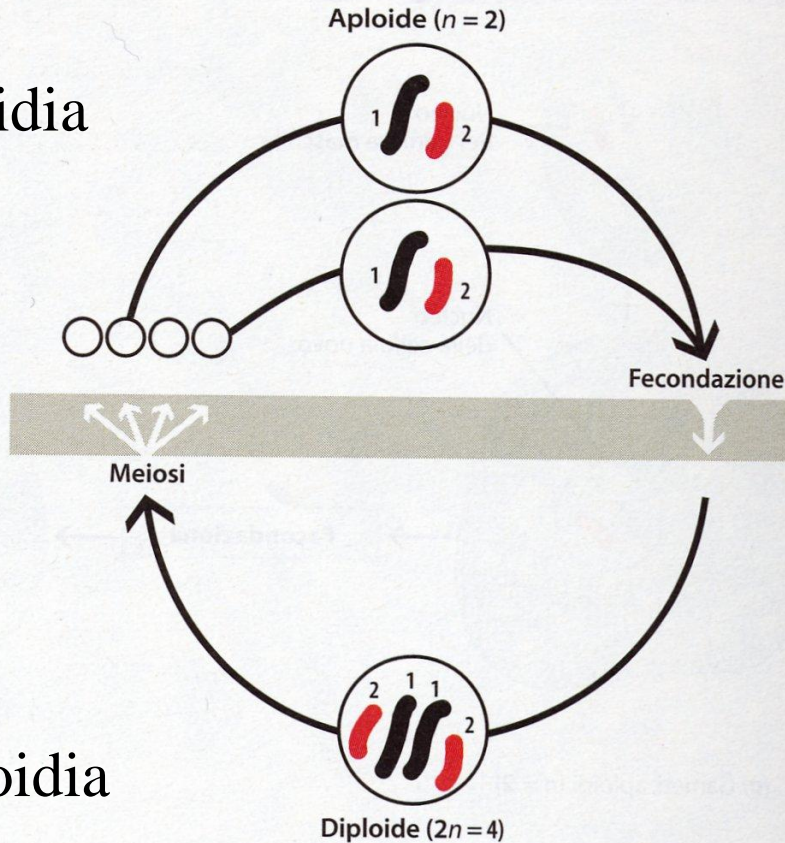


n ,
aploidia



$2n$,
diploidia

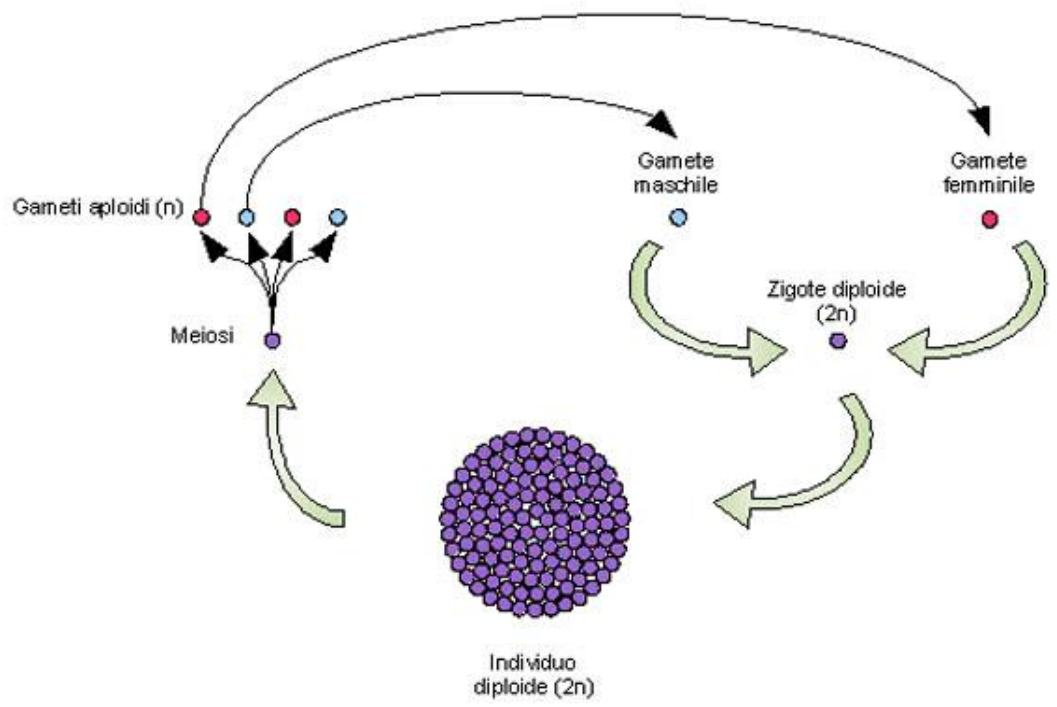
Figura 9.1 La riproduzione sessuale è caratterizzata da due eventi: la riduzione a metà del numero dei cromosomi (meiosi) e la fusione dei gameti (fecondazione). In seguito alla meiosi si forma una singola serie di cromosomi: numero aploide (n); nell'esempio $n = 2$. In seguito alla fecondazione si forma una doppia serie di cromosomi: numero diploide ($2n$).

APLONTI

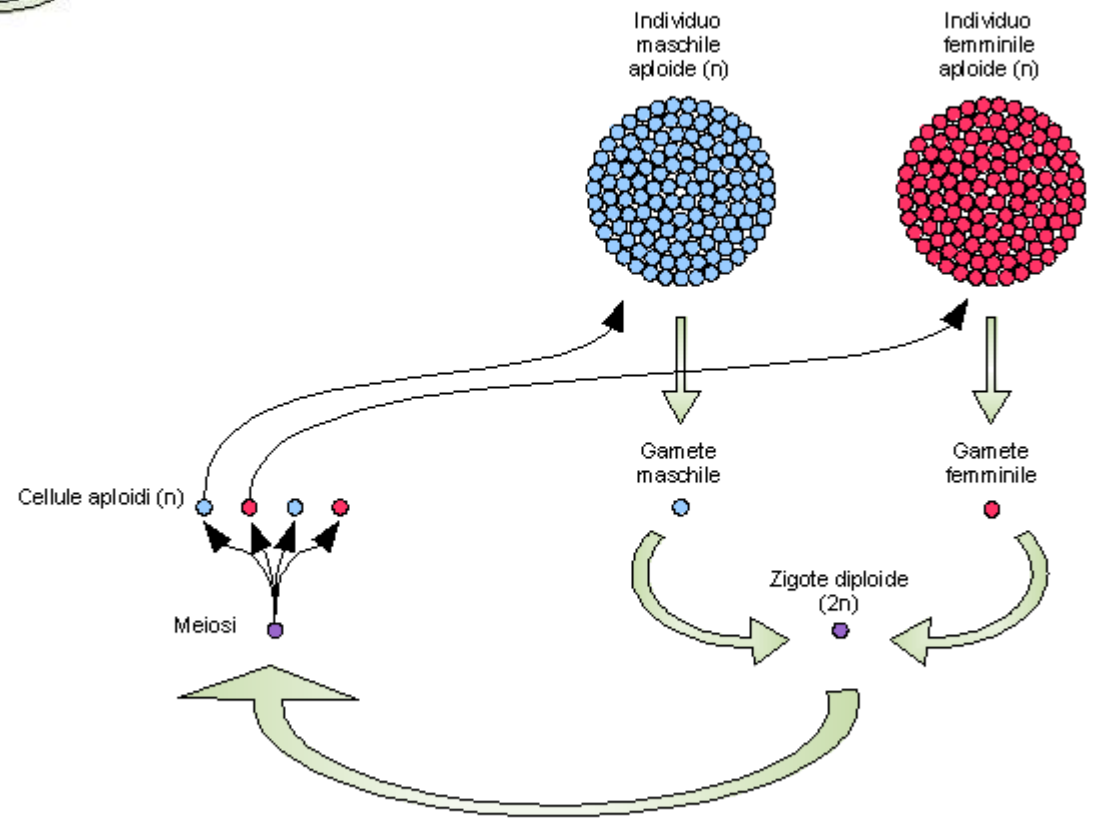
APLODIPLONTI

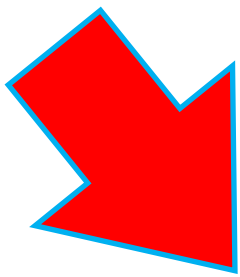
DIPLONTI

Ciclo diplonte

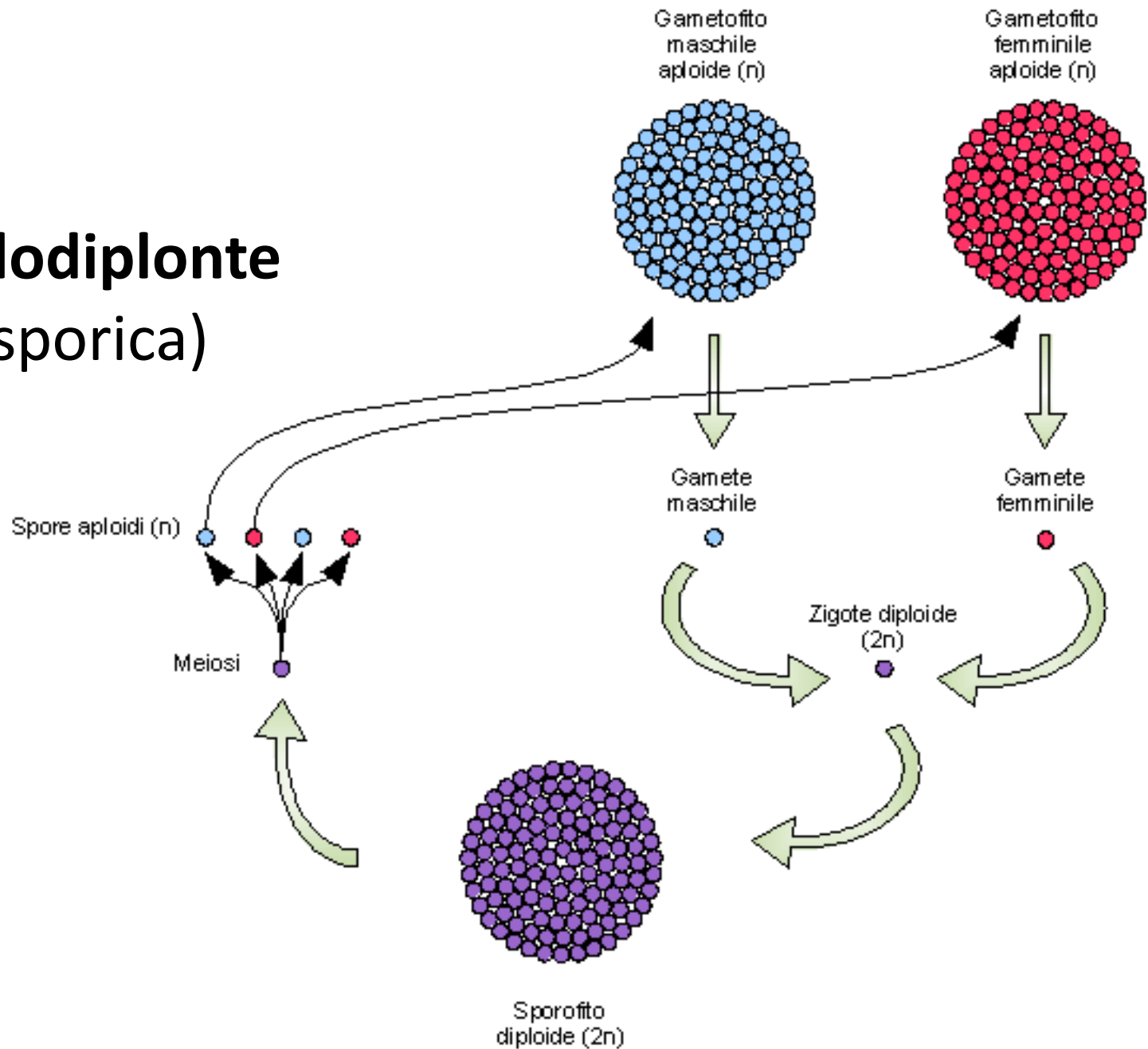


Ciclo aplonte

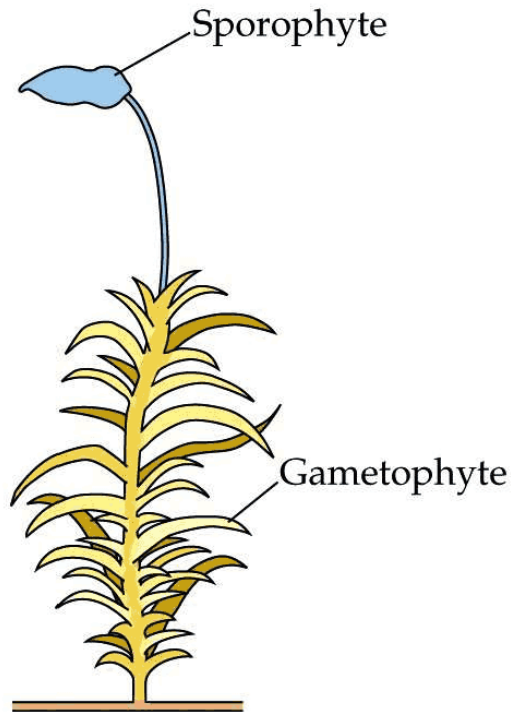




Ciclo aplodiplonte (meiosi sporica)

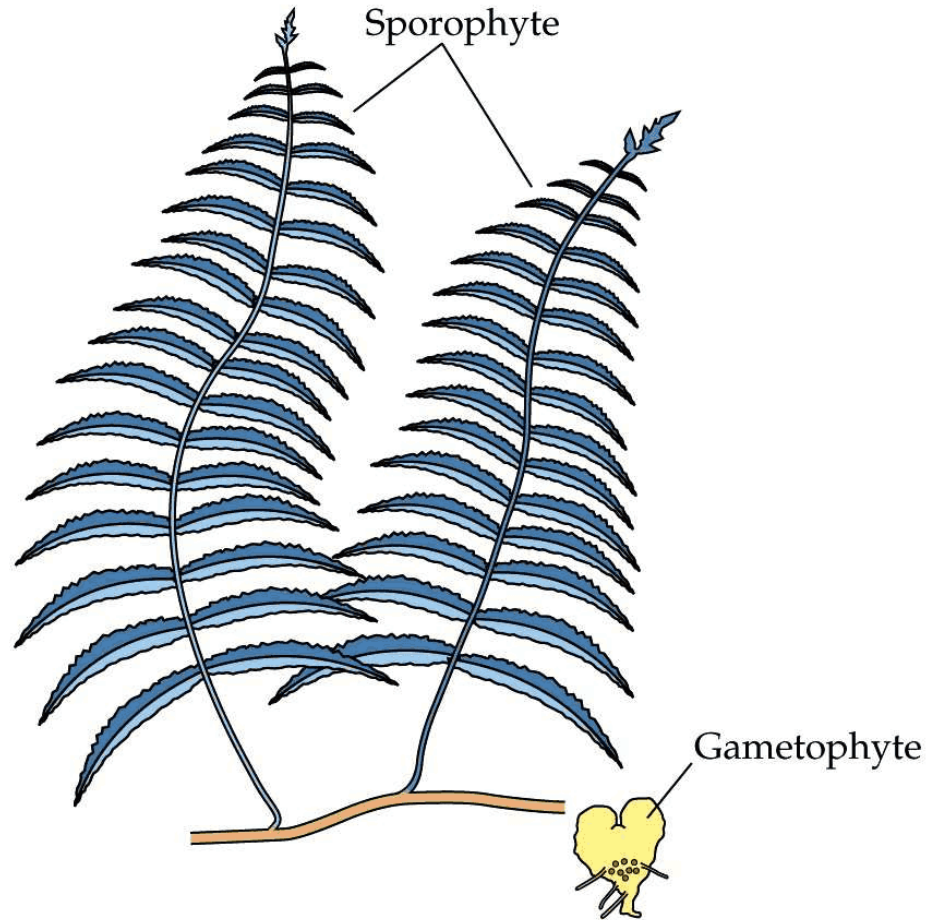


In Briofite: dominanza della fase aploide (gametofito) sulla fase diploide (sporofito)



moss

In Pteridofite e Spermatofite: dominanza della fase diploide (sporofito) sulla fase aploide (gametofito)



fern

© 2001 Sinauer Associates, Inc.



