



# Incontri di formazione-scambio nell'ambito del progetto NextGen4Pollinators



## Il fiore e le fioriture

a cura di Lara Lucchetti, Ph.D.

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali - UNIVPM

- Funzioni del fiore
- Struttura di un fiore-tipo completo
- Fiori e infiorescenze
- L'impollinazione
- La fase antesica nel suo complesso



# *Funzioni del fiore*

Il fiore è un organo a crescita determinata e rappresenta l'unità riproduttiva delle piante (Angiosperme: piante con ovuli e semi protetti da un ovario) tramite la quale mettono in atto la riproduzione sessuale:

- Produzione dei gametofiti:
  - Gametofito maschile: granulo pollinico → Cellule spermatiche
  - Gametofito femminile: sacco embrionale → Cellule uovo
- Strategie per l'impollinazione
- Fecondazione
- Formazione del frutto e del seme

# La struttura di un fiore completo

La struttura di un fiore è composta da più parti, risultanti da profonde trasformazioni di foglie nel corso dell'evoluzione:

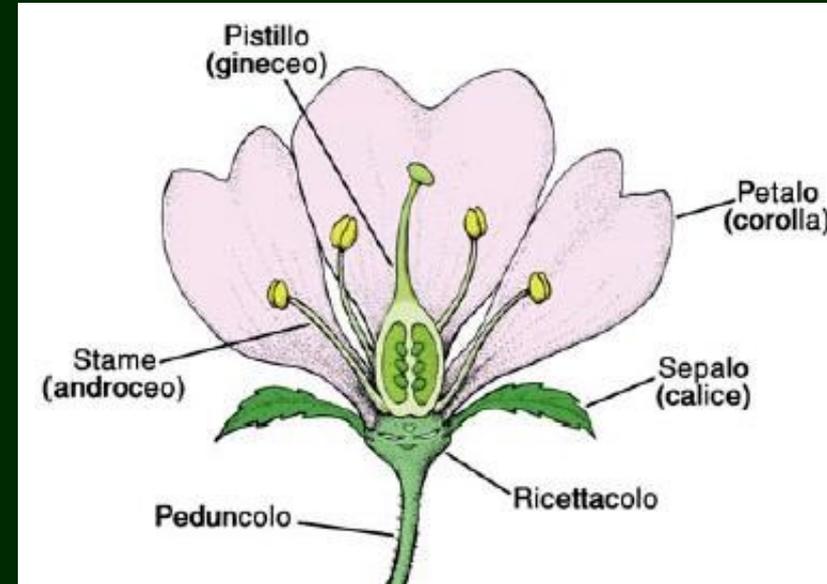
- **Peduncolo**: asse che porta il fiore
- **Ricettacolo** o **talamo**: parte sommitale del peduncolo su cui sono inseriti gli elementi fiorali:
- **elementi sterili** ed **elementi fertili**

## Elementi sterili:

- **Calice**: insieme dei **sepali**
- **Corolla**: insieme dei **petali**

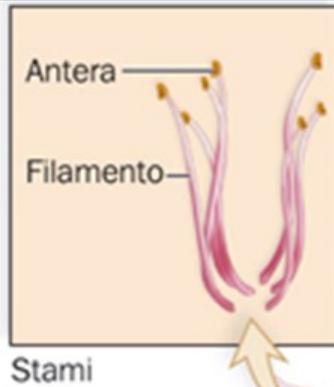
## Elementi fertili:

- **Androceo**: insieme degli **stami**
- **Gineceo**: insieme dei **carpelli** che, a seconda di come sono organizzati, formano uno o più **pistilli**

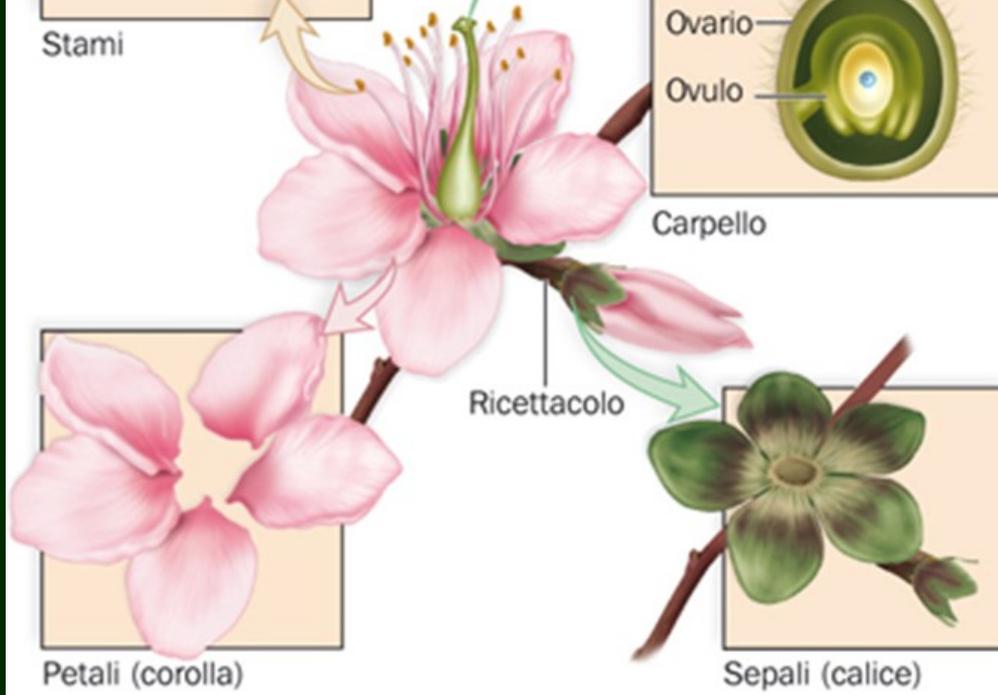
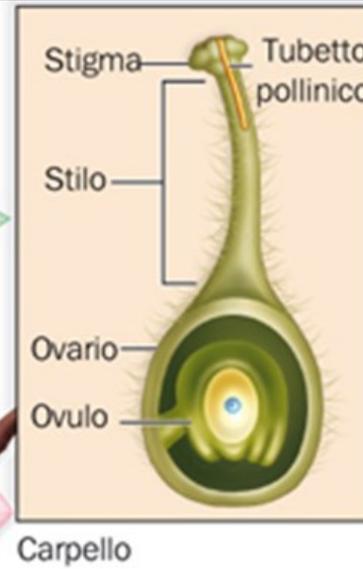


# PARTI FERTILI

Androceo



Gineceo



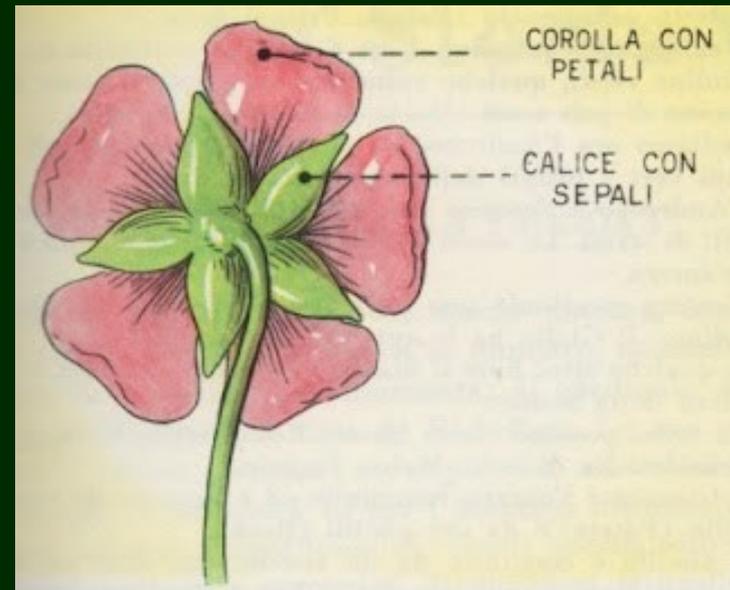
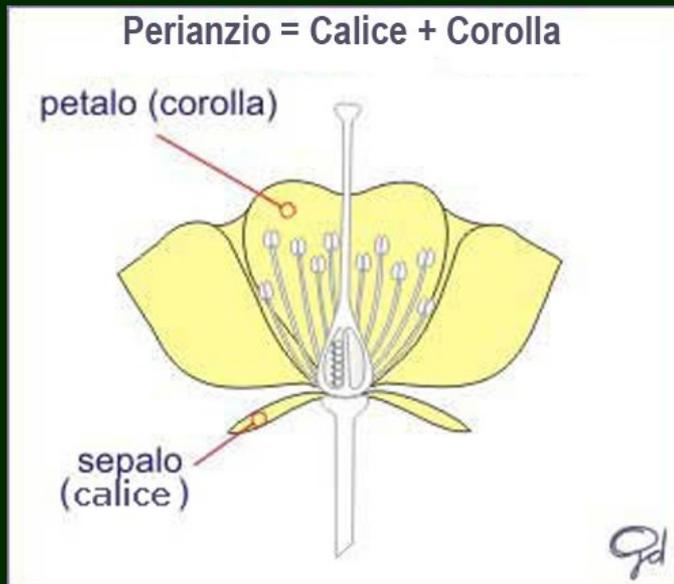
# PARTI STERILI

# Il perianzio: calice + corolla

Il **perianzio** è formato dal **calice** e dalla **corolla**.

