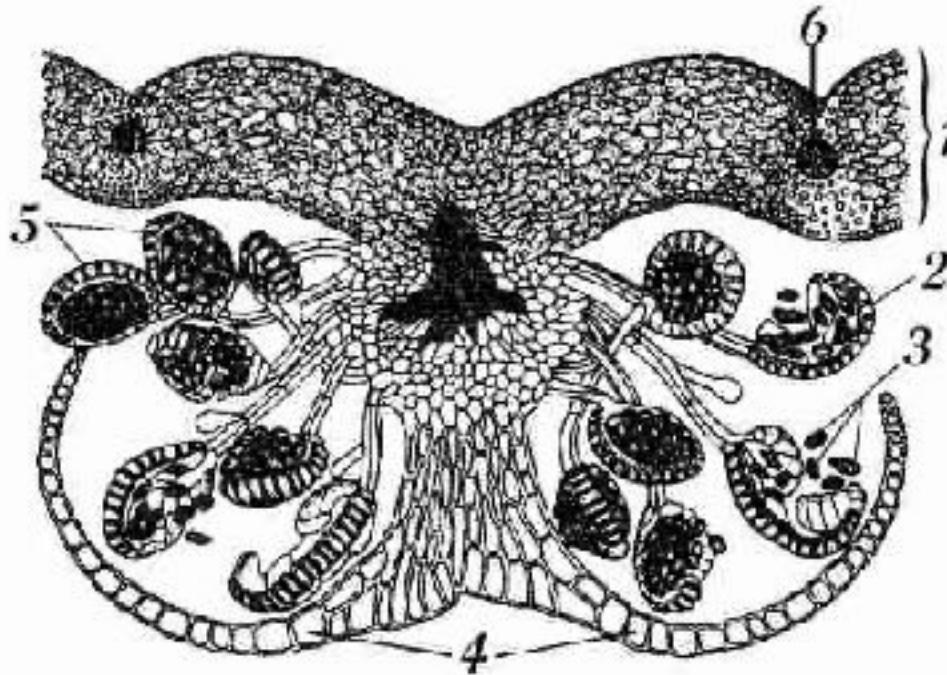


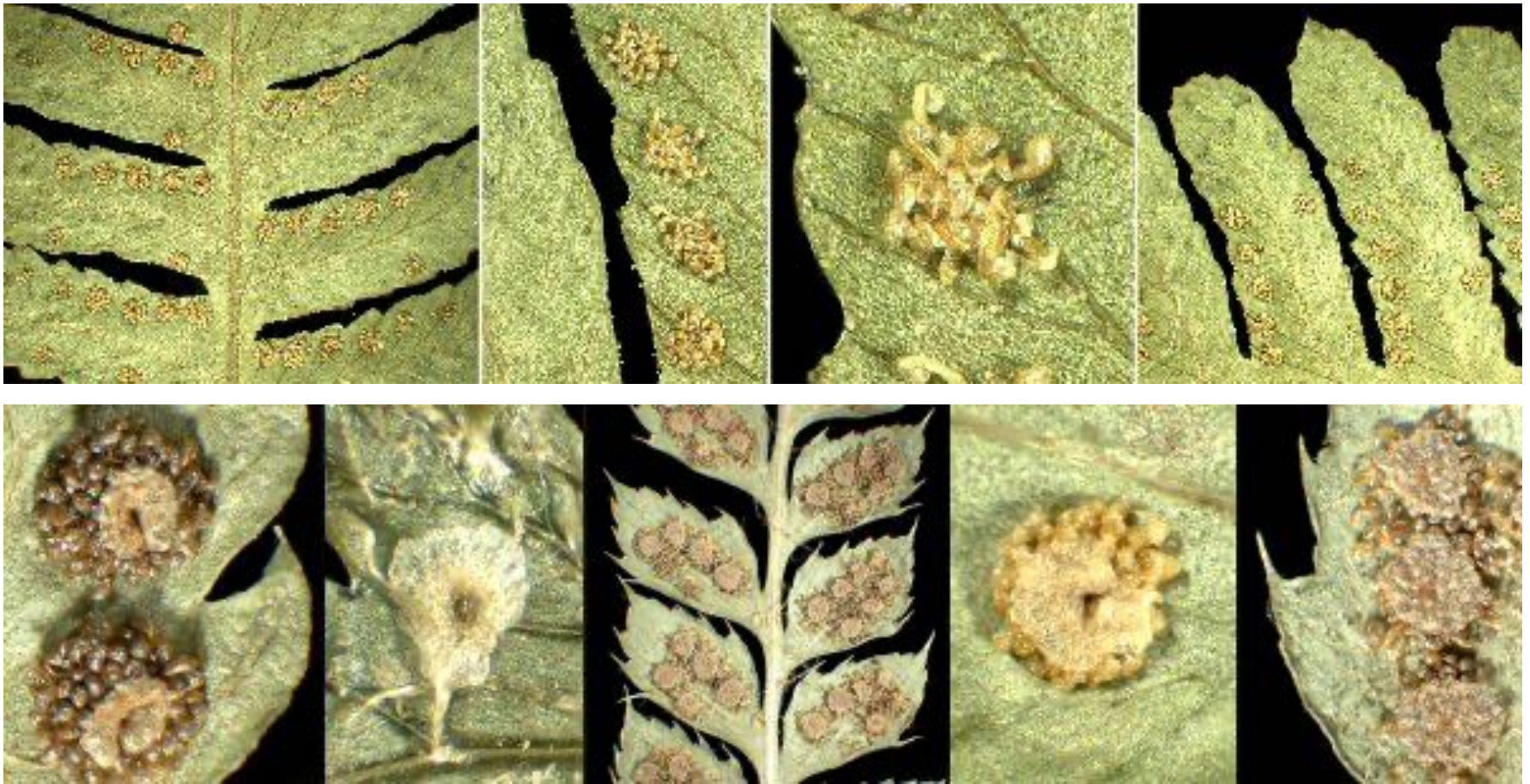
Gli **sporangii** si sviluppano ai margini, o sulla superficie inferiore delle foglie, su foglie appositamente modificate, o su steli separati. Si sviluppano comunemente in gruppi chiamati **sori**.

In molti generi, i giovani sori sono coperti da escrescenze specializzate della foglia, gli **indusi**.



Sporangi disposti in sori.
La forma dei sori è fondamentale per l'identificazione, così come la presenza di un indusio.





Sori nudi e coperti da indusio

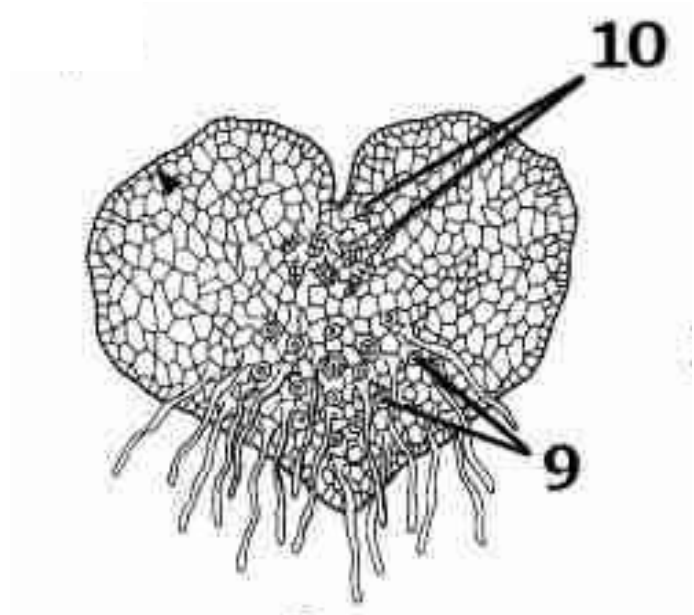
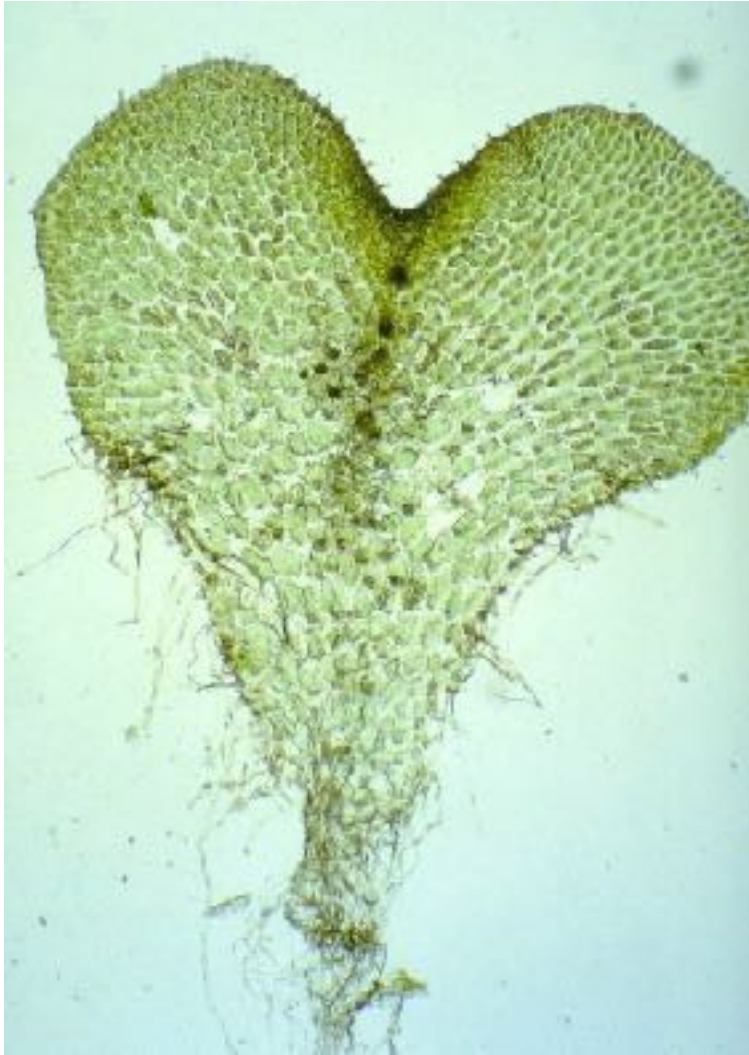


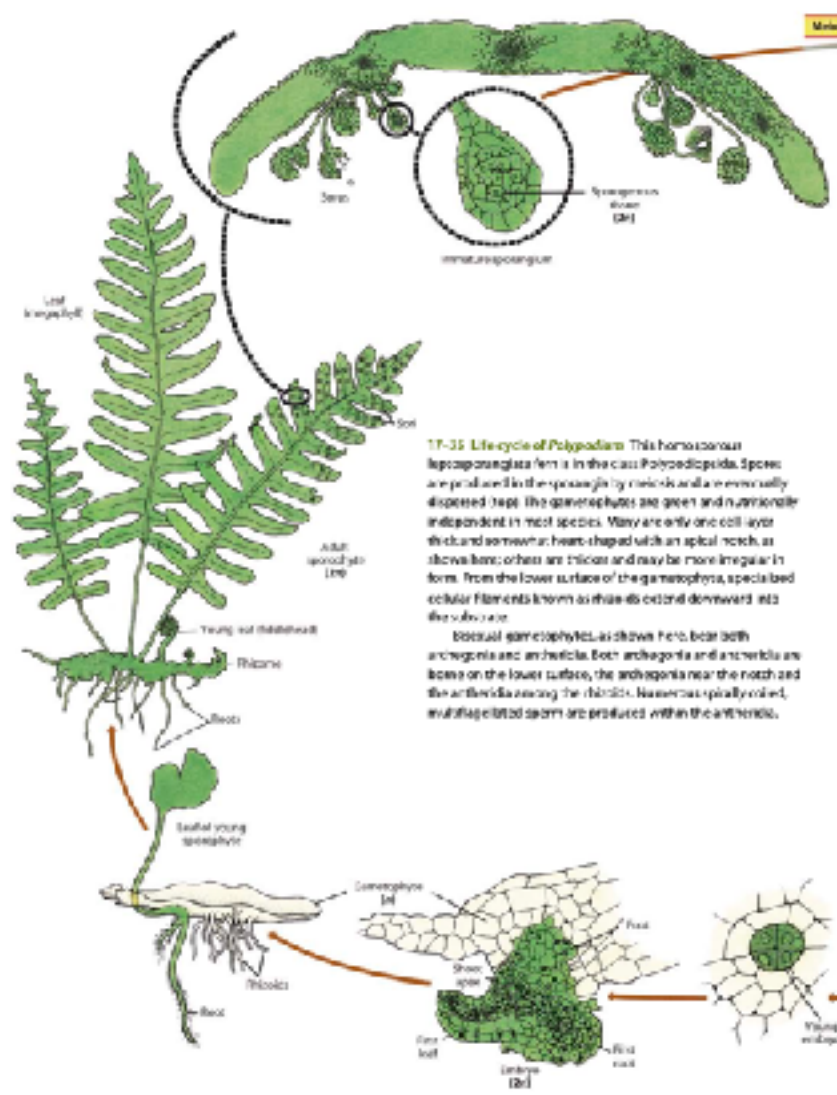
Indusi peltati (sopra) e reniformi (sotto)

Le spore germinano in gametofiti a vita libera, potenzialmente bisessuali. Questi si sviluppano in genere rapidamente in un **protallo**, che ha numerosi rizoidi sulla superficie inferiore. **Anteridi** e **archegoni** si sviluppano sulla superficie ventrale del protallo.

Gli anteridi si sviluppano tipicamente tra i rizoidi, mentre gli archegoni si formano vicino all'estremità anteriore del gametofito. L'ordine di sviluppo è controllato geneticamente e può essere mediato da speciali sostanze chimiche prodotte dai gametofiti. I tempi della maturazione di anteridi e archegoni possono determinare se si verifica autofecondazione, o fecondazione incrociata. L'acqua è necessaria affinché gli spermatozoi multiflagellati nuotino verso le cellule uovo negli archegoni.

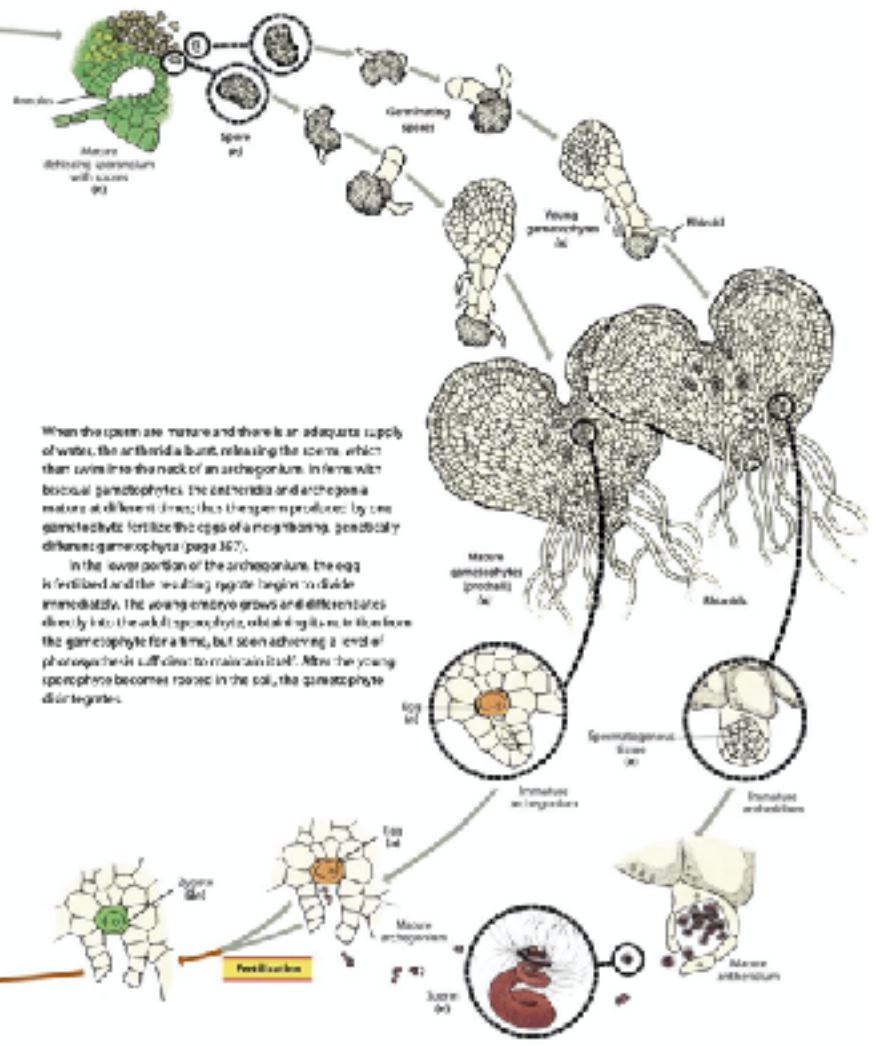
All'inizio del suo sviluppo, l'**embrione**, riceve nutrienti dal gametofito attraverso un piede. Lo sviluppo è rapido e lo **sporofito** diventa presto una pianta indipendente, e a quel punto normalmente il gametofito si disgrega.





17-35 Life cycle of *Polypodium* This homosporous leptosporangiate fern is in the class Polypodiopsida. Spores are produced in the sporangia by meiosis and are evenly dispersed (see the gametophytes are green and numerous independent in most species. Many are only one cell layer thick and somewhat heart-shaped with an apical notch, as shown here; others are trilobed and may be more irregular in form. From the lower surface of the gametophyte, specialized cellular filaments known as rhizoids extend downward into the substrate.

Bisexual gametophytes, as shown here, bear both antheridia and archegonia. Both antheridia and archegonia are borne on the lower surface; the antheridia near the notch and the archegonia among the rhizoids. Numerous spirally coiled, multi-flagellated sperm are produced within the antheridia.



When the spores are mature and there is an adequate supply of water, the archegonia burst, releasing the sperm, which then swim into the neck of an archegonium. In ferns with bisexual gametophytes, the antheridia and archegonia mature at different times; thus the sperm produced by one gametophyte fertilize the eggs of a neighboring, genetically different gametophyte (page 357).

In the lower portion of the archegonium, the egg is fertilized and the resulting zygote begins to divide immediately. The young embryo grows and differentiates directly into the thick sporophyte, which begins to rise from the gametophyte for a time, but soon adhering a kind of photosynthetic sufficient to maintain itself. After the young sporophyte becomes raised in the soil, the gametophyte disintegrates.

I gametofiti di alcune specie di felci, tra cui poche specie tropicali, persistono indefinitamente senza mai produrre sporofiti. Queste specie si riproducono per escrescenze vegetative chiamate gemme, che cadono e vengono spazzate via per fondare nuove colonie.

Si stima che le popolazioni di gametofiti perenni e viventi di alcune specie di *Trichomanes*, scoperti in una catena montuosa condivisa da Germania e Repubblica Ceca, abbiano più di 1000 anni.



Le felci vivono solitamente in ambienti umidi, in particolare perché il loro gametofito, piccolo e delicato, non è in grado di sopportare periodi di aridità.



Esistono però felci capaci di vivere anche in ambienti desertici, con sporofiti poichiloidrici, capaci di riprendere rapidamente l'attività vegetativa una volta bagnati dalle infrequenti piogge.



Asplenium ceterach, la nostra felce dei muri, si comporta allo stesso modo. I gametofiti di queste felci si sviluppano nelle fessure delle rocce, dove almeno di notte si forma un velo di umidità per condensazione dell'acqua.

Alcune specie sono state selezionate come piante ornamentali



Mentre in alcuni paesi orientali cime e rizomi vengono usati per scopi alimentari, anche se alcune specie contengono sostanze cancerogene.



Lygodium, una felce rampicante, ha foglie con un lungo rachide attorcigliato che può essere lungo fino a 30 metri.



Lygodium japonicum

Alcune felci arboree, come quelle del genere *Cyathea*, raggiungono altezze superiori a 24 metri, con foglie lunghe 5 metri. Sebbene i tronchi di tali felci possano essere spessi anche più di 30 centimetri, i loro tessuti hanno origine completamente primaria. Gran parte di questo spessore è il mantello fibroso della radice; il vero gambo ha solo 4-6 centimetri di diametro.

