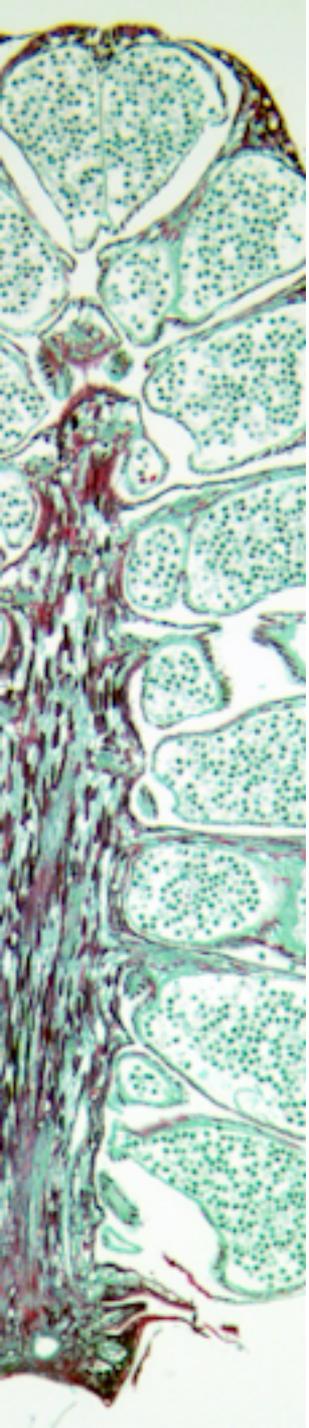


I cicli metagenetici

D = Diploid

H = Haploid



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.

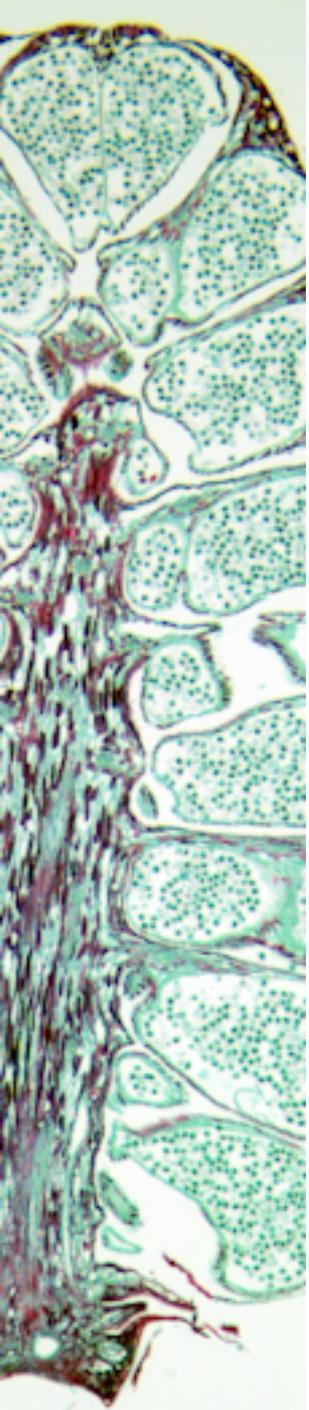


**STROBILO
FEMMINILE**



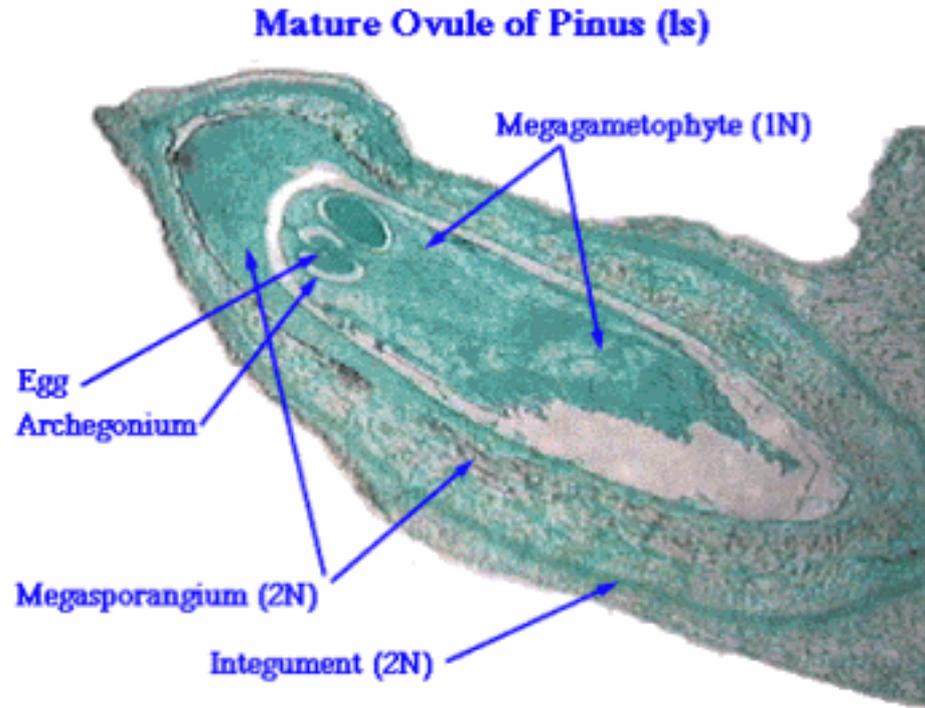
**STROBILI
MASCHILI**

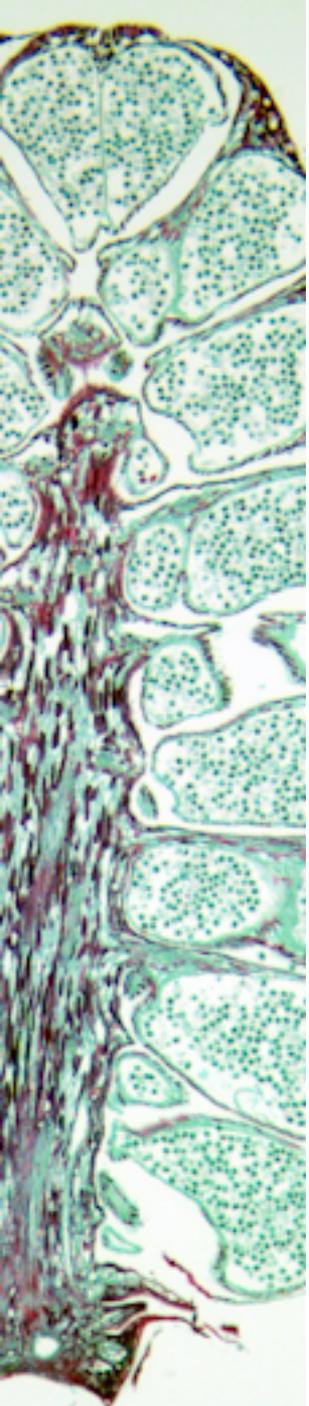




Inoltre, con poche eccezioni, il **megagametofito** delle ginnosperme produce diversi **archegoni**, mentre il **microgametofito** non produce **anteridi**.

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”.

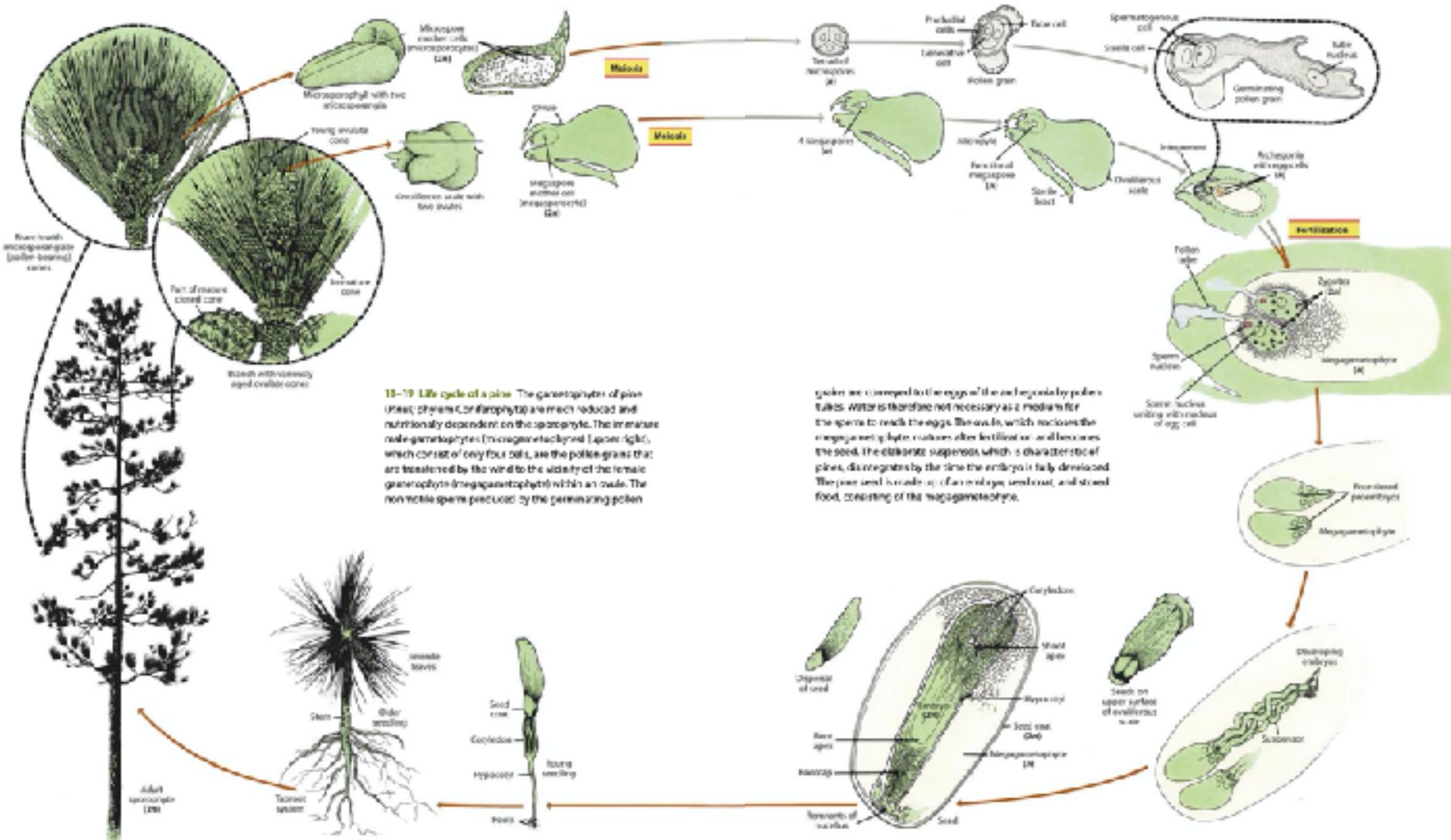
Ginkgo biloba



Taxus baccata



Juniperus communis



18-19 Life cycle of a pine The gametophytes of pine (and other gymnosperms) are much reduced and nutritionally dependent on the sporophyte. The immense 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 non-motile spores produced by the germinating pollen

grains are conveyed to the eggs of the seed by means of pollen tubes. Water is therefore not necessary as a medium for the sperm to reach the eggs. The ovule, which encloses the megagametophyte, ruptures after fertilization and becomes the seed. The nutritive suspension 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.



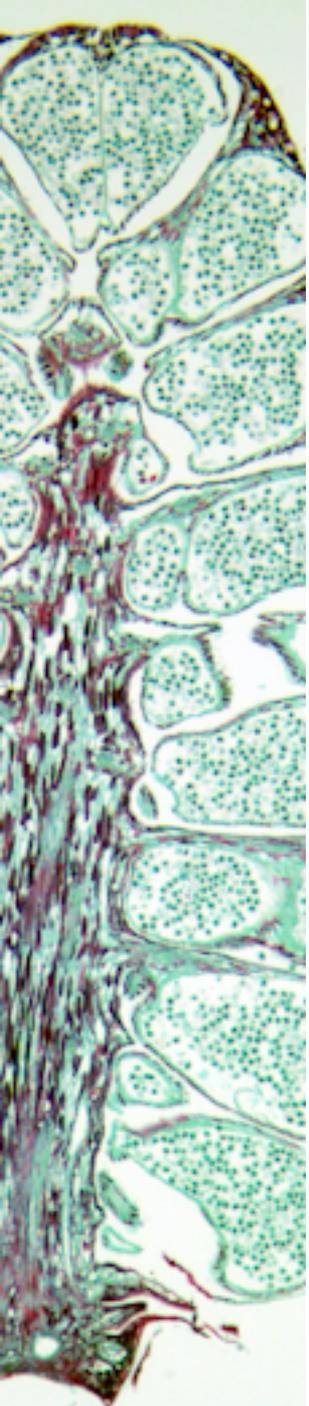
Phylum Coniferophyta

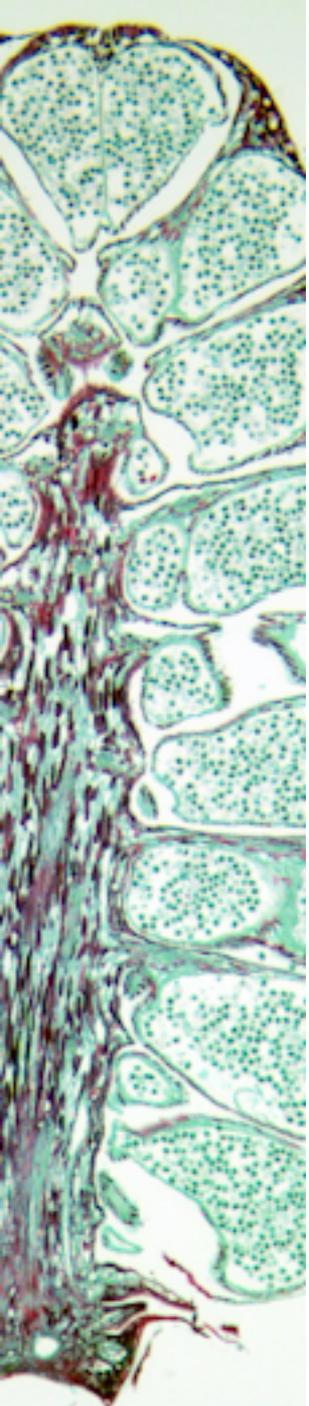
Il più numeroso, diffuso e ecologicamente importante dei phyla viventi di gimnosperme, circa 70 generi e 630 specie.

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

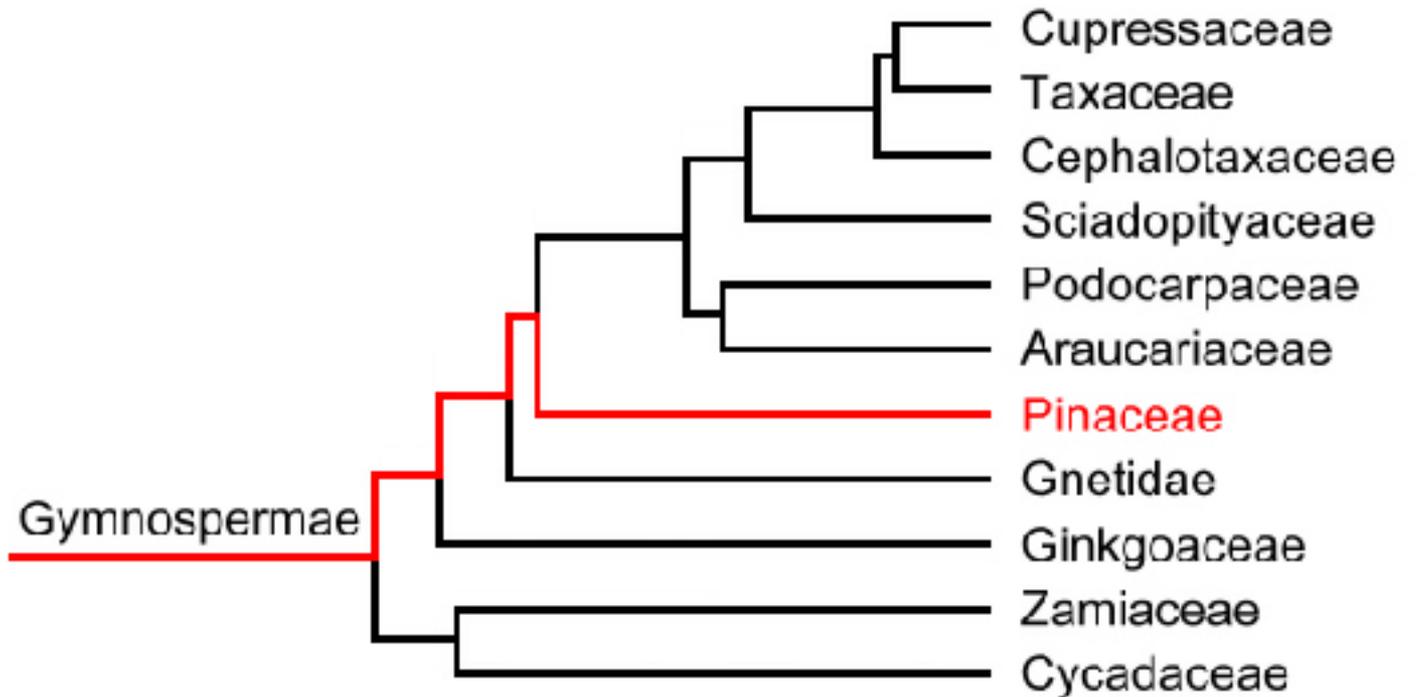
Le conifere, che includono anche pini, abeti e abeti rossi, hanno un grande valore commerciale. Le loro foreste sono una delle risorse naturali più importanti nelle vaste regioni temperate dell'emisfero nord. La storia delle conifere risale almeno al tardo Carbonifero, circa 300 milioni di anni fa.

