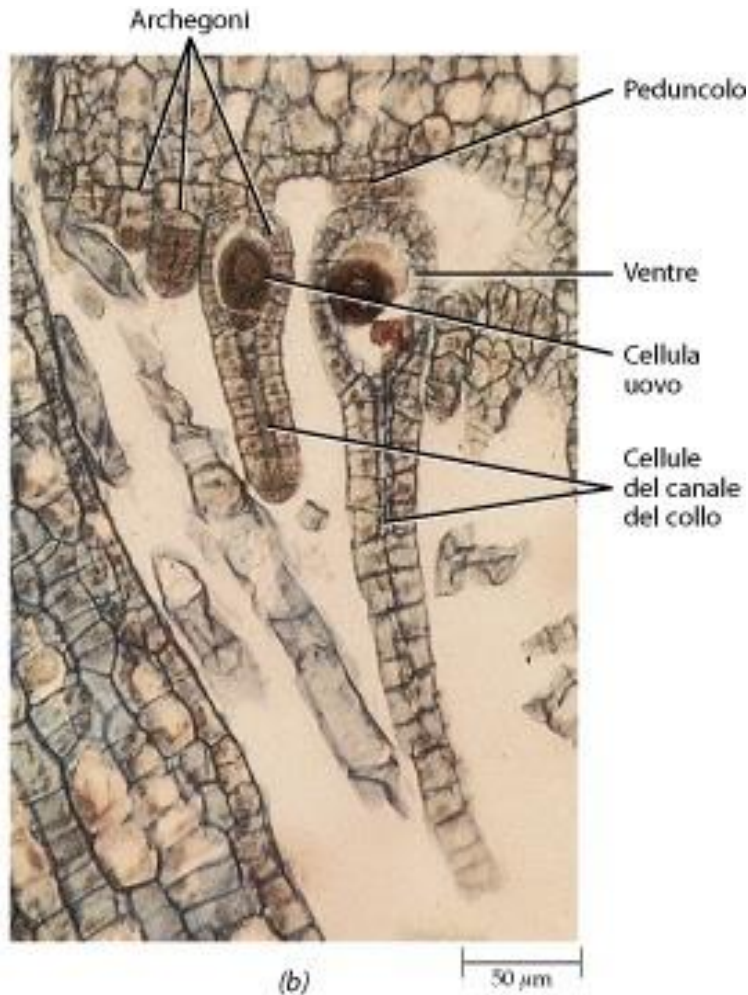


L'anterido è più o meno sferico o allungato, dotato di un peduncolo e uno strato cellulare esterno sterile all'interno del quale si differenzia un tessuto spermatogeno con cellule spermatogene ( $n$ ). Ogni cellula spermatogena forma un solo **SPERMATOZOIDE**, aploide e biflagellato, che deve muoversi nell'acqua per raggiungere l'archegonio.

Anteridio di  
epatica.



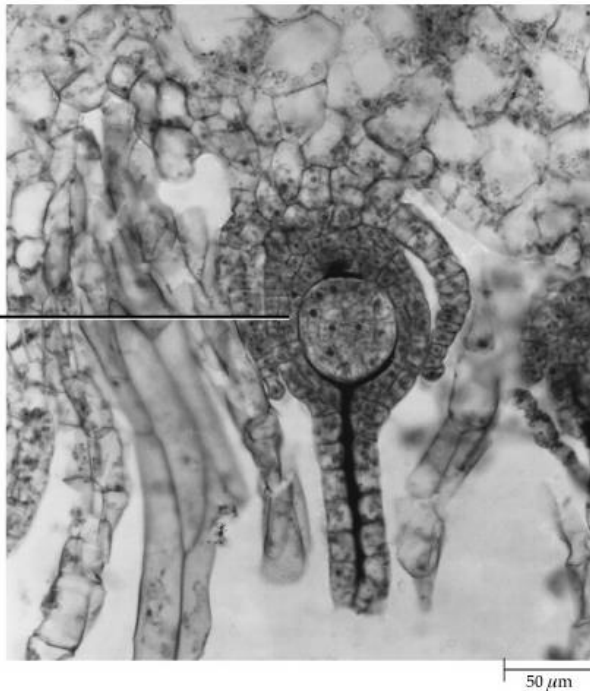
Gli archegoni hanno la forma di un fiasco, con la parte basale allargata detta ventre ed un lungo collo. Nel ventre è presente una sola **CELLULA UOVO**. Gli strati esterni sono costituiti da cellule sterili.



Le cellule del canale del collo subiscono la lisi, producono un fluido che favorisce l'entrata degli spermatozoidi fino a raggiungere la cellula uovo.

Avvenuta la fecondazione, lo zigote rimane all'interno dell'archegonio, quì viene nutrito, assorbendo zuccheri, aa, dal gametofito.

## Nutrizione matrofica



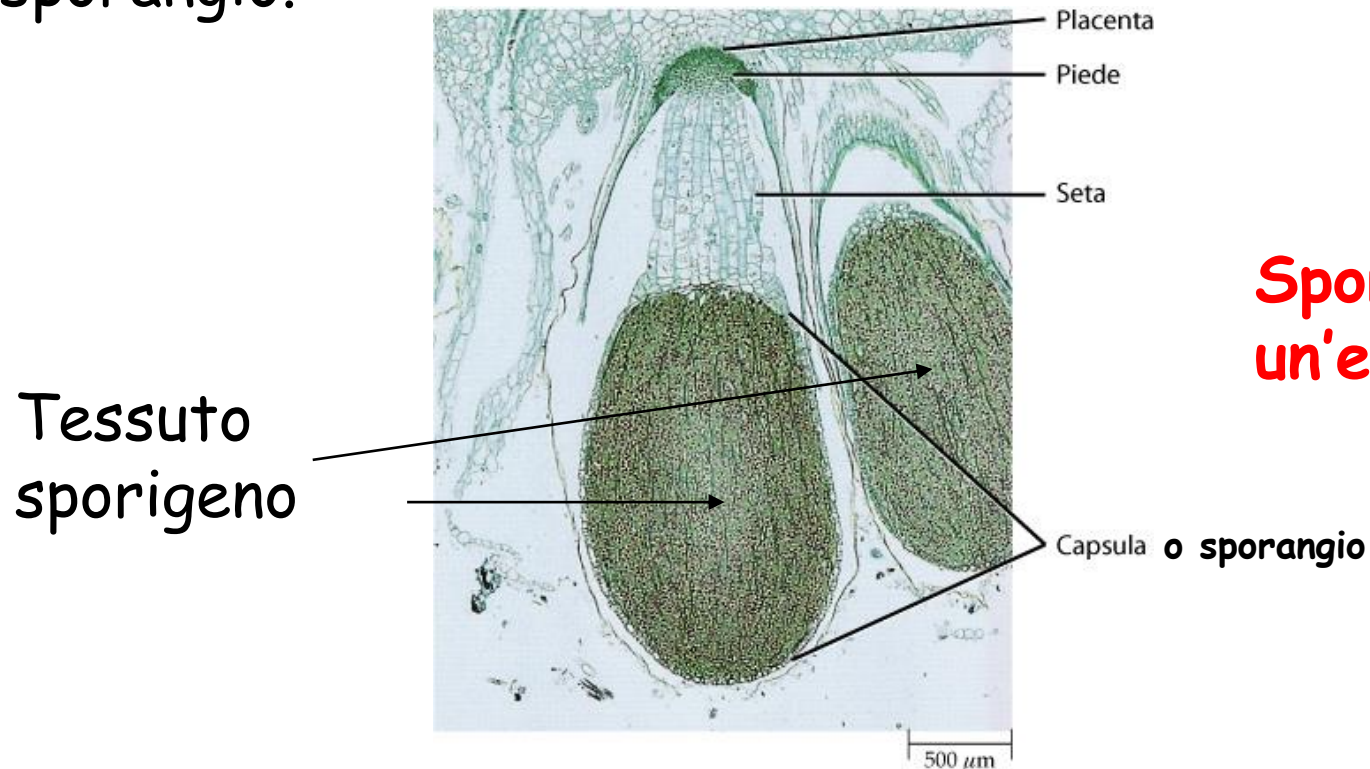
Lo zigote si accresce per divisioni mitotiche e forma l'**EMBRIONE** (2n) pluricellulare.

L'embrione è il giovane sporofito



Con la crescita dell'embrione anche il ventre dell'archegonio si ingrandisce (a questo stadio prende il nome di caliptra).

A maturità lo sporofito della maggior parte delle briofite è formato da un piede, che rimane incluso nell'archegonio, dalla seta o peduncolo e da una capsula o sporangio.

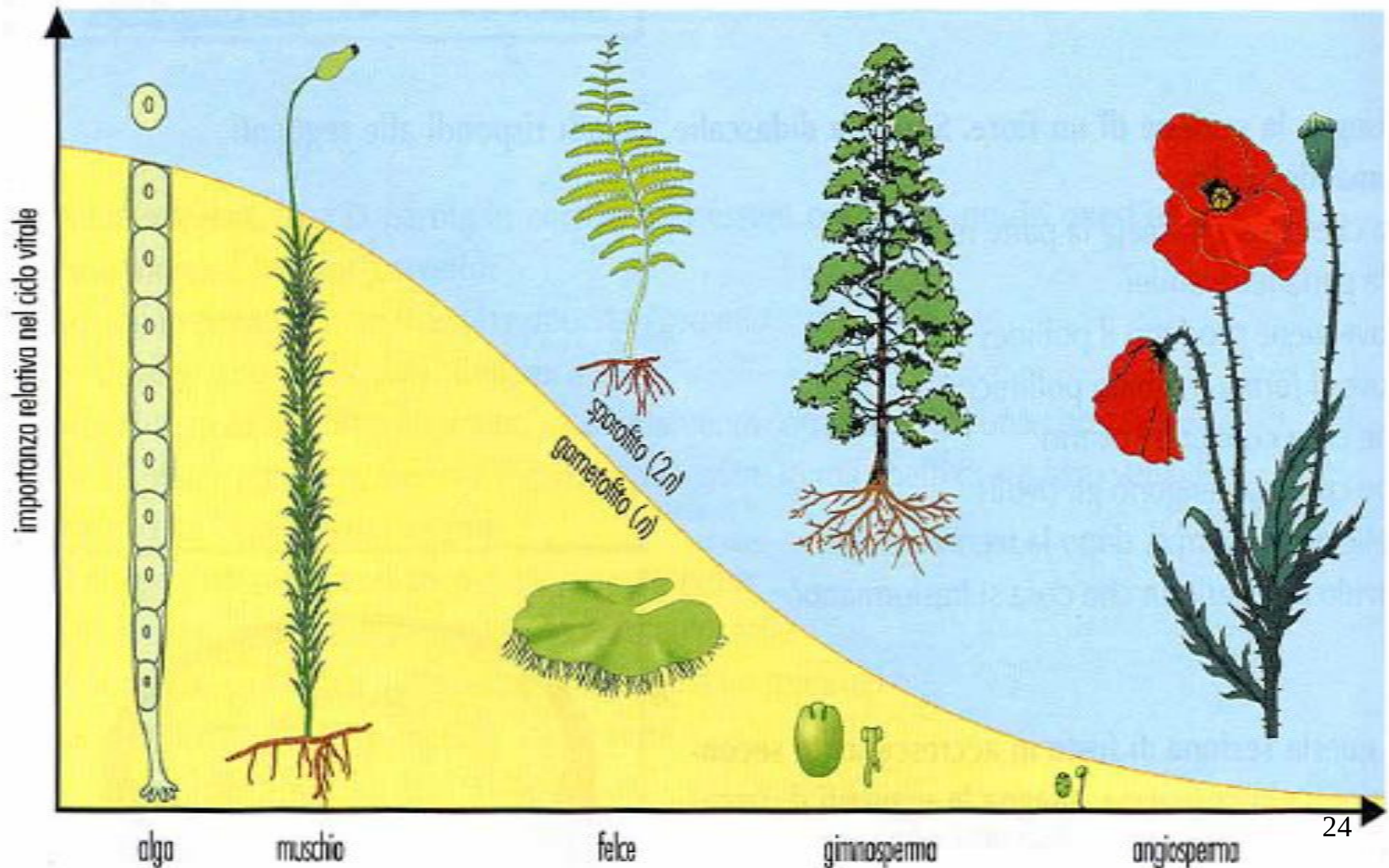


**Sporofito di un'epatica**

Gli sporofiti delle Antocerote e dei muschi sono verdi e dipendono meno dal gametofito rispetto agli sporofiti delle epatiche che sono completamente dipendenti dal gametofito.

Le pareti cellulari delle cellule dello strato esterno degli sporofiti dei muschi ed epatiche presentano depositi di composti fenolici che conferiscono resistenza.

Nell'evoluzione dei vegetali,  
la fase gametofitica tende drasticamente a  
ridursi a favore della fase sporofitica





# Divisione Antocerote

Circa 100 specie. Il genere più conosciuto: *Anthoceros*

Lo sporofito è verde e fa fotosintesi !