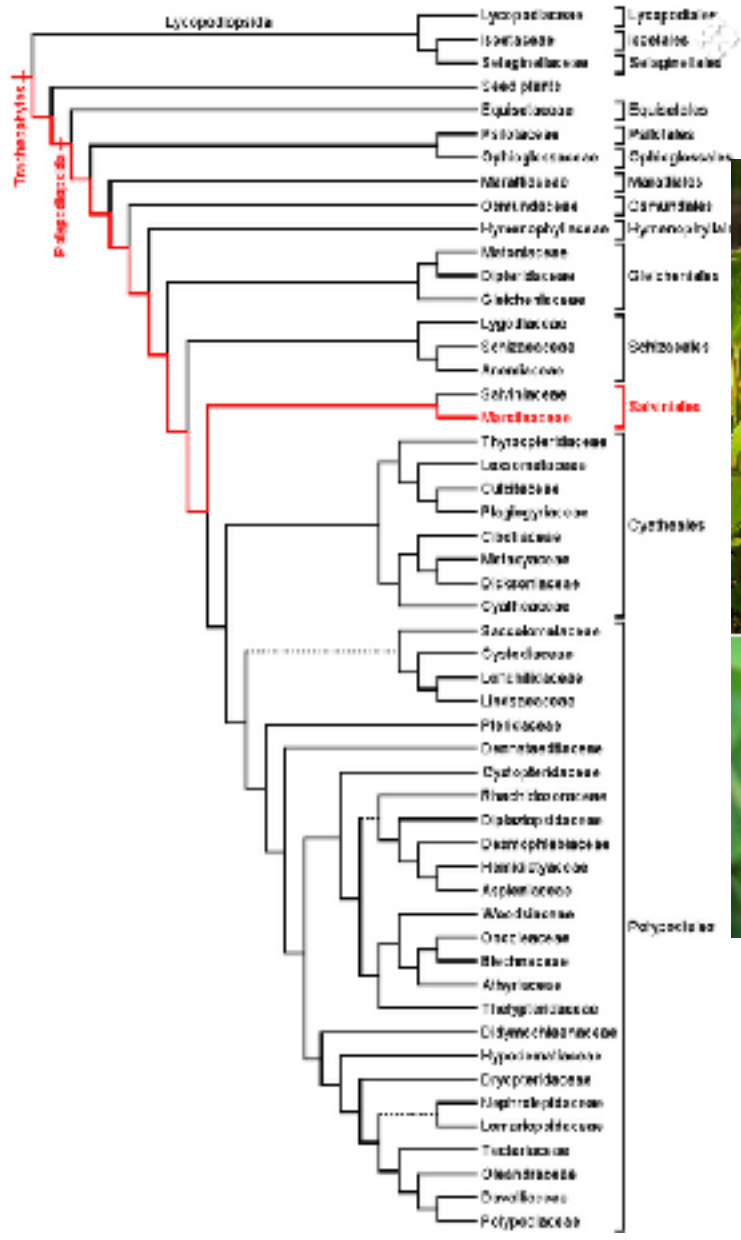


Cyathea lepifera

Le felci d'acqua (ordine **Salviniales**) si dividono in due famiglie, **Marsileaceae** e **Salviniaceae**, che derivano da un antenato terrestre comune.

Sono le uniche **felci eterospore** viventi della classe **Polypodiopsida**.

I sottili rizomi delle Marsileaceae crescono nel fango o su terreno umido, o sono subacquei con le foglie (simili a un quadrifoglio) che galleggiano sulla superficie dell'acqua. Gli **sporocarpi** (nelle felci acquatiche, strutture globose delle che contengono uno o più sori) possono rimanere vitali anche dopo 100 anni di conservazione a secco, producono catene di sori, ciascuno con una serie di megasporangi e microsporangi.



Marsilea quadrifolia



(a)



(b)



(c)

17-36 Water ferns The two very distinct orders of water ferns are the only living heterosporous ferns.

(a) *Marsilea polycarpa*, with its leaves floating on the surface of the water, photographed in Venezuela.

(b) *Marsilea*, showing the germination of a sporocarp, with chains of sori. Each sorus contains a series of

megasporangia and microsporangia. (c) *Salvinia*, with two floating leaves and one feathery dissected

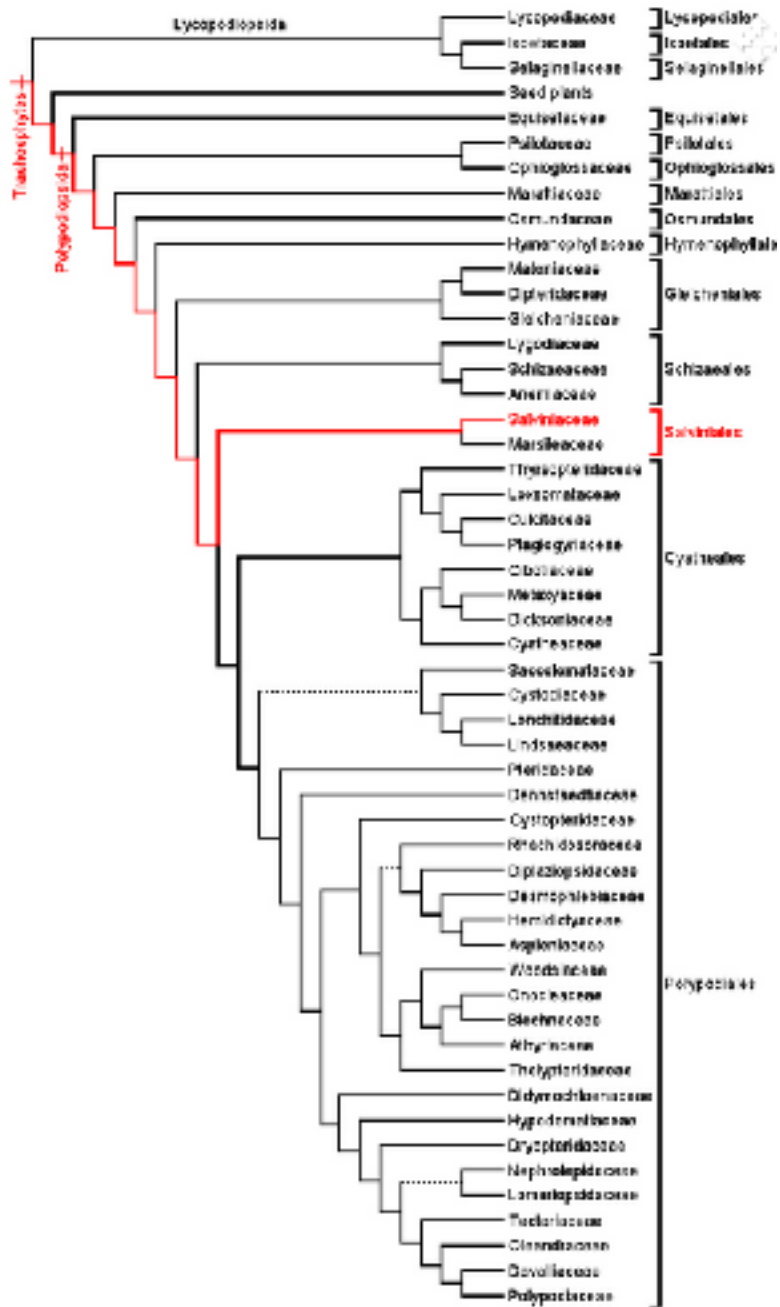
submerged leaf at each node. These two genera are representatives of the order Salviniales.

Le Salviniaceae sono piccole piante che galleggiano sulla superficie dell'acqua.

In *Azolla*, le foglie piccole e bilobate sono portate su steli sottili. Una sacca che si forma sul lobo superiore fotosintetico di ogni foglia è abitata da colonie del cianobatterio *Anabaena azollae*. A causa delle capacità di fissaggio dell'azoto di *Anabaena*, *Azolla* è stata utilizzata per mantenere la fertilità delle risaie.

Le foglie indivise di *Salvinia*, lunghe fino a 2 centimetri, sono portate in spirali di tre sul rizoma galleggiante. Una delle tre foglie pende sotto la superficie dell'acqua ed è altamente sezionata, simile a una massa di radici biancastre, che portano sporangi.

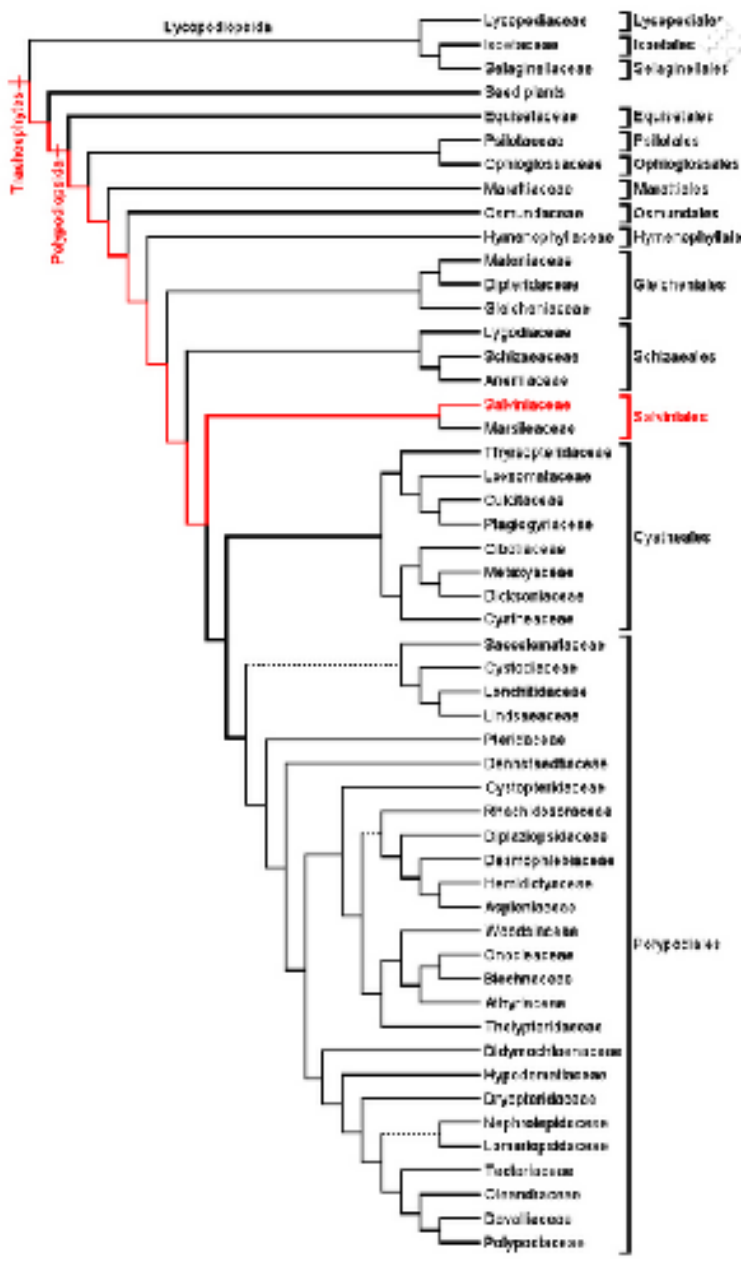
Le due foglie superiori, che galleggiano sull'acqua, sono coperte da peli che impediscono alla loro superficie di bagnarsi, e le foglie tornano di nuovo in superficie se vengono temporaneamente sommerse.



Salvinia molesta
Una delle più pestifere piante invasive

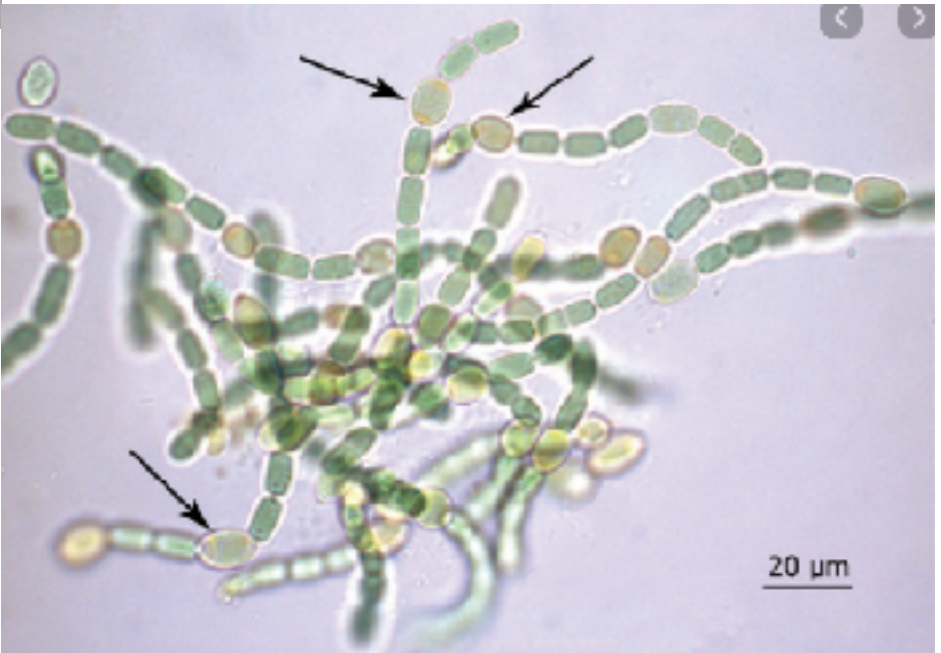
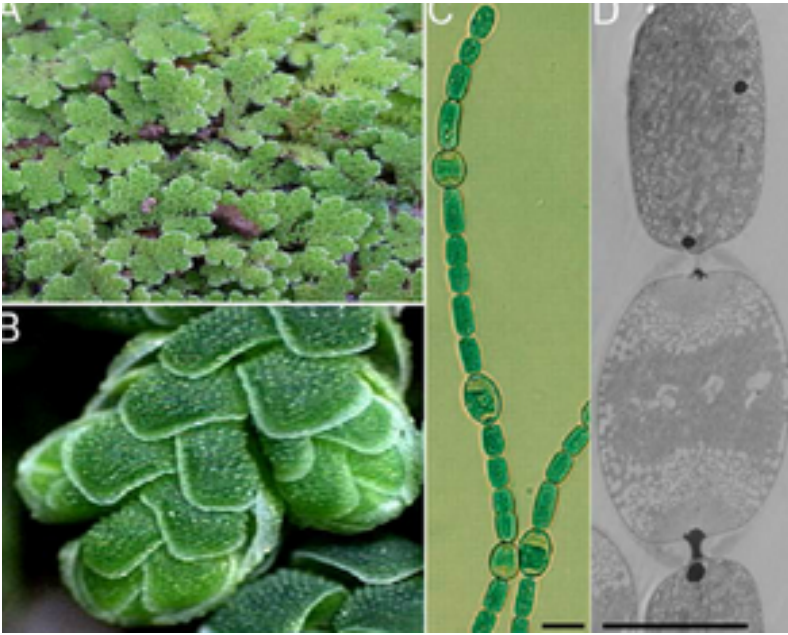


Salvinia adnata Desv. (Syn: *Salvinia molesta* D.S.Mitch.)

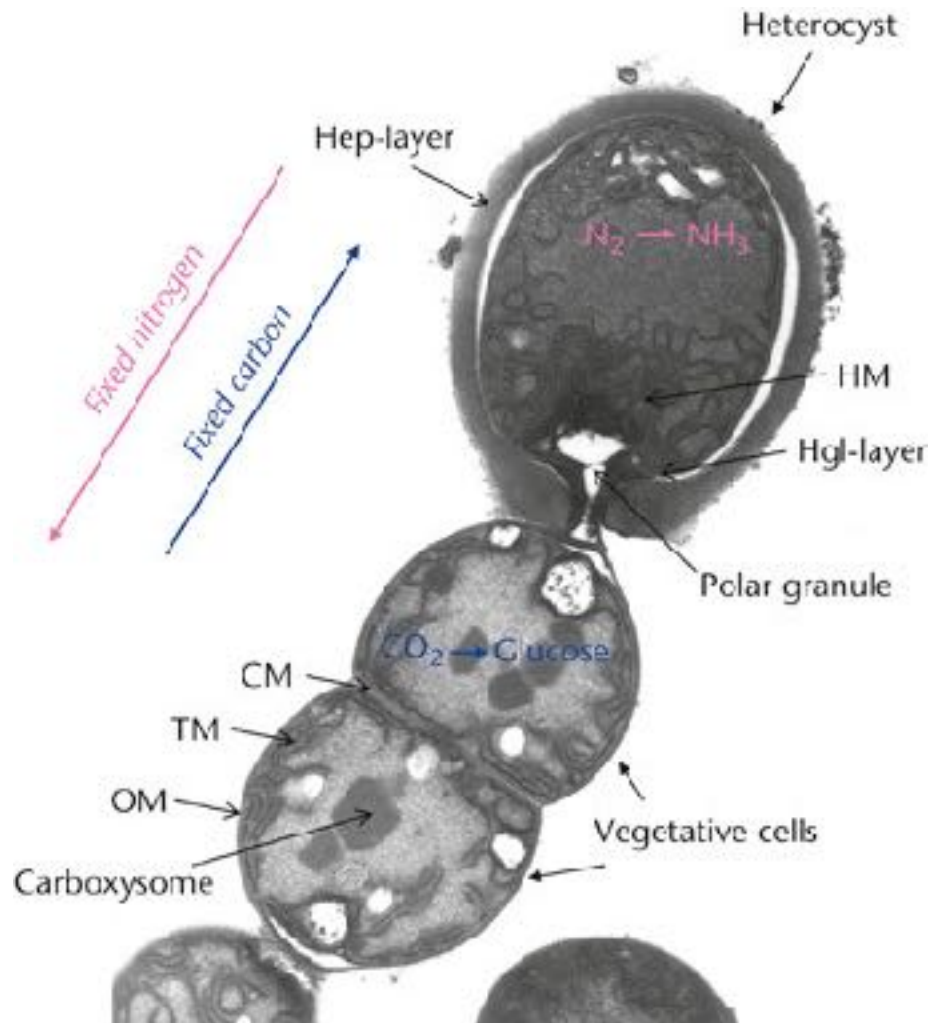


Azolla

Simbiosi con un cianobatterio (*Anabaena azollae*) capace di fissare l'azoto



Suddivisione delle funzioni tra cellule dello stesso filamento, con le eterocisti che si specializzano nella fissazione dell'azoto





Per questo nelle risaie tradizionali
viene coltivata l'*Azolla*

La classe **Psilotopsida** è composta da due ordini di felci isosporee, Ophioglossales e Psilotales.

Dei quattro generi di Ophioglossales, *Botrychium* e *Ophioglossum* sono diffuse nelle regioni temperate. In entrambi questi generi, una singola foglia viene in genere prodotta ogni anno.

Ogni foglia è composta da due parti: una porzione vegetativa, o **lama**, che è profondamente sezionata in *Botrychium* e indivisa nella maggior parte delle specie di *Ophioglossum*, e un segmento fertile.

Il genere erbaceo *Botrychium* (Ophioglossaceae) è stato a lungo considerato come l'unica felce vivente con cambio vascolare, ma questa ipotesi è stata di recente messa in discussione.



Botrychium lunaria (L.) Sw.

In *Botrychium* (a, *B. dissectum*), il segmento fertile è diviso al pari della porzione vegetativa. In *Ophioglossum* (b, *O. vulgatum*), la parte vegetativa è indivisa.



(a)



(b)

Le specie della classe Psilotales comprende due generi viventi, *Psilotum* e *Tmesipteris*. *Psilotum* è un genere a distribuzione tropicale e subtropicale. *Tmesipteris* è limitato a Australia, Nuova Caledonia, Nuova Zelanda e altre regioni del Pacifico Meridionale. La struttura semplice - foglie minuscole e assenza di radici - di queste specie sembra essere una condizione derivata.



17-27 *Psilotum nudum*
sporophyte (a) In *Psilotum*, the sporophyte consists of a dichotomously branching aerial portion, with small scalelike outgrowths, and a system of rhizomes. Sporangia are borne in united groups of three in the axils of some scalelike outgrowths. (b) The dichotomously branching aerial portion of the sporophyte with numerous yellow sporangia.





