

ANGIOSPERME

Phylum Magnoliophytac

Classe Magnoliopsida (dicotiledoni)

Classe Liliopsida (monocotiledoni)

- **Angiosperme** sono piante con semi contenuti in un **carpello** a sua volta portato da un **fiore**.
 - ❖ Il più grande e più eterogeneo phylum del Regno Plantae (250.000 specie circa).
 - ❖ **Le Angiosperme sono eterosporee.**
 - I gametofiti femminili sono interamente racchiusi da residui dello sporofito e sono ridotti a poche cellule.
 - A maturità, i gametofiti maschili sono costituiti da un granulo pollinico germinato con tre nuclei.

Phylum Magnoliophytac

Ciclo vitale

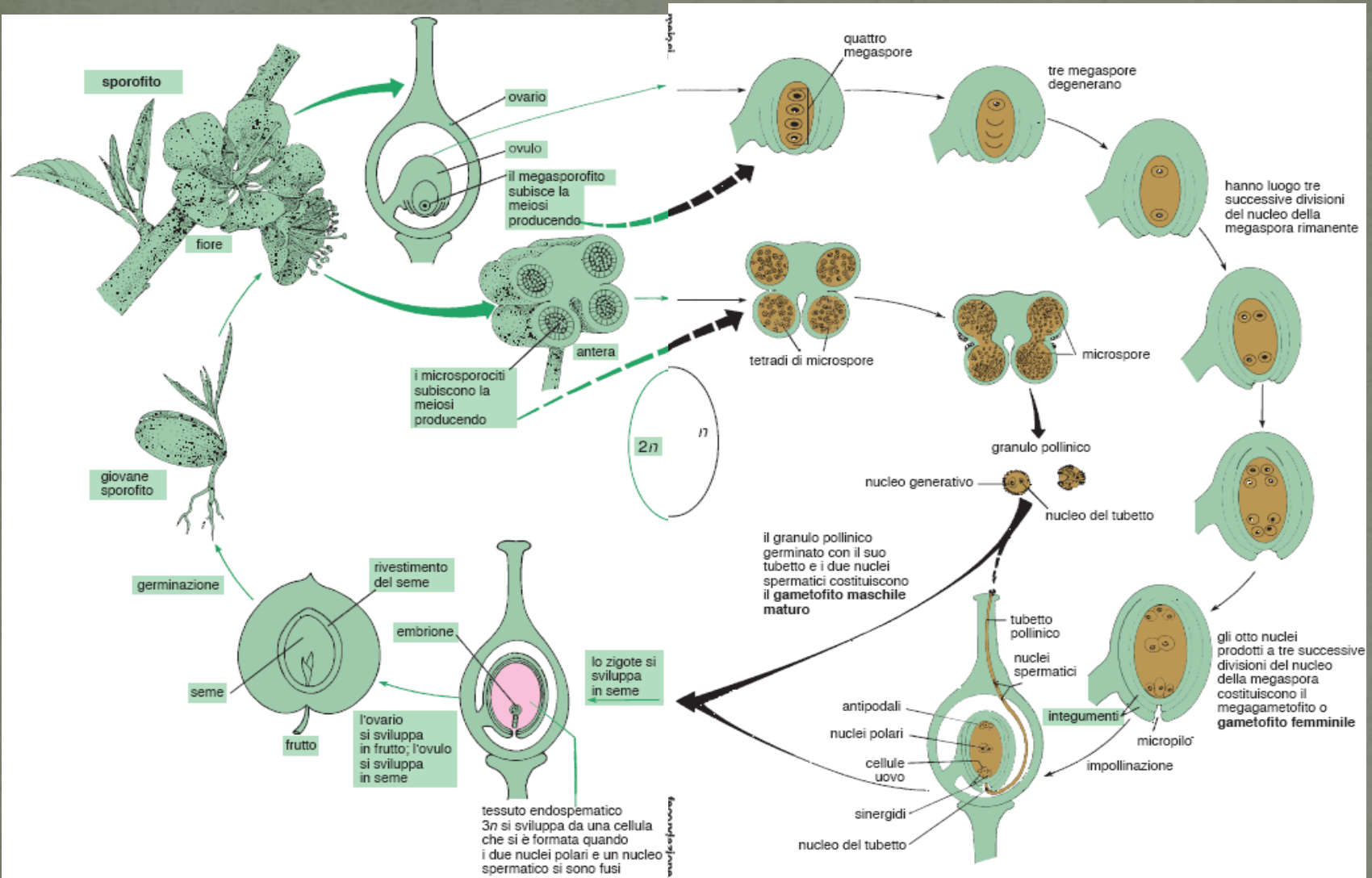


figura 23.3 Continua

ale di una tipica Angiosperma.

Phylum Magnoliophytae IL FIORE

E' costituito da porzioni sterili (**antofilli**) e porzioni fertili (**sporofilli**)

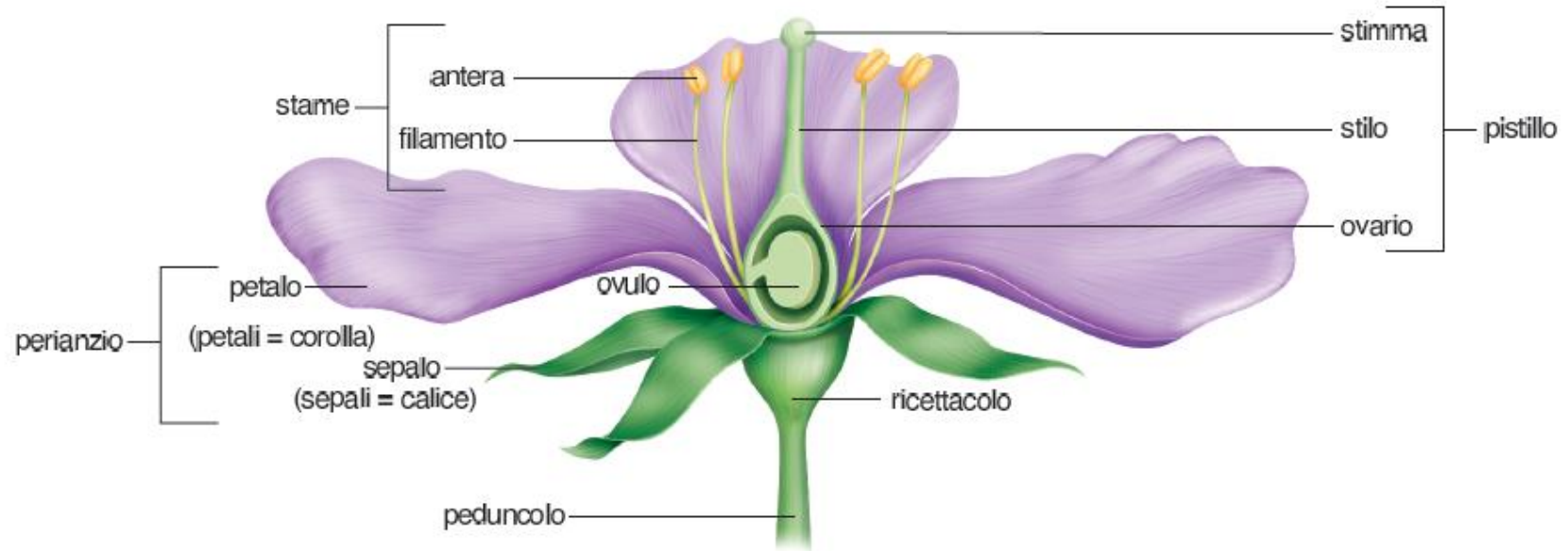


Figura 8.5 Elementi di un generico fiore. La struttura interna dell'ovulo e i processi sessuali coinvolti sono discussi nel Capitolo 23.