Caratteri principali:

- riproduzione sessuale oogama;
- strato di cellule che si sviluppa a protezione dello zigote, in seguito alla fecondazione delle singole grandi cellule-uovo (anello di passaggio all'evoluzione di un vero e proprio archegonio a partire da un oogonio);
- sviluppo in queste cellule di protezione di invaginazioni parietali per incrementare l'efficienza dello scambio con lo zigote.

Tuttavia, non possono essere considerate il diretto progenitore delle piante vascolari, quanto piuttosto il membro di un gruppo strettamente affine, in quanto presentano meiosi zigotica.



TRACHEOFITE

BRIOFITE



o cormofite (struttura a corno, formato da vere foglie, caule e radici)

SPERMATOFITE

PTERIDOFITE



“piante con seme”

crittogame vascolari

Gimnosperme

Angiosperme

“a seme nudo”

“a seme protetto”



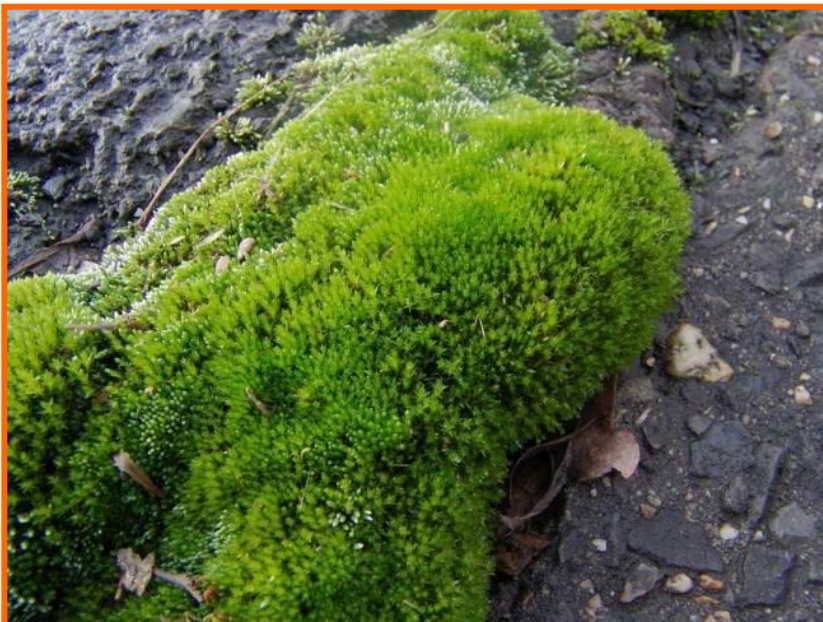
Alghe verdi

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)

- **gametofito:** (aploide) predominante
- **sporofito:** troficamente dipendente dal gametofito!!



PTERIDOFITE (felci, equiseti, licopodi)

➤ **sporofito:** (diploide!) predominante, solo all'inizio troficamente dipendente dal gametofito

➤ **gametofito:** talvolta ridotto di dimensioni, NON fotosinteticamente attivo.



SPERMATOFITE (gimno- e angiosperme): piante con seme!

➤ **sporofito:** nettamente predominante

➤ **gametofito:** maschile & femminile ridotti (fino a contare poche cellule).

Tre innovazioni fondamentali:

- progressivo svincolo dall'acqua come mezzo di trasporto dei gameti maschili: l'intero (micro-) gametofito maschile viene disperso (**granulo di polline**);
- inclusione del (mega-)gametofito femminile nei tessuti dello sporofito → formazione di tessuti di riserva e di protezione intorno al nuovo embrione (**seme**).
- progressiva specializzazione dei processi di trasporto del polline → vettori biotici (**impollinazione biotica**), meccanismi di attrazione tramite specializzazione degli elementi fiorali, meccanismi di **dispersione** del seme.



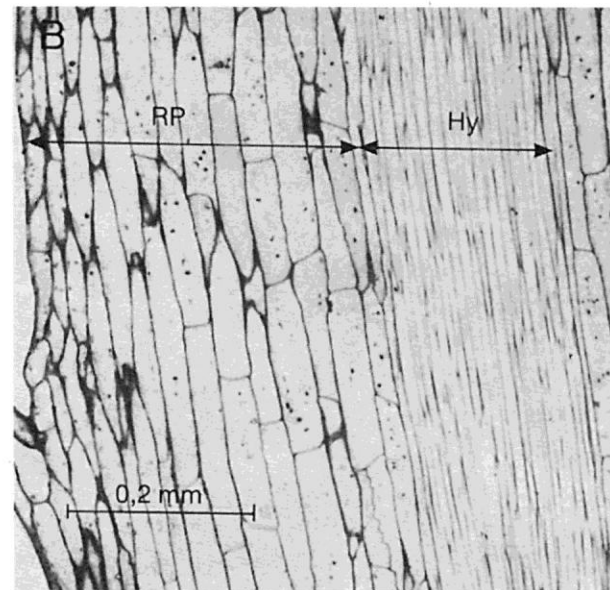
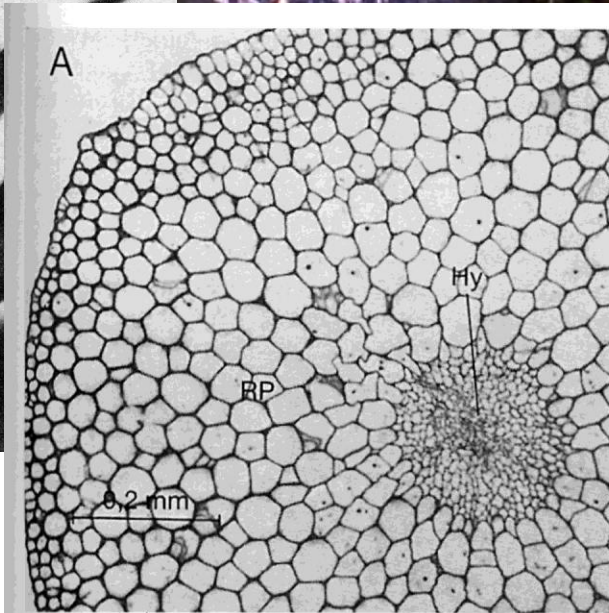
BRYOPHYTA (3 classi)

Anthocerotopsida c. 100 spp.

Marchantiopsida (=Hepaticae, epatiche), **8.000** spp.

Bryopsida (=Musci, muschi), **16.000** spp.

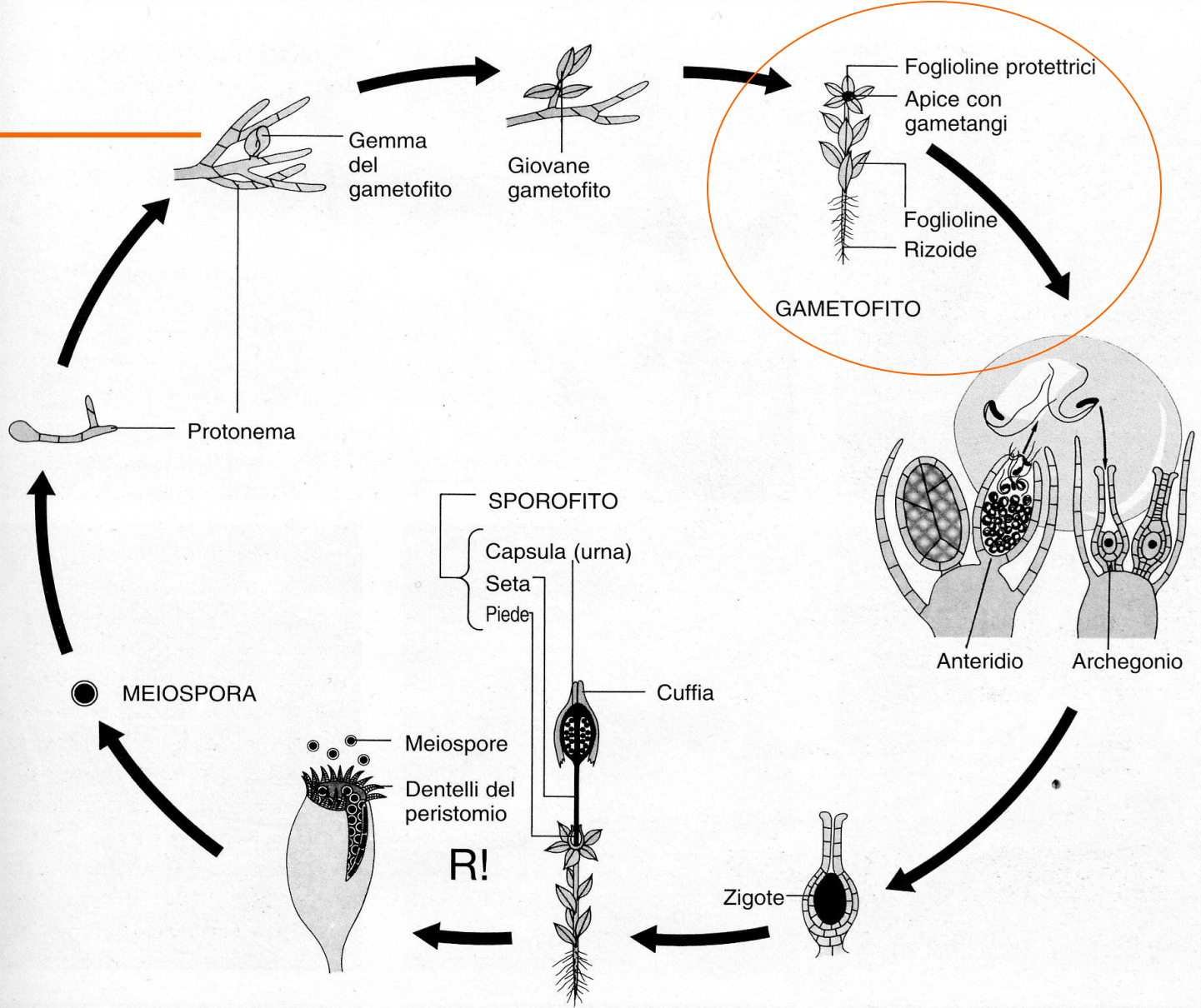




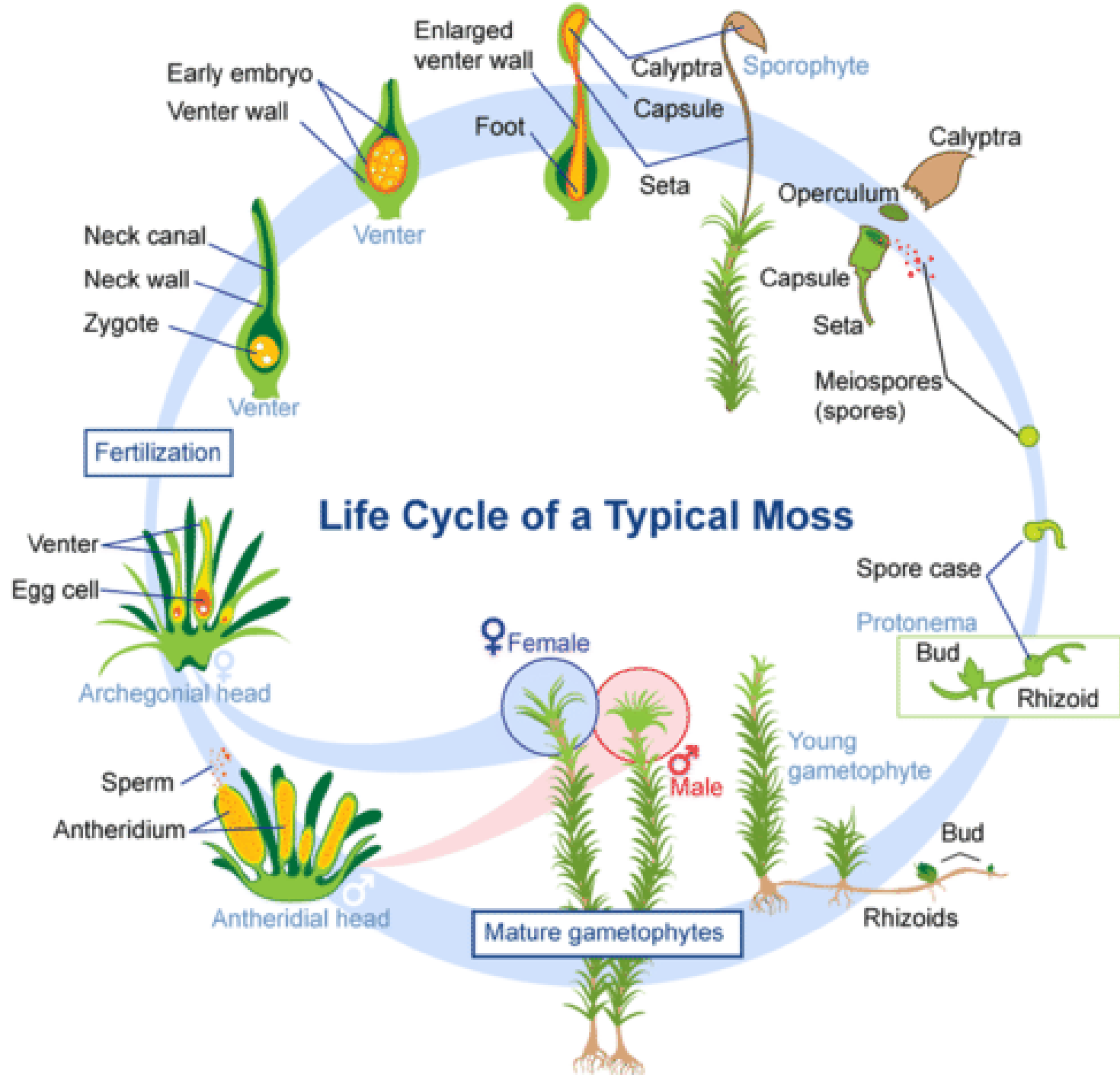
Idroidi. (A) Sezione di un fusticino appartenente a uno sporofito di un muschio (*Plagiomnium undulatum*). Al centro gli idroidi (Hy) forma-

