

Tallofite

PIANTE

Cormofite

NON VASCOLARI

BRIOFITE

MUSCHI, EPATICHE, ANTOCEROTE

VASCOLARI

Piante vascolari Senza semi

Crittogame

Lycophyta, Sphenophyta,
Pteridophyta

Lycopodium,
Selaginella
Felci, Equiseti

SPERMATOFITE

(Con semi)

GIMNOSPERME, ANGIOSPERME

DICOTILEDONI, MOCOTILEDONI

Le SPERMATOFITE

Le spermatofite sono piante vascolari dotate di **OVULO** dal quale si sviluppa il **SEME**.

Caratteri distintivi di queste piante:

- Piante eterosporee
- **Macrosporangi avvolti da tegumenti (OVULO)**
- Ciclo aplo-diplonte
- Accrescimento ramificato
- Sporofito perenne, talvolta di grandi dimensioni, gametofito a vita breve e di dimensioni ridottissime
- Alcune con accrescimento secondario

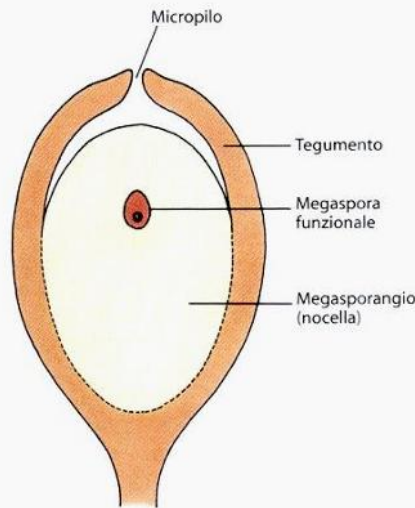


Figura 20.2 Sezione longitudinale di un ovulo costituito da un megasporangio (nucella) avvolto da un tegumento con un'apertura, il micropilo, all'estremità apicale. Una singola megaspora funzionale all'interno del megasporangio darà origine a un megagametofito, che è racchiuso all'interno del megasporangio. In seguito alla fecondazione, l'ovulo matura in seme che diventa l'unità di diffusione.

Raven P.H., Ray F.E., Eichhorn S.E., 2002 – Biologia delle piante. (6° ed.) ZANICHELLI

Le spermatofite

Eterosporia

megasporangio avvolto da tegumenti →

ovulo → seme

microsporangio → sacca pollinica →

microgametofito (polline)

ciclo aplodiplonte digenetico eteromorfo con sporofito dominante nel tempo e nello spazio



Rivestimenti

Quindi:

Tutte le piante a seme sono eterosporee, cioè producono megaspore e microspore che danno origine a megagametofiti e microgametofiti.

La produzione del seme rappresenta una forma estrema di eterosporia .

Attualmente le piante
vengono raggruppate in
distinte:

- Cycadophyta
 - Coniferophyta
 - Ginkgophyta
 - Gnetophyta
 - Magnoliophyta - Ang
- } Gir



Tra le piante a seme estinte vanno ricordate le
Progimnosperme e le felci a seme

Gimnosperme ed Angiosperme

- La generazione gametofitica è sempre più piccola e in nessun caso autonoma
- Compare l'ovulo e il **seme**

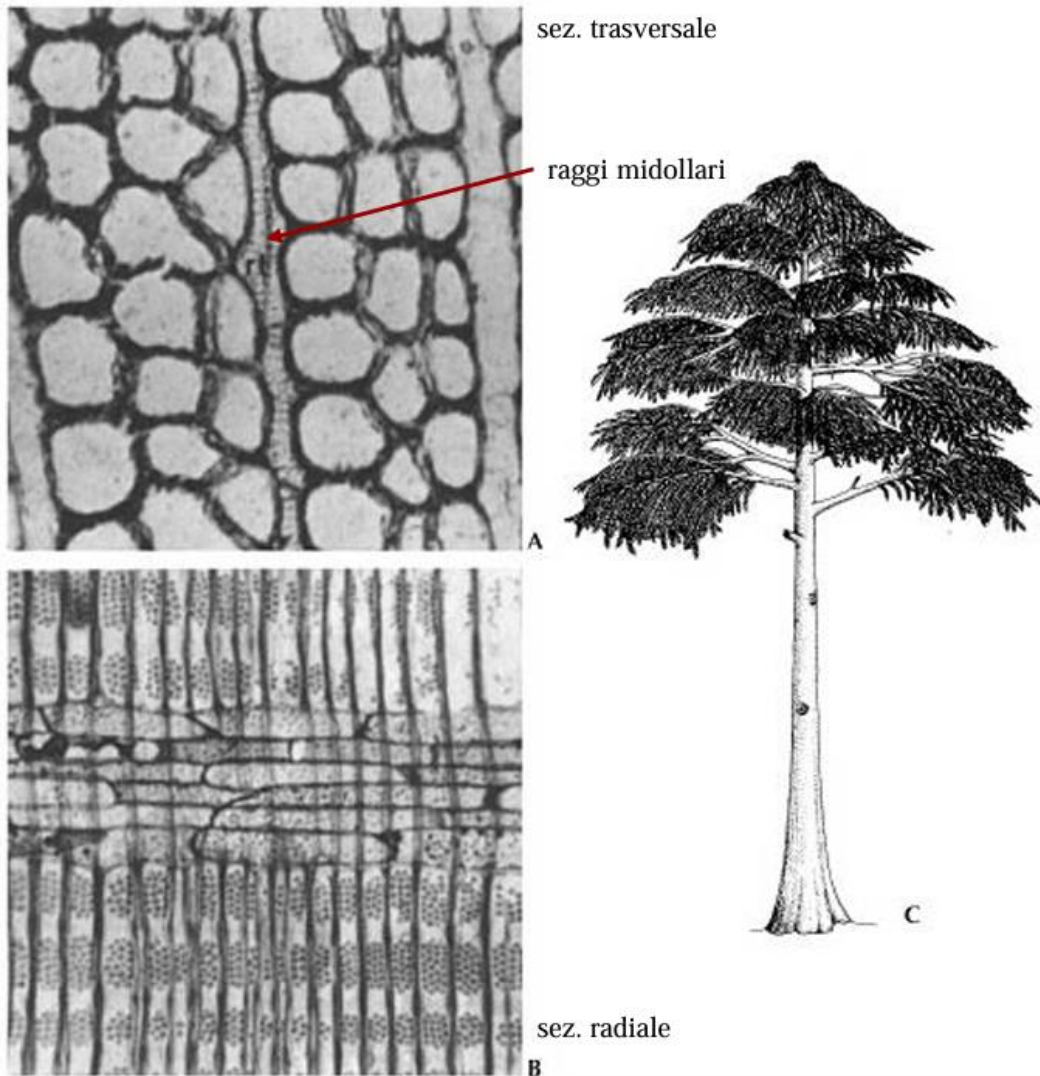
Gimnosperme a seme nudo!

Le Spermatofite non necessitano più di acqua per la riproduzione sessuale. I gameti maschili non sono più flagellati tranne che nelle *Citadee* e *Ginkgoaceae* dove i gameti maschili rilasciati dal tubetto pollinico sono comunque ciliati.

progimnosperme

Archaeopteris sp.

(360-410 MA,
Devoniano)
pianta con struttura da
gimnosperma con
accrescimento
secondario e legno
omoxilo. Riproduzione
mediante **spore**



Pupillo P. *et al.* (a cura di), 2003 – Biologia vegetale. ZANICHELLI

Gimnosperme estinte

Medullosa noei Steidtmann

felce a seme o
Pteridosperma del
Carbonifero (300 MA)

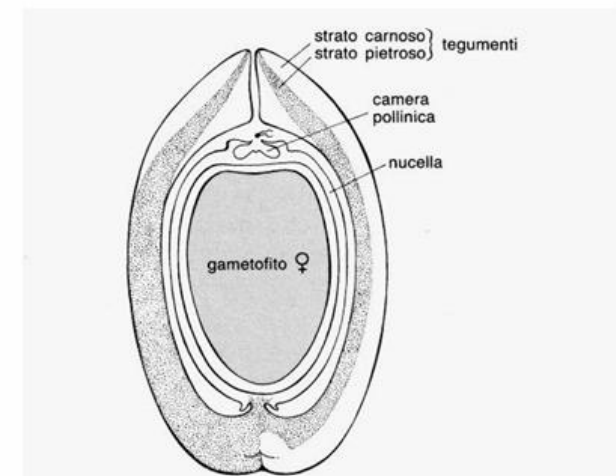


FIG. 37.10 • Ricostruzione della struttura di un ovulo di una Pteridosperma fossile (*Pachyteta*), in cui la nucella non è ancora cresciuta con i tegumenti che l'avvolgono. (Da Taylor).

Da alcune Progimnosperme si sono evolute diverse Divisioni, di queste 4 hanno rappresentanti viventi:

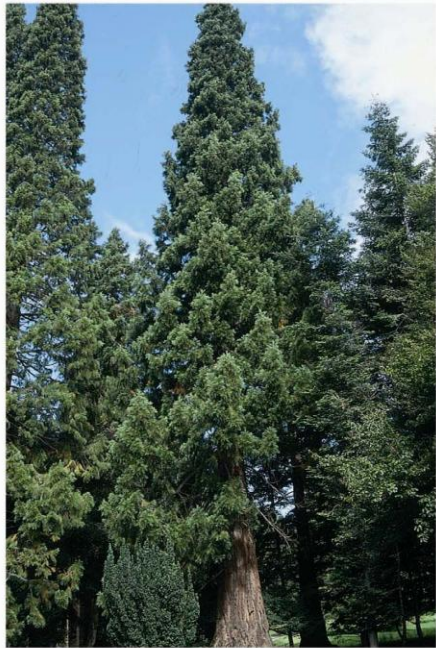
- **Cycadophyta** (cicadee)
- **Ginkgophyta** (*Ginkgo biloba*)
- **Coniferophyta** (conifere)
- **Gnetophyta** (gnetofite).



(a)



(b)



(c)



(d)

I tessuti

Tessuti conduttori

I TESSUTI CONDUTTORI sono adibiti alle funzioni di trasporto.

Dal punto di vista evolutivo sono comparsi insieme ai tessuti di sostegno all'aumentare delle dimensioni delle piante.

Le piante che possiedono questi tessuti sono dette PIANTE VASCOLARI

I tessuti conduttori presentano delle caratteristiche comuni:

- Cellule allungate sovrapposte in file in direzione del trasporto
- Cellule con pareti trasversali fortemente oblique per aumentare la superficie di contatto
- Cellule con pareti trasversali più o meno perforate

XILEMA

Linfa grezza
(acqua+soluti)

Da radice a altre parti

Tessuto VASCOLARE xilematico

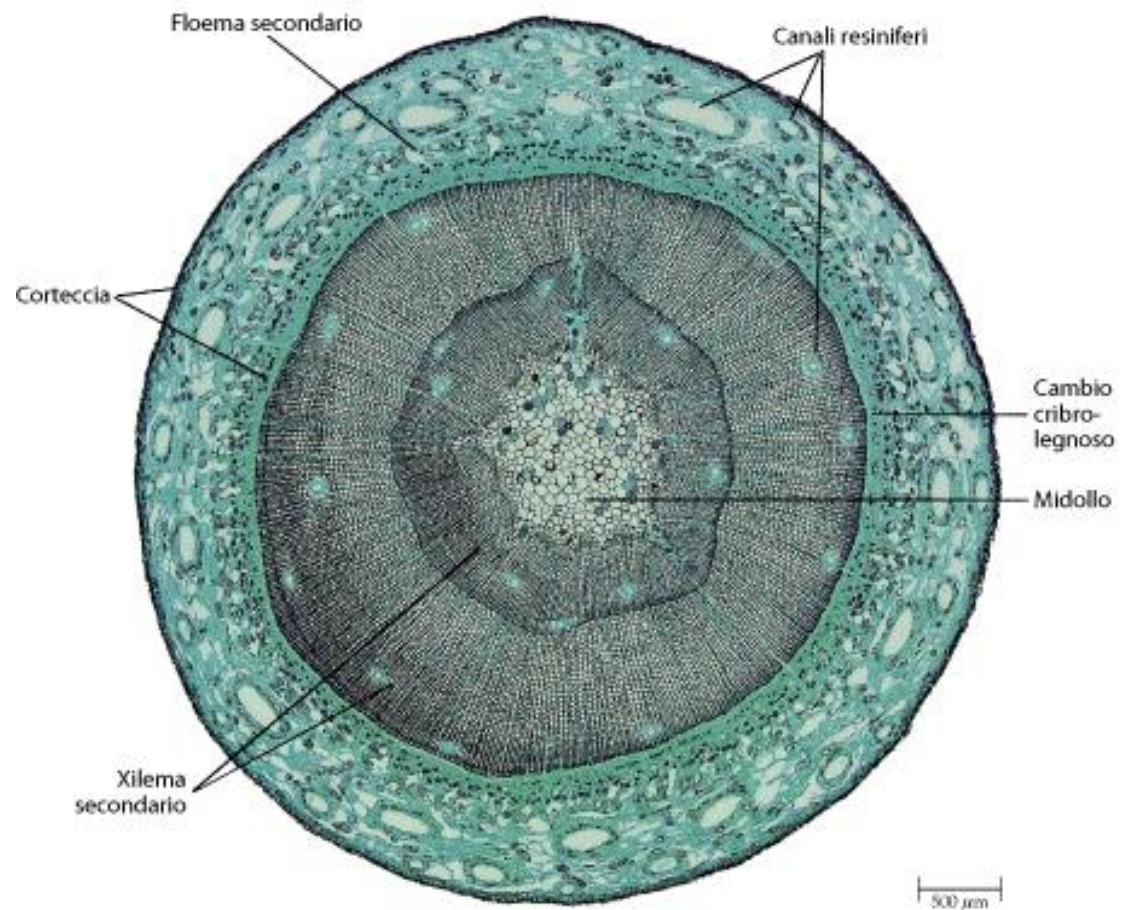
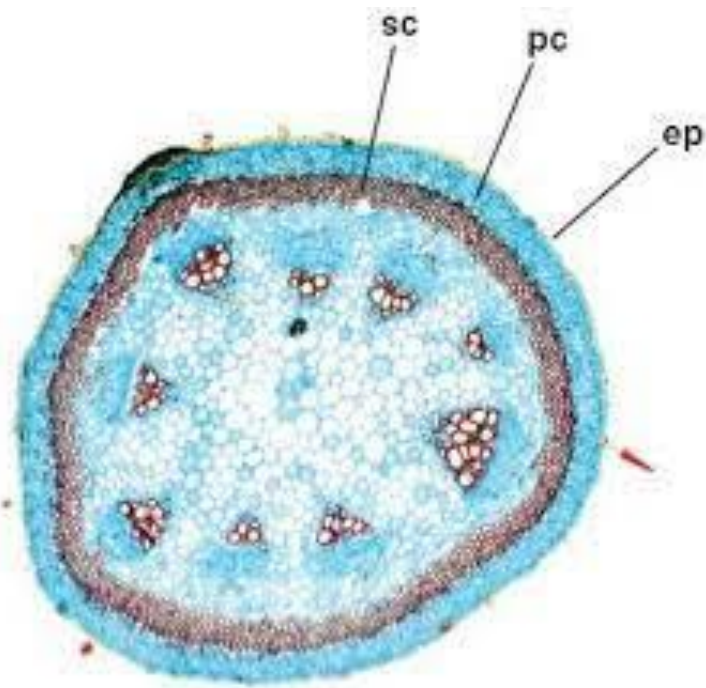
FLOEMA