Fiori perfetti e fiori imperfetti

Phylum Magnoliophytac

TABELLA 8.1

Alcune differenze tra Dicotiledoni e Monocotiledoni

DICOTILEDONI

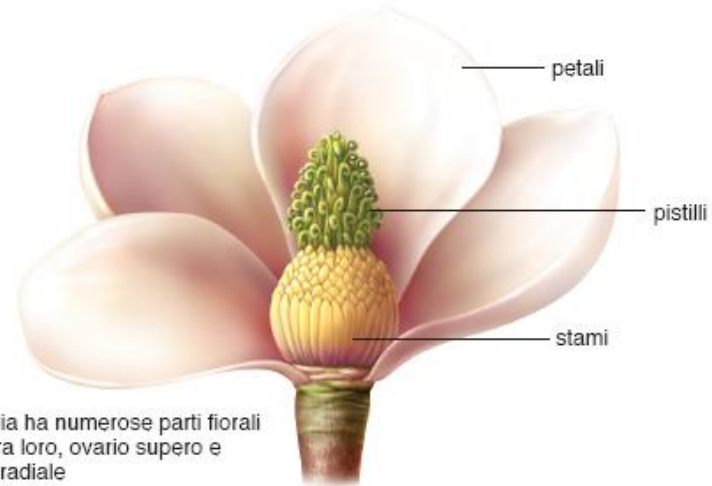
1. Semi con due cotiledoni (foglie embrionali)
2. Parti fiorali in quattro o cinque o multipli
3. Foglie con una distinta venatura primaria
4. Presenza di ambio vascolare e cambio della corteccia
5. Fasci vascolari del fusto in un anello
6. Granuli pollinici con tre *pori**

MONOCOTILEDONI

1. Semi con un cotiledone (foglia embrionale)
2. Parti fiorali in tre o multipli
3. Foglia con più o meno nervature parallele
4. Assenza di cambio vascolare e cambio della corteccia
5. Fasci vascolari del fusto sparsi
6. Granuli pollinici con un poro

*(nel poro la parete è più sottile - vedi Figure 23.6 e 23.7)

Simmetria radiale



Simmetria bilaterale



Figura 23.9 Confronto tra un fiore primitivo, magnolia (*in alto*) e un fiore più evoluto, orchidea (*in basso*).

Phylum Magnoliophytac

Tipologie di ovario

Placentazione

Inserzione centrale

Inserzione parietale

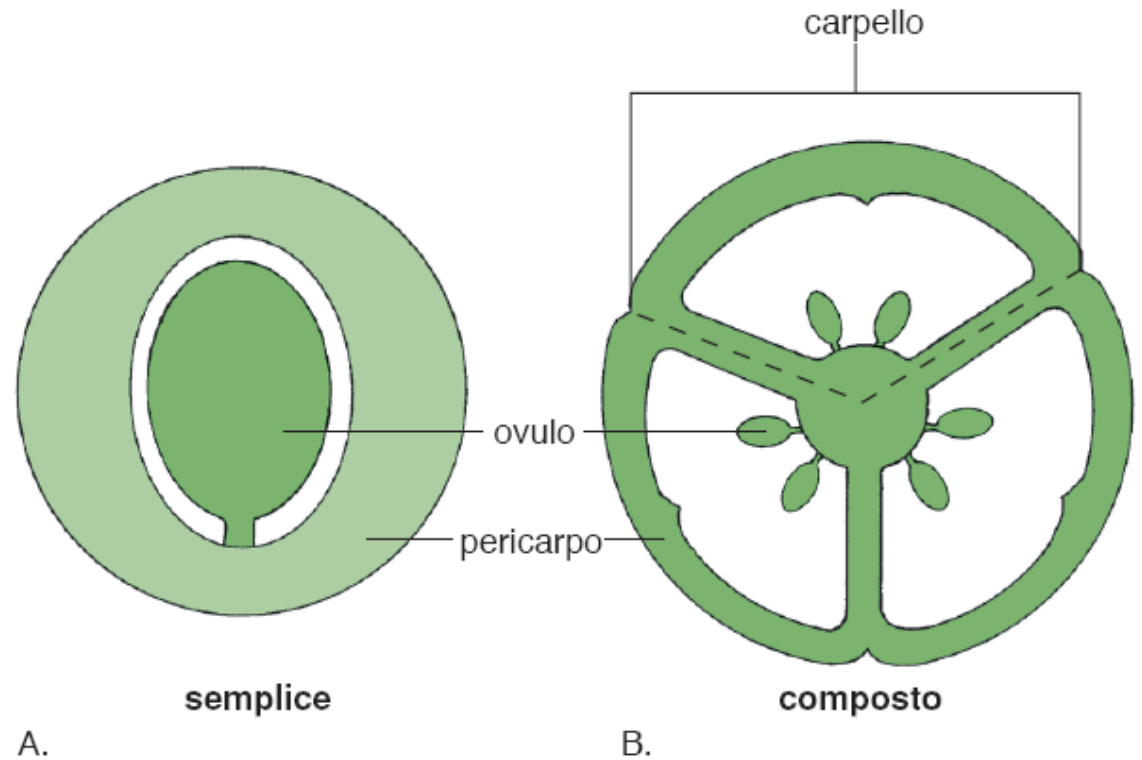


Figura 23.10 Ovari in sezione trasversale. *A.* Ovario di un pistillo semplice in pesca. *B.* Ovario di un pistillo composto in giglio.

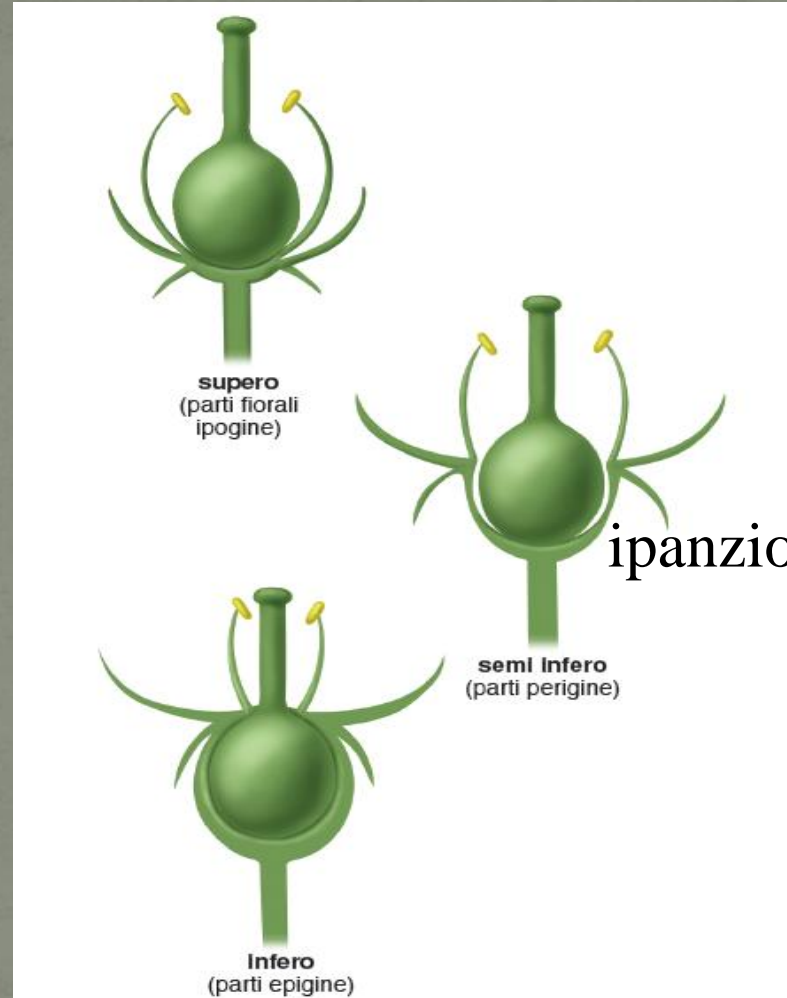


Figura 23.11 Posizioni dell'ovario nei fiori: **supero** (parti fiorali, ipogine, per es: geranio); **semi infero** (parati fiorali, perigine, per esempio: ciliegio); **infero** (parti floral, epigine, es: orchidee).

