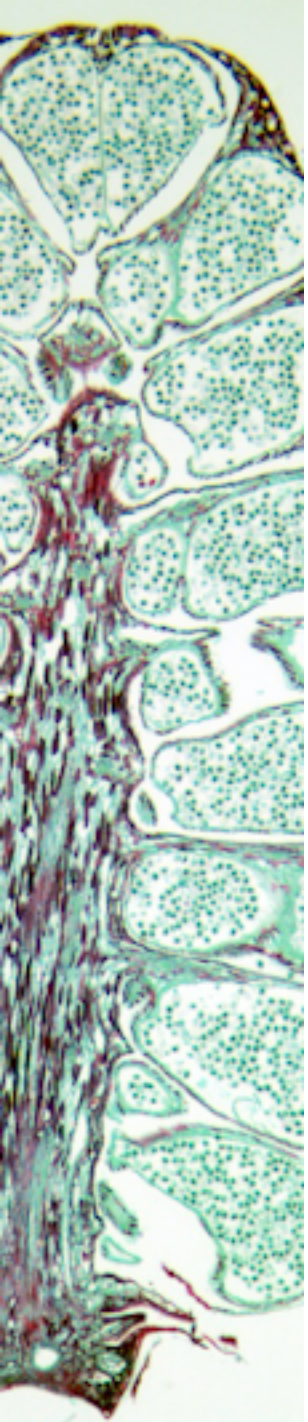


I cicli metagenetici

D = Diploid

H = Haploid



TRACHEOFITE

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

BRIOFITE



SPERMATOFITE

“piante con seme”



PTERIDOFITE

crittogame vascolari



Gimnosperme

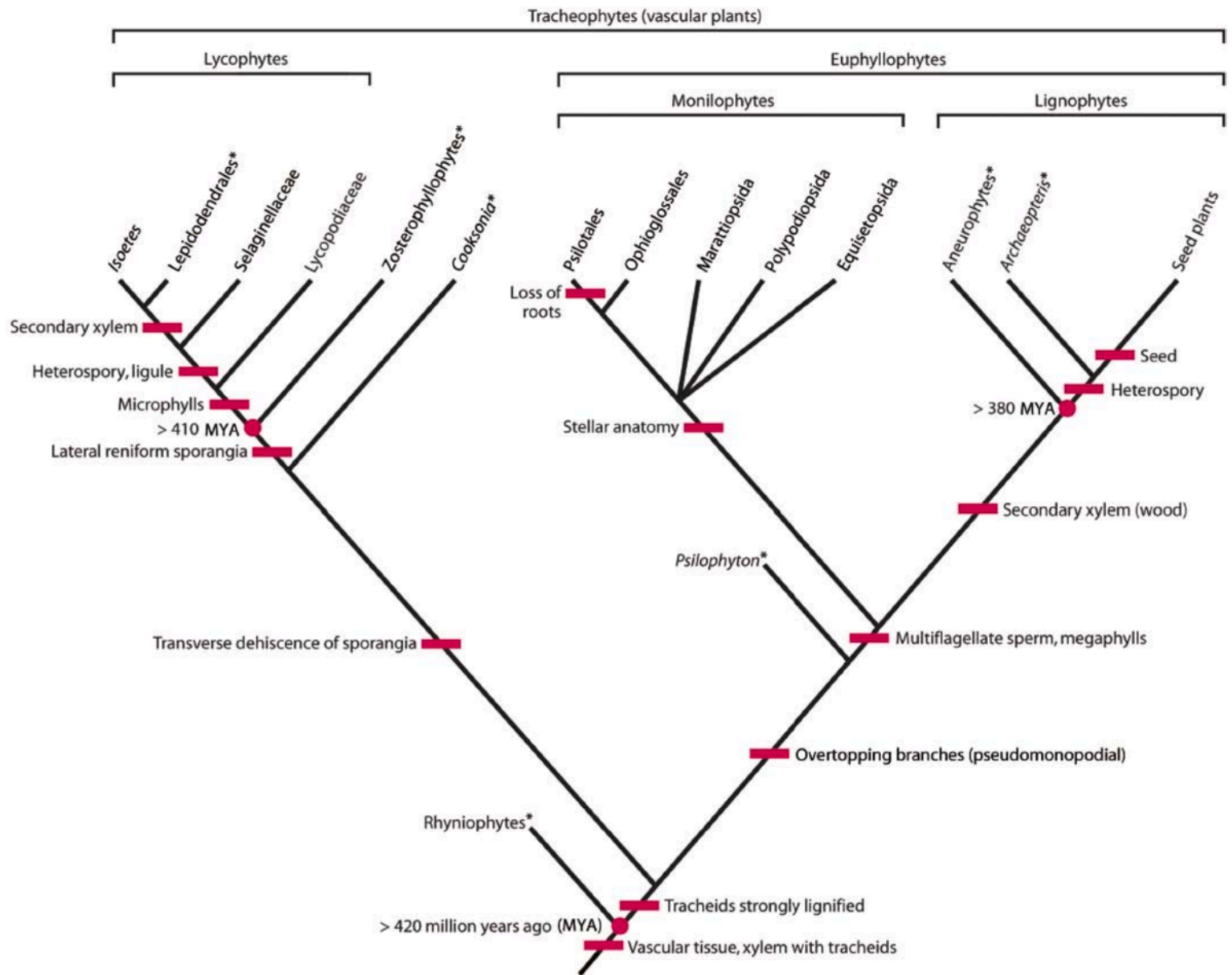
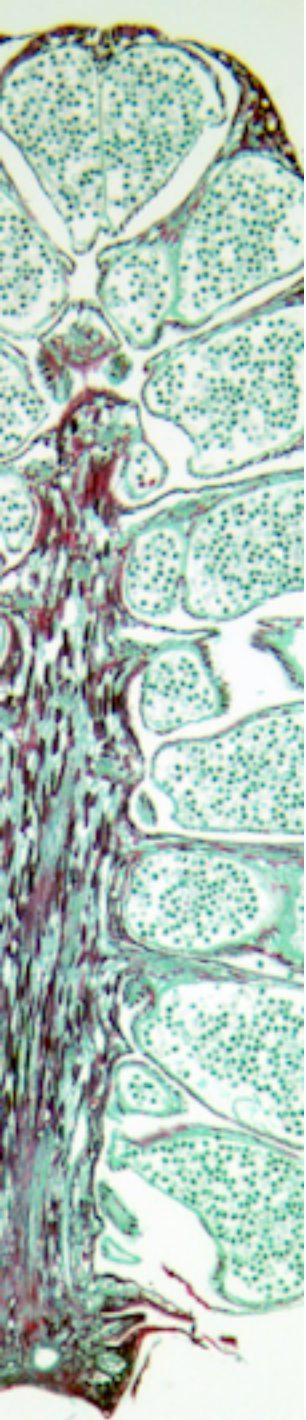
“a seme nudo”

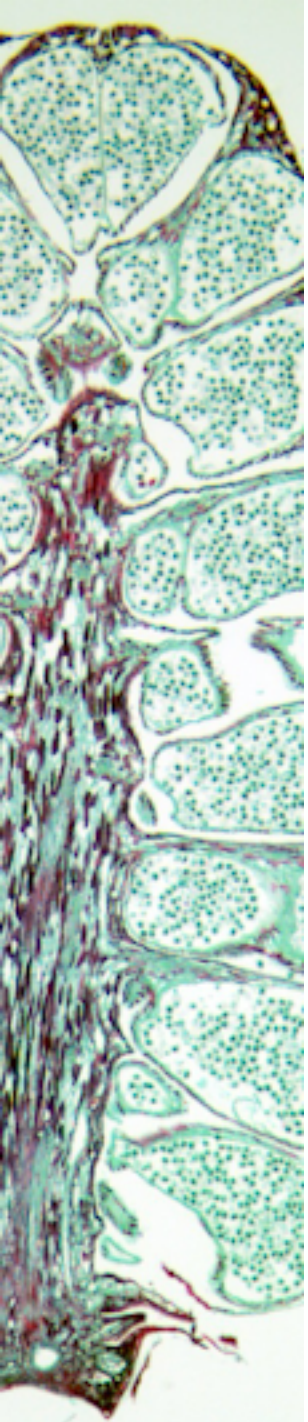


Angiosperme

“a seme protetto”

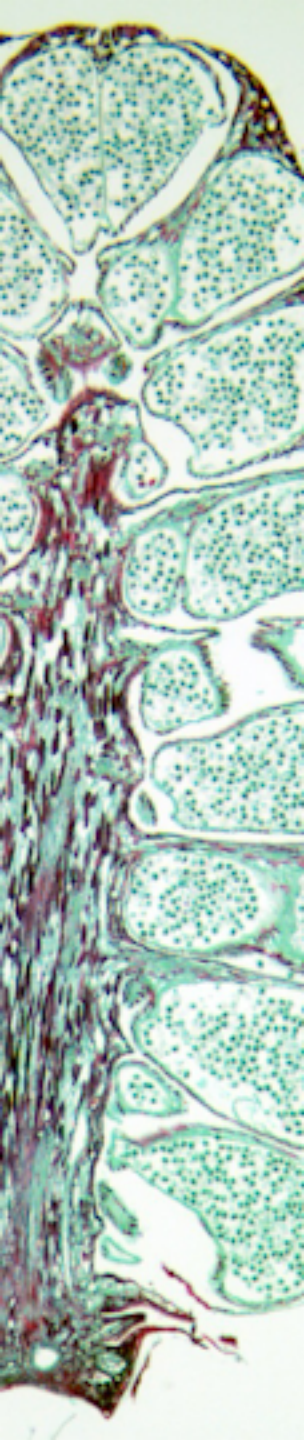






Le spermatofite





BRIOFITE

Dominanza del
GAMETOFITO

Dipendenza TROFICA
completa dello
sporofito dal gametofito

Un solo tipo di spore
e di gametofito

Ogni gametofito
produce tanti anteridi
e archegoni

Acqua liquida: sì

PTERIDOFITE ISOSPOREE

Dominanza dello
SPOROFITO

Dipendenza TROFICA
iniziale dello sporofito dal
gametofito

Un solo tipo di spore e di
gametofito (“protallo”)

Ogni gametofito
 (“protallo”) produce tanti
anteridi e archegoni

Acqua liquida: sì

PTERIDOFITE ETEROSPOREE

Dominanza dello
SPOROFITO

Dipendenza TROFICA
iniziale dello sporofito dal
gametofito

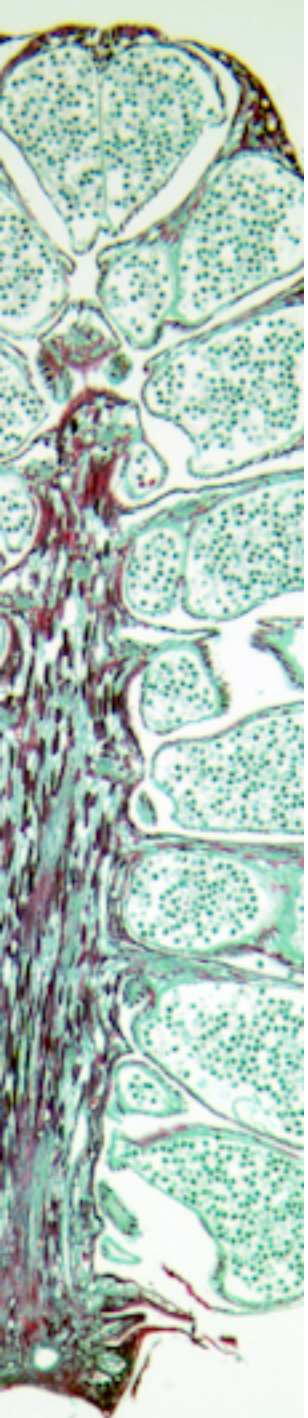
Due tipi di spore e di
gametofito (“micro- e
megasp.”)

Il MICROgametofito è un
unico anteridio; il
MEGAgametofito produce
più archegoni

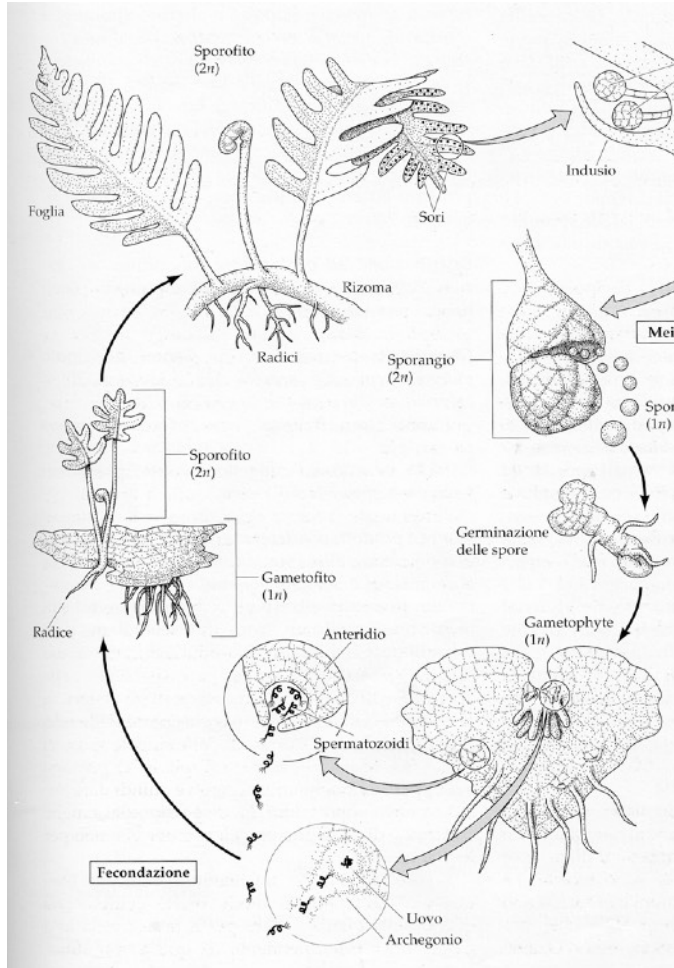
Le riserve del
MEGAgametofito
derivano in parte dalla
sporofito materno

Acqua liquida: sì

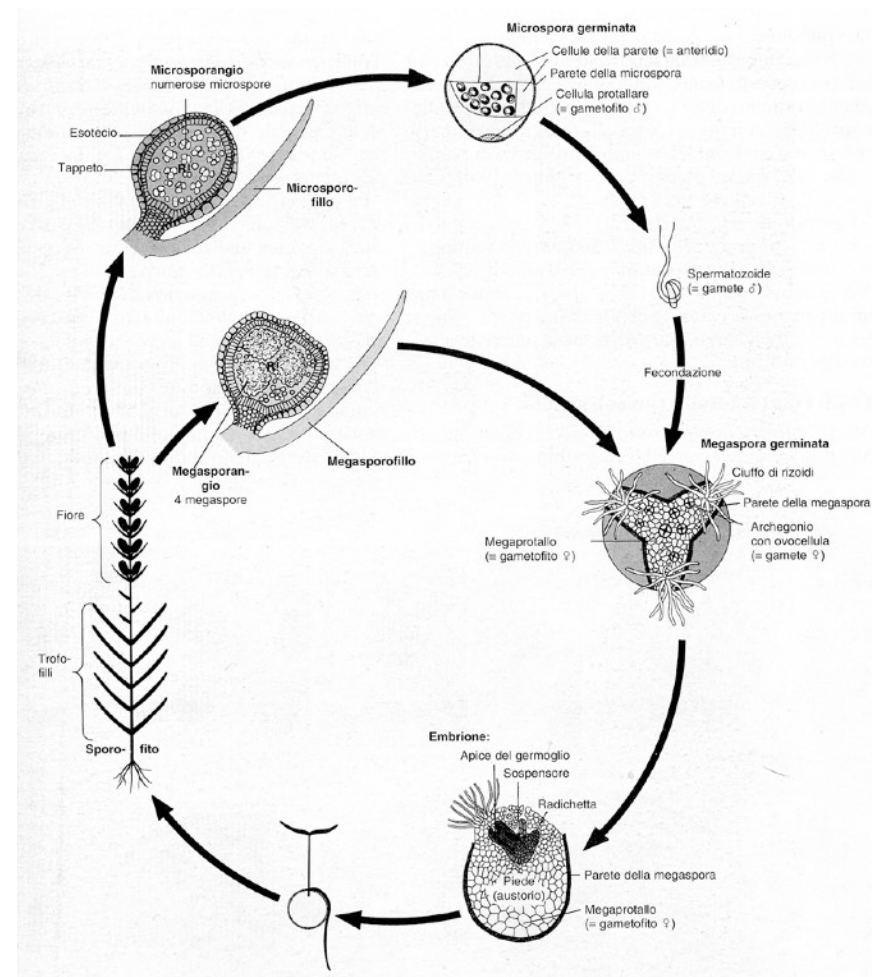


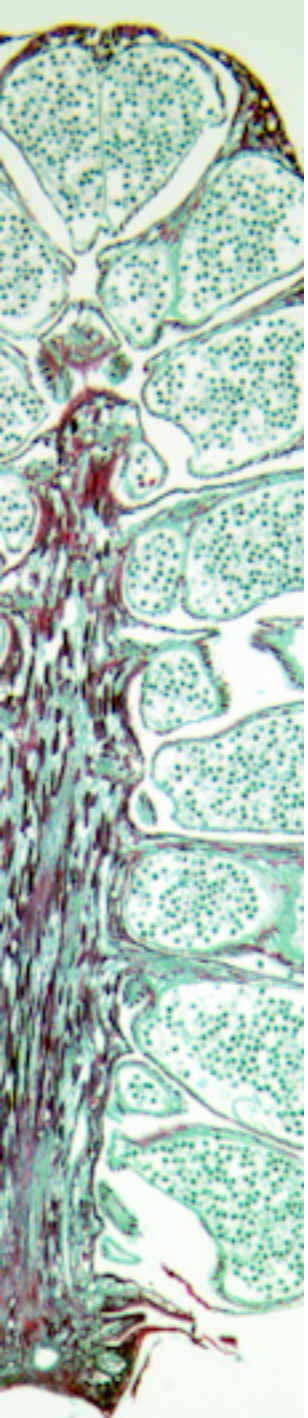


Pteridofite ISOSPOREE



Pteridofite ETEROSPOREE

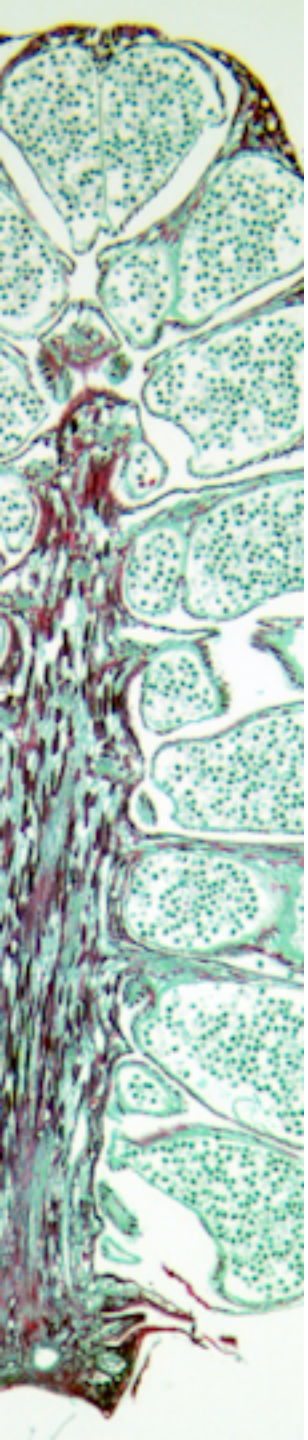




Nei gruppi successivi (**Spermatofite**) le novità più importanti saranno:

- 1) una ulteriore progressiva riduzione dei gametofiti, in particolare di quello maschile che, opportunamente protetto, viene trasferito da un vettore (biotico o abiotico) sui tessuti che contengono l'ovocellula (**indipendenza dall'acqua**).
- 2) evoluzione di meccanismi per aumentare l'efficienza del trasporto del (micro-)gametofito maschile (**impollinazione**)
- 3) sviluppo di tessuti di riserva intorno agli archegoni (gimnosperme) o allo zigote derivante dalla fecondazione della cellula uovo (angiosperme), e di tessuti di protezione (in entrambe, gimnosperme + angiosperme). In questo modo l'unità che ne deriva, contenente l'embrione, può essere dispersa nell'ambiente circostante (**seme**).

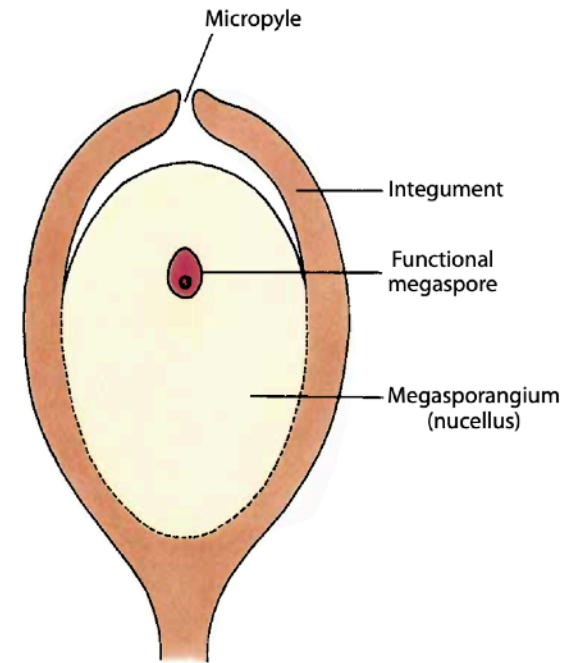




Tutte le **spermatofite** sono **eterosporee**, e producono mega- e micropore, che germinano in mega- e microgametofiti.

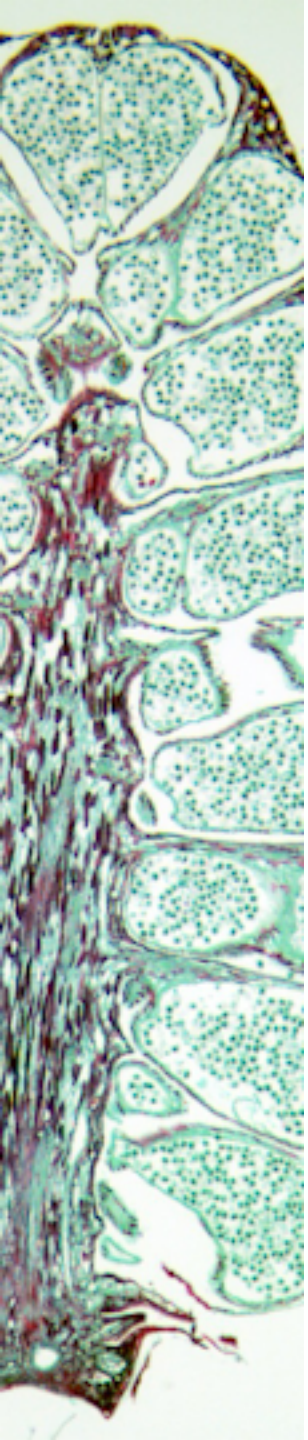
La produzione di semi è, tuttavia, una forma estrema di eterosporia.

Un **seme** è un **ovulo maturo** che contiene un **embrione**. L'**ovulo immaturo** è un **megasporangio**, la struttura in cui vengono prodotte le megaspore, circondato da uno o due strati aggiuntivi di tessuto, i **tegumenti**.



18-1 Longitudinal section of an ovule The ovule consists of a megasporangium (nucellus) enveloped by an integument with an opening, the micropyle, at its apical end. A single functional megaspore is retained within the megasporangium and will give rise to a megagametophyte that is retained within the megasporangium. Following fertilization, the ovule matures into a seed, which becomes the unit of dispersal. Gymnosperm ovules have a single integument, whereas angiosperm ovules typically have two.





Numerosi eventi hanno portato all'evoluzione dell'ovulo, tra cui:

1. Ritenzione delle megaspore all'interno del megasporangio carnoso, chiamato **nocella** nelle piante da seme. NB: il megasporangio non rilascia le spore.
2. Riduzione del numero di **cellule madri** delle megaspore in ciascun megasporangio a una.
3. Sopravvivenza di solo una **megaspore funzionale** delle quattro prodotte dalla cellula madre.
4. Formazione di un gametofito femminile all'interno della sola megaspore funzionale (**gametofito femminile endosporico**) che viene protetto all'interno del megasporangio.
5. Sviluppo dell'**embrione** all'interno del gametofito femminile.
6. Formazione di un **tegumento** che avvolge il megasporangio, ad eccezione di un'apertura al suo apice chiamata **micropilo**.
7. Modifica dell'apice del megasporangio per ricevere microspore o granuli pollinici.

A questi eventi è associato uno spostamento dell'unità di dispersione dalla megaspore al seme.



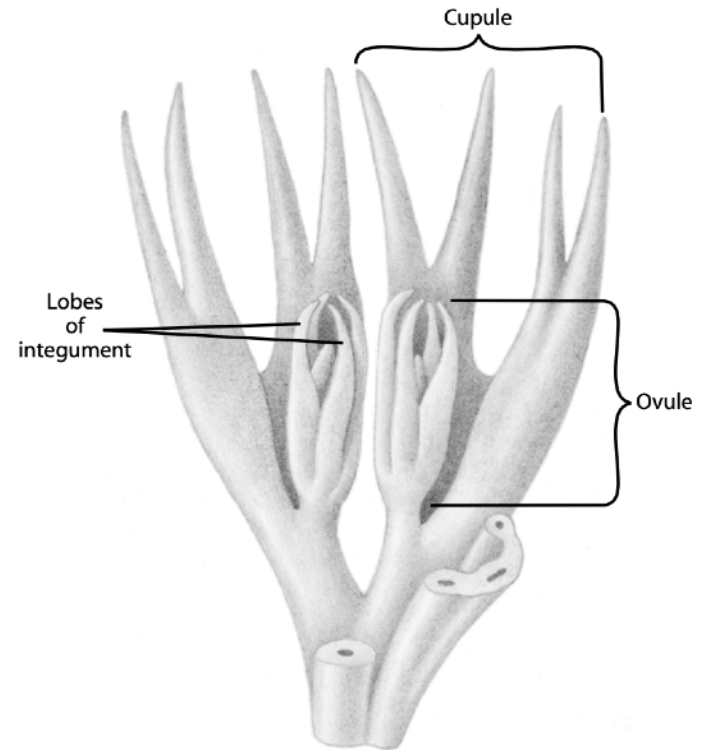


L'ordine esatto in cui sono comparse/i queste evoluzioni/ adattamenti è sconosciuto. Sappiamo che si sono verificati abbastanza presto nella storia delle piante vascolari, perché gli ovuli o i semi più antichi sono del tardo Devoniano (circa 365 milioni di anni fa).

Una delle prime piante a seme è stata *Elkinsia polymorpha*.

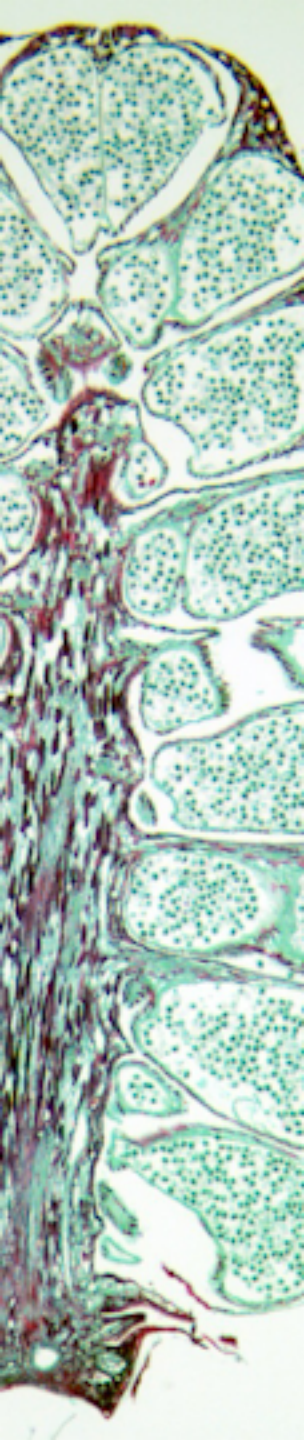
L'ovulo era costituito da una nocella e quattro o cinque lobi tegumentari non fusi tra di loro. I lobi si curvavano verso l'interno in corrispondenza dell'apice.

Gli ovuli erano circondati da strutture sterili ramificate dicotomicamente.

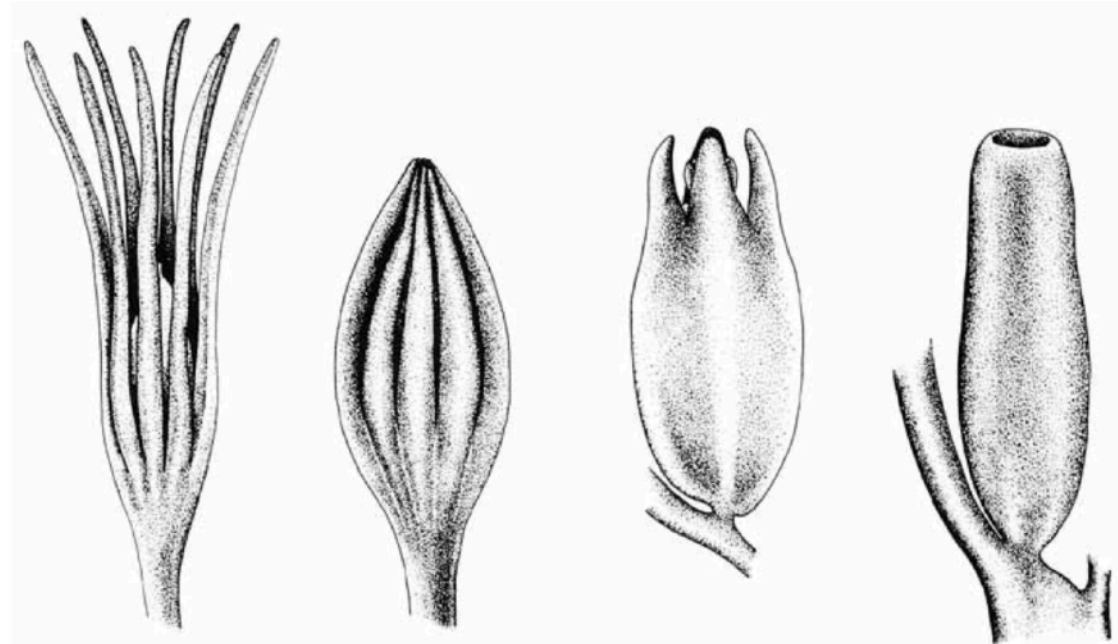


18-2 *Elkinsia polymorpha* Reconstruction of a fertile branch of the Late Devonian plant *Elkinsia polymorpha*, showing its ovules. Each ovule was overtopped by a dichotomously branched, sterile structure called a cupule. Note the more or less free lobes of the integument.





I tegumenti degli ovuli apparentemente si sono evoluti attraverso la graduale fusione dei lobi tegumentari, fino a che l'unica apertura rimasta era il micropilo.



Genomosperma kidstonii
(a)

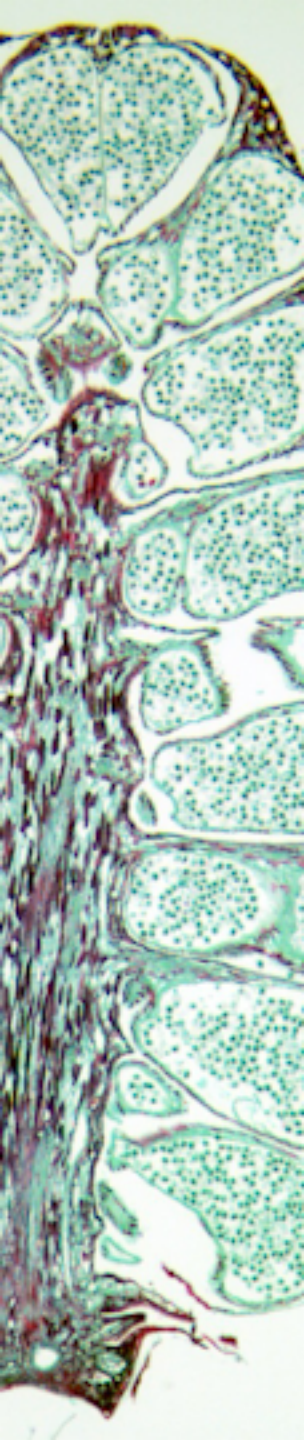
Genomosperma latens
(b)

Eurystoma angulare
(c)

Stamnostoma huttonense
(d)

18-3 Evolution of integuments Seedlike structures in several Paleozoic plants, showing some potential stages in the evolution of the integument. **(a)** In *Genomosperma kidstonii* (Gk. *genomein*, "to become," and *sperma*, "seed"), eight fingerlike projections arise at the base of the megasporangium and are separate for their entire length. **(b)** In *Genomosperma latens*, the integumentary lobes are fused from the base of the megasporangium for about a third of their length. **(c)** In *Eurystoma angulare*, fusion is almost complete, and **(d)** in *Stamnostoma huttonense*, it is complete, with only the micropyle remaining open at the top.





Nelle moderne piante a seme, l'ovulo è costituito da una **nocella** avvolta da uno o due **tegumenti** con un **micropilo**.

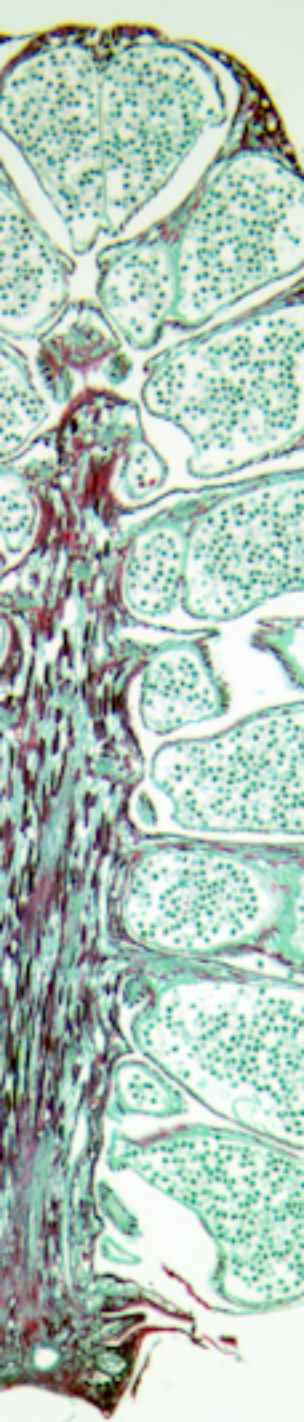
Nelle gimnosperme, quando gli ovuli sono pronti per la fecondazione, la nocella contiene un **megagametofito** composto da tessuto nutritivo e **archegoni**. Dopo la fecondazione, i tegumenti divengono il rivestimento del seme.