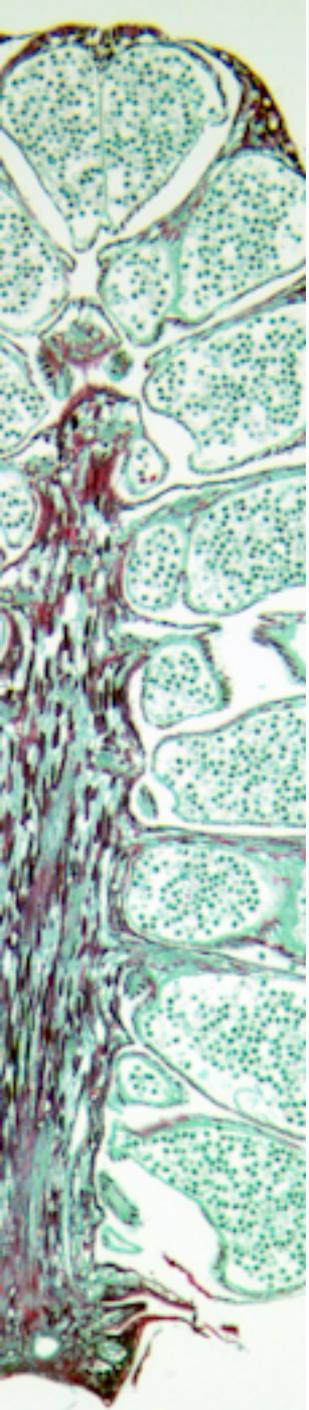
Le foglie aghiformi delle conifere moderne hanno molti adattamenti per resistere alla siccità, che possono essere correlate alla loro diversificazione durante il periodo Permiano, relativamente secco e freddo (da 290 a 245 milioni di anni fa).





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.





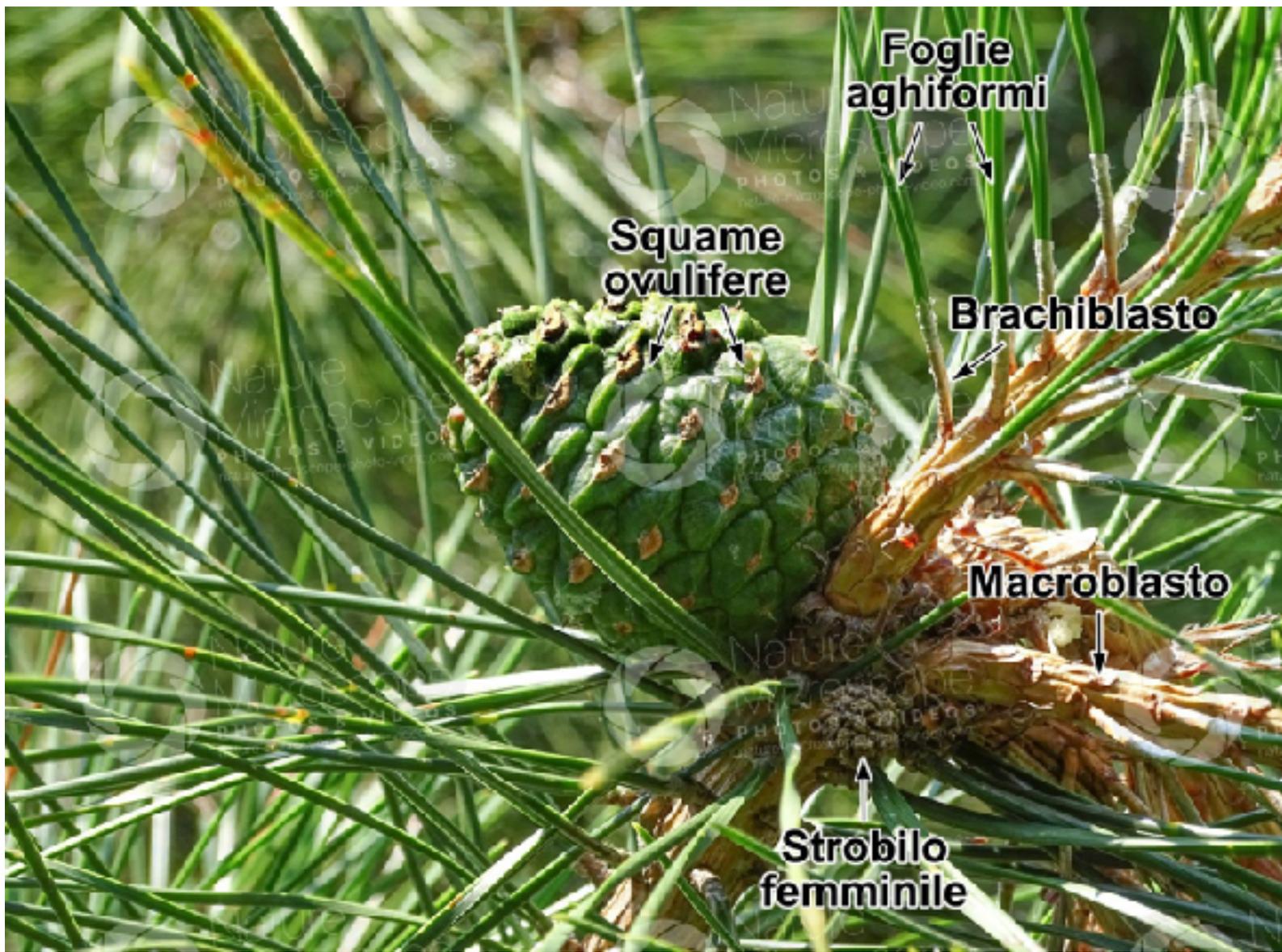
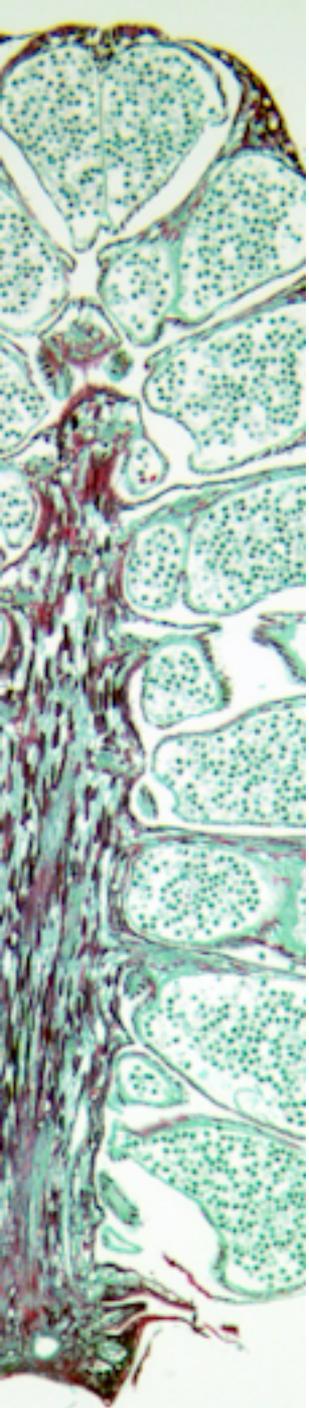
I pini (genere *Pinus*), dominano ampi tratti del Nord America e dell'Eurasia. Esistono circa 100 specie, tutte caratterizzate da una disposizione delle foglie unica tra le conifere viventi. Nelle piantine di pino, le foglie simili ad aghi sono disposte a spirale lungo il fusticino. Dopo un anno o due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

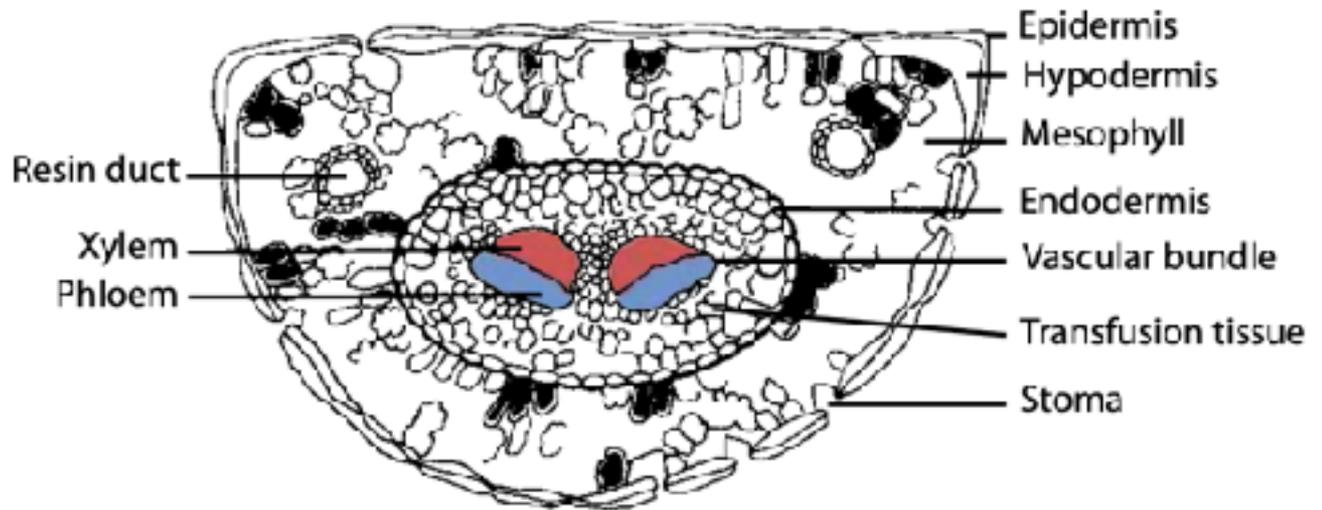
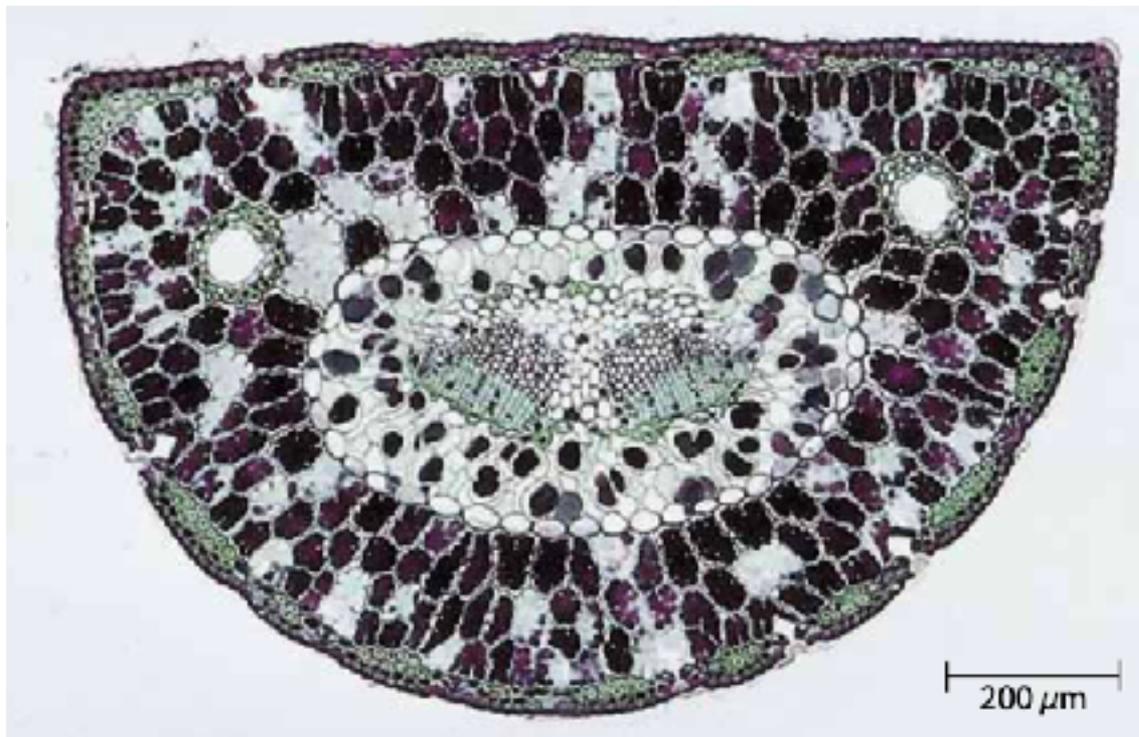
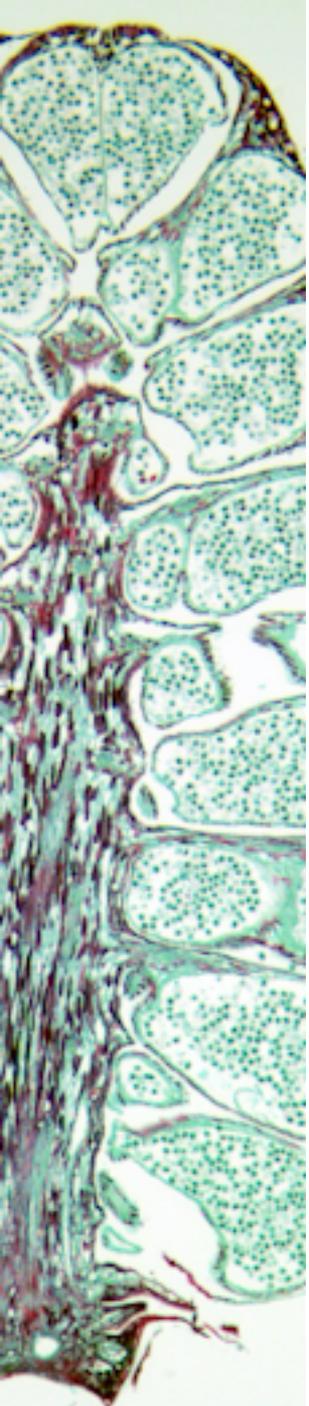
Questi mazzetti fascicolati, avvolti alla base da una serie di piccole foglie simili a scaglie, sono in realtà corti germogli in cui l'attività del meristema apicale è sospesa. Pertanto, un mazzetto fascicolato di aghi in un pino è morfologicamente un ramo ad accrescimento interrotto, detto **brachiblasto**.

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.