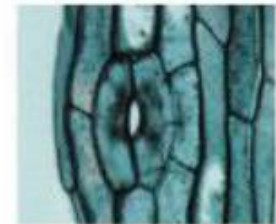


(a)



(b)

Stoma



(c)

40 µm

Sporofiti



(d)

Spore  
mature



(e)

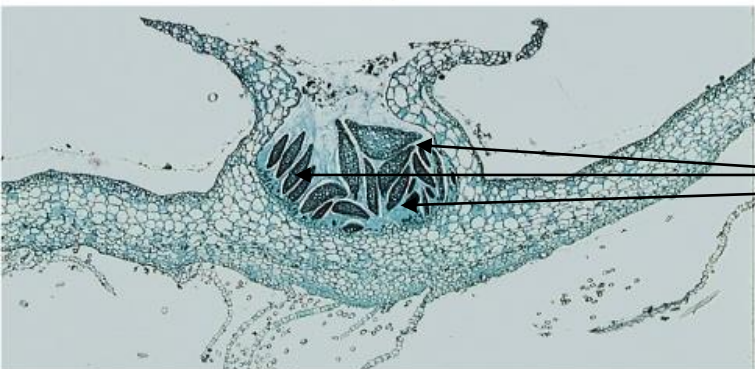
Gametofito

# Divisione Epatiche

Tallo in genere appiattito,  
propagazione vegetativa  
mediante propaguli



(a)



gemme

0,5 mm





(a)

*Epatica fogliosa*



(b)

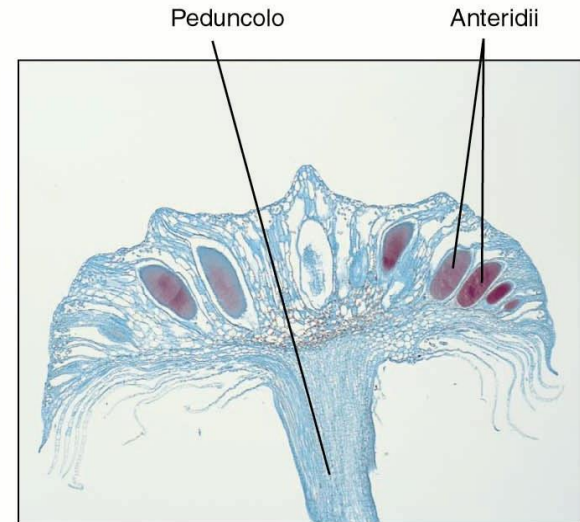
*Epatica tallosa*



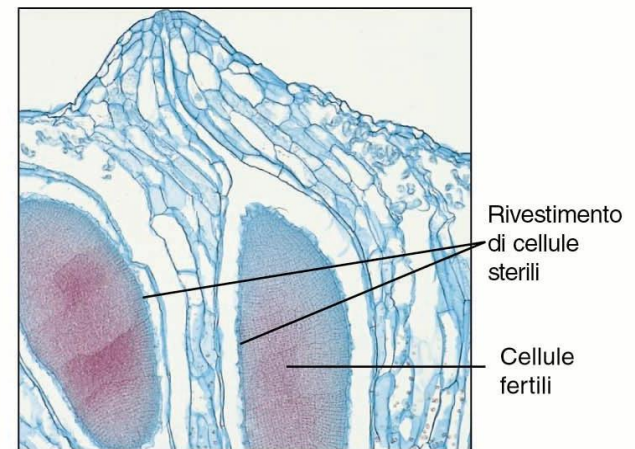
# La generazione gametofitica (aploide) prevale su quella sporofitica (diploide)



(a)



(b)

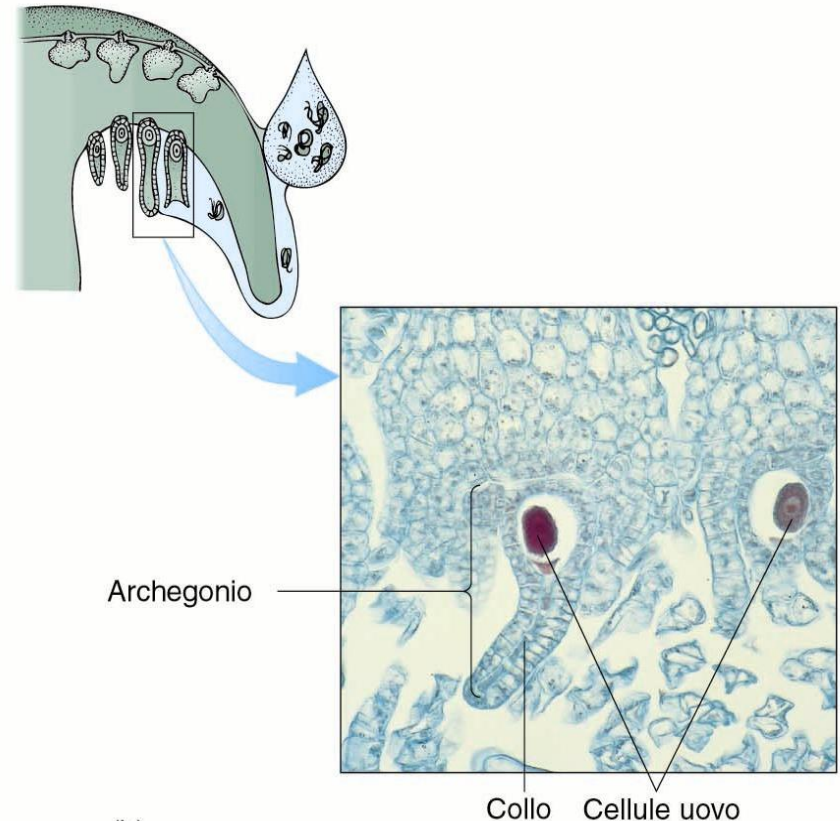


(c)

# L'archegonio (gametangio femminile)

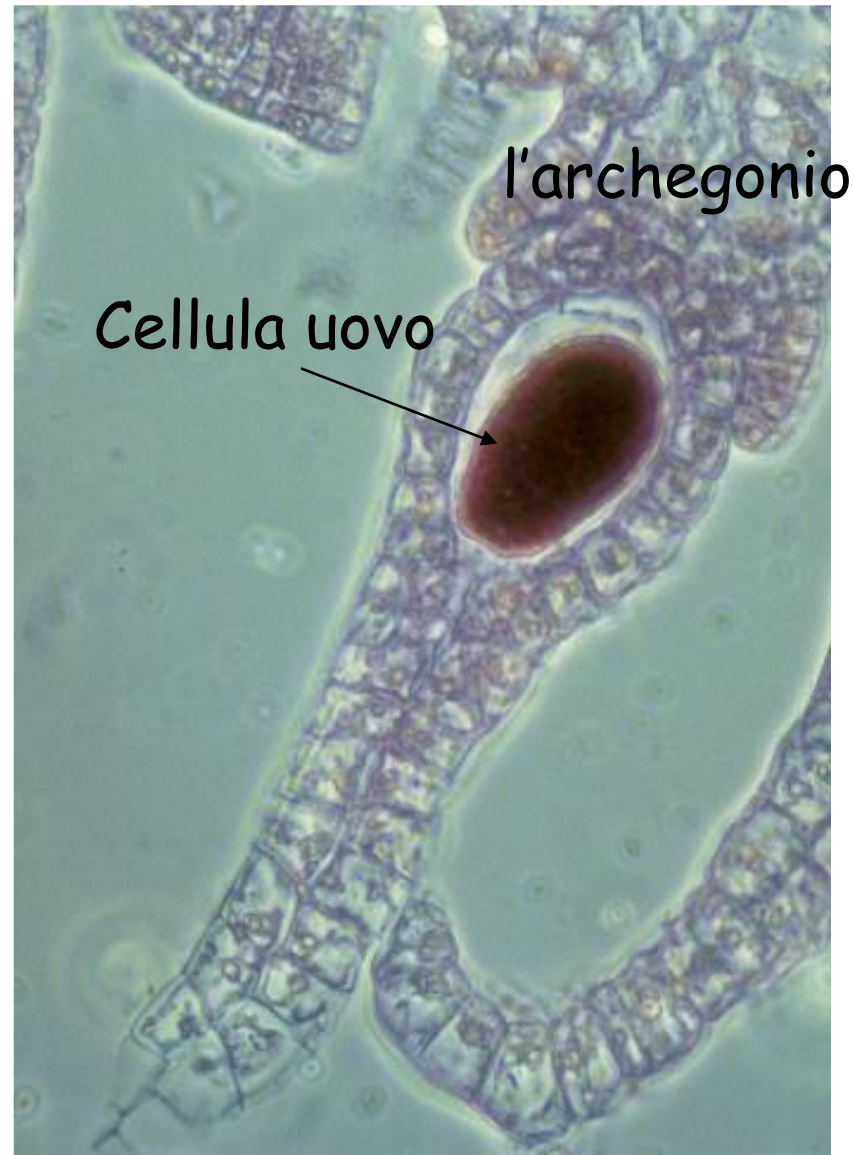


(b)



(b)

Gli archegoni si differenziano alla sommità  
di un peduncolo detto archegonioforo<sup>29</sup>



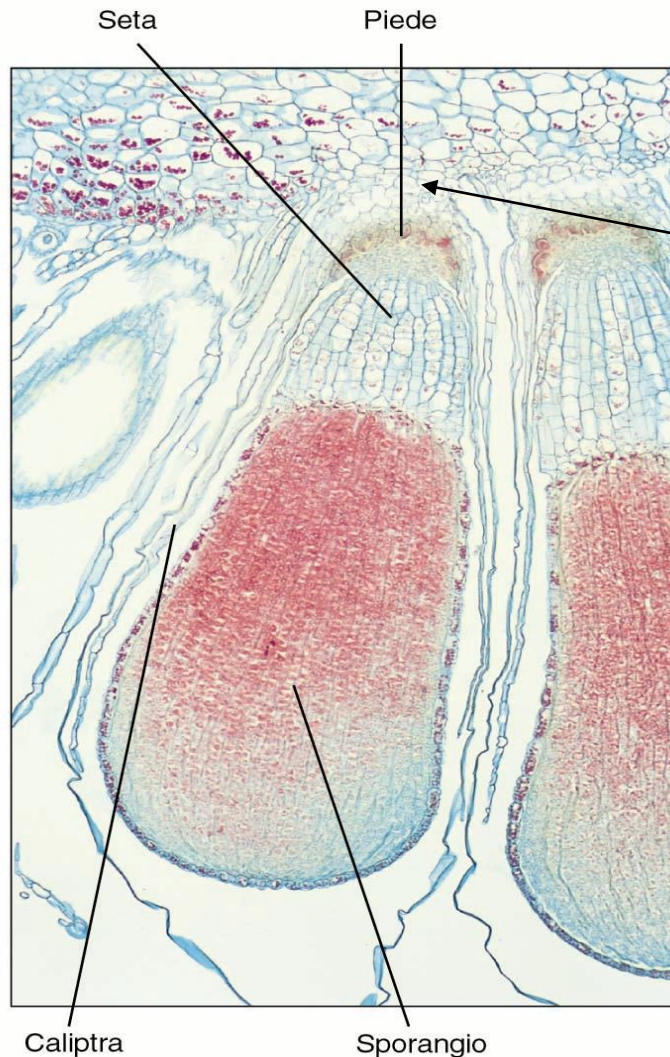


# Il ciclo sessuale è aplo-diplonte

La meiosi è intermedia e produce spore aploidi che durano a lungo e sono in grado di germinare e per mitosi producono il gametofito.

©

# Anche nelle epatiche lo sporofito è portato e nutrito dal gametofito

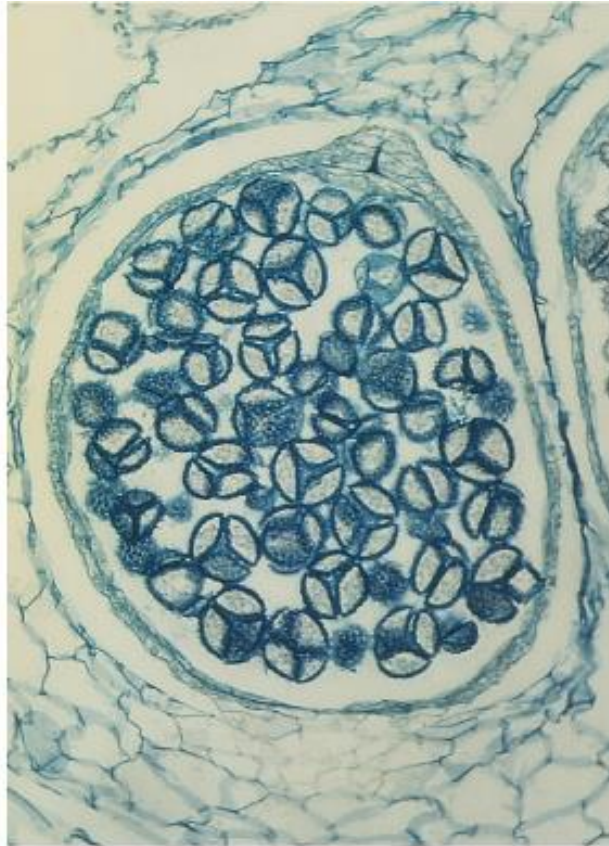


Placenta, tessuto che mette in comunicazione lo sporofito ed il gametofito.