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

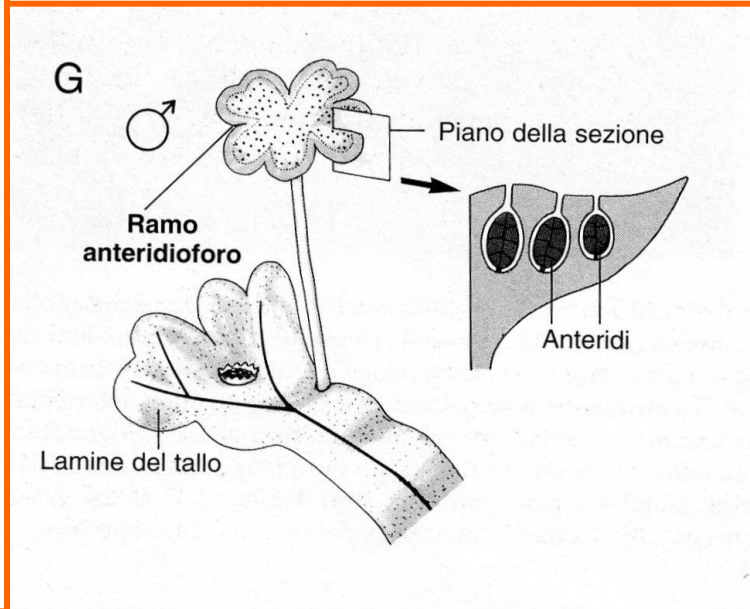
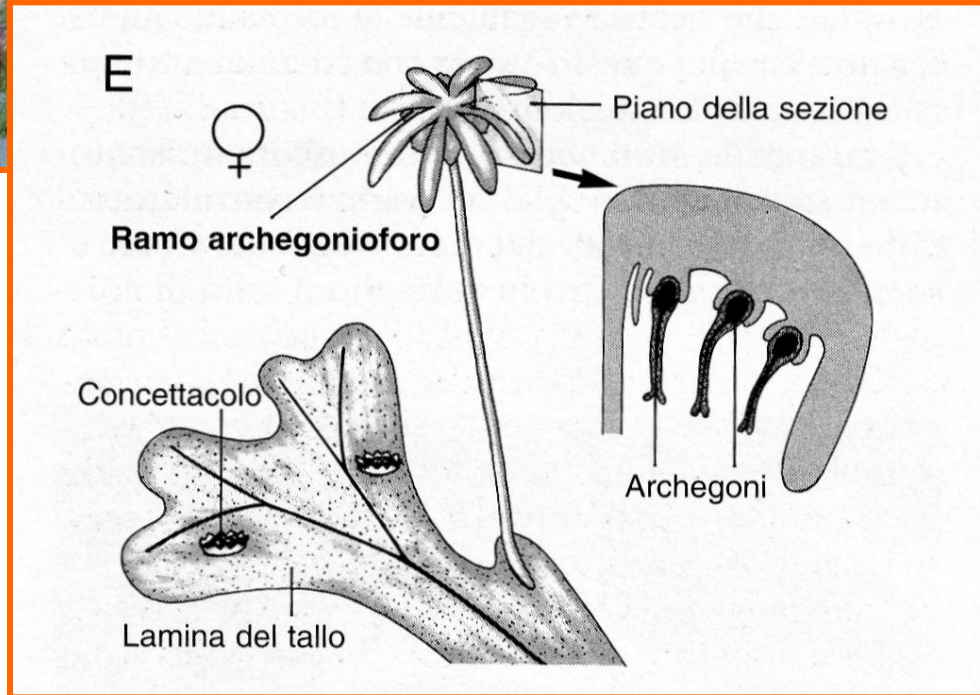
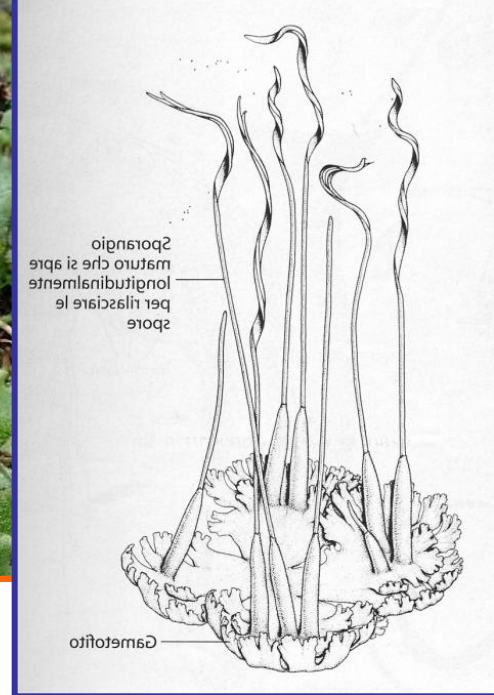
stretto ma sono molto più lunghi delle cellule parenchimatice corticali. I leptoidi non sono visibili nel campione (foto di R. LIGRONE).



Alternanza di generazione nei muschi. Zigote e sporofito sono diploidi, tutti gli altri stadi sono aploidi. La meiosi (R!) porta alla formazione di meiospore contenute nella capsula.



Life Cycle of a Typical Moss



Schistostega pennata



© H. Tinguy



© Biopix / B. Heestma

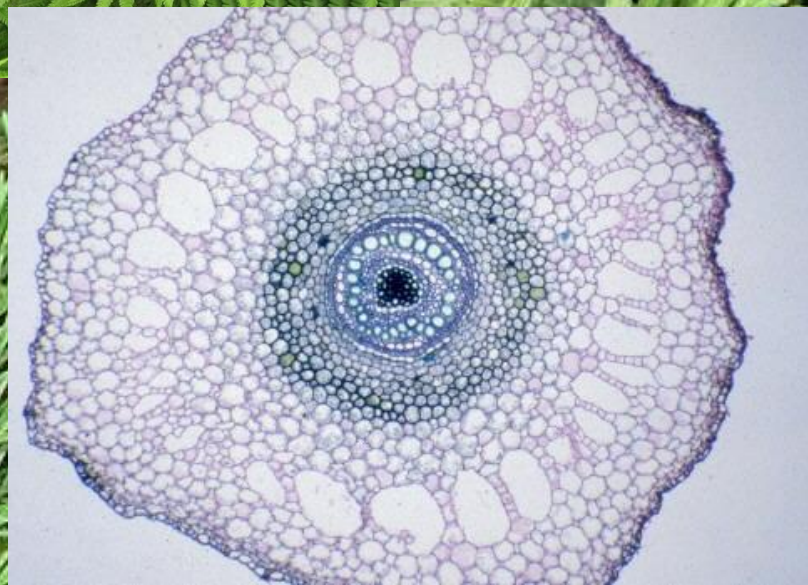


PTERIDOPHYTA

- corpo articolato in fusto, foglie e radici,
- dotate di efficienti tessuti di conduzione (“tracheofite”)
- tessuto epidermico cutinizzato
- gruppo ancestrale comune (“*Prosilophy-topsida*”) alle briofite

Evolutionary/adaptive radiation delle Pteridofite nel **Carbonifero** (300 mya) , alcuni gruppi poi estinti. L’ evoluzione delle Briofite si fermò prima del Crabonifero.

ERA	PRECAMBRIANA o ARCHEOZOICA			PALEOZOICA o PRIMARIA						MESOZOICA o SECONDARIA			CENOZOICA o TERZIARIA					NEOZOICA o QUATERNARIA	
	ADRIANICO	ARCHAEOZOICO	PRE-CAMBRIANO	CAMBRIANO	ORDOVIZIO	SILURIANO	DEVONIANO	CARBONIFERO	PERMIANO	TRIASSICO	GIOIASICO	CRETACEO	PALEOCENE	EOCENE	OLIGOCENE	MIOCENE	PLIOCENE	PLEISTOCENE	OLOCENE
PERIODO																			
INIZIO	4,600	3,800	2,230	550	500	440	415	356	295	246	200	143	65	55	34	23,0	5,3	2,000	0,0117
FINE	3,800	2,230	550	500	440	415	356	295	246	200	143	65	55	34	23	5,3	2,0	0,0117	OGGI





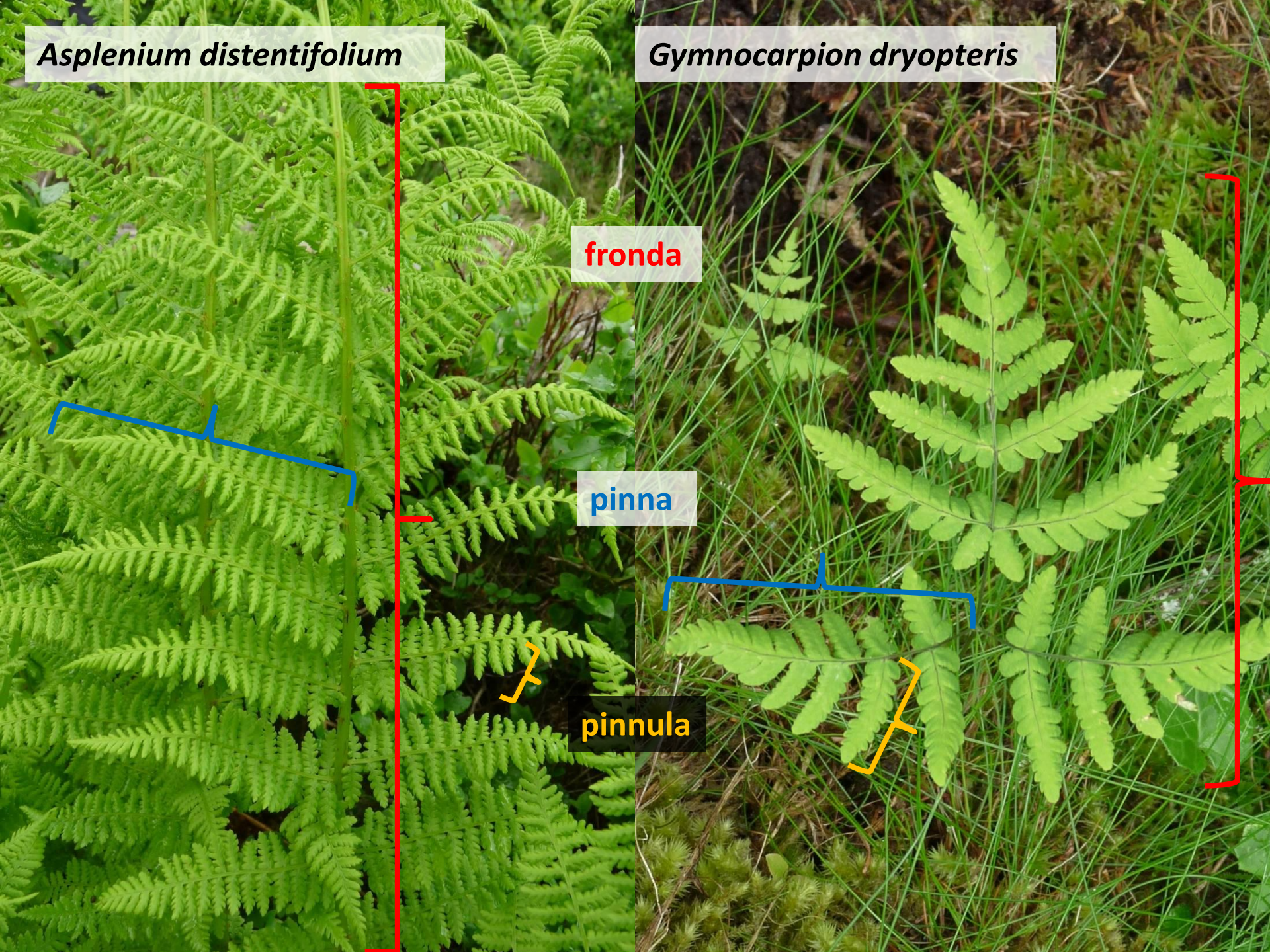
Asplenium distentifolium

Gymnocarpion dryopteris

fronda

pinna

pinnula





Fecondazione legata alla presenza di acqua (come nelle briofite): gli spermatozoidi flagellati nuotano per raggiungere l'ovocellula contenuta nell'archegonio.

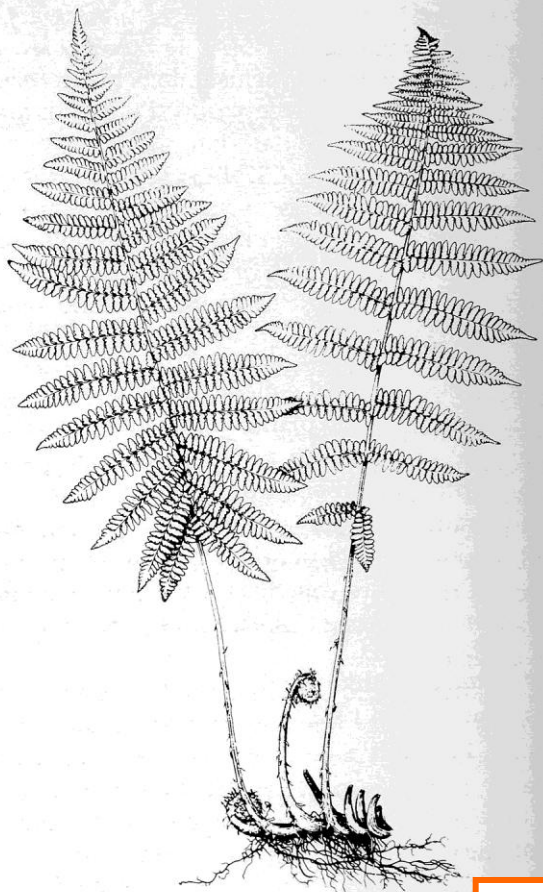
Attenzione: le felci riescono a colonizzare ambienti aridi!!!



Cistopteris fragilis



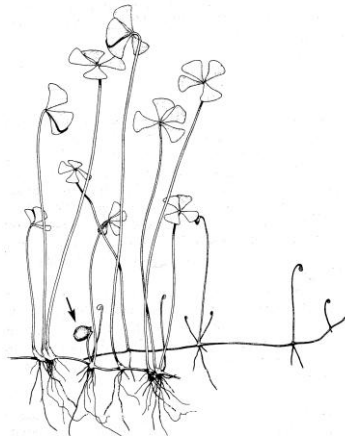
PTERIDOPHYTA



Polyodiaceae. *Athyrium filix-femina*
generale (da un terzo a un quarto delle dimensioni
Si noti la prefogliazione circinata delle foglie in v
luppo (da Taylor 1984; Milwaukee Public Museum;
gno originale di P. Nelson).