Il **calice** è l'insieme dei **sepali**.

La **corolla** è l'insieme dei **petali**.



Se calice e corolla non sono differenziati tra loro allora si parla di **perigonio**, che è formato dai **tepali**

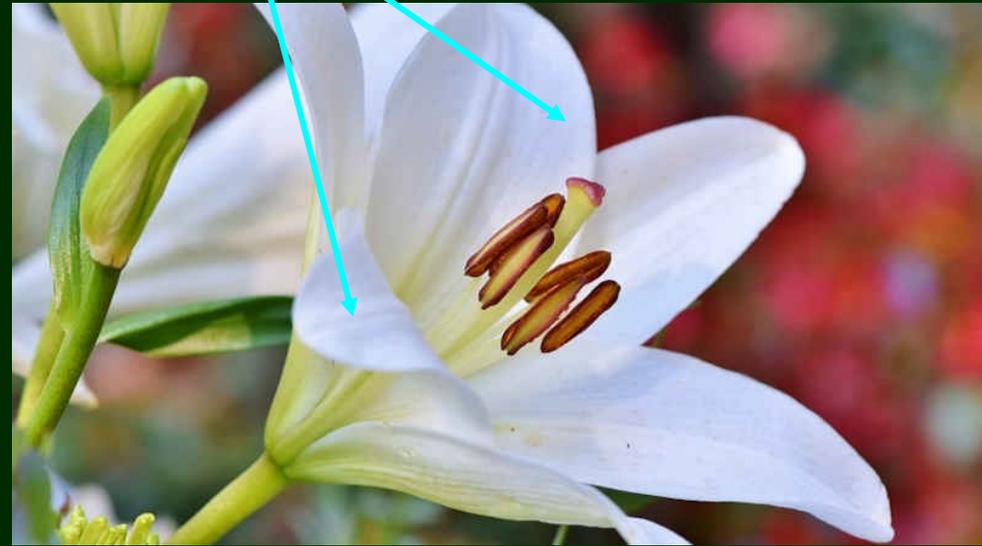
Petali: corolla



Perianzio

Sepali: calice

Tepali: perigonio



Perigonio

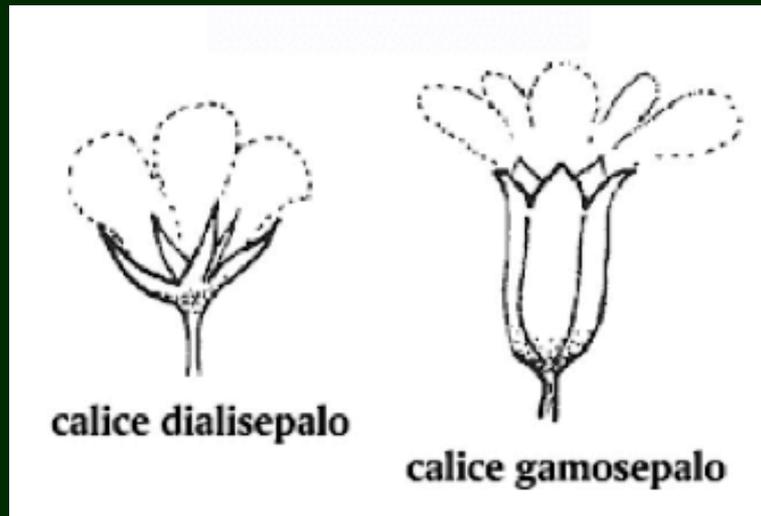
# Il calice

Il calice è formato dai **sepali**, costituisce un involucro esterno del perianzio, con **funzione protettiva**.

È generalmente verde, quindi i sepali svolgono anche funzione fotosintetizzante.

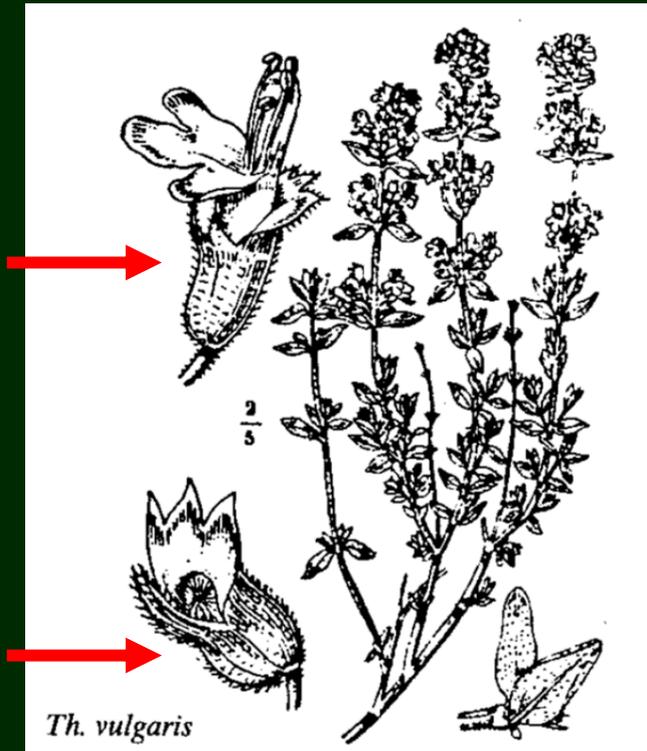
I sepali possono essere:

- liberi tra loro fino alla base: calice **dialisepalo**
- concresciuti in una struttura a forma di coppa o tubo: calice **gamosepalo**

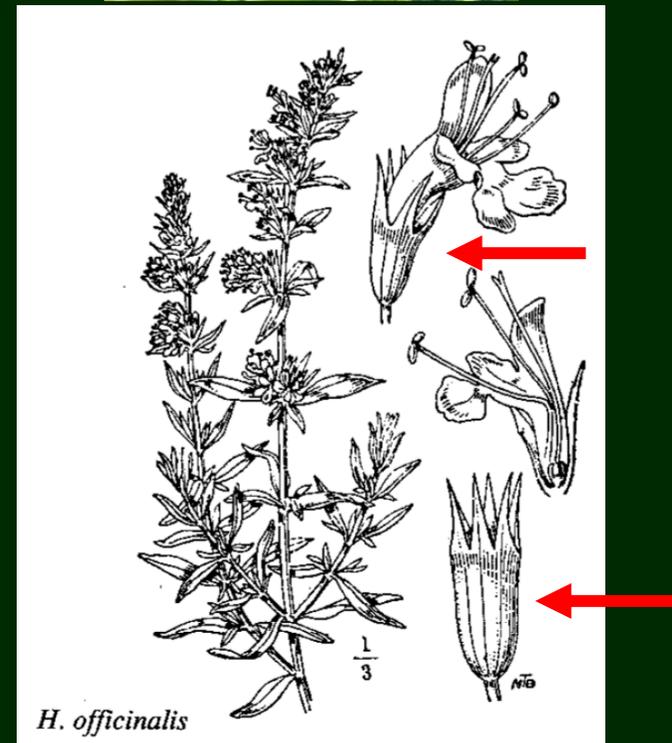


In base al tipo di simmetria, il calice è detto:

- **attinomorfo** quando possiede simmetria raggiata e quindi più piani di simmetria
- **zigomorfo** se ha simmetria bilaterale e dunque un solo piano di simmetria.