# Lo sporofito può restare incluso nel gametofito (es. Riccia)



(a)

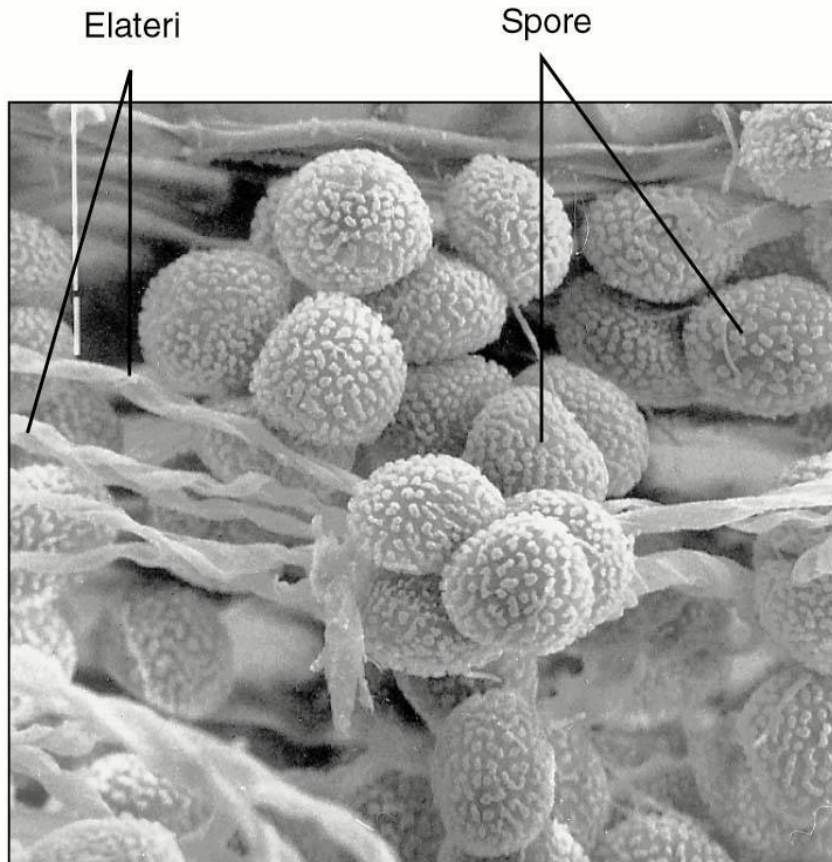


(b)

Sporofito  
formato da  
una capsula  
sferica  
immersa nel  
gametofito

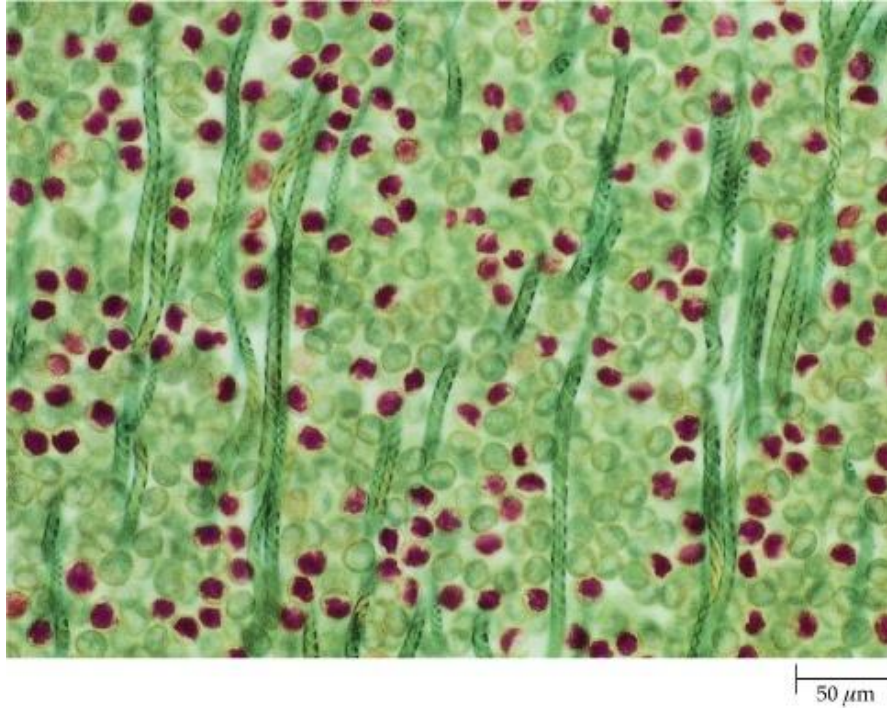


# Le spore meiotiche hanno parete resistente



Le spore delle briofite, come quelle degli altri vegetali sono rivestite da sporopollenina.

Le spore riescono così a sopravvivere a condizioni ambientali sfavorevoli e alla diffusione nell'aria.

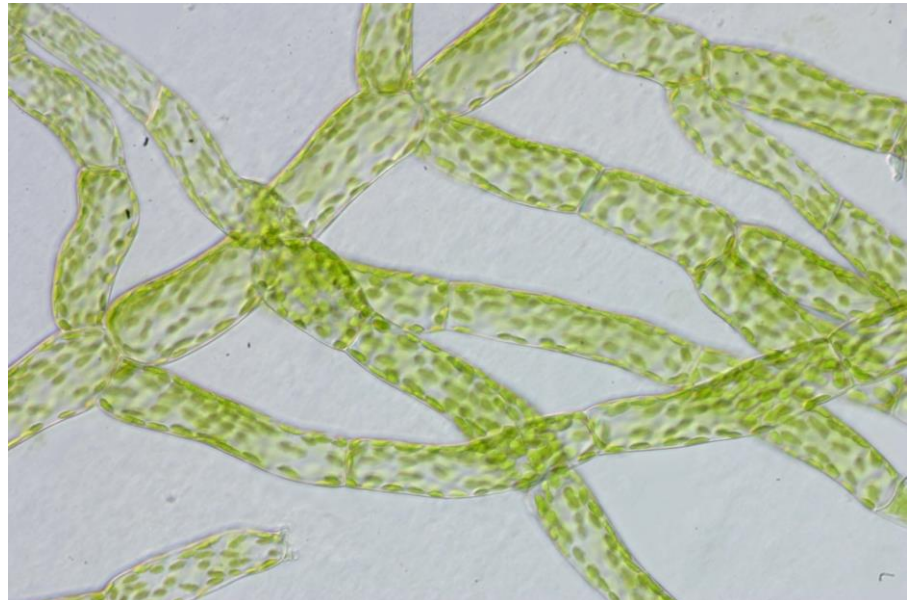
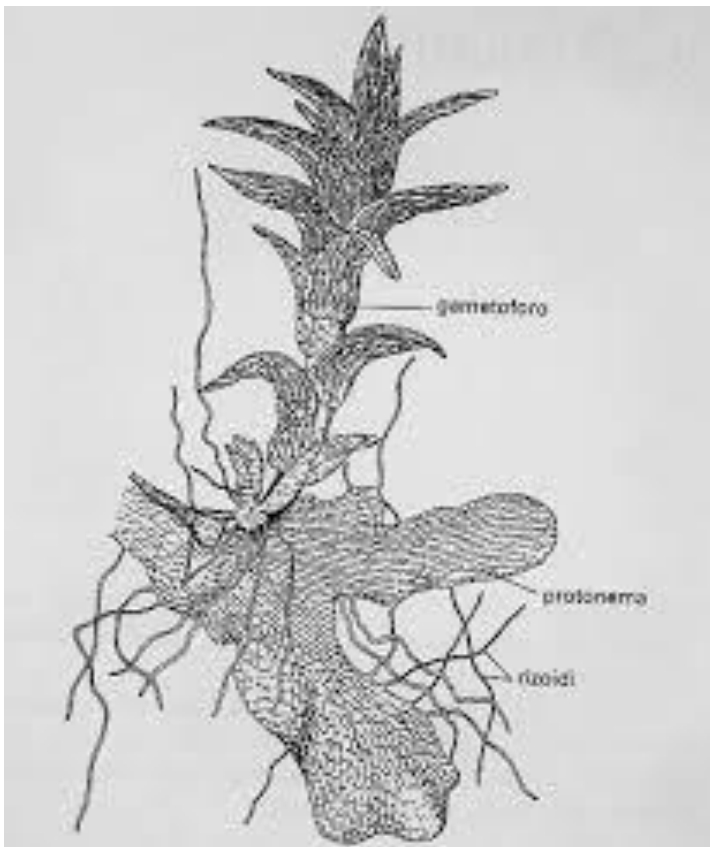


Spore mature  
ed elateri

Gli elateri sono cellule allungate, le cui pareti sono caratterizzate da ispessimenti spiralati, sono in grado di assorbire acqua e sono dotati di movimenti igroscopici. Questi movimenti facilitano la **dispersione delle spore**.

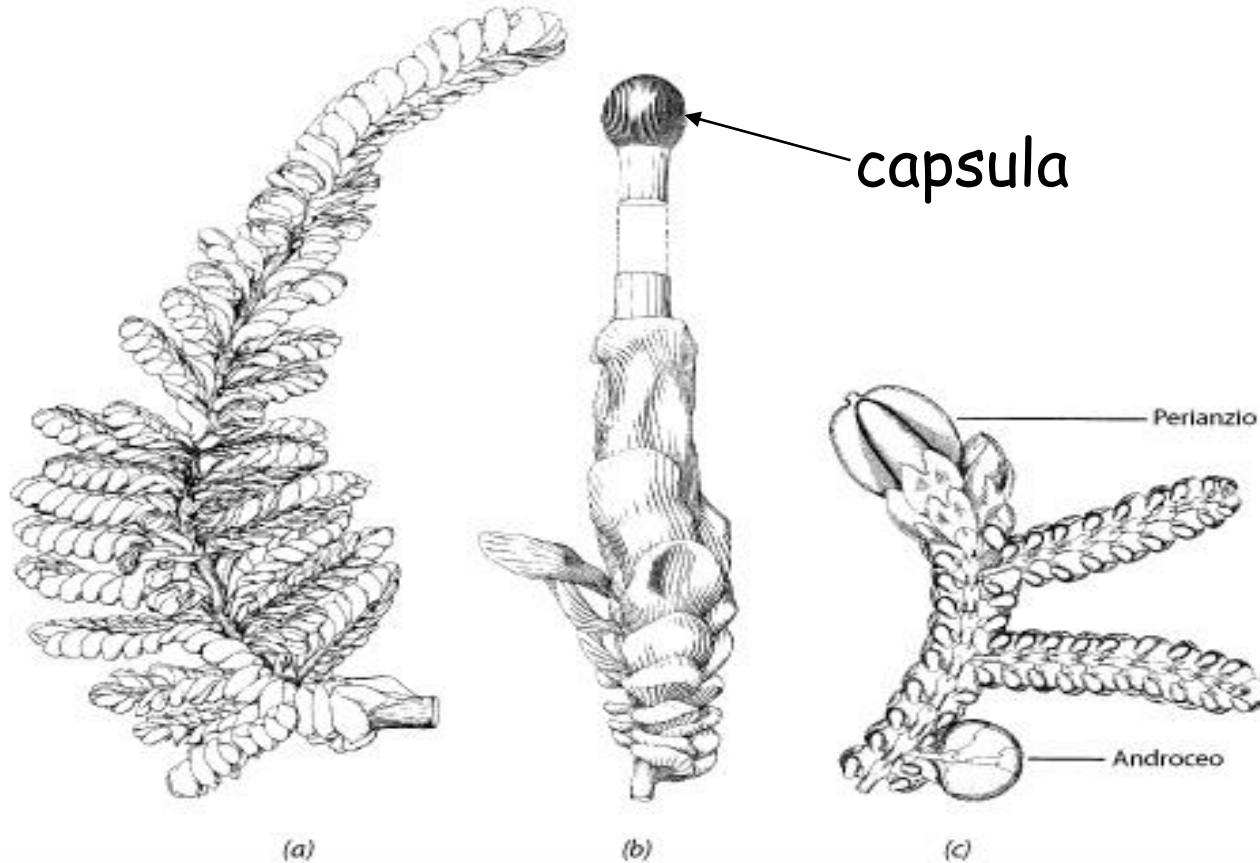
Le spore germinano e danno origine ai **protonemi** (giovane gametofito), strutture filamentose.

Dai **protonemi** si sviluppano i gametofiti adulti.





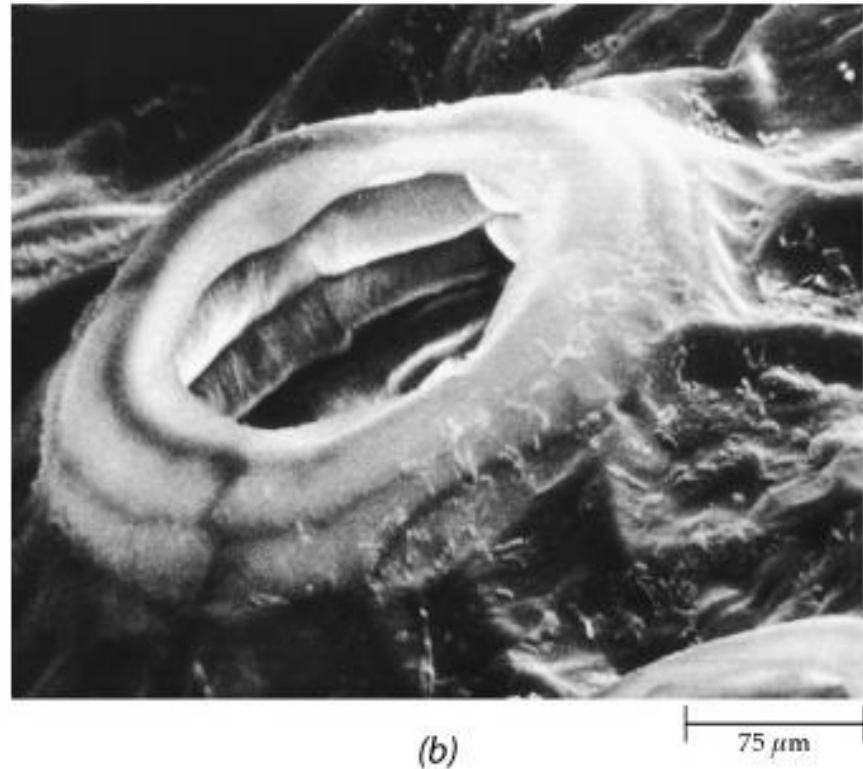
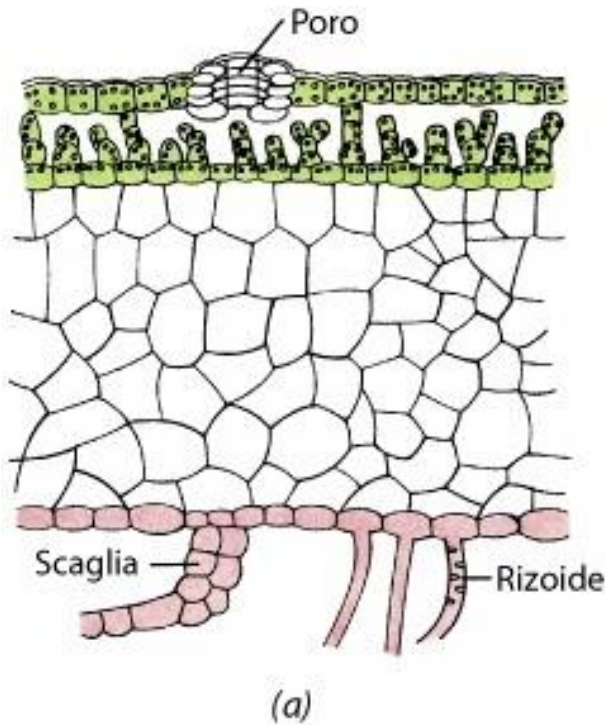
# Epatiche fogliose