(a)



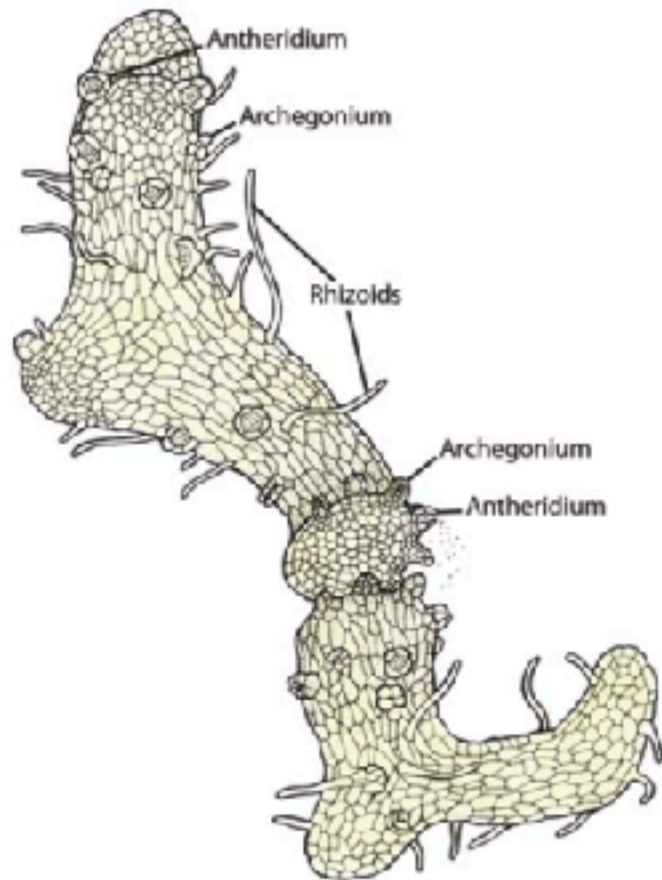
(b)

17–28 Tmesipteris (a) *Tmesipteris parva* is seen here growing on the trunk of the tree fern *Cyathea australis* in New South Wales, Australia. (b) *Tmesipteris lanceolata*, in New Caledonia, an island of the southwest Pacific. The leaves contain a single unbranched vascular bundle.

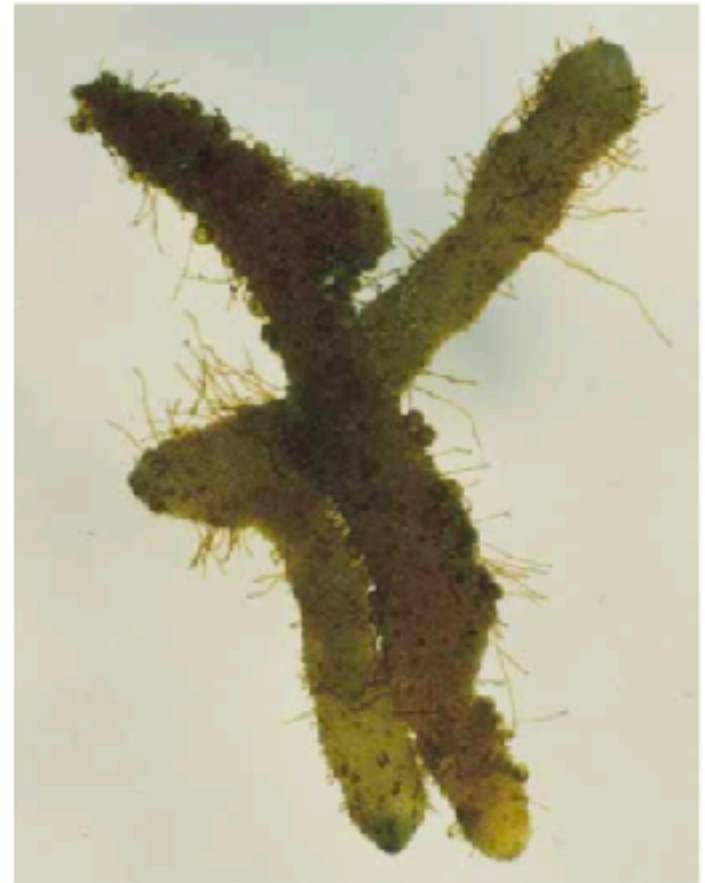
In *Psilotum* lo sporofito è costituito da una porzione aerea dicotomicamente ramificata, con strutture "fogliari" simili a squame e una porzione sotterranea ramificata, o un sistema di rizomi con molti rizoidi. Un fungo simbiotico - un glomeromicete endomicorrizico - è presente nelle cellule corticali esterne dei rizomi. Gli sporangi sono generalmente aggregati in gruppi di tre alle estremità di rami corti e laterali.

Le specie di *Tmesipteris* crescono come epifite, o in fessure rocciose. Le foglie, che sono più grandi delle strutture di *Psilotum*, sono fornite di un singolo fascio vascolare non ramificato. Per altri aspetti, *Tmesipteris* è essenzialmente simile a *Psilotum*.

I gametofiti di *Botrychium*, *Ophioglossum* e *Psilotum* sono strutture sotterranee, tuberose, allungate con numerosi rizoidi, e contengono funghi simbiotici. Alcuni (in *Psilotum*) hanno un tessuto vascolare. I gametofiti sono bisessuali e recano sia **anteridi** che **archegoni**. Gli spermatozoi sono multiflagellati.



(a)



(b)

17-29 *Psilotum nudum* gametophyte (a) The *Psilotum* gametophyte is bisexual, bearing both antheridia and archegonia. (b) The gametophytes, which are subterranean, resemble portions of the rhizome.

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

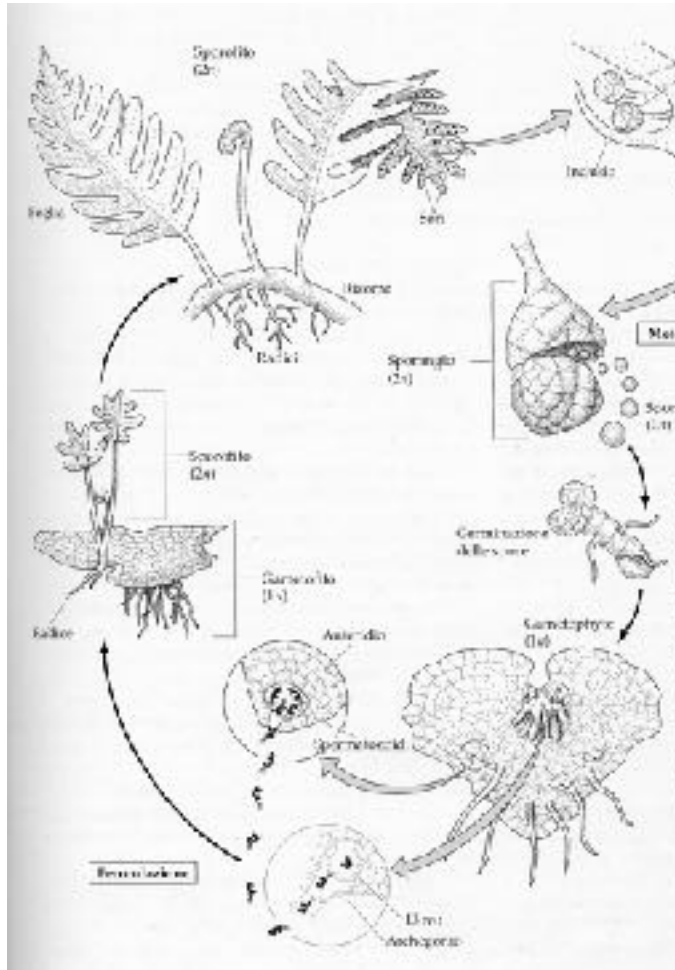
Due tipi di spore e di
gametofito (“micro- e
megasp.”)

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

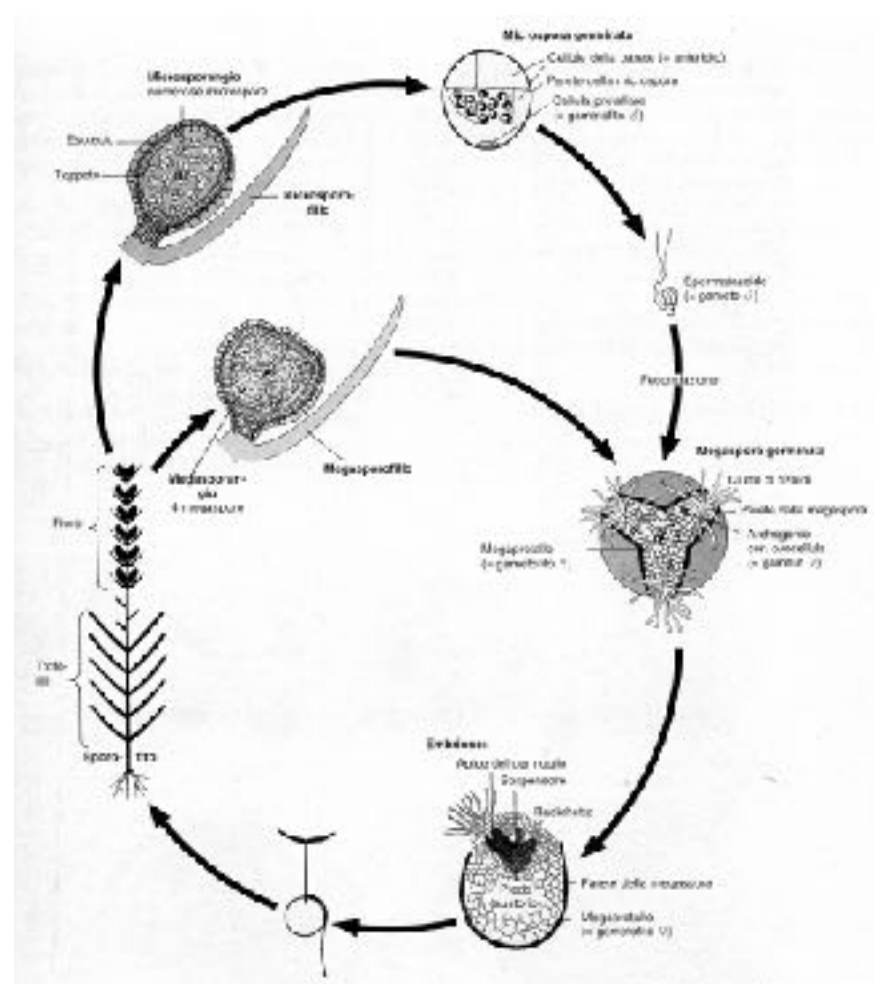
Le riserve del
MEGAgametofito
derivano in parte dalla
sporofito materno

Acqua liquida: sì

Pteridofite ISOSPOREE



Pteridofite ETEROSPOREE



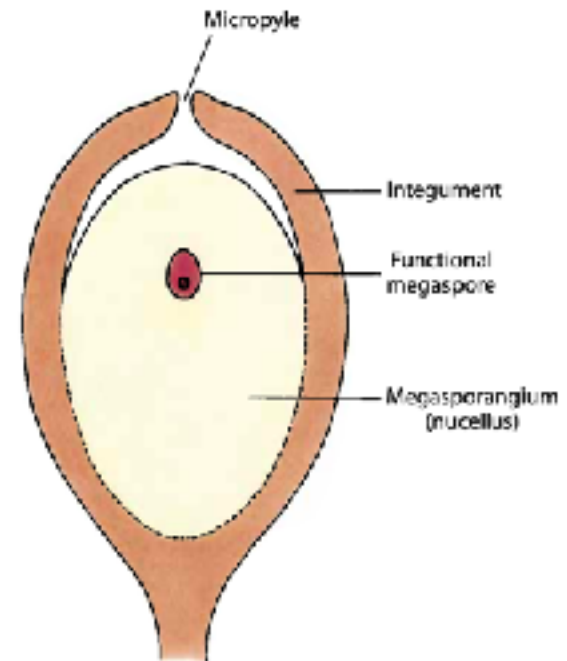
Nei gruppi successivi (**Spermatofite**) le novità più importanti saranno:

- 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 archeconi (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.

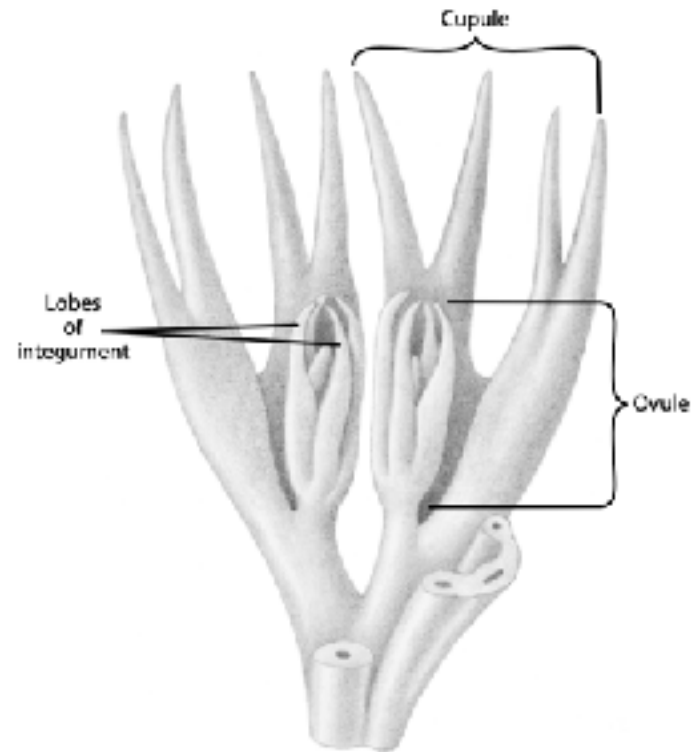
A questi eventi è associato uno spostamento dell'unità di dispersione dalla megaspore al seme.

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*.

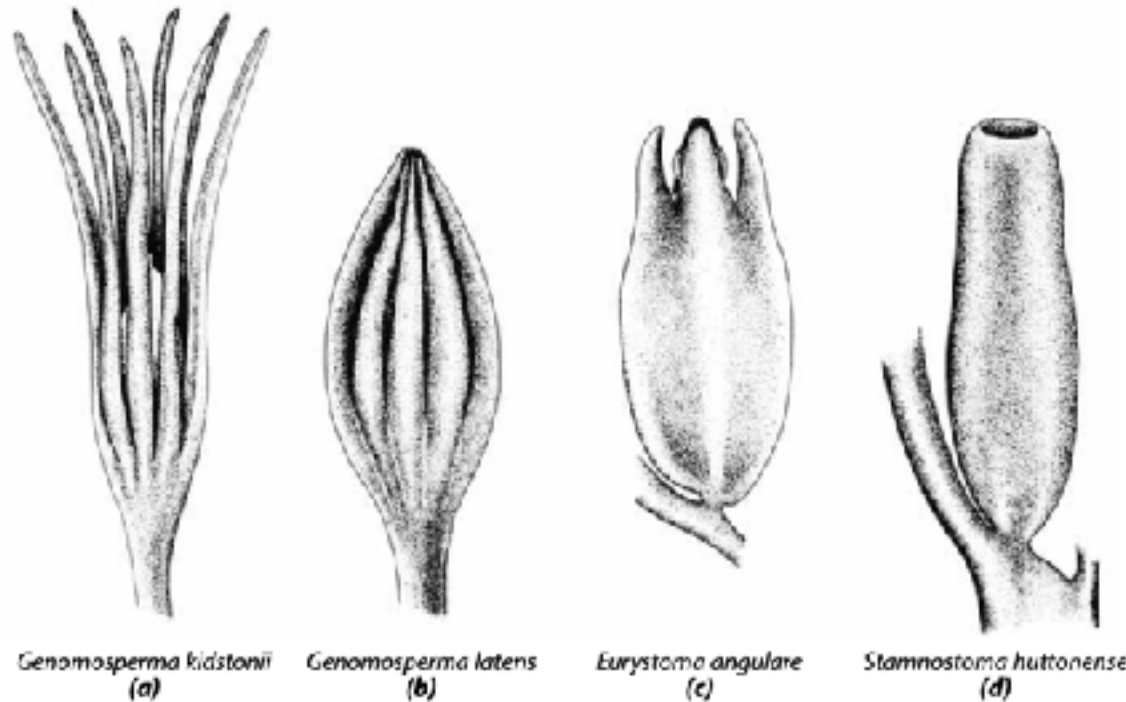
L'ovulo era costituito da una nocella e quattro o cinque lobi tegumentari non fusi tra di loro. I lobi si curvavano verso l'interno in corrispondenza dell'apice.

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.



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 *Stannostoma 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.

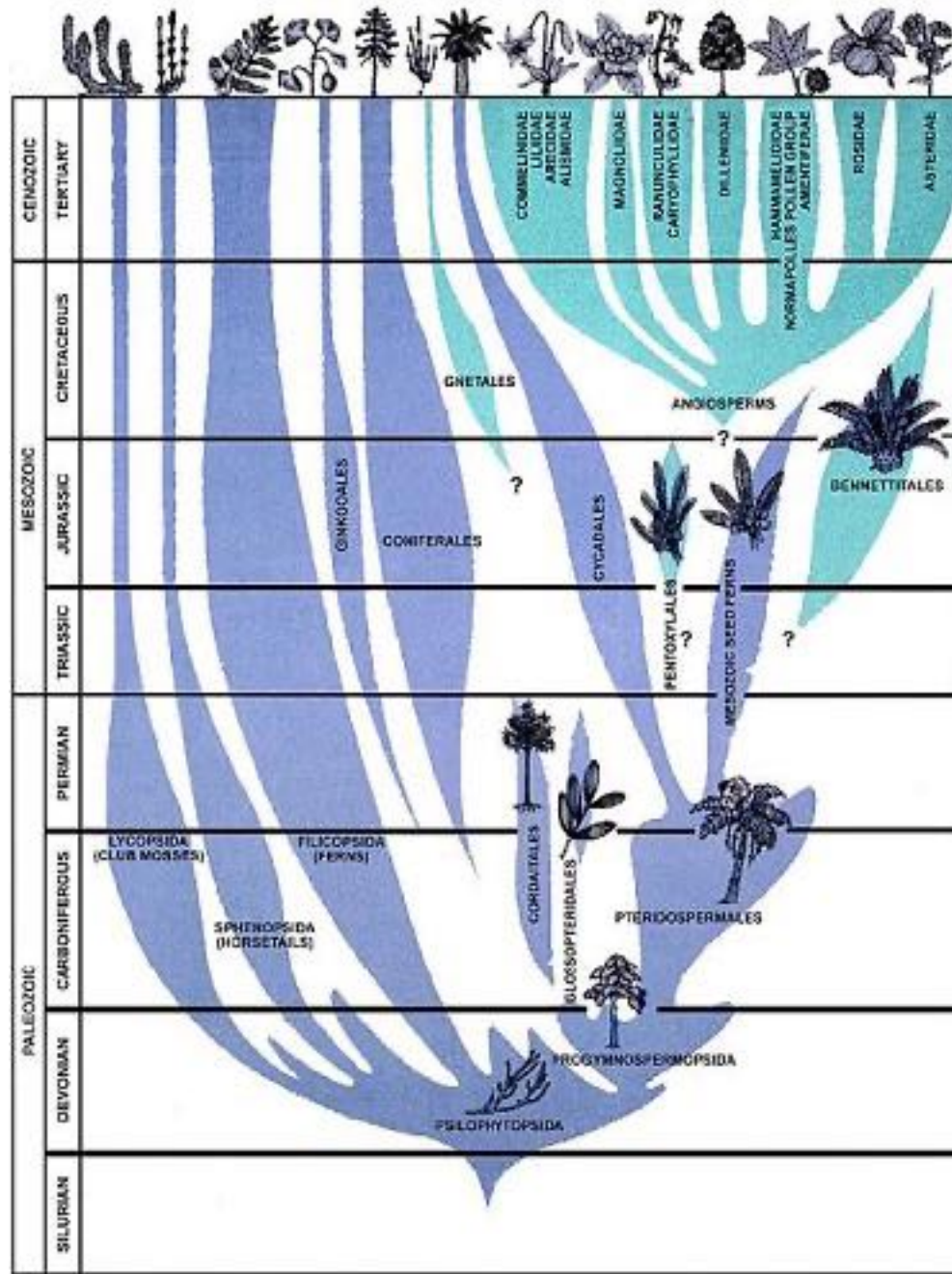
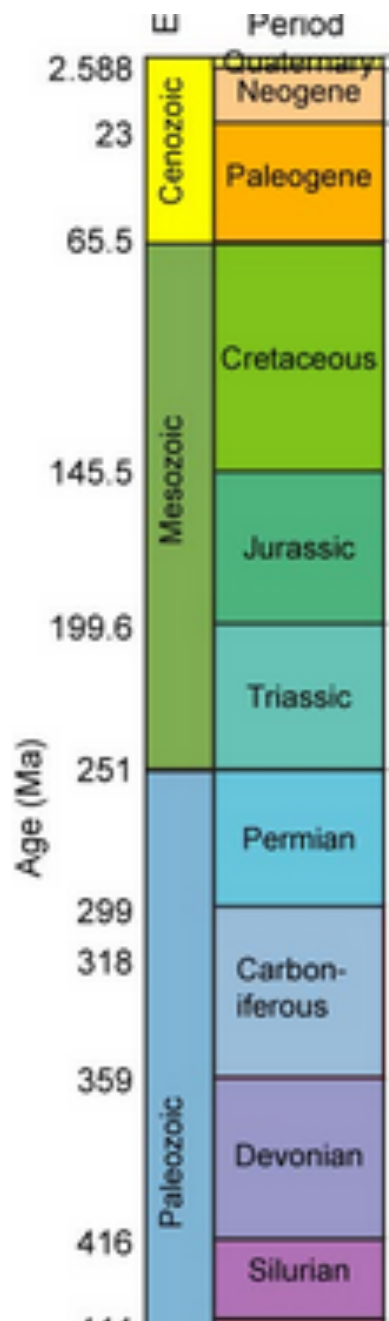
Nella maggior parte delle moderne spermatofite, un **embrione** si sviluppa all'interno del seme prima della dispersione. Vi sono eccezioni come *Ginkgo* e molte specie del phylum Cycadophyta. Tutti i semi contengono riserve nutritive per l'embrione.