Nella maggior parte delle moderne spermatofite, un **embrione** si sviluppa all'interno del seme prima della dispersione. Vi sono eccezioni come *Ginkgo* e molte specie del phylum Cycadophyta. Tutti i semi contengono riserve nutritive per l'embrione.

Le spermatofite comparvero nel tardo Devoniano (ca. 365 mln di anni fa). Diverse delle linee evolutive sono scomparse, come le felci a seme, mentre altre sono giunte fino a noi, come le conifere. Tutte le spermatofite possiedono **megafilli**, che possono essere modificati in aghi o squame, in particolare nelle gimnosperme.

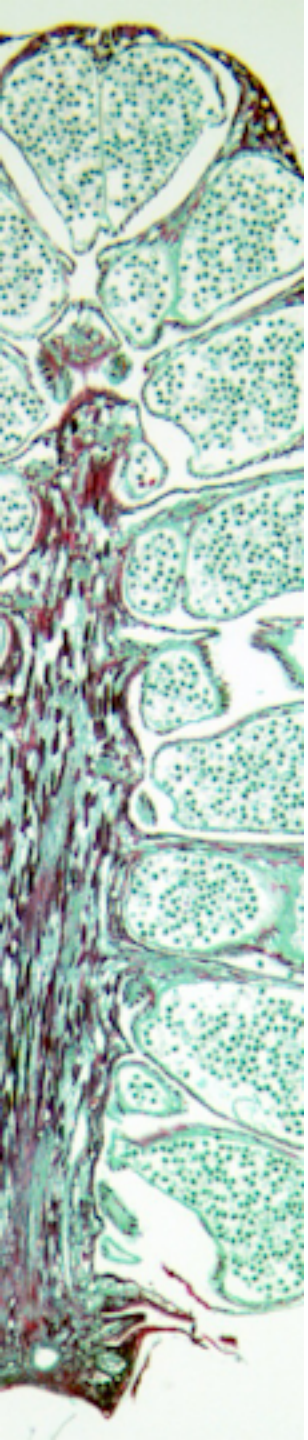
Oggi le spermatofite viventi vengono divise in cinque phyla: Coniferophyta, Cycadophyta, Ginkgophyta, Gnetophyta e Anthophyta. Le Anthophyta sono le angiosperme; i restanti quattro phyla sono comunemente indicati come gimnosperme.





Le gimnosperme



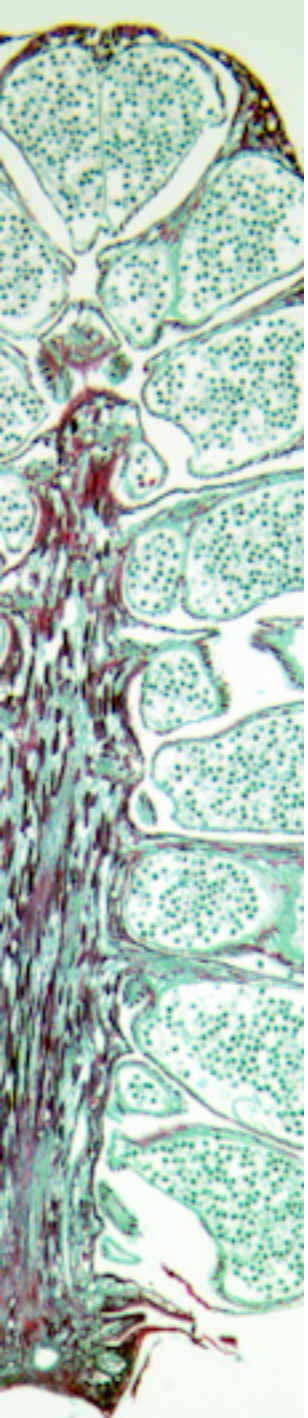


I termini **gimnosperme** e **angiosperme** derivano dal greco. La desinenza **-sperma** vuol dire **seme**, mentre **gimno-** e **angio-** significano rispettivamente “**nudo**” e “**in scatolato**”, o “**vestito**” (ovvero, racchiuso in un **ovario**). Le gimnosperme viventi sono tutte arboree o arbustive.

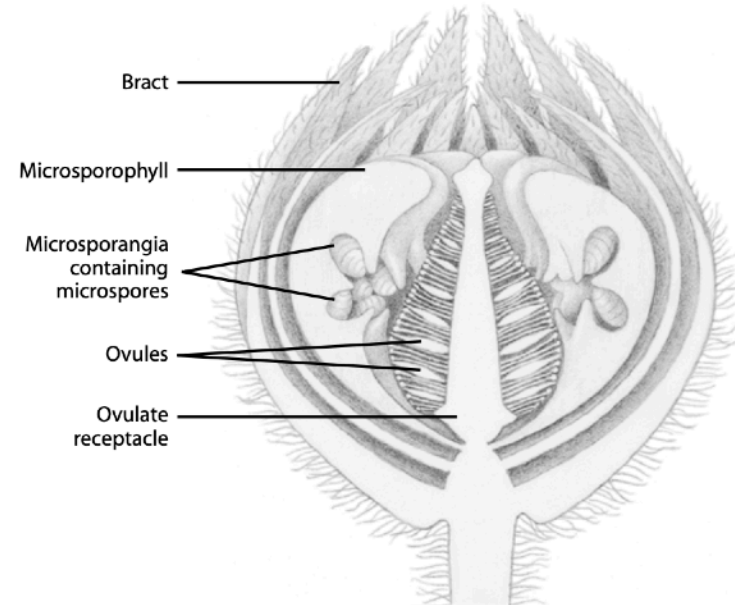
Tra le gimnosperme estinte, le pteridosperme (felci a seme), sono un gruppo artificiale molto vario, che annovera rappresentanti fossili dal devoniano al giurassico. La loro forma variava da piante sottili e ramificate a piante con l'aspetto di felci arboree. Rimane incerto il modo esatto in cui i diversi gruppi di pteridosperme siano collegati alle gimnosperme viventi.

Un altro gruppo di gimnosperme estinte, le Bennettitales, consisteva in piante con foglie simili a palme. Queste sono un gruppo enigmatico, che scompare dai reperti fossili durante il Cretaceo. Alcuni paleobotanici ritengono che possano essere state parte della stessa linea evolutiva delle angiosperme, ma la loro filogenesi non è ancora chiara. Si caratterizzavano per le strutture riproduttive simili a fiori, in alcune specie anche bisessuali, a differenza delle strutture riproduttive unisessuali delle gimnosperme.





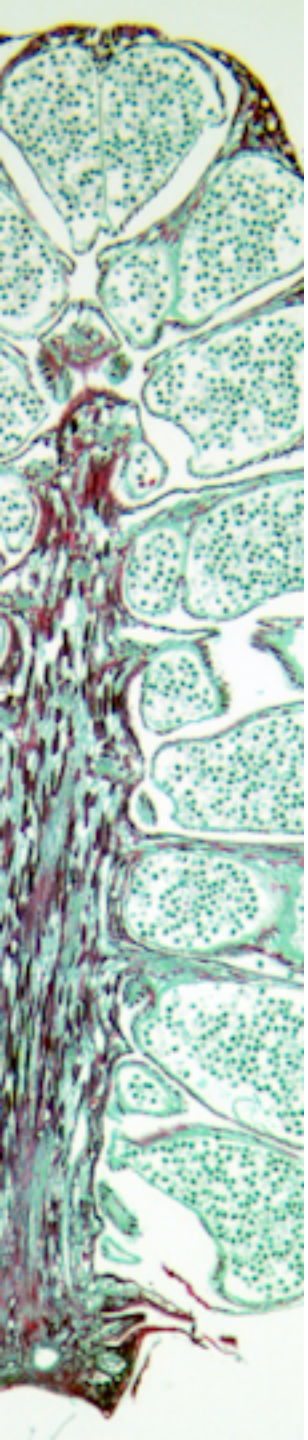
(a)



(b)

18–9 Bennettitales (a) Reconstruction of *Wielandiella*, an extinct gymnosperm from the Triassic. *Wielandiella* has a forked branching pattern. A single strobilus, or cone, is borne at each fork. (b) Diagrammatic reconstruction of the bisporangiate, or bisexual, strobilus of *Williamsoniella coronata* from the Jurassic. The strobilus consists of a central ovulate receptacle surrounded by a whorl of microsporophylls bearing microsporangia containing microspores, which develop into microgametophytes (pollen grains). Hairy bracts enclose the reproductive parts.





Importanza delle gimnosperme:

Sono fonte fondamentale di legno di buona/ottima qualità; polpa per carta; sostanze resinose (es. trementina);

Forniscono biomasse per la combustione;

Alcuni sono fonti di farmaci anche molto potenti (es. taxolo; principi attivi del *Ginkgo*);

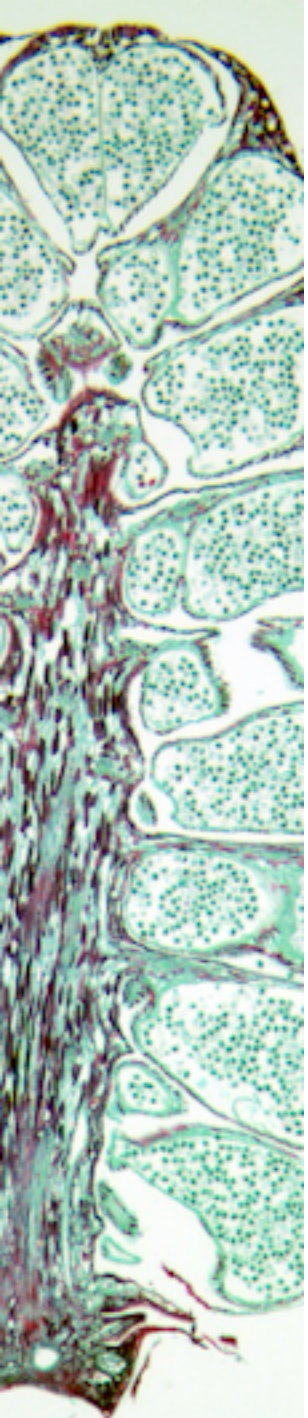
Sono fonte di cibo per molti animali superiori (es. insetti, uccelli, piccoli, mammiferi);

Sono importanti edificatori ecologici;

Sono largamente impiegati nei giardini e parchi;

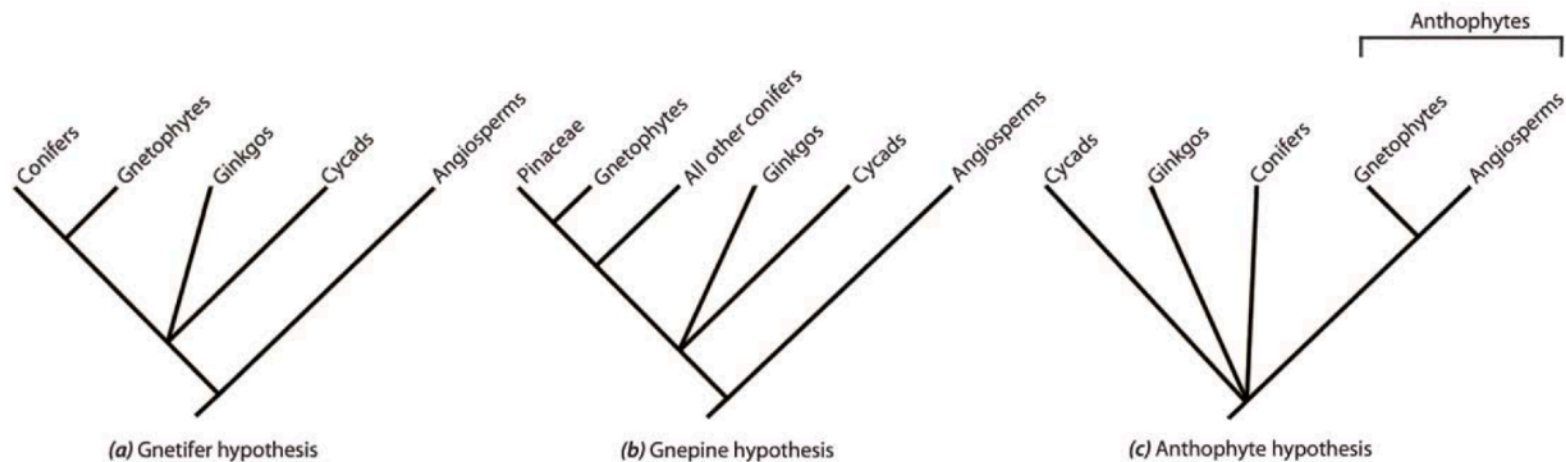
Alcuni rappresentanti sono tra i più longevi patriarchi dei nostri boschi.





Le gimnosperme rappresentano una serie di linee evolutive diverse. Ne esistono circa 840, a fronte di ca. 300.000 angiosperme, ma alcune gimnosperme sono spesso dominanti su ampie aree.

Diverse sono le ipotesi sui rapporti filogenetici tra i diversi gruppi di gimnosperme e le angiosperme. Due delle più supportate vedono le gimnosperme come un gruppo monofiletico, mentre una ipotesi, diffusa ma probabilmente da scartare, le vede con un raggruppamento parafiletico, in quanto le Gnetophytes sarebbero un sister group delle angiosperme.



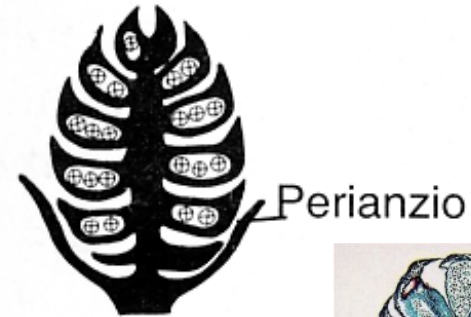
18-10 Alternative hypotheses of relationships among the five major extant lineages of seed plants (a) The gnetifer hypothesis proposes that the gnetophytes are most closely related to conifers. (b) The gnepine hypothesis proposes that the gnetophytes are nested within the conifers as the sister group of the Pinaceae. (c) According to the anthophyte hypothesis, the gnetophytes are most closely related to angiosperms.





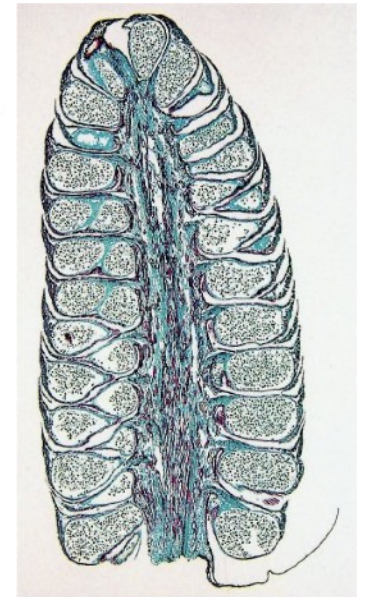
Nelle felci e in altre piante vascolari senza semi, è necessaria l'acqua affinché lo sperma mobile, flagellato, raggiunga e fertilizzi le uova.

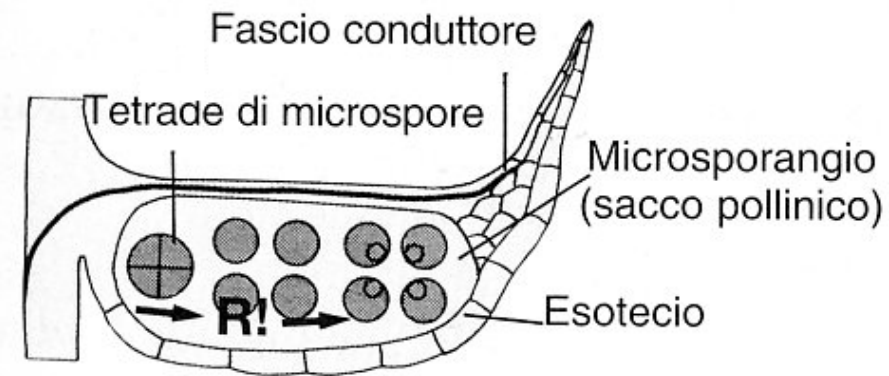
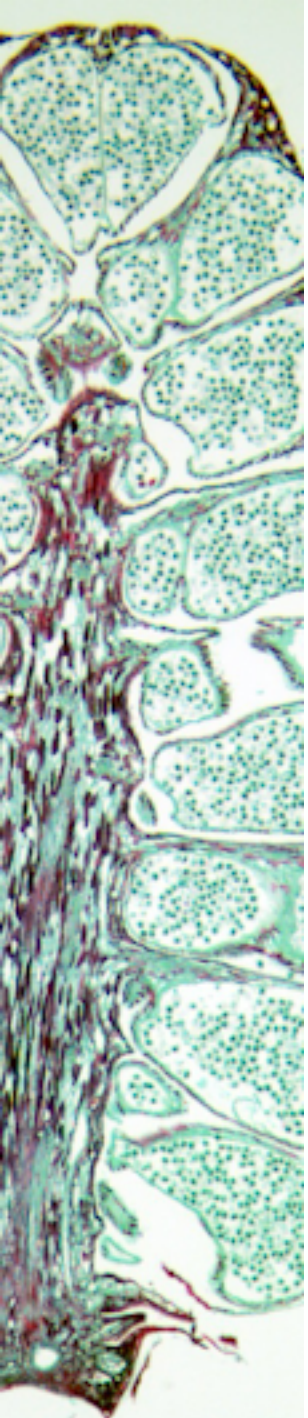
Nelle gimnosperme, tuttavia, l'acqua non è più necessaria, grazie alla comparsa dei **granuli pollinici**. Il granulo pollinico, struttura aploide paucicellulare, viene trasportato - di solito passivamente, dal vento - in prossimità di un megagametofito, all'interno di un ovulo. Questo processo si chiama **impollinazione**.