*Thymus* (Lamiaceae): calice zigomorfo (bilabiato)



*Hyssopus* (Lamiaceae): calice attinomorfo (non bilabiato)

Nell'arco della vita del fiore, il calice può avere una breve durata (**cadùco**) o persistere a lungo anche una volta che il fiore è sfiorito (**persistente, accrescente, marcescente**)



Chelidonia, Erba da porri  
(*Chelidonium majus*): calice  
caduco



Salvia minore (*Salvia  
verbenaca*): calice persistente



Alkekengi (*Physalis  
alkekengi*): calice accrescente

In alcune specie (ad esempio alcune Asteraceae) il calice si trasforma in **pappo**: struttura composta da peli, squame o uncini che permene sul frutto facilitandone la dispersione.



Tarassaco (*Taraxacum sp.pl*)

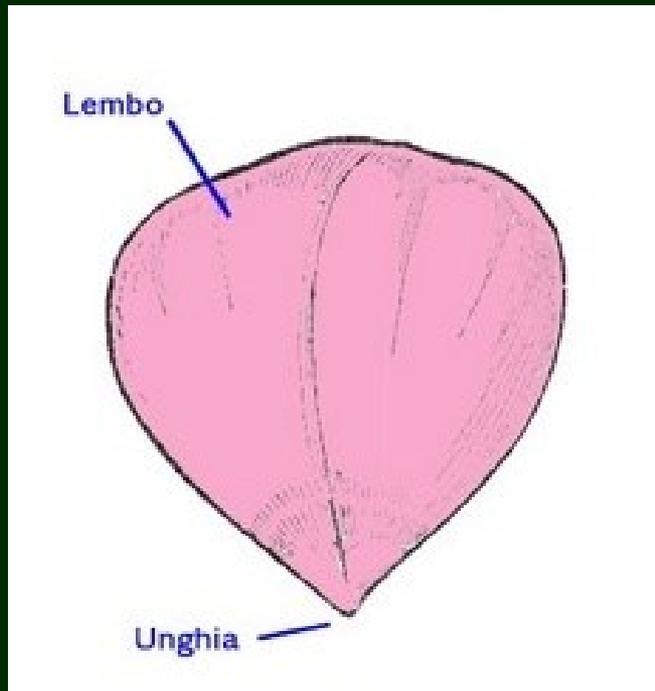


Barba di becco (*Tragopogon porrifolius*)

# La corolla

La corolla è formata dai **petali**.

I petali hanno generalmente una parte basale ristretta detta **unghia** e una parte distale allargata detta **lembo**.



Pur essendo una parte sterile del fiore, la corolla contribuisce in modo fondamentale al processo riproduttivo nelle specie caratterizzate da impollinazione entomofila: **funzione vessillare** (di richiamo), tramite varie colorazioni, forme, odori. Per questo, la corolla è in alcuni casi la parte più vistosa di una pianta.



In funzione del tipo di simmetria si distinguono corolle:

**Attinomorfe:** a simmetria raggiata (o radiale), con 2 o più piani di simmetria

**Zigomorfe:** a simmetria bilaterale, con un solo piano di simmetria

**Irregolari o asimmetriche:** senza piani di simmetria



Cisto: corolla attinomorfa



Bocca di leone: corolla zigomorfa



Aristolochia: corolla asimmetrica o irregolare



La corolla si dice

- **dialipetala** (o coripetala) se i **sepali sono liberi** tra loro fin dalla base
- **gamopetala** (o simpetala) se i **petali sono più o meno concresciuti** in una struttura a coppa o a tubo.



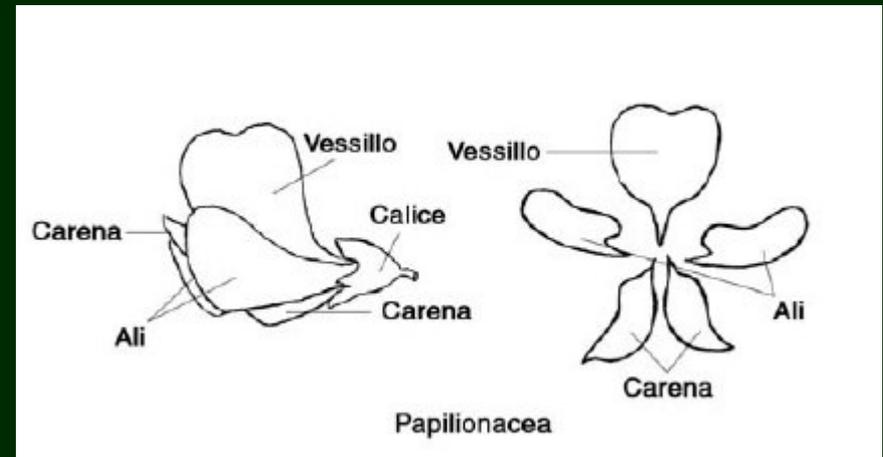
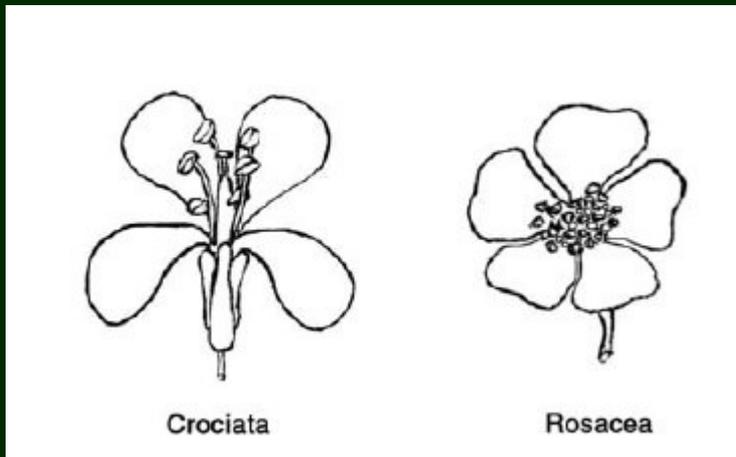
Malva: corolla dialipetala



Campanula: corolla gamopetala

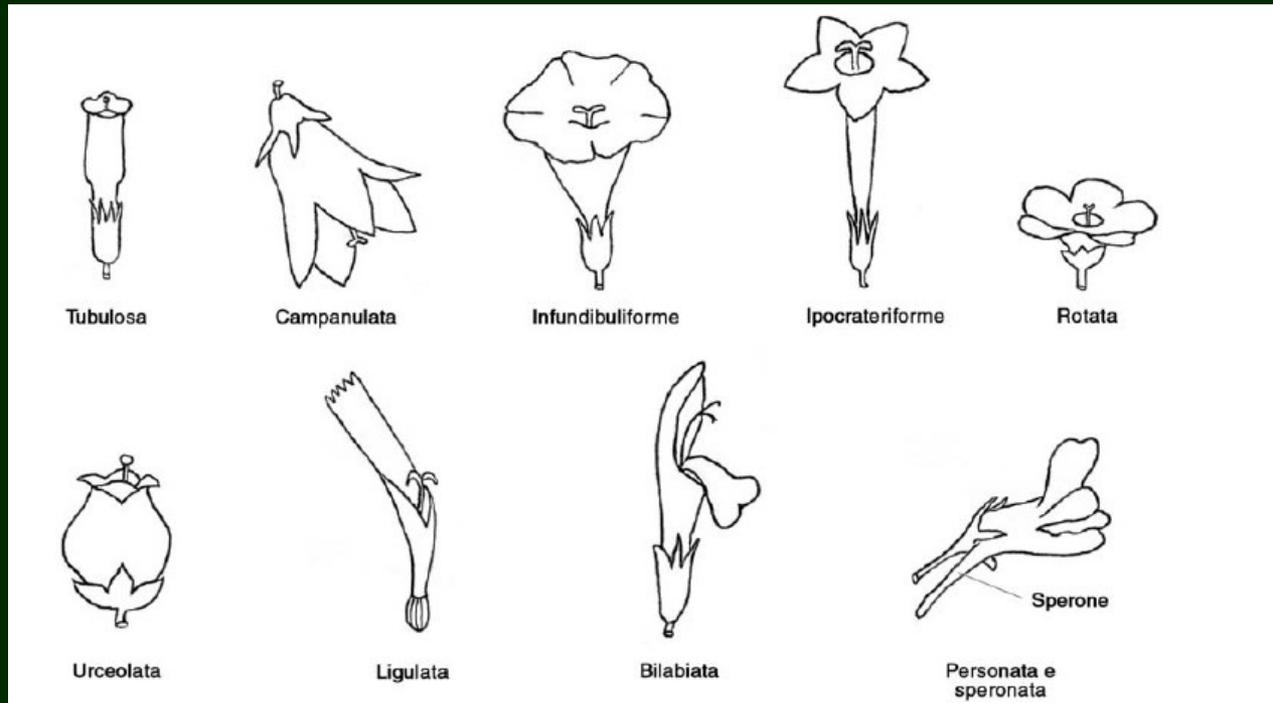
## Alcuni tipi di corolla dialipetala:

- Crociata: 4 petali uguali disposti a croce
- Rosacea: 5 petali uguali con unghia breve
- Stellata: 5 petali uguali lunghi e stretti
- Papilionacea: 5 petali diseguali



## Alcuni tipi di corolle gamopetale:

- corolla labiata o bilabiata: ha un lembo sviluppato in due labbra
- corolla personata: di tipo bilabiata ma con fauce chiusa
- corolla tubulosa
- corolla campanulata
- corolla infundibuliforme o imbutiforme (a forma di imbuto)
- corolla ipocrateriforme: ha un tubo lungo e lembo ad angolo retto rispetto al tubo
- corolla rotata: ha un tubo breve e lembo ad angolo retto
- corolla urceolata (a forma di orcio)
- corolla ligulata (a forma di linguetta)
- corolla speronata (con tubo prolungato in uno sperone)



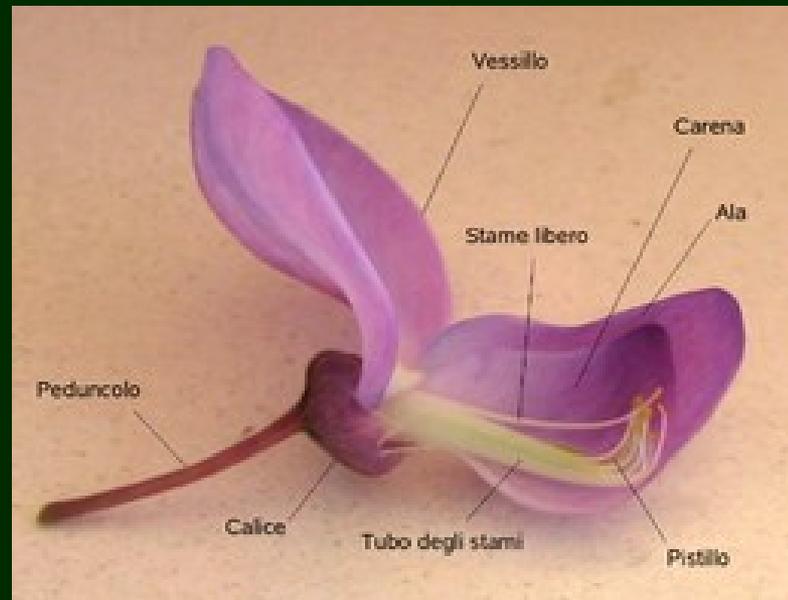
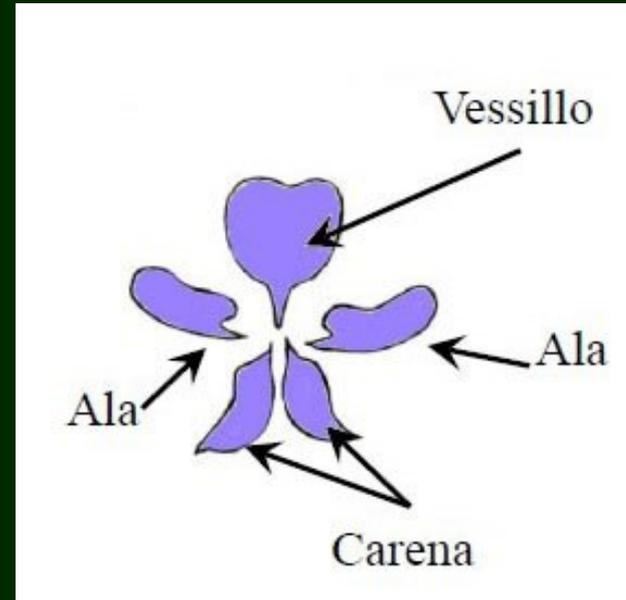


Violaciocca (*Matthiola incana*)



Senape bianca (*Sinapis alba*)

Corolla crociata (a croce), tipica della famiglia delle Cruciferae o Brassicaceae



Corolla papilionacea, tipica della famiglia delle Leguminose o Fabaceae



*Salvia*



Corolla bilabiata, tipica della famiglia delle Labiate o Lamiaceae



Bocca di leone, Bocca di lupo (*Antirrhinum majus*)

Corolla personata, un particolare tipo di corolla bilabiata.



*Convolvulus elegantissimus*

Corolla imbutiforme, un particolare tipo di corolla bilabiata.



Borragine (*Borago officinalis*)

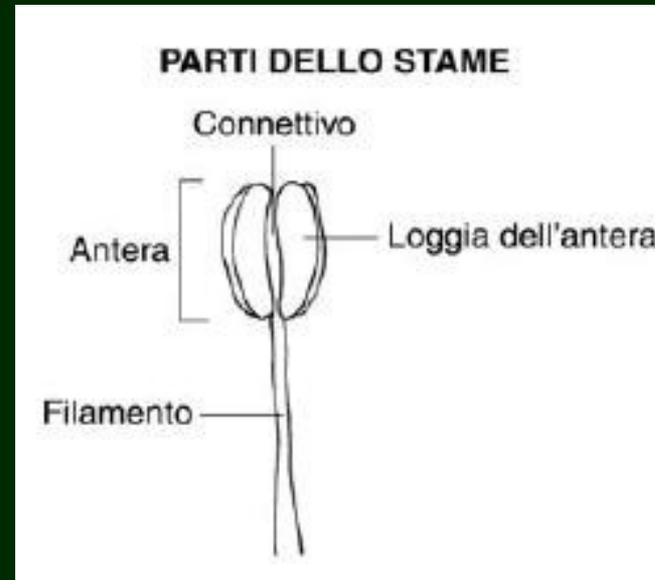
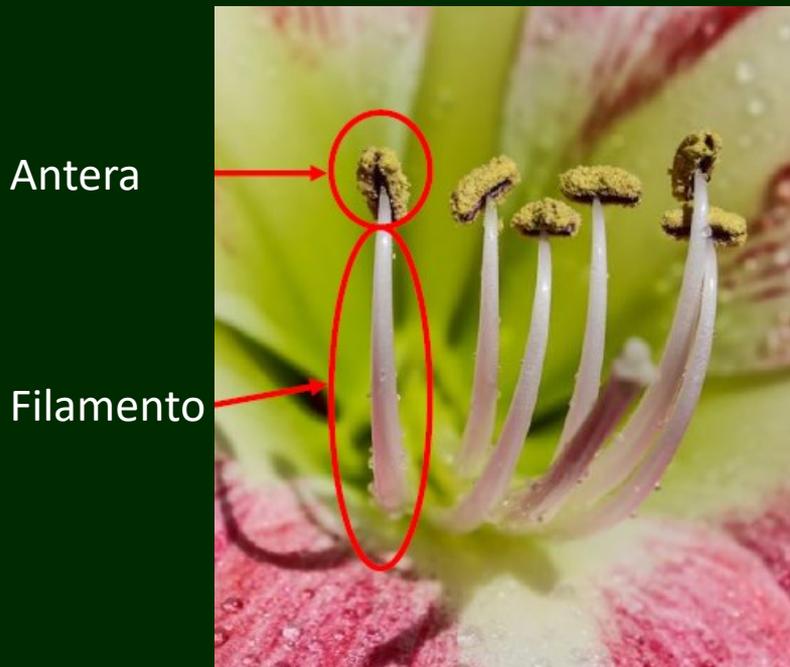
Corolla rotata