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.

GYMNOSPERMAE



Le gimnosperme hanno tutte le seguenti caratteristiche:

- sono piante vascolari
- sono eterosporee
- le strutture femminili sono a contatto con l'aria (gymno=nudo), non sono completamente avvolte da uno strato protettivo (un ovario).

Ci focalizzeremo quasi solamente sulle famiglie che hanno almeno un rappresentante nella flora Italiana.

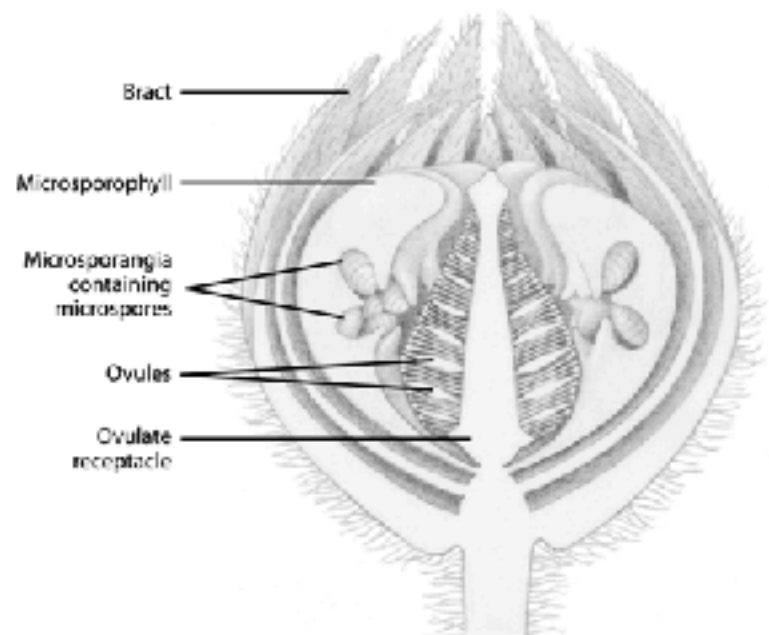
I termini **gimnosperme** e **angiosperme** derivano dal greco. La desinenza **-sperma** vuol dire **seme**, mentre **gimno-** e **angio-** significano rispettivamente “**nudo**” e “**in scatolato**”, o “**vestito**” (ovvero, racchiuso in un **ovario**).

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. Un altro gruppo di gimnosperme estinte, le Bennettitales, consisteva in piante con foglie simili a palme. Queste scompaiono dai reperti fossili nel 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.



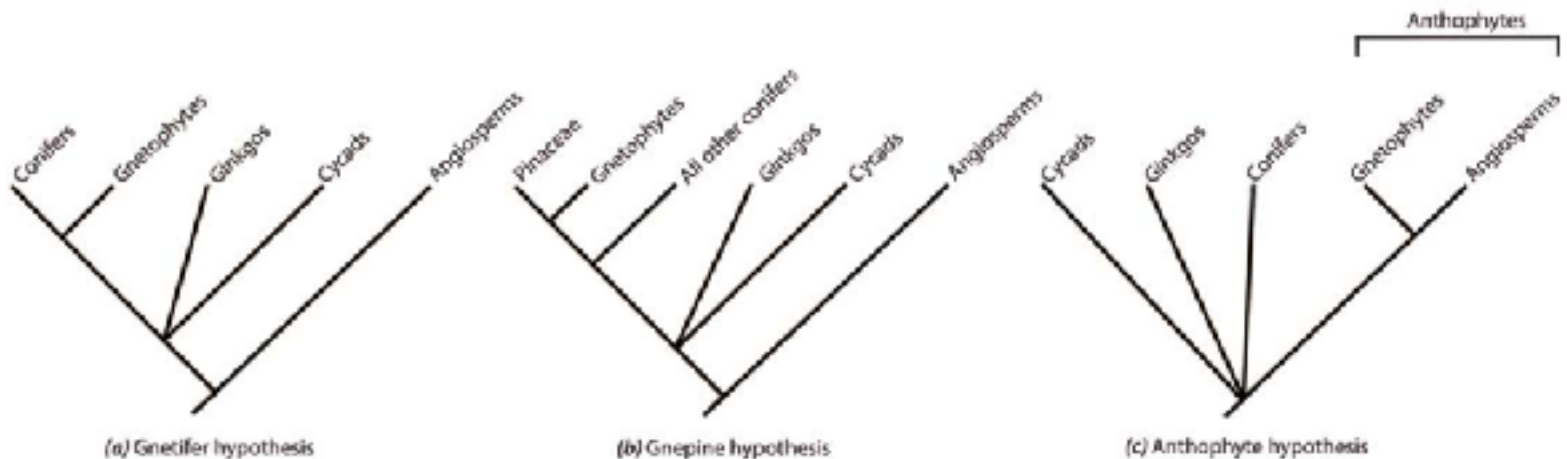
(a)



(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.

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.



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**.

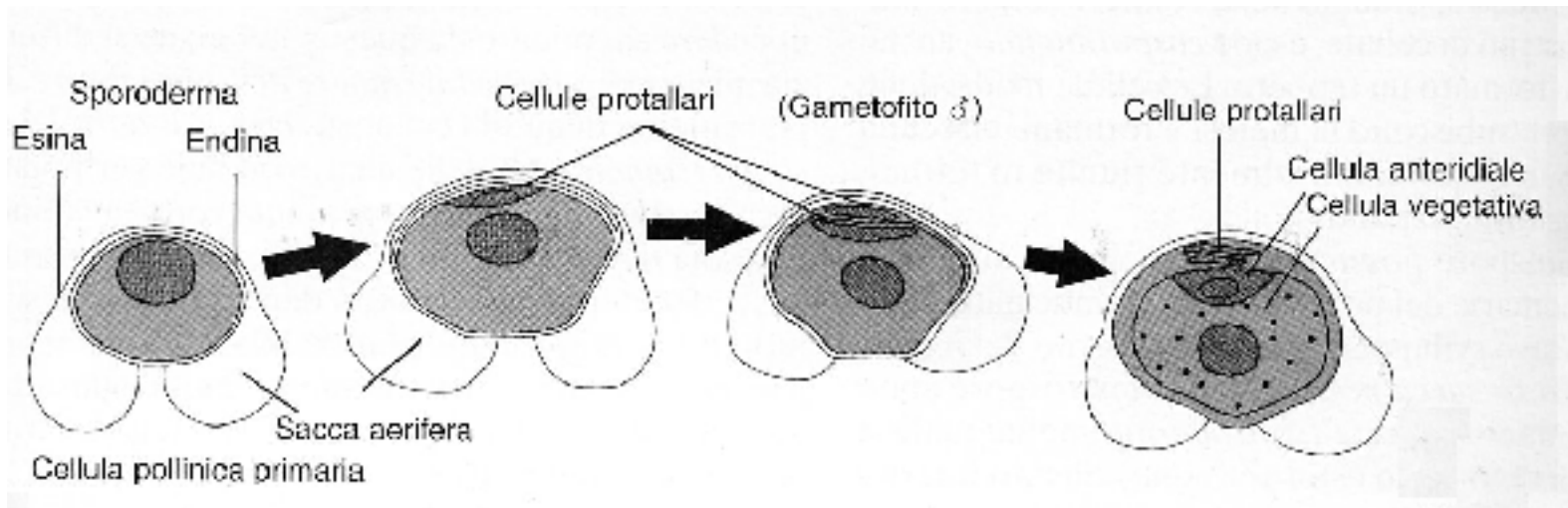


Perianzio

**Cono di
microsporofilli
(fiore ♂)**

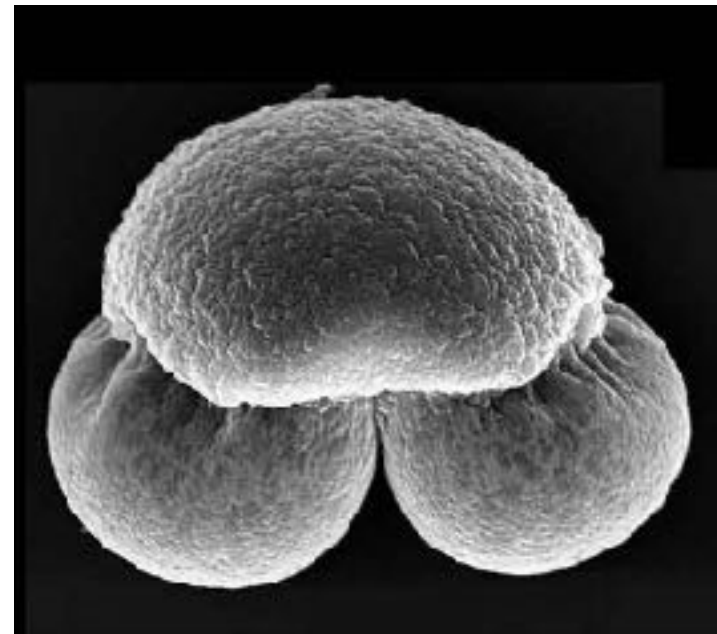
Strobilo maschile
in *Pinus*





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.



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.



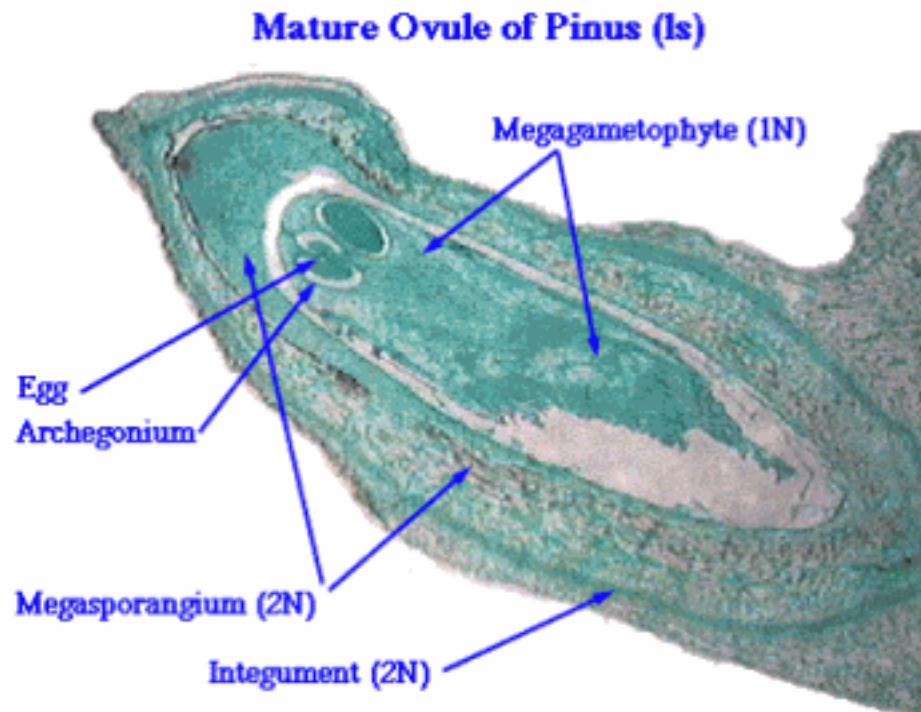
**STROBILO
FEMMINILE**



**STROBILI
MASCHILI**

Inoltre, con poche eccezioni, il **megagametofito** delle ginosperme 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”.

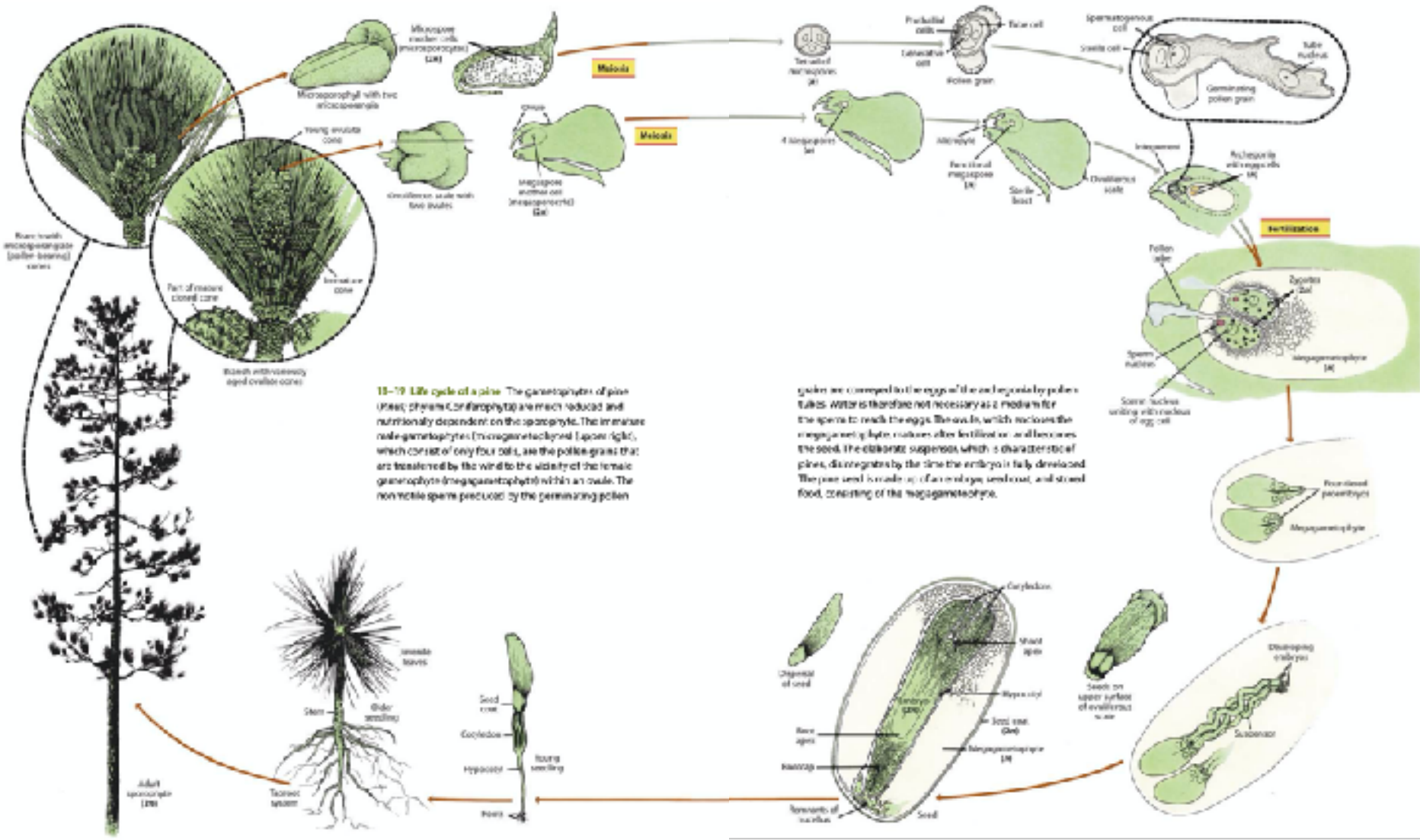


Taxus baccata

Ginkgo biloba



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 carried to the eggs of the seed by pollen tubes. Water is therefore not necessary as a medium for the sperm to reach the eggs. The ovule, which encloses the megagametophyte, remains 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, endosperm, and stored food, consisting of the megagametophyte.

Importanza delle gimnosperme:

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

Forniscono biomasse per la combustione;

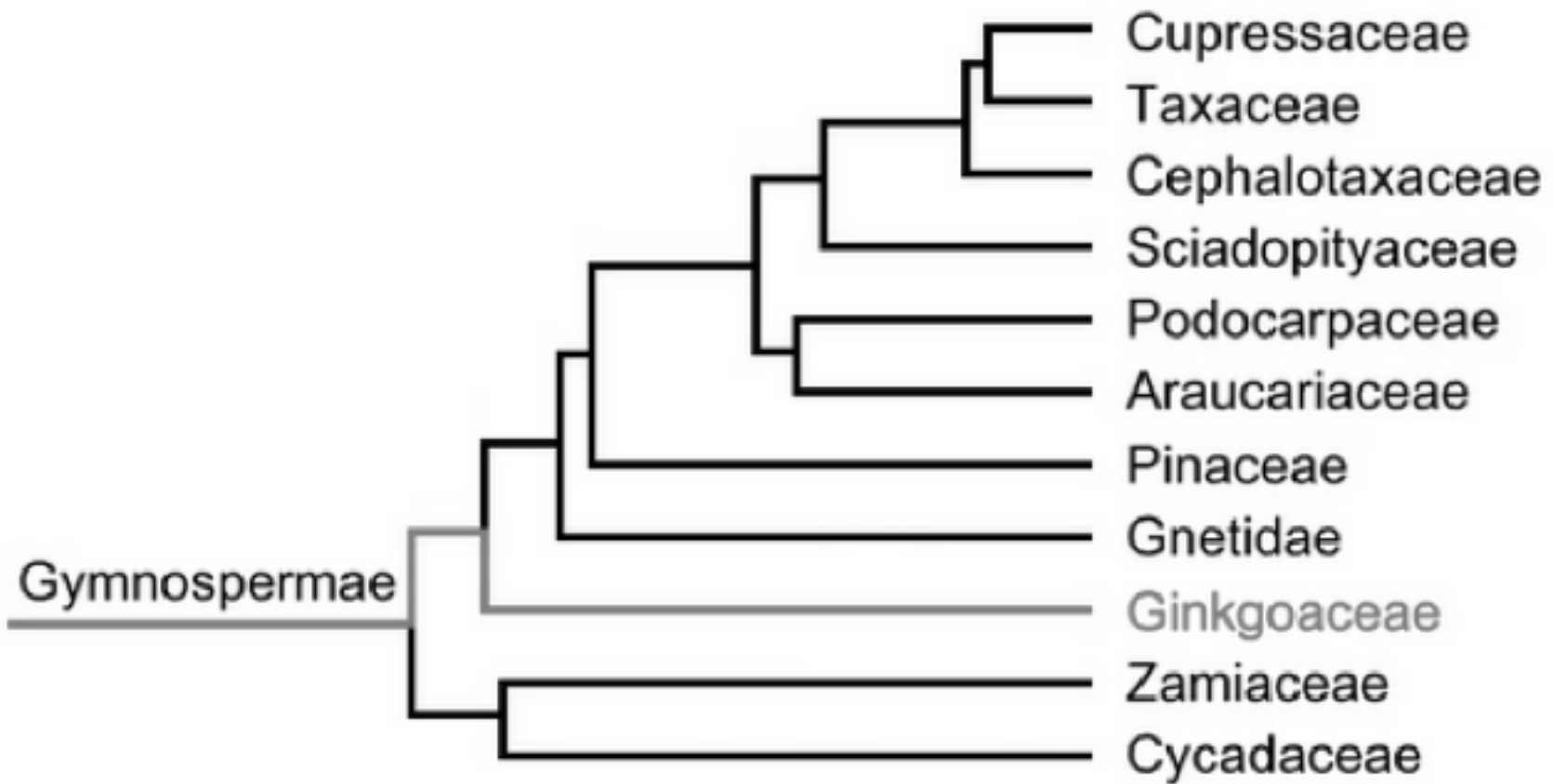
Alcuni sono fonti di farmaci anche molto potenti (es. taxolo; principi attivi del *Ginkgo*);

Sono fonte di cibo per molti animali (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.