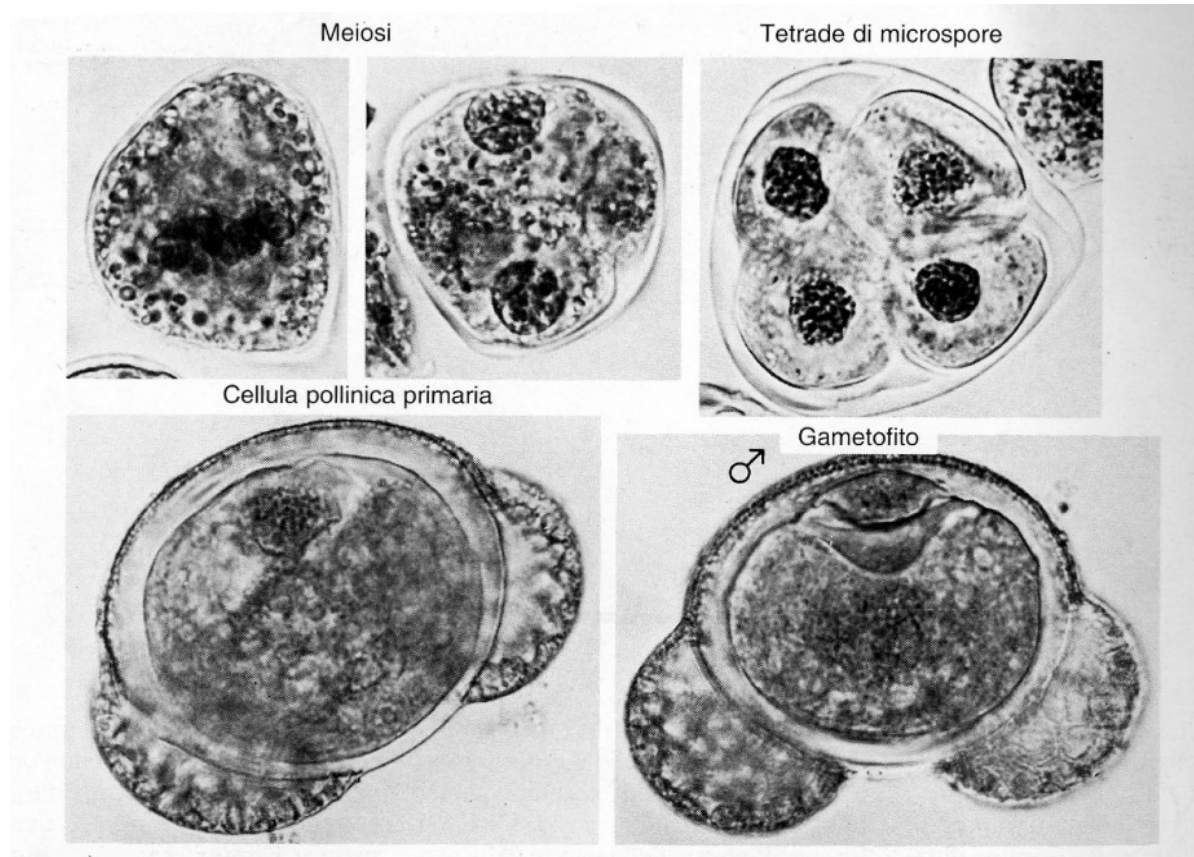
**Cono di
microsporofilli
(fiore ♂)**

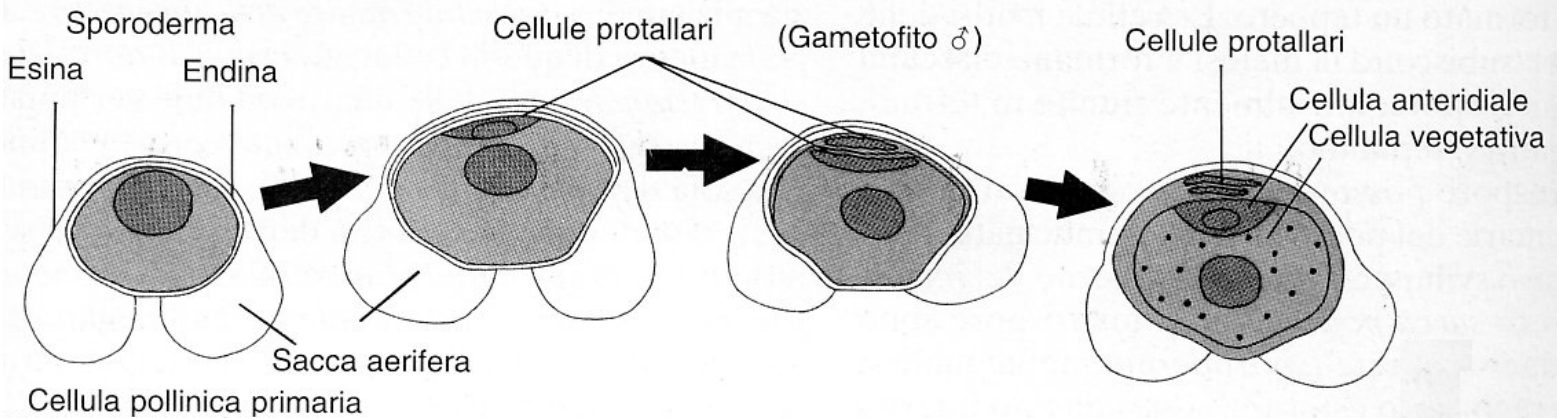
**Strobilo maschile
in *Pinus***





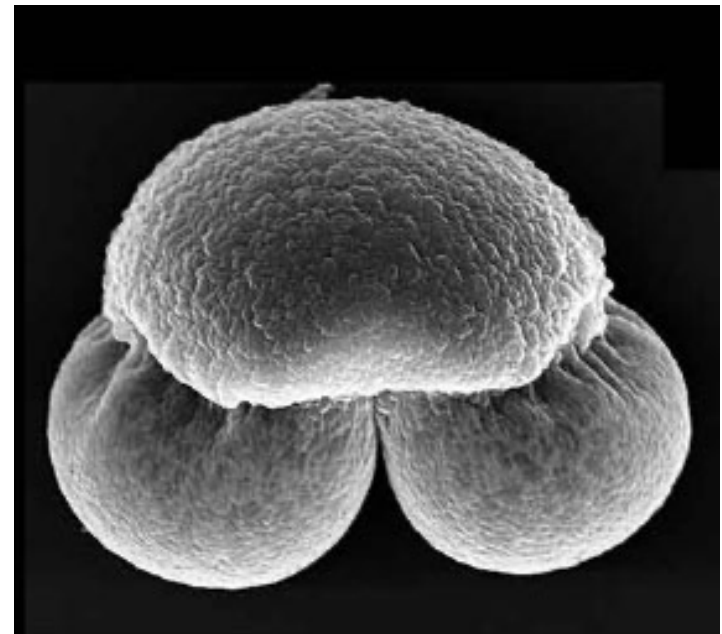
Microsporofillo

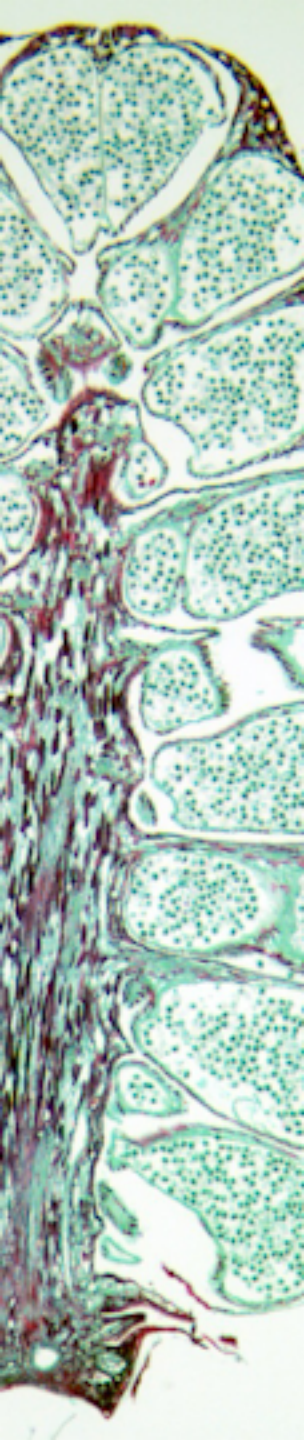




Il microgametofito è protetto da una doppia parete, formata da uno strato interno detto **endina**, principalmente **cellulosico**, e uno strato esterno di **esina**, ricco in **sporopolleina**.

Le **sacche aerifere** sono tipiche delle gimnosperme, e non sono presenti nei pollini delle angiosperme.





In gran parte delle gimnosperme e nelle angiosperme, gli spermatozoi non sono mobili e i tubetti pollinici trasportano lo sperma direttamente nelle vicinanze della cellula uovo.

Con questa innovazione, le piante da seme non dipendono più dalla presenza di acqua libera per garantire la fertilizzazione, una necessità per tutte le piante senza semi.

La presenza di tubetti pollinici con funzione di austori in *Ginkgo* e nelle Cycadaceae suggerisce che, in origine, il tubetto pollinico si è evoluto per assorbire i nutrienti per la produzione di spermatozoi da parte del microgametofito durante la sua crescita all'interno dell'ovulo.

Da questa prospettiva, il trasporto di spermatozoi non mobili da un tubetto pollinico che cresce direttamente nell'ovulo può essere visto come una successiva modifica evolutiva di una struttura inizialmente sviluppata per un altro scopo.



Tra strobili maschili e femminili vi sono delle differenze notevoli. I primi sono generalmente minuti, e perdurano il tempo necessario a liberare il polline, per poi cadere dalla pianta. Quelli femminili, al contrario, hanno una “vita” molto più lunga, spesso anni.

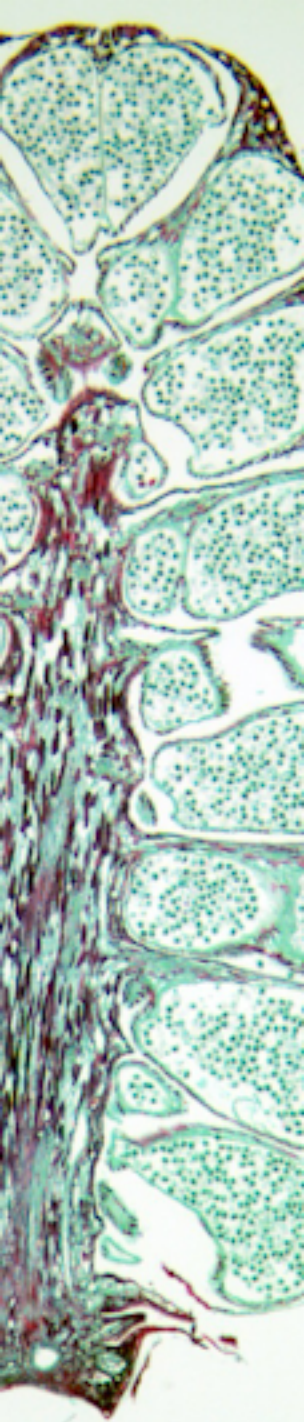


**STROBILO
FEMMINILE**



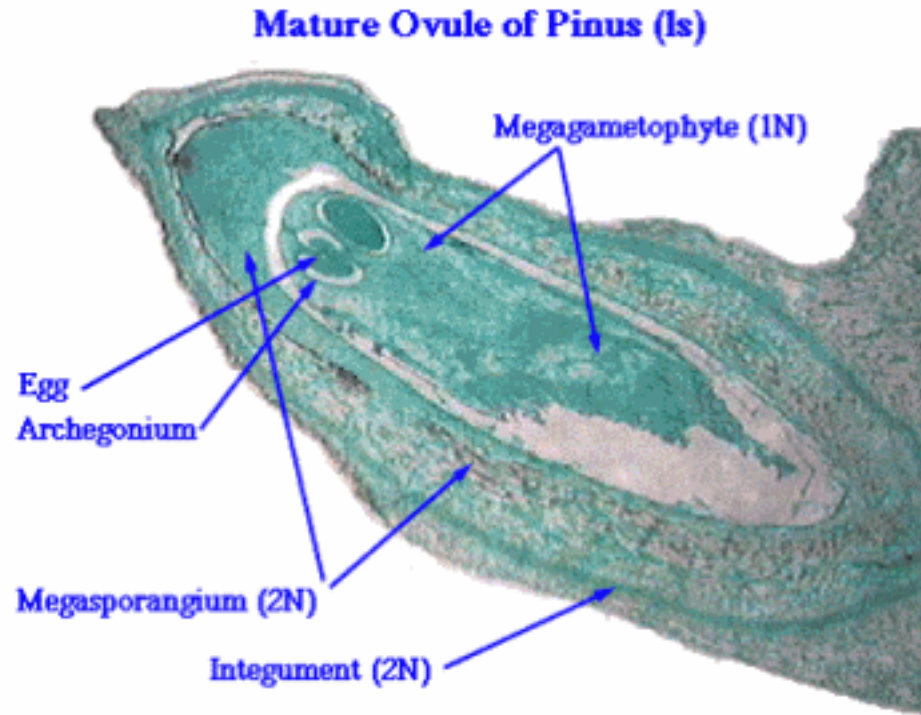
**STROBILI
MASCHILI**

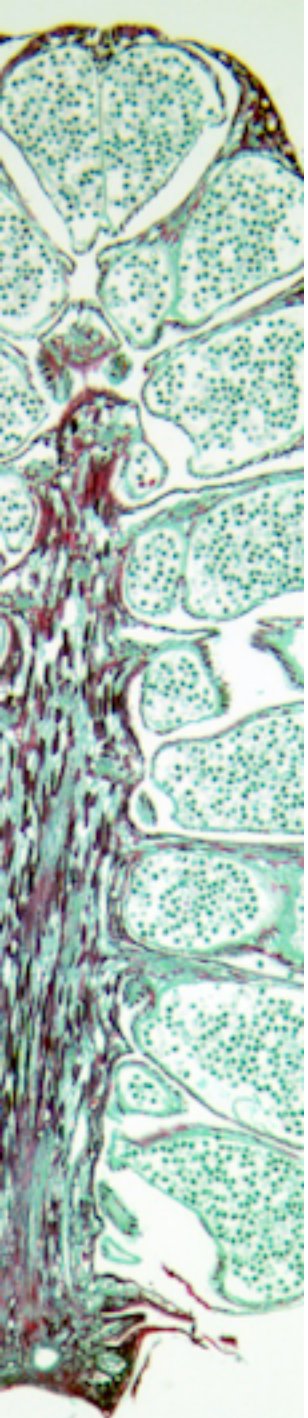




Inoltre, con poche eccezioni, il **megagametofito** delle ginnosperme produce diversi **archegoni**, mentre il **microgametofito** non produce **anteridi**.

Più di un uovo può essere fecondato in ogni ovulo, e diversi embrioni possono iniziare a svilupparsi all'interno di un singolo ovulo, un fenomeno noto come **poliembrionia**. Nella maggior parte dei casi, tuttavia, sopravvive solo un embrione.





Vi è inoltre una grande varietà di forme per gli strobili, che a volte assumono aspetti molto diversi da quello che comunemente indichiamo con il nome “pigna”.