Prodotti del
metabolismo

Da foglie a altre parti

Tessuto CRIBROSO

Nelle Gimnosperme



Tessuto vascolare delle gimnosperme

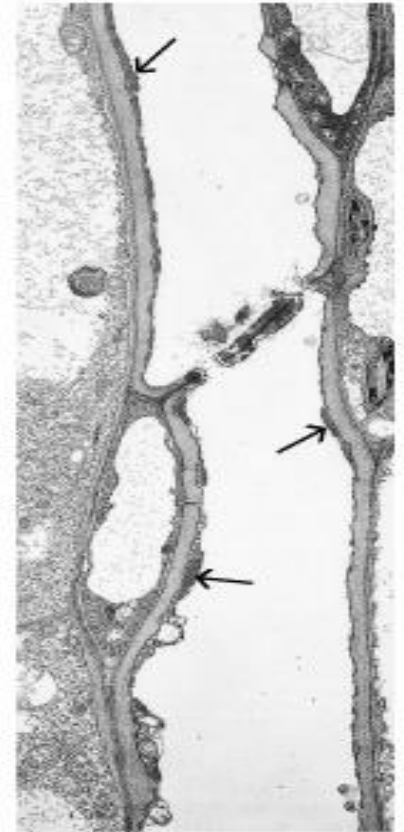


(a)

tracheide



(b)



Cellule cribrose con
cellule albuminose

Xilema secondario delle Gimnosperme

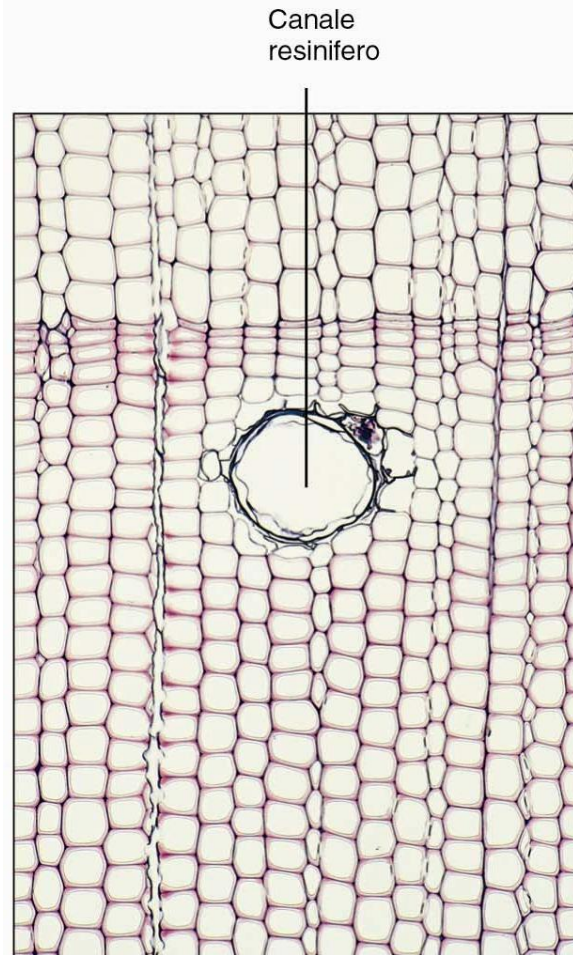
È costituito da un solo tipo di elementi xilematici con funzione di conduzione e meccanica, le **fibrotracheidi**. Cellule parenchimatiche associate allo xilema sono presenti solo in alcune specie. Questa composizione omogenea dello xilema secondario forma il legno **OMOXILO**.

Nelle regioni con alternanza di stagioni si riconoscono:

- Xilema o legno primaverile, caratterizzato da tracheidi con lume più ampio e molte punteggiature
- Xilema o legno estivo con tracheidi con parete più spessa e lume più piccolo

I raggi midollari sono uniseriati

Il fusto e la radice hanno struttura secondaria e presentano legno omoxilo

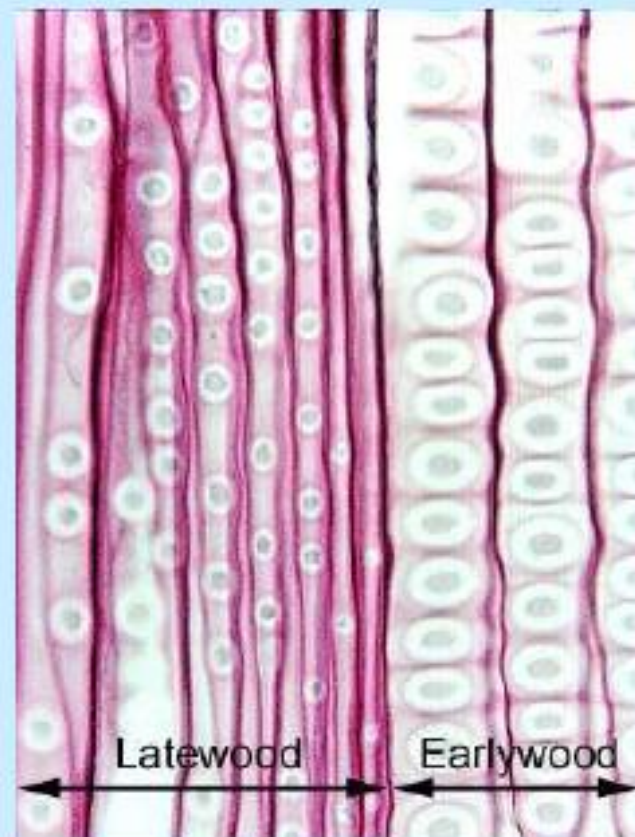
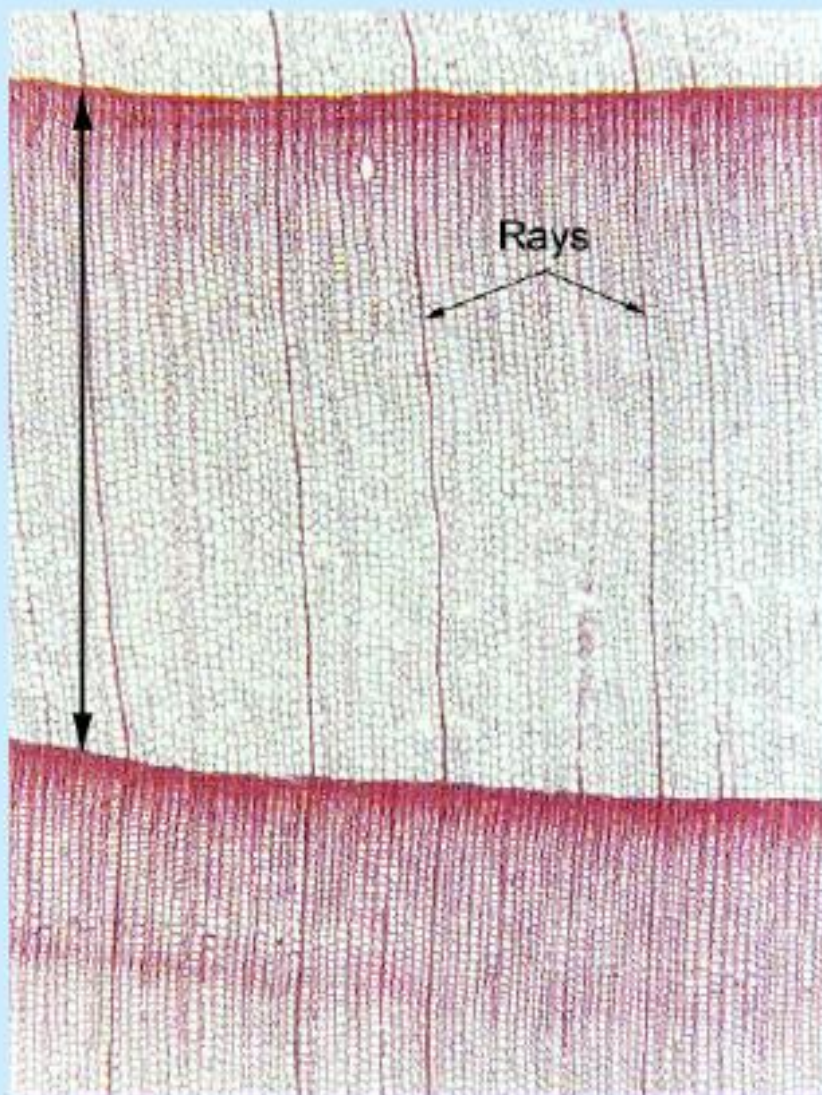


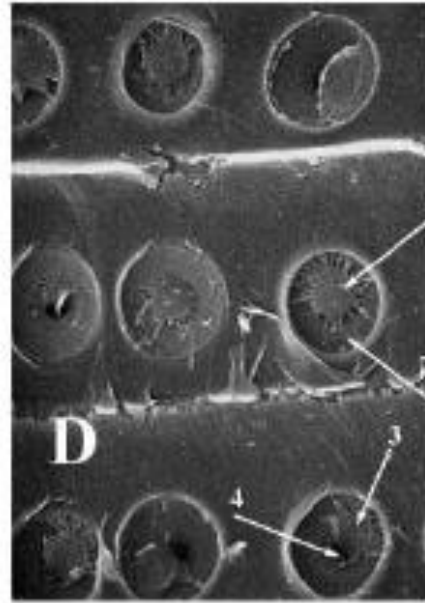
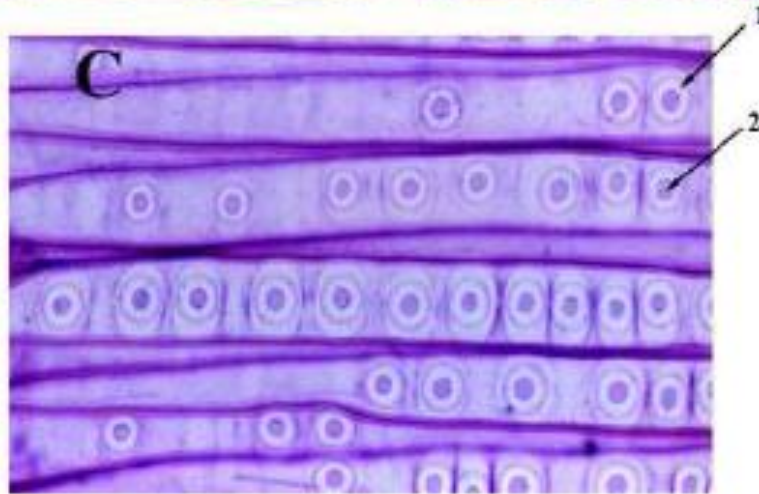
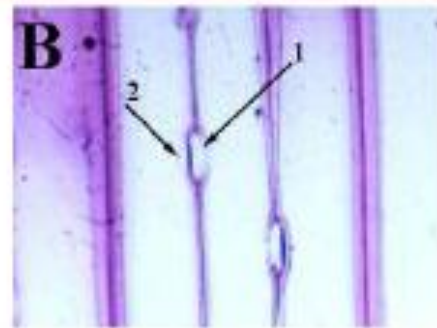
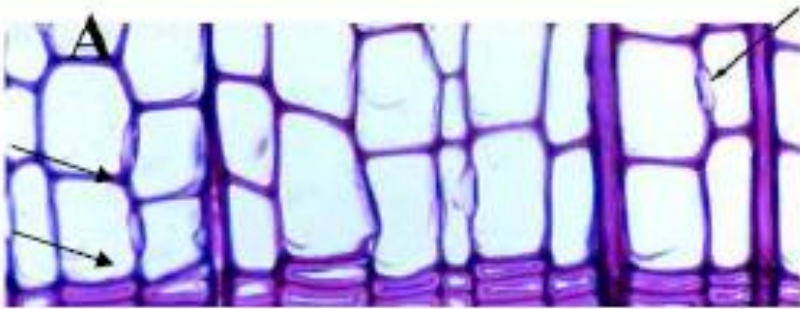
(a)



(b)

Legno omoxilo delle gimnosperme

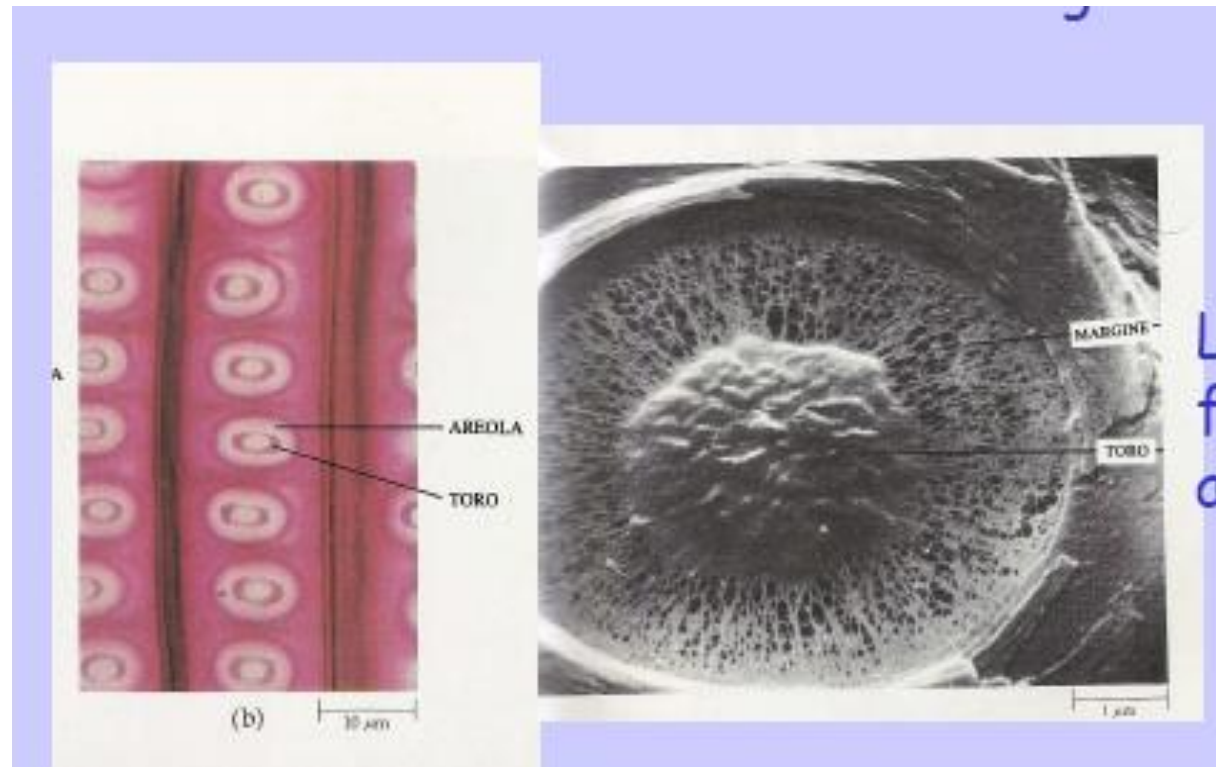




Lo xilema delle gimnosperme, conifere in particolare, è costituito da fibrotracheidi con punteggiature areolate.