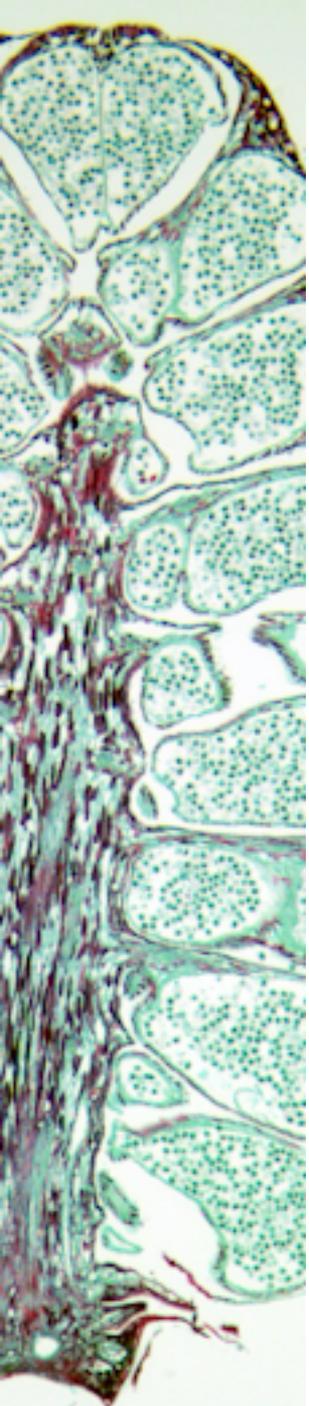
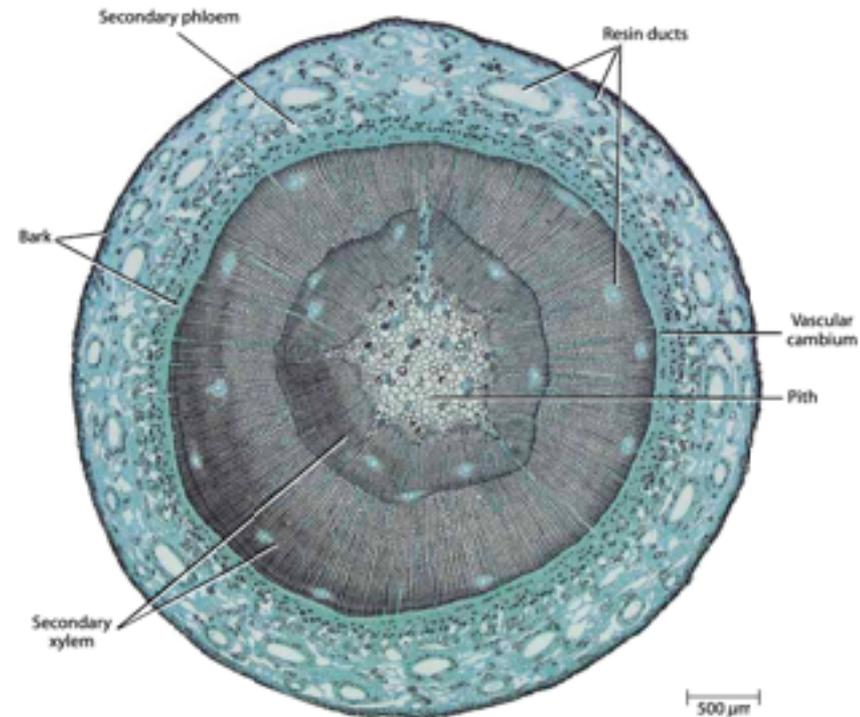


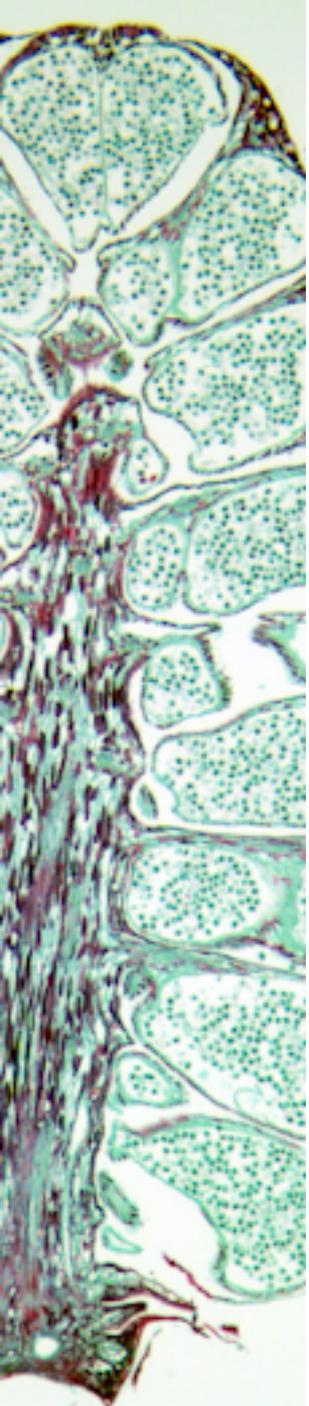
Phylum Cycadophyta

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.





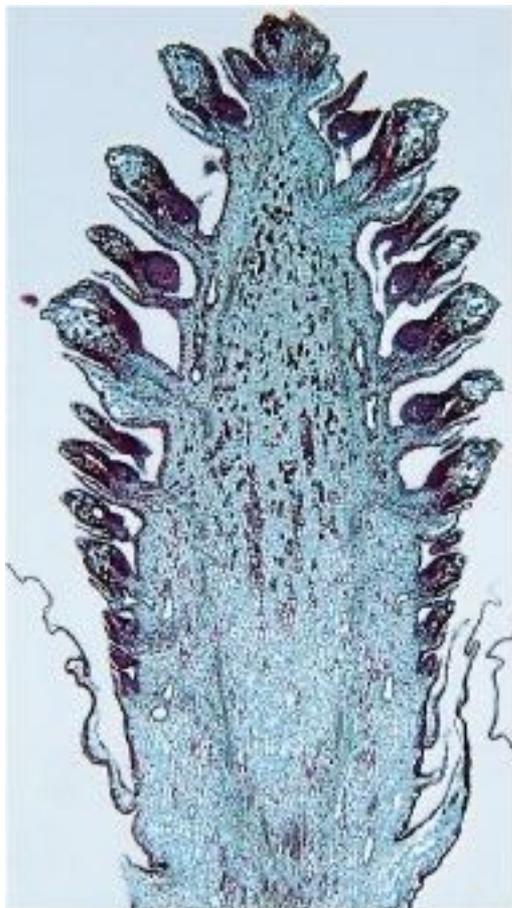
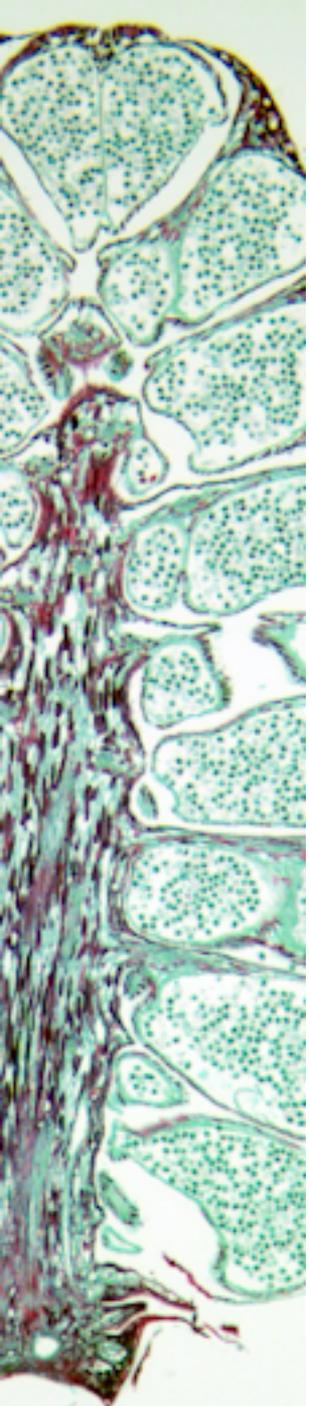
I microsporangii e i megasporangii della maggior parte delle conifere sono portati in strobili diversi sullo stesso albero. Di solito, i coni microsporangiatii sono portati sui rami inferiori e i coni megasporangiatii su quelli superiori. In alcuni pini sono portati sullo stesso ramo, con i coni femminili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

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

I coni microsporangiatii hanno microsporofilli disposti a spirale e più o meno membranosi, ognuno portante due microsporangii 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.

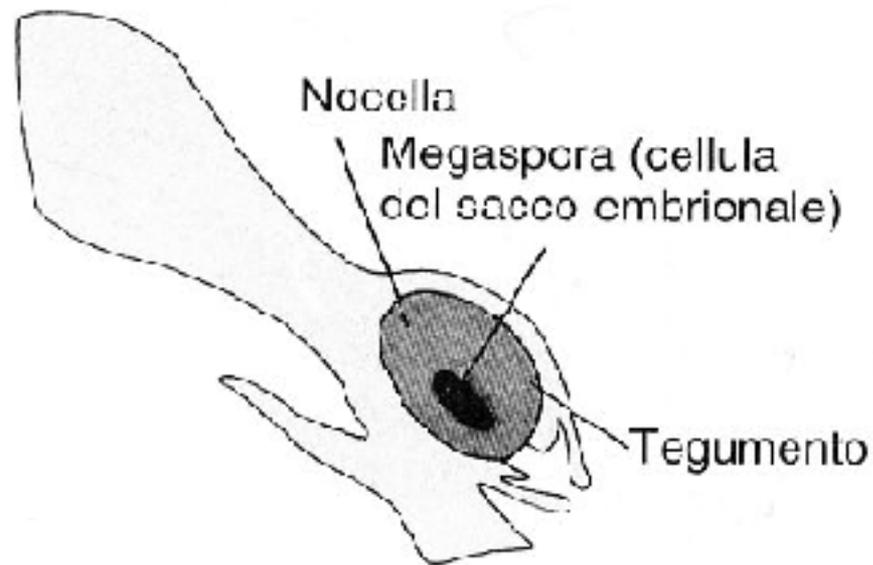
I coni femminili sono molto più grandi e più complessi. Le squame che portano gli ovuli, non sono semplici megasporofilli, ma interi sistemi modificati di ramificazione a crescita limitata, noti come **complesso della squama ovulifera**, costituiti dalla squama ovulifera - che porta due ovuli nella sua 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 microsporangii direttamente attaccati ai microsporofilli.





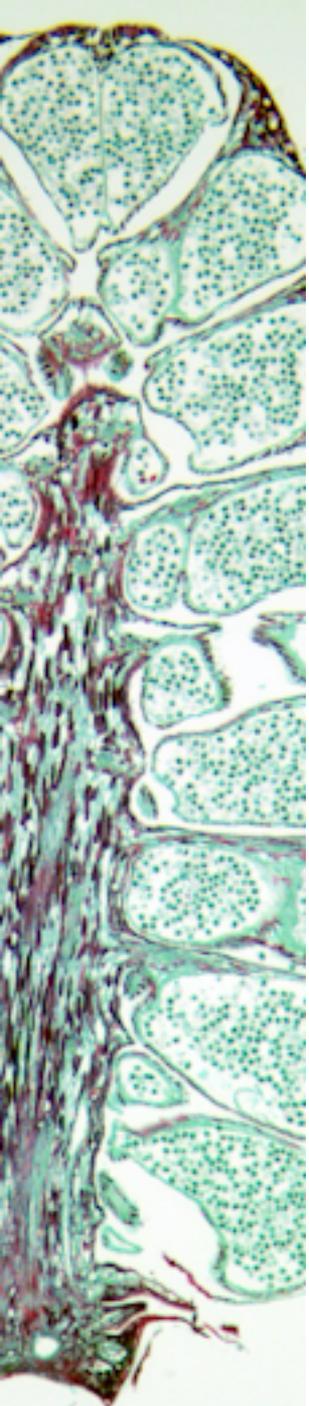
(b)

(a)

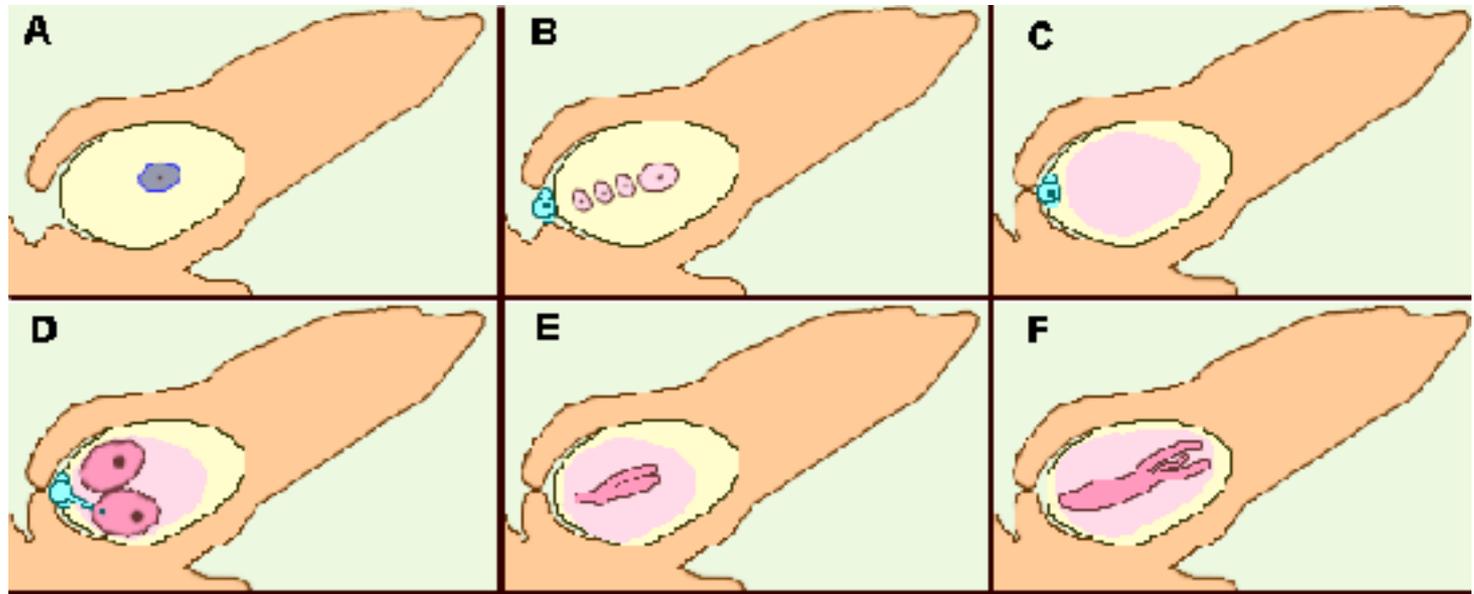


Cono ♀



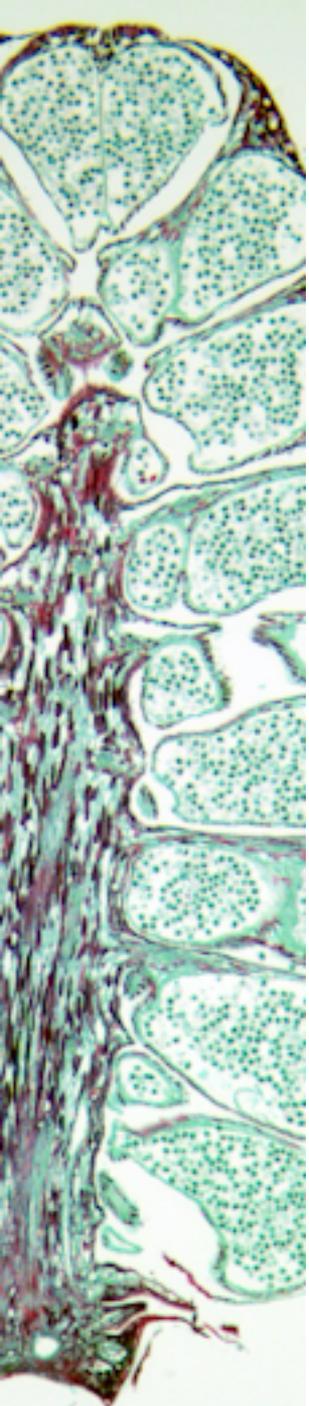


Ogni ovulo contiene una nocella multicellulare (il megasporangio) circondata da un tegumento con un micropilo, rivolto verso l'asse dello strobilo. Ogni megasporangio contiene una cellula madre, che per meiosi da origine a una serie lineare di quattro megaspore, una delle quali - quella distale rispetto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



● Megasporangium nucleus, $2n$ ● Megaspore mother cell ($2n$) ● Megaspores (n) ● Megagametophyte (n)
 ● Archegonium (n) ● Egg cell (n) ● Young embryo ($2n$) ● Polar grain ● Nucleus (n) of generative cell/sperm cell ● Megasporophyll