CYCADACEAE

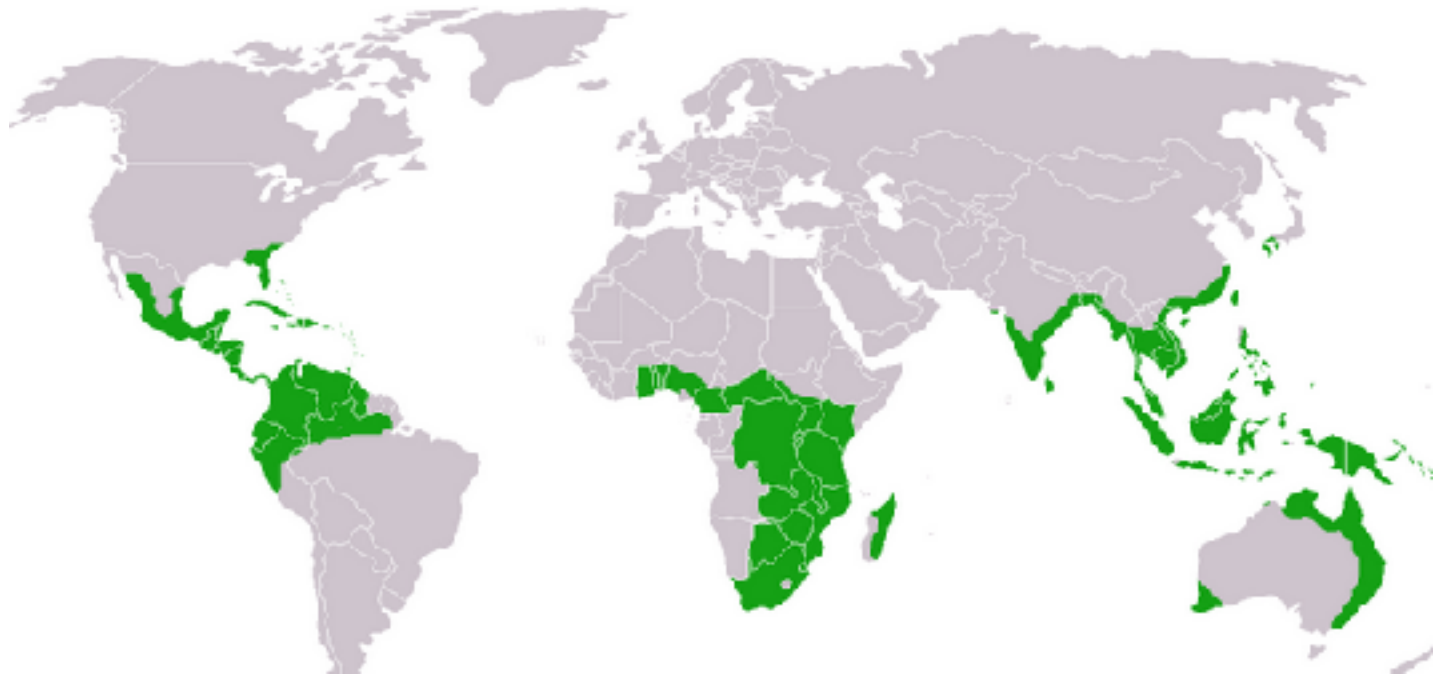
Famiglia basale delle gimnosperme. Il portamento è completamente diverso da quello che immaginiamo per una gimnosperma, e assomiglia di più alle palme. Sono piante comunemente usate come ornamentali. Sono piante dioiche, con fusto legnoso. Sono in simbiosi con cianobatteri nelle radici.





Cycas revoluta Thunb.

Da noi sono usate come ornamentali, e non sono spontanee in Italia.
Sono diffuse con molte specie in aree tropicali e subtropicali.



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.



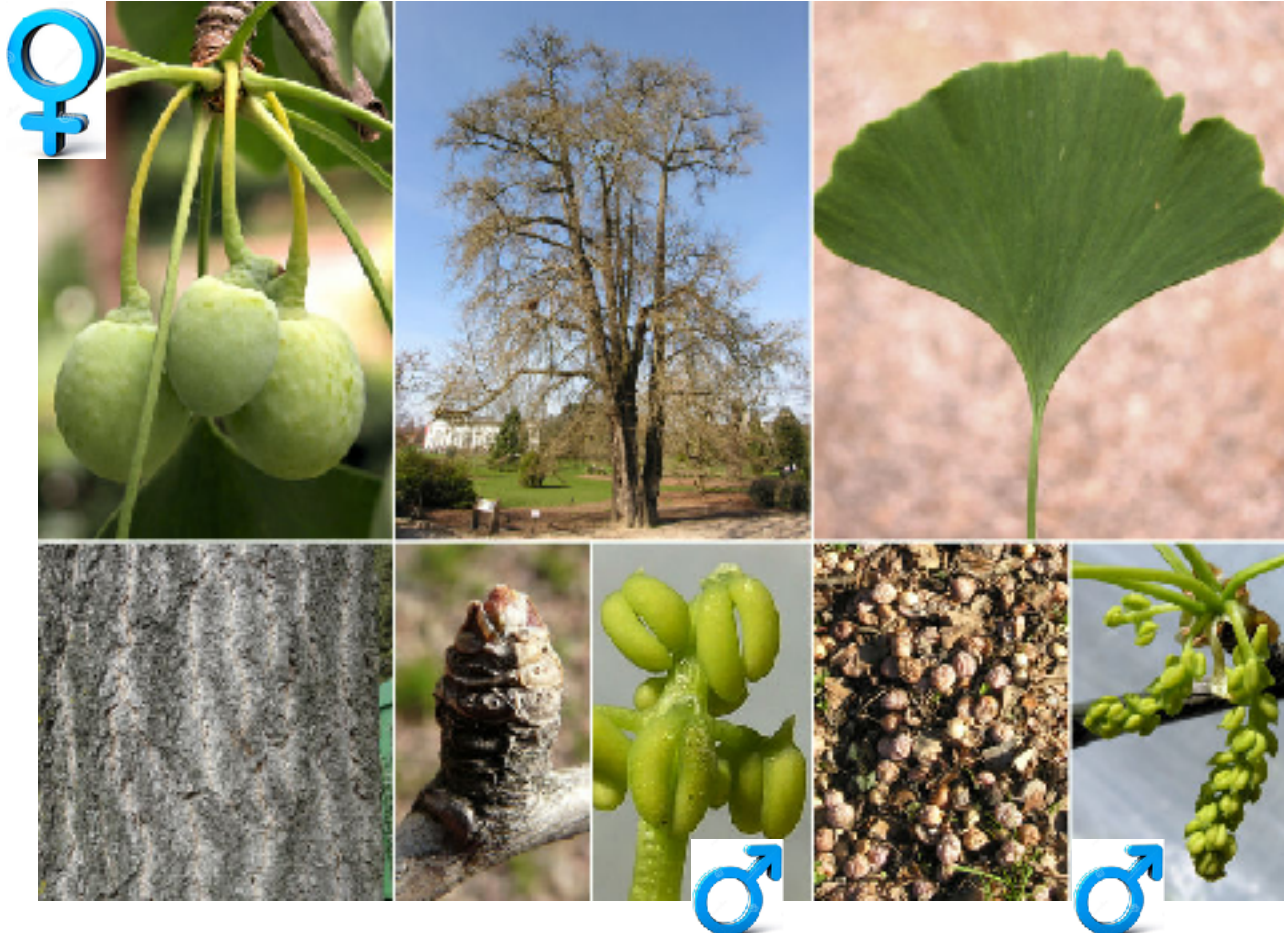
Zamia floridana



Rhopalotria furfuracea

GINKGOACEAE

Altra famiglia antica, basale a molte altre gimnosperme. Delle poche popolazioni in natura, una sembra avere una varietà genetica sufficiente da poter essere ritenuta non derivante da coltivazione. I primi fossili risalgono a prima del carbonifero. Anche questa pianta è dioica.

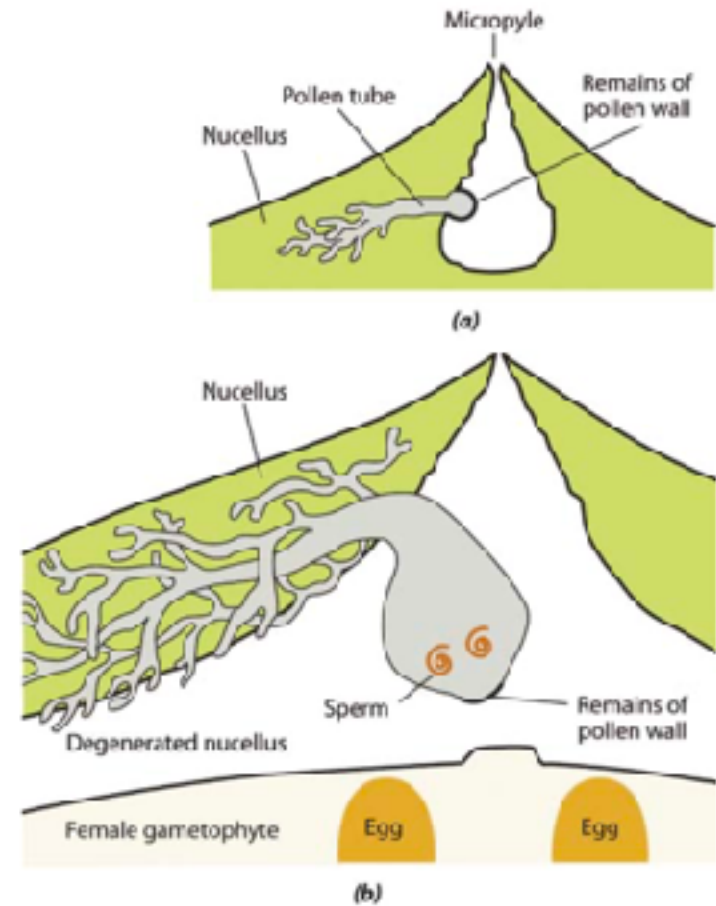


Ginkgo biloba L.

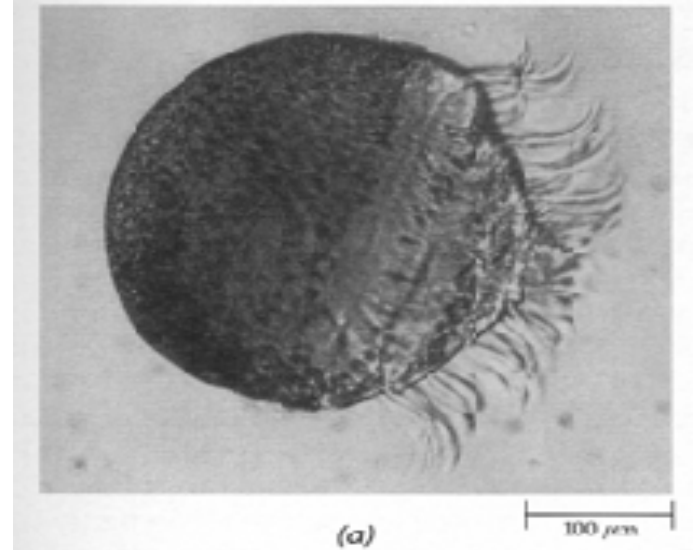
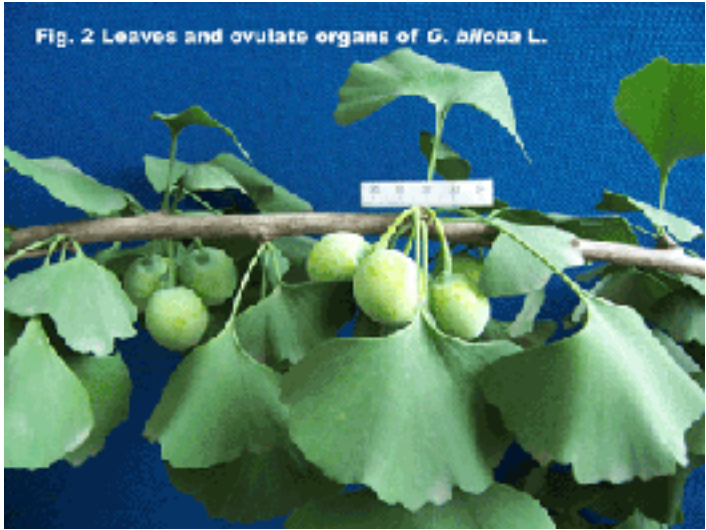


NB: Nelle cicadee e in *Ginkgo*, la fecondazione è una transizione tra le piante senza semi, con spermatozoi che nuotano liberamente, e la altre spermatofite, con spermatozoi non mobili.

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 tubulo pollinico libera due sperm mutliflagellati, che nuotano fino all'archegonio, e uno di loro fertilizza l'uovo.



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 saclike 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.



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

PINACEAE

Differenze tra Pinaceae, Cupressaceae e Taxaceae

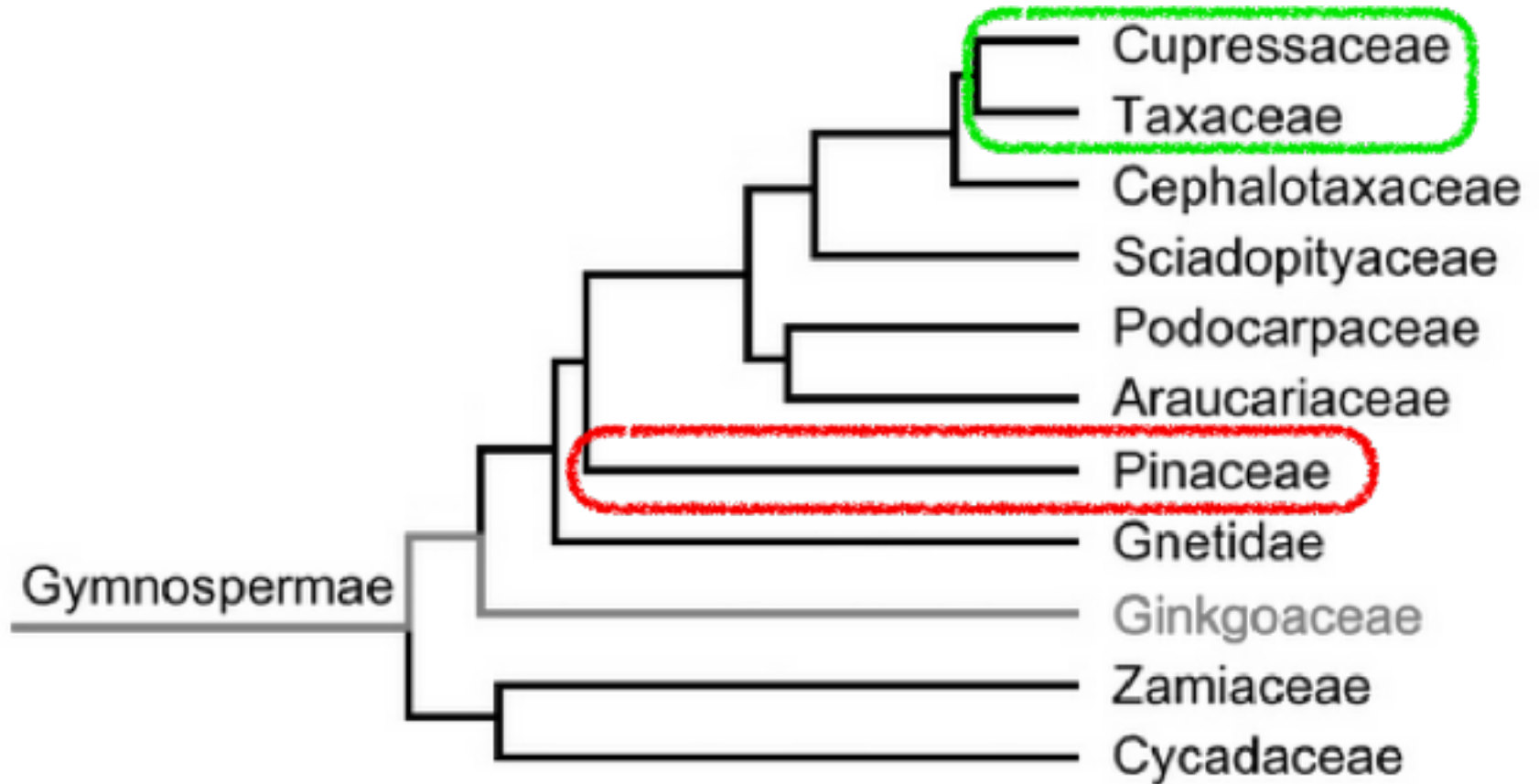


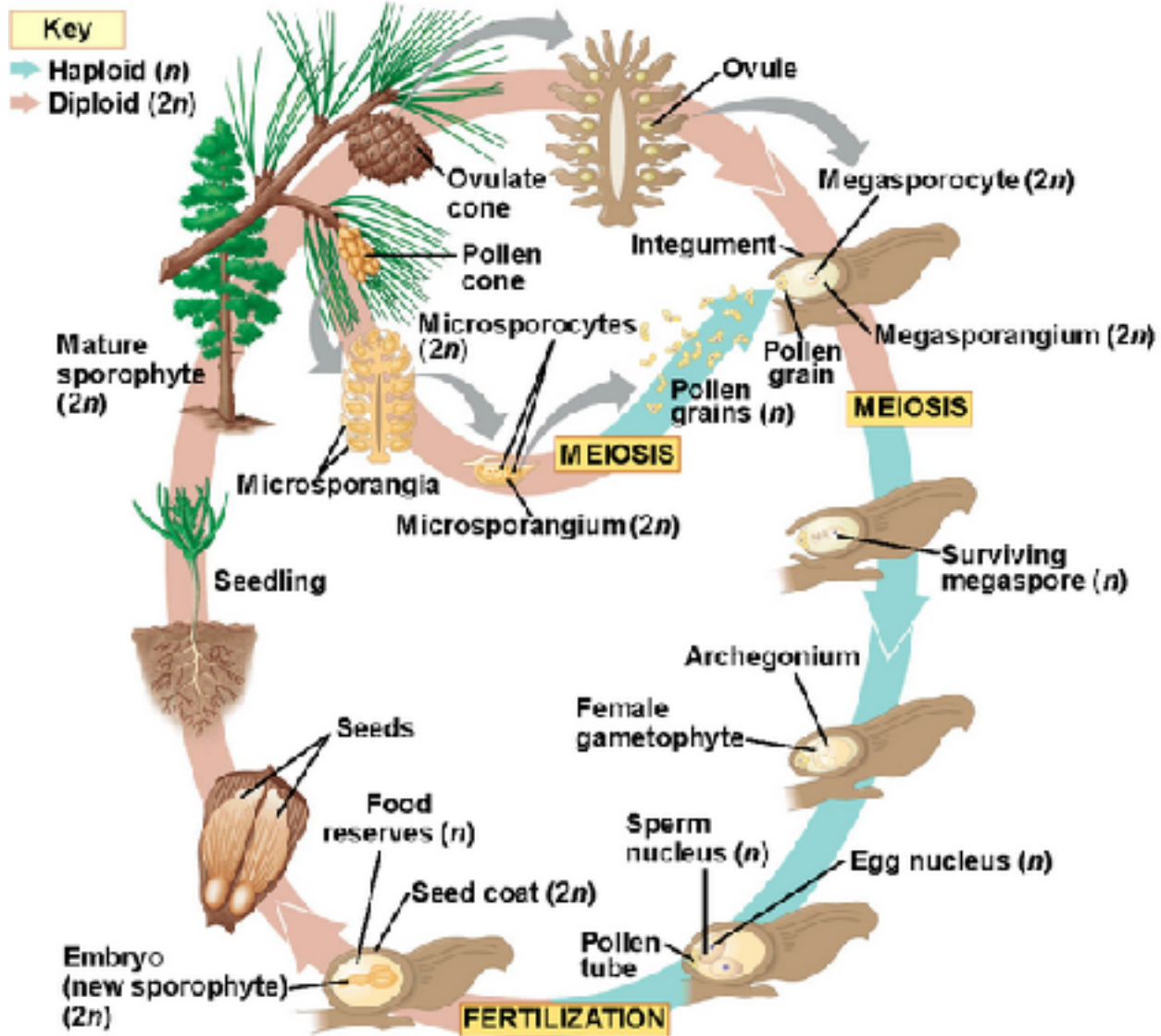
Pinaceae: pigne (femminili)
legnose, allungate

Cupressaceae: pigne ovali o
sferiche (galbuli) legnose o
carnose

Taxaceae: arilli (un seme
circondato da un cercine carnoso,
unica scagli rimasta della pigna)

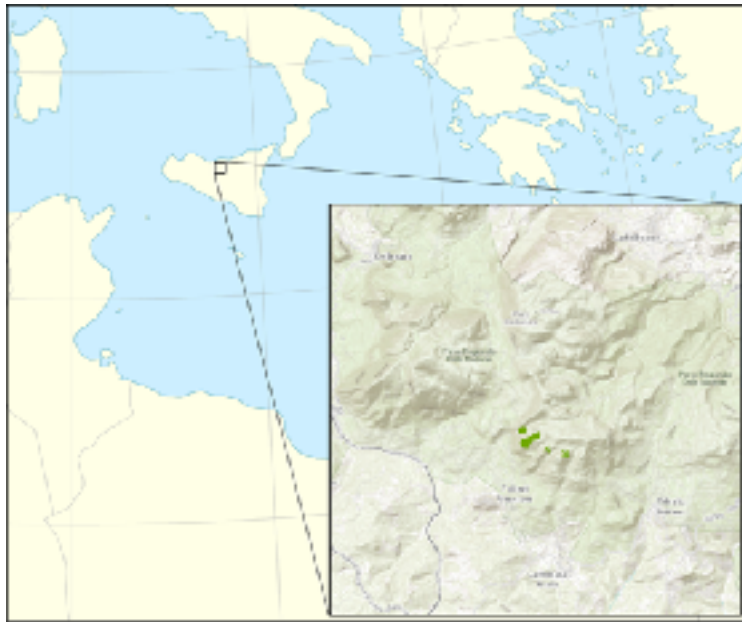
Le Pinaceae sono basali a Cupressaceae e Taxaceae.