Le tracheidi delle conifere sono caratterizzate dalla presenza del **TORO**.

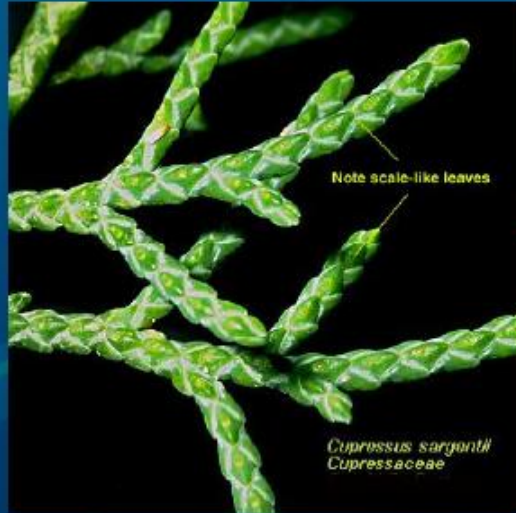
Ognuna delle due punteggiature fra due tracheidi presenta il toro, cioè una porzione di membrana plasmatica ispessita posta al centro dell'areola. La membrana è flessibile e in certe occasioni può bloccare una o tutte e due le aperture per impedire il flusso idrico.



Il corno delle Gimnosperme

La forma e le dimensioni delle foglie sono molto diverse nei vari *taxa*

Le foglie



Le foglie delle conifere sono foglie semplici, ma sono macrofille

- Araucaria (vivono molti anni)







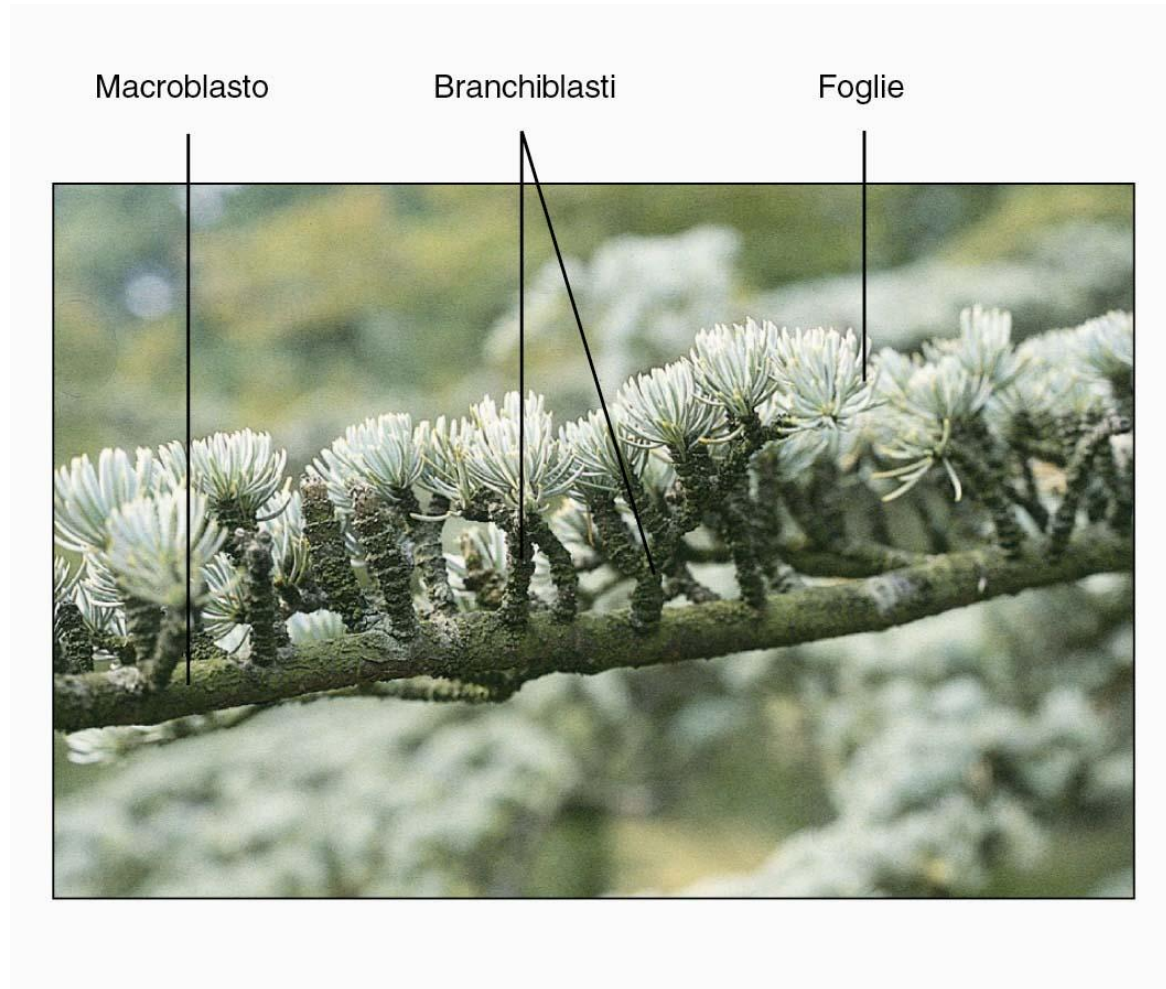
Tipiche foglie di *Pinus halepensis* Mill. riunite a coppie in una guaina membranacea su brachiblasti

Alcune gimnosperme, tra cui i pini, hanno due tipi di rami: i macroblasti ed i brachiblasti.

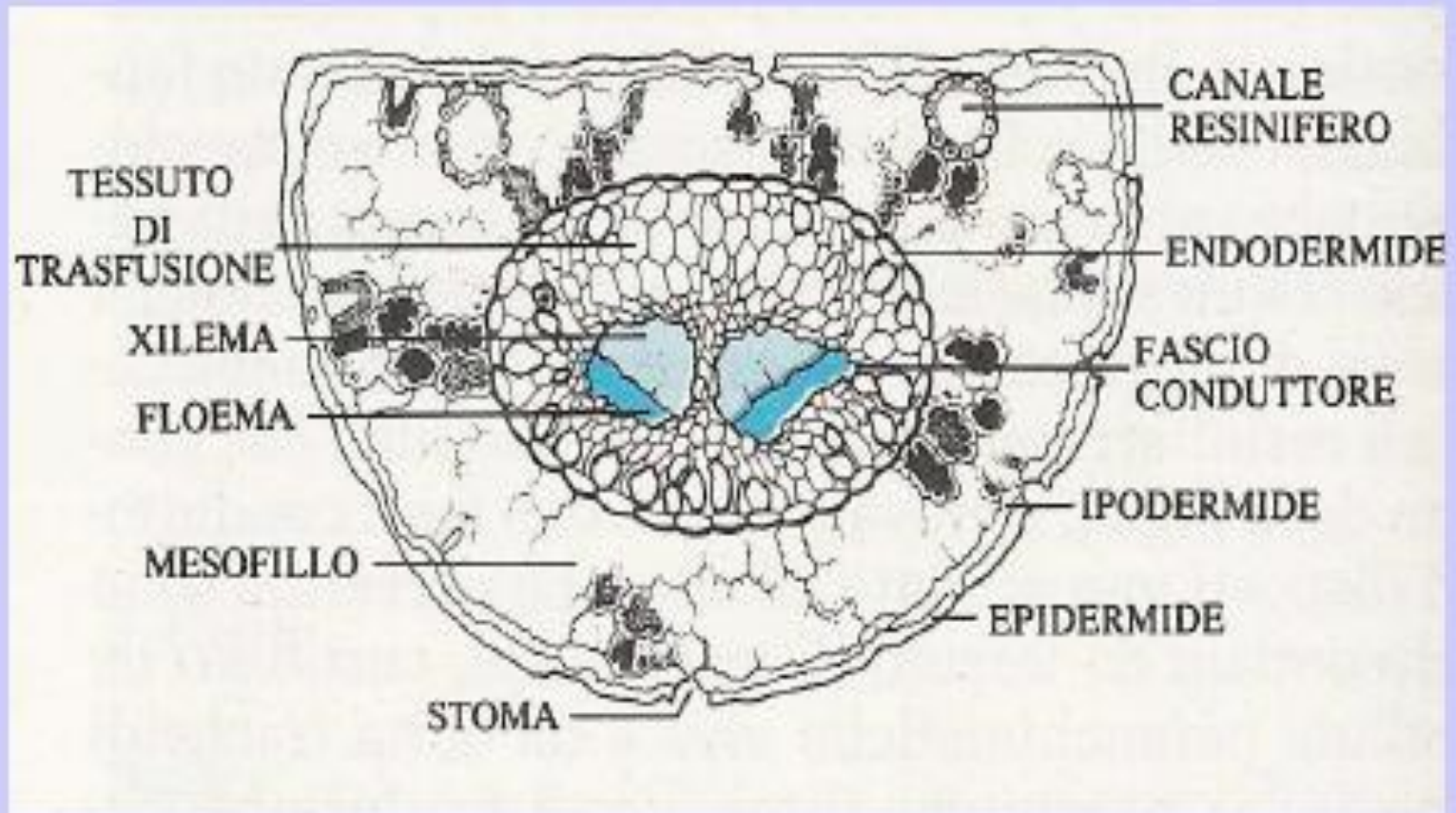
Sui macroblasti, ad accrescimento indefinito, si formano piccole foglie di consistenza papiracea, alla cui ascella si formano i brachiblasti.

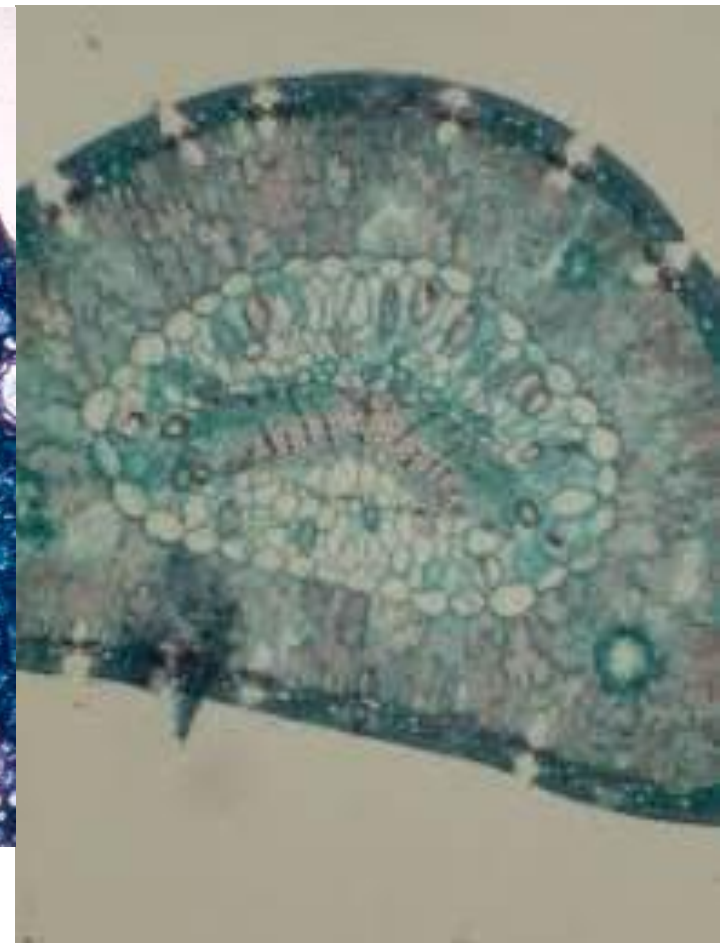
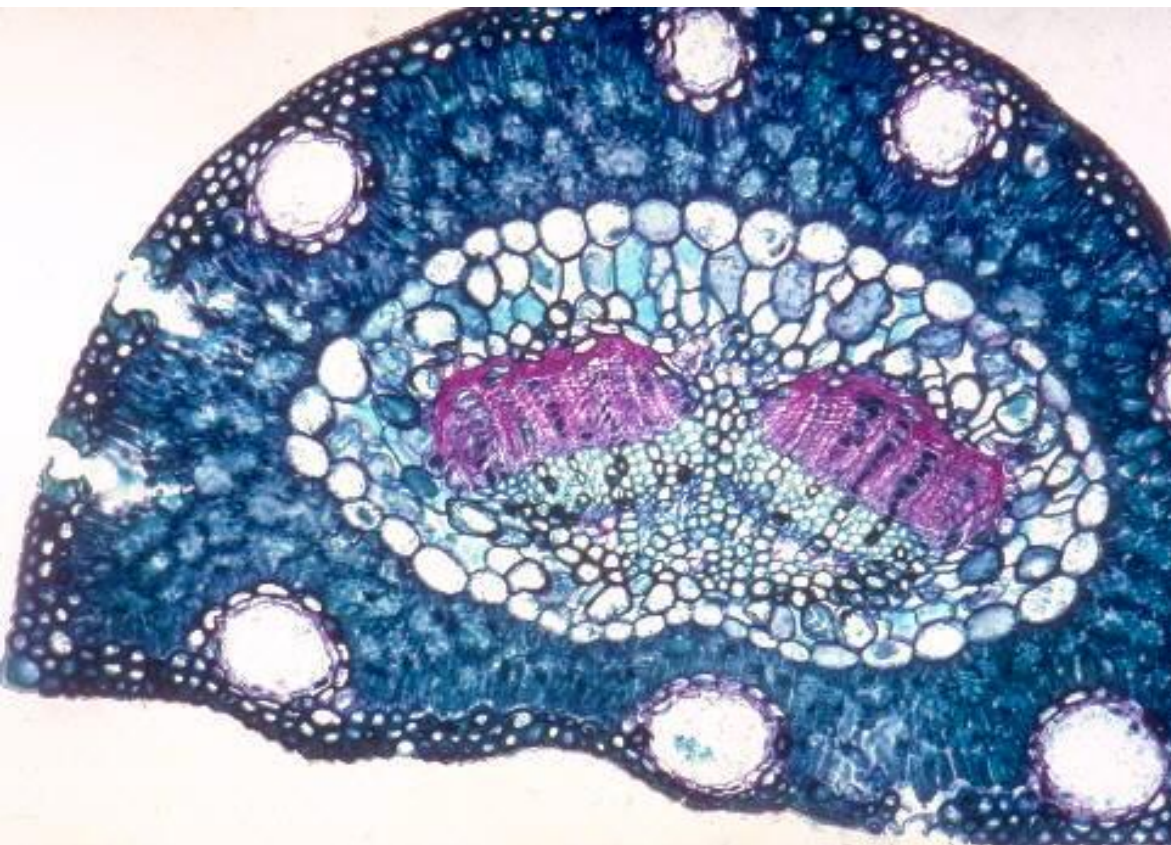
Quest'ultimi ad accrescimento definito, hanno internodi molto piccoli, e producono le tipiche foglie aghiformi.