## Parti fertili: l'androceo

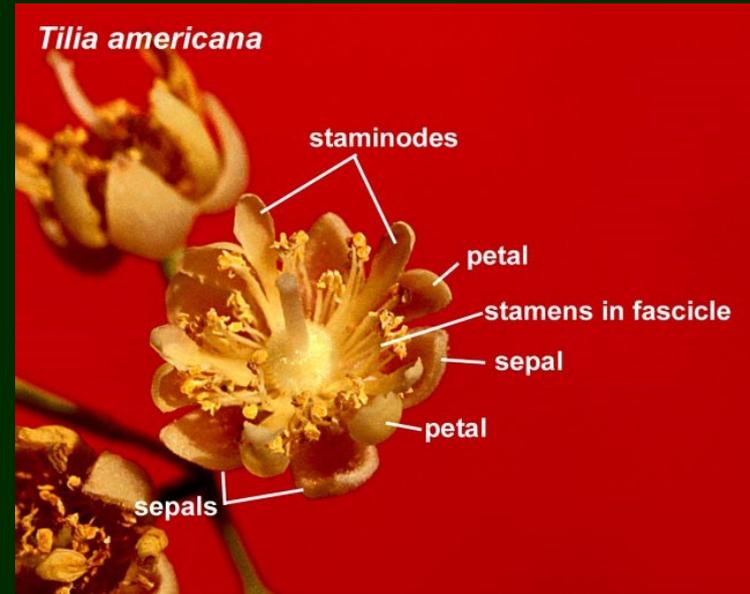
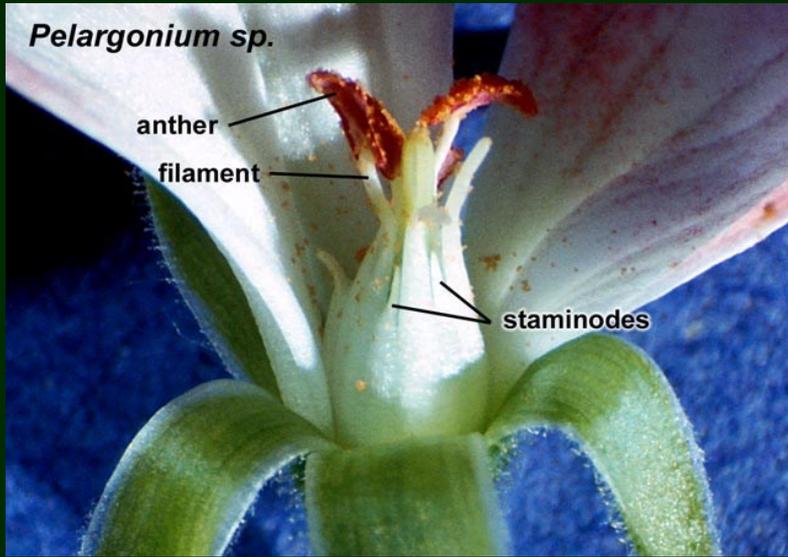
E' la parte maschile del fiore ed è costituito da **uno o più stami**.

Ogni stame è formato da una porzione allungata detta **filamento** che sostiene **l'antera**.

L'antera è costituita da due teche ciascuna delle quali è formata da **due sacche o logge polliniche**



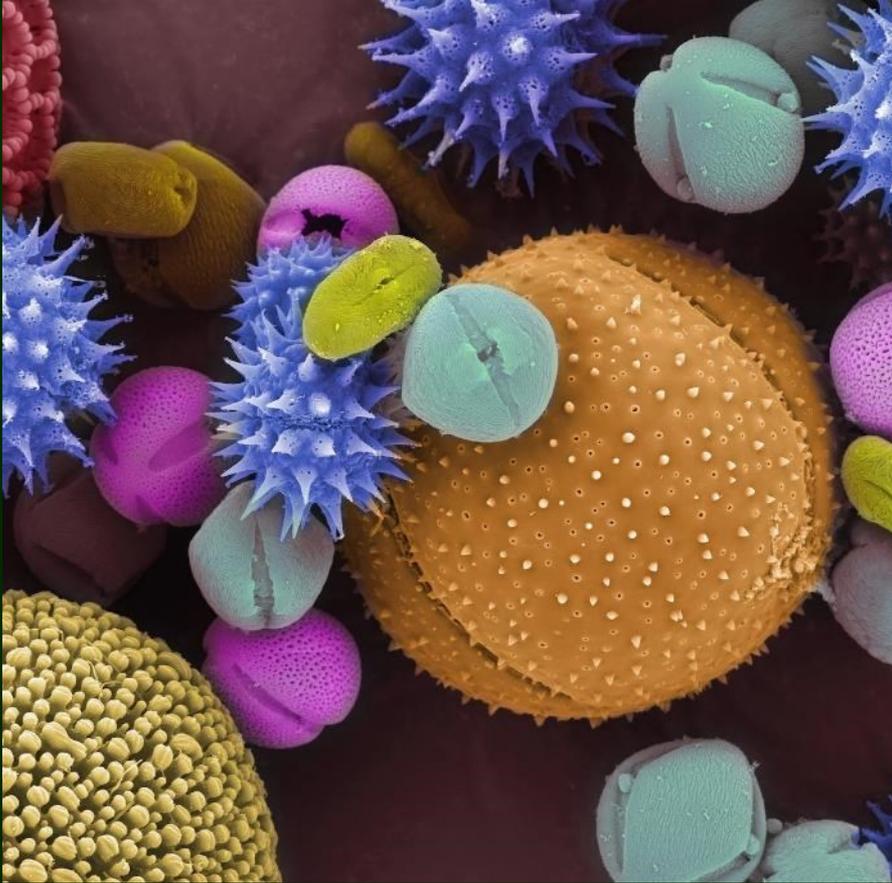
In alcune specie gli stami sono modificati in organi sterili: **staminoidi**.  
Possono avere funzione di nettarii o assomigliare a petali



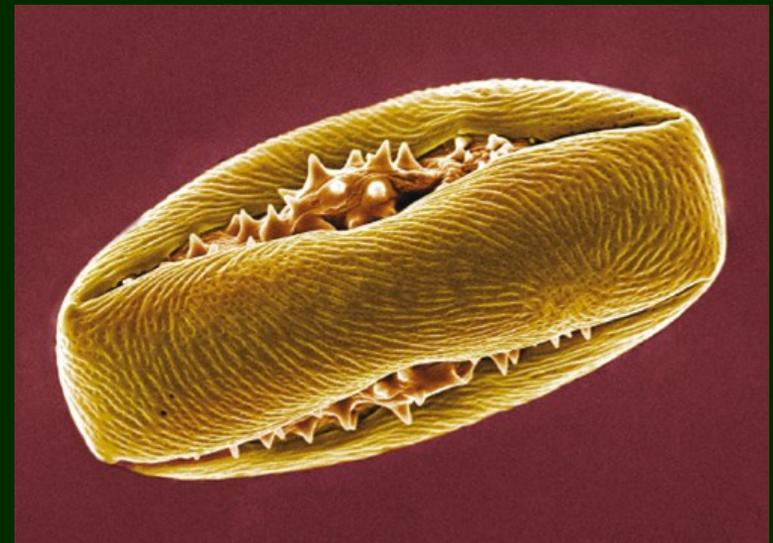
Quando raggiungono la maturità, dalle antere viene emesso il polline.