Nel perianzio  
sono riuniti gli  
archegoni

Nell'androceo  
sono presenti gli  
anteridi

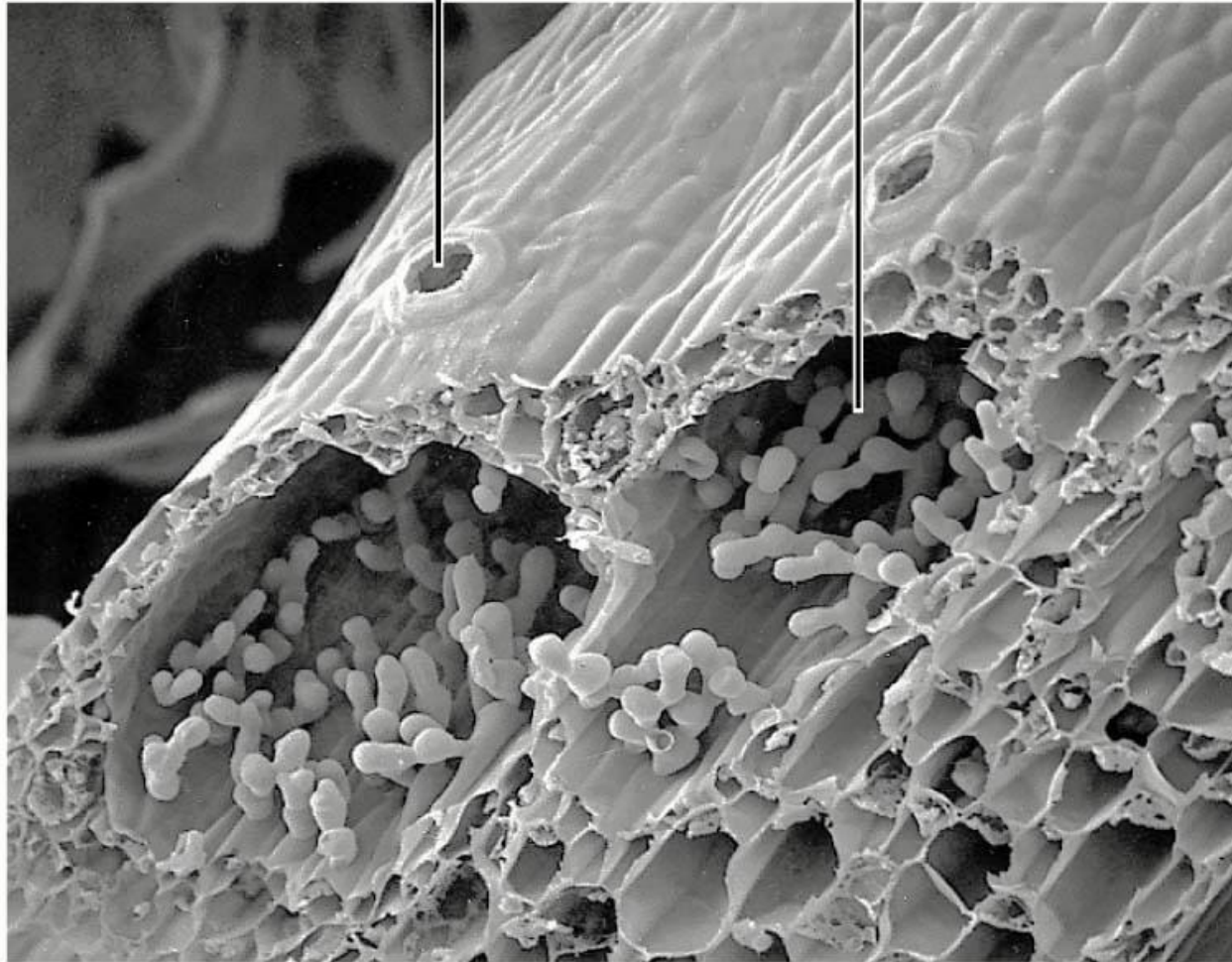
# L'organizzazione pseudocormofitica del tallo



I pori permettono gli scambi gassosi tra l'ambiente esterno e gli spazi aeriferi degli strati fotosintetici. Sono dotati di minimi movimenti che rispondono alle variazioni climatiche.<sup>28</sup>

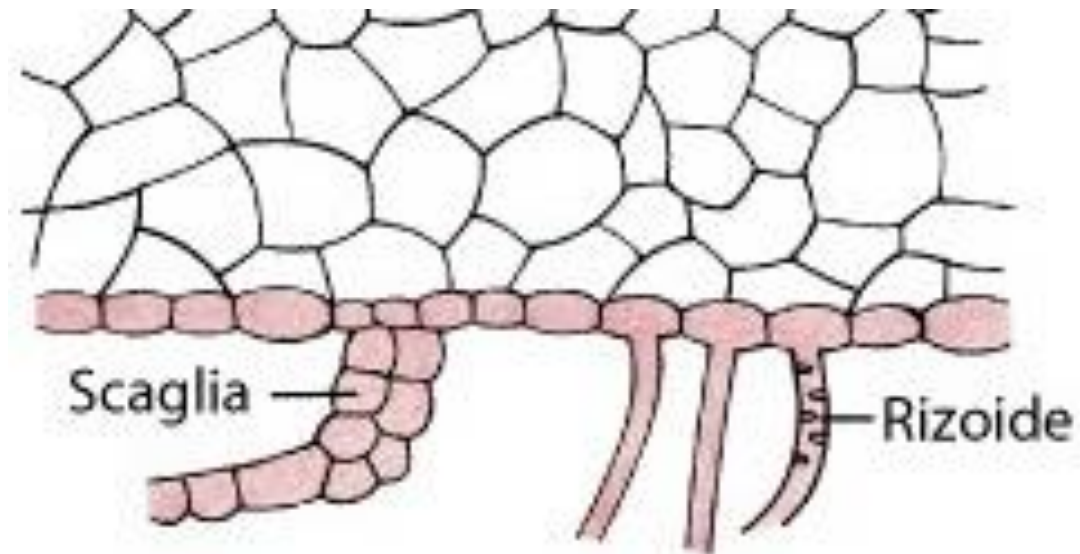
Pori aeriferi

Camera d'aria

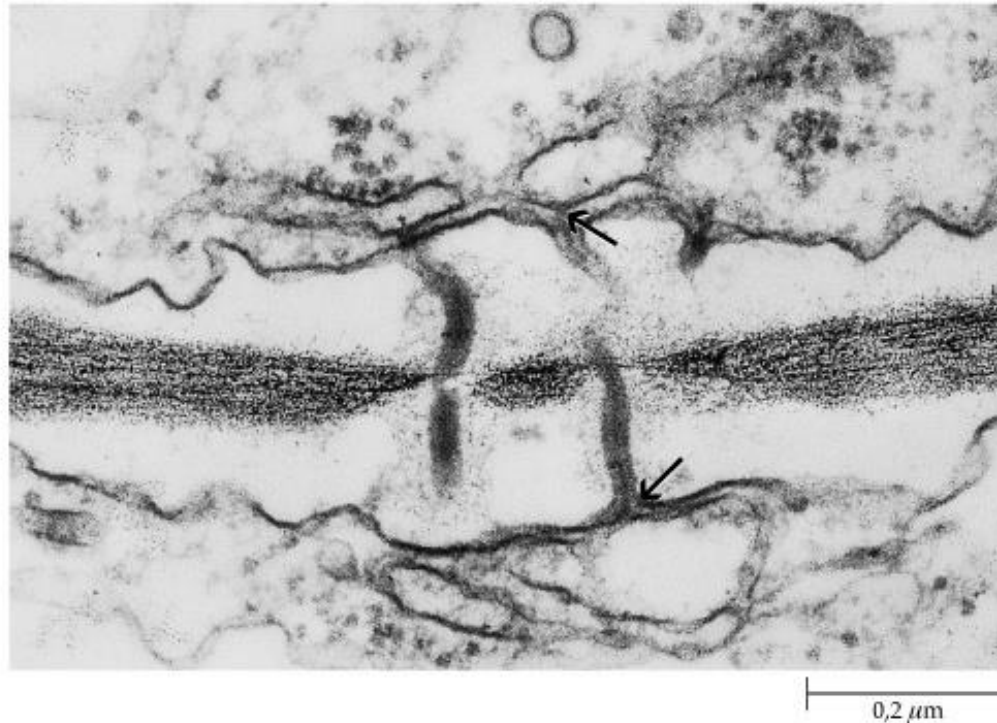




**I rizoidi delle epatiche sono unicellulari**



# Nelle epatiche sono presenti i plasmodesmi con desmotubuli



Le cellule adiacenti sono connesse tramite veri plasmodesmi con i desmotubuli, simili a quelli delle piante superiori. I desmotubuli sono prolungamenti di reticolo endoplasmatico.

# Le epatiche possono essere epifite



Epatica fogliosa sulle foglie di un albero sempreverde (foresta pluviale, Rio delle Amazzoni)



# Divisione Muschi

I muschi  
comprendono tre  
classi:

*Shagnopsida* (muschio  
delle torbiere)

*Andreaeopsida*  
(muschio del granito)

*Bryopsida* (vero  
muschio)



(a)



(b)

- Forma a cuscino e forma pennata

# La maggior parte dei muschi vive in habitat perennemente umidi

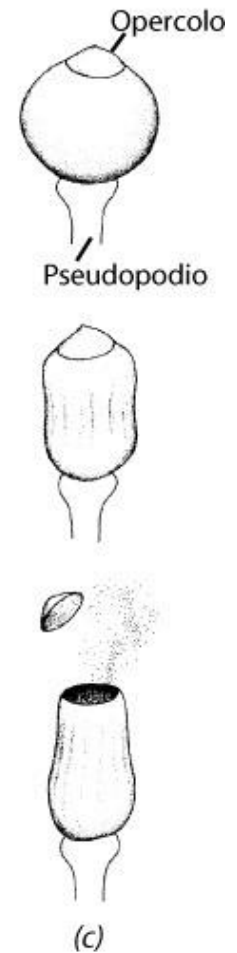
- Gli sfagni vivono al margine delle paludi, la decomposizione dei loro cauloidi forma uno strato resistente al peso degli animali e dell'uomo (la torbiera), che con il tempo permette l'attecchimento dei semi delle piante e si trasforma con la decomposizione dei muschi e delle foglie delle piante in **TERRENO FERTILE** (humus).

# Muschi della torba

Gametofiti e  
sporofiti di  
Shagnum



(a)



Le torbiere sono di particolare interesse ambientale per la loro importanza nel ciclo globale del carbonio. La torba accumula enormi quantità di carbonio organico che non viene rapidamente decomposto ad anidride carbonica da parte dei microrganismi.



Le singole "piante" possono essere suddivise in 3 parti: **porzione aerea con filloidi ("foglioline") e cauloide ("caule") e piede**

La porzione apicale è ingrossata e presenta molti filloidi che riescono a trattenere grandi quantità d'acqua.

Il cauloide ha una consistenza filamentosa.

Durante l'accrescimento la parte basale dei cauloidi marcisce progressivamente, mentre la parte superiore si rende indipendente.

**Lo sfagno adulto non presenta i rizoidi.**

L'accumulo di questi vegetali forma le torbiere.



La torba si forma in seguito all'accumulo, stratificazione e alla compressione della biomassa aerea degli sfagni e delle altre piante che crescono tra di essi o sulla loro superficie.

## Utilizzo biotecnologico della torba

In alcune regioni fredde la torba secca viene utilizzata come combustibile industriale e per il riscaldamento domestico.