Ginkgo biloba

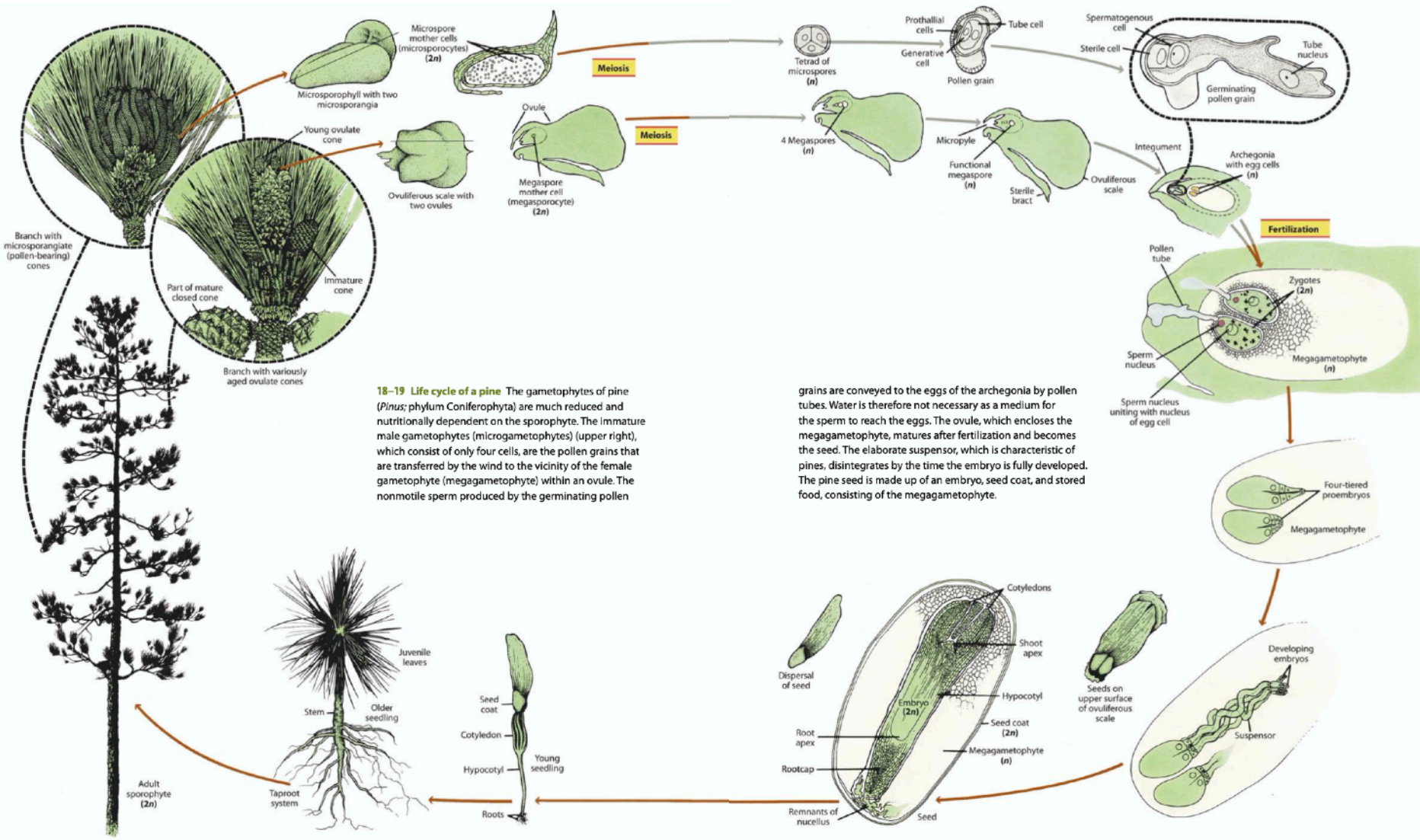


Taxus baccata



Foto: Marianne Hannede

Juniperus communis



18–19 Life cycle of a pine The gametophytes of pine (*Pinus*; phylum Coniferophyta) are much reduced and nutritionally dependent on the sporophyte. The immature male gametophytes (microgametophytes) (upper right), which consist of only four cells, are the pollen grains that are transferred by the wind to the vicinity of the female gametophyte (megagametophyte) within an ovule. The nonmotile sperm produced by the germinating pollen

grains are conveyed to the eggs of the archegonia by pollen tubes. Water is therefore not necessary as a medium for the sperm to reach the eggs. The ovule, which encloses the megagametophyte, matures after fertilization and becomes the seed. The elaborate suspensor, which is characteristic of pines, disintegrates by the time the embryo is fully developed. The pine seed is made up of an embryo, seed coat, and stored food, consisting of the megagametophyte.



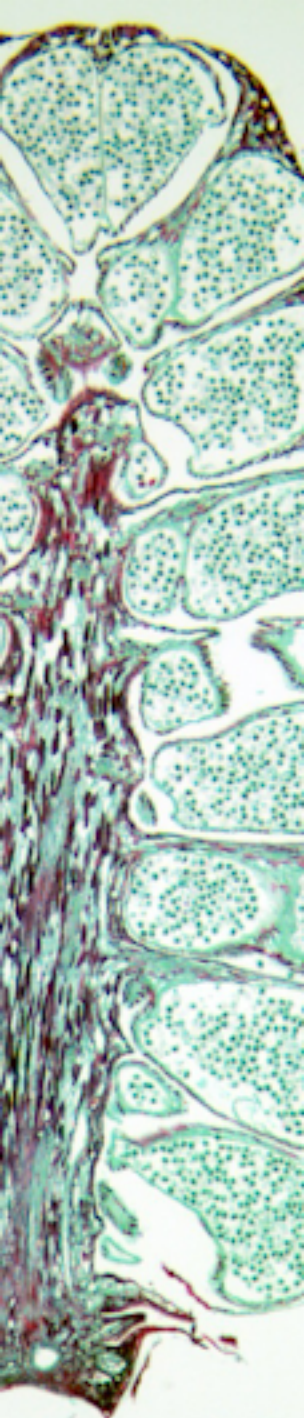
Phylum Coniferophyta

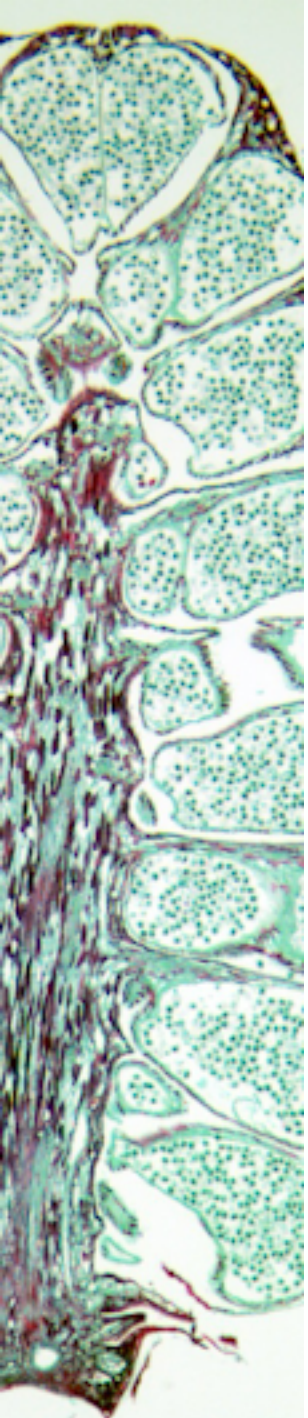
Il più numeroso, diffuso e ecologicamente importante dei phyla viventi di gimnosperme, circa 70 generi e 630 specie.

La sequoia (*Sequoia sempervirens*) è una conifera che può raggiungere i 120 metri, con tronchi del diametro di oltre 11 metri.

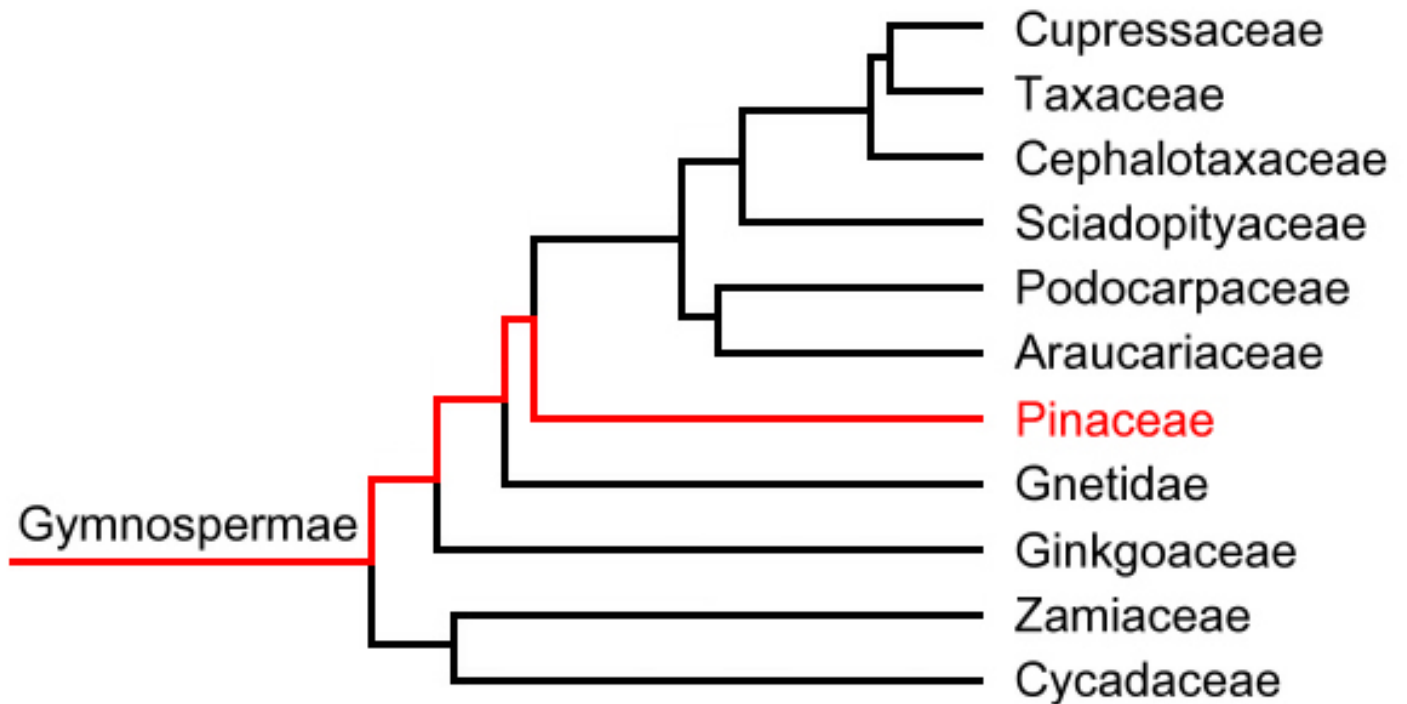
Le conifere, che includono anche pini, abeti e abeti rossi, hanno un grande valore commerciale. Le loro foreste sono una delle risorse naturali più importanti nelle vaste regioni temperate dell'emisfero nord. La storia delle conifere risale almeno al tardo Carbonifero, circa 300 milioni di anni fa.

Le foglie aghiformi delle conifere moderne hanno molti adattamenti per resistere alla siccità, che possono essere correlate alla loro diversificazione durante il periodo Permiano, relativamente secco e freddo (da 290 a 245 milioni di anni fa).





I dati molecolari indicano che il phylum si è evoluto con una prima divisione che ha separato la famiglia delle Pinaceae da un clade che include tutte le altre conifere.





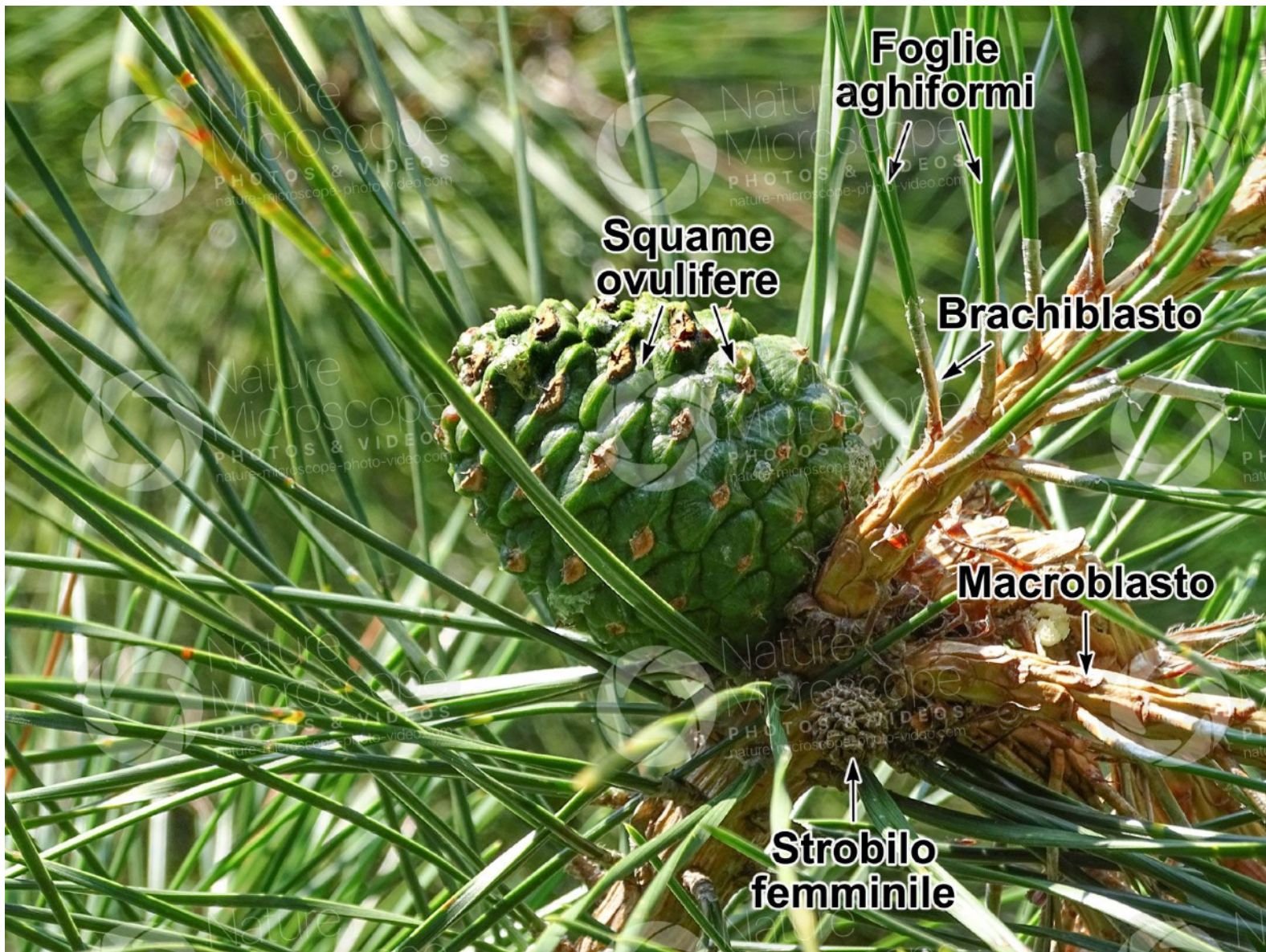
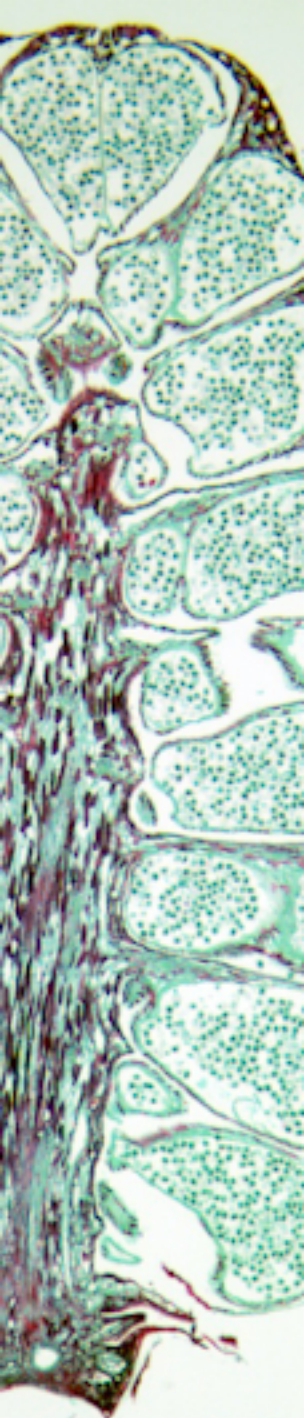
I pini (genere *Pinus*), dominano ampi tratti del Nord America e dell'Eurasia. Esistono circa 100 specie, tutte caratterizzate da una disposizione delle foglie unica tra le conifere viventi. Nelle piantine di pino, le foglie simili ad aghi sono disposte a spirale lungo il fusticino. Dopo un anno o due di crescita, le nuove foglie sono invece portate in mazzetti fascicolati, ciascuno con da uno a otto foglie o aghi, a seconda della specie.