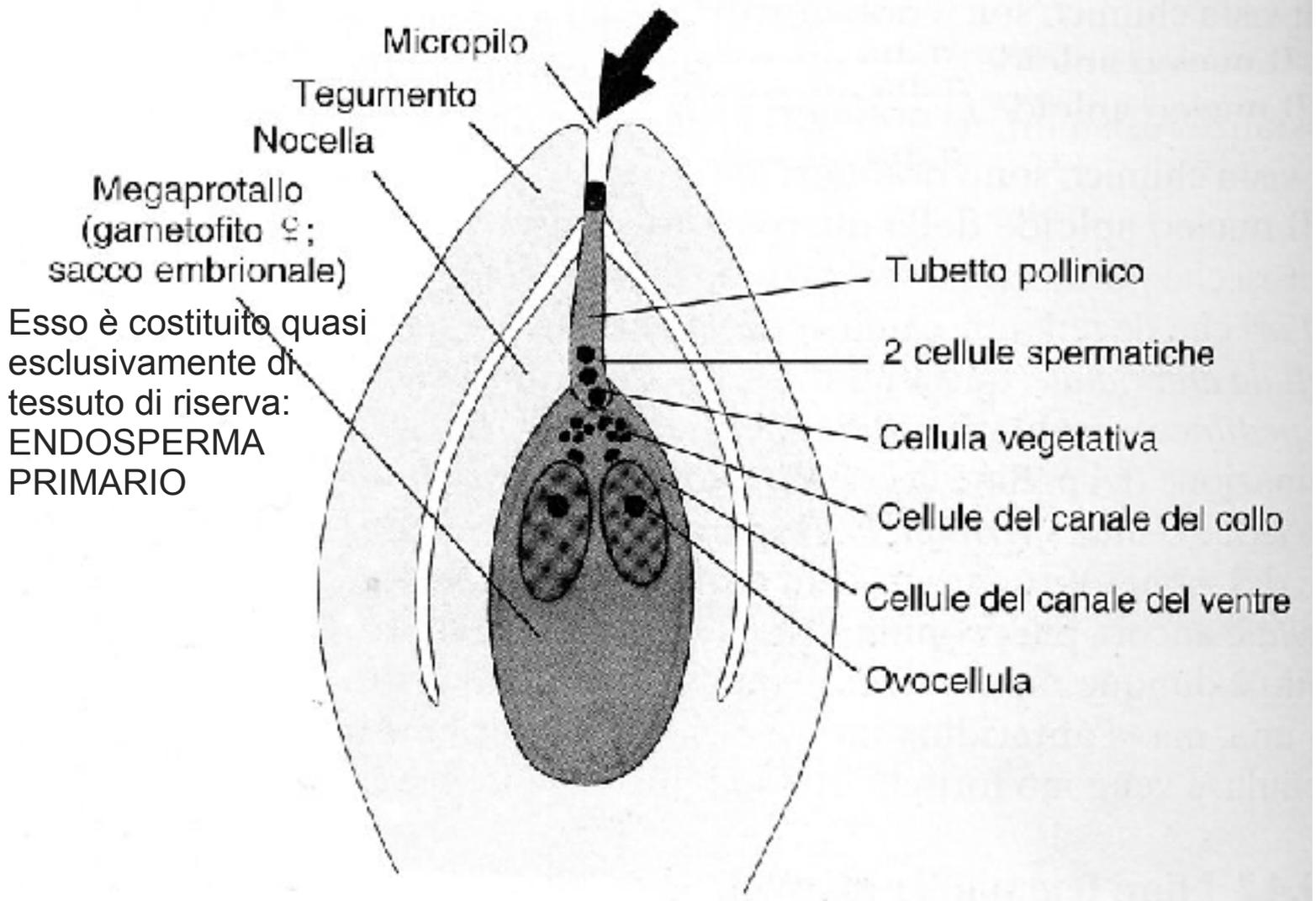
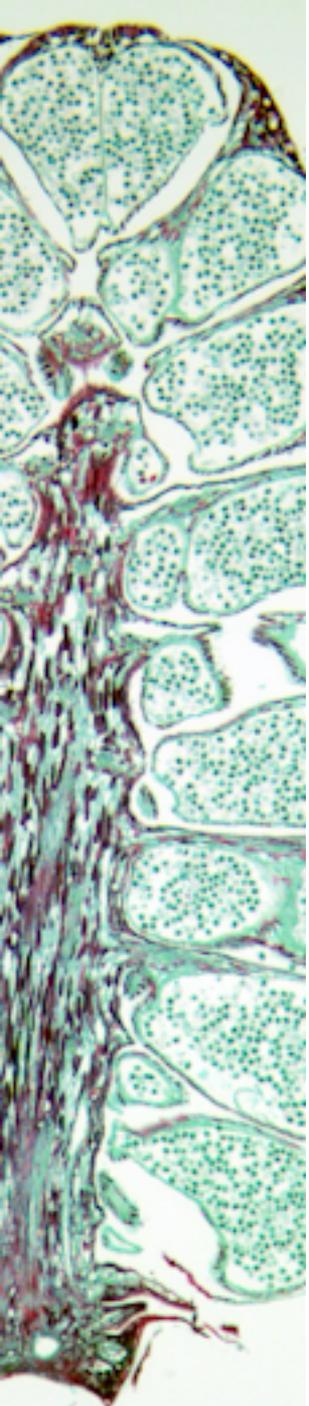


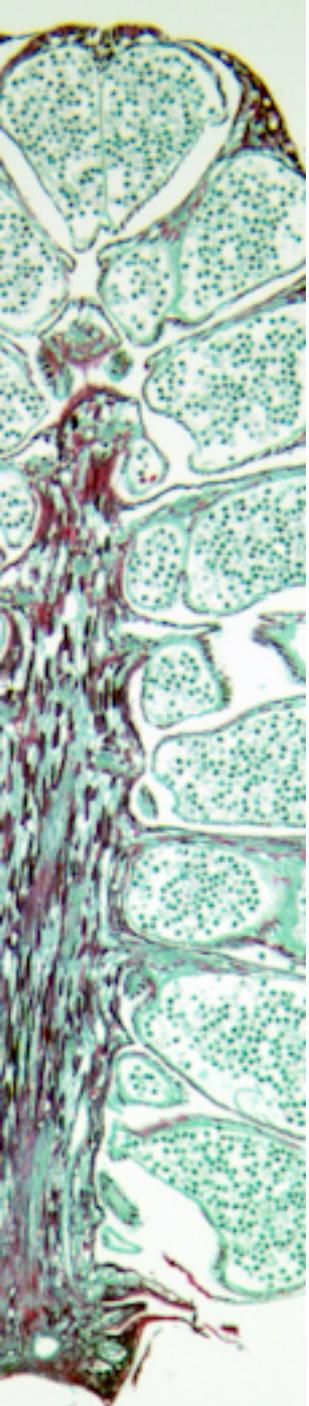
L'impollinazione si verifica in primavera. I granuli pollinici portati dal vento aderiscono al liquido che fuoriesce dal micropilo alla estremità aperta degli ovuli. Queste **gocce di impollinazione** contengono, oltre a zuccheri, amminoacidi e acidi organici, diverse proteine che si ritiene abbiano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

Quando per disseccamento 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 micropilare 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.

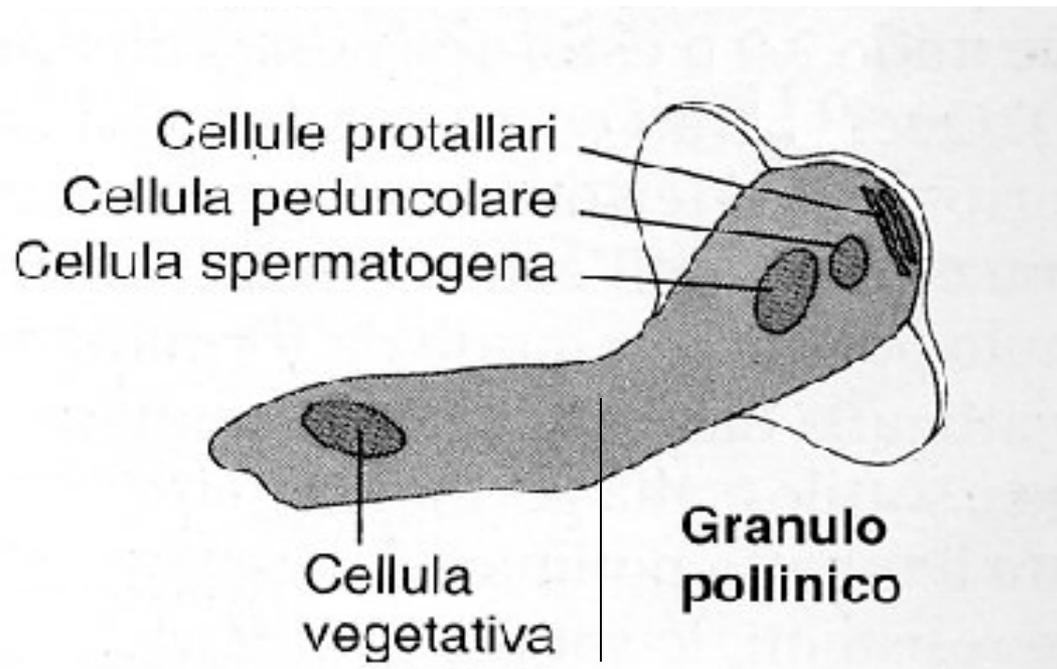
Circa un mese dopo l'impollinazione, vengono prodotte le quattro megaspore. Lo sviluppo del megagametofito è lento, e spesso non inizia che sei mesi dopo l'impollinazione. Nelle prime fasi dello sviluppo del megagametofito, la mitosi procede senza formazione immediata della parete cellulare. Circa 13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





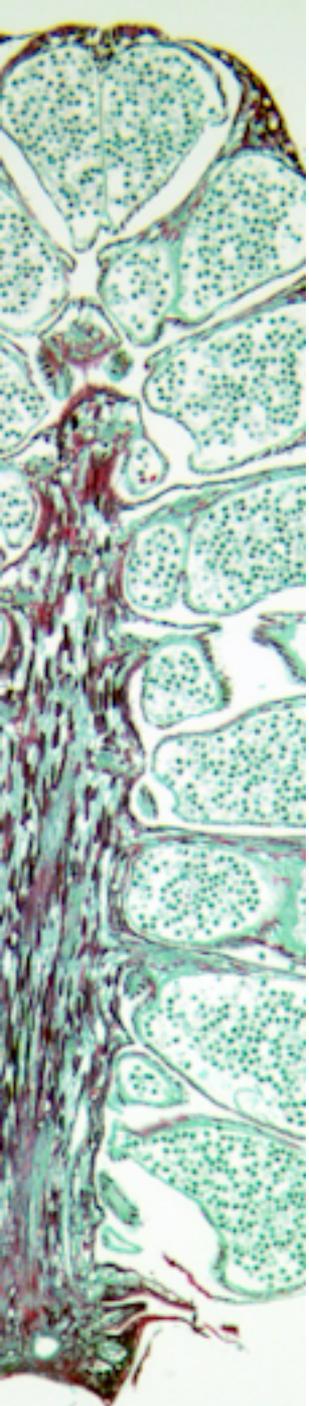


Circa 12 mesi prima, il granulo pollinico aveva prodotto il tubetto pollinico che per digestione entra nei tessuti della nocella verso il megagametofito in sviluppo. Circa un anno dopo l'impollinazione, la cellula germinativa del gametofito maschile va incontro a divisione, producendo una **cellula sterile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

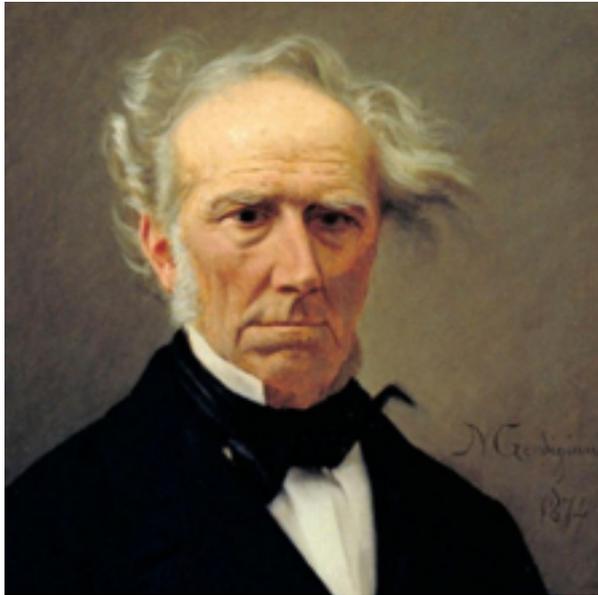


Tubetto pollinico



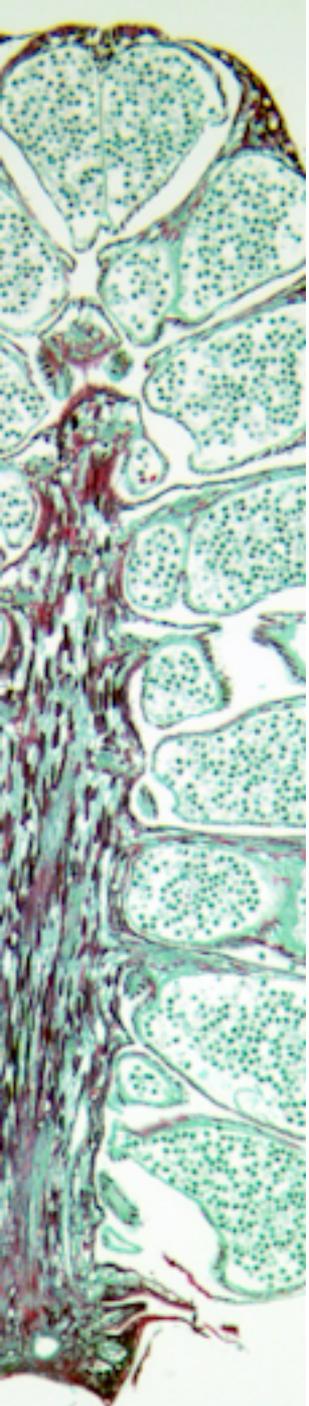


La scoperta di questa struttura si deve a un ingegnere, matematico e fisico italiano dell'800, **G.B. Amici**, pioniere della microscopia ottica, che descrisse tutto il processo della fecondazione.



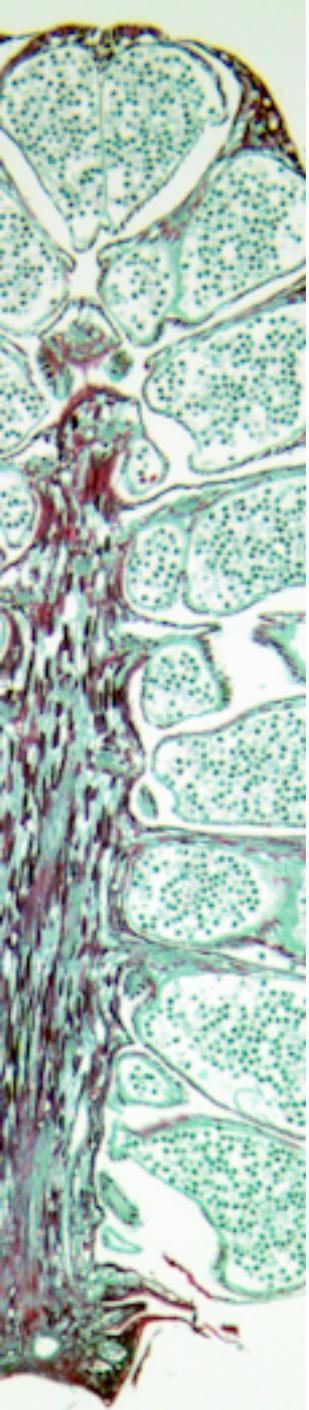
**Amici Achromatic
Microscope
(circa 1850)**



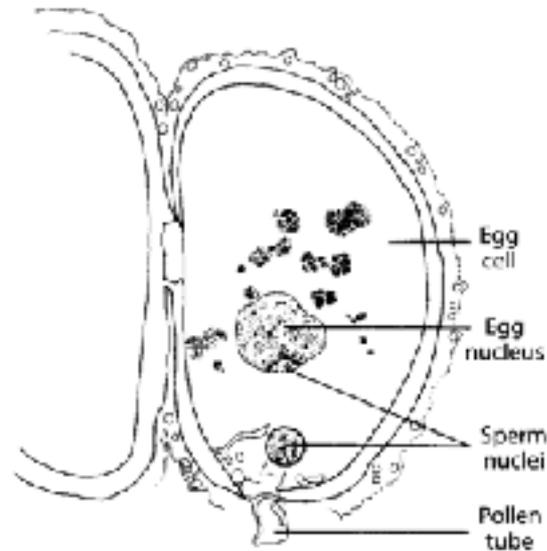


Il tubetto pollinico può essere lungo da qualche decina di micron fino a 2-3 centimetri in alcune specie di angiosperme.
I tubetti pollinici hanno un citoscheletro molto dinamico e reattivo, mentre la parete è formata prevalentemente da pectine e callosio.