Cedrus atlantica con brachiblasti che producono diversi aghi ogni anno



L'aghi foglia è molto complessa



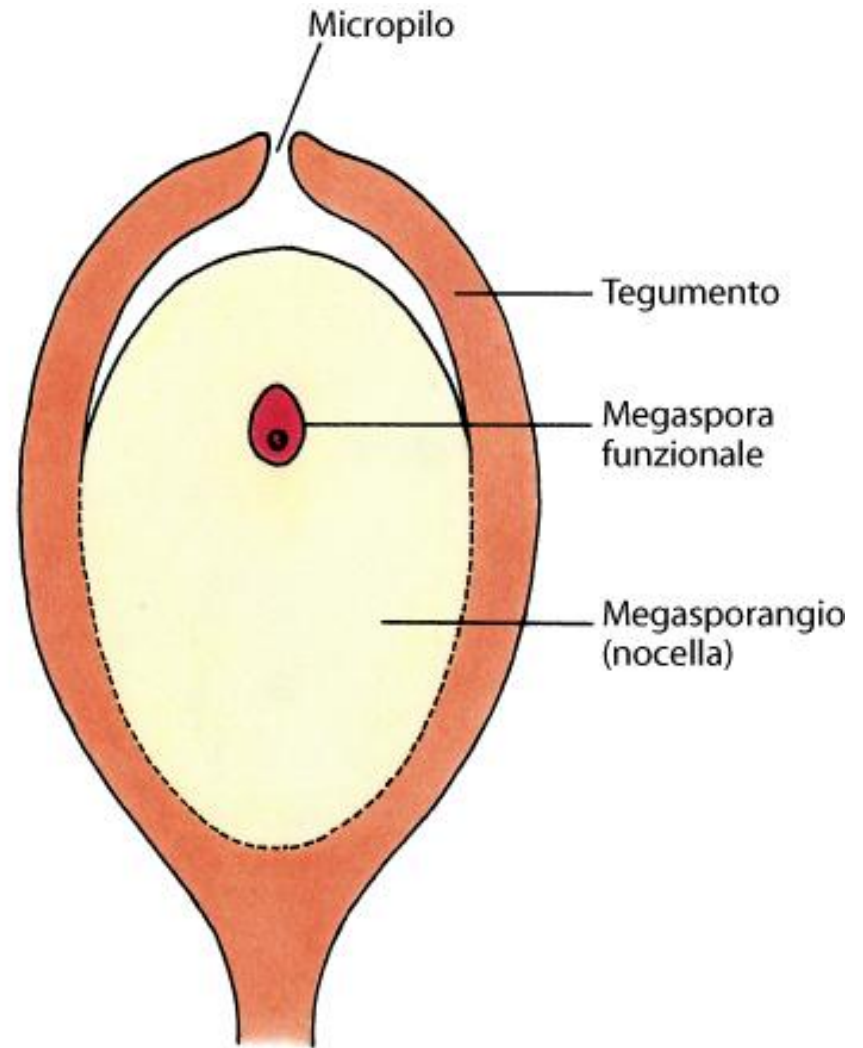


Il seme

Un seme è un ovulo maturo fecondato, ed è formato dall'embrione, nuovo sporofito, tessuti di riserva e tegumenti a funzione protettiva.

Tutte le piante a seme sono **eterosporee**, cioè producono megaspore e microspore che danno origine a megagametofiti e microgametofiti.

L'ovulo immaturo è costituito da un megasporangio rivestito da uno o due strati di tessuto sterile, i tegumenti.



Un ovulo, prima della fecondazione è, quindi, costituito da un tessuto detto **nocella** rivestito da uno o due tegumenti, strati di cellule sterili.

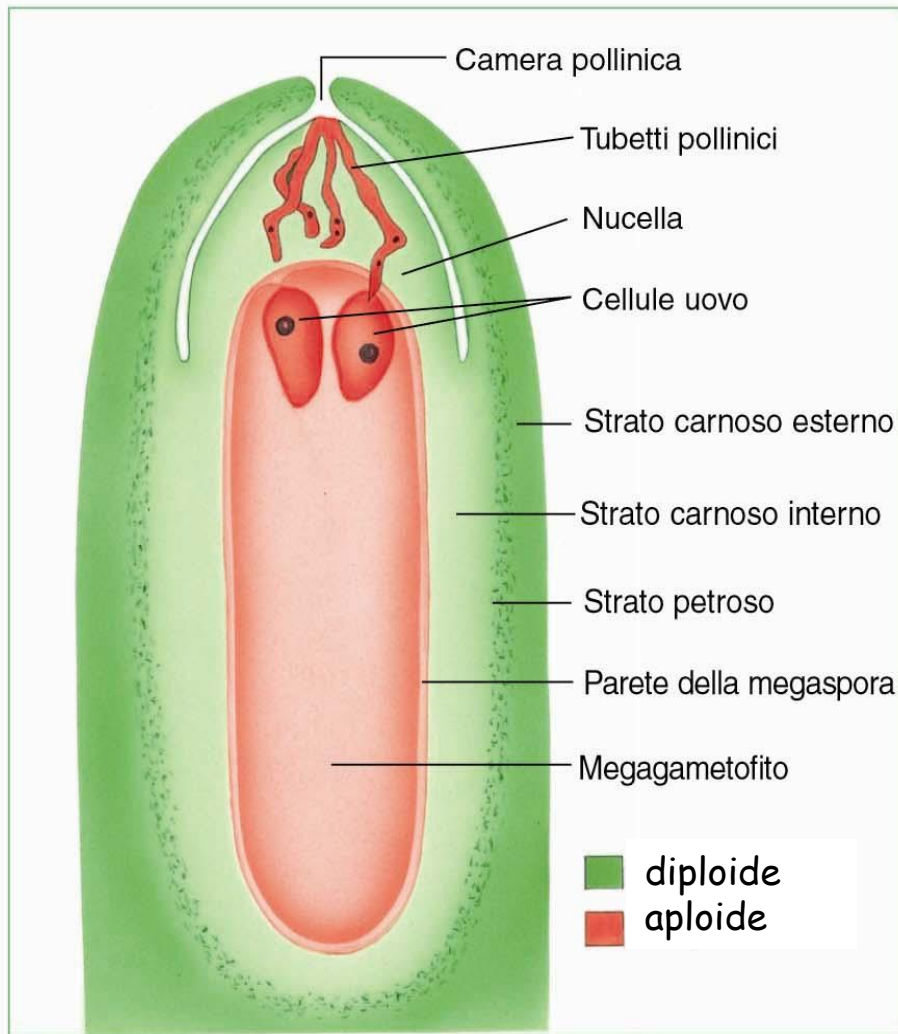
Il tegumento, nella parte superiore presenta il micropilo.

La nocella è differenziata in uno strato esterno sterile, e in un tessuto pluricellulare fertile, interno, costituito da cellule potenzialmente in grado di trasformarsi in **cellule madri delle megaspore**; in realtà una soltanto si differenzia come tale e subisce la meiosi dando origine a quattro megaspore, di cui tre degenerano.

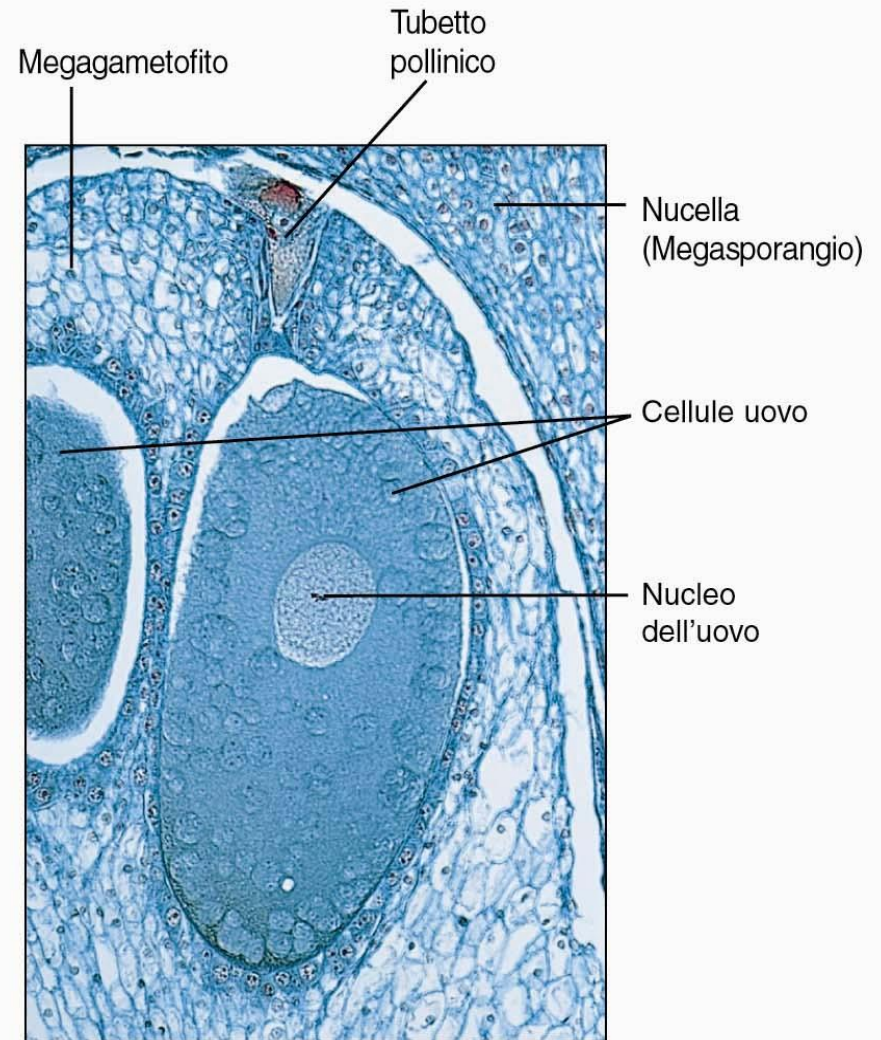
Nelle Gimnosperme:

La megaspora superstite va incontro a divisioni mitotiche all'interno della nocella e da origine al gametofito femminile che a maturità sarà costituito da un tessuto pluricellulare detto '**endosperma primario**' (con cellule aploidi) nel quale, al polo micropilare, si differenziano due o più strutture sacciformi, macrogametangi o "archegoni".

All'interno di ciascun archegonio (di solito sono due) si differenzia una grossa cellula uovo o oosfera, che può coincidere completamente con l'archegonio.



(a)

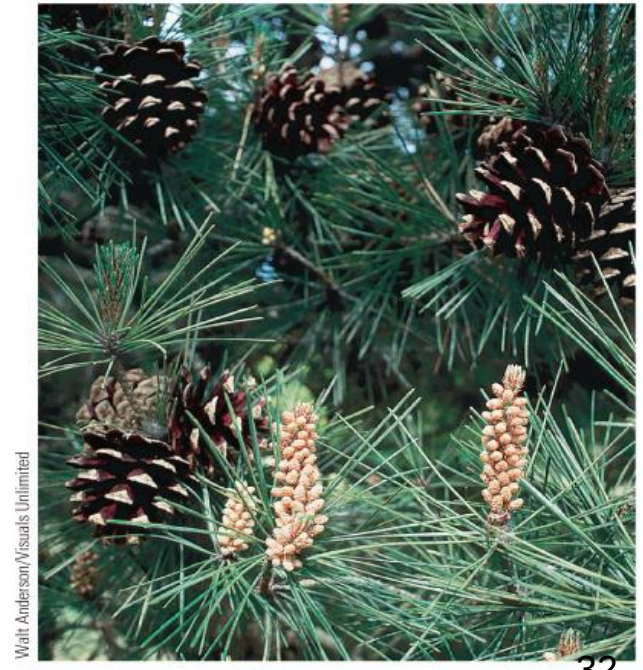


(b)

Riproduzione nelle Gimnosperme

Nella maggior parte delle gimnosperme i microsporangi ed i macrosporangi sono presenti sulla stessa pianta, organizzati in coni o strobili separati.

Normalmente i coni microsporangiati (producono il polline) sono portati sui rami inferiori e quelli macrosporangiati o ovulati sono presenti sui rami più alti.



Giovani strobili femminili



Pinus sp.