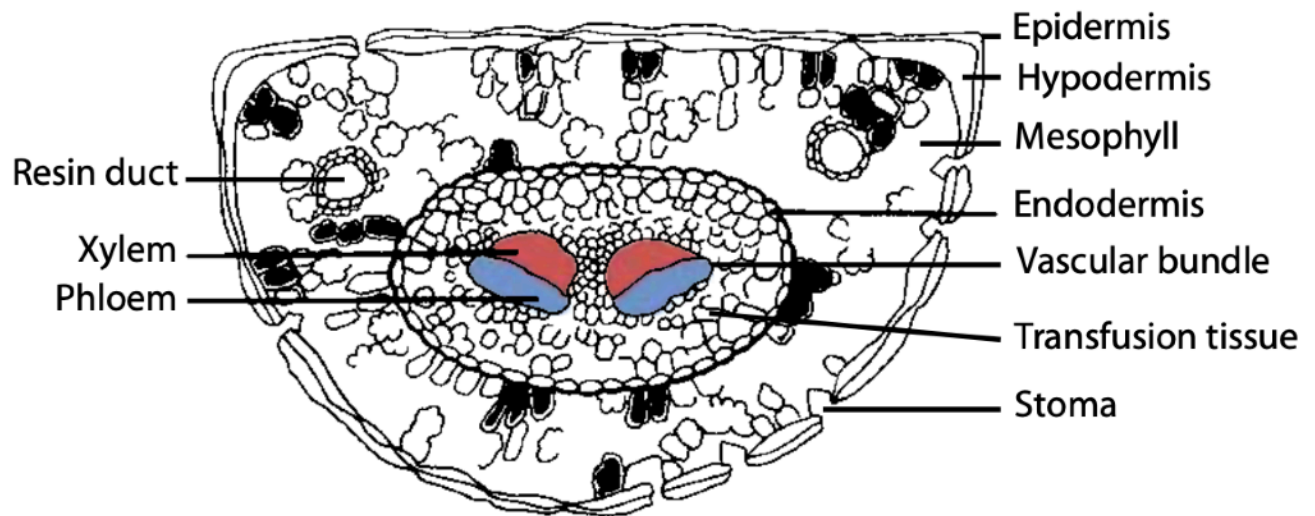
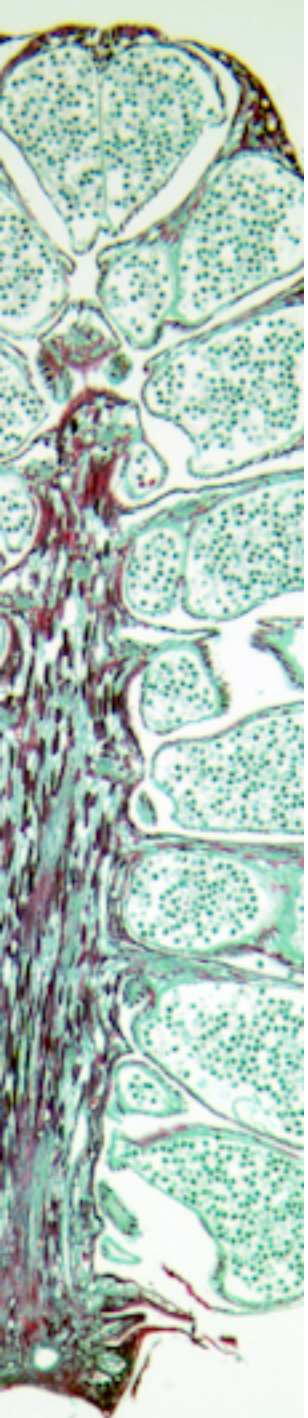
Questi mazzetti fascicolati, avvolti alla base da una serie di piccole foglie simili a scaglie, sono in realtà corti germogli in cui l'attività del meristema apicale è sospesa. Pertanto, un mazzetto fascicolato di aghi in un pino è morfologicamente un ramo ad accrescimento interrotto, detto brachiblasto.

Le foglie dei pini, come quelle di molte altre conifere, sono adatte alla crescita in condizioni di limitata disponibilità idrica. Queste presentano, in particolare, una spessa cuticola e stomi infossati.

Comunemente, il mesofillo è attraversato da due o più condotti resiniferi. I fasci vascolari si trovano al centro della foglia, e sono circondati da **tessuto trasfusionale**, composto da cellule parenchimatiche vive e corte tracheidi morte. Il tessuto di trasfusione serve a trasportare materiali tra mesofillo e fasci vascolari. Li separa un singolo strato di cellule noto come endoderma.





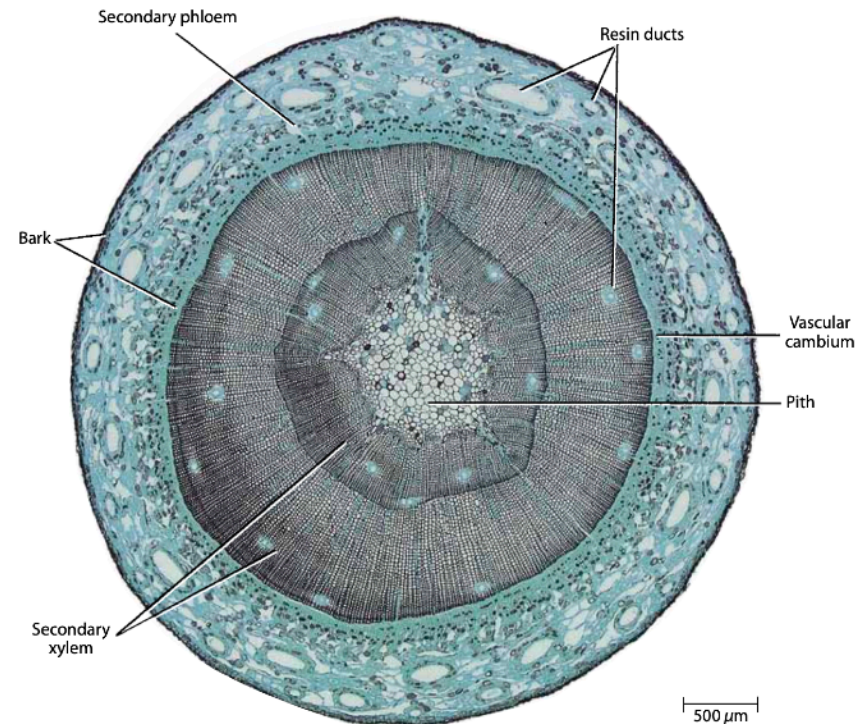


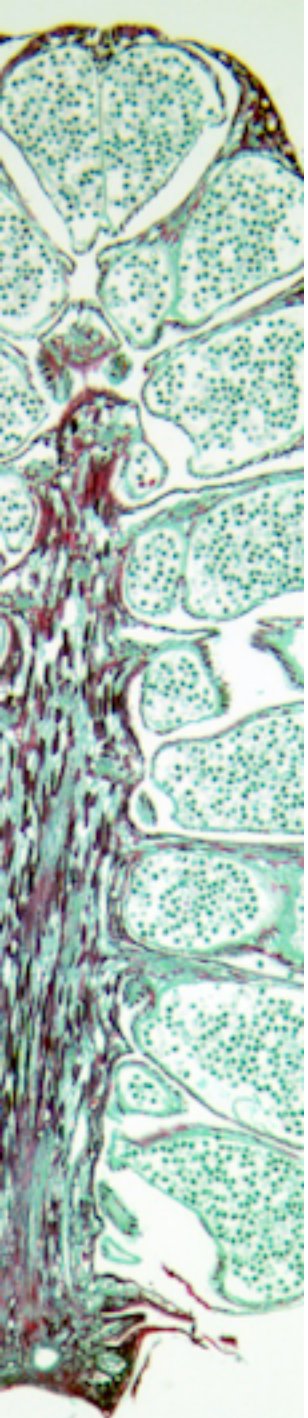
Phylum Cycadophyta

La maggior parte delle specie di pini mantiene i loro aghi per 2-4 anni. In *Pinus longaeva* gli aghi permangono sulla pianta circa 45 anni, e sono sempre fotosinteticamente attivi.

L'accrescimento secondario inizia precocemente, con la formazione di xilema secondario o legno, costituito da tracheidi, verso l'interno, e di floema secondario, costituito di cellule cribrose, verso l'esterno, per l'attività del cambio vascolare. Questi tessuti sono attraversati radialmente da raggi midollari.

Con l'inizio della crescita secondaria, l'epidermide viene infine sostituita con un periderma, prodotto per attiva divisione cellulare dagli strati più profondi della corteccia.





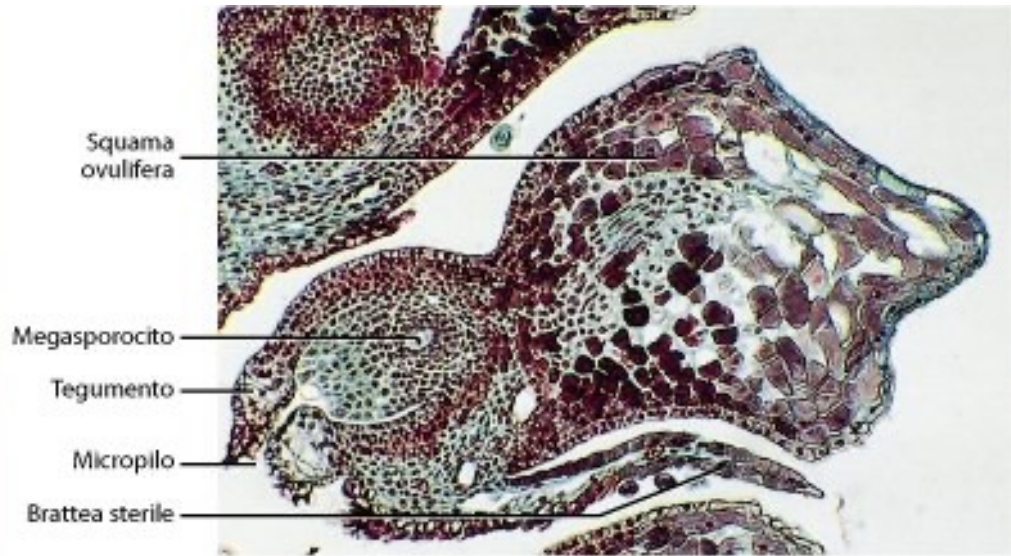
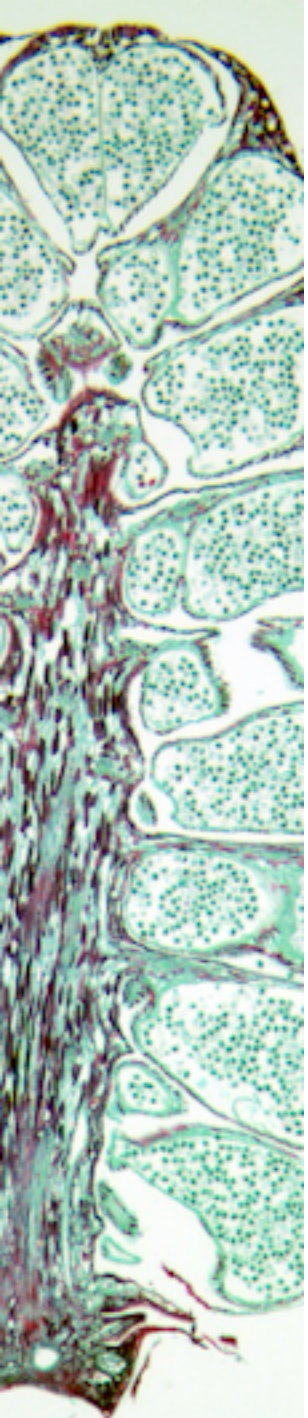
I microsporangia e i megasporangia della maggior parte delle conifere sono portati in strobili diversi sullo stesso albero. Di solito, i coni microsporangati sono portati sui rami inferiori e i coni megasporangati su quelli superiori. In alcuni pini sono portati sullo stesso ramo, con i coni femminili all'apice.

Poiché normalmente il vento trasporta il polline lateralmente più che verso l'alto, questo tende a prevenire l'auto-impollinazione.

I coni microsporangati hanno microsporofilli disposti a spirale e più o meno membranosi, ognuno portante due microsporangia sulla superficie inferiore. Ogni microsporangio contiene molte cellule madri delle microspore. Queste subiscono meiosi all'inizio della primavera, producendo quattro micropore aploidi. È a questo punto che i granuli di polline vengono liberati in quantità enormi.

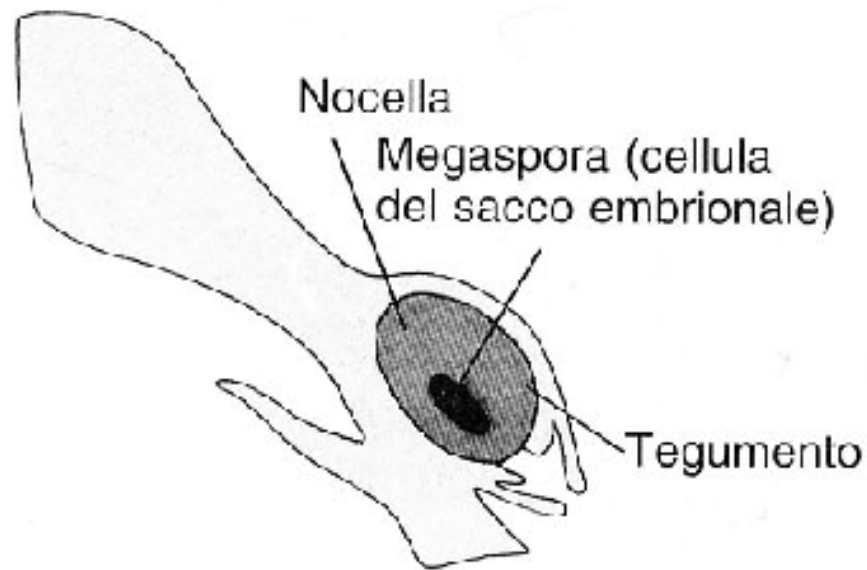
I coni femminili sono molto più grandi e più complessi. Le squame che portano gli ovuli, non sono semplici megasporofilli, ma interi sistemi modificati di ramificazione a crescita limitata, noti come **complesso della squama ovulifera**, costituiti dalla squama ovulifera - che porta due ovuli nella sua superficie superiore - e da una brattea sterile. Il cono femminile è, quindi, una struttura composta, mentre il cono maschile è una struttura semplice, con i microsporangia direttamente attaccati alle microsporofilli.





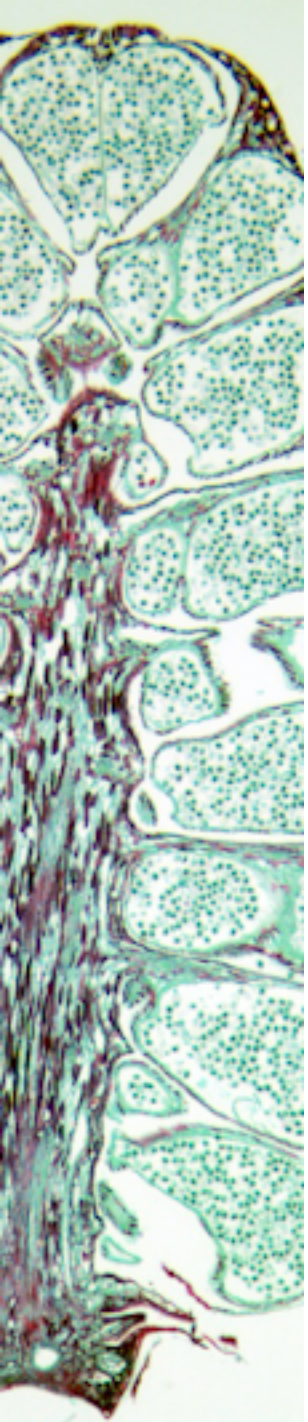
(b)

(a)