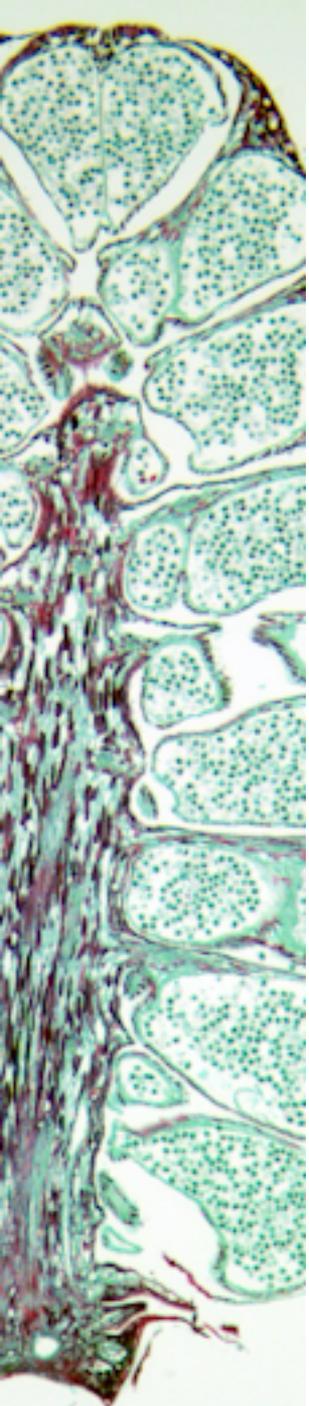


Circa 15 mesi dopo l'impollinazione, il tubetto pollinico raggiunge la cellula uovo di un archegonio, dove scarica gran parte del suo citoplasma e entrambi gli spermatozoi. Il nucleo di uno spermatozoo si unisce al nucleo di una cellula uovo, mentre l'altro degenera.



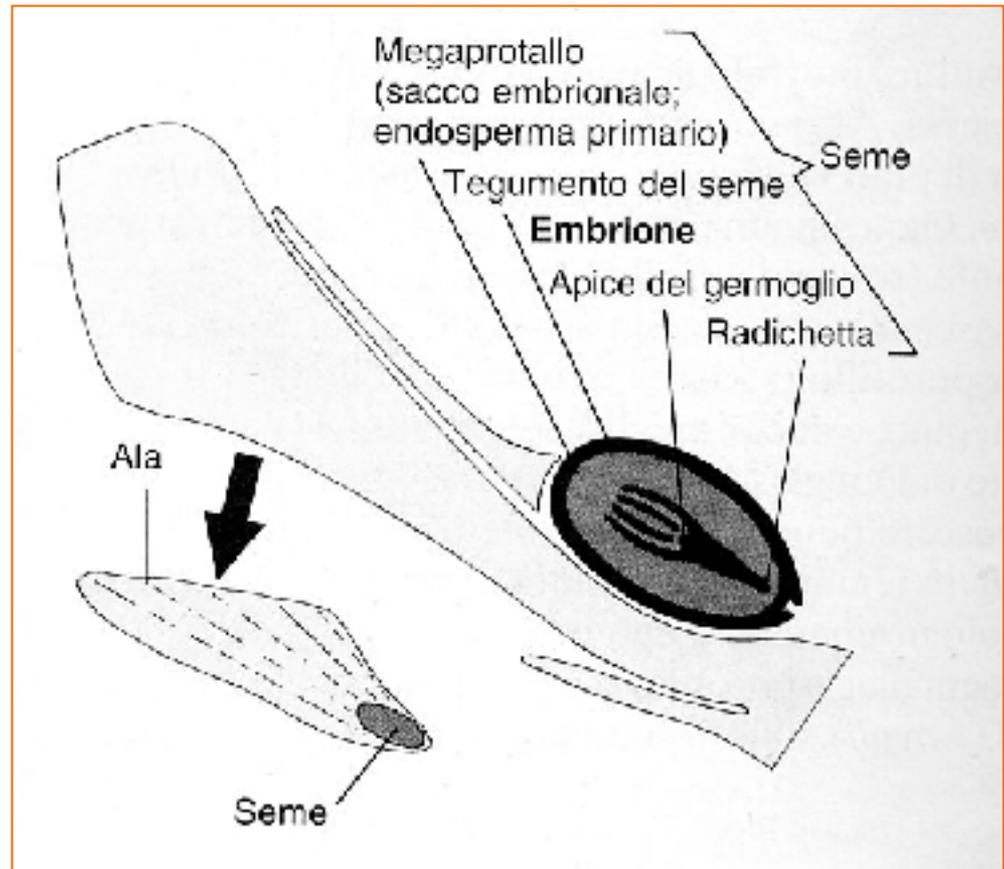
18-23 Fertilization in *Pinus* Fertilization occurs as a sperm nucleus unites with the egg nucleus. The second sperm nucleus (below) is nonfunctional and will eventually disintegrate.

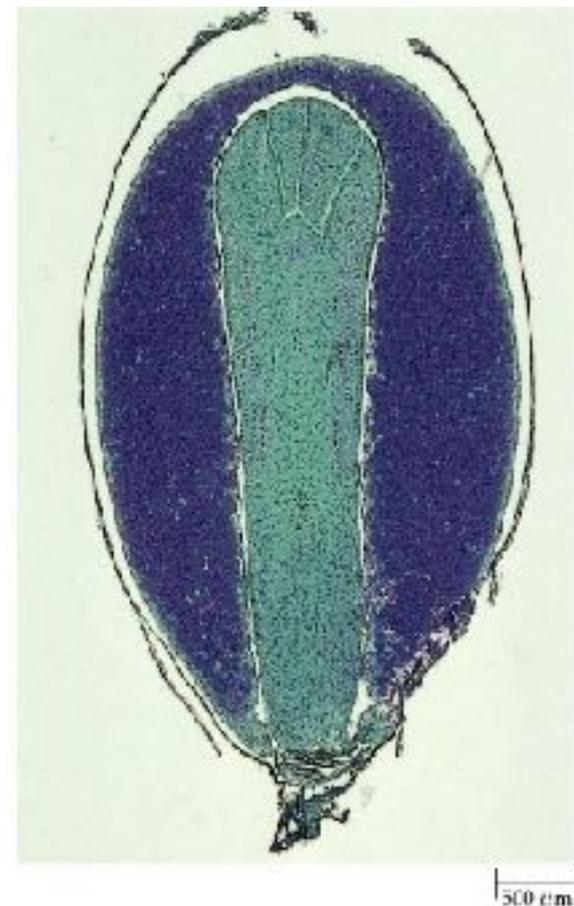
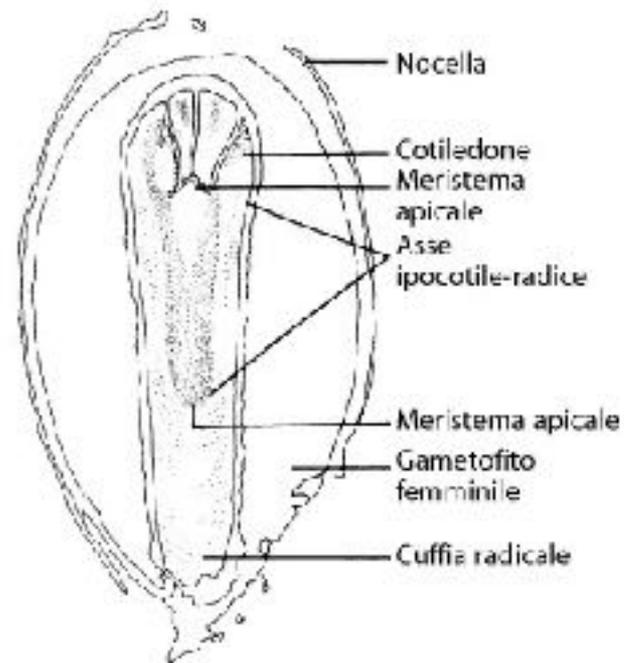
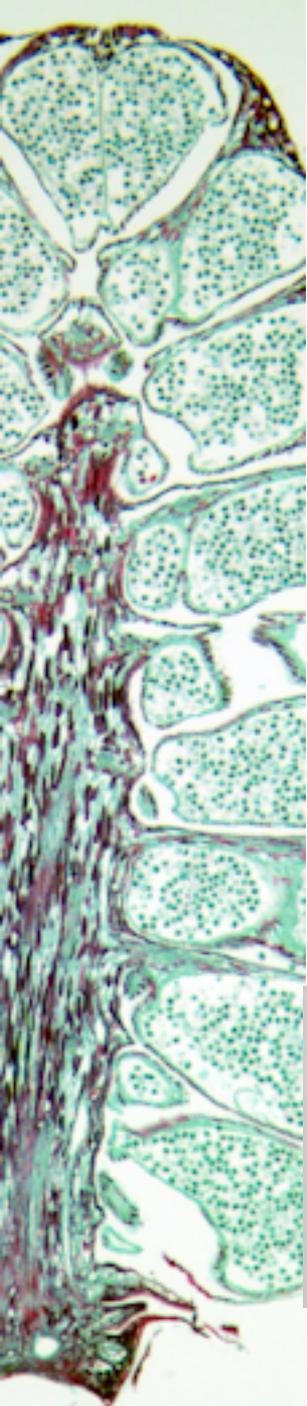




Durante lo sviluppo iniziale dell'embrione, sono prodotte quattro serie di cellule vicino all'estremità inferiore dell'archegonio. Le quattro cellule distali rispetto al micropilo iniziano a svilupparsi in embrioni, mentre quelle immediatamente sottostanti, dette cellule del sospensore, si allungano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

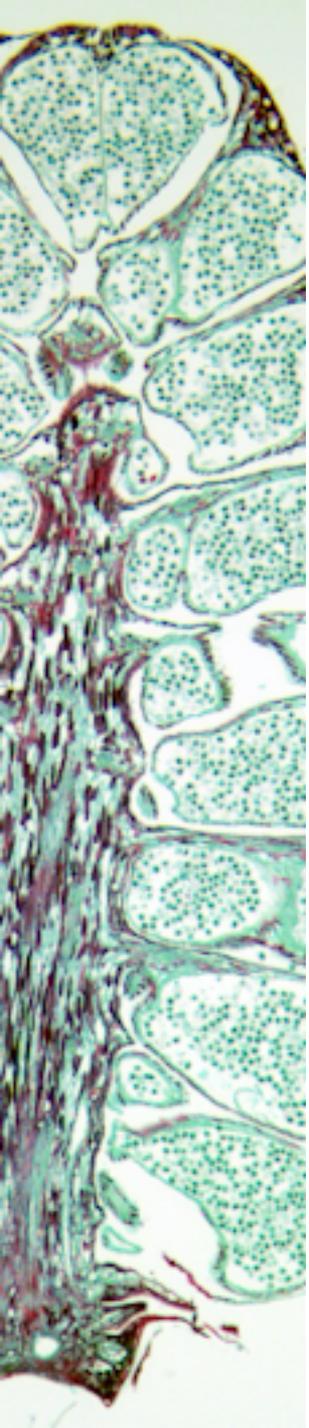




■ *Semi delle conifere*

- Involucro del seme originato dal tegumento (tessuto diploide appartenente allo sporofito genitore).
- Residui della nocella (megasporeangio; 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 dei pini vengono spesso disseminati dai coni durante l'autunno del secondo anno successivo alla comparsa dei coni e all'impollinazione.

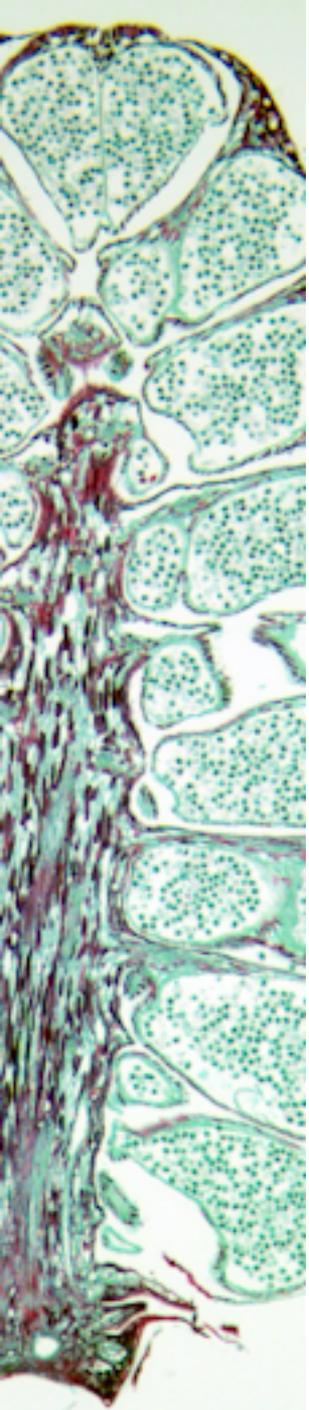
Alla maturità, le squame del cono si aprono, e i semi alati della maggior parte delle specie vengono portati dal vento, spesso anche a grandi distanze.

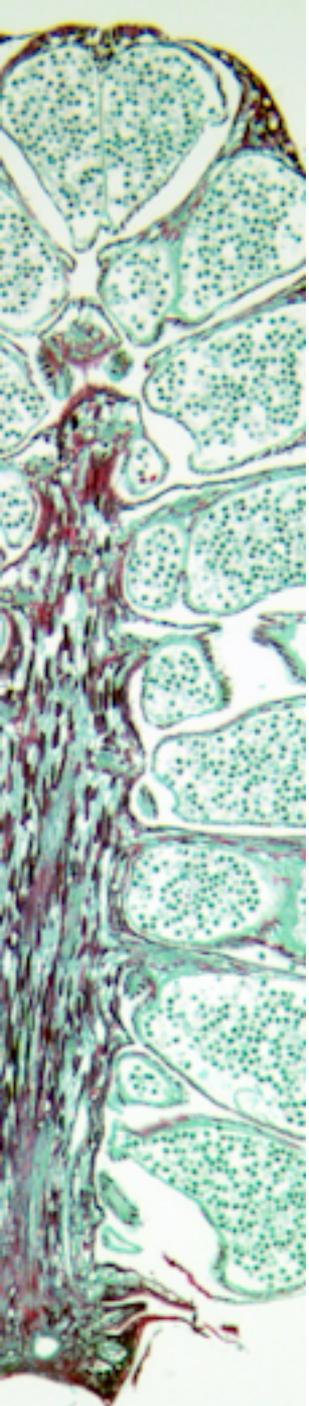
In alcune specie di pini, come *Pinus contorta*, le squame non si separano fino a quando i coni non vengono sottoposti a un calore estremo. Dopo che un incendio attraversa una pineta, la maggior parte dei coni di questa specie, che sono resistenti al fuoco, si aprono, rilasciando i semi accumulati per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



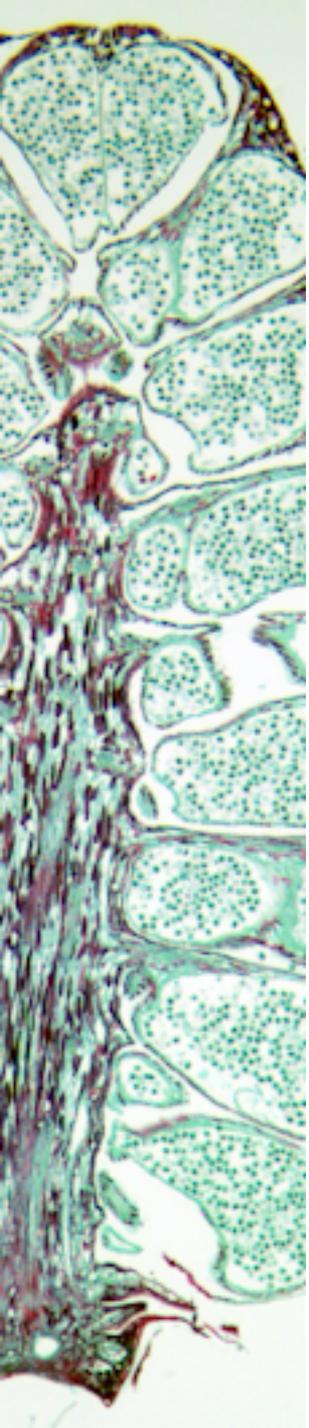


Larix decidua



Pinus halepensis



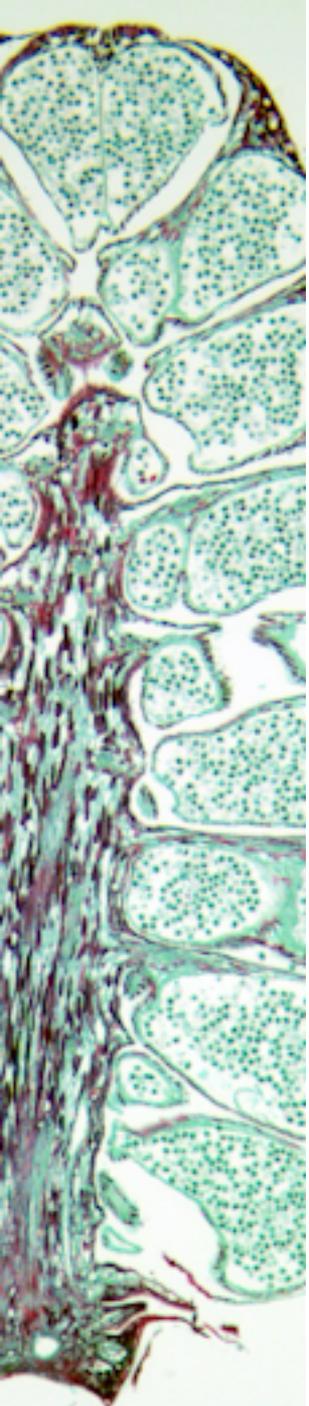


Le altre conifere si differenziano dai rappresentanti del genere *Pinus* principalmente per la disposizione delle foglie, non raggruppate su brachiblasti. Inoltre, vi sono delle differenze nei cicli riproduttivi. Nonostante ciò si può dire che le conifere costituiscano un gruppo relativamente omogeneo. 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 che circa 15 mesi.