Phylum Magnoliophytac Tipologie di infiorescenze

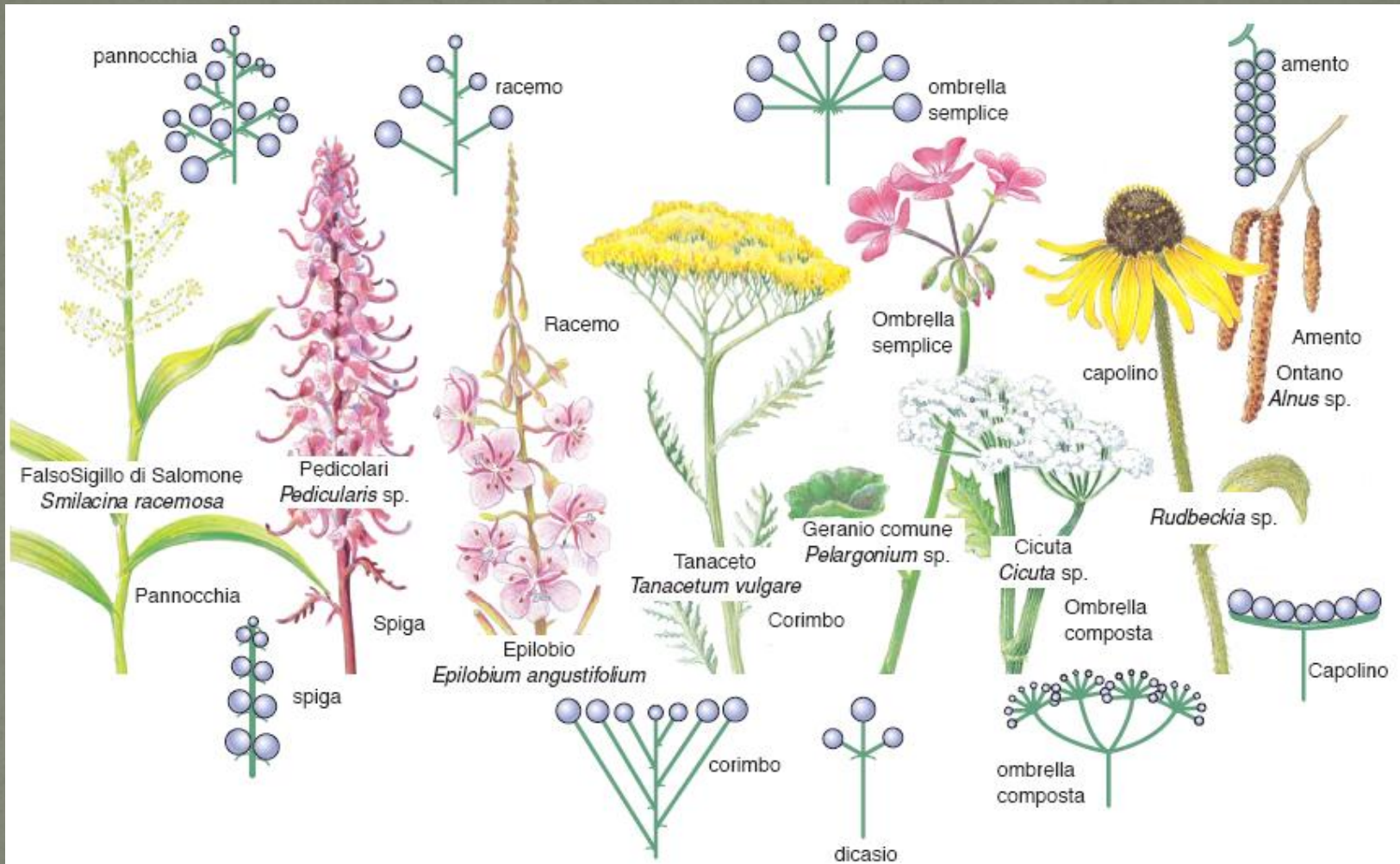


Figura 8.7 Tipi di infiorescenza. Ciascuna sfera rappresenta un fiore. In tutte le infiorescenze mostrate, tranne per il dicasio e l'ament, i fiori più in basso o più in alto si aprono per primi. I fiori quindi si aprono in successione verso l'alto o verso il basso. Nel dicasio, i fiori centrali si aprono per primi e quelli laterali si aprono simultaneamente. Nell'ament, i fiori si aprono simultaneamente. (Da Moore, Clark and Vodopiche, Botanica 2a edizione. McGraw-Hill Companies. Tutti i diritti riservati).

Phylum Magnoliophytac

Sviluppo del megasporangio (ovulo)

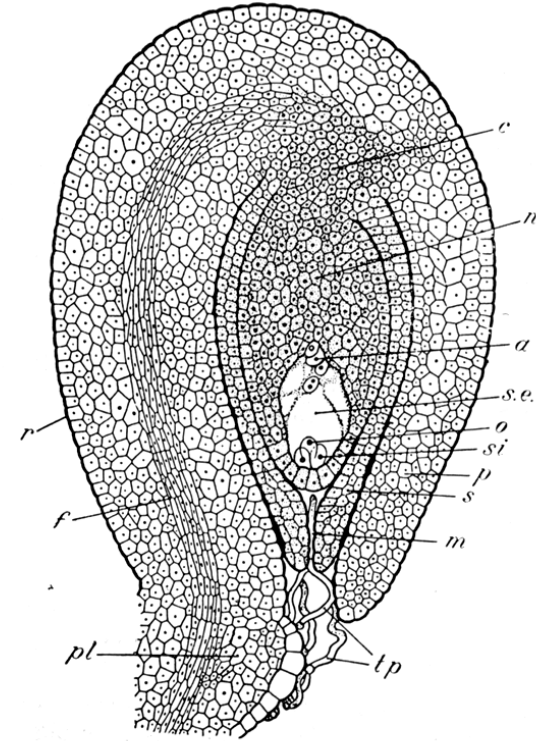
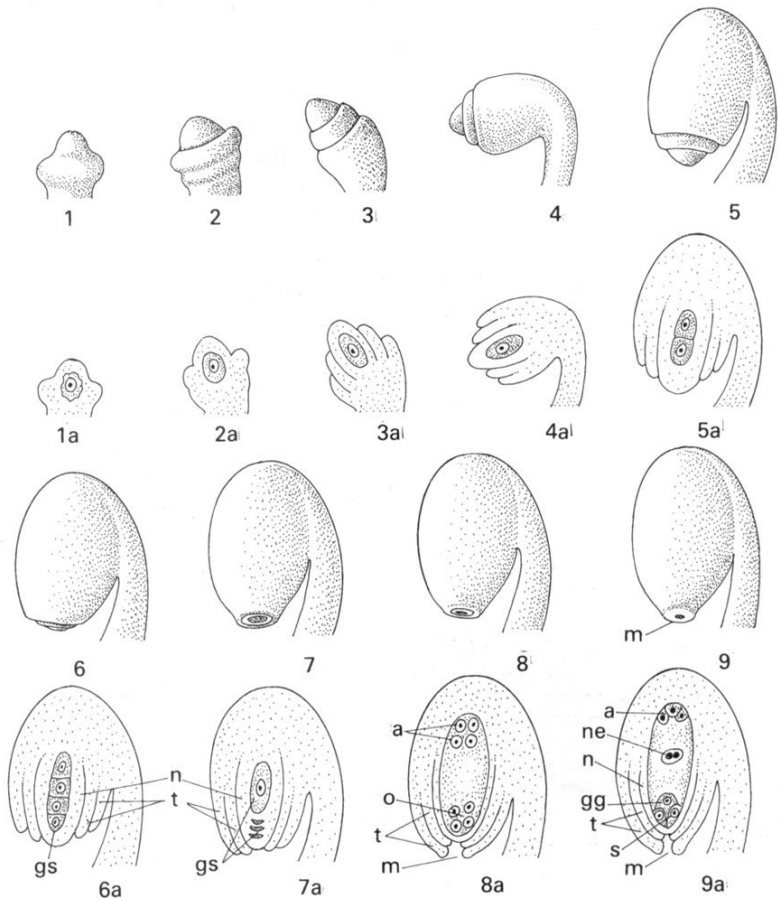
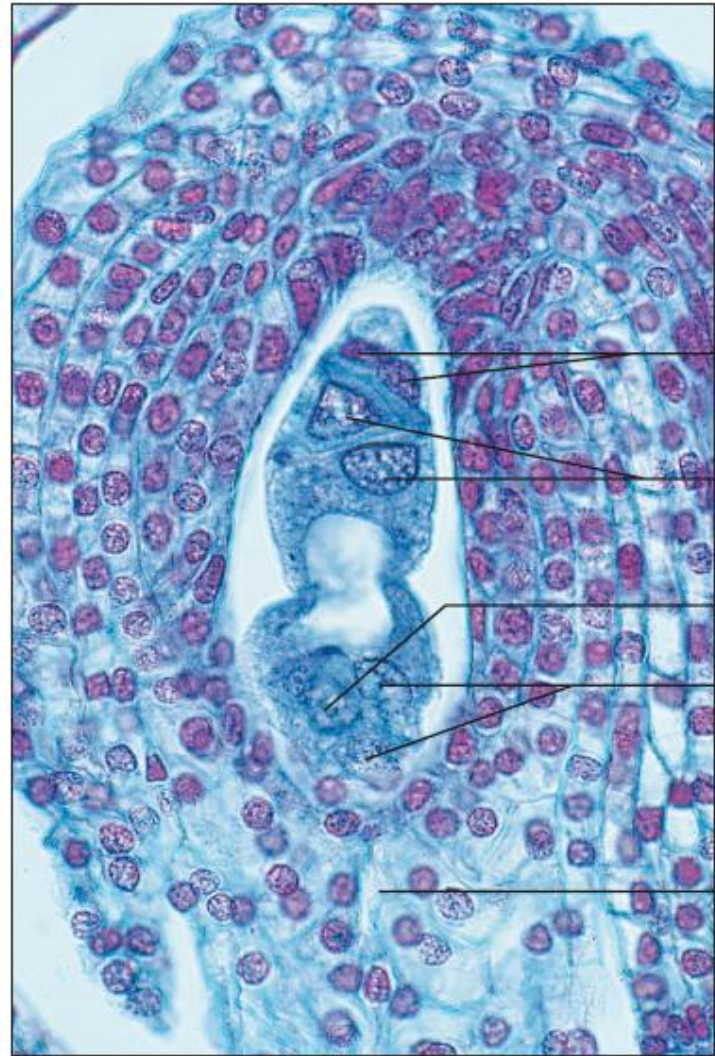


Fig. 1.32 – Sezione longitudinale di un ovulo anatropo di *Iris sibirica* nel cui interno si è differenziato il sacco embrionale. *c*, calaza; *n*, nocella; *a*, antipodi; *s.e.*, sacco embrionale; *o*, oosfera; *si*, sinergidi; *p*, primina; *s*, secundina; *m*, micropilo; *tp*, tubetti pollinici; *pl*, placenta; *f*, funicolo; *r*, rafe (da DODEL-PORT, secondo TONZIG).