I granuli pollinici possono variare per dimensioni (10-100 micron = millesimi di millimetri), forma, superficie, numero e tipo di aperture (solchi o pori da cui fuoriesce il tubetto pollinico)



*Phleum pratense*



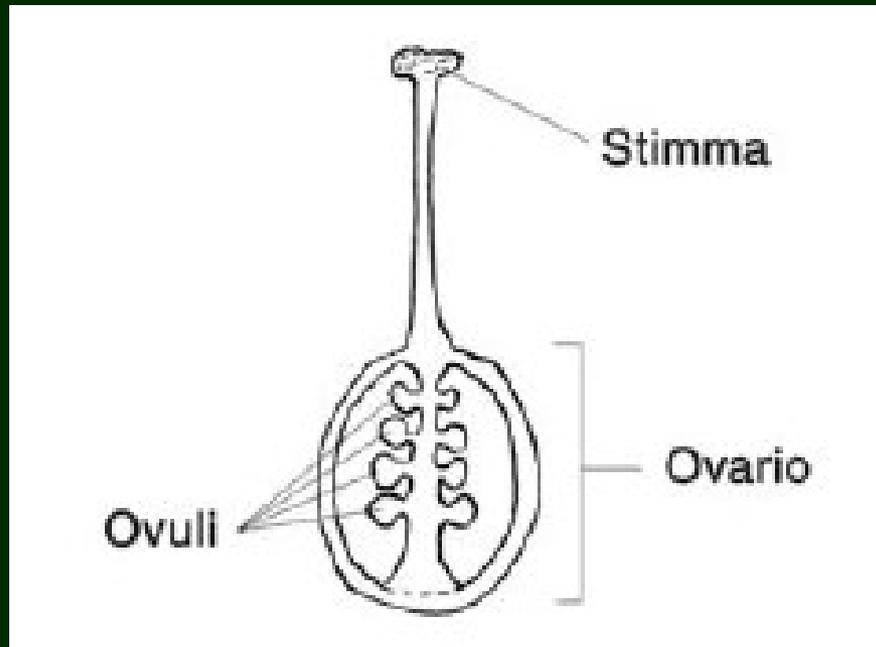
*Aesculus hippocastanum*

## Parti fertili: il gineceo

E' la parte femminile del fiore, formato da una o più foglie modificate dette **carpelli** o **foglie carpellari** che formano uno o più pistilli.

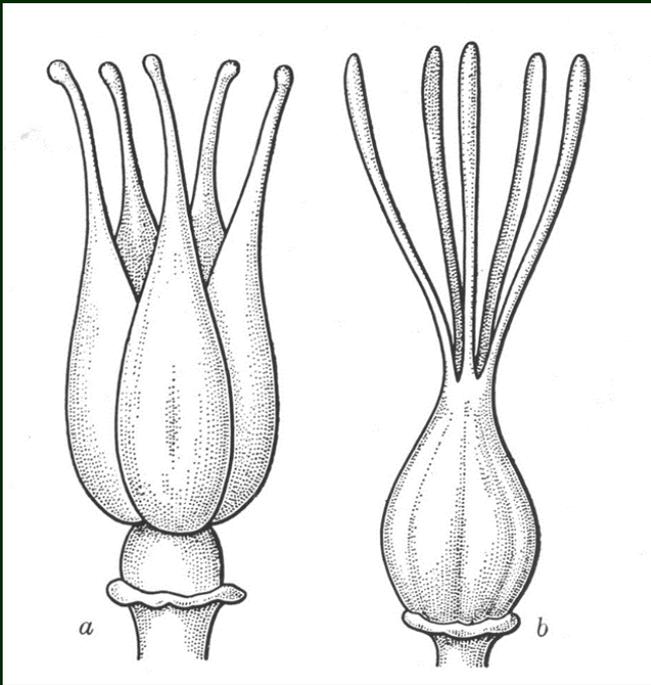
Ciascun pistillo consiste di tre parti sovrapposte:

- ovario
- stilo
- stigma o stimma



Il gineceo può essere:

- composto un'unica foglia carpellare: gineceo monocarpellare
- composto da più carpelli: gineceo pluricarpellare
  - apocarpico se i carpelli sono liberi fra loro a costituire tanti pistilli separati
  - sincarpico se i carpelli sono uniti a formare un unico pistillo

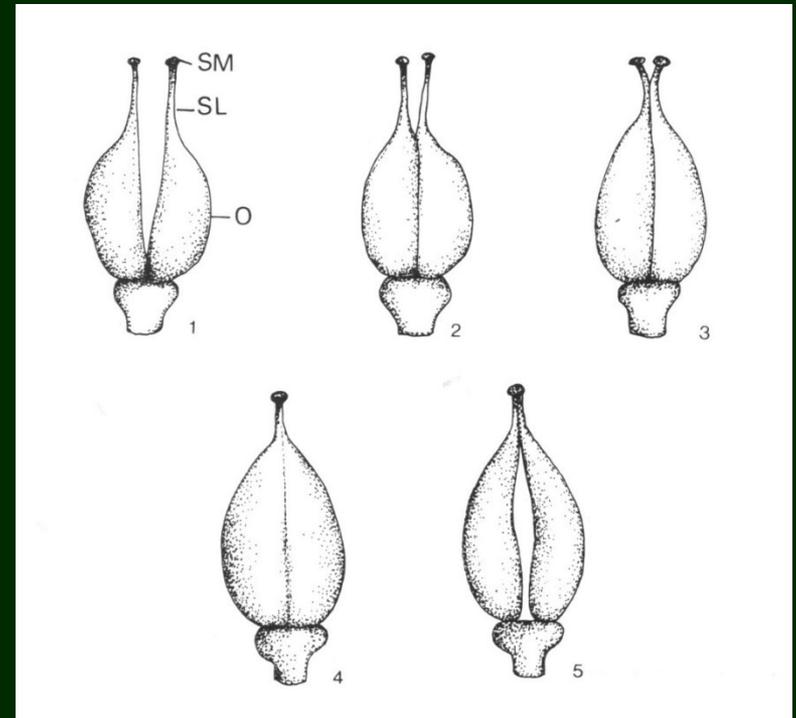


gineceo  
pluricarpellare  
apocarpo

gineceo  
pluricarpellare  
sincarpo

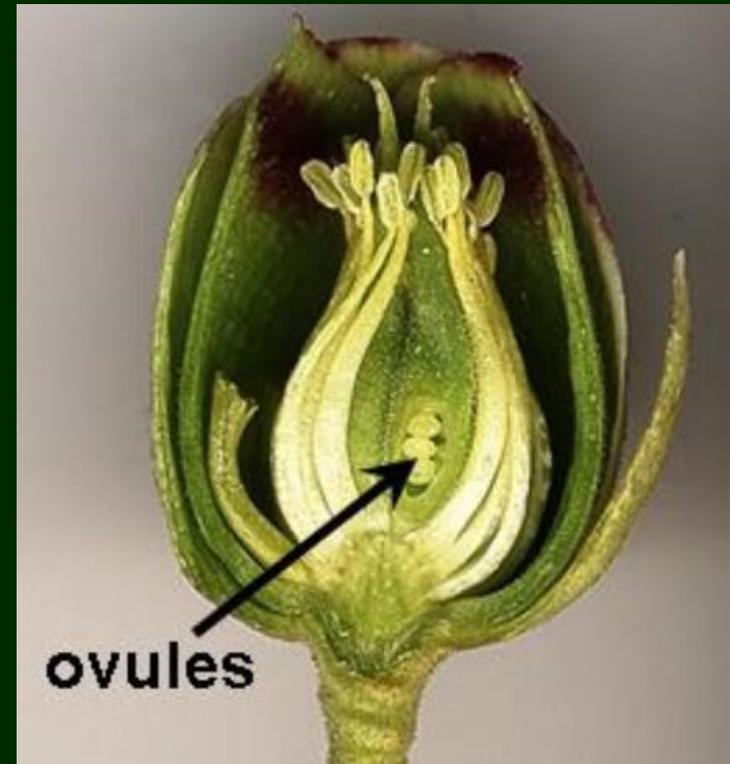
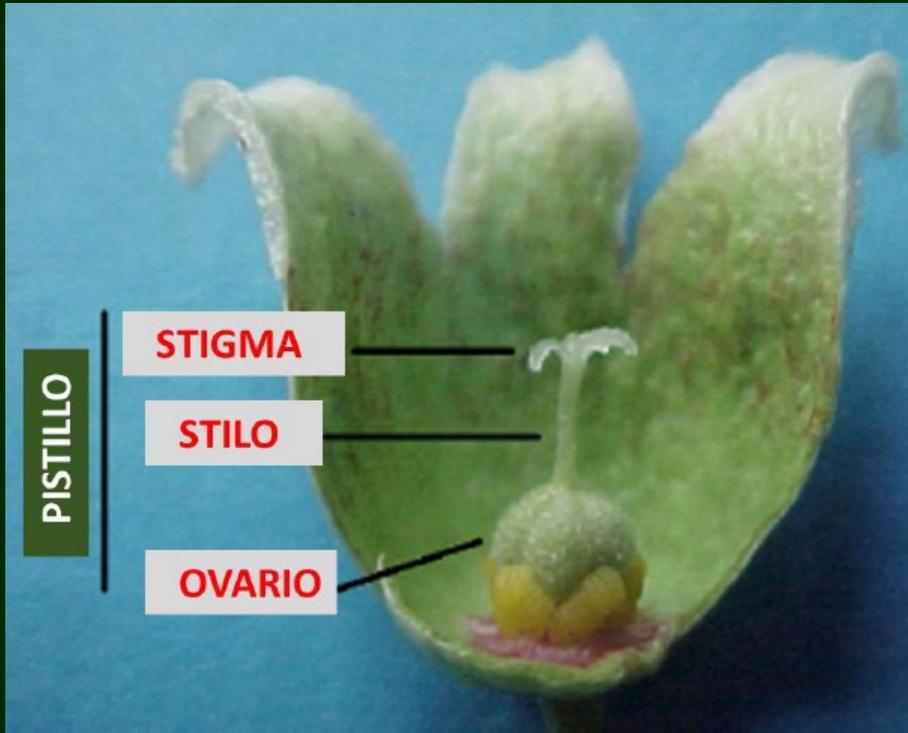
gineceo apocarpico