Strobilo femminile
maturo (pigna)



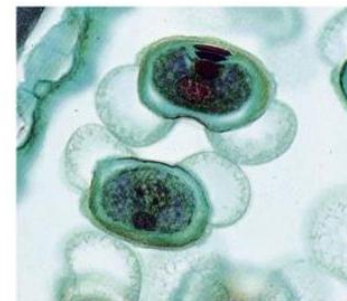
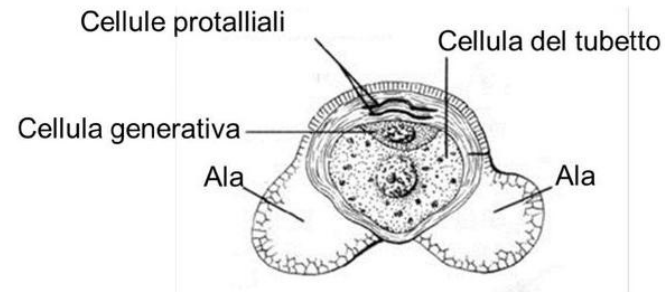
Strobili maschili



Pinus nigra J.F. Arnold subsp. *nigra*



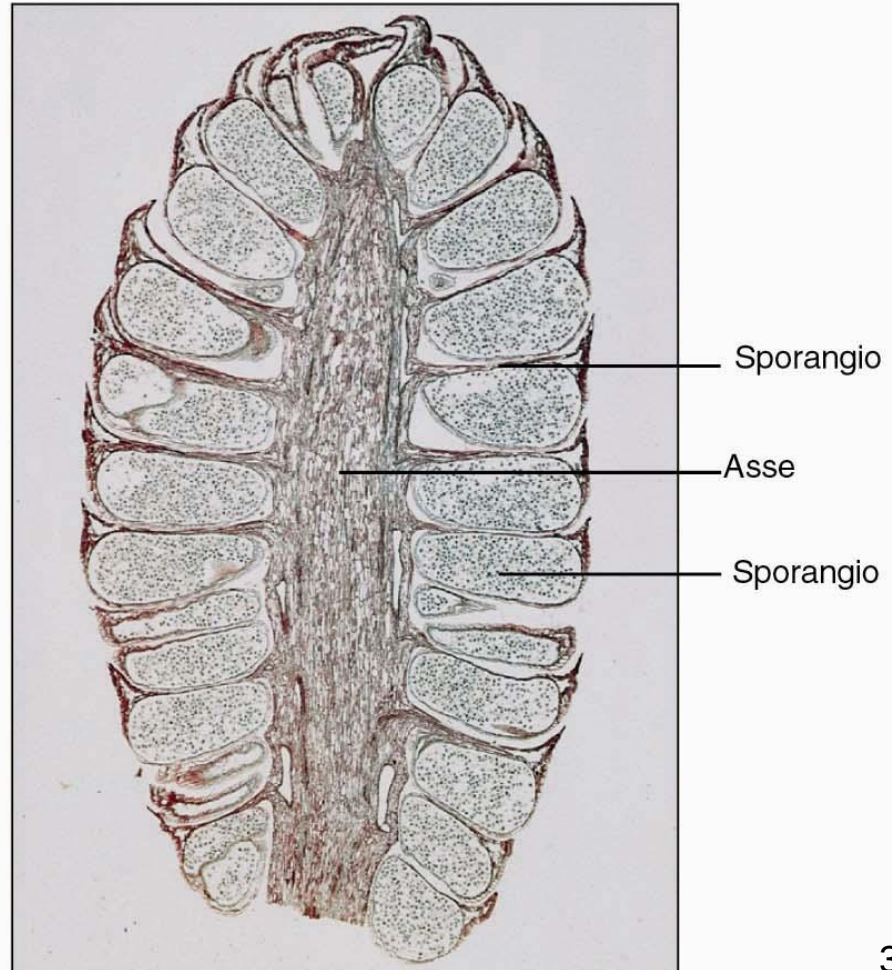
- Gli strobili o coni maschili (più piccoli) vengono prodotti in primavera.
- Sono composti da sporofilli che portano i microsporangi con numerosi microsporociti che per meiosi originano 4 microspore aploidi. Queste subiscono divisioni mitotiche ed originano il gametofito maschile immaturo: granulo pollinico di 4 cellule (due cellule protalliali, una cellula del tubetto ed una cellula generativa) di cui solo 1 è il gamete maschile.



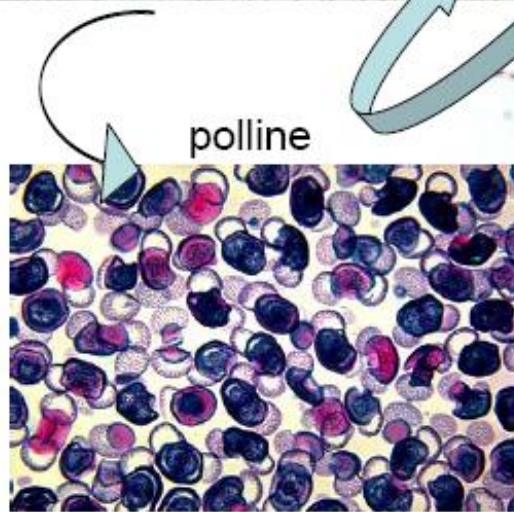
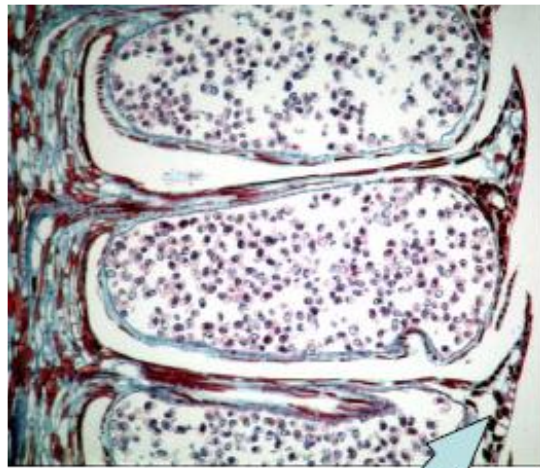
Gli strobili maschili sono gruppi di microsporofilli



(a)

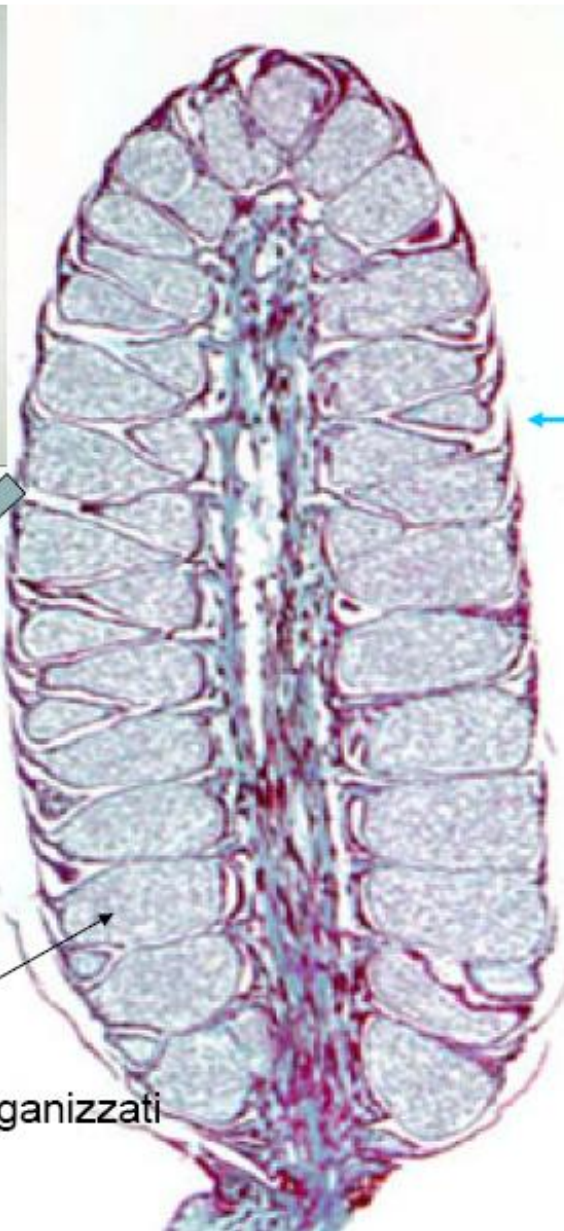


(b)

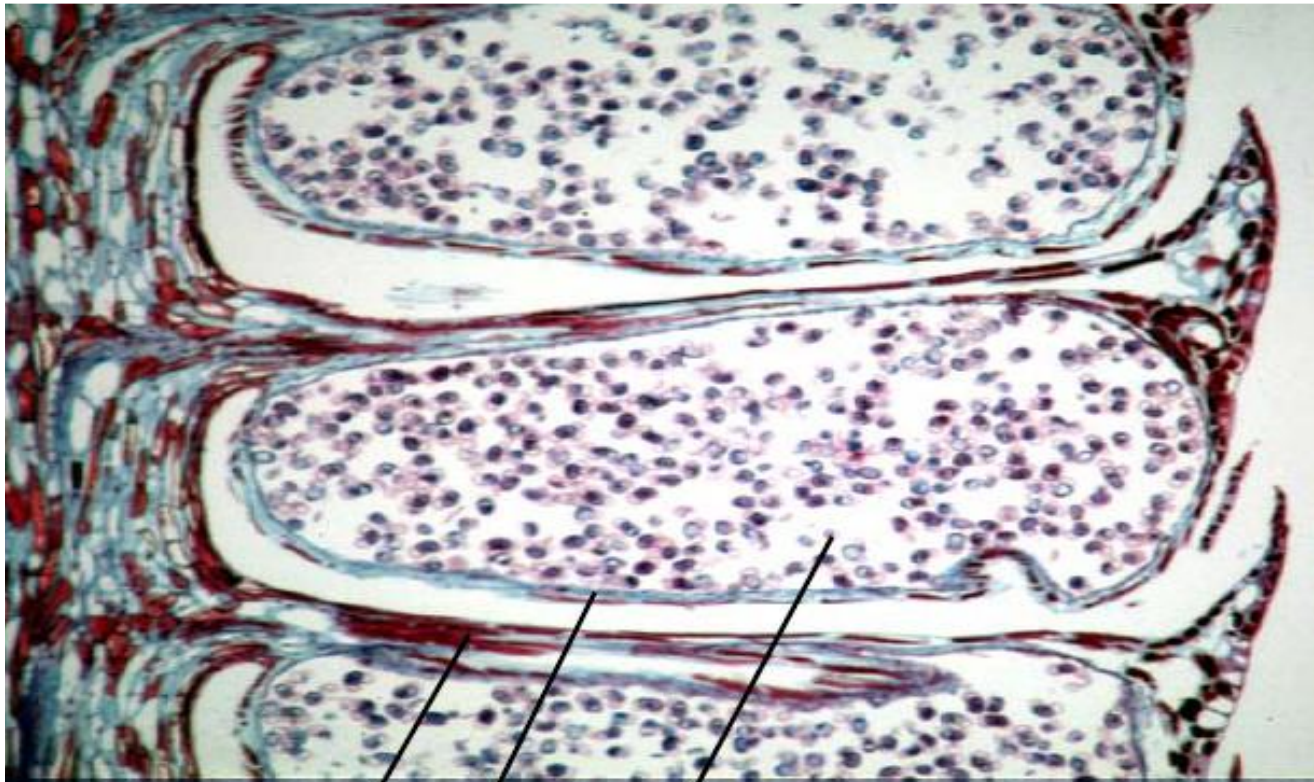


polline

Microsporanghi di pino organizzati
in un cono o strobilo



- Sullo sporofito (es. albero di pino) appaiono delle strutture a cono (strobili) maschili.
- Accanto un ingrandimento di una sezione longitudinale. Ciascun cono porta molti microsporanghi

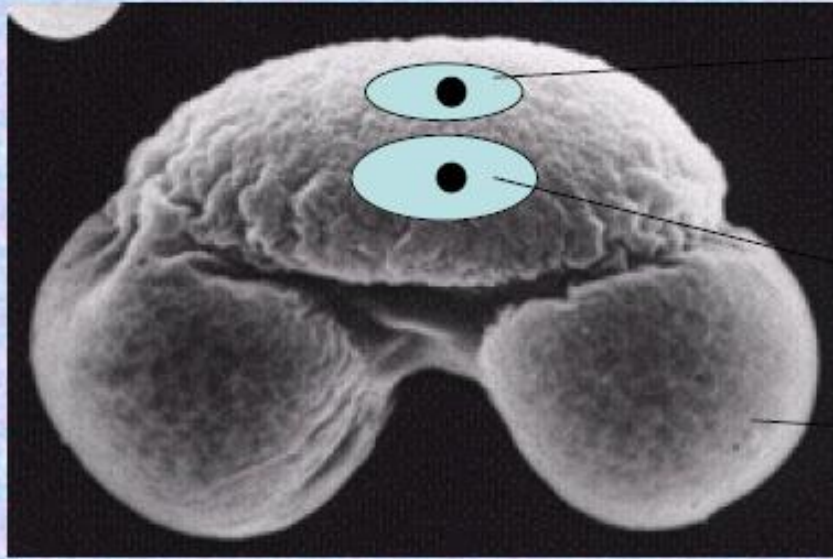


Ciascuno microsporangio è formato da

- un tegumento
- Un tessuto nutritivo (tapetum o tappeto)
- Da cellule madri del polline

Le cellule madri subiscono la meiosi, producono le microspora che in seguito a divisioni mitotiche si trasformano in granulo pollinico o gametofito maschile

- Il polline è il microgametofito



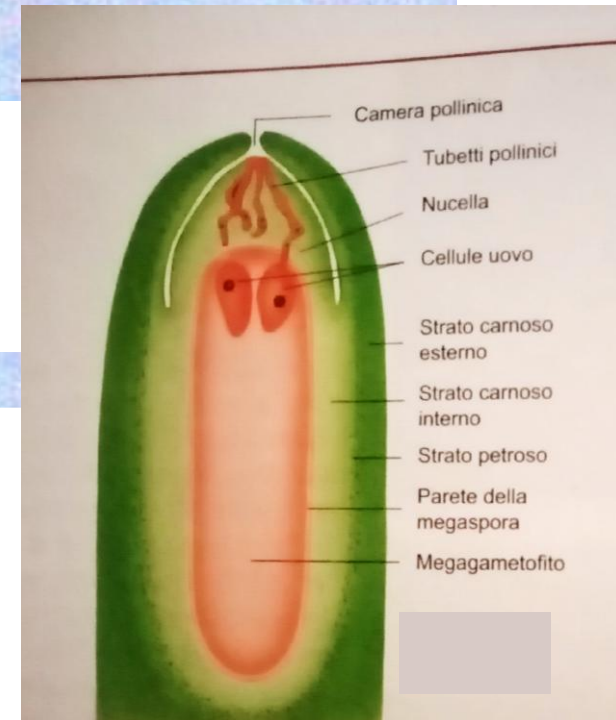
Cellula generativa

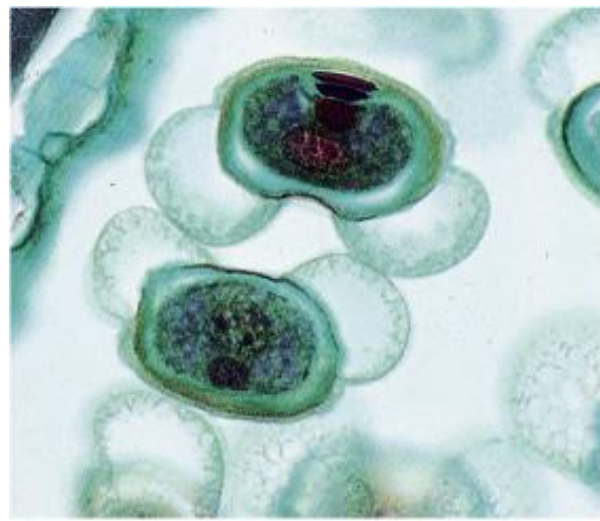
Cellula del tubo

Sacche aerifere

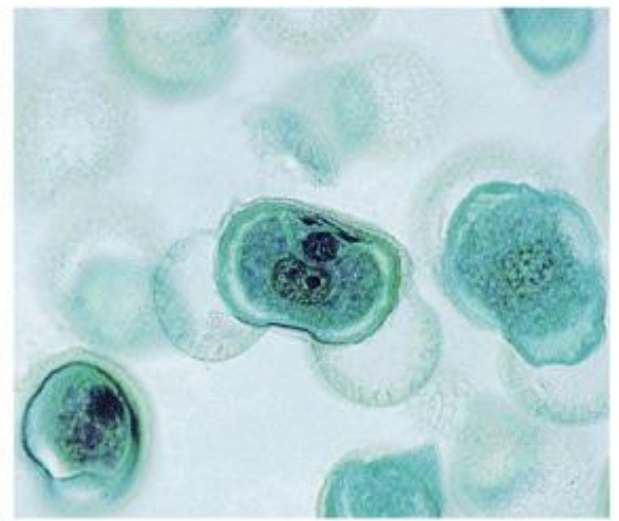
La cellula generativa da origine al gamete maschile.