Megagametofito maturo (sacco embrionale)



2 nuclei antipodali
(il terzo non è visibile)

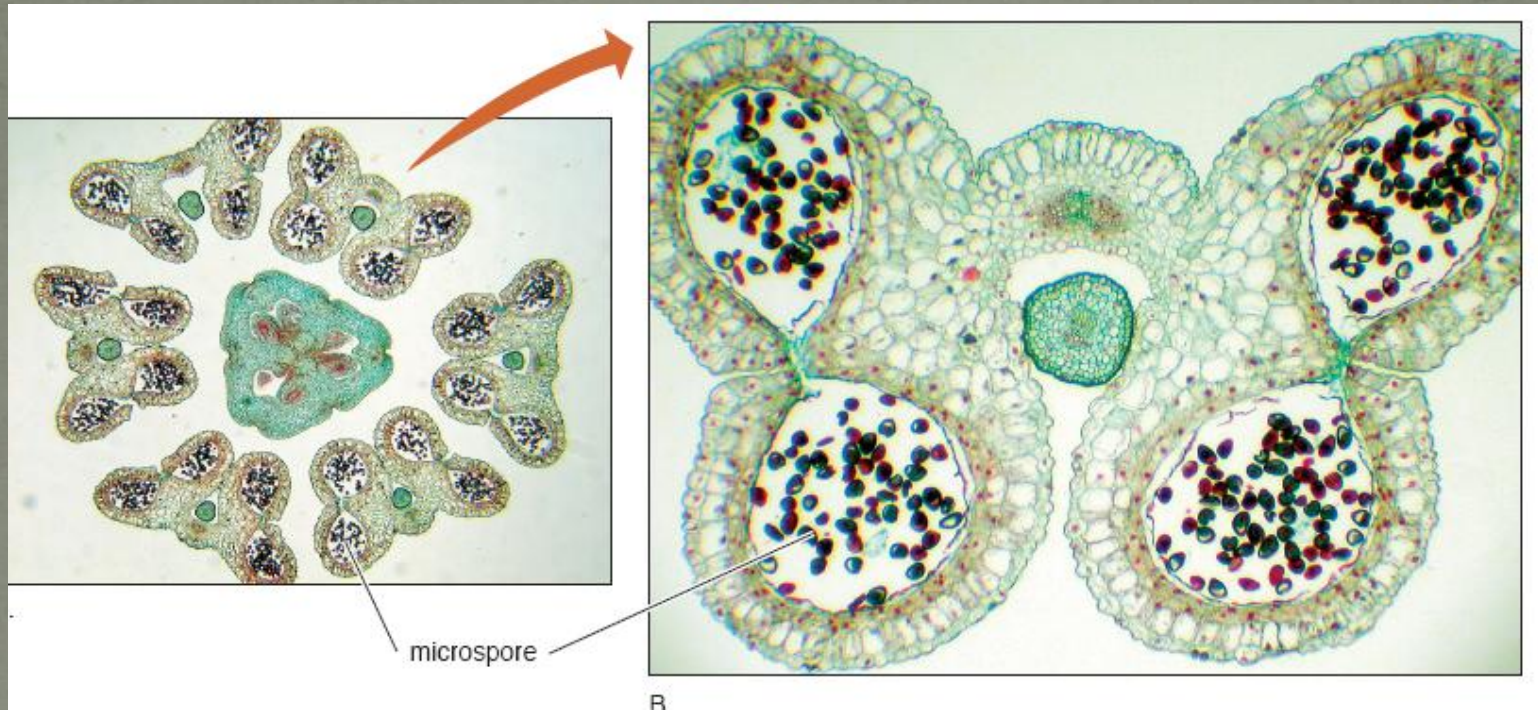
2 nuclei polari

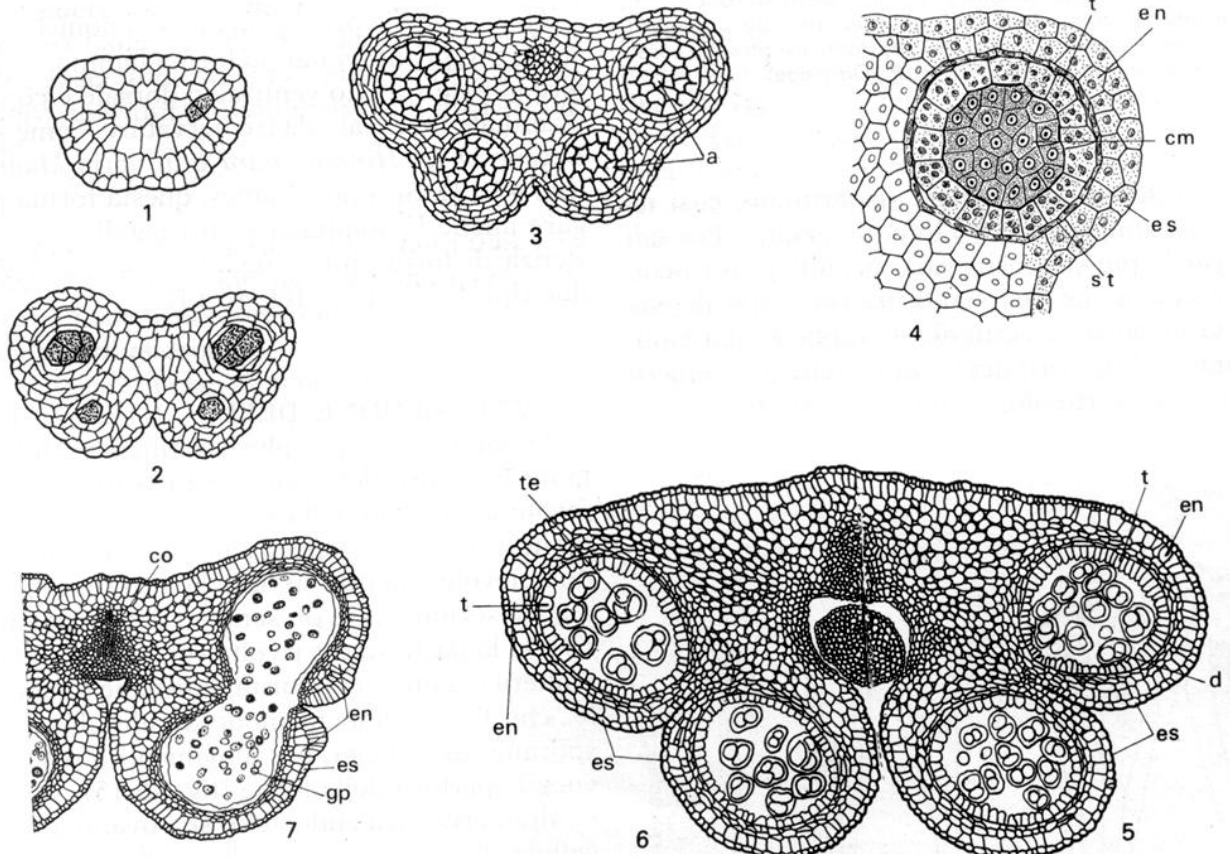
cellula uovo

sinergidi

micropilo

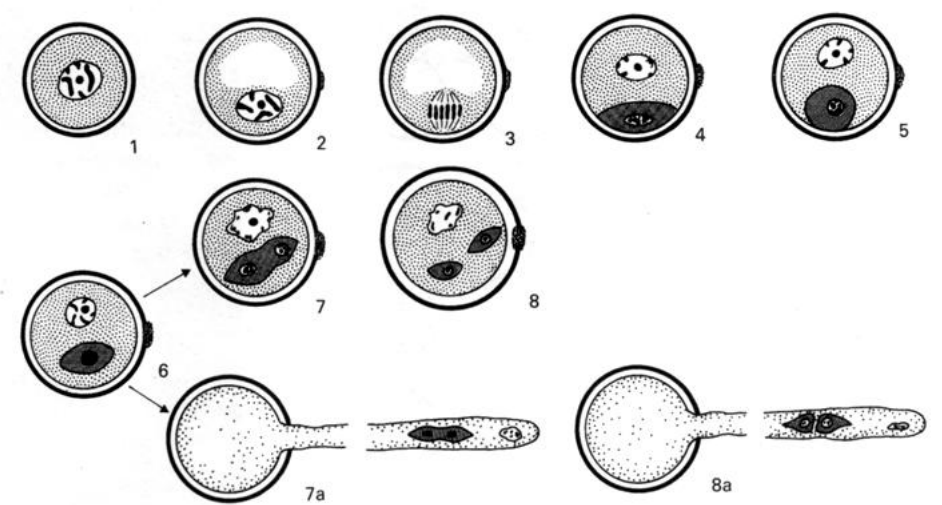
Sezione trasversale di antera di *Lilium*