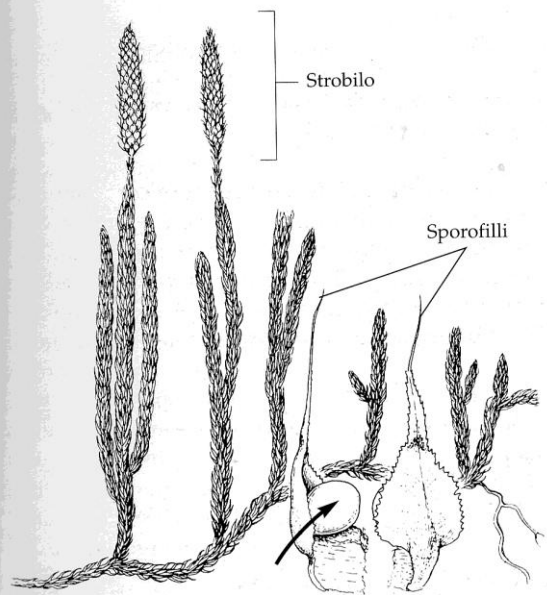
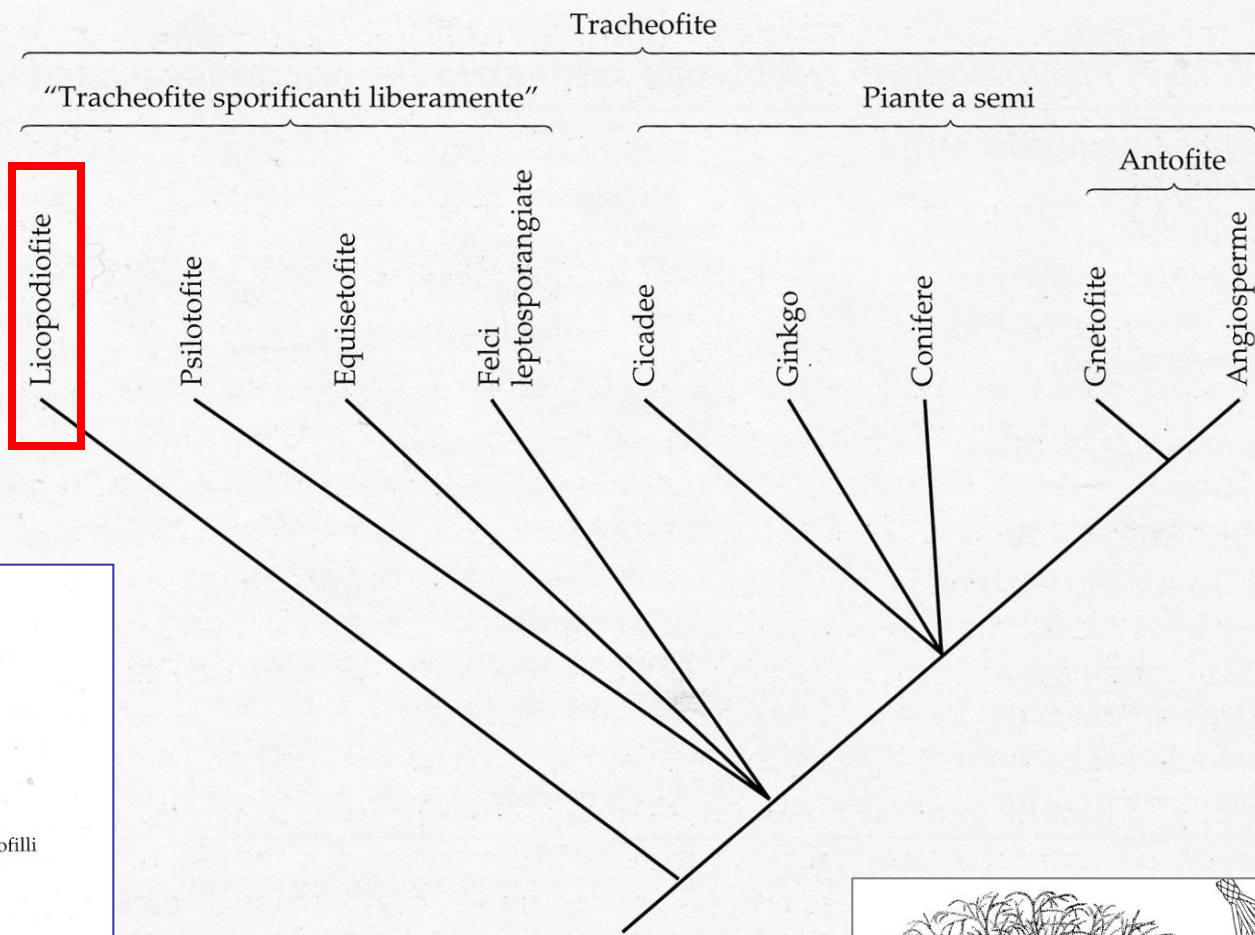
A



Marsileaceae. *Marsilea vestita*: aspetto generale ($\times 0,7$ circa). Si
notino le foglie mature simili a quadrifogli, numerose foglie giovani circinate e
un unico sporocarpo (indicato dalla freccia) (da Taylor 1984; Milwaukee Public
Museum, disegno originale di P. Nelson).

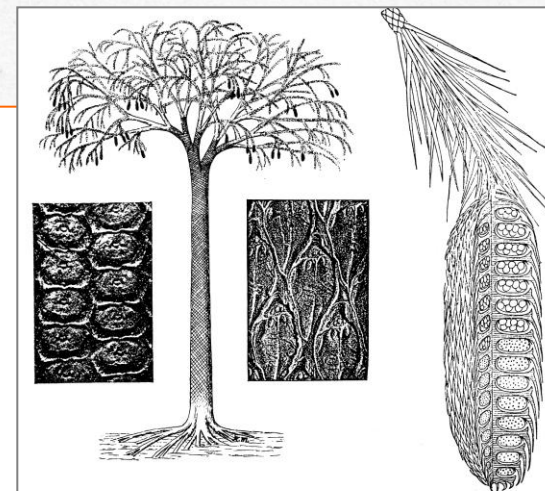


Riassunto
 semplificato delle relazioni
 filogenetiche tra i gruppi
 più importanti di tracheofi-
 te: licopodiofite, equisetofi-
 te, psilotofite, felci lepto-
 sporangiate, cicadee, gink-
 go, conifere, gnetofite e
 angiosperme (modificato
 da Pryer et al. 1995).



Lycopodiaceae. *Lycopodium clavatum*:
 aspetto generale (le dimensioni della figura sono circa i
 due terzi di quelle reali) e sporofilli ($\times 7$); la freccia indica
 uno sporangio (da Øllgaard 1990).