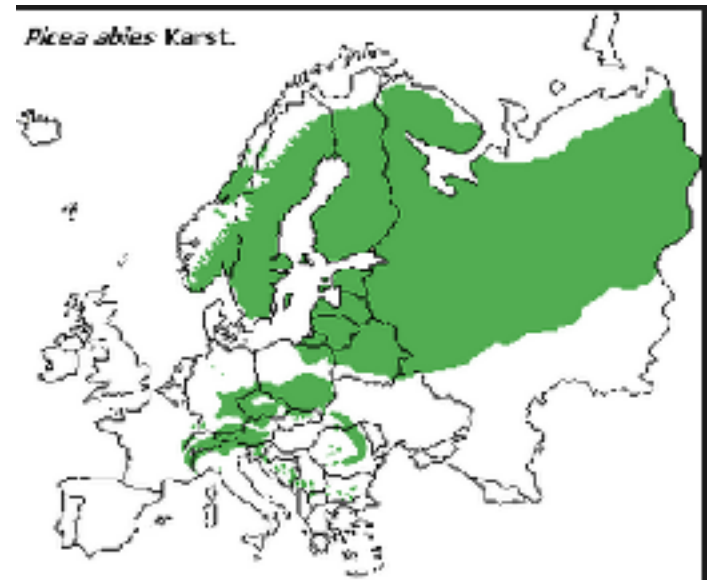


Abies alba Mill., abete bianco. Pigne erette, foglie con 2 strie bianche sulla pagina inferiore (file di stomi coperti da cere, come protezione dalla disidratazione). Foglie apparentemente disposte a pettine, in realtà spiralmate sui rami. Diffuso nella fascia temperata fredda, assieme al faggio.

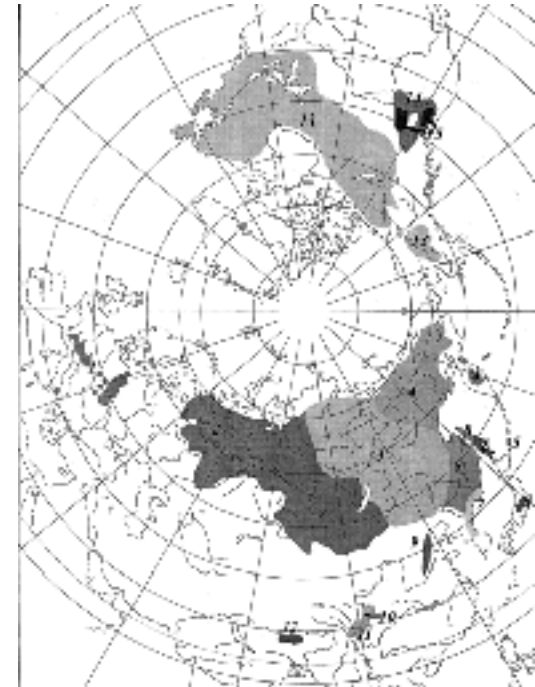


In quelle che erano le zone rifugiali dell'abete (Appennino centrale e meridionale) permane una certa diversità, che si evidenzia in Sicilia, sulle Madonie, con una specie endemica puntiforme, *Abies nebrodensis* (Lojac.) Mattei, 1908.

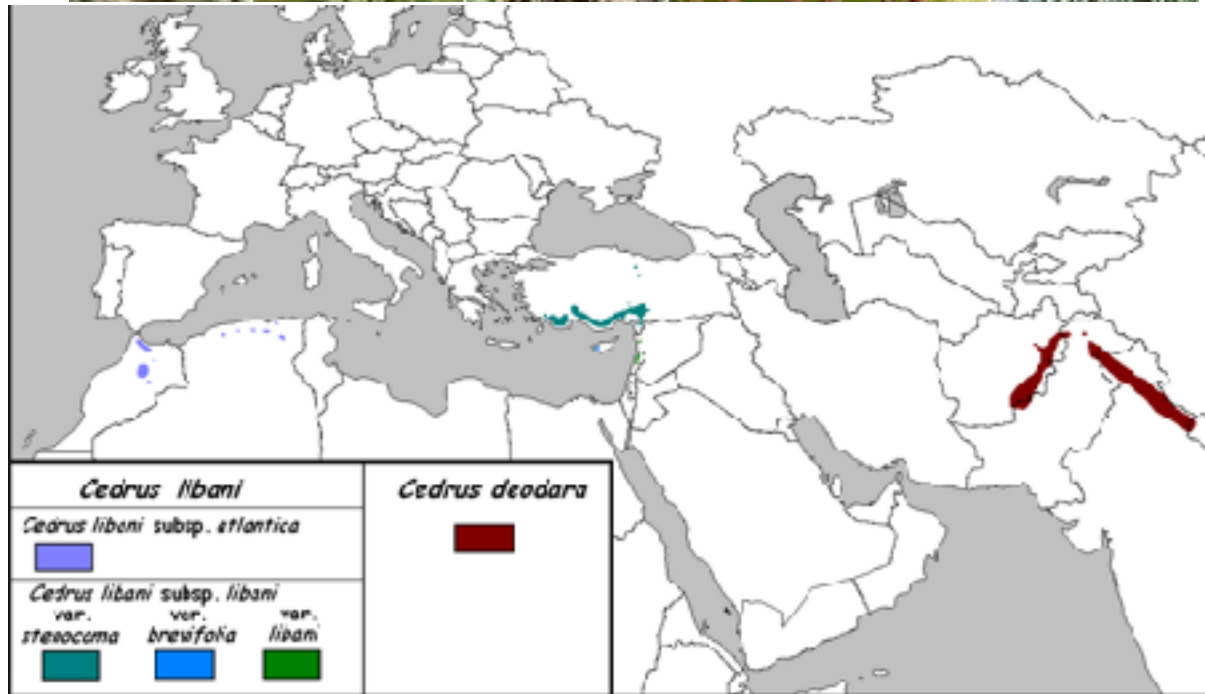
Altre specie del genere sono presenti in Spagna, Grecia e Turchia.



Picea abies Karst., abete rosso. Domina la fascia boreale della Alpi. Pigne pendule, foglie a sezione romboidale, sparse sui rami. Manca completamente nell'area insulare e peninsulare dell'Italia, con alcune piccole stazioni nell'Appennino settentrionale.



Larix decidua Mill., larice. Più continentale dell'abete rosso, anche lui di origine Siberiana. Occupa la fascia Subalpina delle Alpi. Ha foglie decidue riposte su brachiblasti (rami a crescita interrotta).



I cedri, non spontanei in Italia, ma sovente coltivati, hanno anch'essi le foglie portate su brachiblasti, come il larice. Ma queste sono sempreverdi. Il *C. deodara* ha gli aghi lunghi (>3 cm). Il *C. atlantica* ha foglie brevissime, mentre *C. libani* le ha di dimensione intermedia tra gli altri due.



Cedrus deodara (Roxb. ex D.Don) G.Don

Genere *Pinus*: foglie disposte in fascetti di 2, 3 o 5 con guaina alla base.



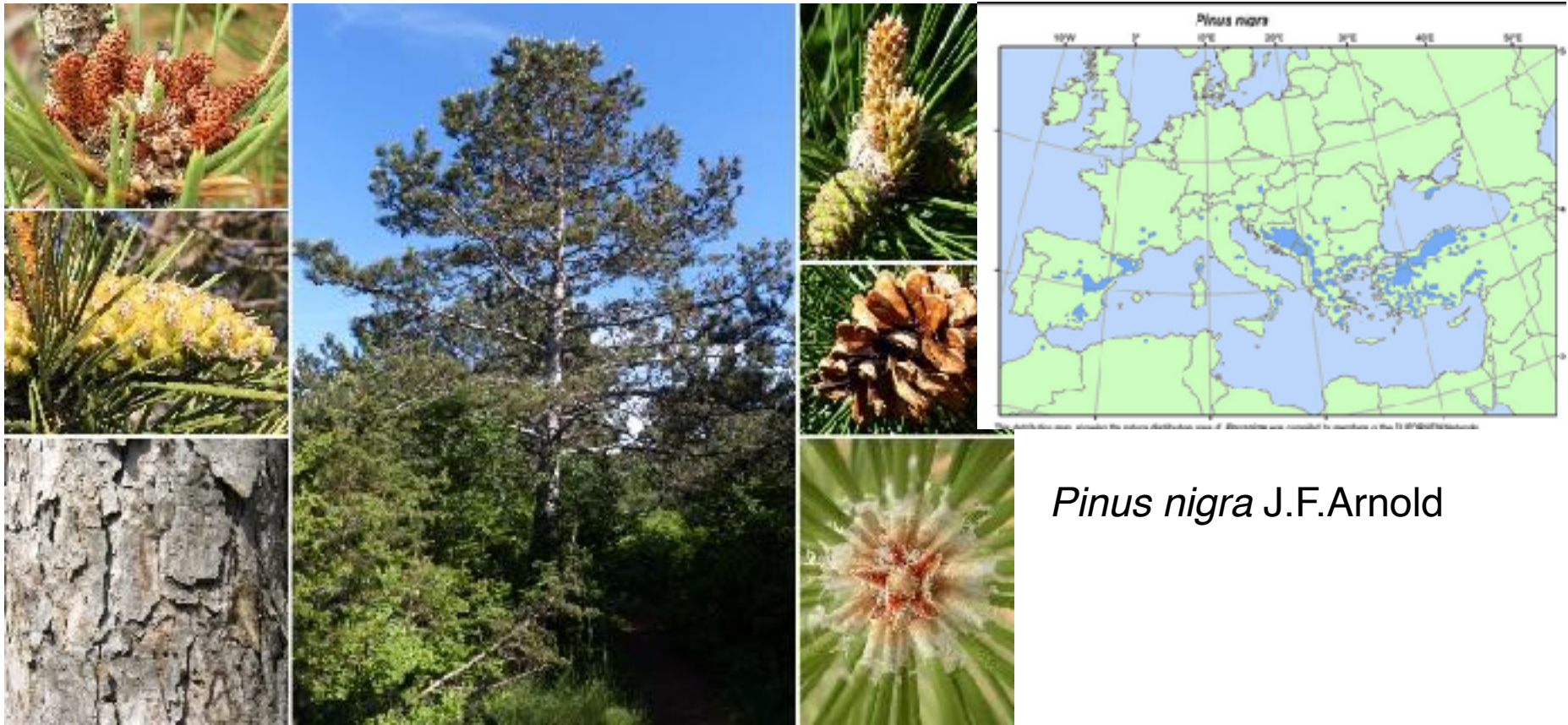


Pinus cembra L., unico pino quino in Italia. Affine a *P. sibirica*. Presente in Italia nella fascia Subalpina delle Alpi solo nelle catene interne più continentali.



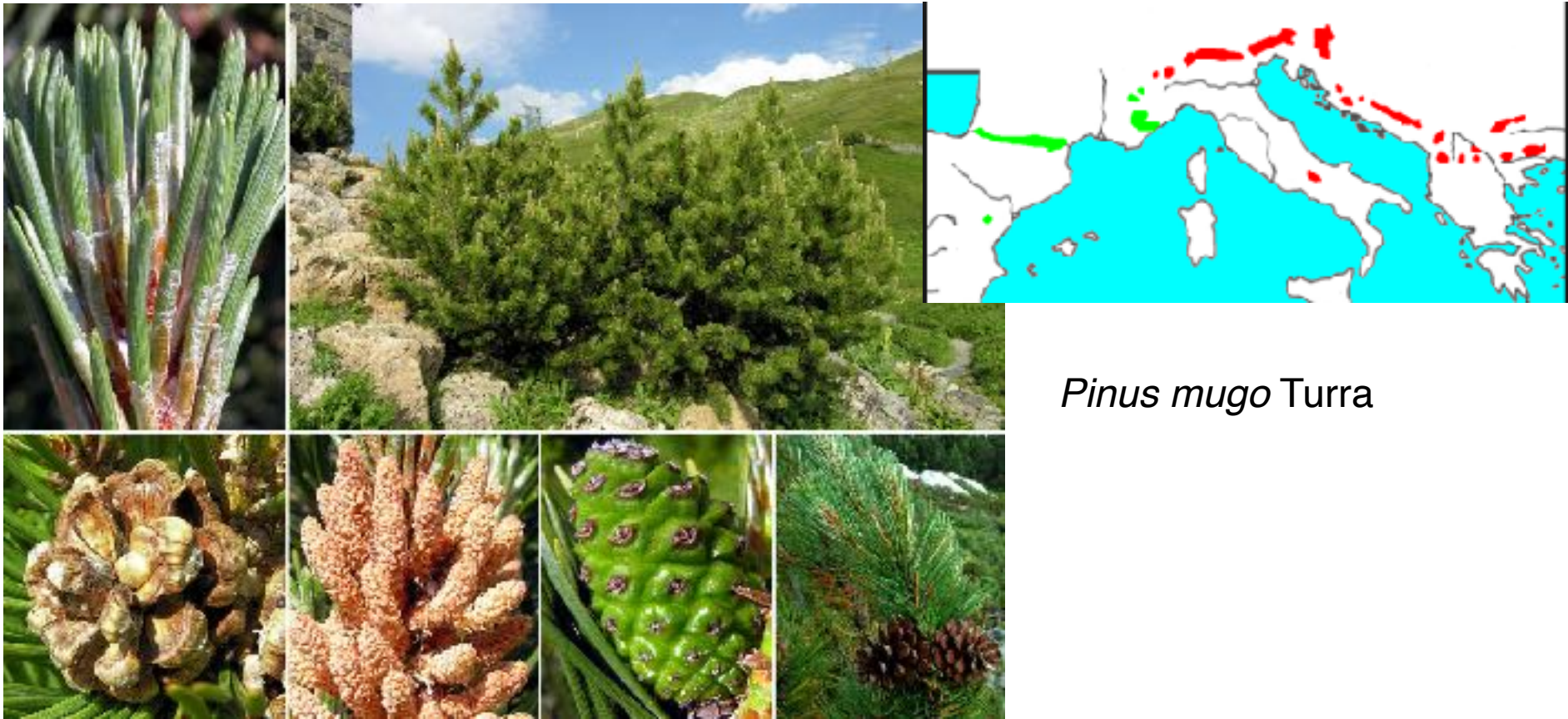
Pinus sylvestris L. (pino rosso).
Di origine Siberiana.

Specie che compare dopo gli incendi o altri eventi che riportano la successione della taiga scura dominata dall'abete rosso a uno stadio precedente. Grazie alla sua velocità di crescita, domina la successione secondaria. Ha due aghi per ciascun brachiblasto. Frequente nelle Alpi interne, con clima più continentale.



Pinus nigra J.F.Arnold

Pianta pioniera, che cresce anche sui ghiaioni, motivo per cui fu scelta dagli Austriaci per rimboschire il Carso, ove non è spontaneo. Non fa foreste climax, ma è solitamente parte dei processi di successione secondaria. È un relitto preglaciale, con le zone rifugiali nelle montagne dei Balcani, in Turchia e in Spagna. Presente nella fascia temperata. Molto simile al pino rosso. Ha due aghi per ciascun brachiblasto.



Pinus mugo Turra

Altro relitto preglaciale, che aveva le zone di rifugio nell'area Balcanica e in Spagna, oggi presente in Italia nella fascia subalpina, in ambienti calcarei. Ha una distribuzione simile al pino nero, anche se altitudini superiori (fascia subalpina), ed è capace di arrivare sino al limite degli alberi. Le popolazioni Balcaniche hanno portamento policormico, mentre quelli occidentali hanno portamento arboreo. Ha due aghi per ciascun brachiblasto.

Gli altri pini presenti in Italia sono legati alla vegetazione mediterranea. Quello forse più comune e noto è il *Pinus pinea* L., pino a ombrello o pino da pinoli, che però non è nativo dell'Italia. Probabilmente di origine anatolica, e fu portato in Italia dagli Etruschi, e poi ampiamente coltivato dai Romani per i pinoli. È bino, facile da riconoscere per la forma della chioma.