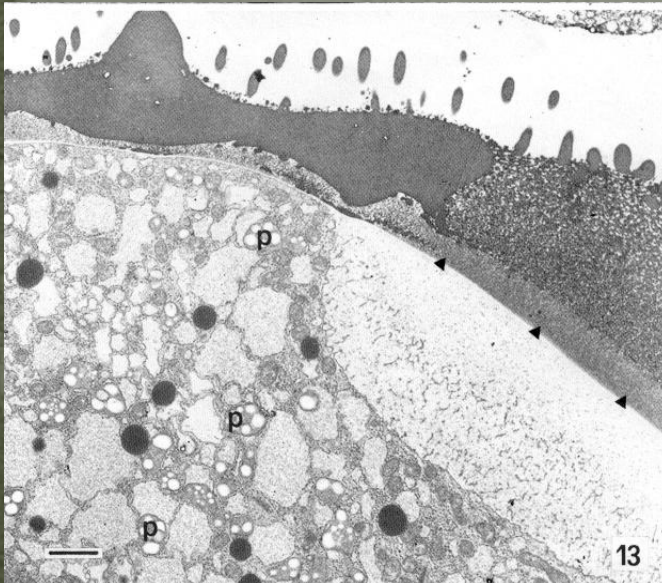
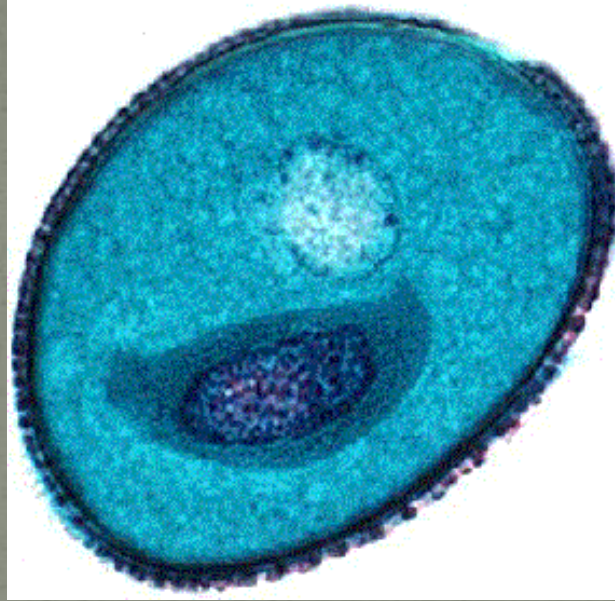
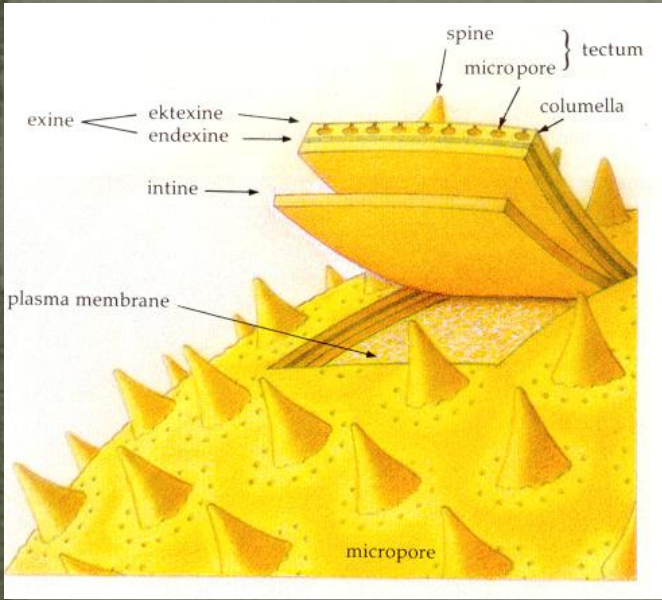


Sviluppo del microgametofito

Fig. 45.21 • Schema delle successive tappe di sviluppo dei pollini (1-6) trinucleati (7 e 8) e binucleati (7a, 8a). Nei primi, la divisione del nucleo della cellula generativa avviene precocemente (mentre il polline si trova ancora nell'antera), per cui, a maturità, ogni granulo pollinico possiede tre nuclei. Nei pollini binucleati, invece, la divisione del nucleo generativo si verifica nel tubetto pollinico. (Da Mareshwari).



Il granulo pollinico: forma e funzioni



sporoderma

Intina: cellulosa e sostanze pectiche

Esina: sporopollenina

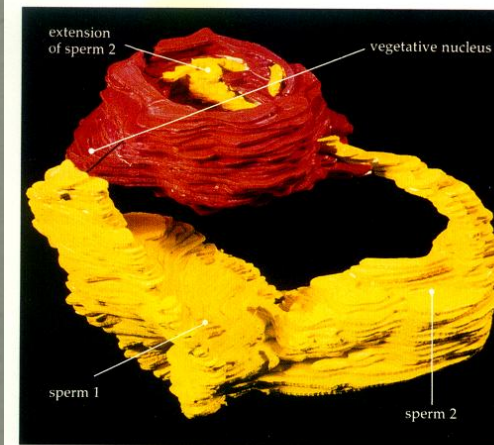
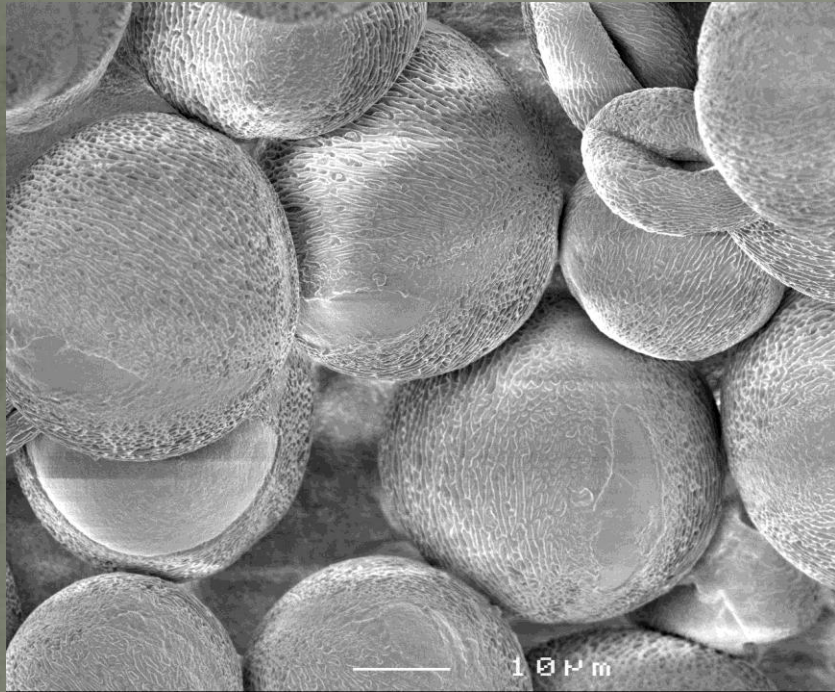
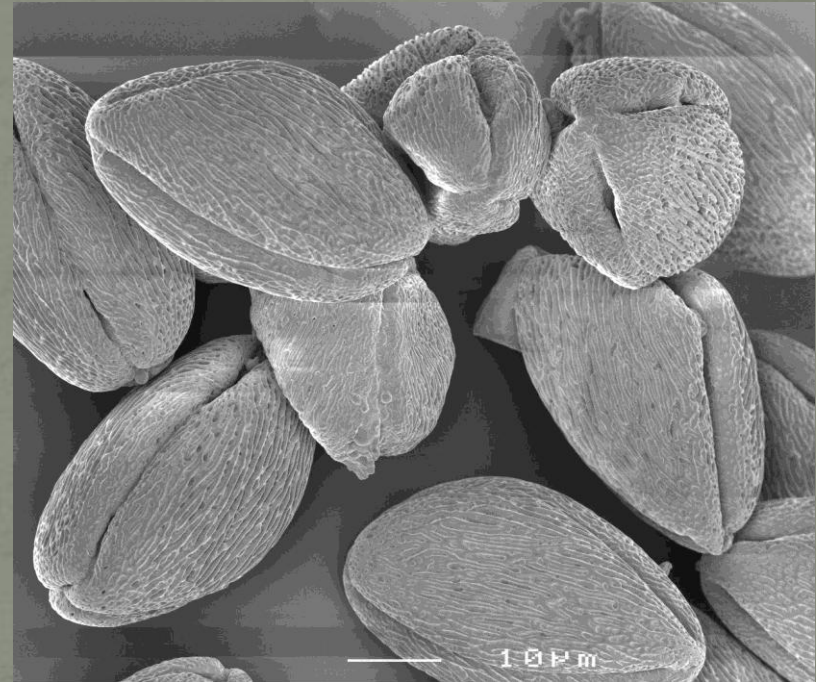