Lepidodendron





trofofilli vs. sporofilli

Bechnum spicant

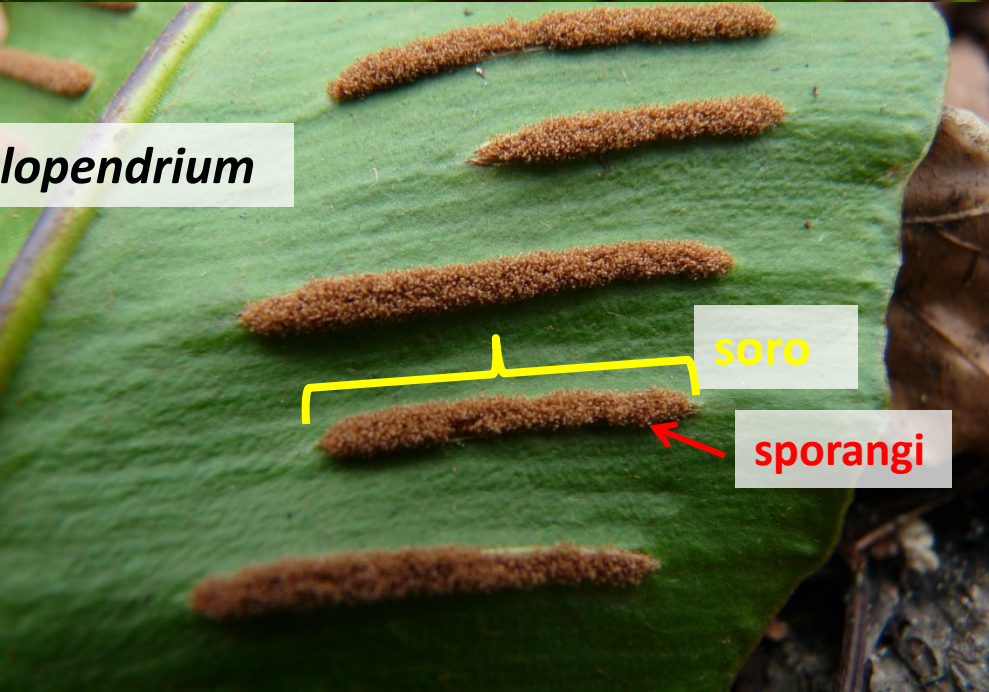




Phyllitis scolopendrium



Athyrium distentifolium



soro

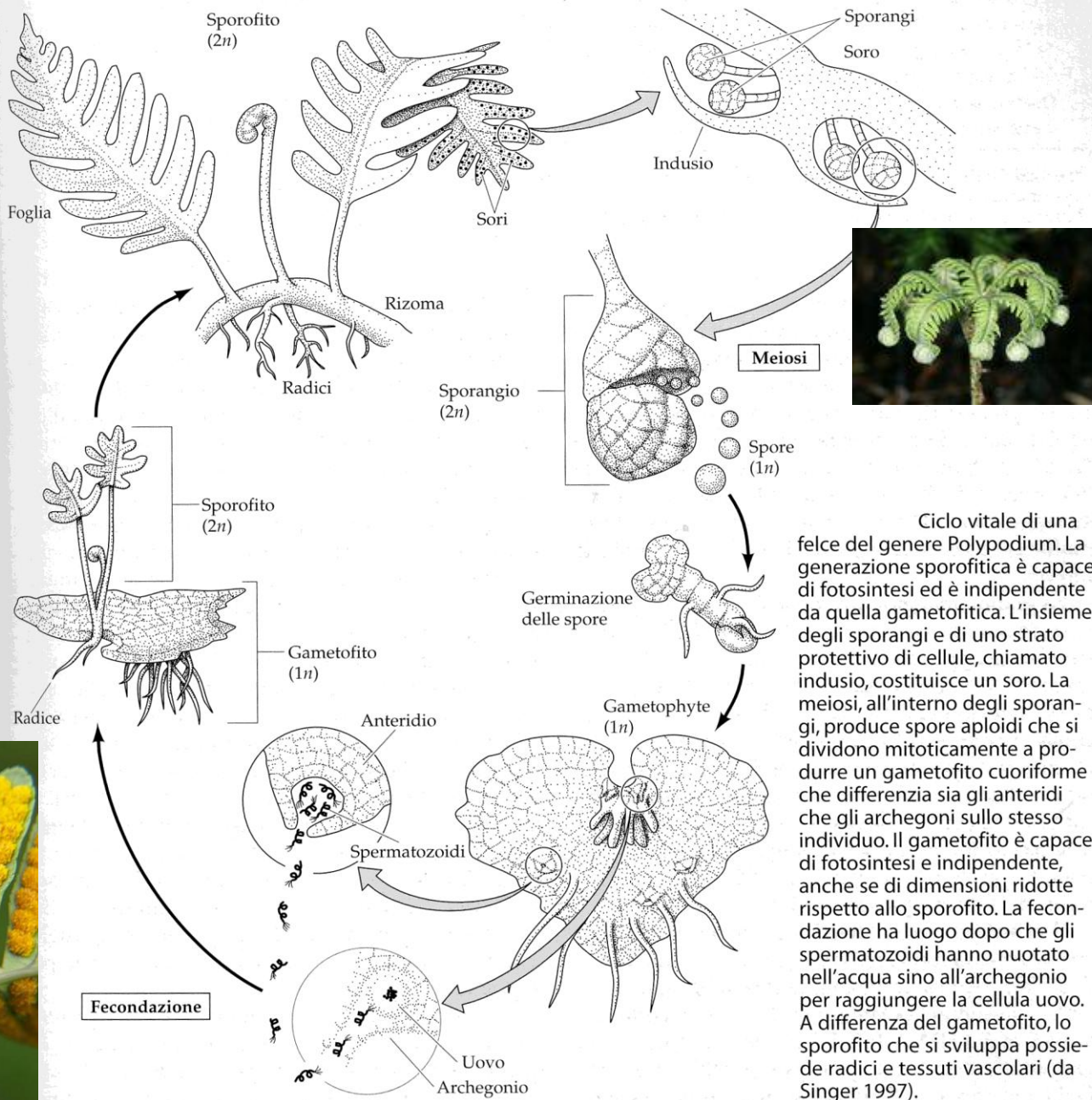
sporangii

Pteridofite ISOSPOREE

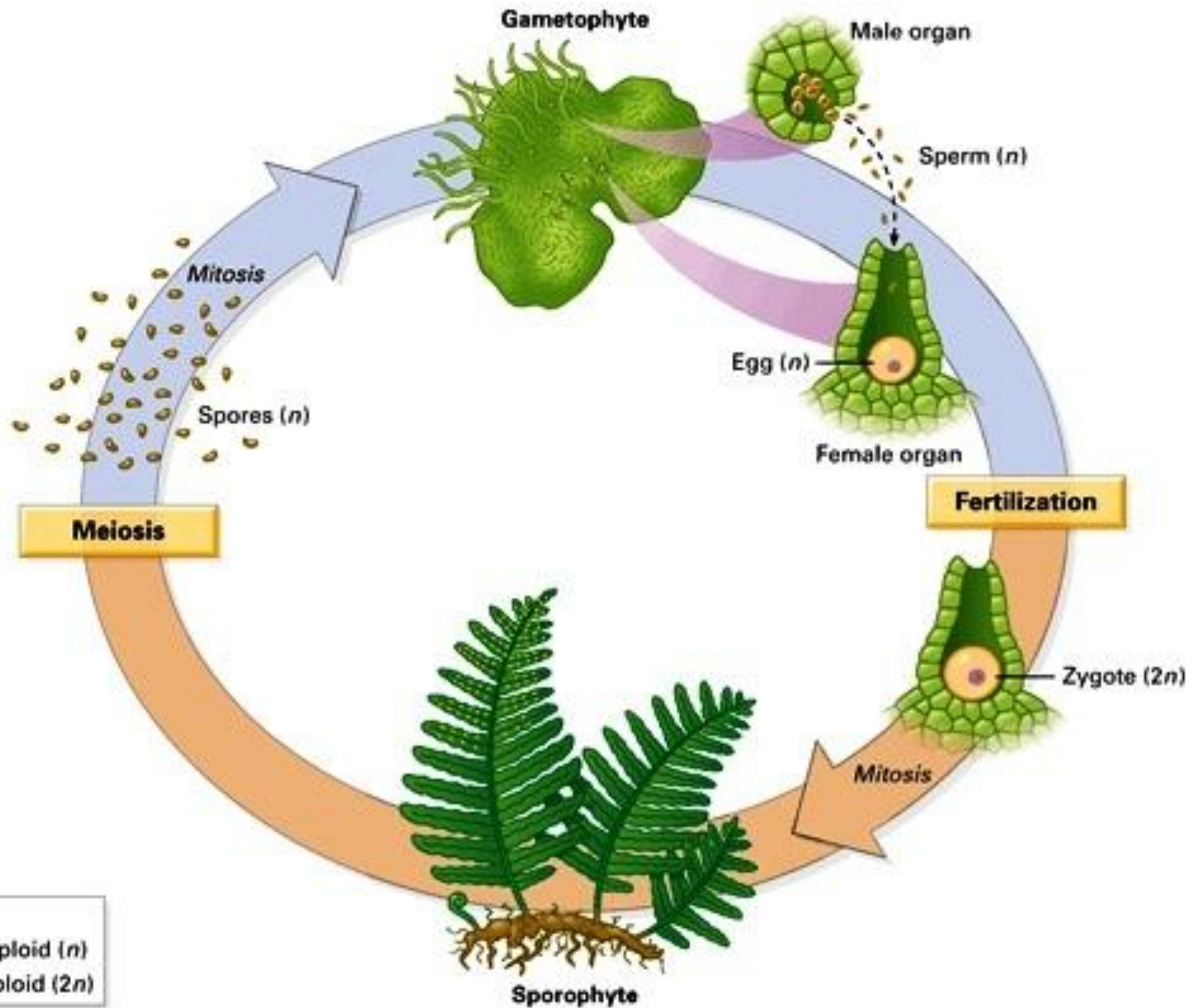


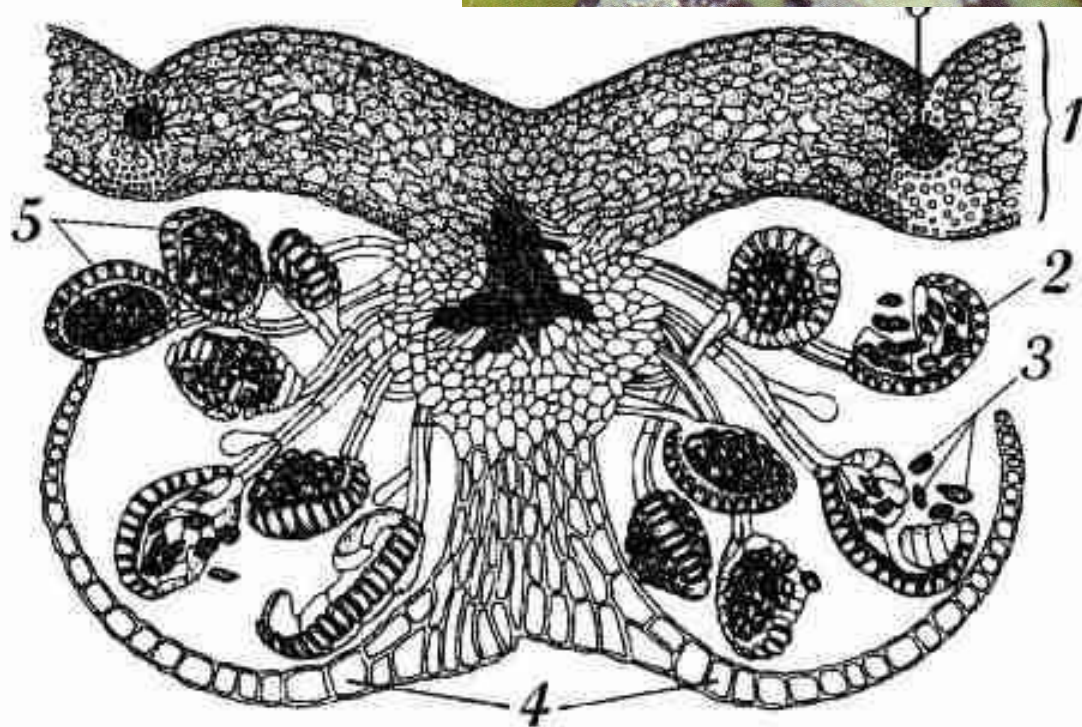
Polypodium vulgare

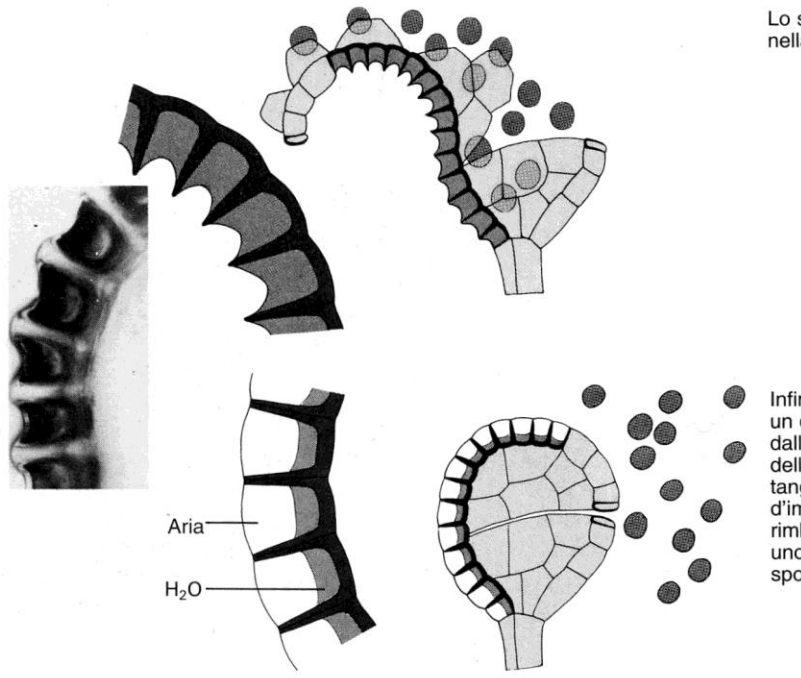
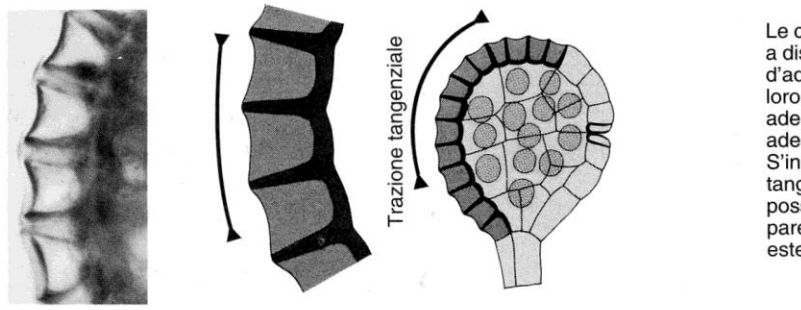
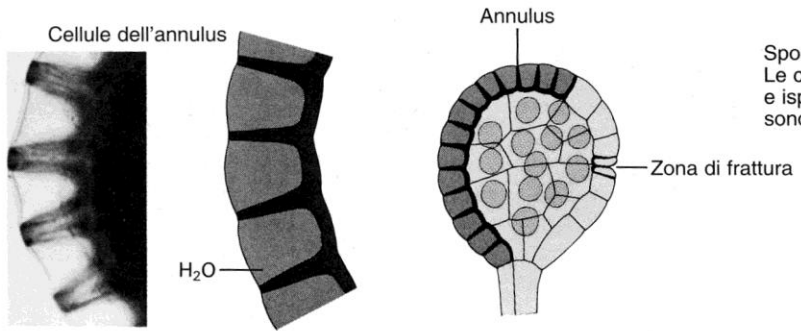
Maggior parte delle specie



Ciclo vitale di una felce del genere *Polypodium*. La generazione sporofitica è capace di fotosintesi ed è indipendente da quella gametofitica. L'insieme degli sporangi e di uno strato protettivo di cellule, chiamato indusio, costituisce un soro. La meiosi, all'interno degli sporangi, produce spore aploidi che si dividono mitoticamente a produrre un gametofito cuoriforme che differenzia sia gli anteridi che gli archegoni sullo stesso individuo. Il gametofito è capace di fotosintesi e indipendente, anche se di dimensioni ridotte rispetto allo sporofito. La fecondazione ha luogo dopo che gli spermatozoidi hanno nuotato nell'acqua sino all'archegonio per raggiungere la cellula uovo. A differenza del gametofito, lo sporofito che si sviluppa possiede radici e tessuti vascolari (da Singer 1997).





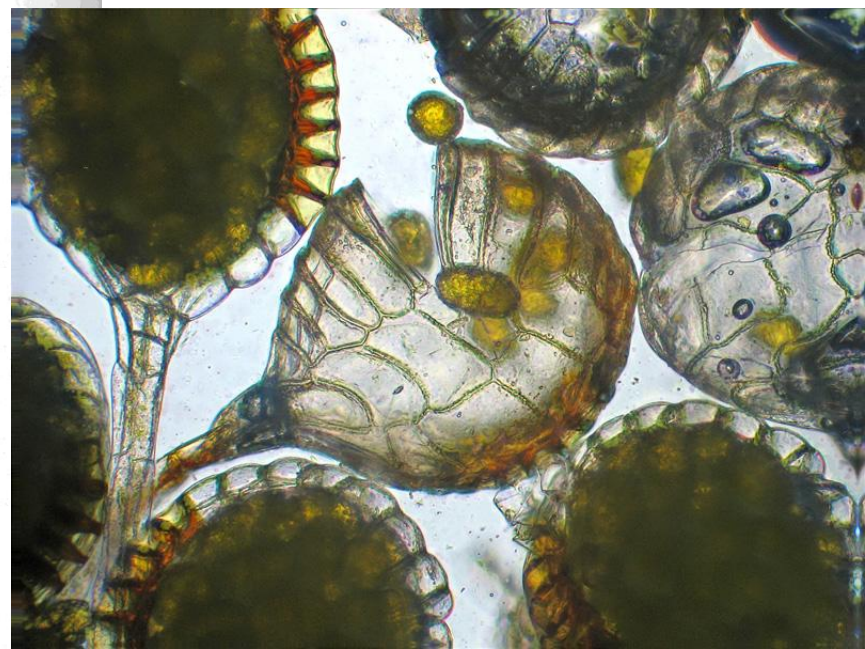


Sporangio chiuso.
Le cellule dell'annulus, morte e ispessite solo da un lato, sono piene d'acqua.

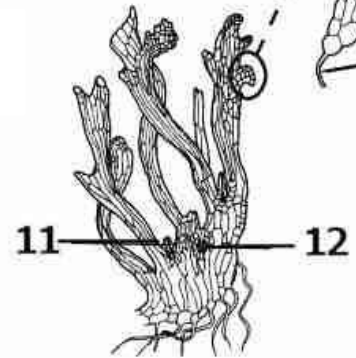
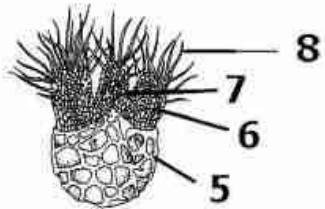
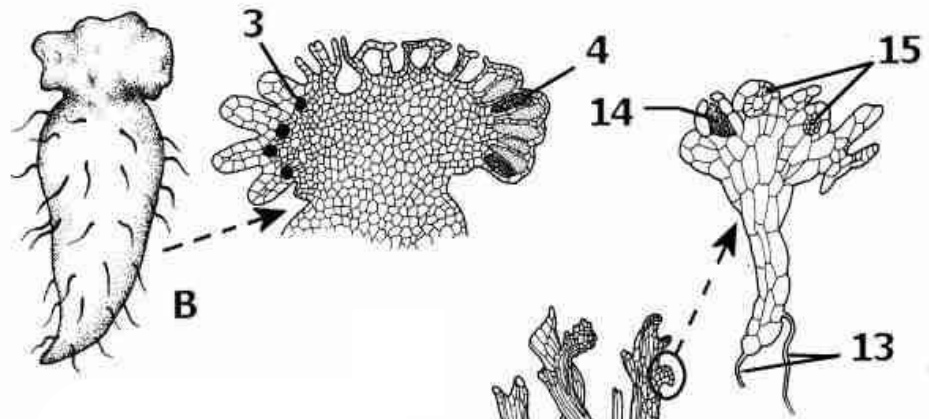
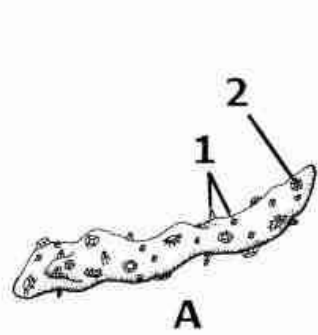
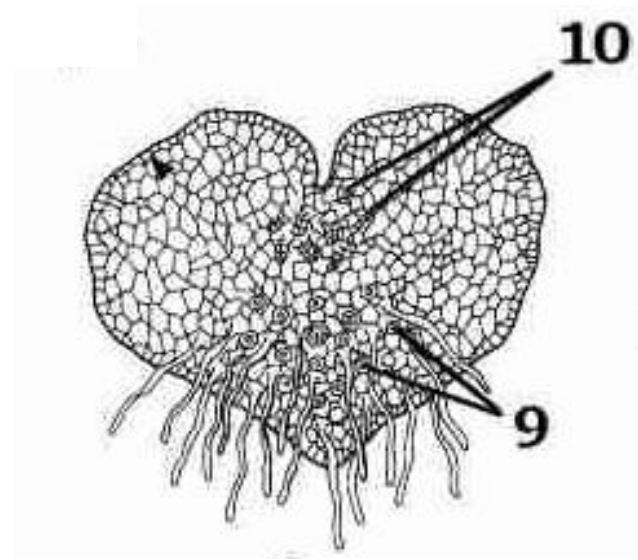
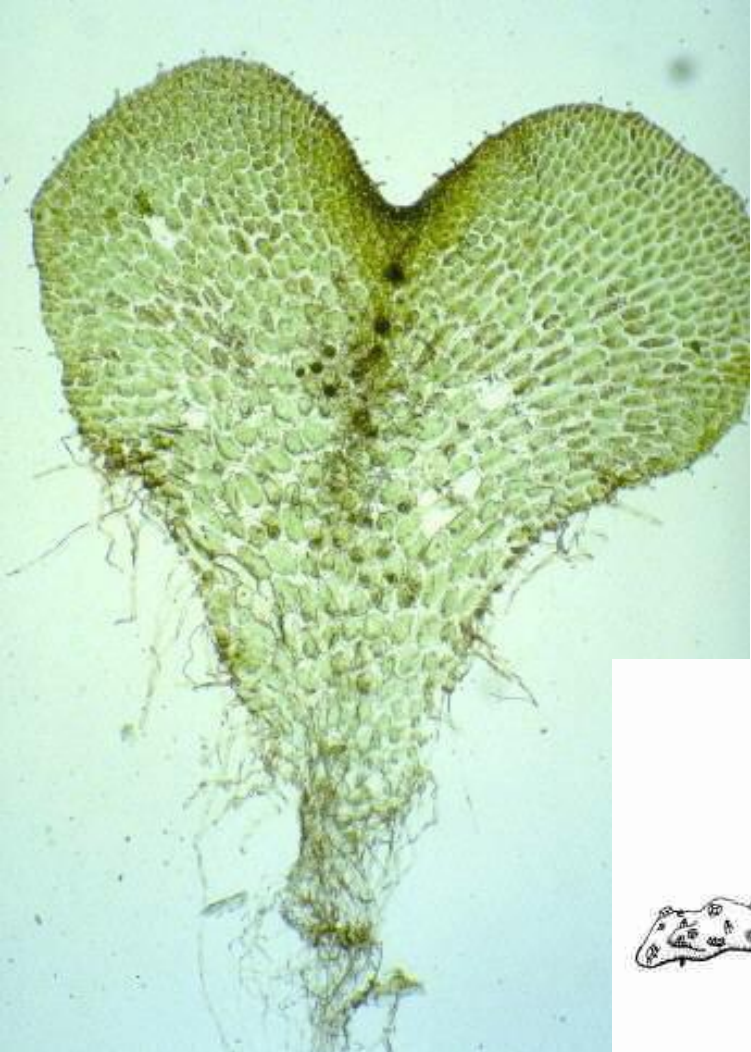
Le cellule dell'annulus iniziano a disseccarsi. Le molecole d'acqua sono connesse fra di loro per coesione e aderiscono alle pareti per adesione. S'instaura una trazione tangenziale alla quale possono cedere solo le pareti non ispessite esterne.