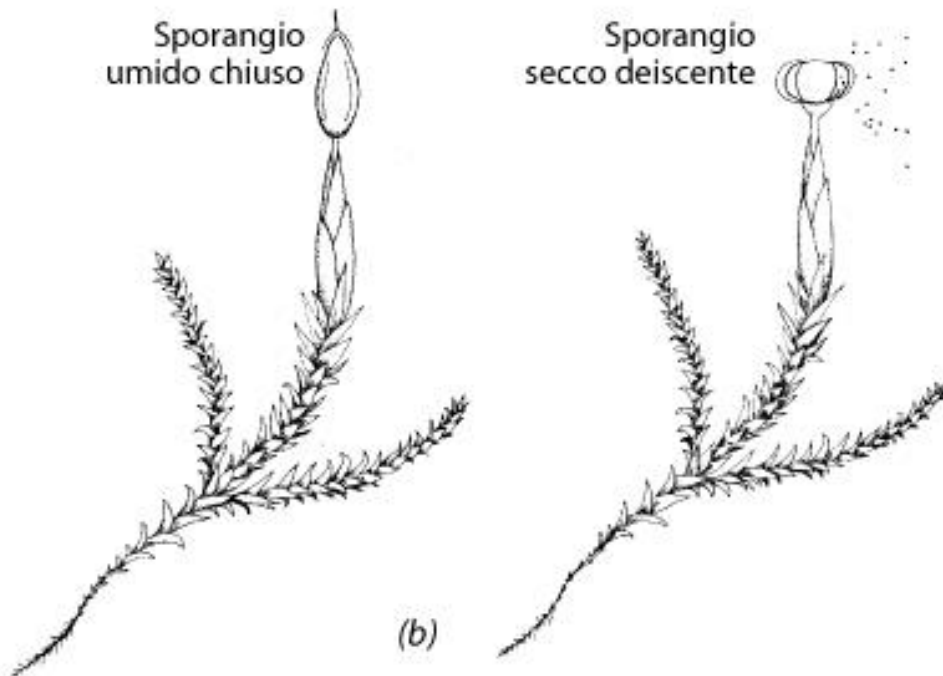


## Gametofiti di Andreaeidae

(a)

Sporangio  
umido chiuso

Sporangio  
secco deiscente



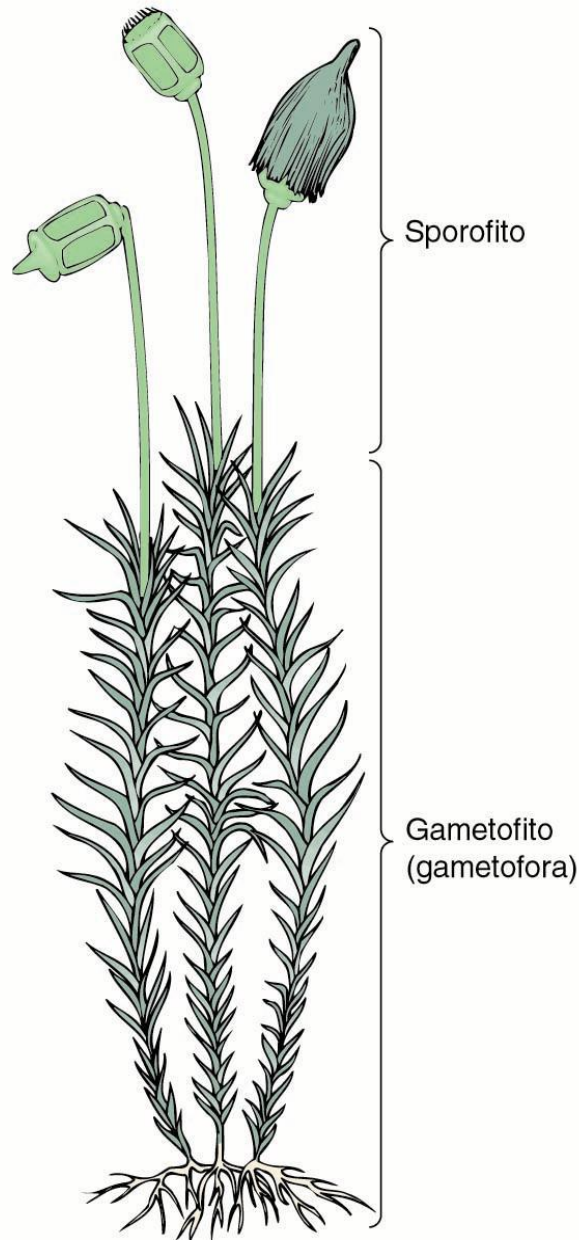
(b)

Sono muschi piccoli  
che crescono sulle  
rocce.



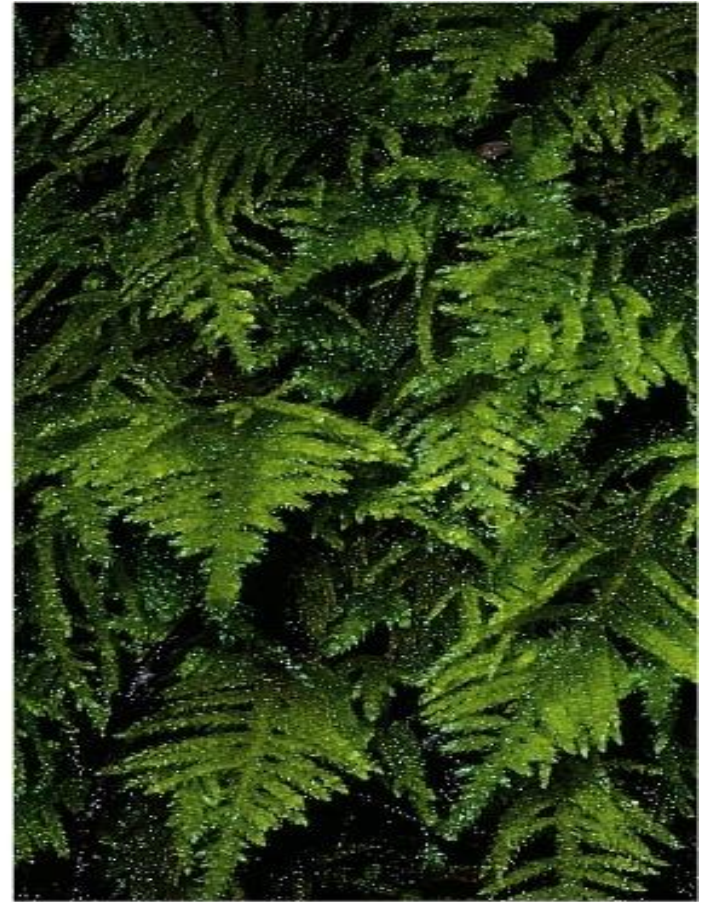
# Bryidae

La morfologia di un muschio somiglia a quella delle cormofite, è provvisto di cauloide, filloidi e rizoidi.





(a)

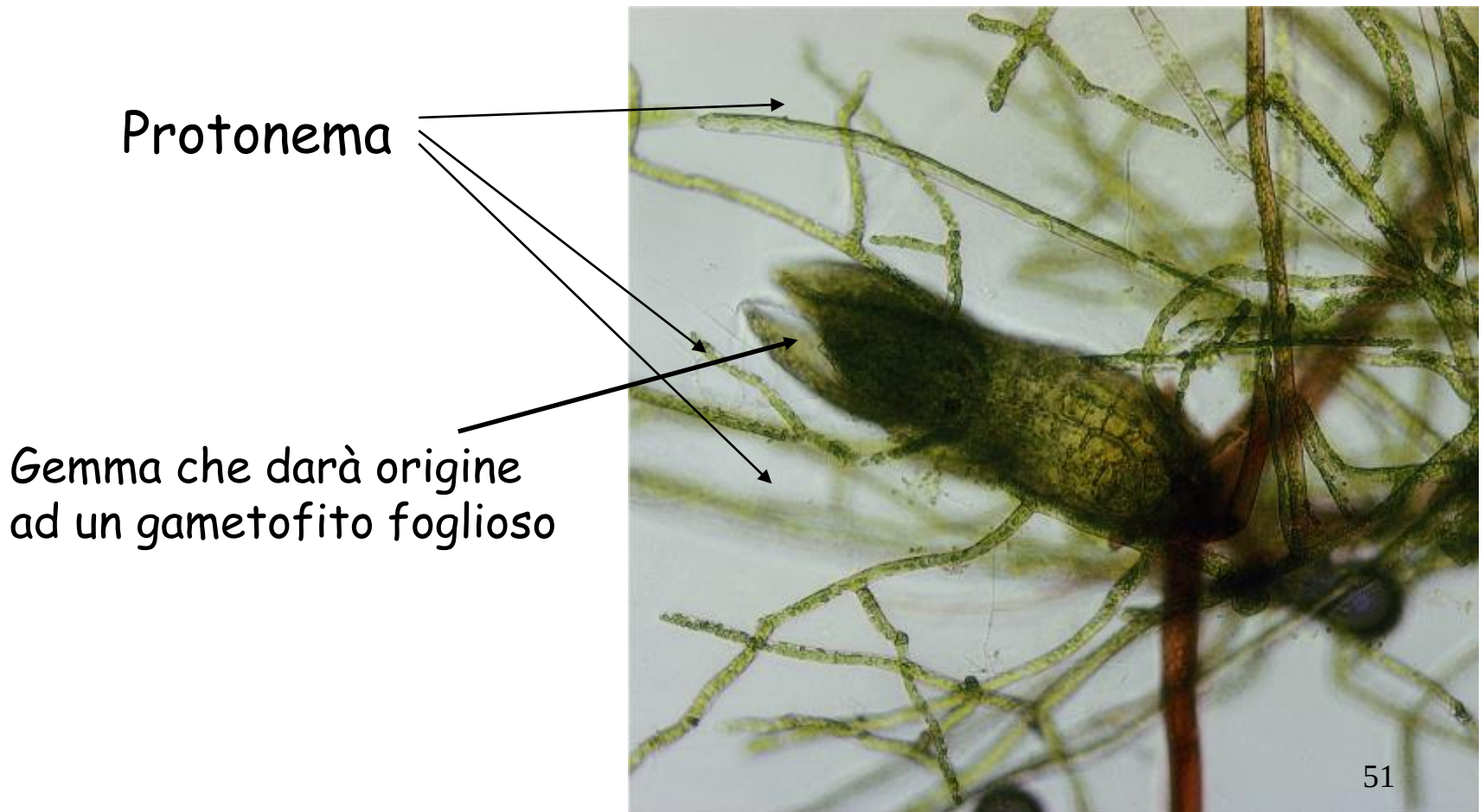


(b)

Due comuni forme di muschi, a  
cuscino e frondoso o pennato

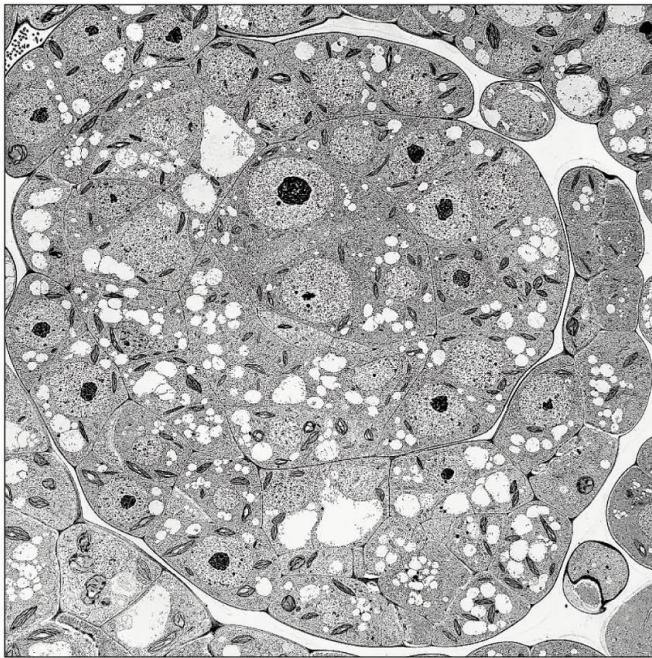


I muschi hanno un protonema più complesso rispetto alle epatiche, e da questi si formano gemme che danno origine al gametofito foglioso.

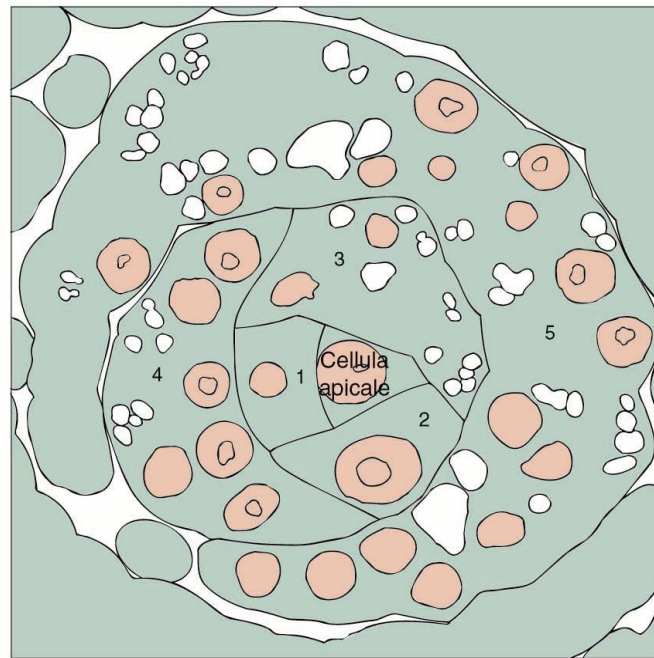




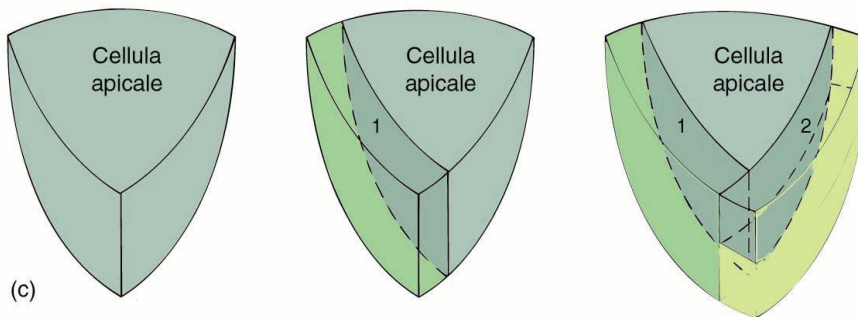
Il gametofito dei muschi si origina da un 'meristema' apicale contenente una cellula grossa a forma di piramide con base triangolare



(a)