La cellula del tubetto va a formare il tubetto pollinico

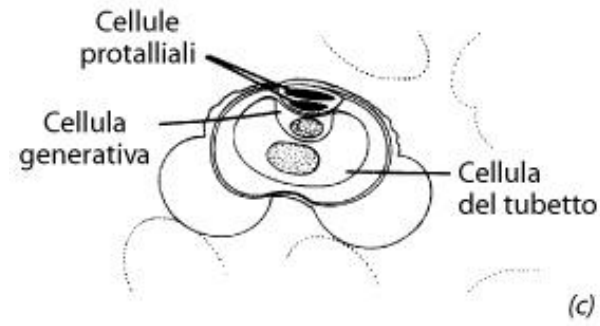




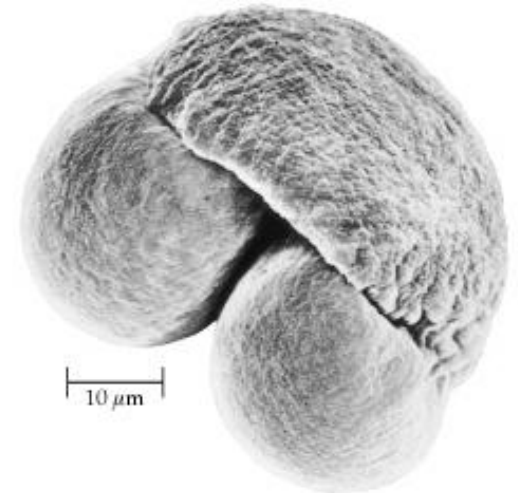
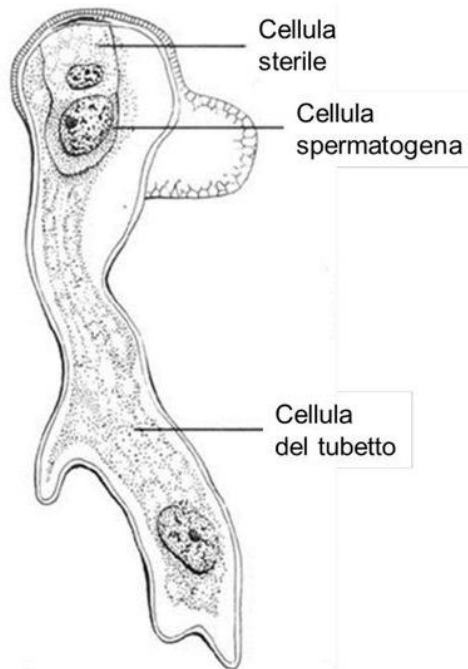
(a)



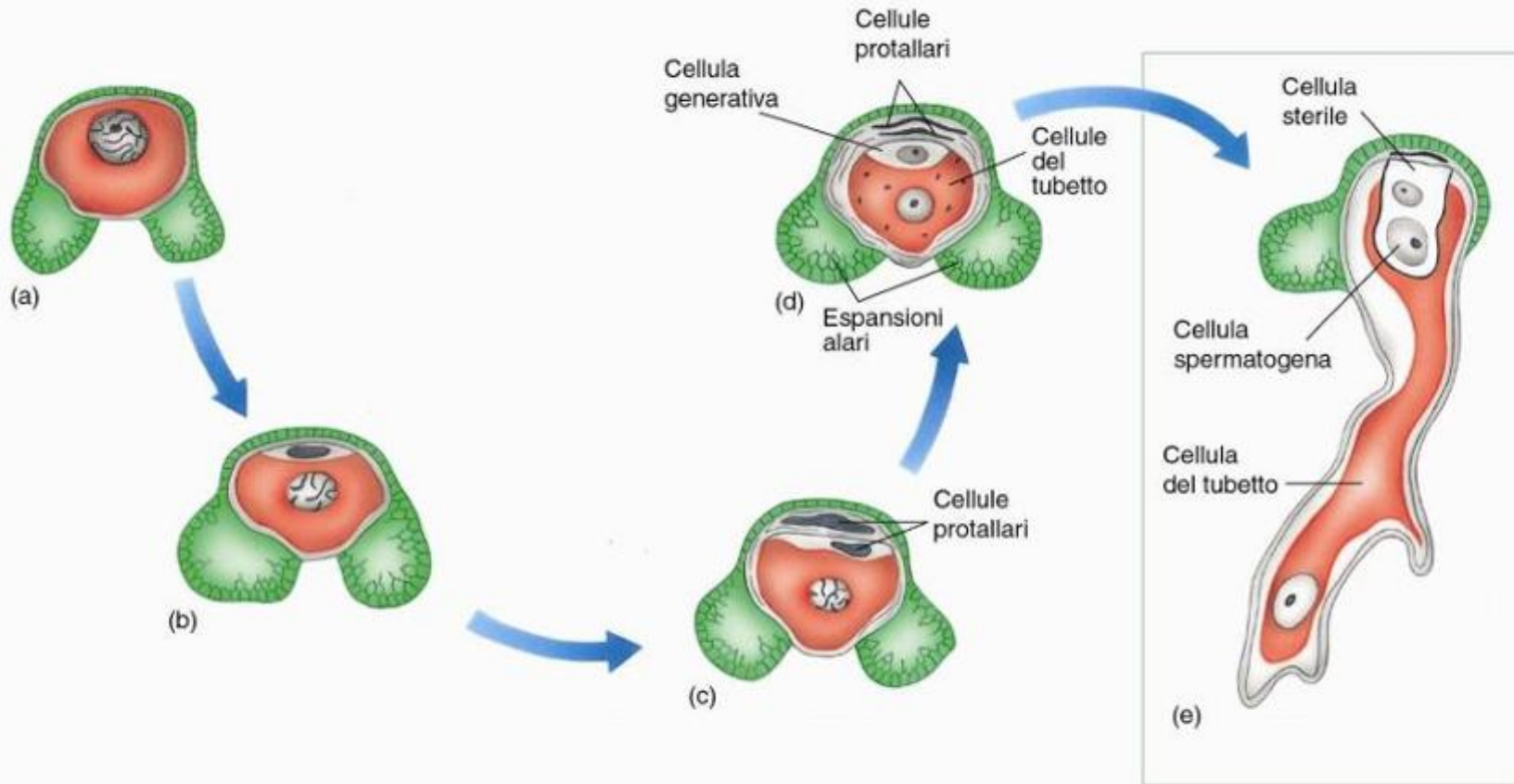
(b)



(c)



Gametofito maschile



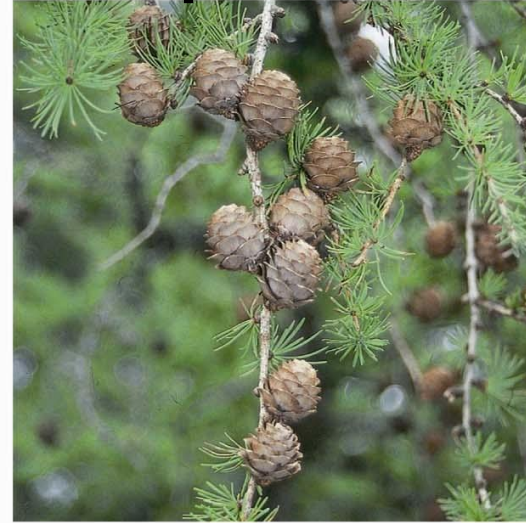


Le gimnosperme producono, nei coni microsporangiati, grandi quantità di polline, spesso visibili come nuvole gialle.

Gli strobili femminili (pigne) sono insiemi di macrosporofilli



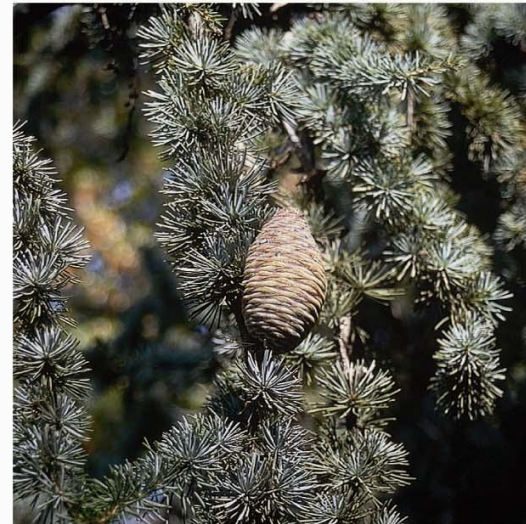
(a)



(b)



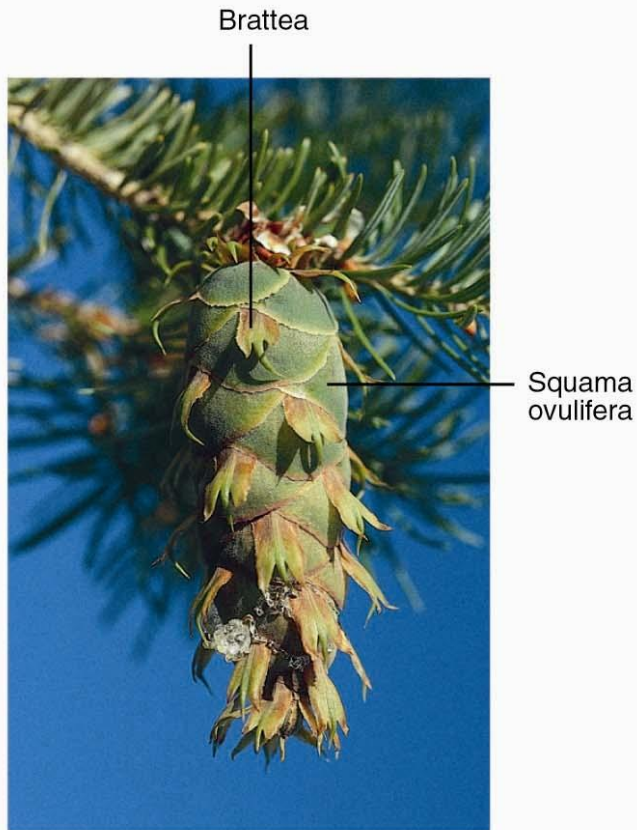
(c)



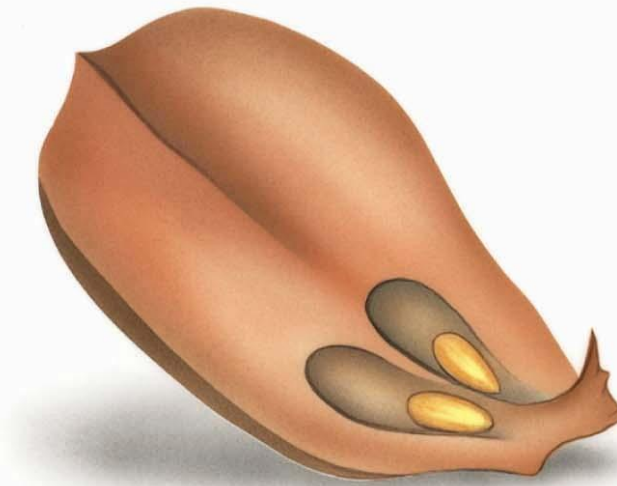
(d)



Nel cedro i coni ovulati eretti, perdendo le squame,



(a)



(b)

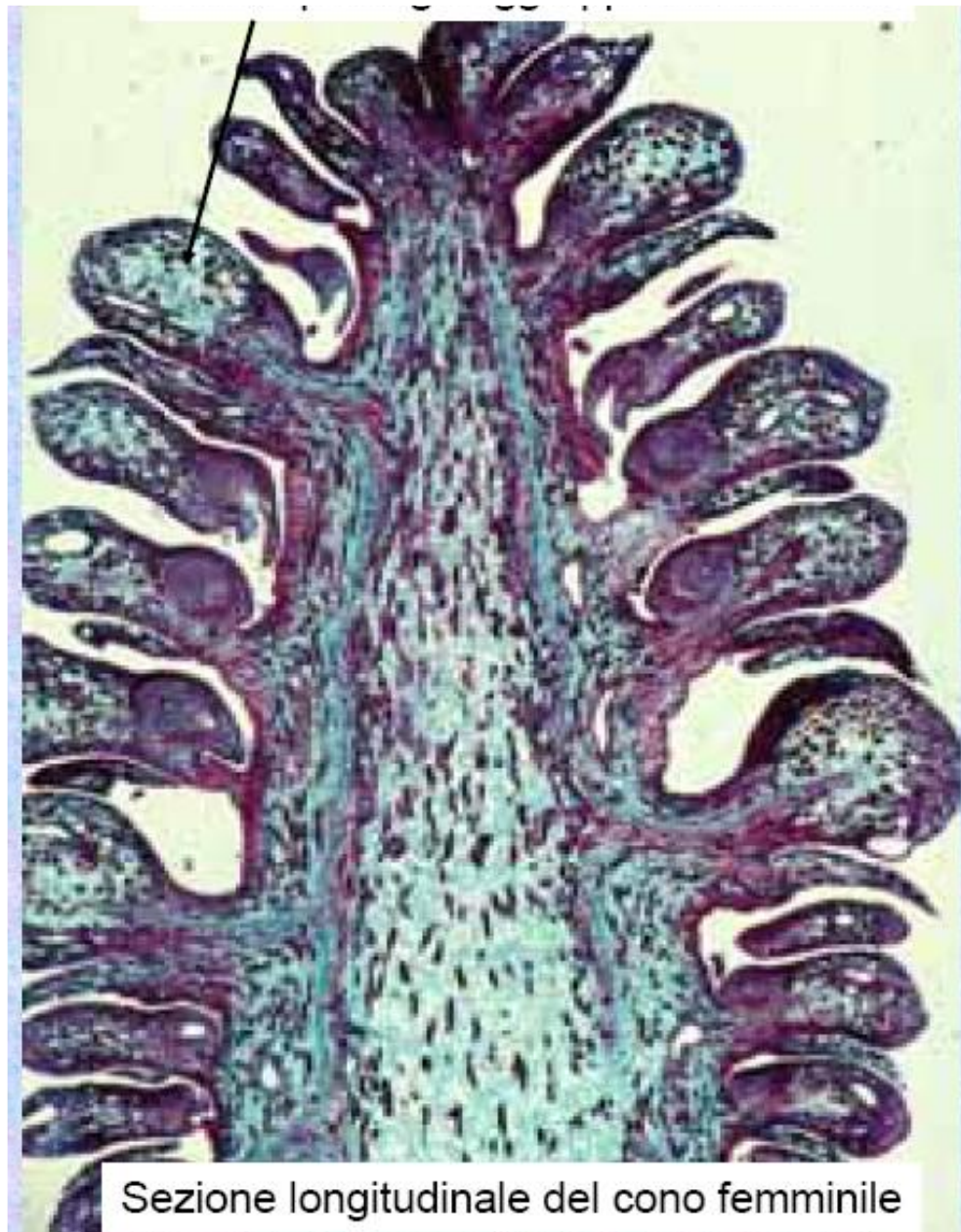
Squama ovulifera con 2
ovuli contenuti i
macrosporangii (nucella).