Lo sporangio si lacera nella zona di frattura.

Infine avviene ancora un distacco dell'acqua dalle pareti cellulari dell'annulus. La trazione tangenziale s'interrompe d'improvviso. L'annulus rimbalza indietro con uno strappo e lancia le spore lontano.



Il meccanismo di deiscenza nello sporangio di una felce.



C

E

Pteridofite ETEROSPOREE

In alcune invece è presente una differenziazione in **micro-** e **megaspore** → **ETEROSPORIA**.

Comparsa multipla ed indipendente dell'eterosporia nelle pteridofite (per es. esistevano specie eterosporee anche tra gli Equiseti fossili, mentre oggi tutti gli Equiseti producono meiospore dello stesso tipo, sono appunto piante isosporee).

Selaginella lepidophylla



**Pteridofite
ETEROSPOREE**

9 genera: e.g.
Selaginella, *Azolla*,
Marsilea, *Salvinia*,
Isoetes



***Selaginella
lepidophylla***

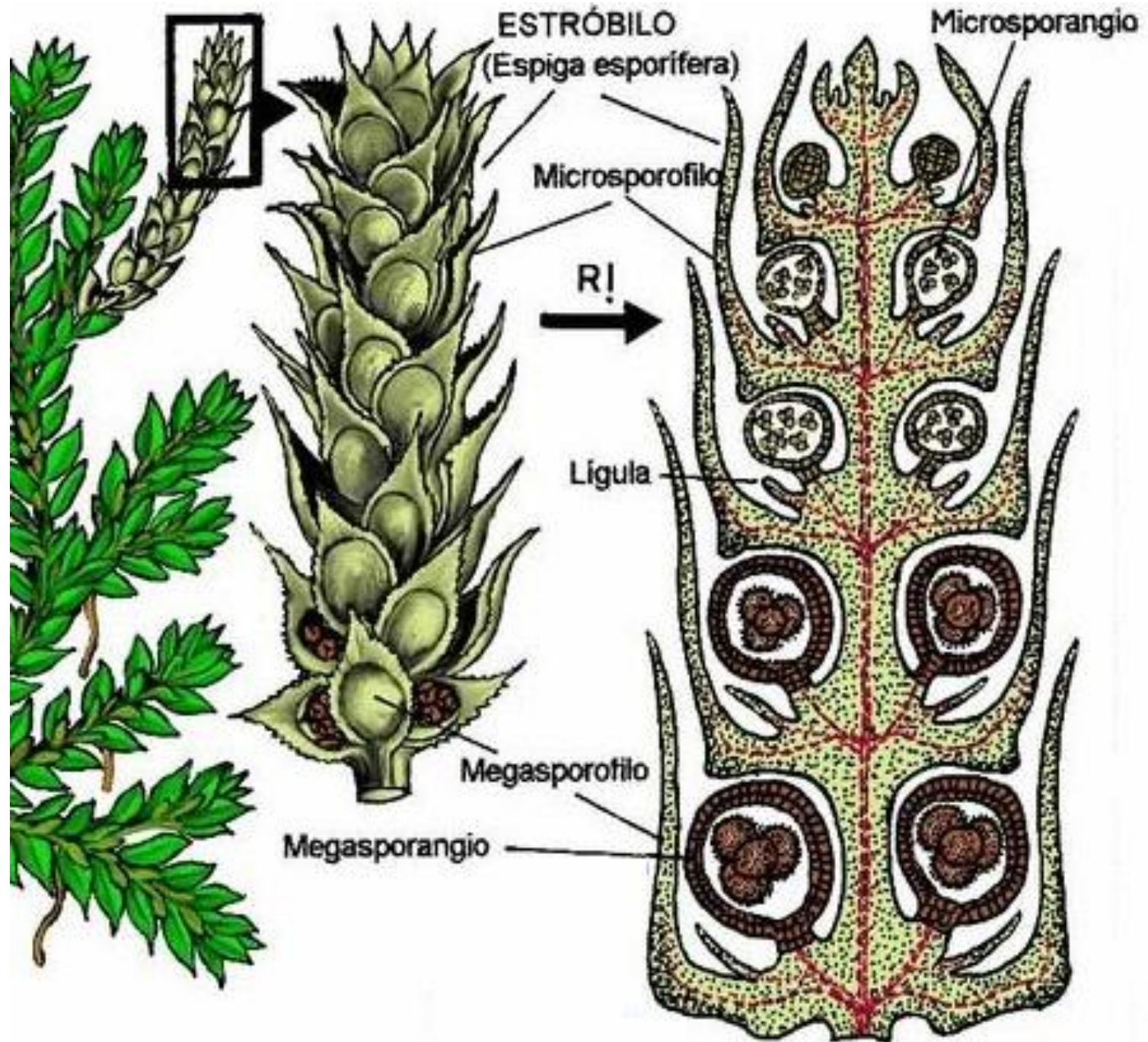
***Selaginella
selaginoides***

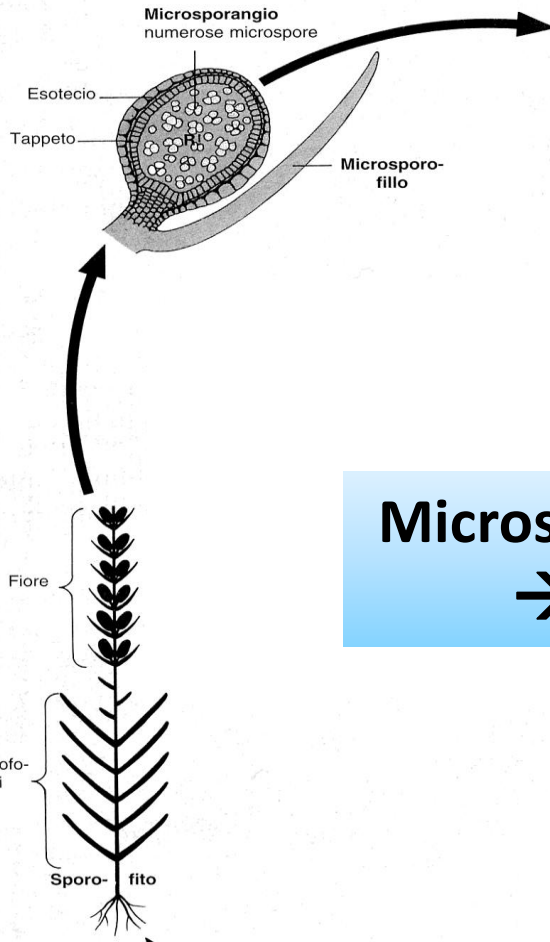
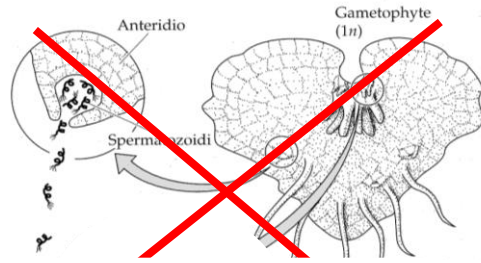




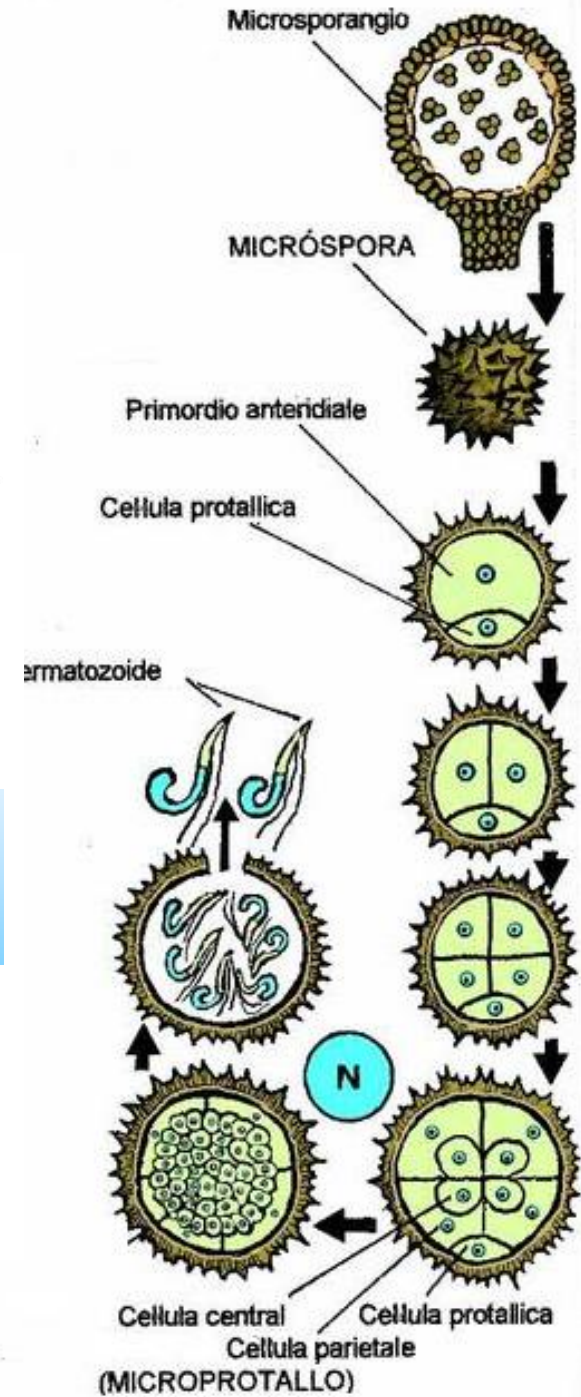
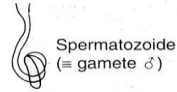
Azolla filiculodes



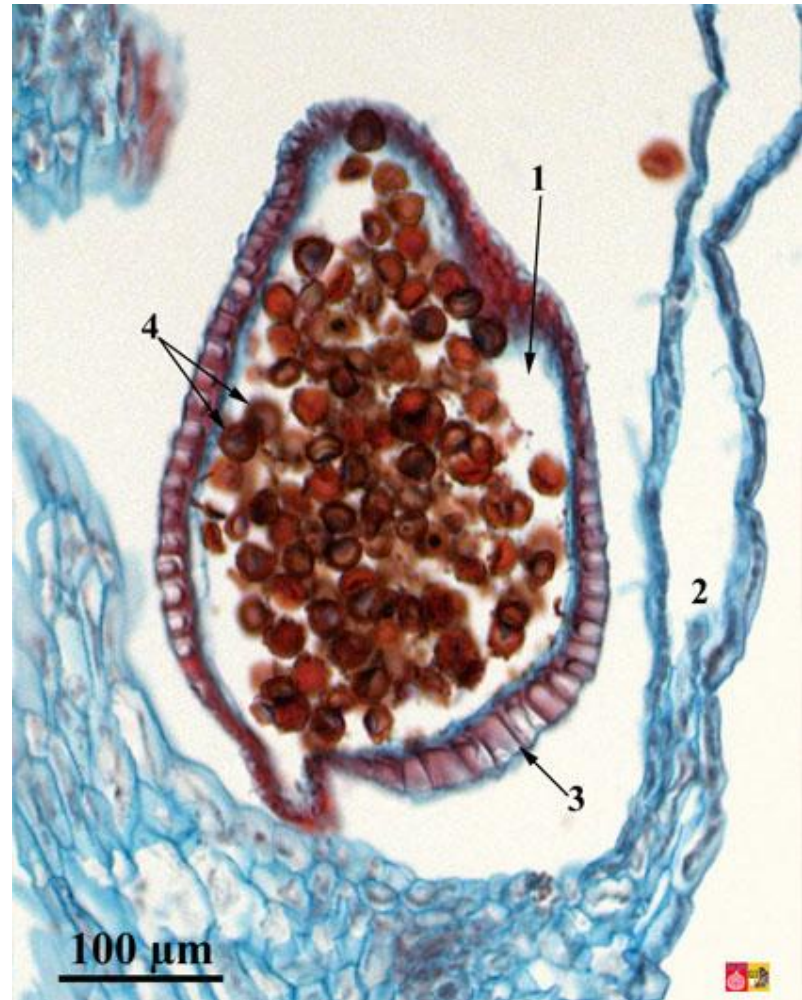
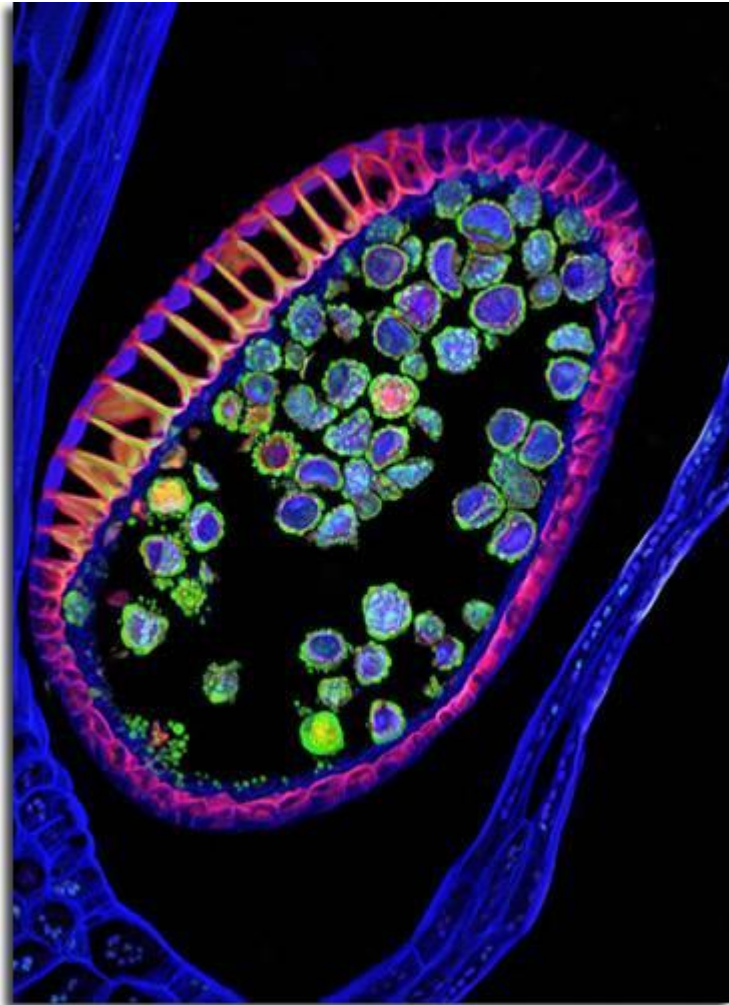