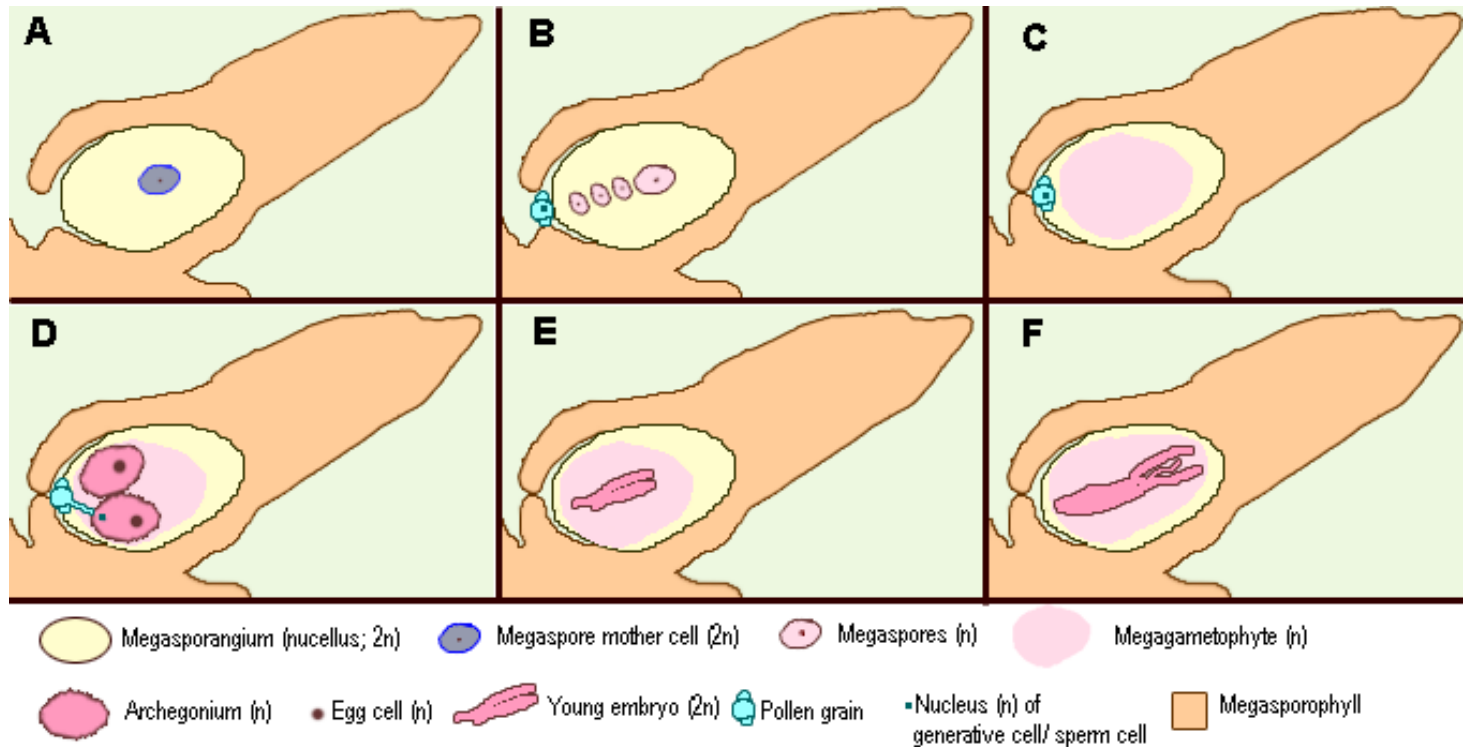


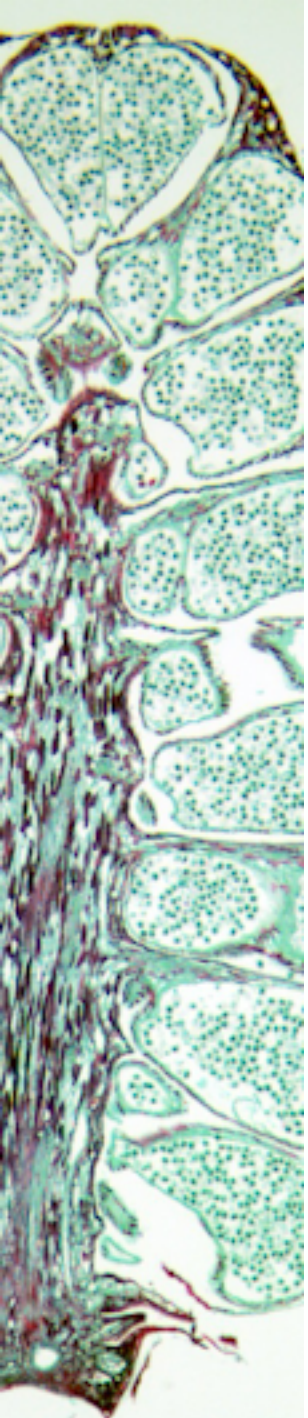
Cono ♀





Ogni ovulo contiene una nocella multicellulare (il megasporangio) circondata da un tegumento con un micropilo, rivolto verso l'asse dello strobilo. Ogni megasporangio contiene una cellula madre, che per meiosi da origine a una serie lineare di quattro megaspore, una delle quali - quella distale rispetto al micropilo - è funzionale.



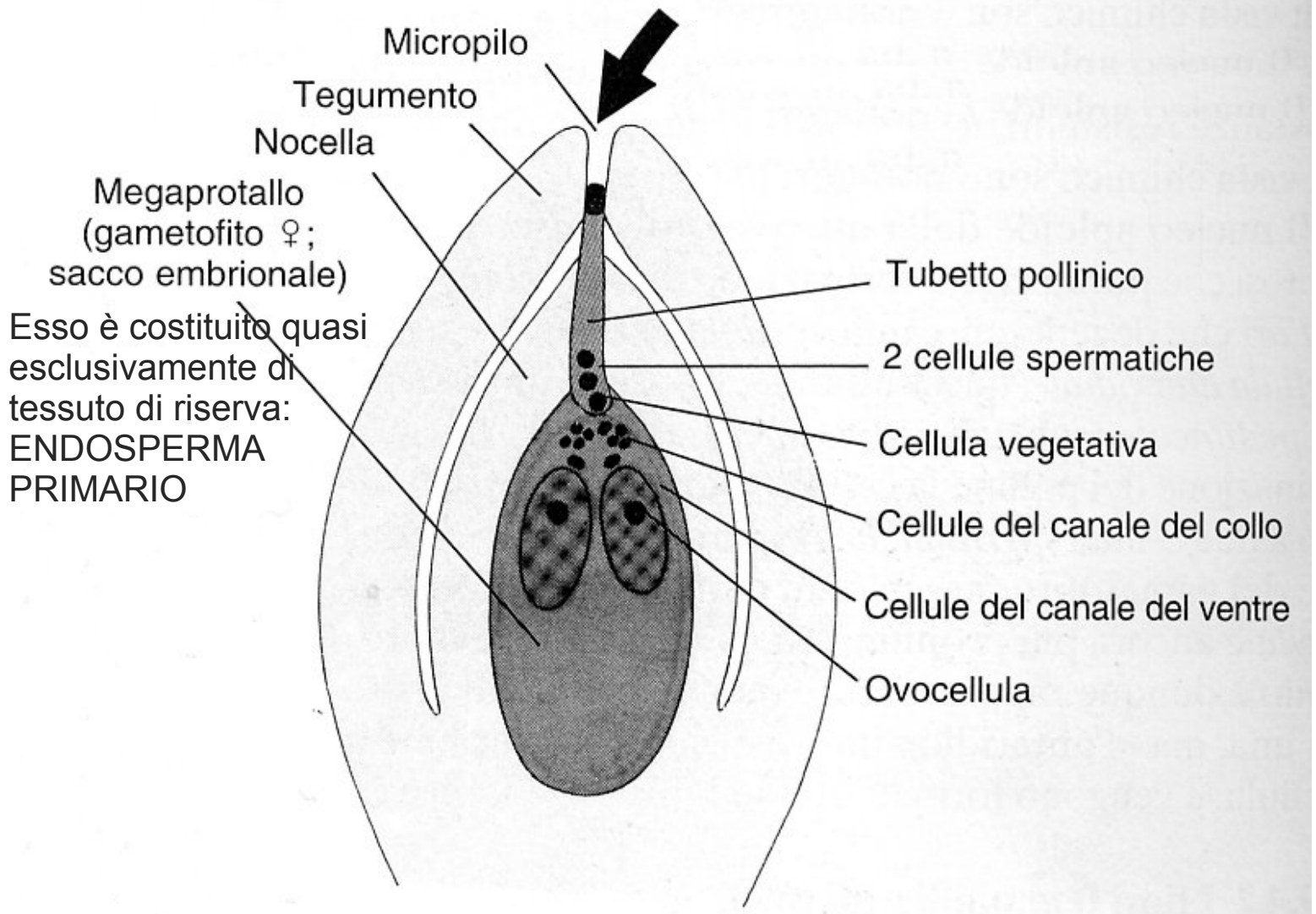


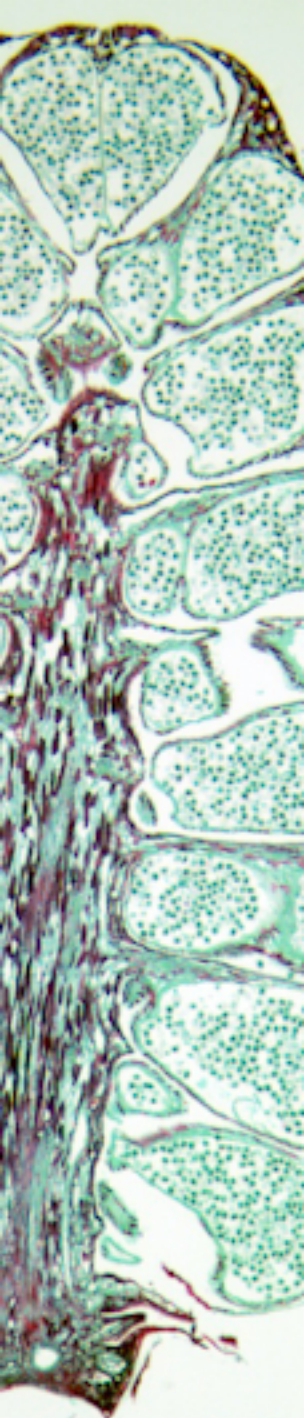
L'impollinazione si verifica in primavera. I granuli pollinici portati dal vento aderiscono al liquido che fuoriesce dal micropilo alla estremità aperta degli ovuli. Queste **gocce di impollinazione** contengono, oltre a zuccheri, amminoacidi e acidi organici, diverse proteine che si ritiene abbiano un ruolo sia nella difesa dai patogeni che nello sviluppo del polline.

Quando per distacco le gocce di impollinazione si contraggono, trasportano i granuli di polline attraverso il canale micropilico, li mettono in contatto con la nocella. I granuli pollinici si depositano nella leggera depressione all'estremità microfilmare della nocella. Dopo l'impollinazione, le squame concregono a proteggere gli ovuli in via di sviluppo. Poco dopo essere entrato in contatto con la nocella, il granulo pollinico germina formando il tubulo pollinico.

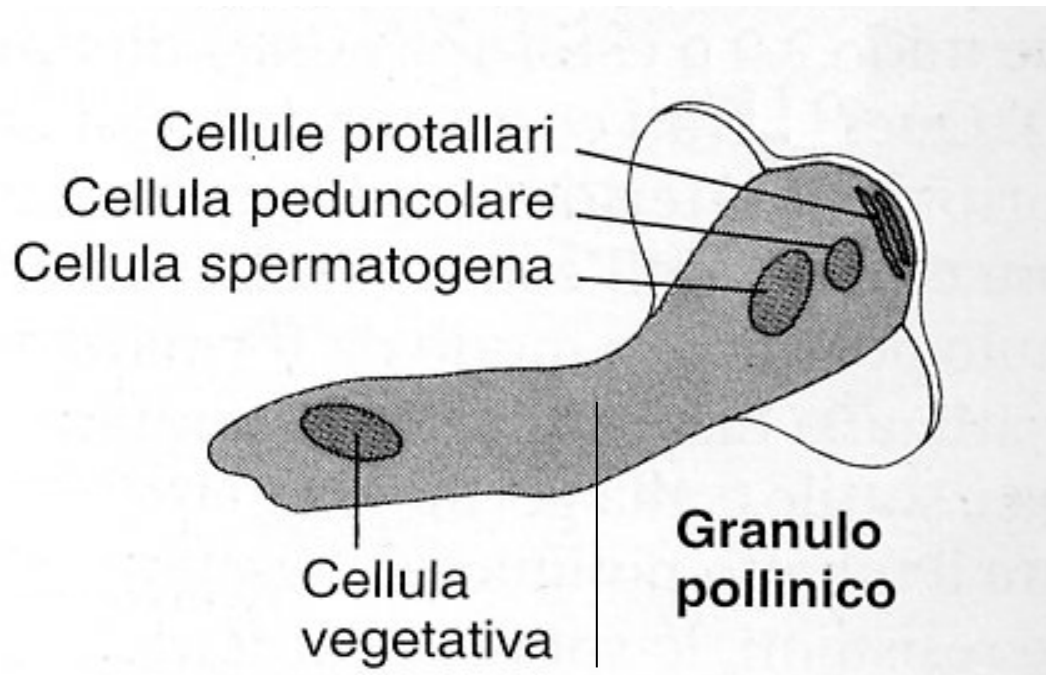
Circa un mese dopo l'impollinazione, vengono prodotte le quattro megaspore. Lo sviluppo del megagametofito è lento, e spesso non inizia che sei mesi dopo l'impollinazione. Nelle prime fasi dello sviluppo del megagametofito, la mitosi procede senza formazione immediata della parete cellulare. Circa 13 mesi dopo l'impollinazione, quando il megagametofita contiene circa 2000 nuclei liberi, inizia la formazione delle pareti cellulari. Circa 15 mesi dopo l'impollinazione gli archegoni si differenzia all'estremità micropilare.





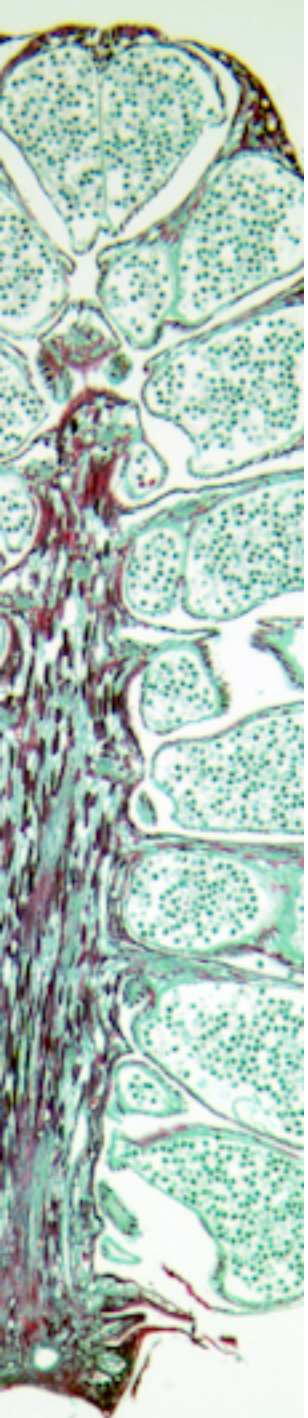


Circa 12 mesi prima, il granulo pollinico aveva prodotto il tubetto pollinico che per digestione entra nei tessuti della nocella verso il megagametofito in sviluppo. Circa un anno dopo l'impollinazione, la cellula germinativa del gametofito maschile va incontro a divisione, producendo una **cellula sterile** (cellula del peducolo) e una cellula **spermatogena**. Successivamente, prima che il tubetto pollinico raggiunga il megagametofito, la cellula spermatogena si divide per produrre due spermatozoi.



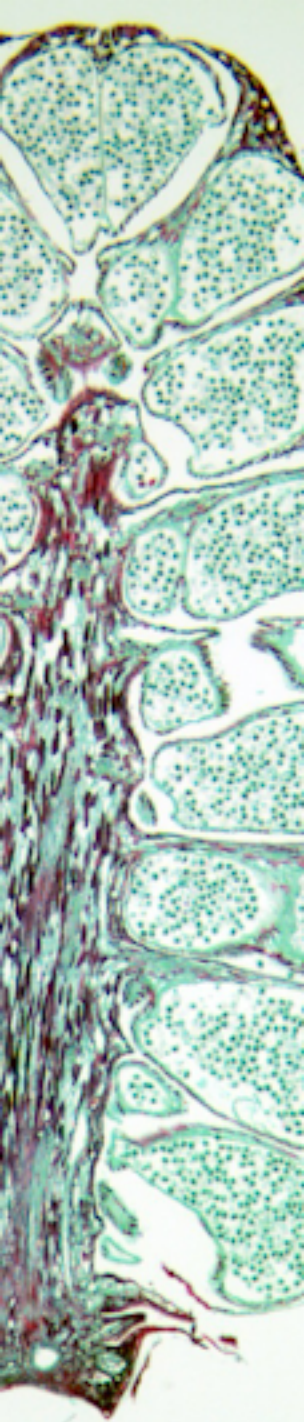
La scoperta di questa struttura si deve a un botanico italiano dell'800, **G.B. Amici**, che descrisse tutto il processo della fecondazione.



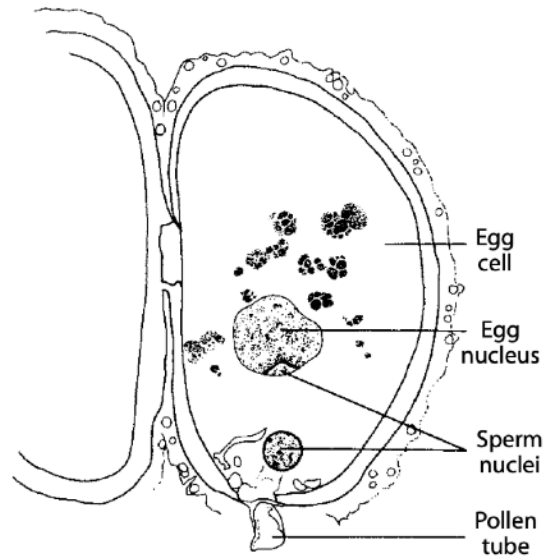


Il tubetto pollinico può essere lungo da qualche decina di micron fino a 2-3 centimetri in alcune specie di angiosperme.
I tubetti pollinici hanno un citoscheletro molto dinamico e reattivo, mentre la parete è formata prevalentemente da pectine e callosio



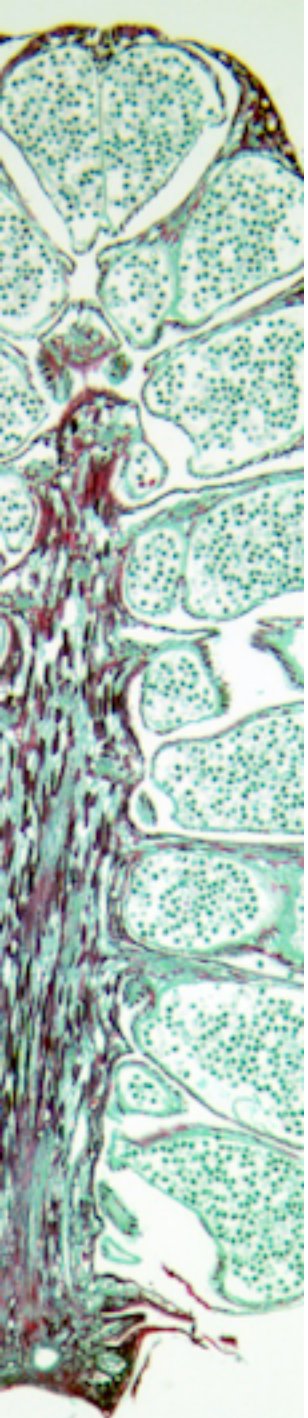


Circa 15 mesi dopo l'impollinazione, il tubetto pollinico raggiunge la cellula uovo di un archegonio, dove scarica gran parte del suo citoplasma e entrambi gli spermatozoi. Il nucleo di uno spermatozoo si unisce al nucleo di una cellula uovo, mentre l'altro degenera.