Fig. 15.5 The male germ unit provides a means for sperm transport in the pollen tube. Three-dimensional reconstruction of a male germ unit in a pollen grain of oilseed rape, *Brassica campestris*. The pair of sperm cells are linked together and one has a long extension that penetrates the vegetative nucleus in mature pollen

Disidratazione del polline e longevità

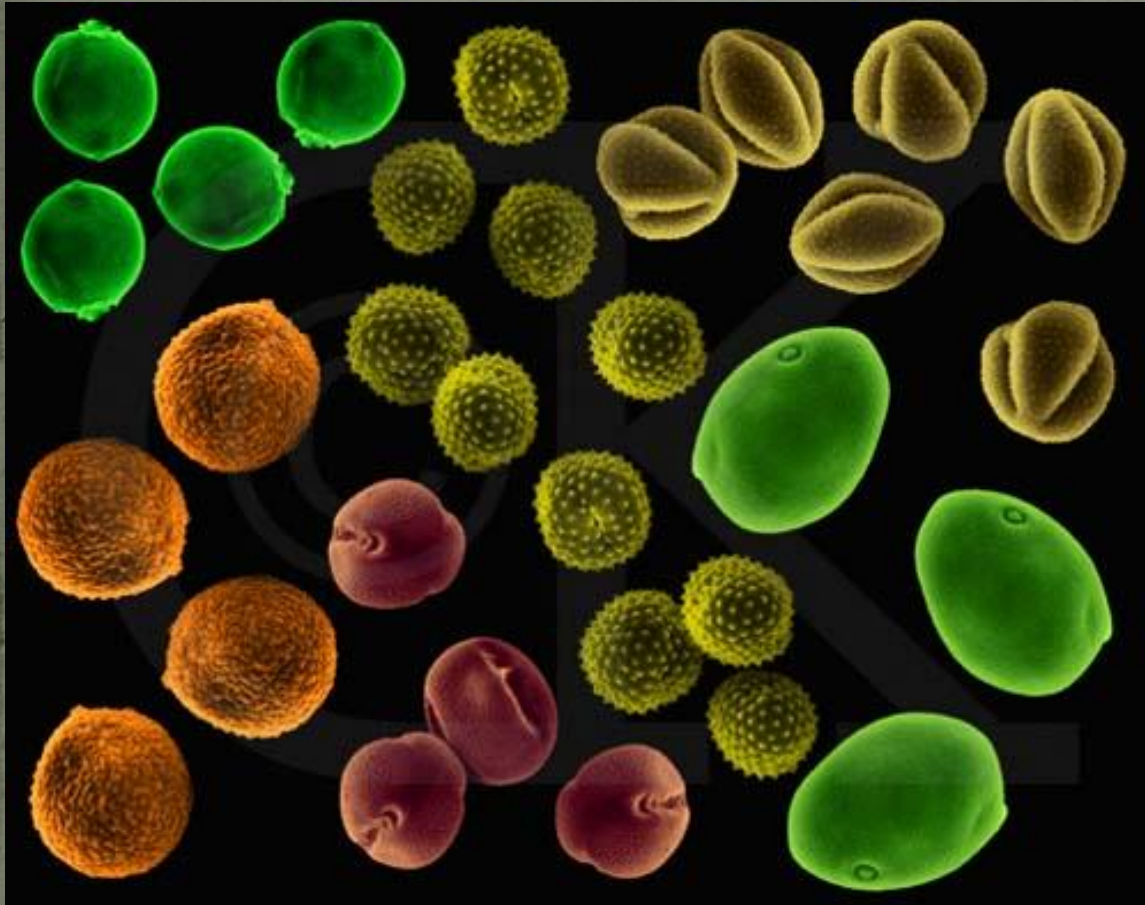


H₂O 70-80%



H₂O 5-10%

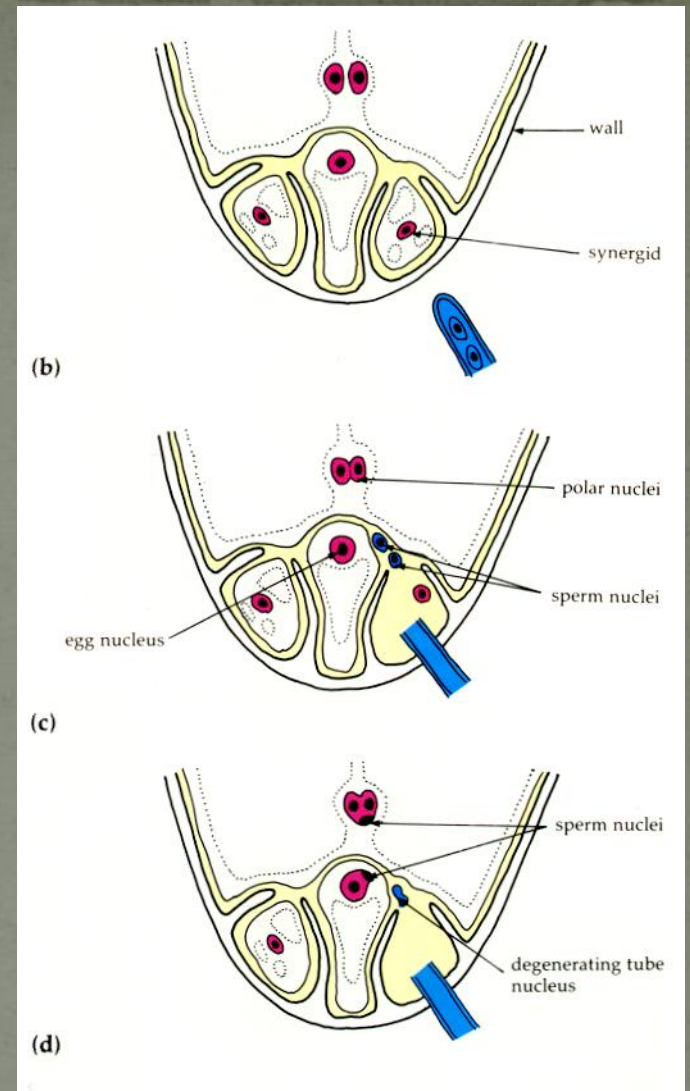
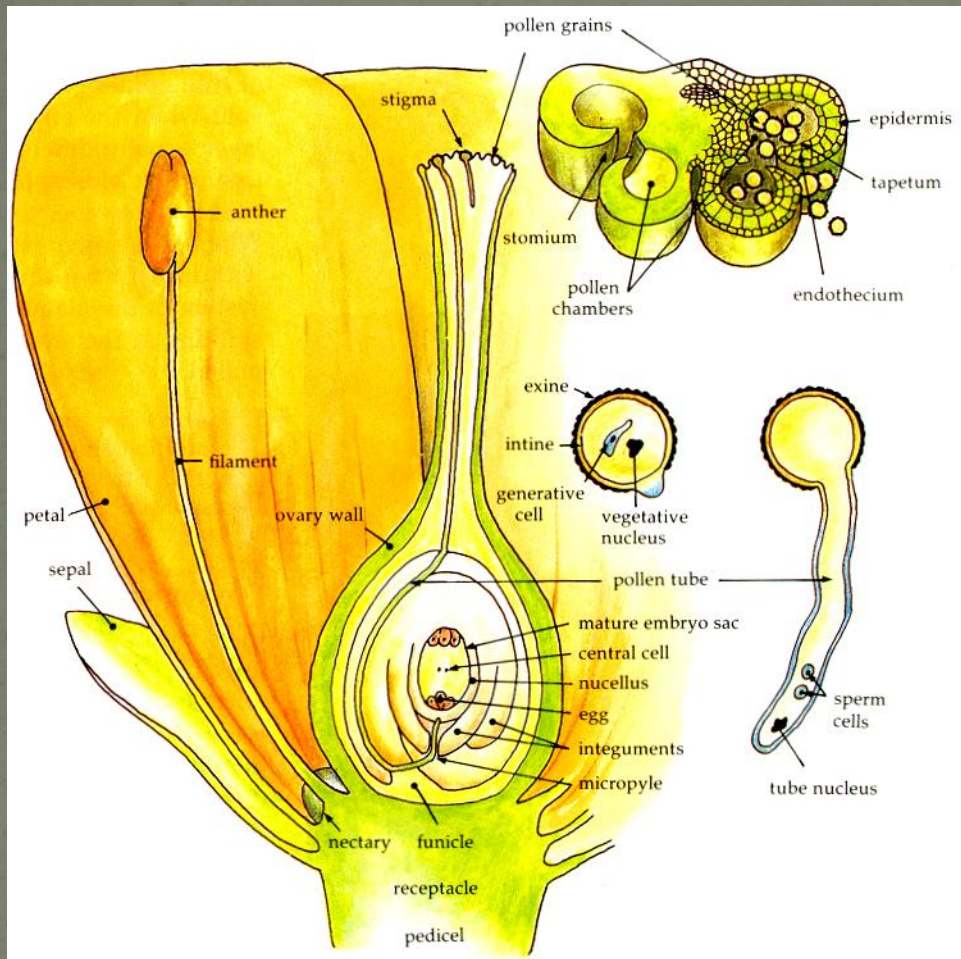
Diversità morfologica del polline