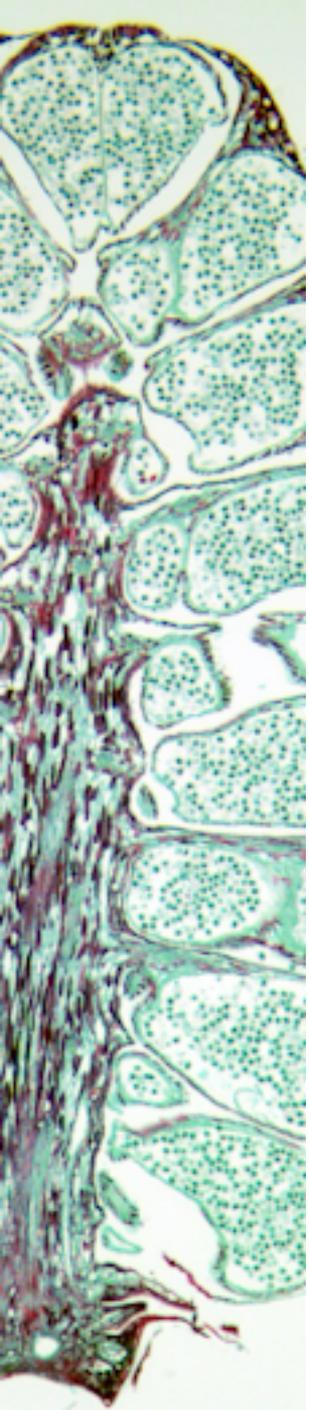
Tra i generi importanti di conifere diverse da *Pinus* ci sono altre Pinaceae, come gli abeti (*Abies*), i larici (*Larix*), gli abeti rossi (*Picea*), gli abeti canadesi (*Tsuga*), gli abeti di Douglas (*Pseudotsuga*), e altre Cupressaceae come i cipressi (*Cupressus*) e i ginepri (*Juniperus*).





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.





Uno dei gruppi più interessanti di conifere è la famiglia delle Araucariaceae, che raggiunse la sua più grande diversità nel giurassico e cretaceo, tra 200 e 65 milioni di anni fa, ma si estinse nell'emisfero settentrionale nel tardo Cretaceo. *Agathis*, *Araucaria* e *Wollemia* sono i generi viventi dell'emisfero australe. *Wollemia nobilis* è la specie vegetale più rara al mondo, visto che quando fu scoperta nel 1994 in un canyon a circa 150 chilometri a nord-ovest di Sydney, in Australia vi erano meno di 40 alberi.



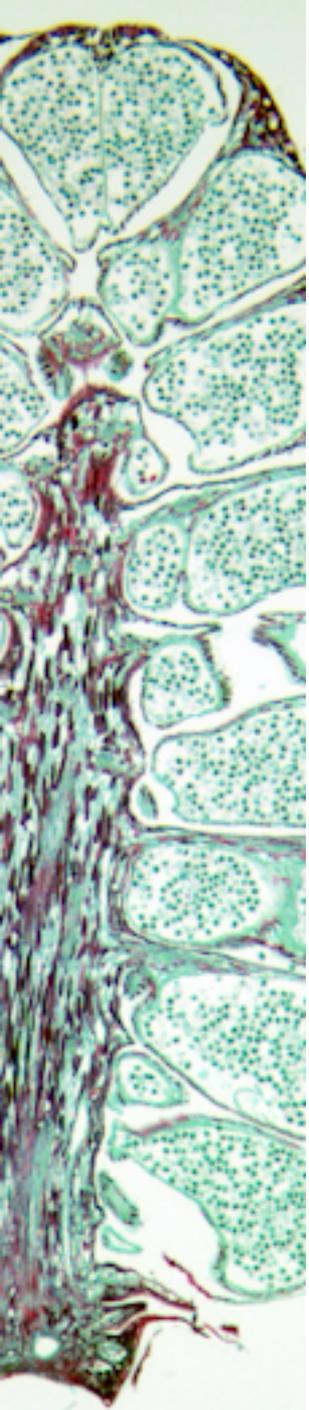
Wollemia nobilis W.G.Jones,
K.D.Hill & J.M.Allen



alamy stock photo

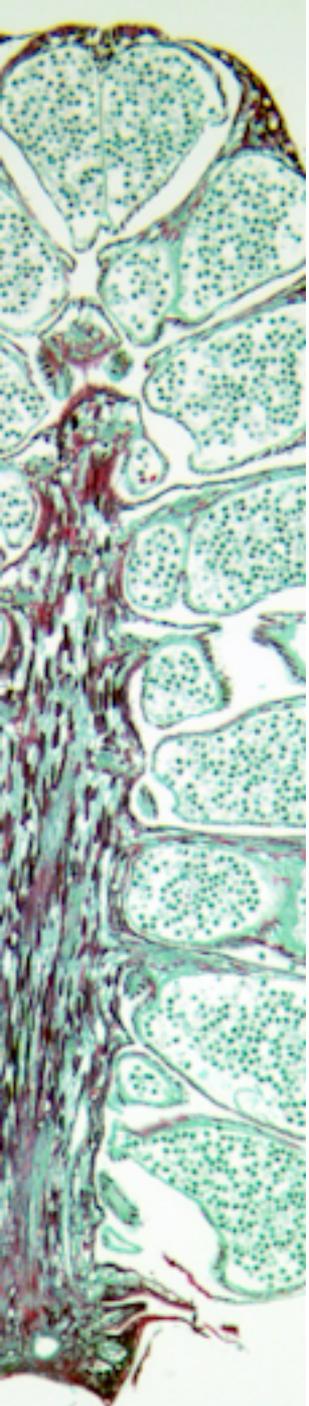
www.alamy.com





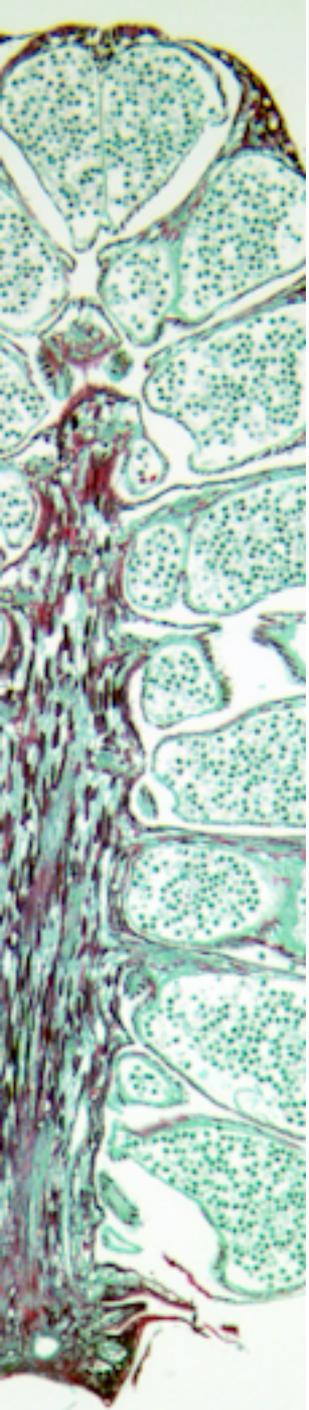
Una specie di *Araucaria* chiamata pino di Panama è uno degli alberi da legname più costosi del Sud America. Alcune specie, come *Araucaria araucana* e *Araucaria heterophylla*, sono frequentemente coltivate, la seconda anche come pianta d'appartamento.





Nelle Aracauriaceae lo strobilo è sferico, e la brattea è completamente fuse alla squama ovulifera. Questo è un carattere che ritroveremo anche nelle Cupressaceae, come *Cupressus* e *Juniperus*.



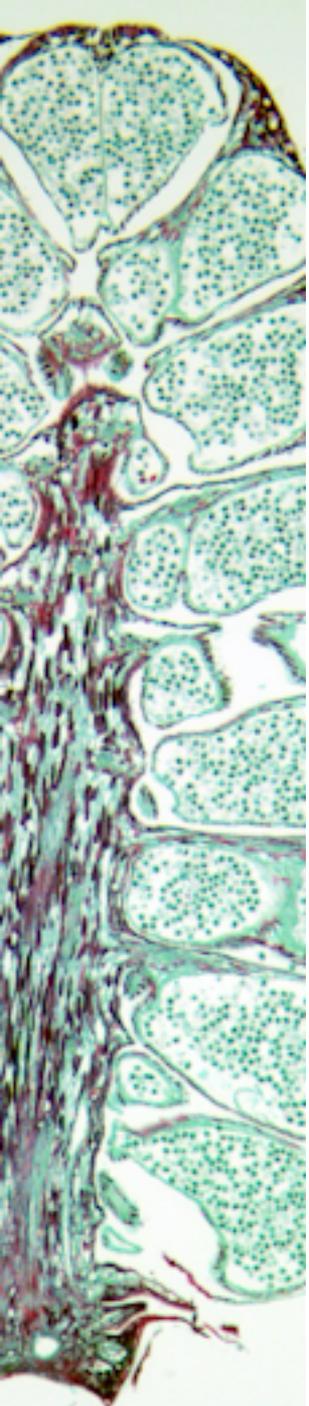


Nelle *Cupressaceae*, gli strobili sono spesso sferoidali. Le brattee sono completamente fuse alle squame ovulifere, e sono visibili solo come piccole sporgenze.



Strobili e semi in *Cupressus sempervirens*, unica spontanea del genere in Italia.



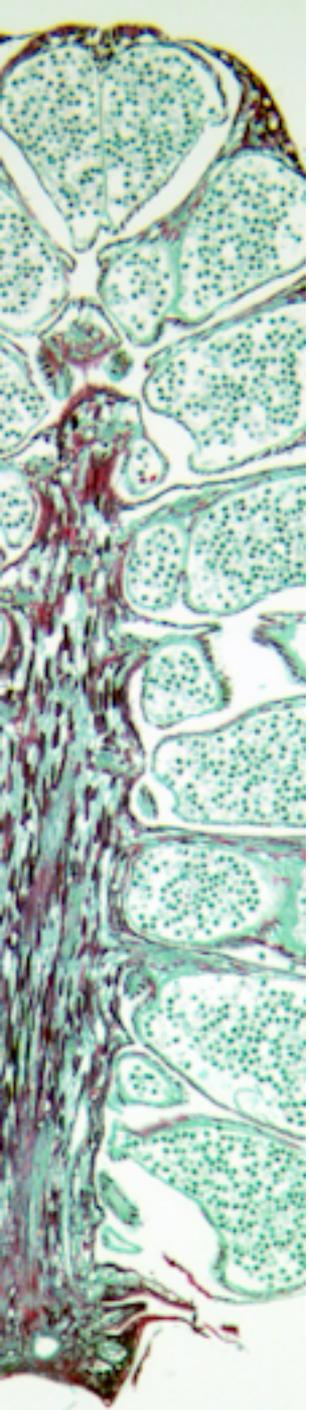


In *Juniperus*, gli strobili sono carnosì, e sono detti galbuli. Vengono usati per svariati usi alimentari, e nella distillazione di alcolici.



Galbuli in *Juniperus communis*.

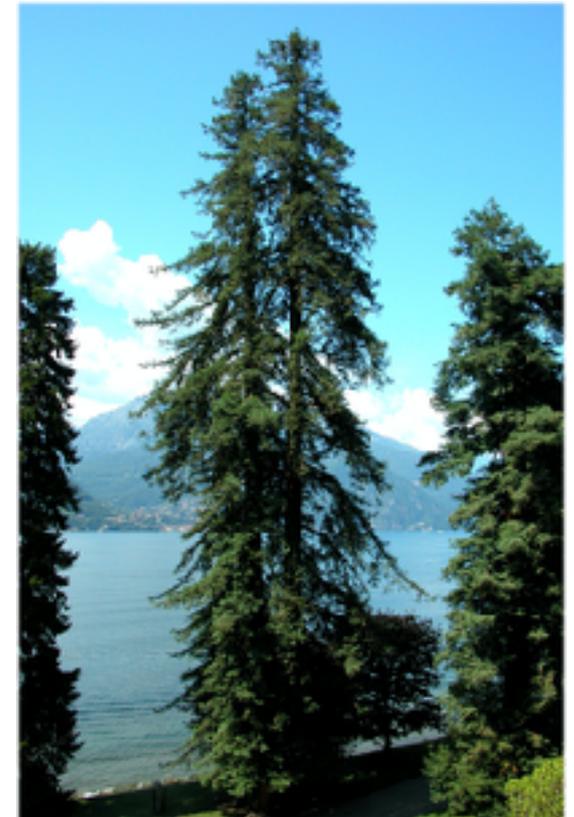




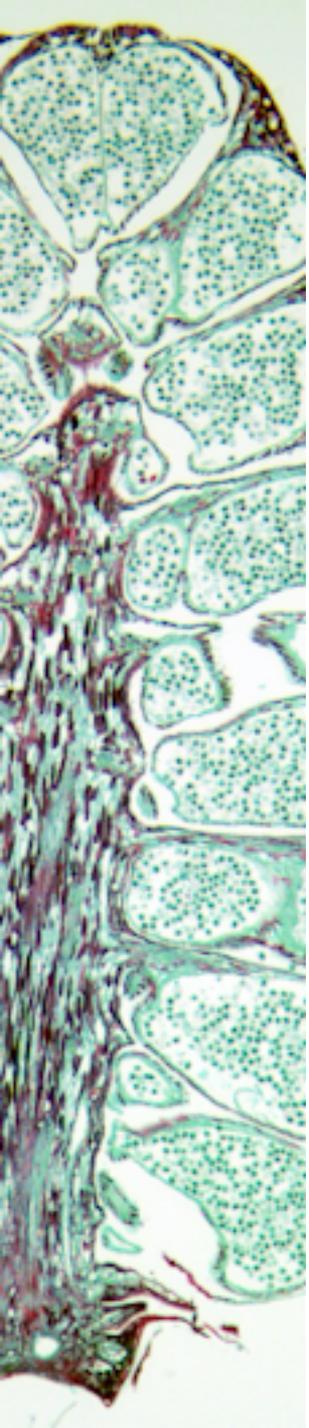
Un altro interessante gruppo di conifere sono le sequoie e le specie a esse più vicine, che risalgono al Giurassico medio (da 185 a 165 milioni di anni fa). Queste conifere sono rappresentate oggi da specie che sono i resti di popolazioni molto più numerose e diffuse durante il Terziario. Una delle specie più note è la *Sequoia sempervirens*, la pianta vivente più alta. Altra specie nota è, *Sequoiadendron giganteum*, presente lungo il versante occidentale della Sierra Nevada.



Sequoiadendron
e *Sequoia*,
coltivati in Italia



Phylum Cycadophyta



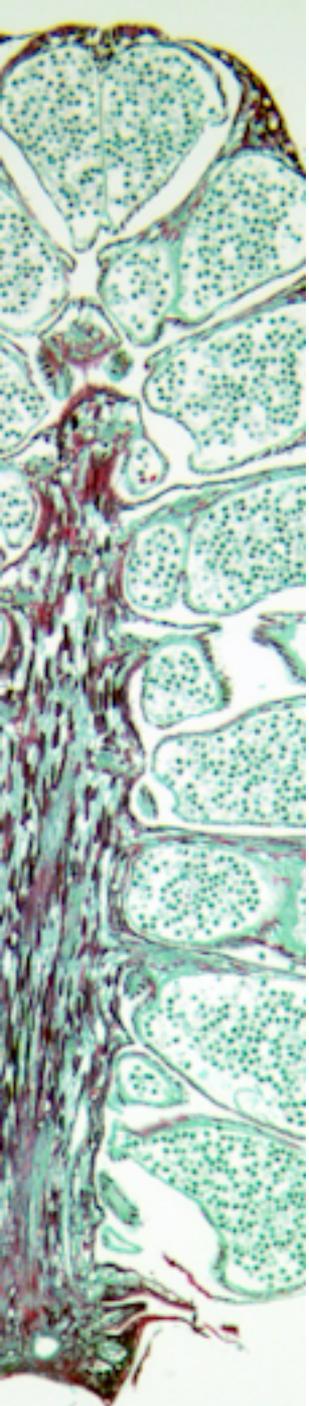
Le Cycadophyta sono piante palmiformi delle regioni tropicali e subtropicali. Apparvero 250 milioni di anni fa durante il Permiano e ebbero il loro massimo nel Mesozoico. Le cicadee viventi comprendono 11 generi e 300 specie.