- Gli **strobili o coni femminili** (più grandi di quelli maschili) vengono prodotti tutto l'anno.
- Alla base delle squame che compongono la pigna, nell'**ovulo** (contenenti il **megasporangio - nocella**), 1 **megasporocito** si divide **meioticamente** e origina 4 **megaspore aploidi**. Una di queste per mitosi origina il **gametofito femminile** che contiene una cellula uovo (coincidente quasi completamente con l'**archegonio**).
- In primavera avviene l'**impollinazione**
- Il granulo pollinico che aderisce all'ovulo produce un tubetto pollinico che arriva alla cellula uovo nell'archegonio.

Cono o strobilo femminile

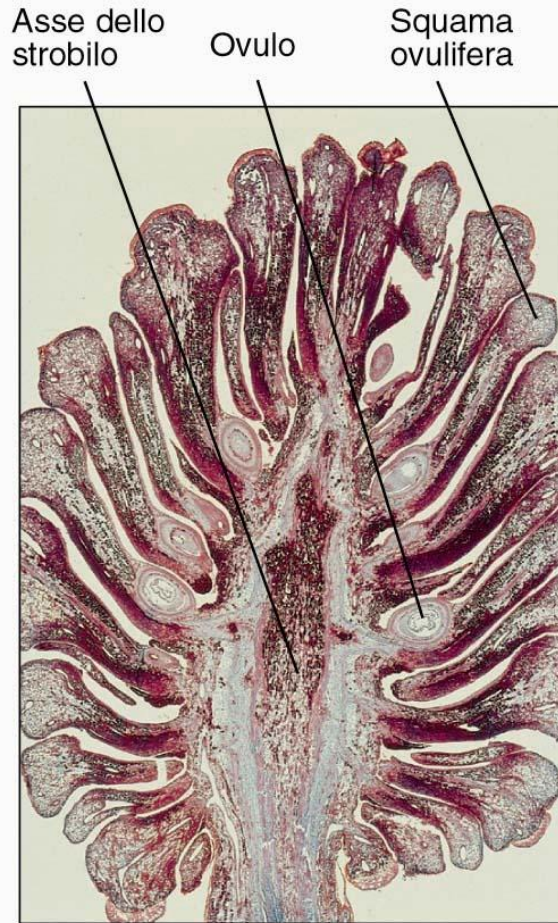


ovulo

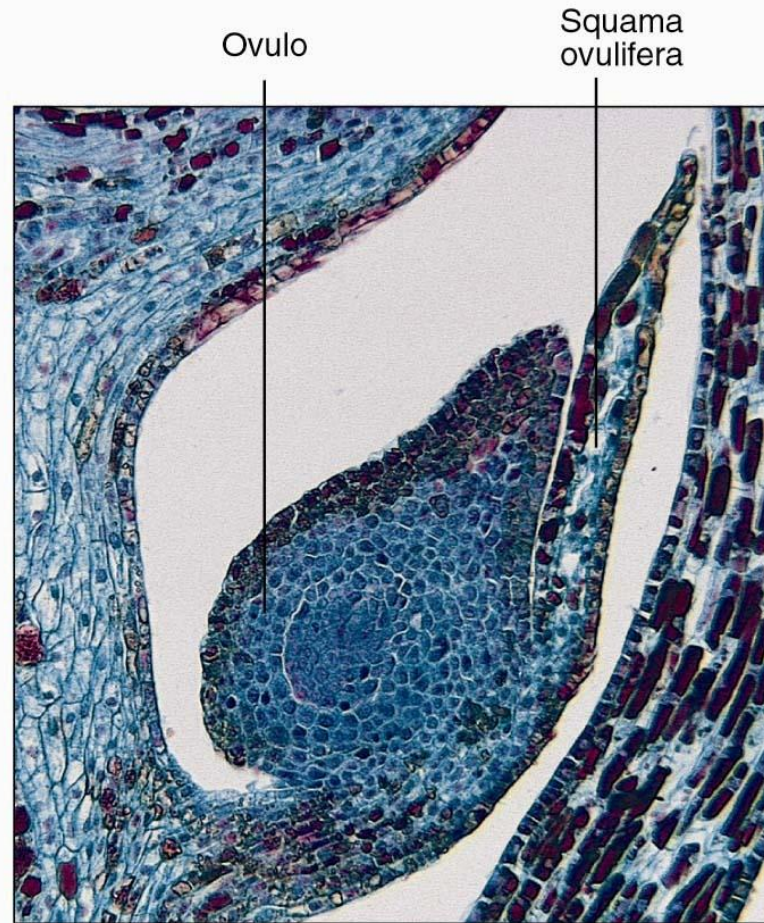


Sezione longitudinale del cono femminile

L'ovulo contiene il macrosporangio



(a)



(b)

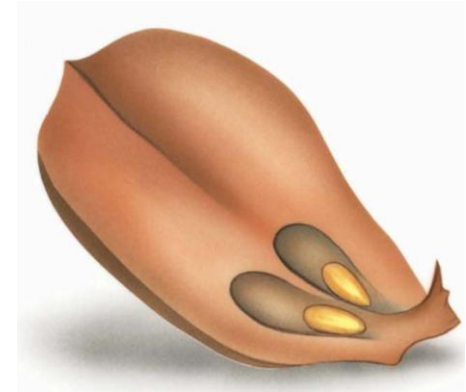
Riassumendo:

Cono ovulato:

Squama ovulifera porta gli ovuli → complesso della squama ovulifera

Intero sistema di ramificazione modificato è costituito da 2 ovuli e una brattea sterile.

Ovulo → Nocella pluricellulare (megasporangio)
tegumenti (apertura - micropilo)



Megasporangio → 1 megasporocito (cellula madre della macrospora)

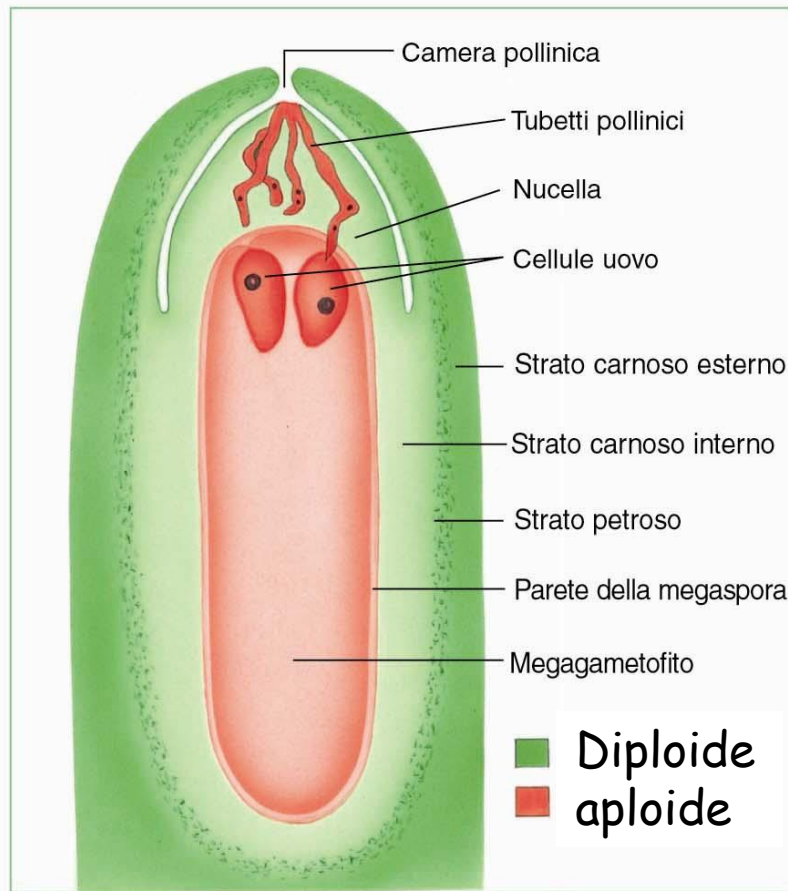


Meiosi

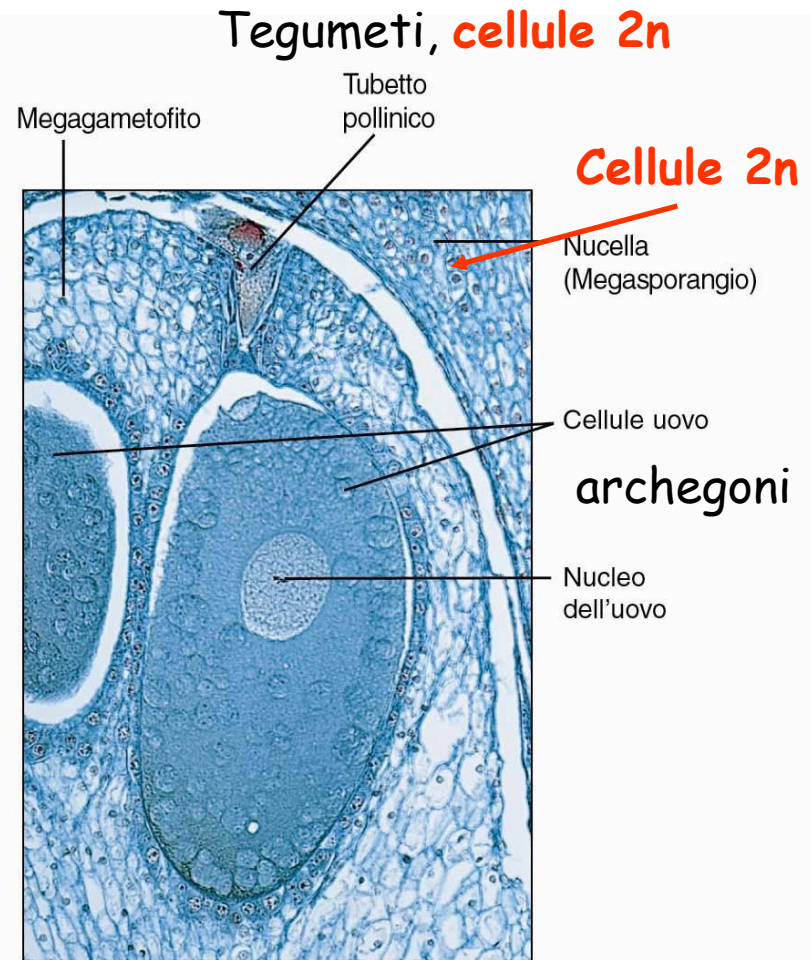
4 macrospore aploidi 1 sola è funzionale

La primavera successiva alla comparsa dei coni avviene l'impollinazione, avvenuta l'impollinazione le squame si chiudono.

L'ovulo del pino contiene due archegoni, coincidenti con le cellule uovo



(a)



(b)

Il gametofito femminile delle gimnosperme produce diversi archegoni (cellule uovo).

Più di una cellula uovo può essere fecondata e diversi embrioni possono svilupparsi. Tuttavia solo uno sopravvive.

Questo fenomeno è detto poliembrionia.

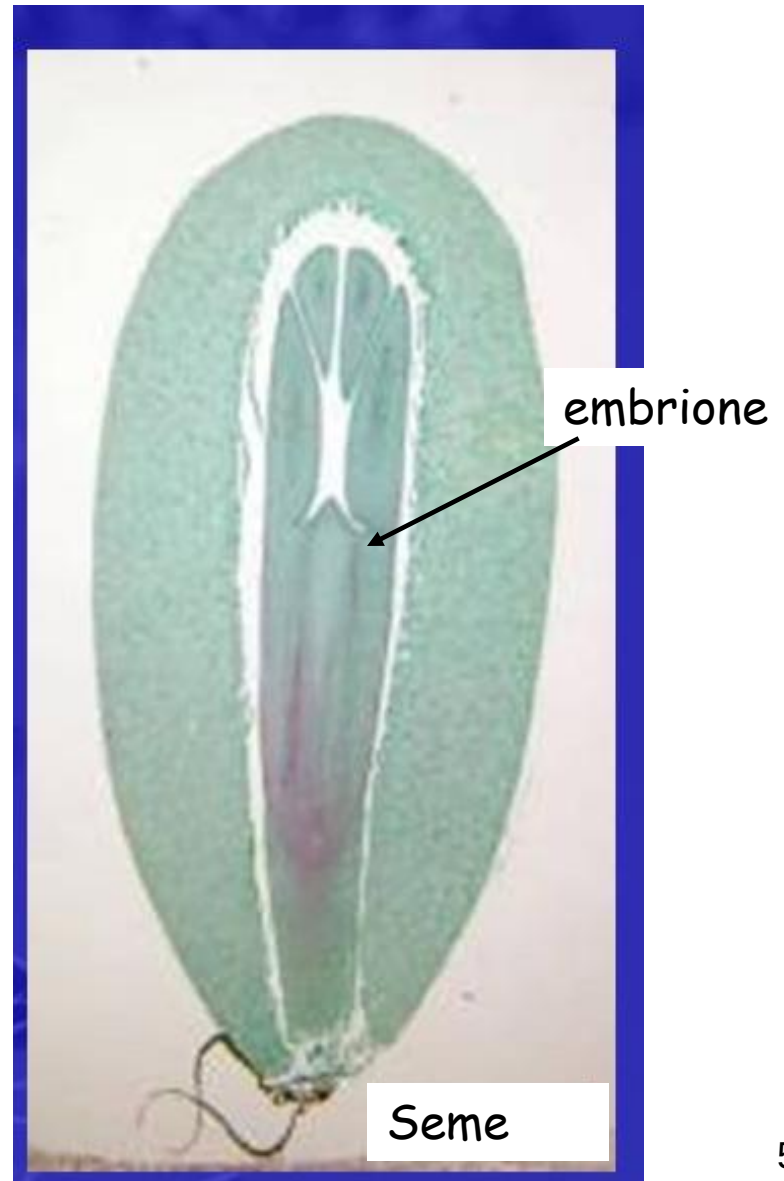
Nelle attuali gimnosperme l'acqua non è più necessaria per la fecondazione il granulo pollinico, parzialmente sviluppato, viene affidato al vento.

- Dopo la fecondazione, lo zigote dà origine all'embrione. L'embrione è formato da una radichetta, l'ipocotile e i cotiledoni (foglie embrionali). Il gametofito femminile continua a proteggere l'embrione e a nutrirlo (tessuto nutritivo, formato da cellule aploidi).