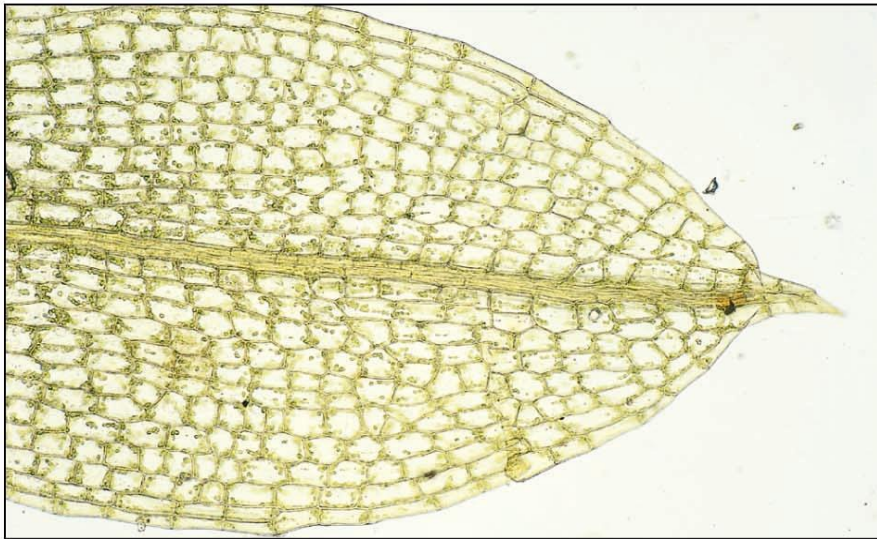
(b)



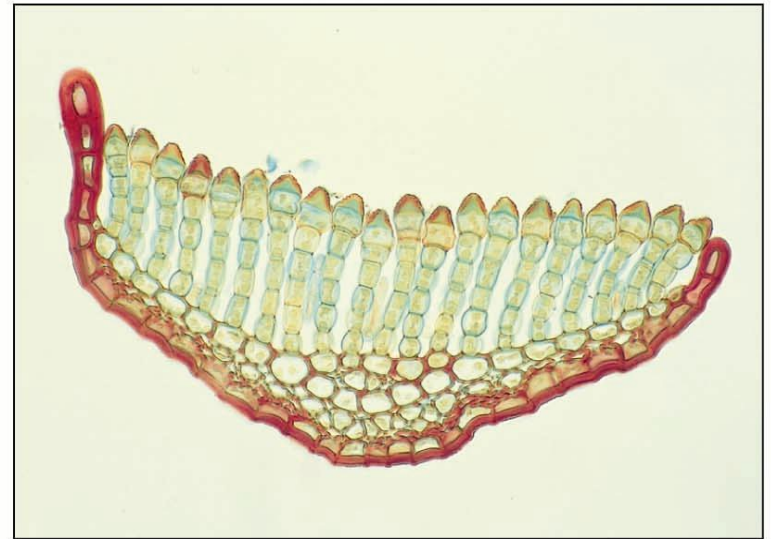
(c)

Le cellule derivate dalla divisione della cellula centrale danno origine al caulioide e ai filloidi. 52

I filloidi dei muschi sono monostratificati ad eccezione della regione in corrispondenza delle cellule adibite al trasporto dove possono essere presenti diversi strati di cellule di tipo parenchimatico.



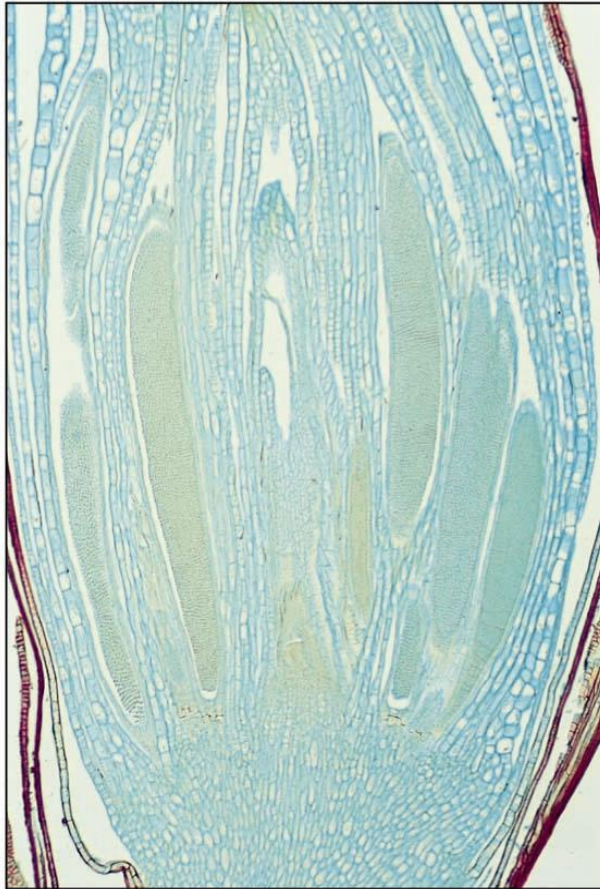
(a)



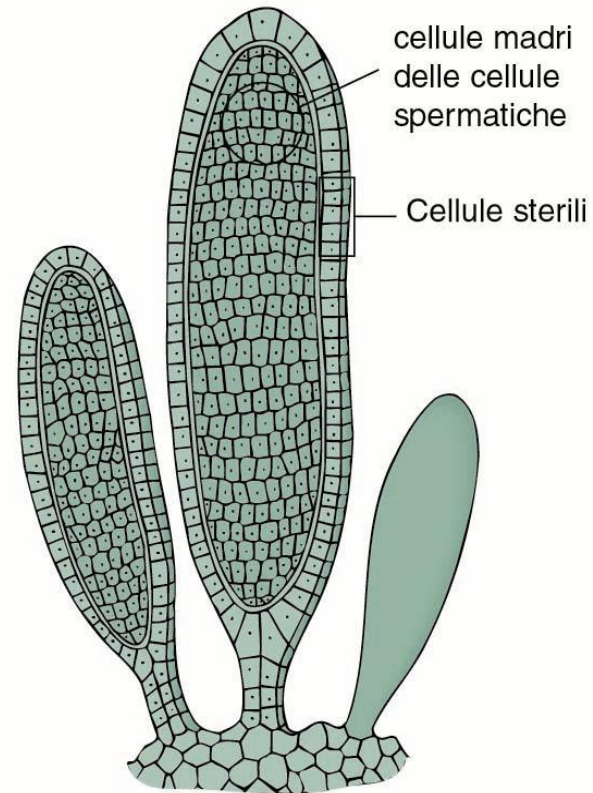
(b)

Lamelle formate da file di cellule che servono ad aumentare la superficie fotosintetica.





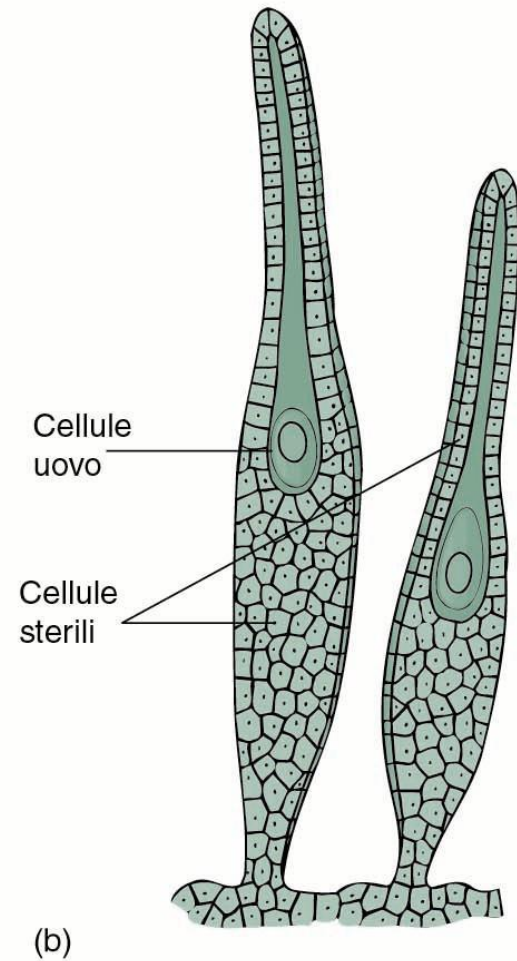
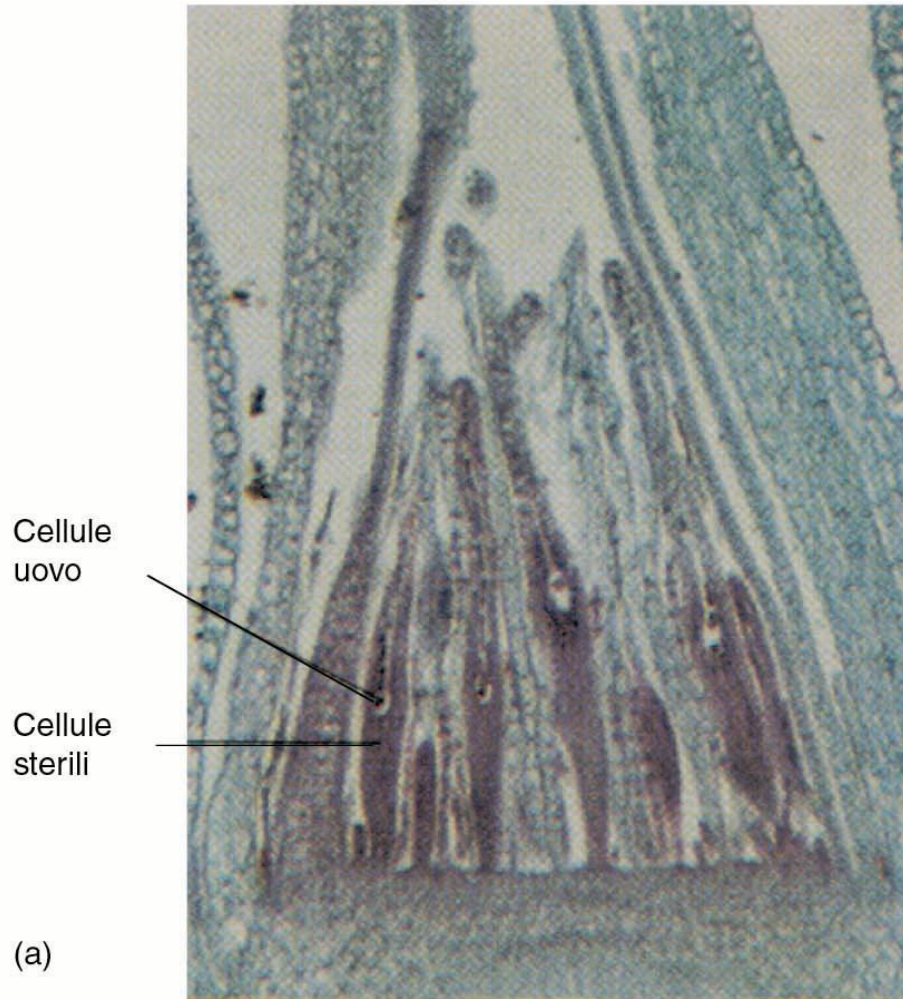
(a)



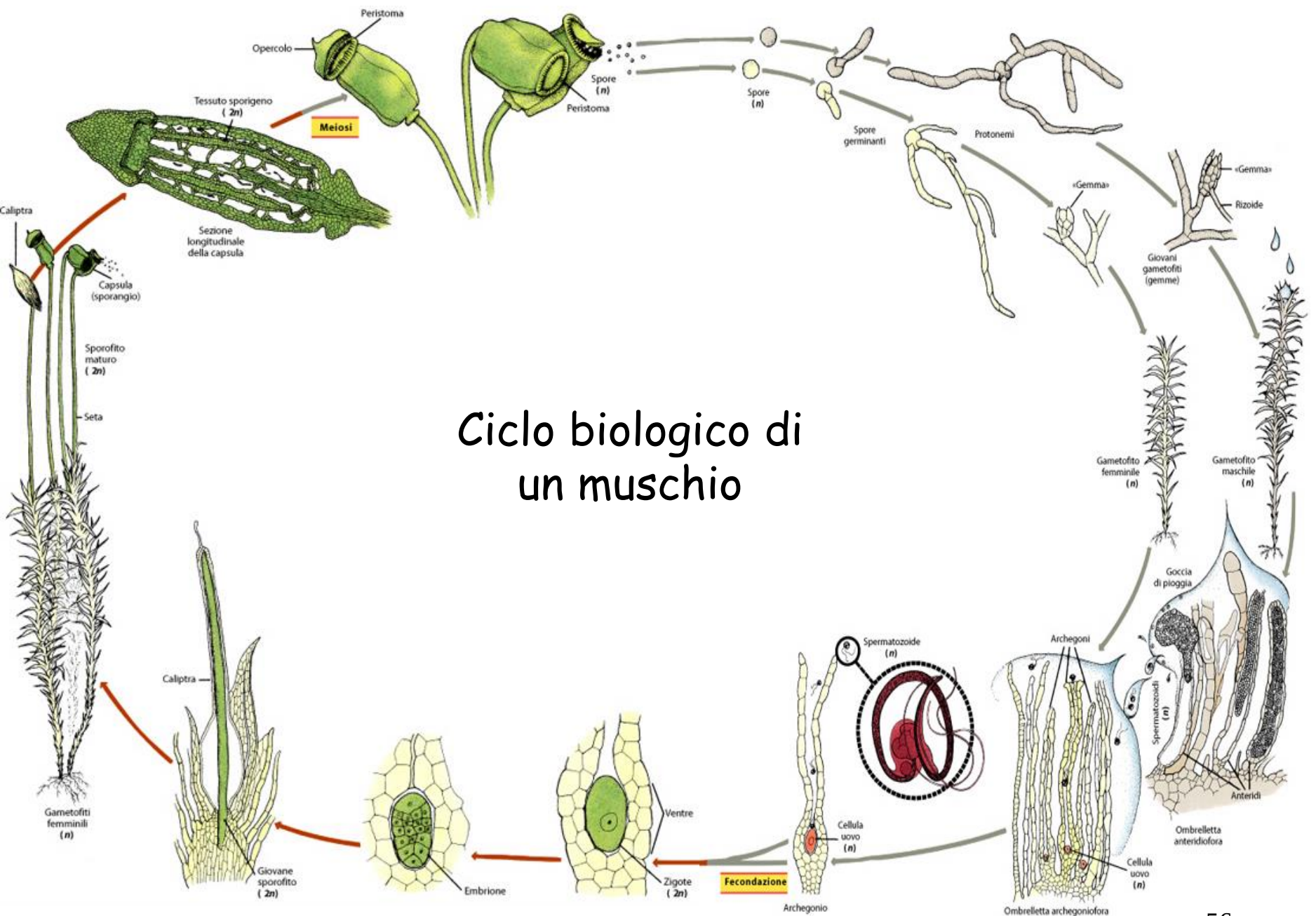
(b)