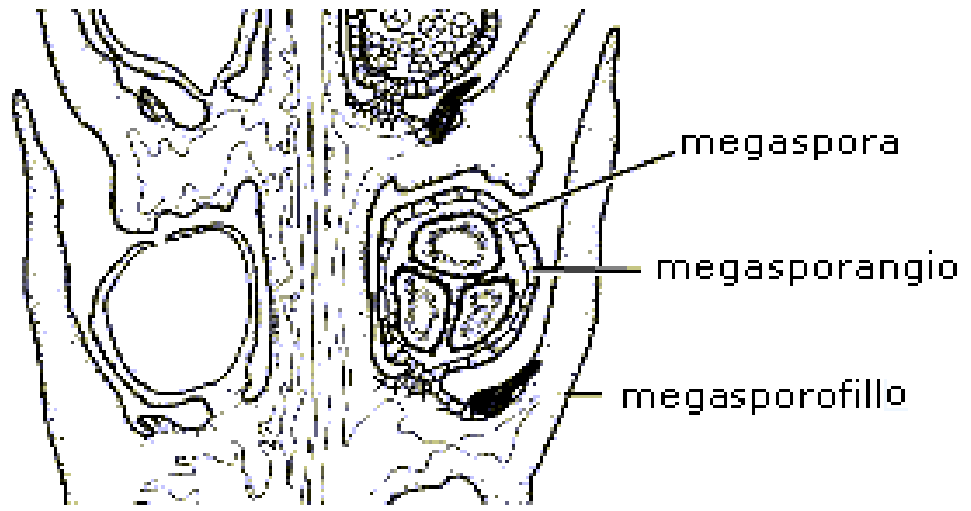
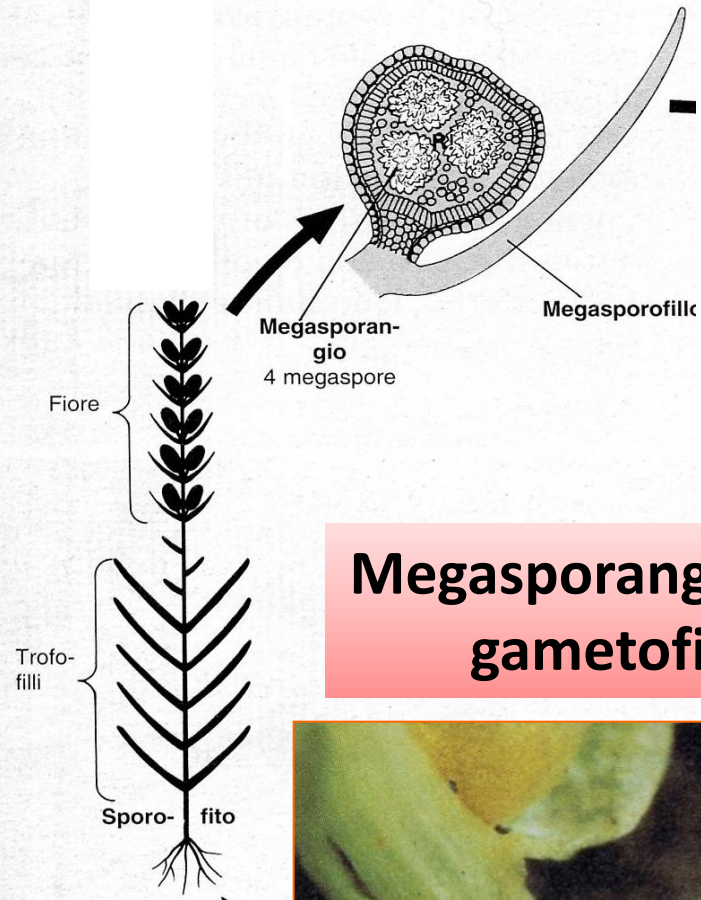


**Microsporangio → microspore
→ gametofito "maschile"**

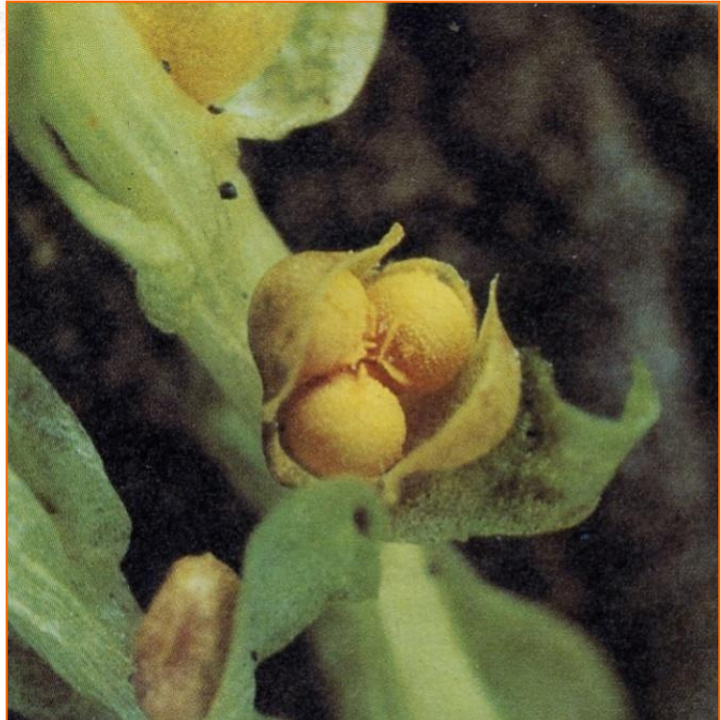


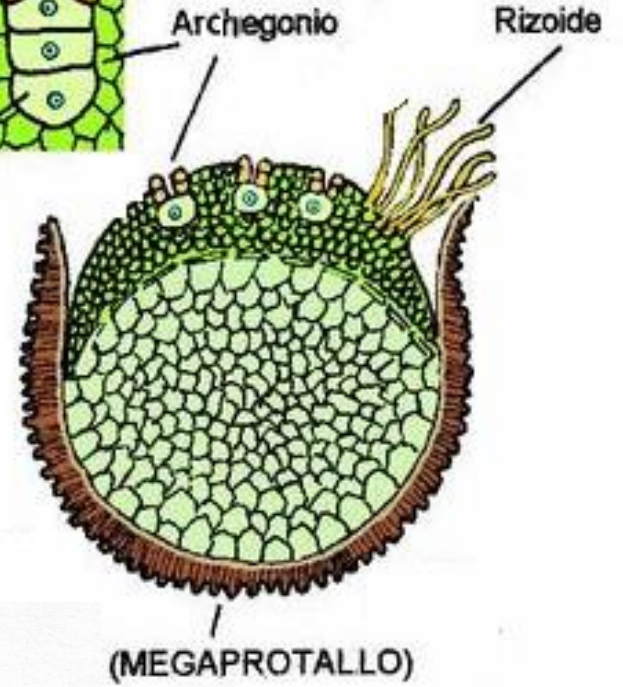
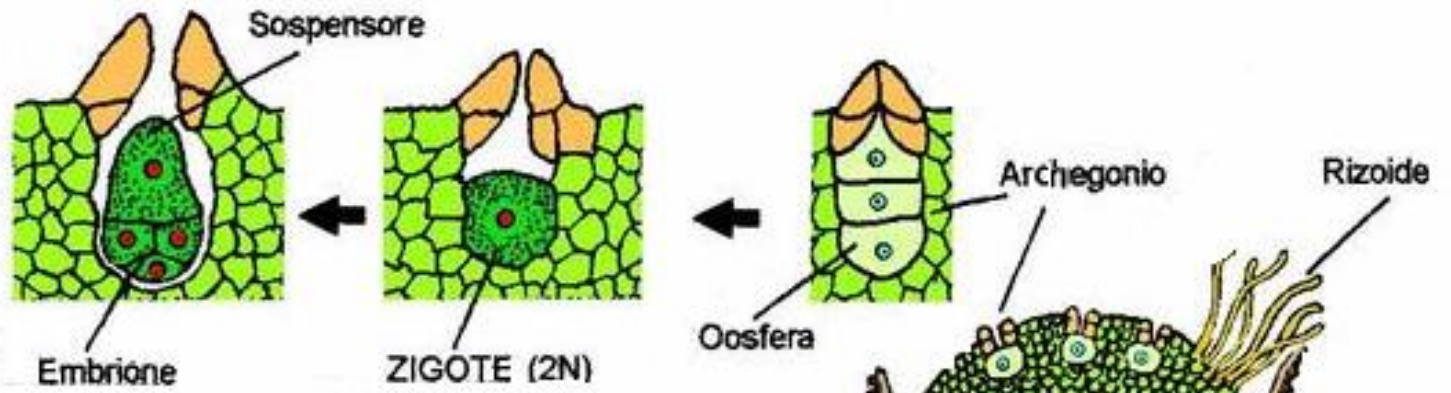
Microsporangio → microspore → gametofito “maschile”



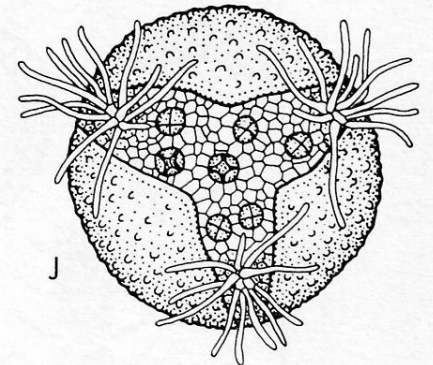
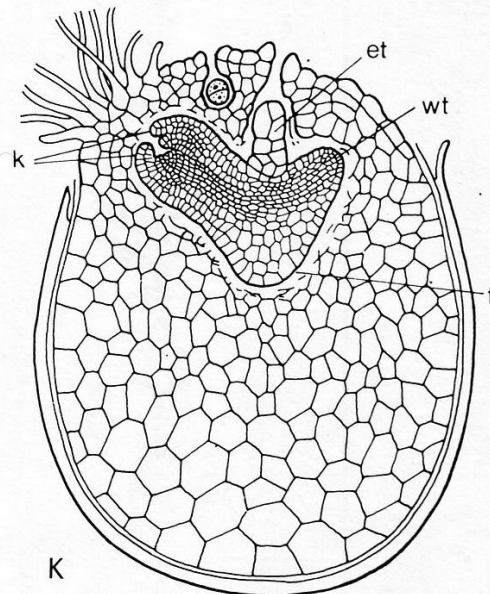
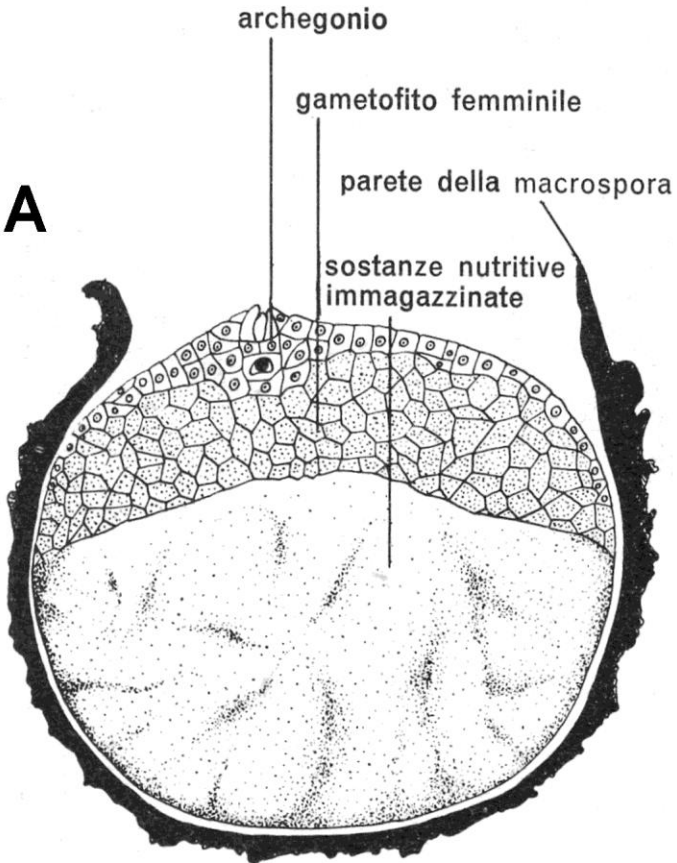


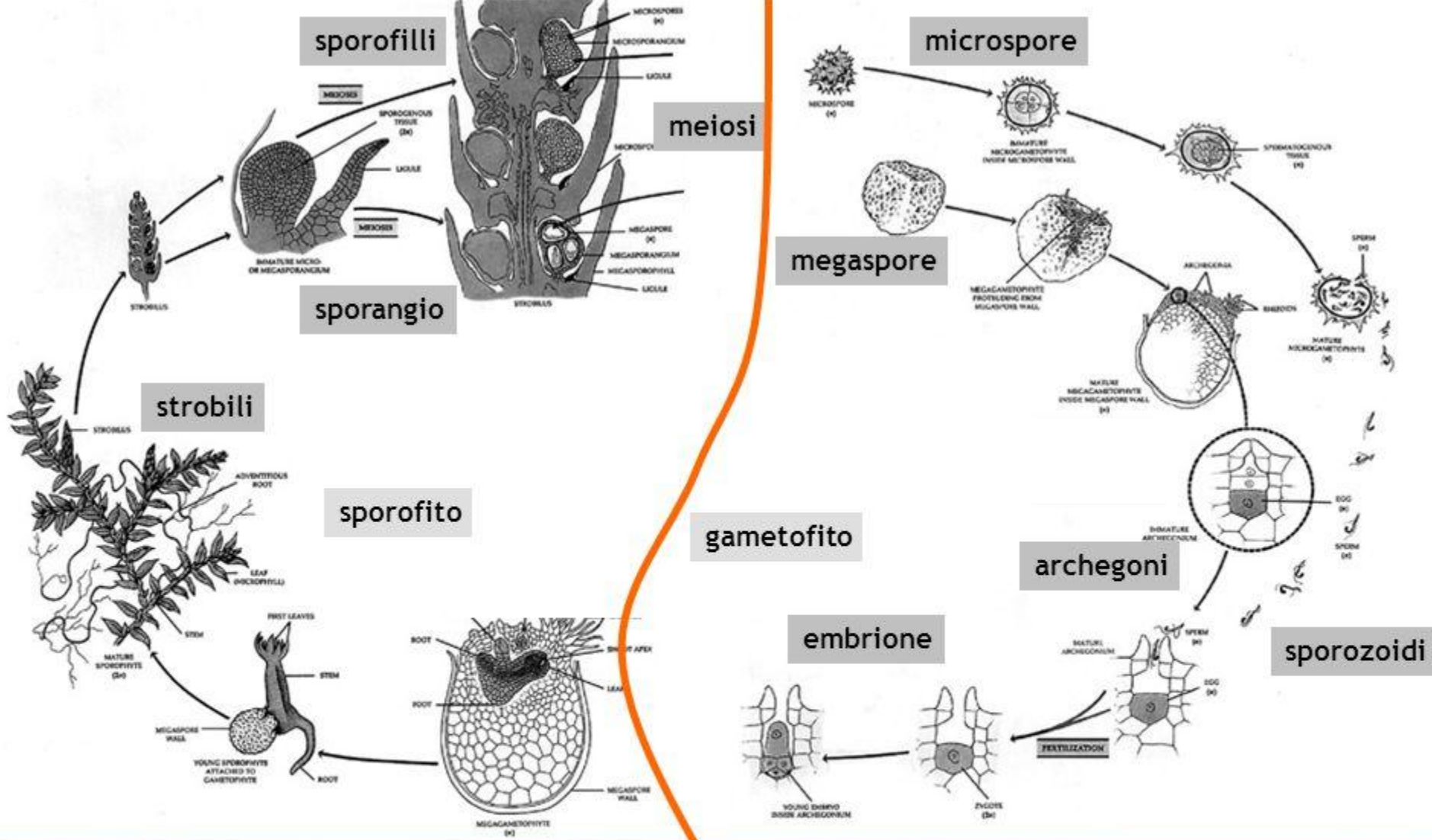
Megasporangio → megaspore → gametofito "femminile"