gineceo sincarpico



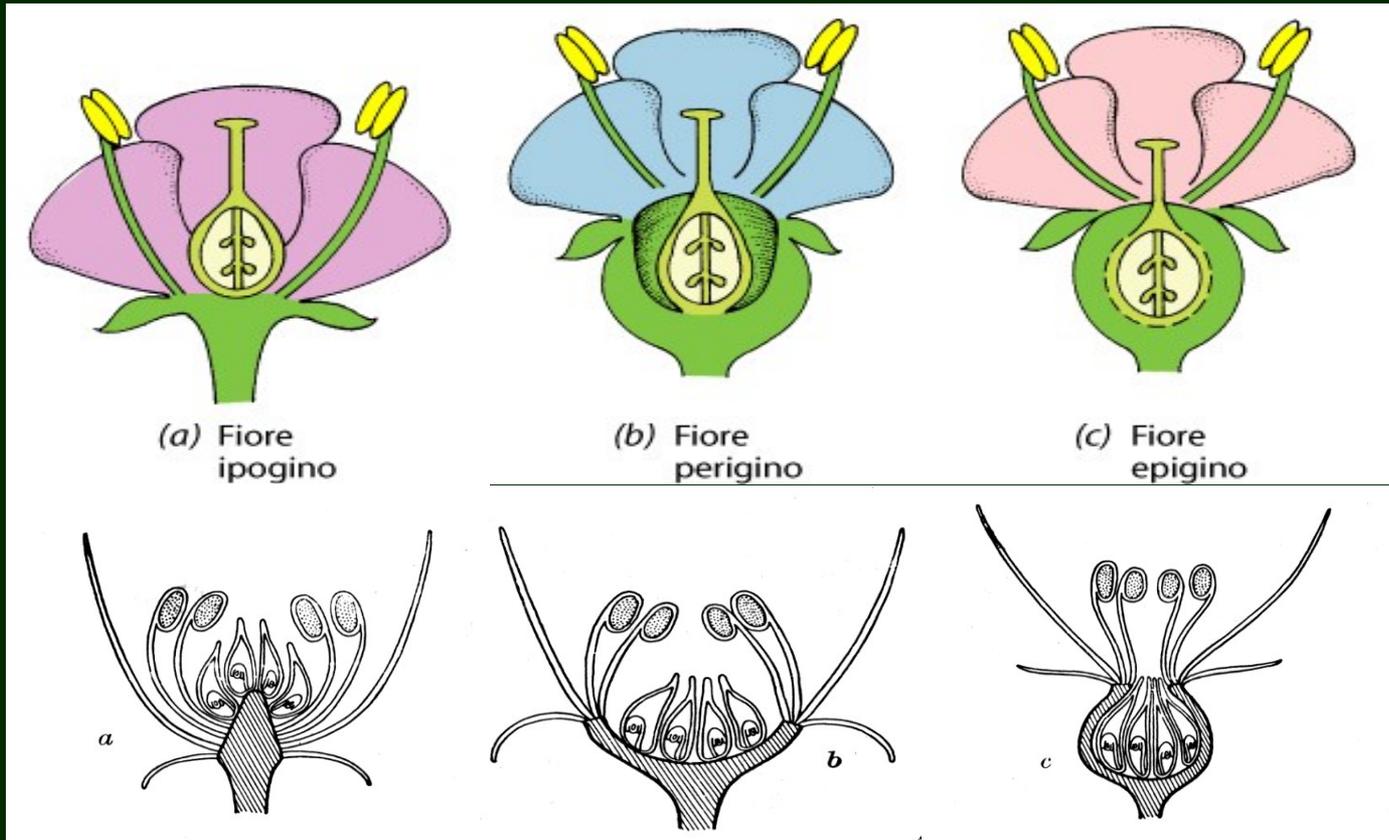
gineceo sincarpico

L'ovario è la parte basale ingrossata del pistillo, ospita e protegge gli ovuli.



Rispetto alla posizione, l'ovario si definisce:

- **Supero**: se le pareti sono libere e accessibili all'interno del fiore;
- **Infero**: se le pareti sono saldate alle parti basali degli altri pezzi florali e gli elementi florali sembrano inseriti al di sopra dell'ovario;
- **semi-infero**: se le pareti sono in parte libere e in parte saldate.



ovario supero

ovario medio

ovario infero

Lo **stigma** può avere forme e caratteristiche molto diverse. Spesso presenta delle papille destinate ad accogliere e a facilitare l'adesione e la germinazione dei granuli pollinici.



Stigma petaloide (*Iris*)

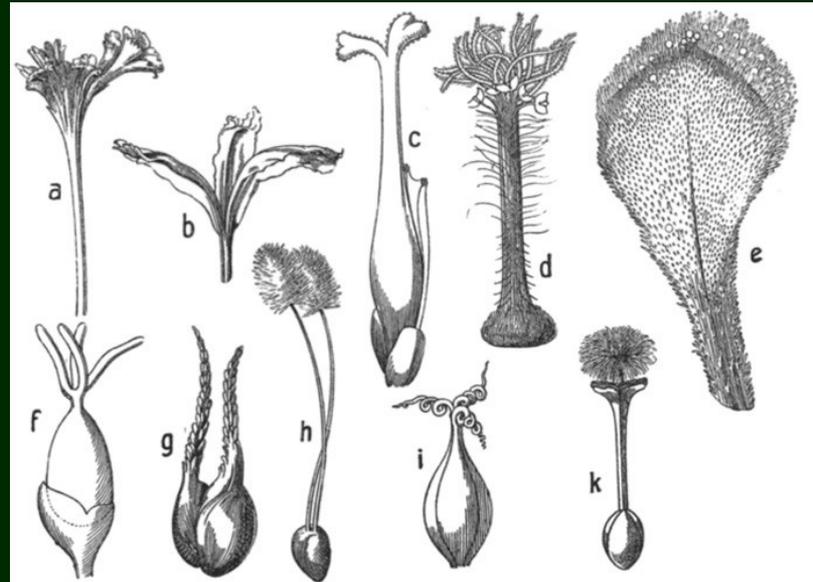


Fig. 243. Narbenformen. *a* Crocus, *b* Iris, *c* Salix pentandra, *d* Malva neglecta, *e* Mimulus, *f* Populus alba, *g* Vulpia myurus, *h* Setaria glauca, *i* Juncus alpinus, *k* Vinca minor.