Le foglie funzionali si presentano raggruppate nella parte superiore dello stelo, da cui la somiglianza alle palme. A differenza di queste, tuttavia, le cicadee hanno crescita secondaria, seppur lenta. Le cicadee sono spesso altamente tossiche e contengono abbondanti quantità di neurotossine e composti cancerogeni. Tutte le cicadee formano radici che crescono verso l'alto e si ramificano dicotomicamente vicino alla superficie del suolo. Le cellule corticali delle radici ospitano il cianobatterio *Anabaena cycadeae*, che fissa l'azoto atmosferico.

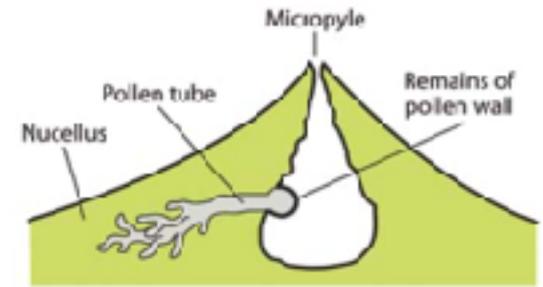
Le cicadee sono dioiche. Gli sporofilli sono foglie più o meno ridotte, spesso raggruppate in strutture coniformi all'apice della pianta.

I tubetti pollinici hanno in questo gruppo e in *Ginkgo* una caratteristica distintiva rispetto alle altre gimnosperme, ovvero una funzione australe verso la nocella dell'ovulo.

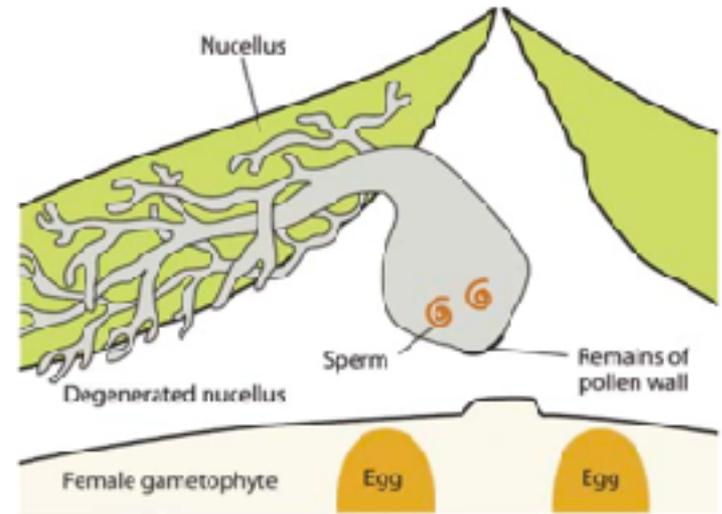




Nelle cicadee e in *Ginkgo*, la fecondazione è una transizione tra le piante senza semi, con spermatozoi che nuotano liberamente, e le altre spermatofite, con spermatozoi non mobili. I microgametofiti di Cycads e *Ginkgo* producono un tubo pollinico, ma questo è un austorio che cresce nel tessuto della nocella, dove assorbe i nutrienti. Alla fine, la parte terminale del tubo pollinico libera due spermatozoi che nuotano fino all'archegonio, e uno di loro fertilizza l'uovo.



(a)



(b)

18–11 Development of the microgametophyte of *Ginkgo biloba* (a) Early in its development, the pollen tube grows by tip growth and begins to form what will become a highly branched haustorial structure. The pollen tube in *Ginkgo* grows intercellularly in the nucellus. (b) Late in development, the basal end of the pollen tube enlarges into a sac-like structure that contains the two multiflagellated sperm. Subsequently, the basal end of the pollen tube ruptures, releasing the two sperm, which then swim to the eggs contained in the archegonia of the megagametophyte.



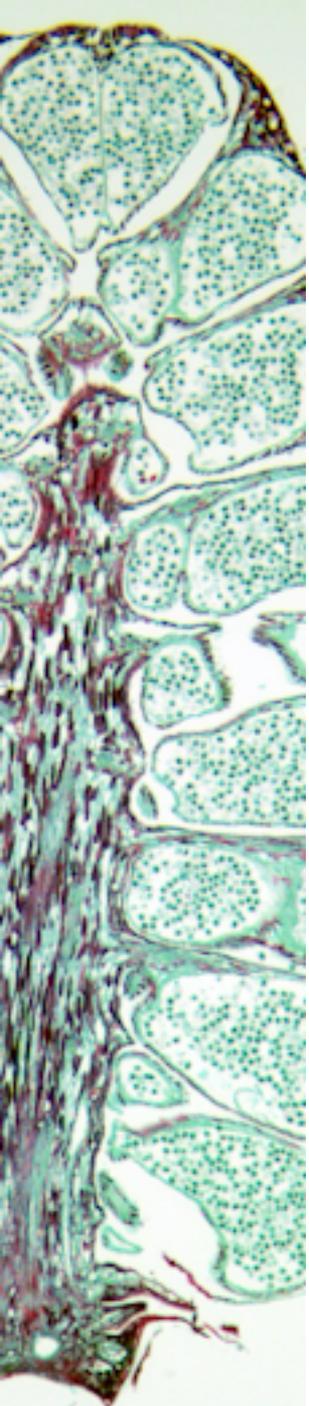
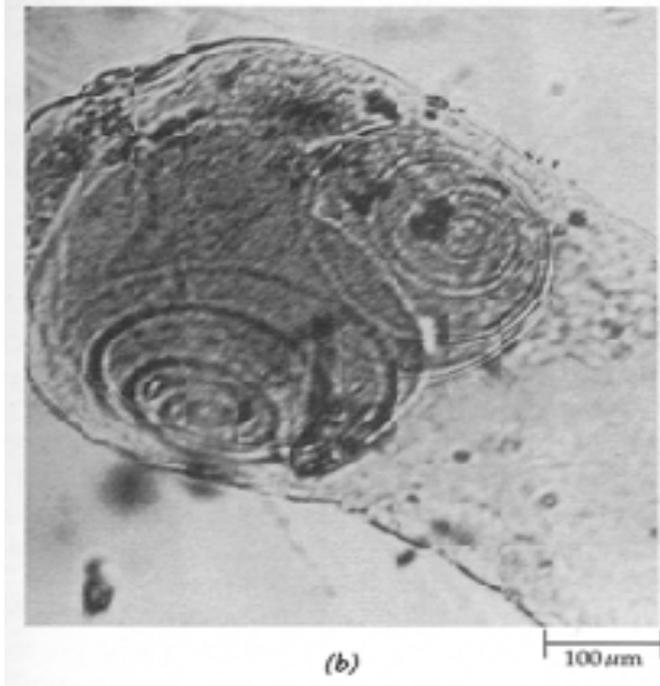
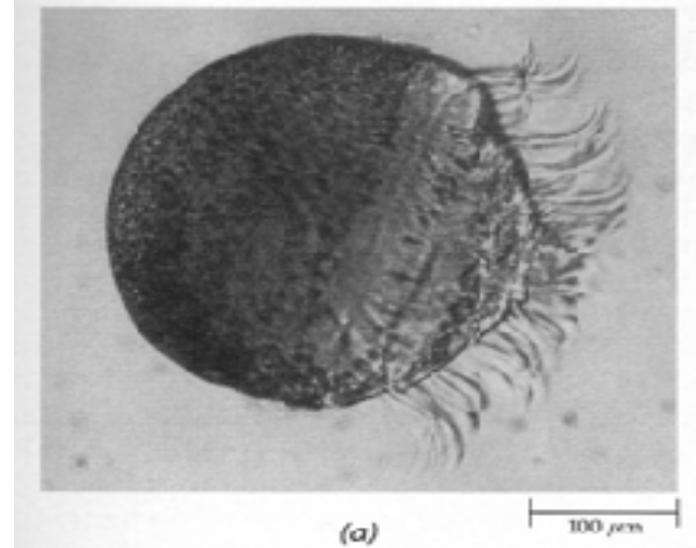


Fig. 2 Leaves and ovulate organs of *G. biloba* L.



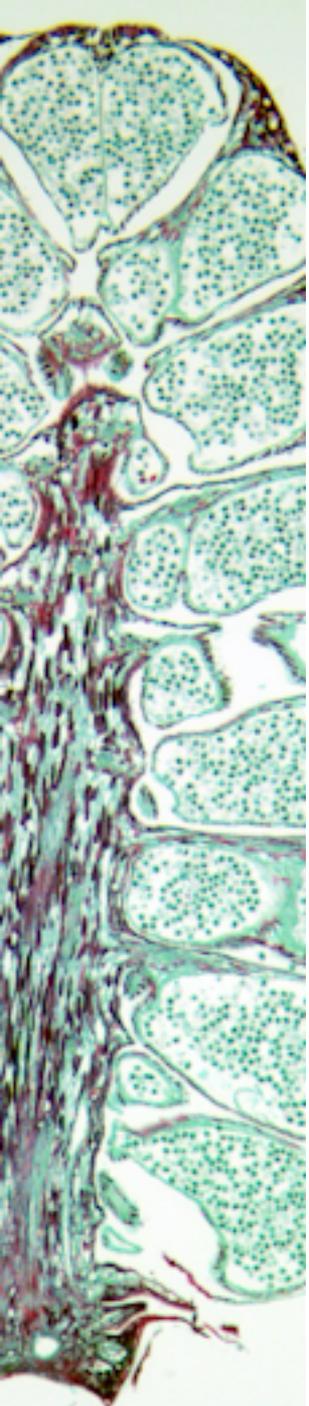
(b)



(a)

Nelle cicadee e in *Ginkgo* vengono mantenuti spermatozoidi flagellati all'interno del tubetto pollinico





Scarabei di diversi gruppi sono stati frequentemente trovati associati ai coni maschili, e meno frequentemente ai coni femminili delle cicadee. I curculionidi del genere *Rhopalotria* svolgono il loro intero ciclo vitale su e nei coni maschili di *Zamia*, e visitano anche i coni femminili. Altri scarafaggi pollinofagi, sono stati sicuramente presenti nella storia delle cicadee. Le cicadee sono ora considerate prevalentemente, se non esclusivamente, a impollinazione entomofila.

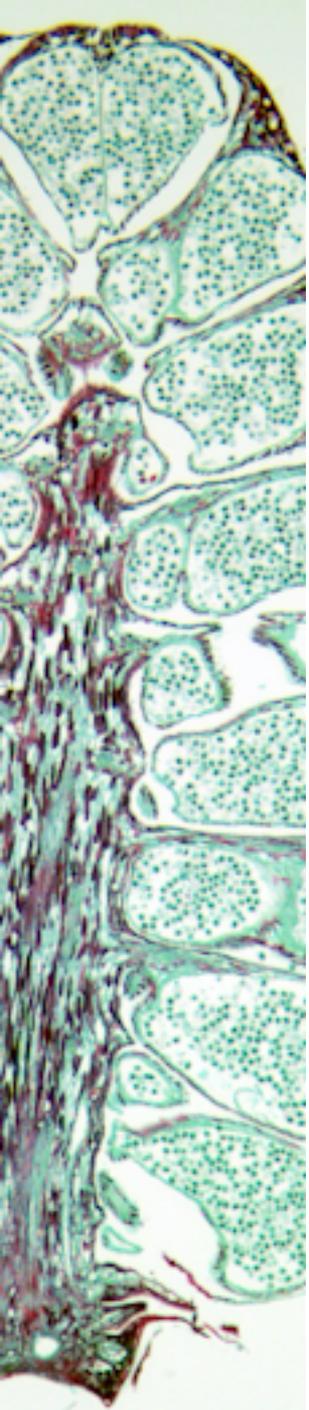


Zamia floridana



Rhopalotria furfuracea



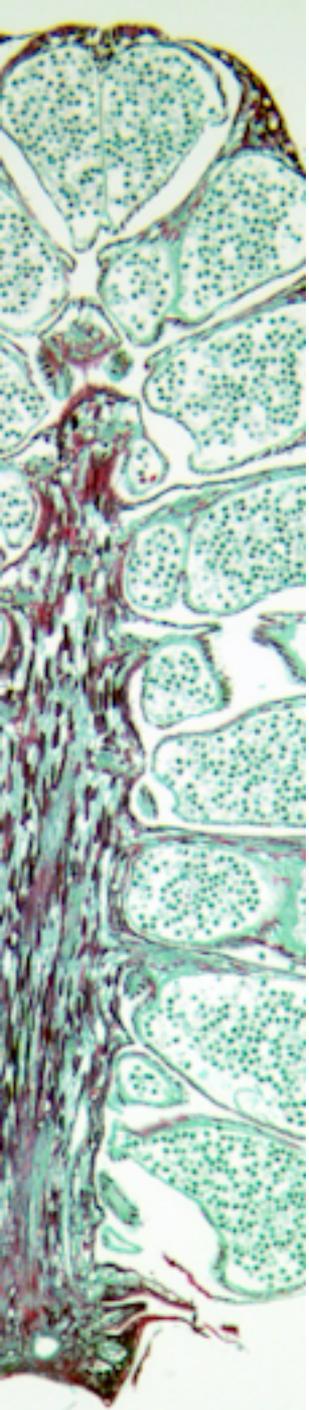


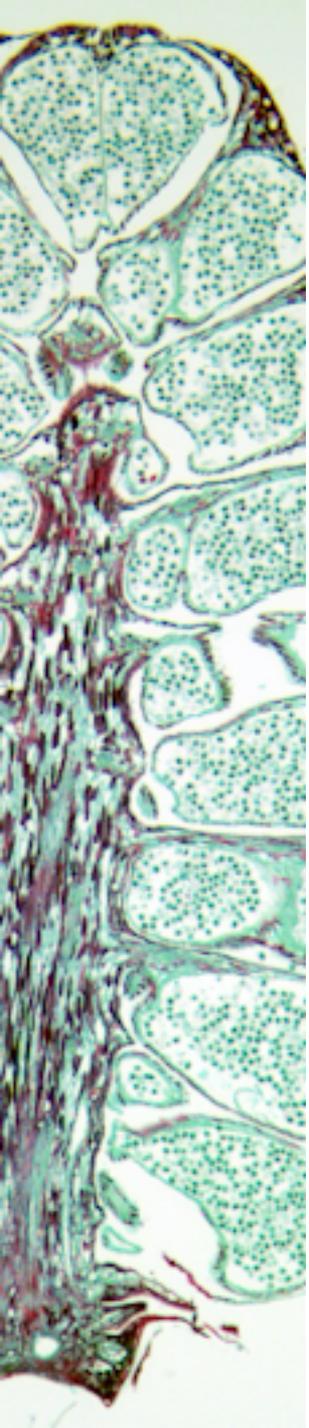
Cycas revoluta Thunb.



Phylum Ginkgophyta

Il *Ginkgo biloba*, facilmente riconoscibile dalle sue foglie a forma di ventaglio è l'unico sopravvissuto di un genere che è cambiato poco da oltre 150 milioni di anni, ed è l'unico membro vivente del phylum Ginkgophyta.