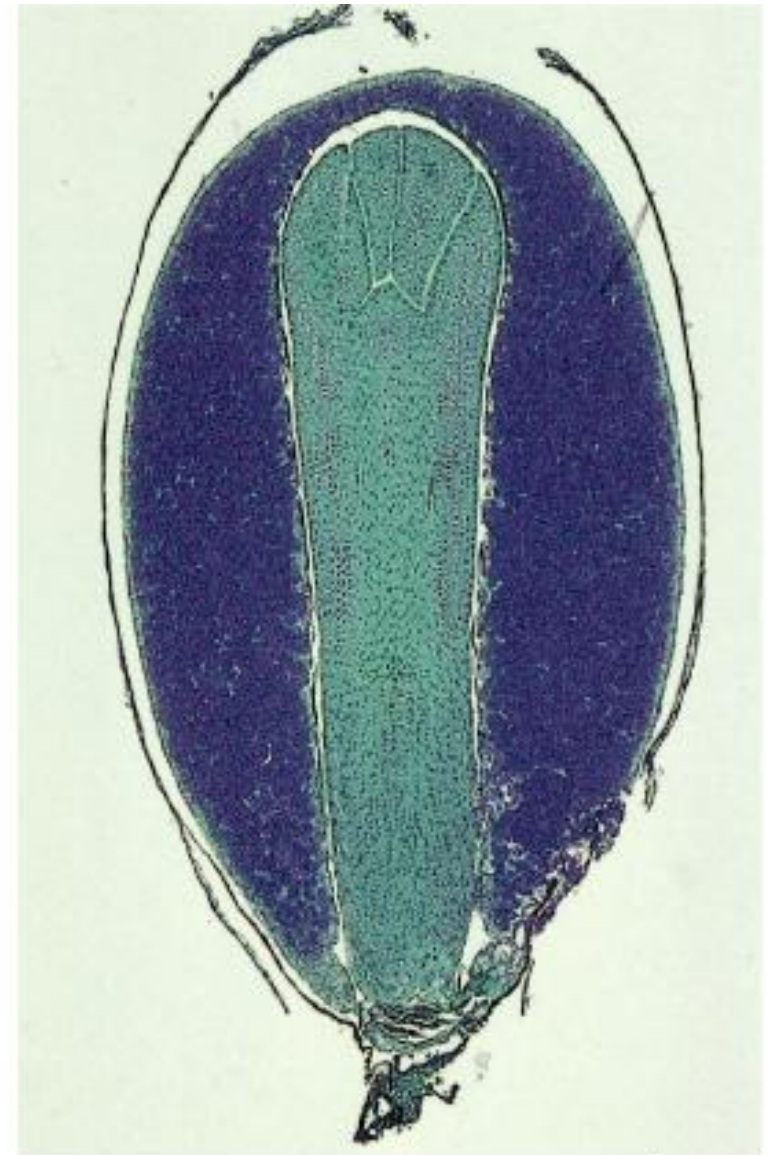
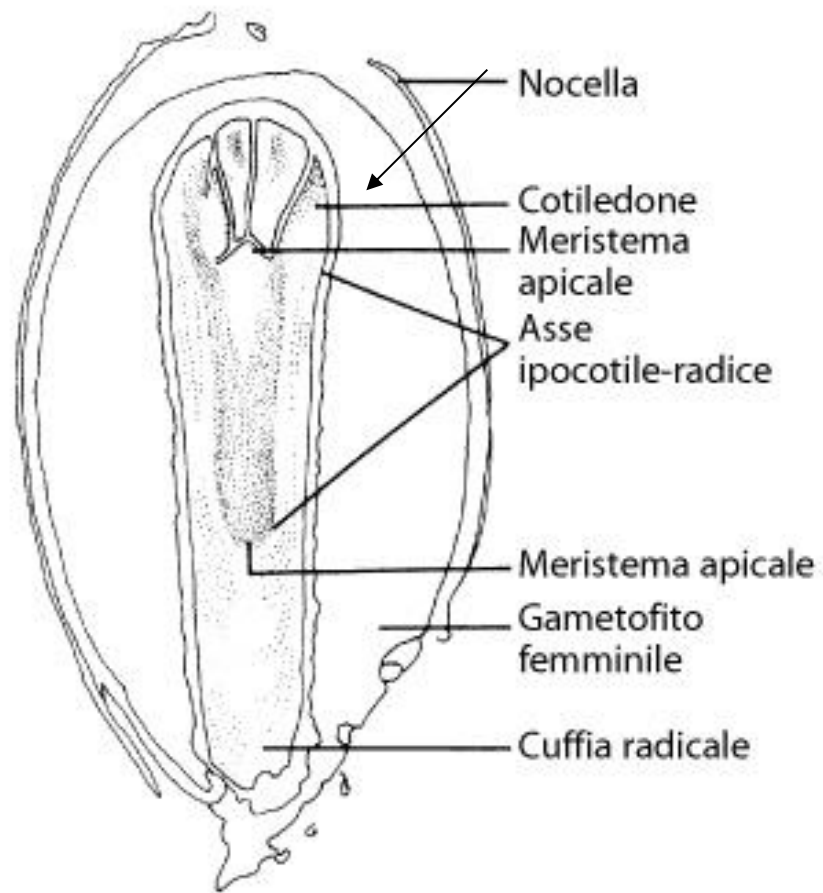
L'embrione e il tessuto nutritivo sono protetti da un tegumento che deriva da modificazioni dei tegumenti dell'ovulo.

Questa struttura è il **SEME**

I semi possono
essere liberati dai
coni femminili anche
dopo anni

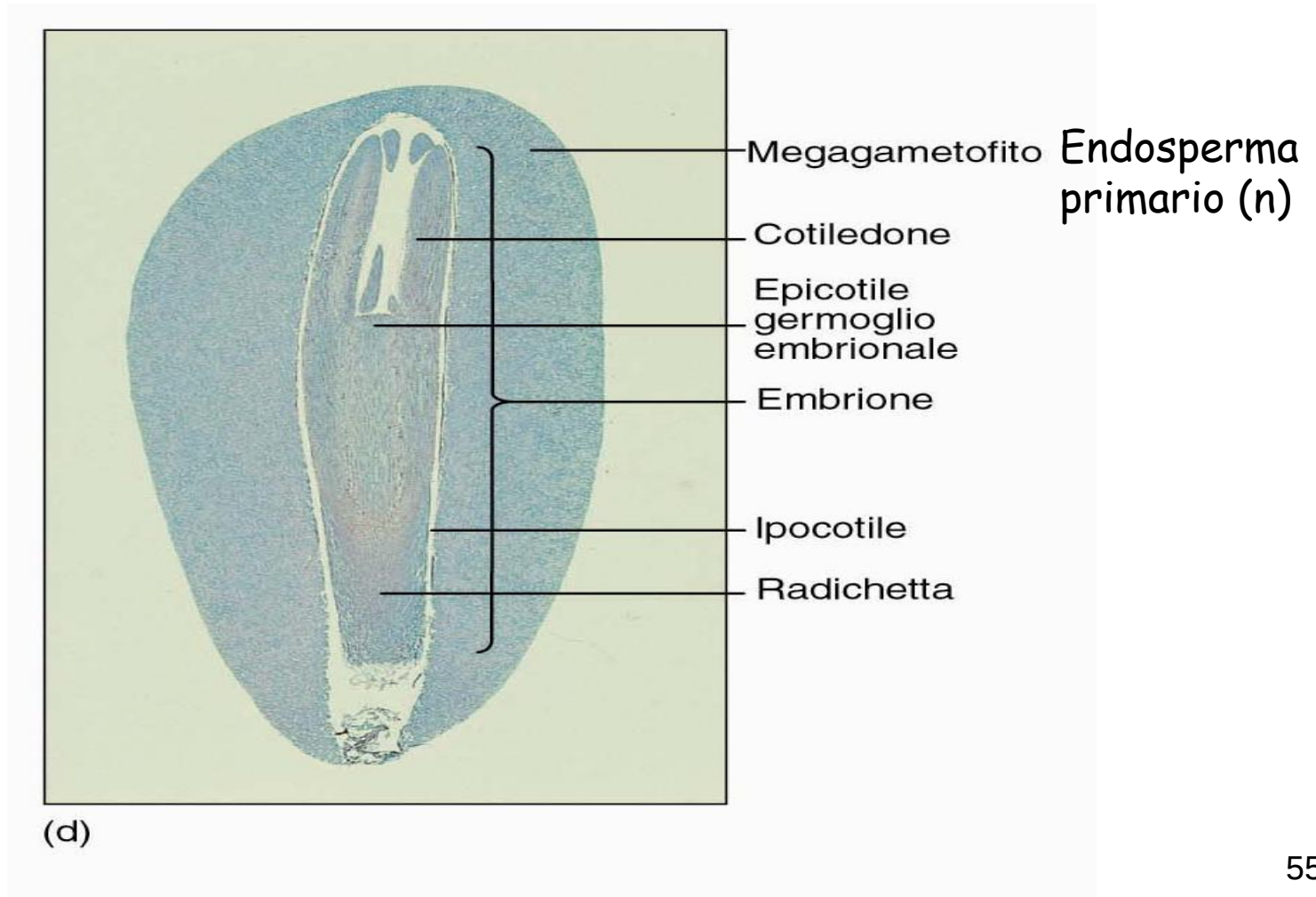


Il seme è costituito da:



500 μm

L'endosperma primario (megagametofito) nutre l'embrione



Riassumendo le fasi della riproduzione sono:

- Sviluppo del polline
- Sviluppo dell'ovulo
- Impollinazione
- Fecondazione
- Sviluppo dell'embrione
- Formazione del seme

Ciclo biologico delle Gimnosperme



Il ciclo riproduttivo di un pino può avere la durata di più di 2 anni

Taxales

- ovuli e semi sempre isolati e protetti da due tegumenti





foto 20.30 *Juniperus communis* presenta coni ovali di forma
moltissima simili a quelli dei cipressi, ma nel ginepro le squame sono car-
nee e fuse insieme. Le bacche di ginepro, aggiunte al gin, forniscono
gusto e un'aroma particolari.



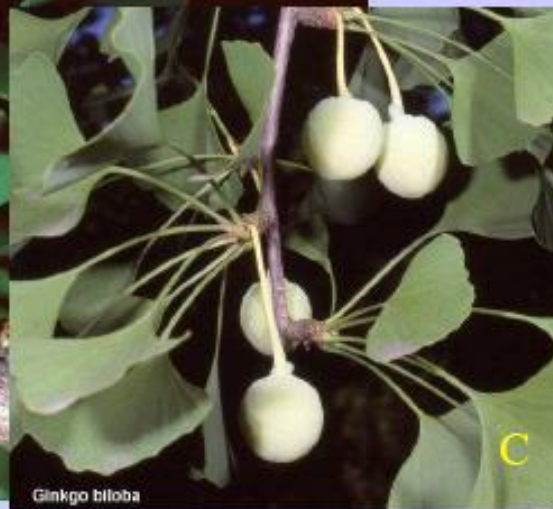
(m)

Coccole di ginepro e arillo di
tasso: involucri carnosì e
talvolta colorati che
circondano come frutti i semi
maturi.



Le gimnosperme più evolute hanno
alcuni caratteri in comune con le
angiosperme, come le foglie di
Gnetum, foglie dorso-ventrali
retinervie.

Ginkgo



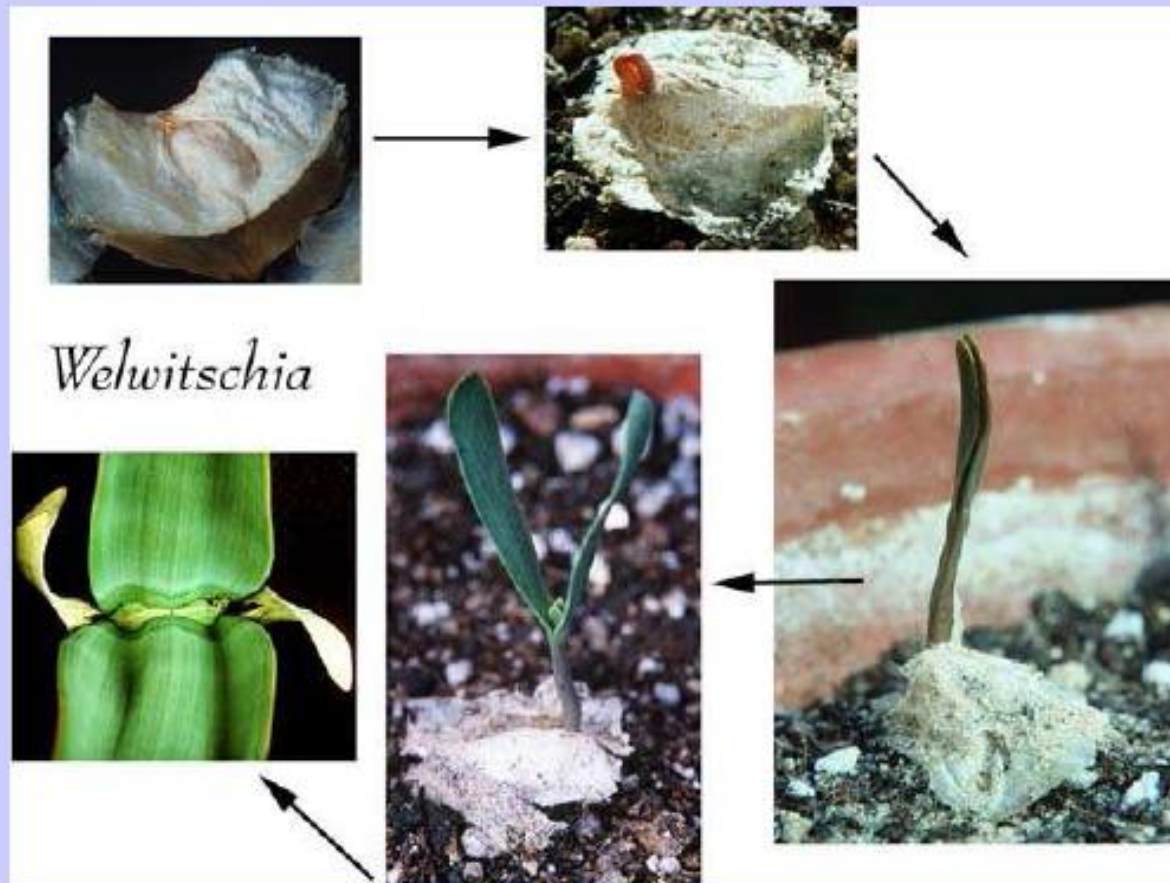
Coni maschili (A),
femminili in via di sviluppo
(B) e ovuli maturi (C).

Gnetaceae: *Ephedra*.

I rami assumono funzione fotosintetica e i piccoli coni sono portati su corti rami laterali o alla sommità del ramo principale



Tra le Gnetophytae, questa pianta tipica di habitat sabbiosi, produce soltanto due foglie che crescendo si lacerano longitudinalmente.





Welwitschia mirabilis vive nel deserto della Namibia, produce solo due foglie che continuano a crescere per tutta la vita della pianta.