Gametangi maschili, anteridi, di muschi

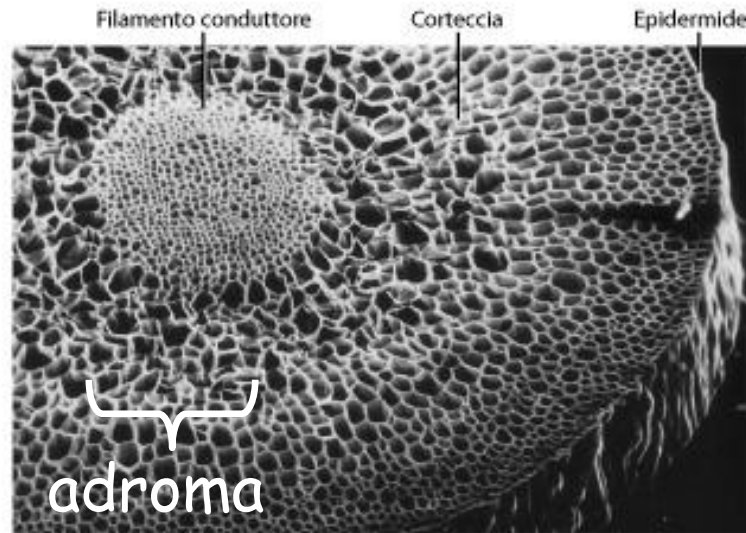




Gametangi femminili, archegoni, di muschi



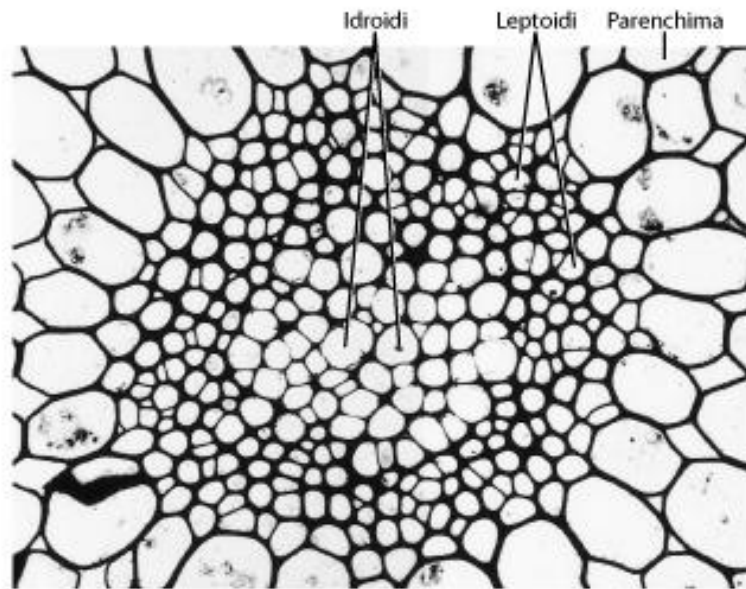
# Cellule di conduzione presenti nei cauloidi di muschi



(a)

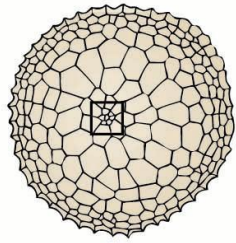


(c)



(b)

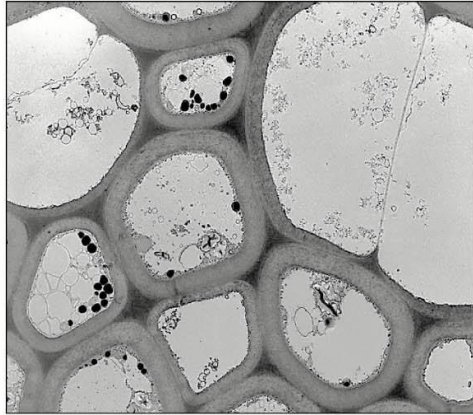




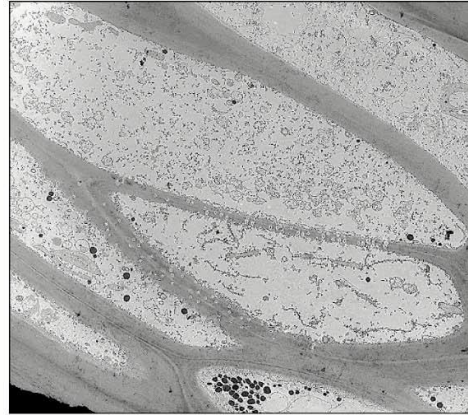
Idroidi

Leptoidi

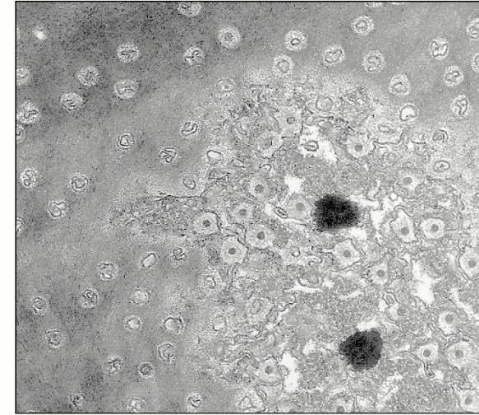
Parete trasversale  
di leptoidi



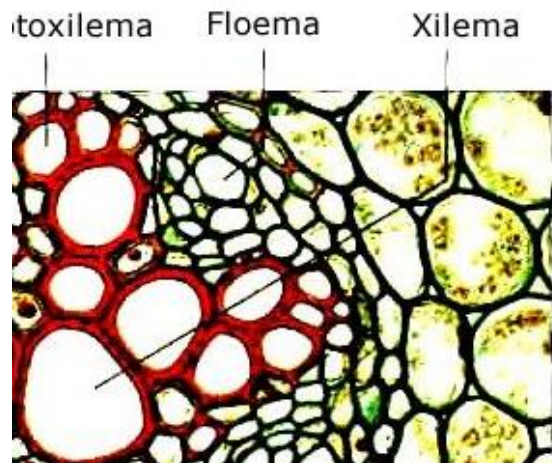
(a)

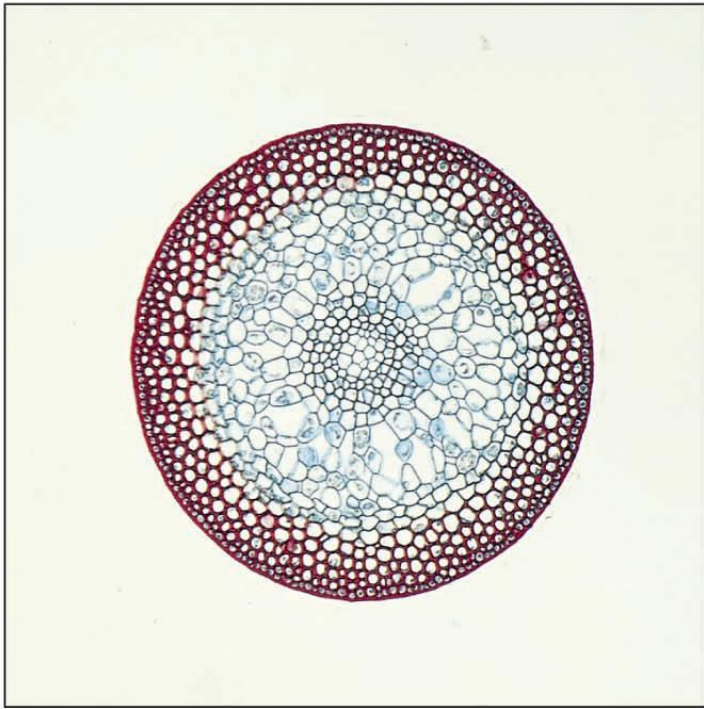


(b)

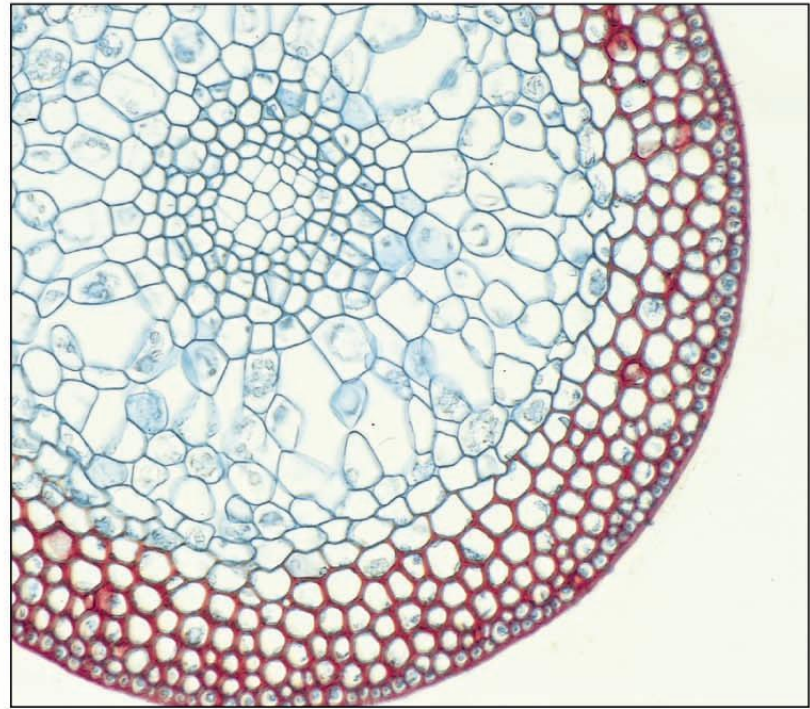


(c)



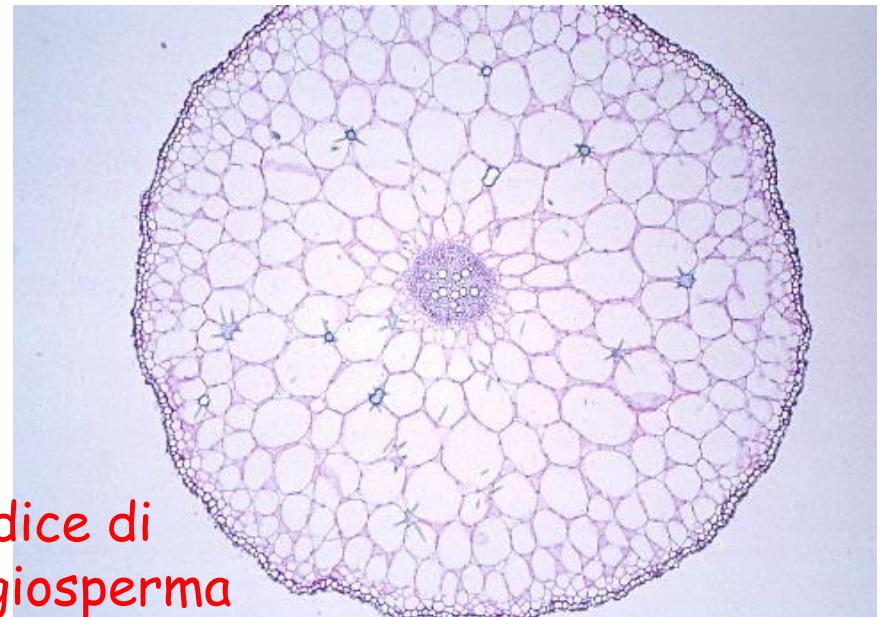


(a)



(b)

Cellule ispessite a funzione di sostegno e cellule implicate nel trasporto dell'acqua