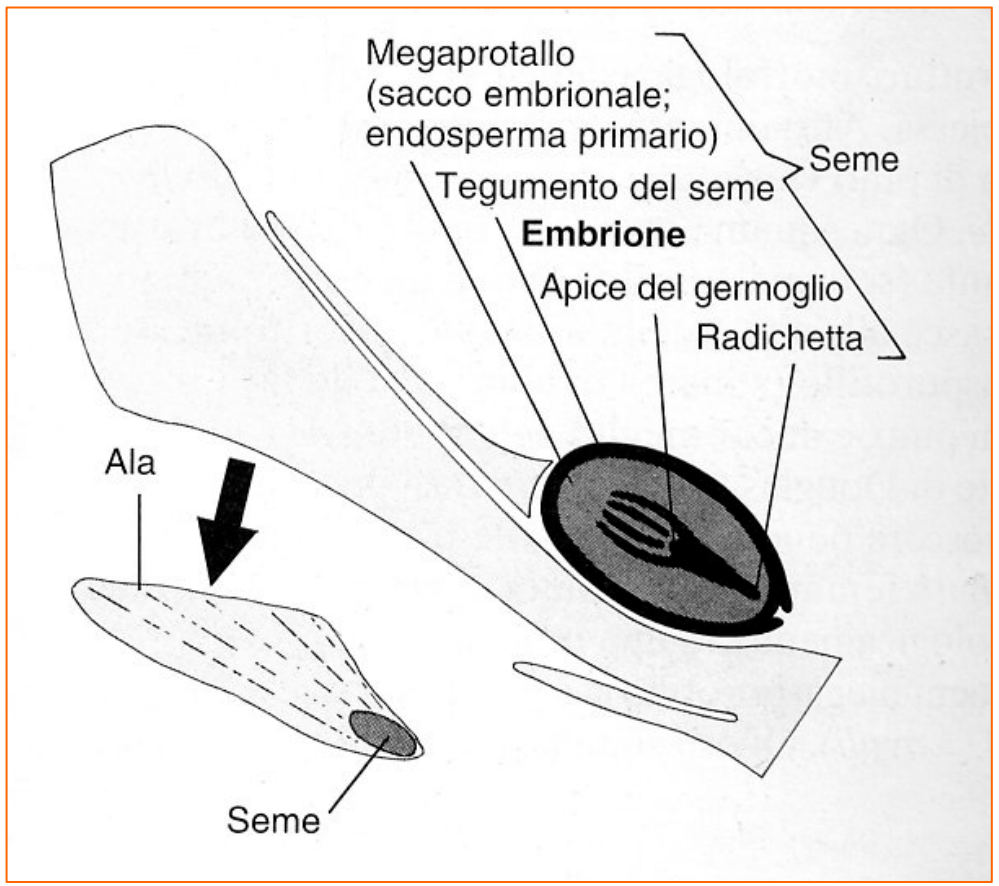
18–23 Fertilization in *Pinus* Fertilization occurs as a sperm nucleus unites with the egg nucleus. The second sperm nucleus (below) is nonfunctional and will eventually disintegrate.

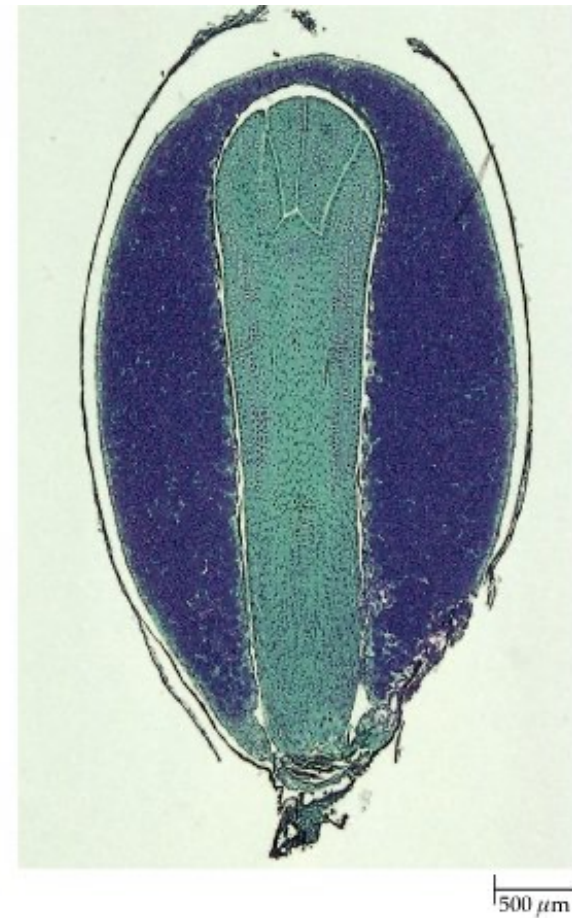
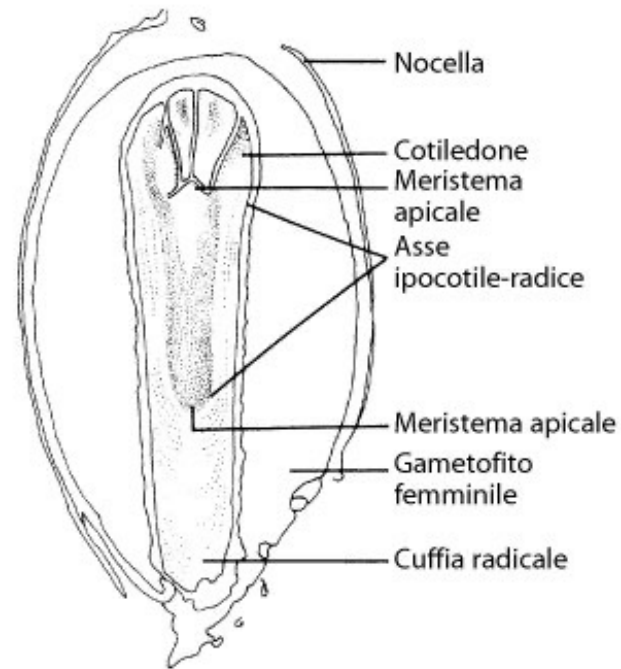
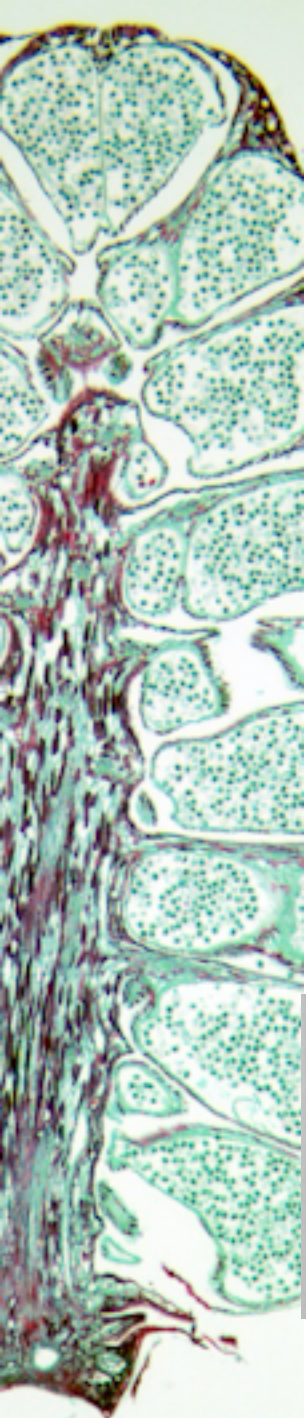




Durante lo sviluppo iniziale dell'embrione, sono prodotte quattro serie di cellule vicino all'estremità inferiore dell'archegonio. Le quattro cellule distali rispetto al micropilo iniziano a svilupparsi in embrioni, mentre quelle immediatamente sottostanti, dette cellule del sospensore, si allungano spingendo sei embrioni in profondità nel megagametofito. Dei quattro embrioni, solo uno si svilupperà completamente.

Il seme di una conifera consiste quindi in una combinazione di due diverse generazioni di sporofiti diploidi - tegumento e nocella, e l'embrione - e una generazione aploide, il gametofito, che funge da tessuto di riserva.

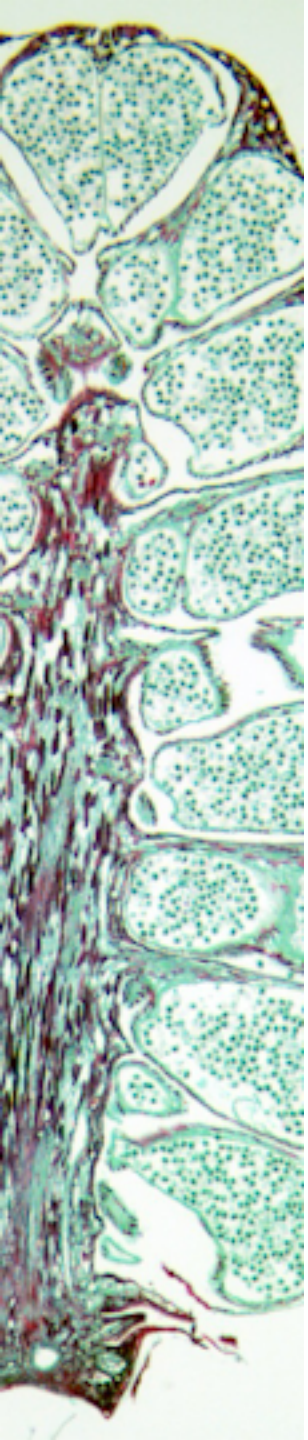




■ *Semi delle conifere*

- Involucro del seme originato dal tegumento (tessuto diploide appartenente allo sporofito genitore).
- Residui della nocella (megasporangio; tessuto diploide appartenente allo sporofito genitore).
- Endosperma primario (megaprotallo aploide).
- Embrione (sporofito figlio diploide).





L'embrione è costituito da un asse ipocotile-radice, con una cuffia radicale e un meristema apicale ad un'estremità, e un meristema apicale e diversi (generalmente otto) cotiledoni dall'altra. Il tegumento è costituito da tre strati, di cui lo strato intermedio diventa duro e funge involucre del seme.

I semi di pini vengono spesso disseminati dai coni durante l'autunno del secondo anno successivo alla comparsa dei coni e all'impollinazione.

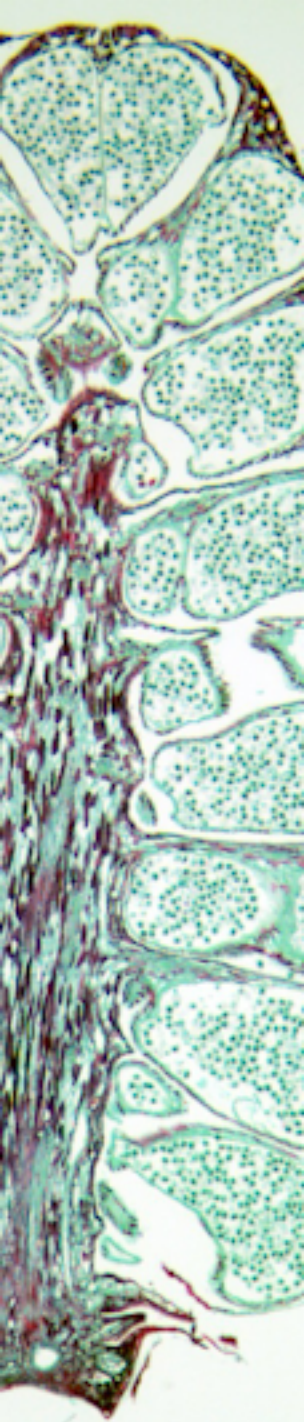
Alla maturità, le squame del cono si aprono, e i semi alati della maggior parte delle specie vengono portati dal vento, spesso anche a grandi distanze.

In alcune specie di pini, come *Pinus contorta*, le squame non si separano fino a quando i coni non vengono sottoposti a un calore estremo. Dopo che un incendio attraversa una pineta, la maggior parte dei coni di questa specie, che sono resistenti al fuoco, si aprono, rilasciando i semi accumulati per molti anni.

In altre specie, tra *Pinus flexilis* e *Pinus albicaulis*, i grandi semi senza ali vengono raccolti e trasportati da grandi uccelli come i corvi.



Pinus nigra J.F.Arnold



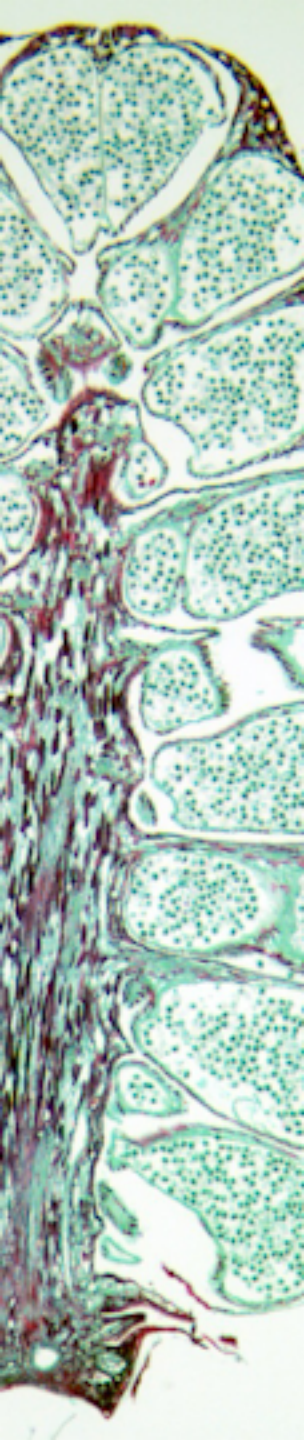


Larix decidua



Pinus halepensis



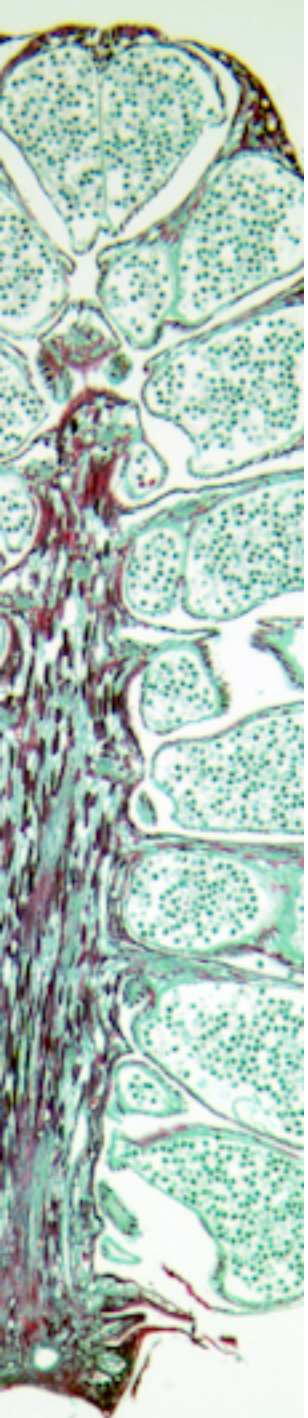


Altre conifere si differenziano dai rappresentanti del genere *Pinus* principalmente per la disposizione delle foglie, non raggruppate su brachiblasti. Inoltre, vi sono delle differenze nei cicli riproduttivi. Nonostante ciò si può dire che le conifere costituiscano un gruppo relativamente omogeneo. Tuttavia, esistono diverse variazioni sulla forma e la dimensione degli strobili, con adattamenti che hanno reso i semi di alcune conifere adatti alla disseminazione tramite vettori animali.

Nella maggior parte delle conifere diverse dalle Pinaceae, il ciclo riproduttivo dura però un anno; i semi vengono prodotti nella stessa stagione in cui gli ovuli vengono impollinati. Il tempo tra l'impollinazione e la fecondazione in queste specie varia da tre giorni a tre o quattro settimane, invece di circa 15 mesi.

Tra i generi importanti di conifere diverse da *Pinus* ci sono altre Pinaceae, come gli abeti (*Abies*), i larici (*Larix*), gli abeti rossi (*Picea*), gli abeti canadesi (*Tsuga*), gli abeti di Douglas (*Pseudotsuga*), e altre Cupressaceae come i cipressi (*Cupressus*) e i ginepri (*Juniperus*).





Nei tassi (famiglia Taxaceae), un ovulo solitario è portato in un cono fortemente ridotto e circondato da una struttura carnosa, simile a una coppa, l'**arillo**. In questo cono, la brattea ovulifera diventa l'arillo, commestibile, e porta un unico seme, estremamente velenoso. Questo adattamento si è sviluppato per favorire la disseminazione a opera degli uccelli.