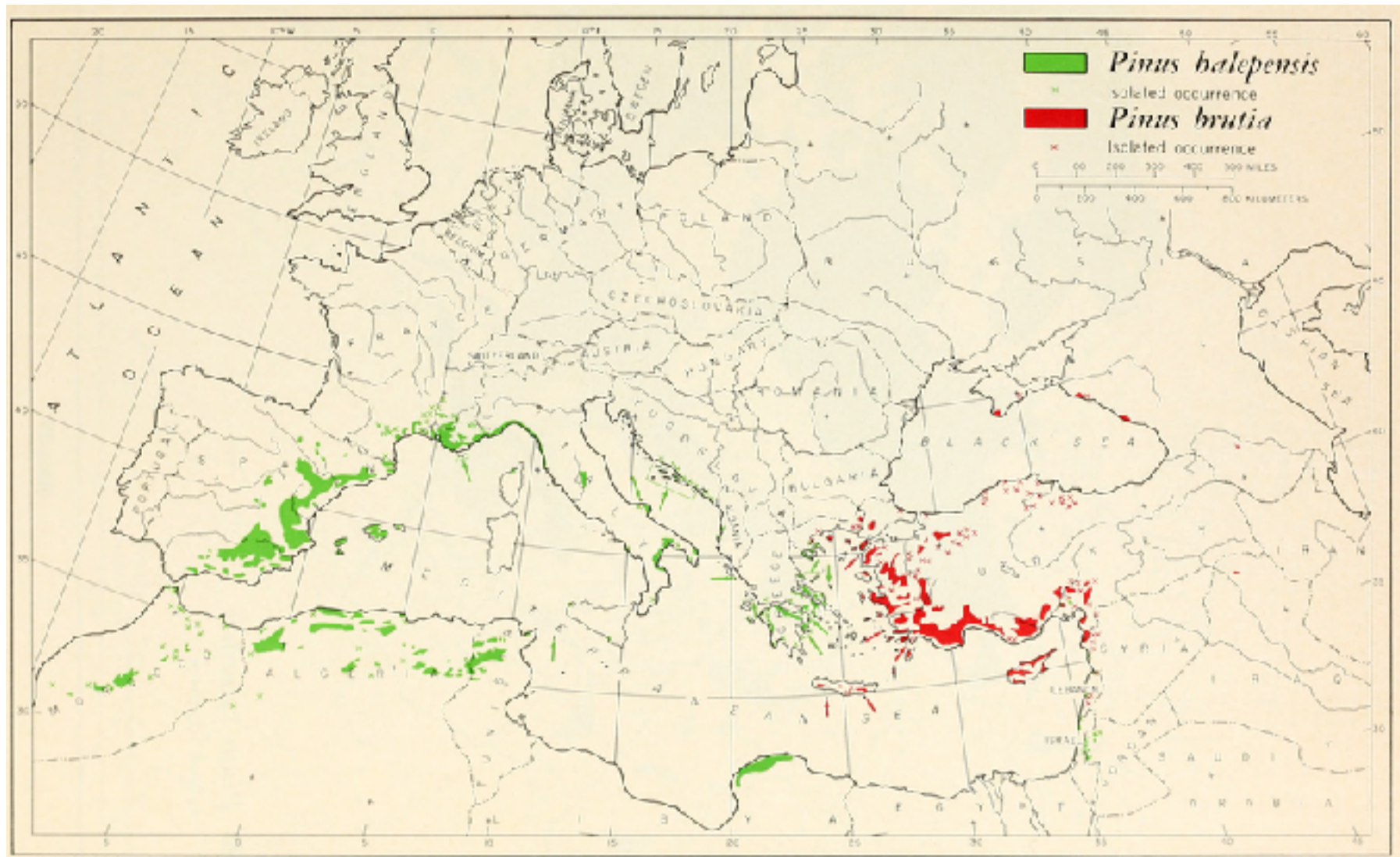




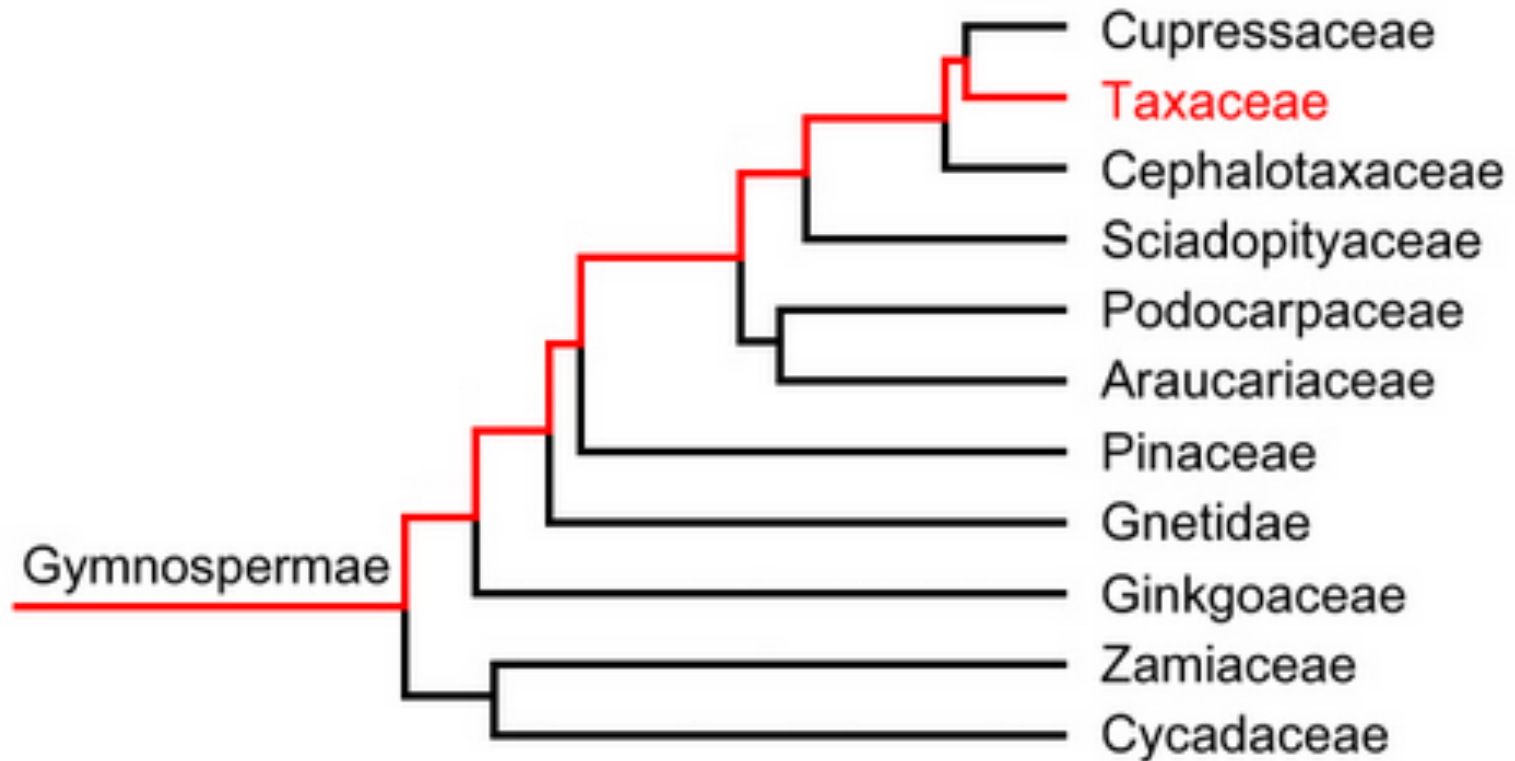
Pinus pinaster Aiton. Bino, ha aghi lunghissimi, fino a 20 centimetri. Potrebbe essere spontaneo in Italia, con alcune stazioni lungo la costa tirrenica. Viene piantato per consolidare i litorali.



Pinus halepensis Mill., pino d'Aleppo. Bino, è comunemente coltivato, ed è presente anche sulla costiera triestina. Anche nel suo caso si pensa che alcune stazioni Italiane siano autoctone.

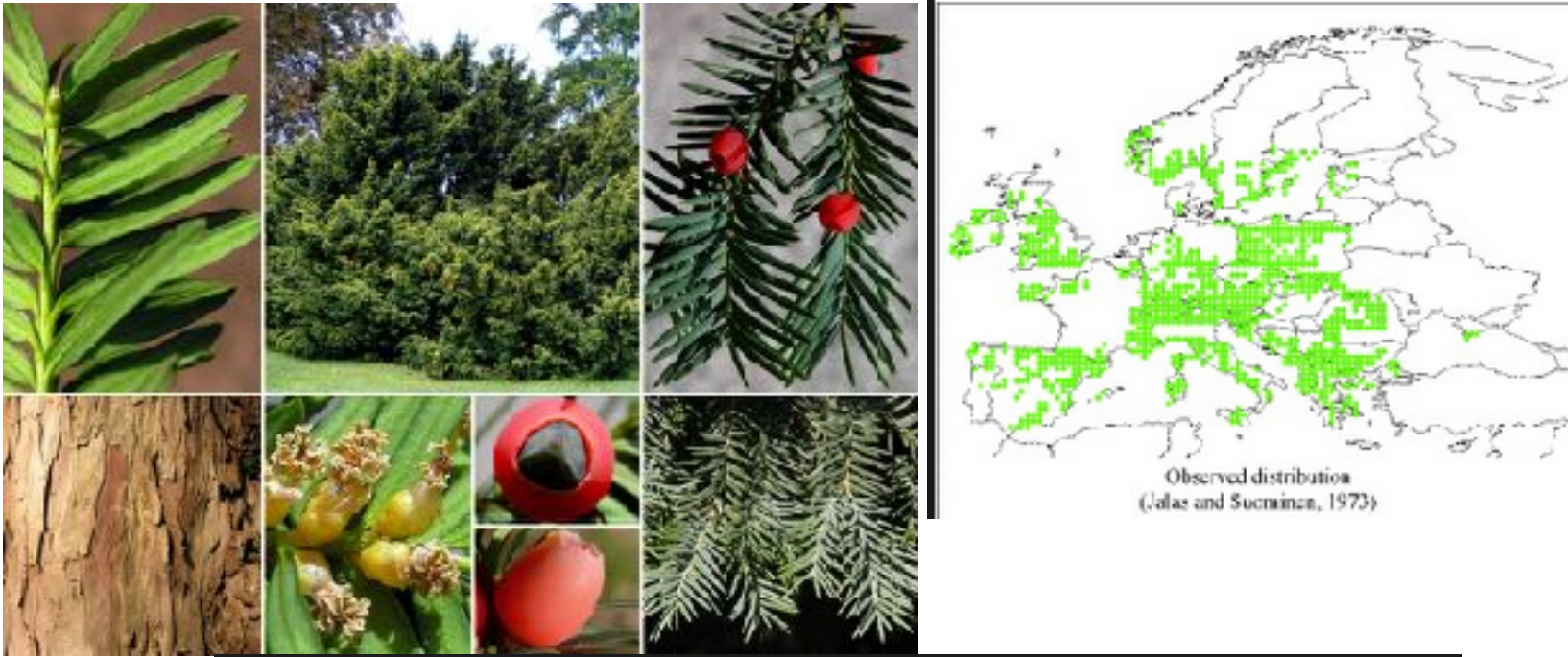


TAXACEAE



Delle Taxaceae, solo *Taxus baccata* L. è presente in Italia. Caratterizzato dal seme avvolto da un arillo carnoso, è inconfondibile. Anche se l'arillo è commestibile, viene detto albero della morte, perchè ogni sua altra parte è velenosissima.

Ha una storia simile all'abete bianco. Sull'Appennino era spontaneo, ma fu rimosso dai Romani, che gli preferivano il faggio poichè da quest'ultimo si ricavano pali dritti.



Taxus è un genere molto antico, diffuso in Italia nella fascia montana, soprattutto al centro-sud. In Sardegna sostituisce il faggio (che non è mai arrivato sull'isola).



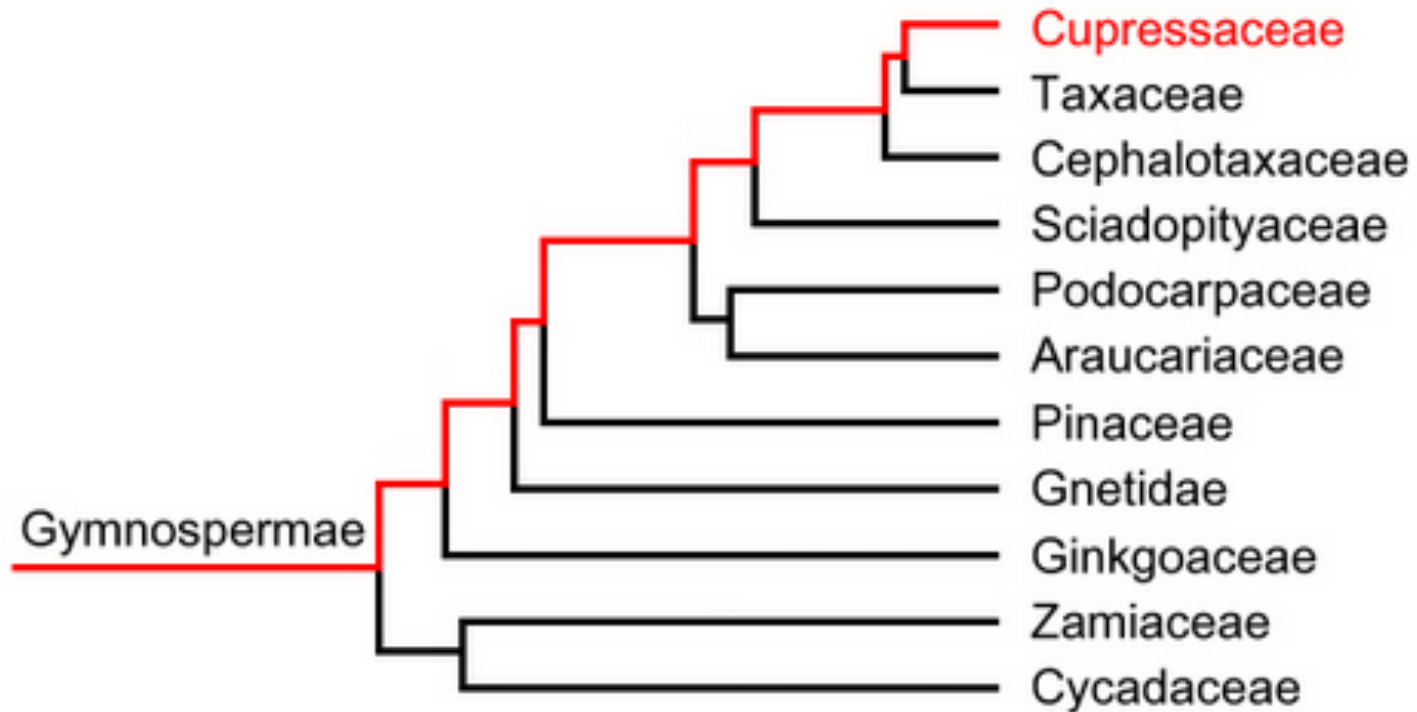
Esemplari di tasso sul Gennargentu, lasciati dai pastori per fornire ombra durante le giornate più calde.





Bosco di tasso in Sardegna

CUPRESSACEAE



Nella nostra flora comprendono fundamentalmente cipressi e ginepri. Tuttavia, nella nostra flora vi sono parecchie specie coltivate.

- 1 - Foglie squamiformi
 - 2 - Pigne carose
 - 2 - Pigne legnose
- 1 - Foglie aghiformi
- 3 - Rametti angolosi
- 3 - Rametti appiattiti
 - 4 Pigne sferiche
 - 4 Pigne ovali
- 5 - Foglie verticillate, con 1-2 strie bianche di sopra
- 5 foglie diverse. Pigne legnose
 - 6 - Foglie decidue, disposte a pettine
 - 6 - Foglie sempreverdi, non disposte a pettine

2

Juniperus

3

5

Cupressus

4

Chamaecyparis

Thuja, Platycladus, Calocedrus

Juniperus

6

Taxodium, Metasequoia

Sequoiadendron, Cryptomeria

Si distinguono dalle Pinaceae per le pigne con squame peltate (a forma di ombrellino), che, non essendo disposte a spirale su un asse allungato, danno una pigna di forma tondeggiante o ovale. Molte Cupressaceae hanno anche foglie squamiformi.





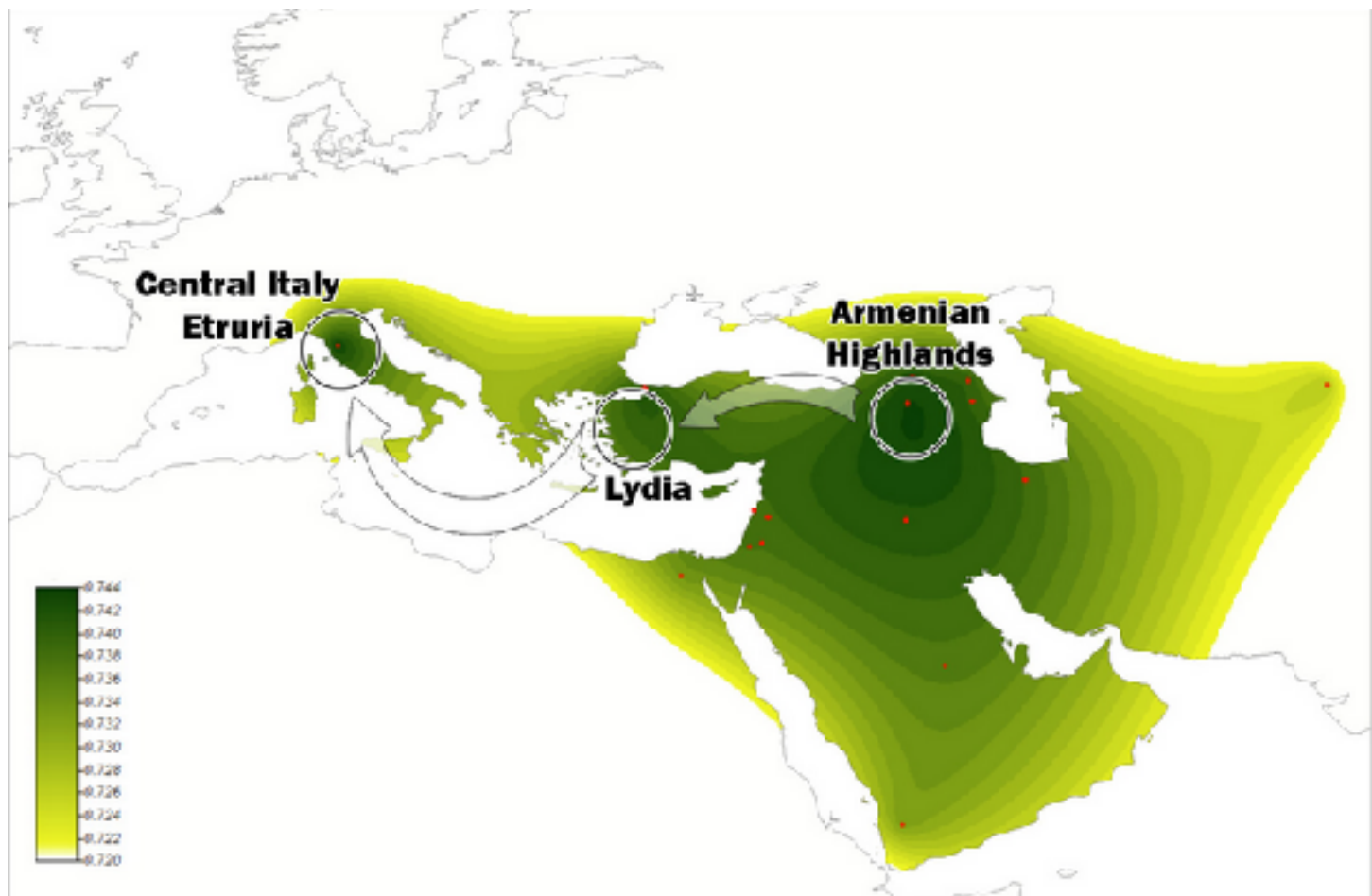
Hesperocyparis arizonica
(Greene) Bartel

Il genere *Cupressus* era considerato unico, con specie diffuse in Europa e America. Ora le specie americane sono attribuite al genere *Hesperocyparis*.

H. arizonica è una specie con foglie squamiformi glauche, colore dato dalle cere che le ricoprono, coltivata anche da noi.



Cupressus sempervirens L., anch'esso non spontaneo in Italia, nativo dell'area mediterranea e dell'Iran, e probabilmente portati in Italia dagli Etruschi. Sono ampiamente coltivati, soprattutto nei cimiteri, dove le radici ce hanno sviluppo verticale non scanzano il suolo.

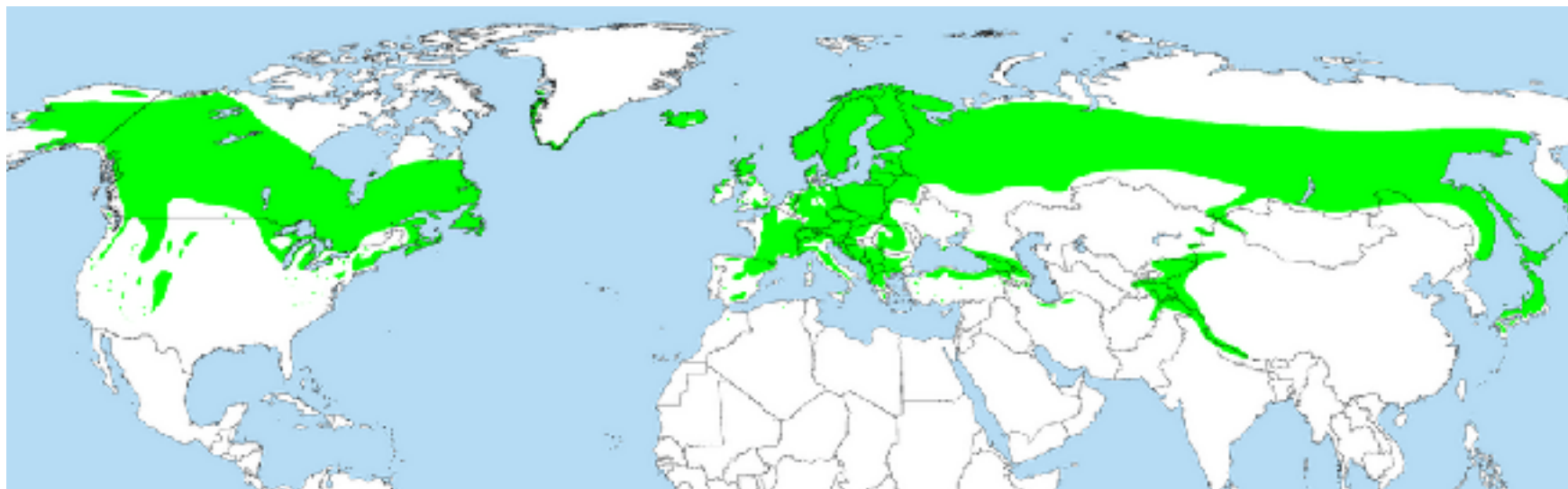


Il genere *Juniperus* è facile da riconoscere in quanto i garbugli sono carnosì. Sono spesso additati come “bacche”, ma sono pigne con le squame carnose.