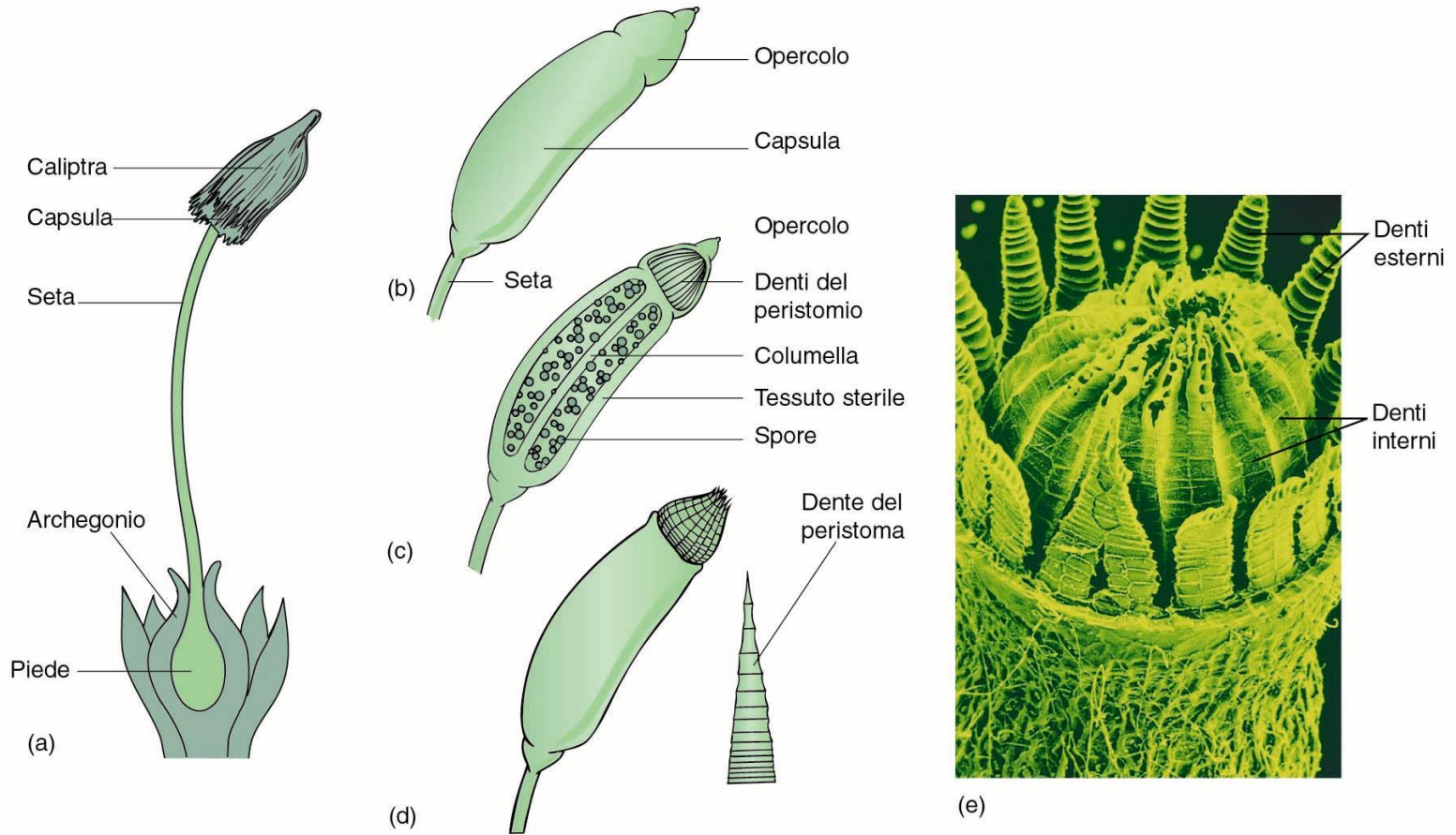
Radice di angiosperma

Nei muschi in cui mancano idroidi e leptoidi l'acqua si muove solo esternamente alla pianta per capillarità. Le foglie ed i fusti sono piccoli ed appressati l'un l'altro in modo da formare cunicoli molto stretti che funzionano come capillari.

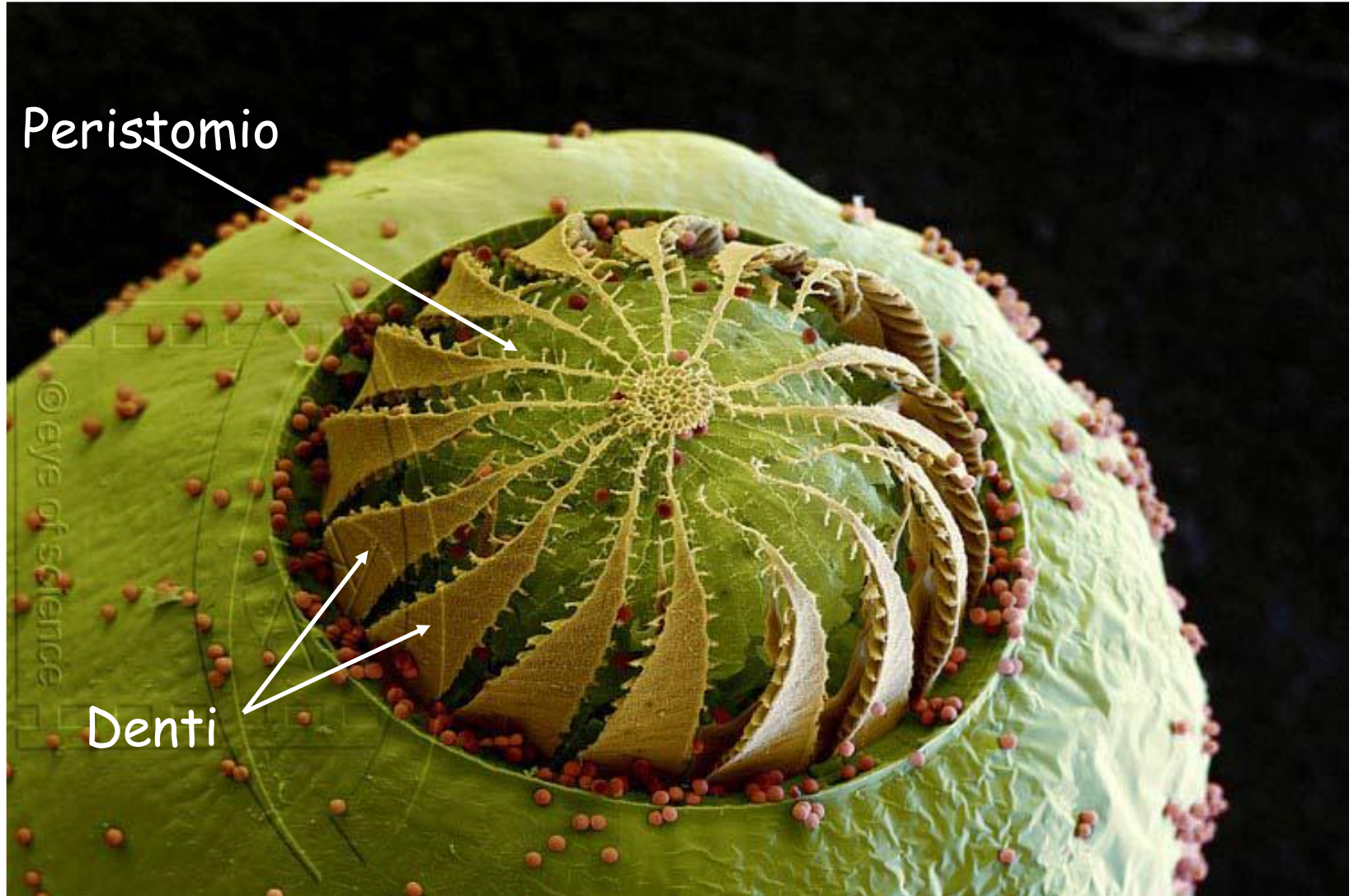
Alla base del cauloide sono presenti i rizoidi che nei muschi sono pluricellulari.



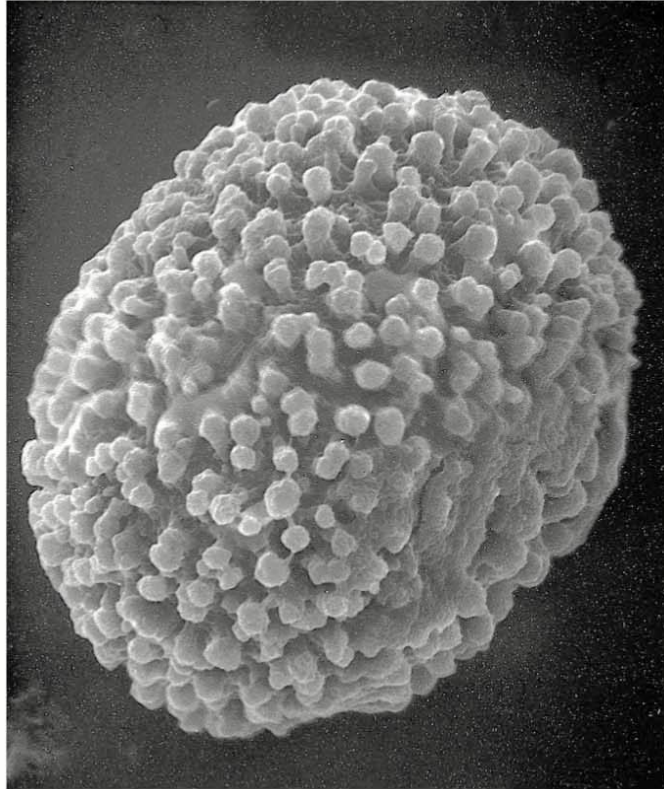
# Sporofito di un muschio



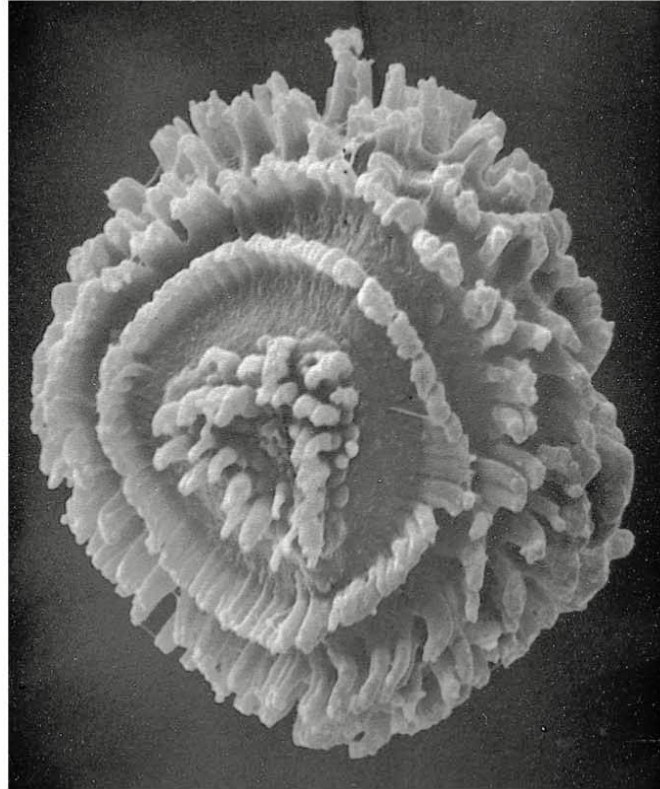
# la capsula



# Spore resistenti

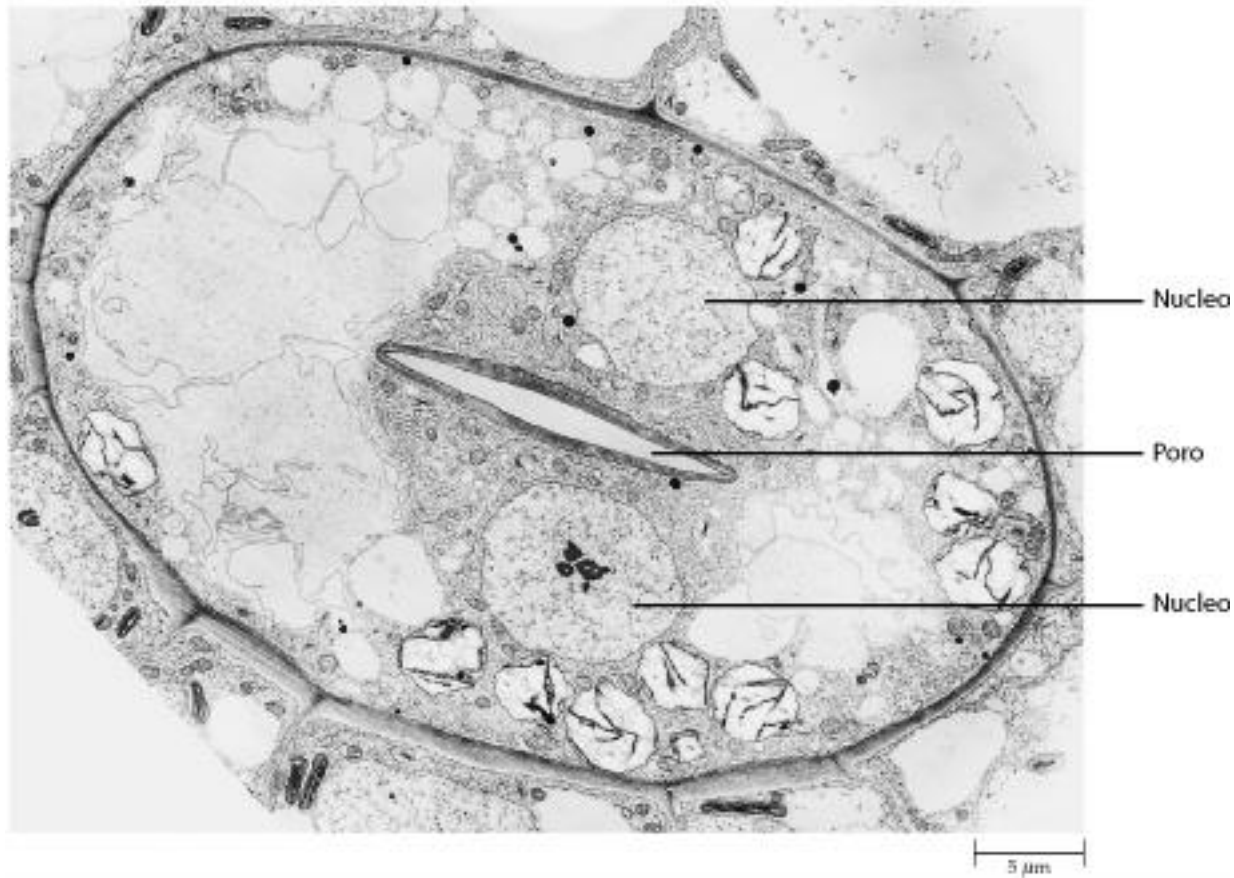


(a)



(b)





Veri stomi presenti sullo sporofito del muschio.  
Questi stomi sono formati da una cellula di  
guardia che delimita un'apertura.

I muschi sono molto sensibili alle condizioni ambientali.

Alcuni hanno la parete dell'epidermide fogliare leggermente ispessita da cuticola ma questo non è sufficiente a proteggere la pianta dalle condizioni ambientali aride.

**I muschi vengono utilizzati come bioindicatori della qualità dell'aria**