Impollinazione e fecondazione

- **L'impollinazione** è il processo nel quale avviene il trasferimento di granuli pollinici dall'antera allo stigma.
- **La fecondazione** è l'unione di una cellula uovo con un nucleo spermatico.
 - ❖ Può avvenire dopo giorni, settimane o mesi dall'impollinazione.
- Quando il tubetto pollinico raggiunge il micropilo, entra nel gametofito femminile e scarica il suo contenuto.
 - ❖ **Doppia fecondazione** (fusione):
 - Un nucleo spermatico migra da una sinergide verso la cellula uovo si fonde con essa e forma uno zigote.
 - L'altro nucleo migra dalla sinergide e si fonde con i nuclei della cellula centrale formando il **nucleo dell'endosperma** triploide.

Doppia fecondazione



In seguito alla fecondazione l'ovulo si trasforma in seme ed l'ovario in frutto

Una volta avvenuta la fecondazione l'**ovulo** si trasforma in **seme** e l'**ovario**, ed eventualmente altre parti fiorali, si trasforma in **frutto**.

Nelle angiosperme così come nelle gimnospermae esistono **due** strutture di dispersione:
il seme in fase diploide
il polline in fase aploide

Strutture riproduttive disperse dalle piante nell'ambiente

Alghe

Briofite

Pteridofite

Gimnosperme Angiosperme

gameti
spore

gameti
Spore
Animali*

gameti
spore

polline
semi

polline
semi

acqua

acqua
vento

acqua
vento

vento
animali

animali
vento
acqua

agente di dispersione

*Splanchnaceae (Briofite parassite)

IMPOLLINAZIONE

E' quel processo o insieme di processi che determinano il trasferimento dall'antera allo stigma

disperditore

efficienza

ABIOTICA

Vento

(anemofilia)

acqua

(idrofilia)

fortemente
casuale

impollinazione

BIOTICA

Insetti

(entomofilia)

uccelli

(ornitofilia)

mammiferi

(chiropterofilia)

marsupiali

rettili

molto specifico

P/O e impollinazione

Impollinazione anemofila

- bassa efficienza
- produzione massiva di polline
- P/O molto alto

Impollinazione entomofila

- Alta efficienza
- Produzione di polline limitata
- P/O basso

TABLE 1 Thousand pollen grains per ovule
(Pohl, 1937b)

<i>Corylus avellana</i>	anemophilous	2549
<i>Fagus silvatica</i>	anemophilous	637
<i>Aesculus hippocastanum</i>	entomophilous	452
<i>Acer pseudoplatanus</i>	entomophilous	94
<i>Tilia cordata</i>	entomophilous	44
<i>Plantago lanceolata</i>	entomophilous	15
<i>Sanguisorba officinalis</i>	entomophilous	11
<i>Betula verrucosa</i>	anemophilous	7
<i>Polygonum bistorta</i>	entomophilous	6

The figure for *Aesculus* is exceptional among entomophiles.

Impollinazione abiotica

E' probabile che nelle Angiosperme tale tipo di impollinazione si sia sviluppato secondariamente in quanto si pensa che le Angiosperme più primitive fossero entomofile.

Sindrome da impollinazione anemofila

- Fiori raccolti in infiorescenze pendule (an)
 - Calice e corolla estremamente regrediti
 - Stigmi e antere ben esposti alle correnti ac
 - Produzione massiva di polline
- Subacquea (*Posidonia*, polline filiforme)

↑
Impollinazione idrofila

↓
Sulla superficie dell'acqua
es. *Vallisneria spiralis*

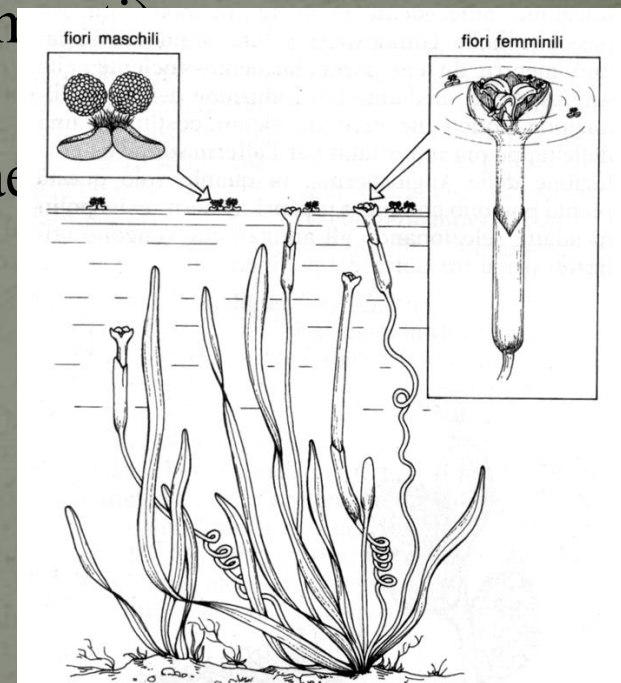


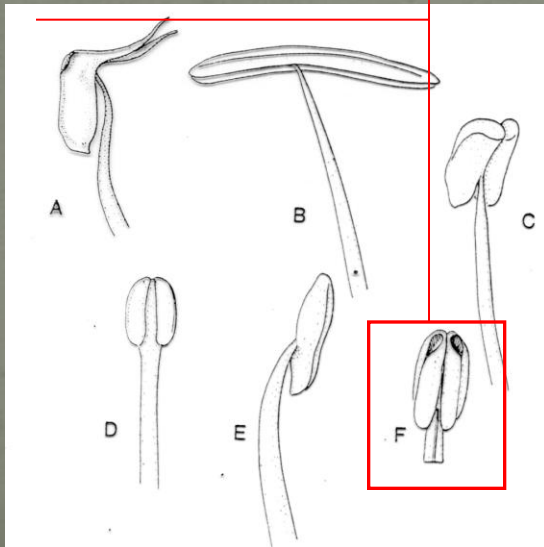
FIG. 45.42 • Impollinazione idrogama in *Vallisneria spiralis*: i fiori femminili vengono formati sott'acqua, giunti a maturità, per la distensione del loro lungo peduncolo (attorcigliato verso la sua base) arrivano fino al pelo dell'acqua, dove vengono impollinati dai fiori maschili, che si staccano dalla pianta che li ha prodotti così da poter galleggiare sull'acqua e raggiungere passivamente i fiori femminili, affidandosi alla corrente.