Il ginepro comune (*Juniperus communis* L.) si distingue facilmente dai galbuli bluastri, e dalle foglie aghiformi con una striscia chiara sulla pagina inferiore. Ha una distribuzione circumboreale Euro-Siberiana

Distribuzione di *Juniperus communis*



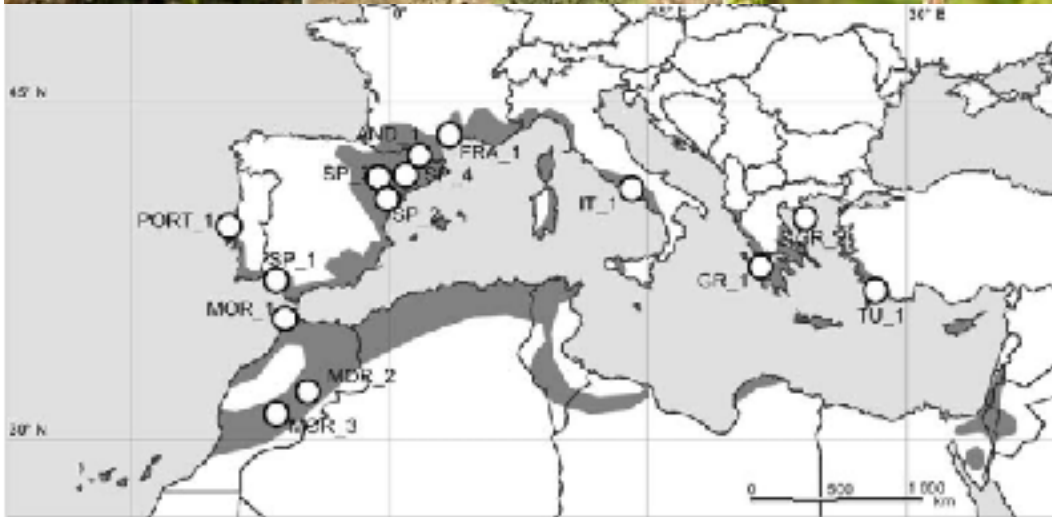
I ginepri mediterranei (*Juniperus macrocarpa* e *J. oxicedrus*) si distinguono da *J. communis* per le foglie aghiformi con due strisce bianche sulla pagina superiore. Inoltre i garbugli hanno un colore marroncino.





Juniperus phoenicea ha foglie squamiformi, e galbuli rosso scuro.

Ha una distribuzione tipicamente mediterranea.



Cupressaceae cultivate

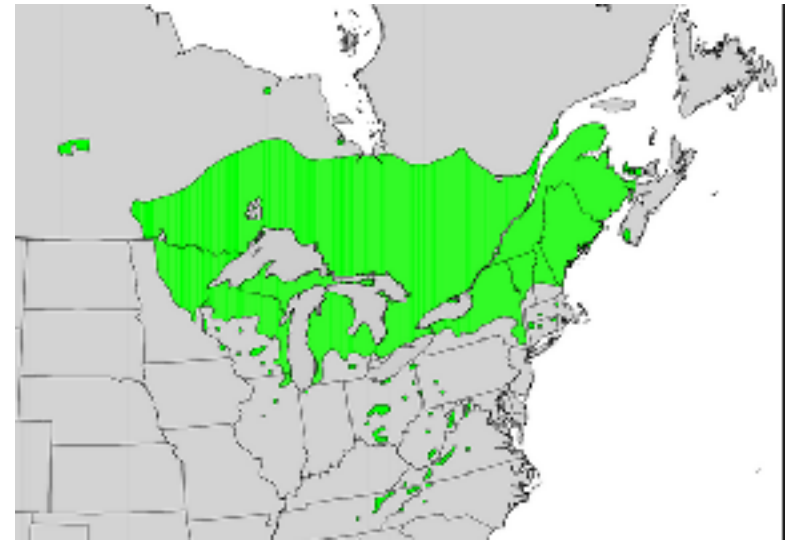
Genere *Chamaecyparis*: pigne tonde, simili al cipresso, foglie squamiformi ma su rami appiattiti.
Coltivato in parchi e giardini.



Genere *Calocedrus*, con pigne ovali lisce, e rametti appiattiti. Anche questo genere è coltivato in parchi e giardini, come quello di via Giulia.



Platycladus (Thuja) orientalis, anche questa con rametti appiattiti e pigne ovali lisce

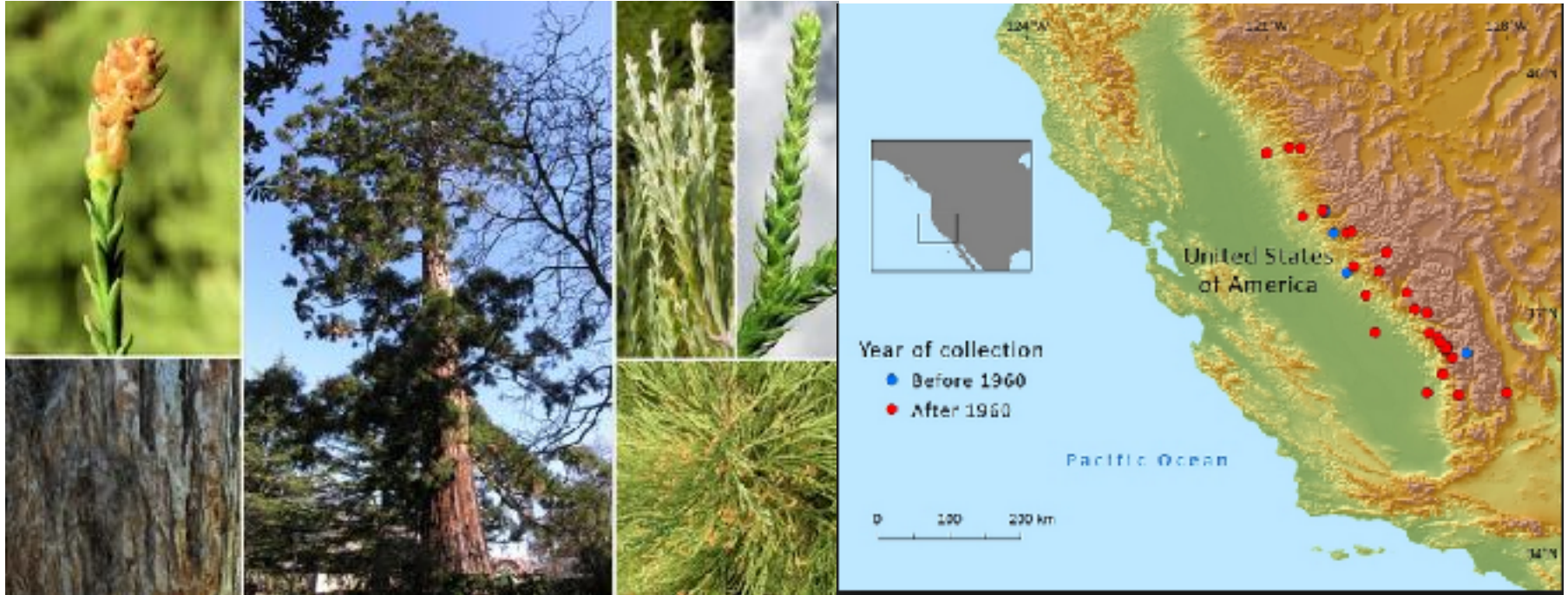


Thuja occidentalis, rametti appiattiti e pigne ovali ma uncinatae.



Sequoiadendron giganteum (Lindley) J.Buchholz

I semi delle sequoie come quelli dei cisti germinano solo dopo lo shock termico degli incendi. Per cui per mantenere le popolazioni questa specie è necessario consentire anche alcuni incendi facciano il loro corso senza essere spenti.



Taxodium disticum, specie delle coste dell'America sud-orientale, caratterizzata da avere radici aeree, per poter sopravvivere in suoli perennemente imbibiti, e quindi tendenzialmente anossici.

Specie decidua, è coltivata anche nella bassa pianura friulana, in parchi e giardini.





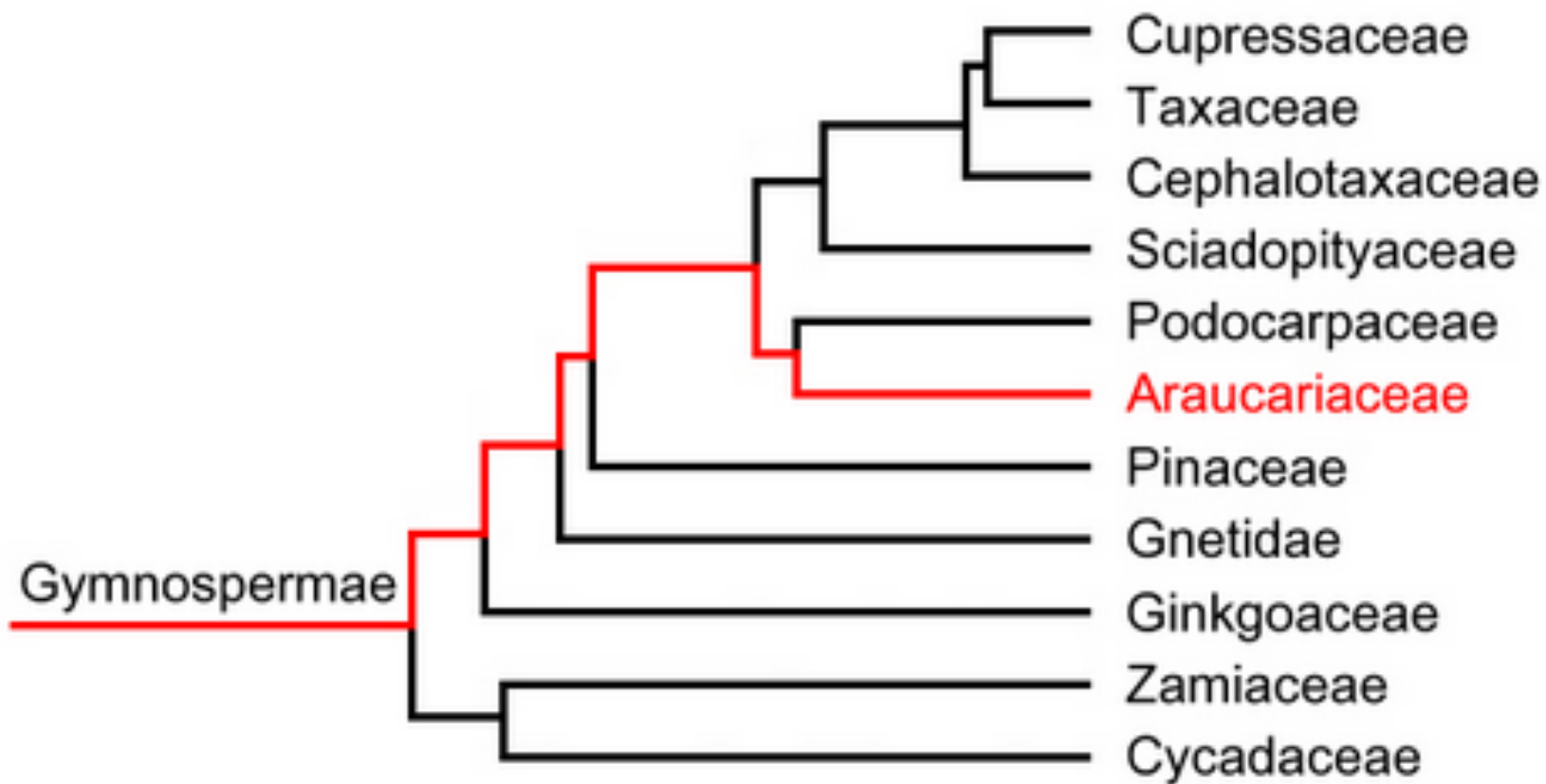
Cryptomeria japonica



Specie che viene dall'Asia orientale, coltivata di frequente anche da noi.



ARAUCARIACEAE





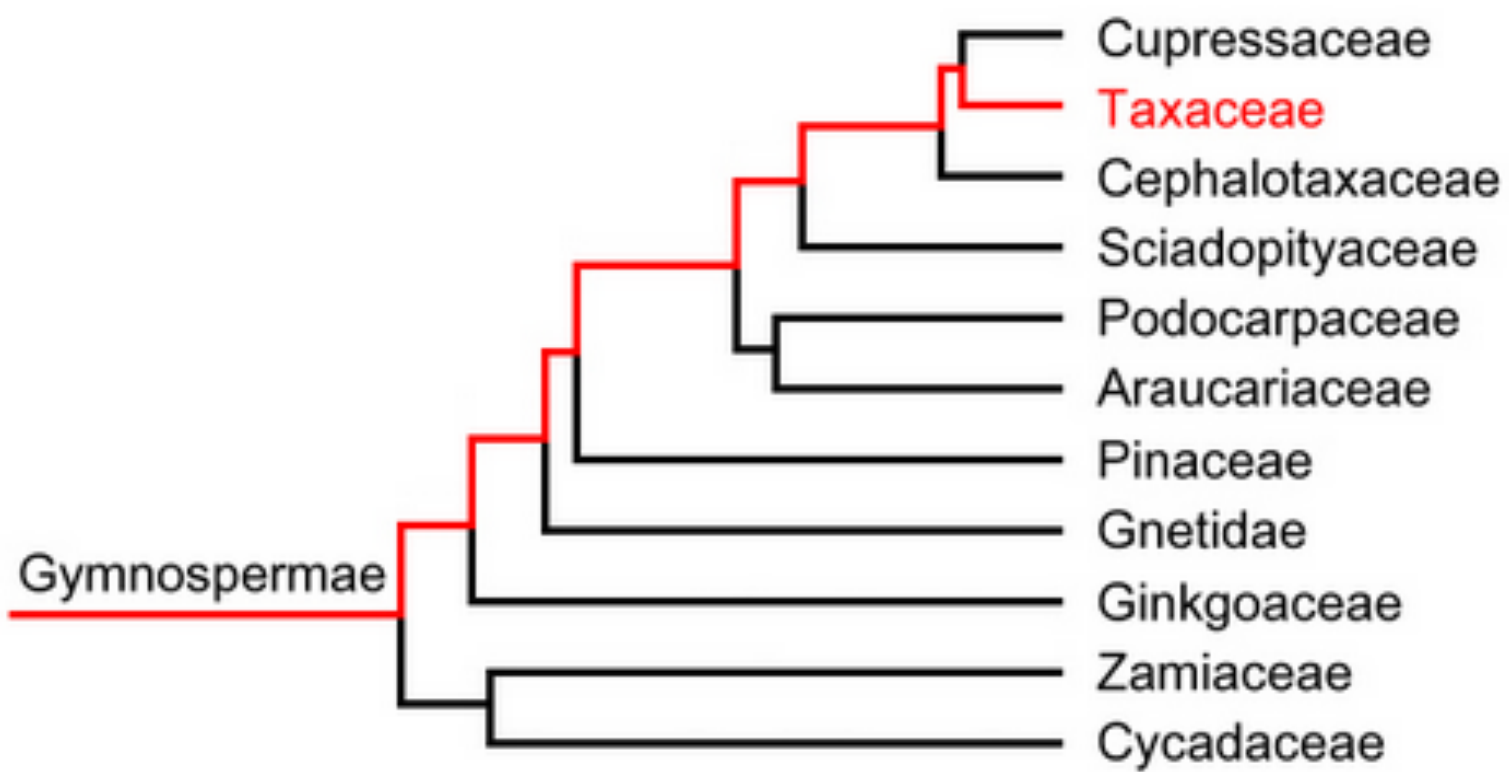
Araucaria araucana (Molina) K. Koch

Rami e tronchi sono coperti da foglie squamiformi



Bosco di *Araucaria* sulle Ande

GNETIDAE

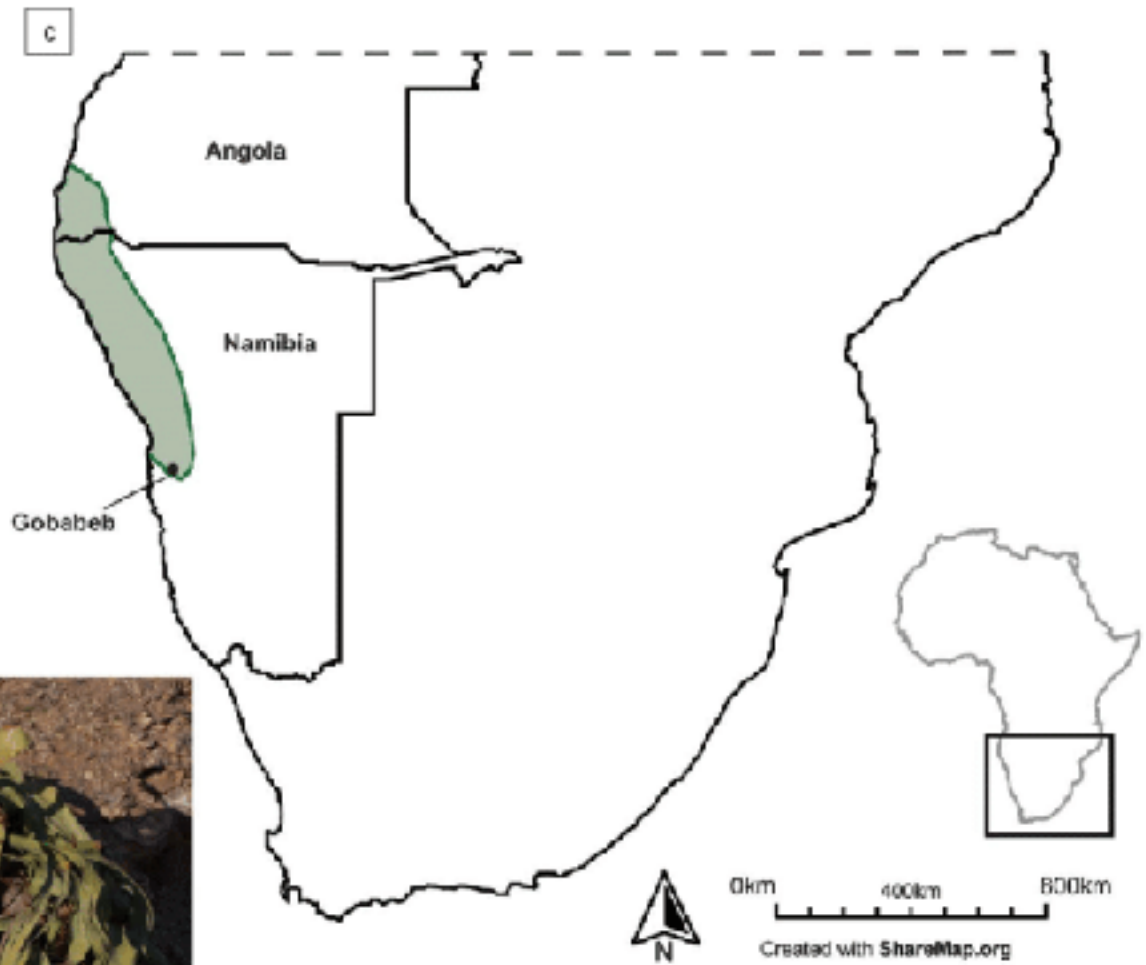




Ephedra distachya L., con foglie ridotte a piccole squame. Pianta mediterranea, presente al Sud Italia.



Welwitschia mirabilis



SUMMARY TABLE Gymnosperm Phyla with Living Representatives

| PHYLUM | REPRESENTATIVE GENUS OR GENERA | TYPE OF TRACHEARY ELEMENT(S) | PRODUCE MOTILE SPERM? | POLLEN TUBE A TRUE SPERM CONVEYOR? | TYPE OF LEAVES PRODUCED | MISCELLANEOUS FEATURES |
|-------------------------------|---|-------------------------------|-----------------------|------------------------------------|--|--|
| Coniferophyta (conifers) | <i>Abies</i> , <i>Picea</i> , <i>Pinus</i> , and <i>Tsuga</i> | Tracheids | No | Yes | Most needlelike or scalelike | Ovulate and microsporangiate cones on same plant; ovulate cones compound; pine needles in fascicles |
| Cycadophyta (cycads) | <i>Cycas</i> and <i>Zamia</i> | Tracheids | Yes | No | Palmlike | Ovulate and microsporangiate cones simple and on separate plants |
| Ginkgophyta (maidenhair tree) | <i>Ginkgo</i> | Tracheids | Yes | No | Fan-shaped | Ovules and microsporangia on separate plants; fleshy-coated seeds |
| Gnetophyta (gnetophytes) | <i>Ephedra</i> , <i>Gnetum</i> , and <i>Welwitschia</i> | Tracheids and vessel elements | No | Yes | <i>Ephedra</i> : small scalelike leaves; <i>Gnetum</i> : relatively broad, leathery leaves arranged in pairs; <i>Welwitschia</i> : two enormous, strap-shaped leaves | Ovulate and microsporangiate cones compound, borne on separate plants, except for some species of <i>Ephedra</i> ; plants have conifer-like and angiosperm-like features; leaves borne in opposite pairs |