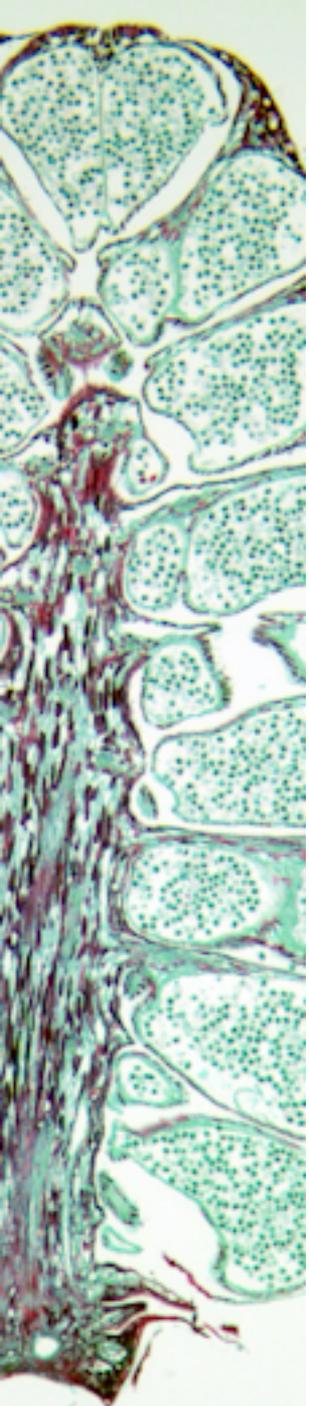
È un albero a crescita lenta che può raggiungere i 30 metri. A differenza della maggior parte delle altre ginnosperme, il *Ginkgo* è deciduo. Pur non esistendo più popolazioni selvatiche, a parte forse un caso in Cina, *Ginkgo* è stato conservato dalla coltivazione nei templi in Cina e Giappone. Come le cicadee, è una specie dioica.

Gli ovuli vengono portati in coppia all'estremità di corti peduncoli e producono semi rivestiti da un involucreo carnoso. La decomposizione di questo rivestimento produce un forte odore di formaggio rancido, per la presenza di acidi butanoico e esanoico. Il nocciolo del seme (cioè il tessuto megagametofitico e l'embrione), tuttavia, ha un sapore simile al pesce ed è considerato una prelibatezza in Cina e Giappone.

In *Ginkgo*, la fecondazione non può avvenire fino a quando gli ovuli non si sono distaccati dalla pianta madre.







Recentemente è stato scoperto che il Ginkgo ospita un'alga verde simile a *Coccomyxa*. Algae immature sono presenti nelle cellule viventi, mentre le alghe mature si trovano quasi esclusivamente solo nelle cellule ospiti che stanno morendo.

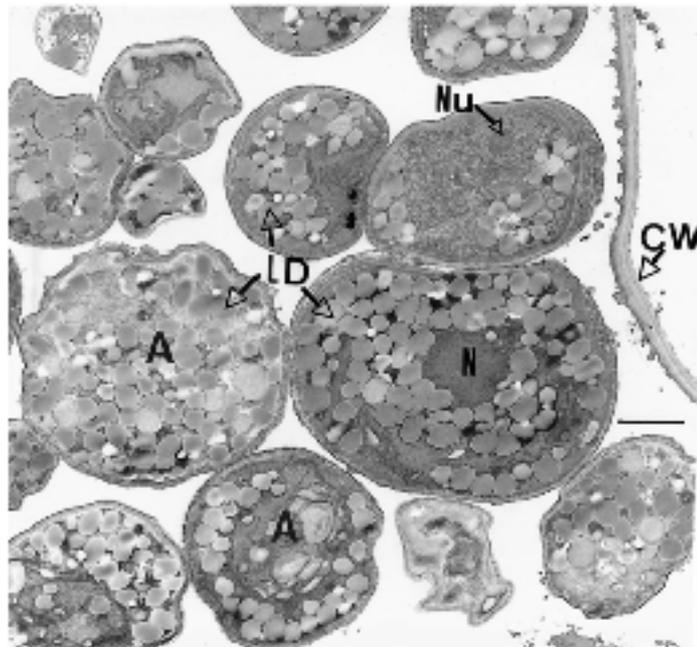
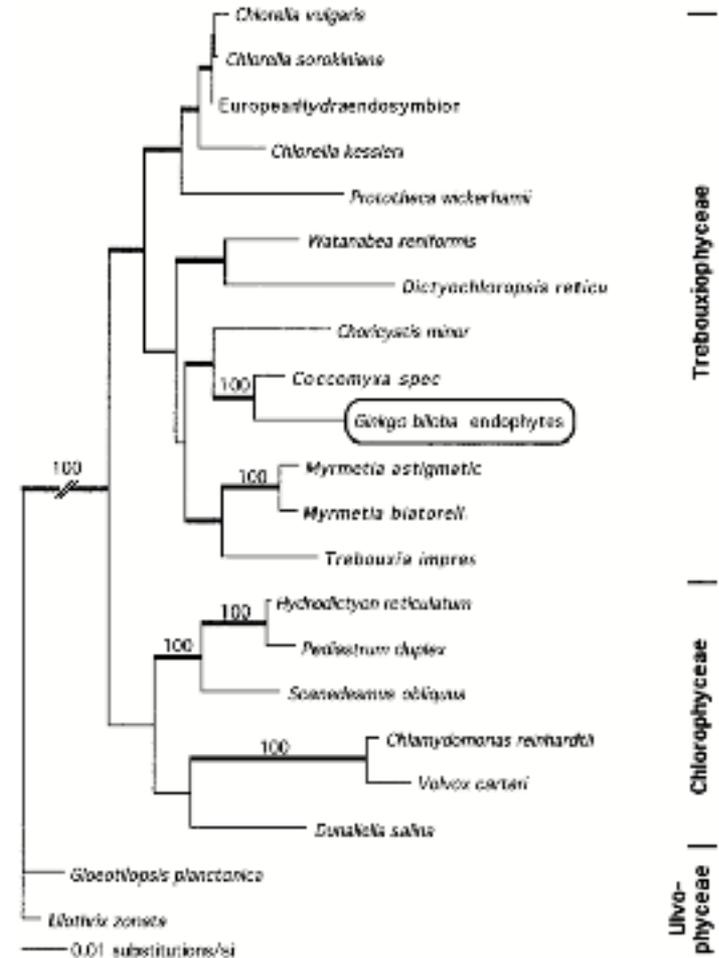


Fig. 6. Internal proliferation of algae. Several algae (A) with a large number of lipid droplets (LD) were observed in a necrotic host cell (note its cell wall [CW]) belonging to a primary 3-mo-old cotyledon culture of *G. biloba*. One alga displays a compact nucleolus (Nu). Scale bar = 2 μ m.



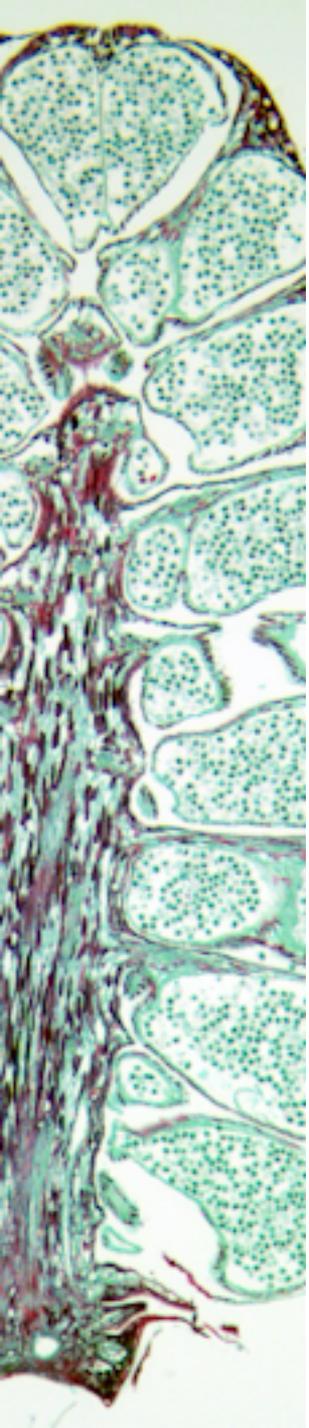
Phylum Gnetophyta

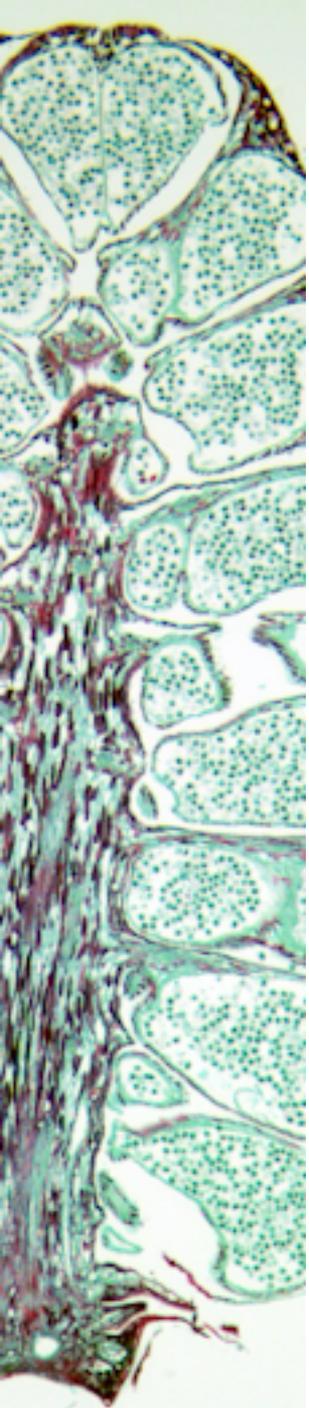
Comprende tre generi viventi, e circa 75 specie: *Gnetum*, *Ephedra* e *Welwitschia*.

Gnetum (circa 35 specie) è un genere tropicale che comprende alberi e arbusti rampicanti con grandi foglie coriacee che ricordano da vicino quelle delle angiosperme eudicotiledoni.

Le specie del genere *Ephedra* (40 specie) sono cespugli fortemente ramificati con foglie poco appariscenti, piccole e simili a scaglie. Le foglie siffatte e gli steli apparentemente articolati fanno assomigliare agli equiseti. La maggior parte delle specie di vive in regioni aride o desertiche.

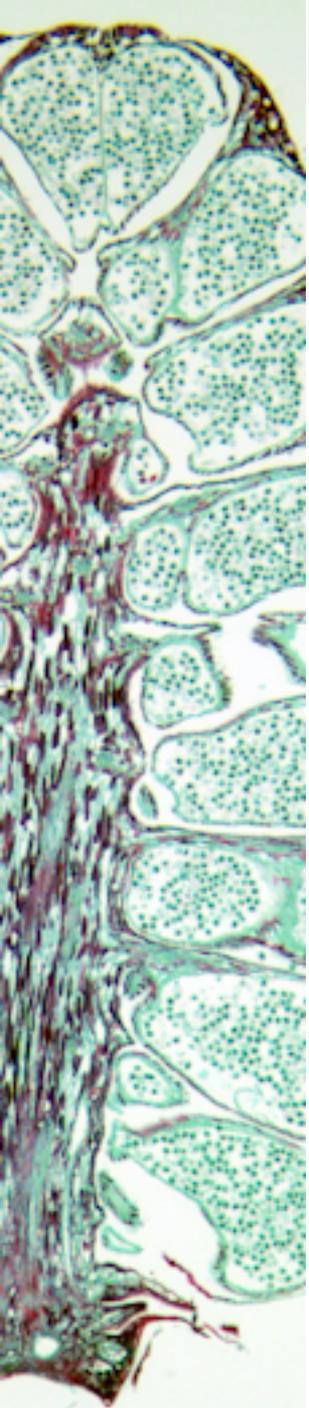
Welwitschia (con una sola specie, *Welwitschia mirabilis*) è probabilmente la pianta vascolare più bizzarra. La maggior parte della pianta è sepolta nel terreno sabbioso. La parte esposta è costituita da un massiccio disco legnoso e concavo, che in genere produce solo due foglie a forma nastriforme, che si lacerano longitudinalmente durante la crescita. I rami che portano i coni derivano dal tessuto meristemato al margine del disco. *Welwitschia* cresce nel deserto costiero dell'Africa sudoccidentale, in Angola, Namibia e Sudafrica.





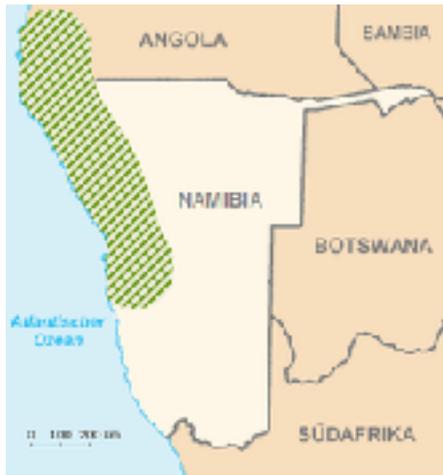
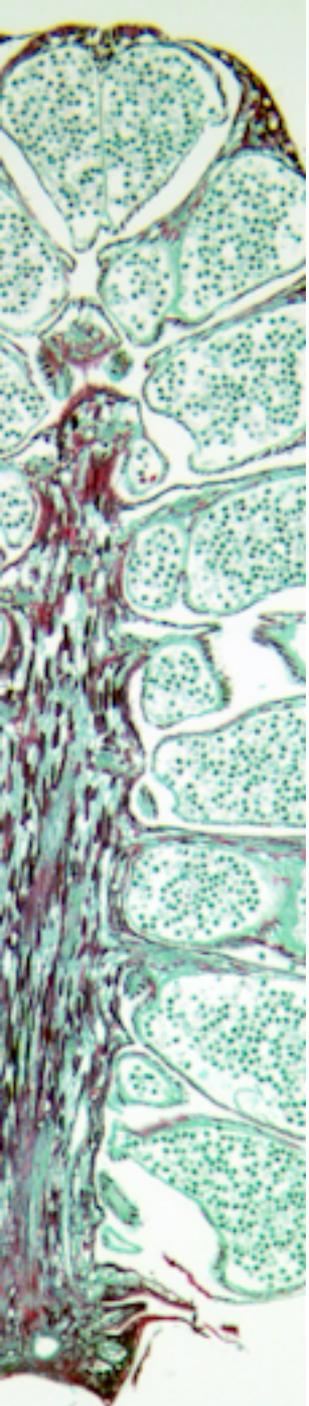
Gnetum gnemon L.





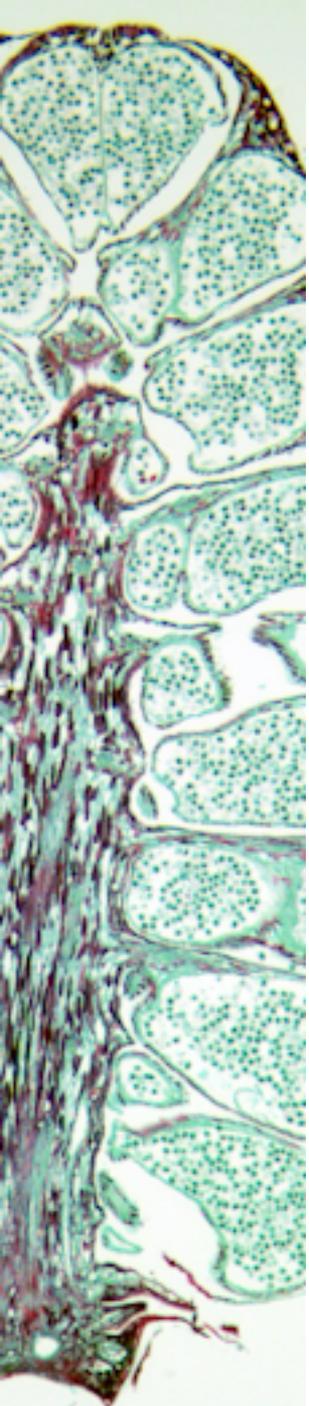
Ephedra distachya L. subsp. *distachya*





Welwitschia mirabilis
Hook.f.





Sebbene i generi del phylum siano chiaramente correlati tra loro, e formino un gruppo monofiletico, con *Ephedra* basale, hanno caratteristiche molto diverse, che assomigliano spesso a quelle delle angiosperme.

Il loro xilema presenta tracheidi e trachee, simili a quelle delle piante a fiore. Inoltre, in *Gnetum* e *Welwitschia* mancano gli archegoni, mentre il megagametofito di *Ephedra*, come quelli del pino, contiene in genere due o tre archegoni.

Inoltre, in *Ephedra* e *Gnetum* avviene una doppia fecondazione. In *Ephedra*, la cellula uovo di ogni archegonio contiene due nuclei femminili. Ogni microgametofito produce una cellula spermatica binucleata, i cui nuclei fertilizzano quelli femminili.

Anche in *Gnetum* ogni tubetto di polline contiene una cellula spermatica binucleata. Ciascuno dei due nuclei si fonde con un nucleo femminile separato e indifferenziato all'interno del megagametofita. A differenza delle angiosperme, però, questi eventi non producono un endoderma secondario, ma un altro embrione, che alla fine abortisce.

Le strutture riproduttive di alcune specie di tutti e tre i generi producono nettare e sono visitate dagli insetti. L'impollinazione del vento è tuttavia chiaramente importante, almeno in *Ephedra*.