L'impollinazione anemofila, per quanto passiva, in alcuni casi prevede delle strutture atte a favorire la dispersione:

- Ubish bodies (Gimnosperme)
- Sacche aeree del polline (*Pinus*)
- Antesi esplosiva (*Parietaria*)

Un caso particolare di Impollinazione è la **buzz pollination**

Antere poricide



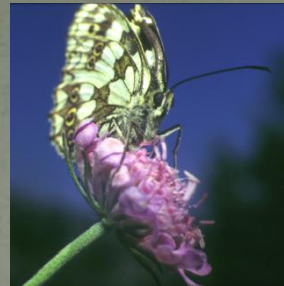
Solanum

Gli animali impollinatori e loro distribuzione



Colibrì (America del Sud)
Sunbirds (Australia)
Sugarbirds (Australia, Sud Africa)

Lepidotteri



Imenotteri: api, vespe,
bombi



Geko
(Australia, Nuova Zelanda)



Ditteri



Pipistrelli (regioni tropicali)



Opossum (Marsupiali)
Australia



Coleotteri

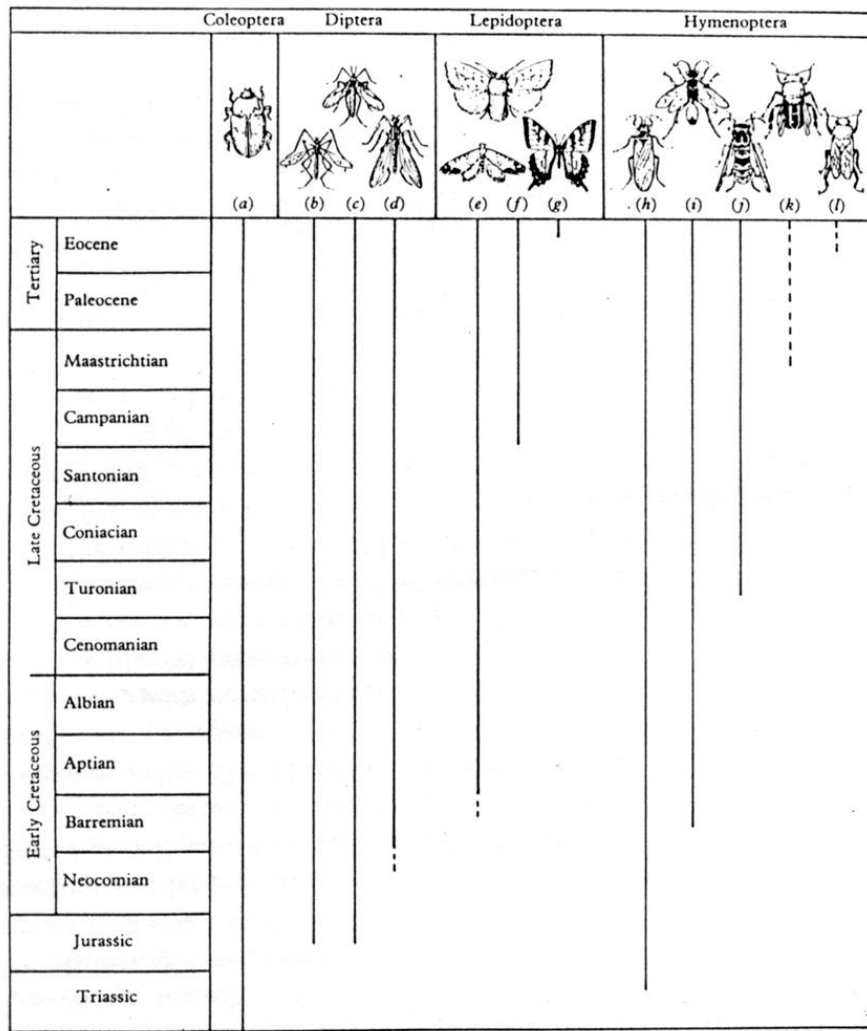


Figure 7.2. First occurrences of selected insect taxa germane to the evolution of insect pollination. Due to space limitations, there is no attempt to place all taxa of significance in the table. For example the bees become diverse in the fossil record around the Oligocene but all taxa are not shown (instead, refer to Burnham, 1978). The beeﬂies (Bombyliidae) and hoverﬂies (Syrphidae), also important pollinators, are reported as diverse by the Tertiary (Rohdendorf, 1974), but fossil evidence for their earliest occurrence is not unequivocal. The times of first occurrences are based on the reference or discussions cited in the text. Dashed lines indicate probable range, but inferred rather than based on direct fossil evidence. (a) Coleoptera (Nitidulidae illustrated). (b) to (d) Diptera: (b), Tipulidae, (c) Mycetophilidae, (d), Empididae. (e) to (g) Lepidoptera: (e) Micropterigidae, (f) Noctuidae, (g) Papilionidae. (h) to (l) Hymenoptera: (h) Symphyta, (i) Sphecidae, (j) Vespoidea, (k) Meliponinae, (l) Anthophoridae.

Differenti tipi di ricompense o attrattori attrattori primari

Table 1. Types of reward in flowers and their implications in pollination

The reward	Chemical composition	Users	Ecological implications
Nectar	Carbohydrates, amino acids, lipids, antioxidants, alkaloids, protein, vitamins, and others	Almost all the known pollinator groups, especially for the forager's own consumption	The main calorific reward. Nectar volume, concentration, rate and rhythms of secretion are \pm typical to the pollinator group. There is a correlation between the floral morphology (tube) and the presence/quantity/quality of the nectar
Pollen	Proteins, carbohydrates, amino acids, lipids, minerals, enzymes, pigments, and others	Especially insects, also used as a main food of the brood	In large grains starch is the energetic source but it is lipids in small ones. Pollen is a convenient food source which requires a minimum of adaptations on the part of the users; almost every mandibulate insect may use it
Stigmatic exudates	Lipids, sugars, amino acids, phenolics, alkaloids, and antioxidants	Insects	The main reward in only a few cases, especially in trap flowers
Floral tissues	Sugar, starch, protein, lipids, etc.	Insects (mainly beetles and bees). Bats	Special food-bodies, false anthers, or other unspecialized tissues (petals, etc.)
Oils	Saturated free fatty acids, diglycerides	Specialized female bees (Anthophorinae; Old Tropics, Rediviva; Mellittidae) South Africa	Only in specialized flowers mainly in the tropics. Produced in special structures (elaiophores). Oil collection requires the use of specialized structures formed by modified setae and fore tarsi

Imenotteri

Lepidotteri

Ditteri

pipistrelli

uccelli

Attrattenti secondari

Perfume

Terpenes (e.g. cineole, geraniol, eugenol) Aminoid compounds (e.g. skatole), aromatic constituents (e.g. vanillin)

Male euglossine bees

Produced especially by Orchidaceae but also Araceae. The male stores the liquid in a special tissue in his hind tibia, but its exact metabolism and function is not known for sure

Resins and

Brood sites

Shelter and



Parabolic flowers act as diaheliotropic solar furnaces

Bees (Euglossini; Anthidiini); or

Highly specialized

Insects (bees,

Insects

Insects

Insects



Insects bask in the flowers, which are warmer than the surrounding air, and make an energy gain

Males which are seeking mates in the flower also pollinate them

The predator serves also as a pollinator?

Meeting-places (rendezvous)

Prey

Sources: refs 1-10.

Victoria regia
cantarofilia

Fiore protogino impollinato da coleotteri



Fiore nella fase femminile

Fiore nella fase maschile

Importanza dei messaggi visivi: forma e colore



dalla “seduzione” all’ inganno (mimetismo)

👁️ nutritivo:

- il fiore di una pianta con scarsa densità di popolazione e privo di ricompense è assai simile ad un’altro di una specie con maggiore densità e che offre ricompense

- All’interno della stessa specie il fiore femminile può essere privo di ricompensa e del tutto simile al fiore maschile che ha ricompense

- il fiore o l’infiorescenza emanano un’odore simile alla carne in putrefazione (**sapromiofilia**, *Rafflesia*) o a feci (**copromiofilia**, *Arum*)

- falso nettare (*Parnassia*)



Parnassia



Inganno riproduttivo

Nel fiore delle orchidee del genere *Ophris* forma, colore e profumo simulano un'insetto femmina



Ophris speculum



Ophris lutea

Inganno ai danni della pianta



Bombus



Xylocopa

Impollinazione specie specifica



Angraecum e sfingide del Madagascar



Ficus e *Blastophaga*

- L'impollinazione entomofila è molto efficiente ma richiede dei costi energetici (cioè quelli necessari per elaborare le ricompense) maggiori rispetto all'anemofilia.
- Inoltre esiste una notevole competizione inter-specifica per gli impollinatori.
- E' forse per questi motivi che l'anemofilia si è sviluppata secondariamente nelle angiosperme
- E' da tener conto inoltre che spesso l'impollinazione non è strettamente anemofila o entomofila e molte piante usufruiscono di entrambi i tipi (biotico ed abiotico) di impollinazione (es. piante considerate tipicamente anemofile come i salici)