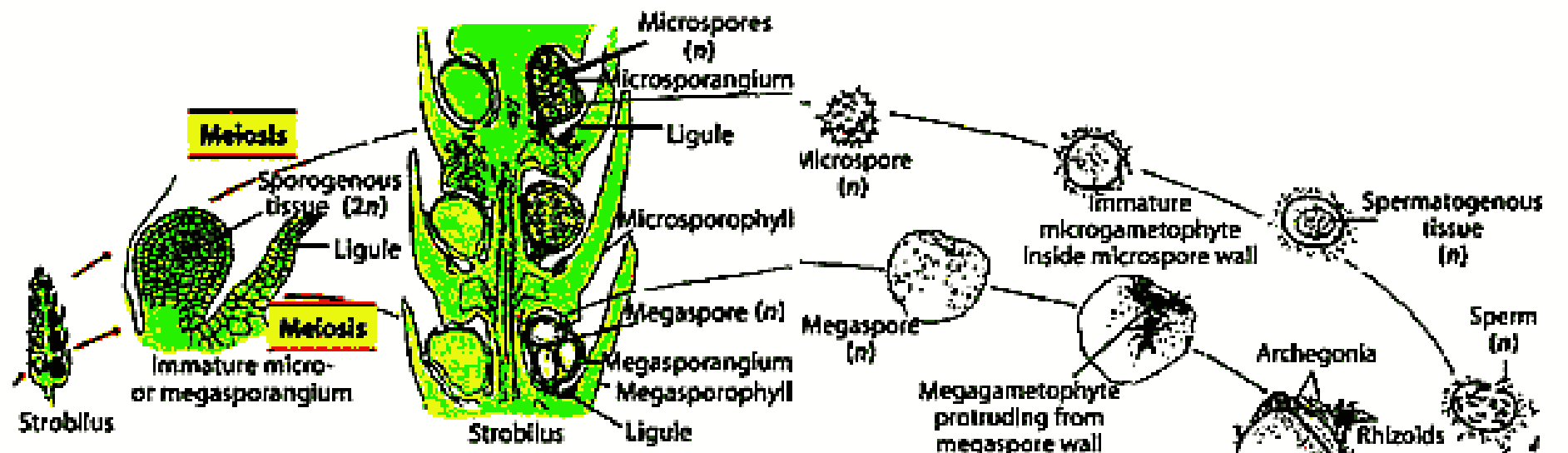


A

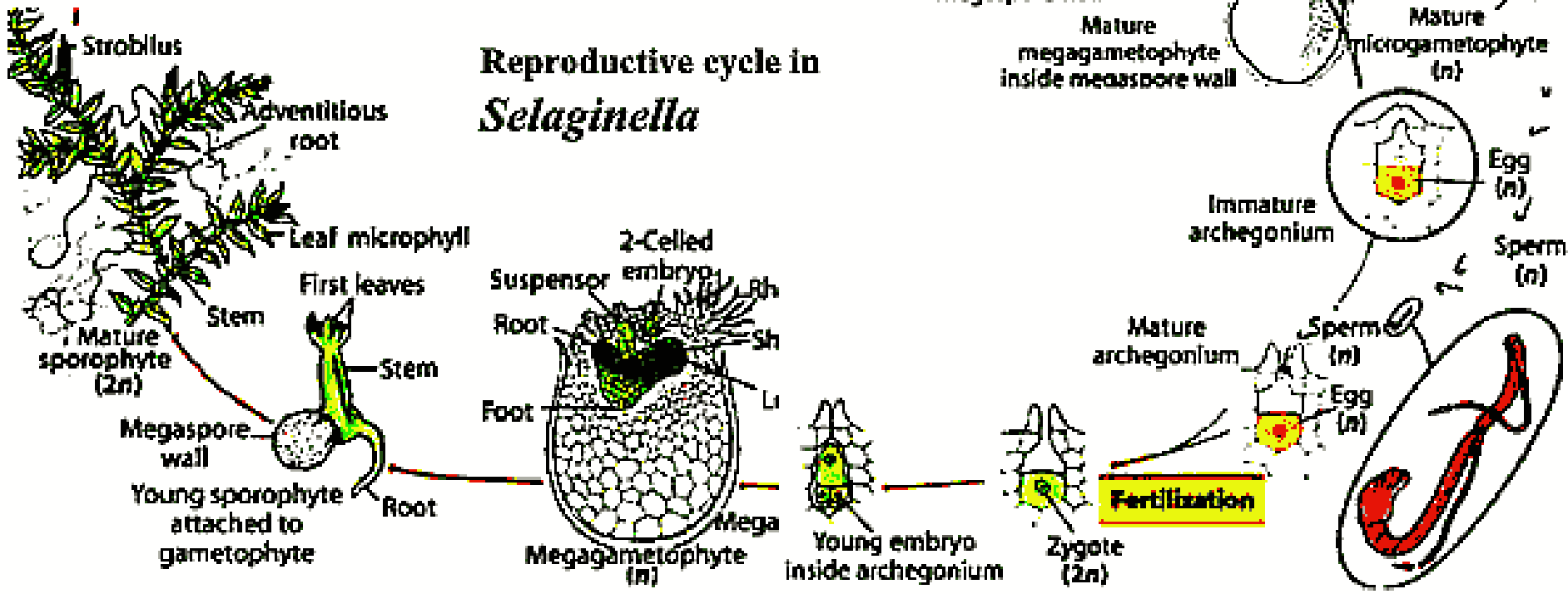


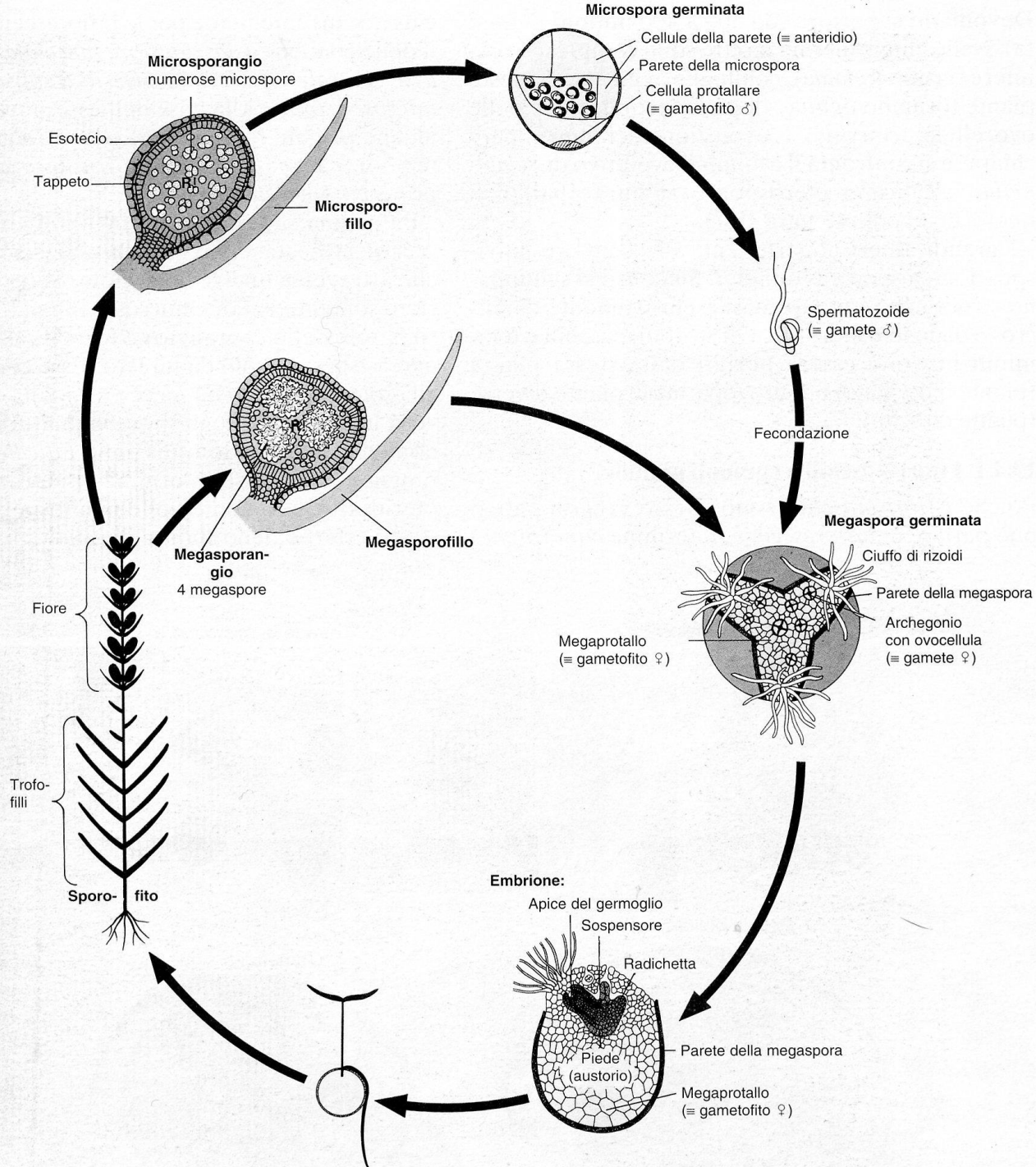


Gli sporangi contengono MEGASPORE e MICROSPORE formate in MEGASPORANGI e in MICROSPORANGI. Entrambi i tipi di sporangi sono portati dal medesimo complesso di sporofilli. Nei MEGASPORANGI si formano 4 cellule uovo, ma 3 degenerano ed una solo diventa disponibile per la fecondazione



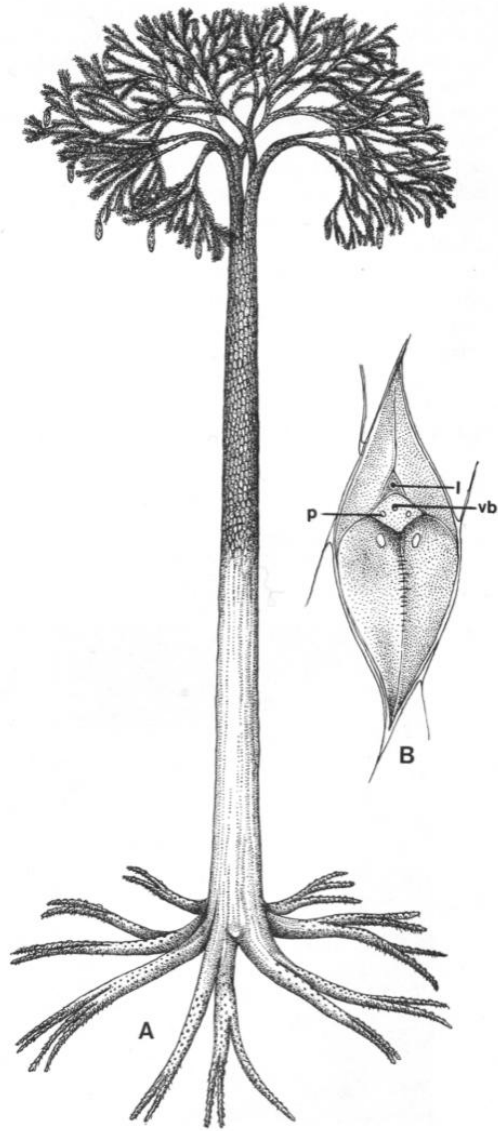
Reproductive cycle in *Selaginella*





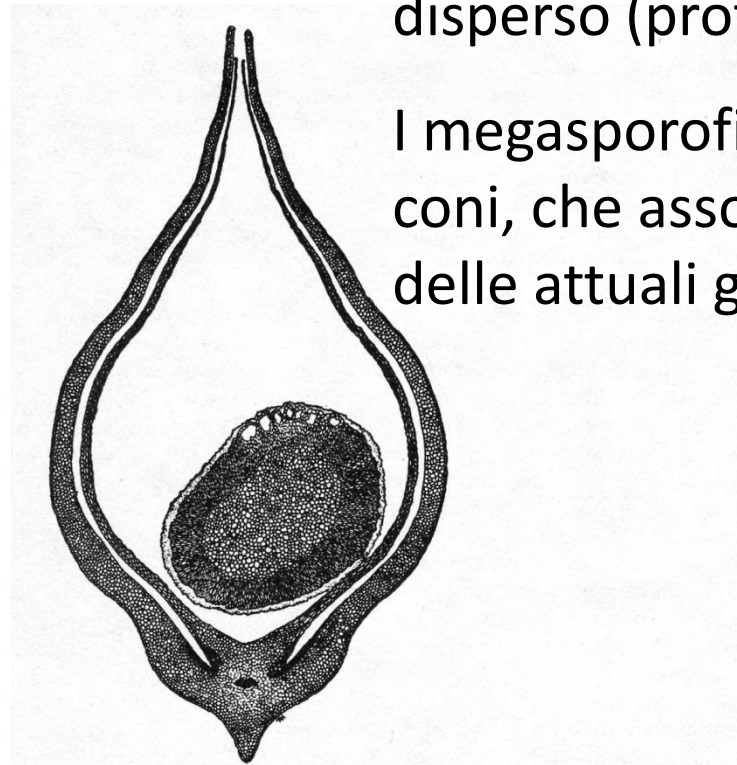
Reconstruction of *Lepidodendron* sp.

B. Leaf cushion of *L. aculeatum*. Ligule pit (l); vascular bundle (vb); parichnose (p). Carboniferous.



Nelle “*Lepidospermae*” fossili, l’intero organo formato da megaspora + megasporofillo piegato su sé stesso rimaneva attaccato alla pianta fino alla formazione dell’embrione, per essere poi disperso (protoseme!).

I megasporofilli erano disposti in coni, che assomigliavano a quelli delle attuali gimnosperme.



Lepidocarpon magnificentum. Sezione presa attraverso uno sporangio circondato dai margini dello sporofillo e contenente una parete di macrospora con un gametofito femminile. [Da N. H. Andrews e E. Pannell, in *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 29 : 23 (1942)].