Stigma sfrangiato (*Crocus*)



Stigma piumoso (*Sanguisorba*)

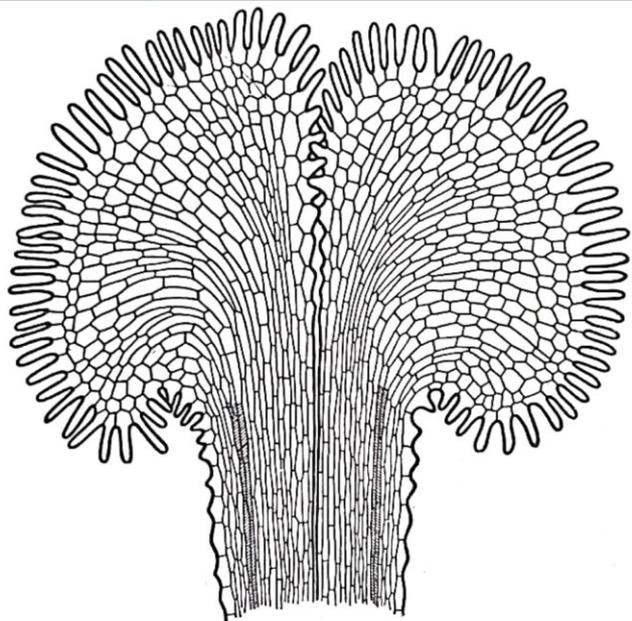


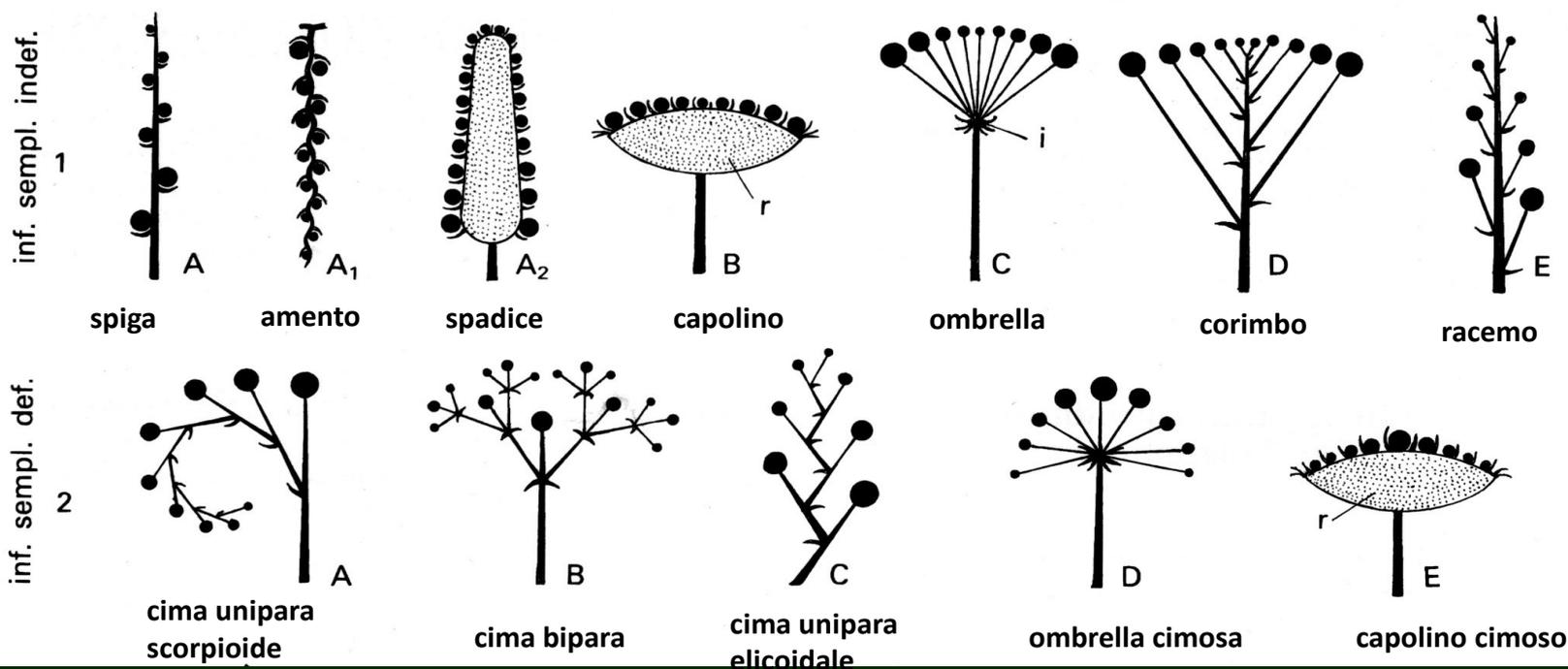
Fig. 844. - Stigma di *Primula acaulis* (forma longistila) in sezione longitudinale: si notino le papille stigmatiche (da KIRCHNER).



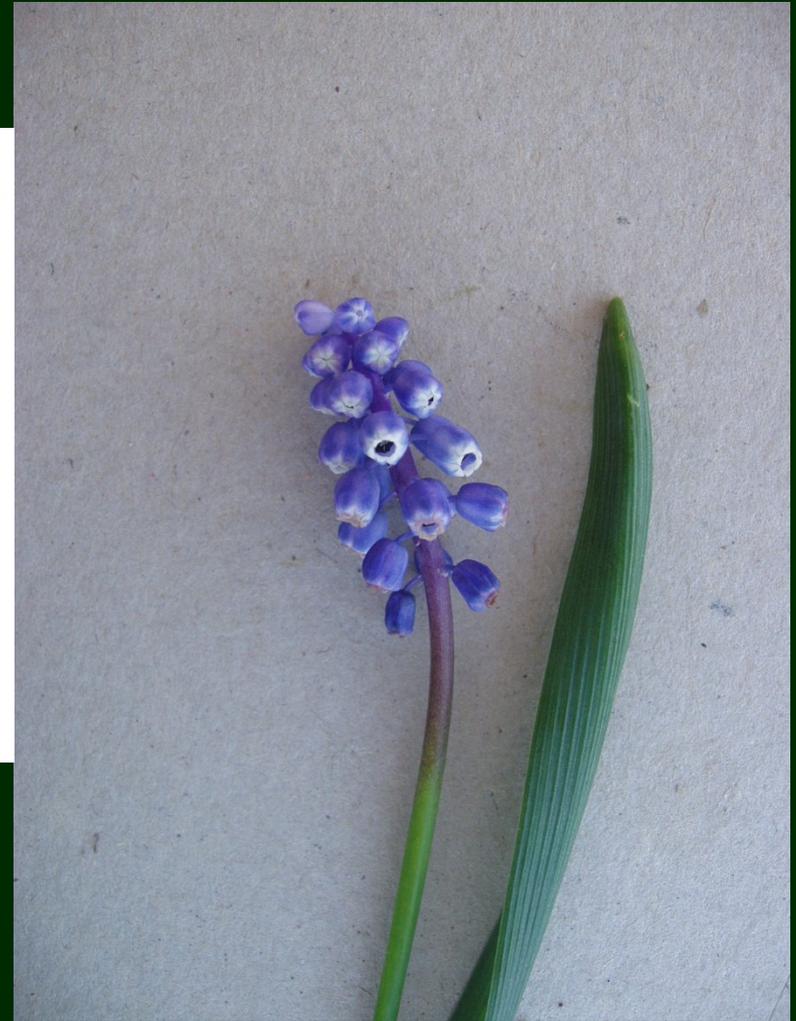
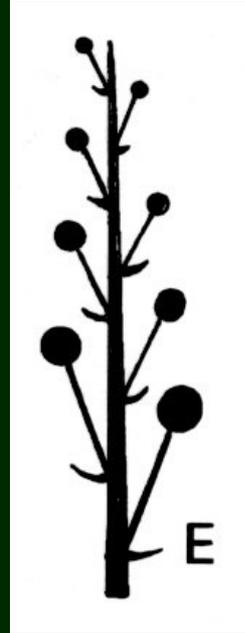
# Infiorescenze

Spesso i fiori sono riuniti in gruppi chiamati **infiorescenze**, che seguono un ordine preciso nella disposizione lungo un asse semplice o ramificato.

- infiorescenza **indefinita o racemosa**: la fioritura procede dal basso verso l'alto o dall'esterno verso il centro; l'asse principale tende ad allungarsi indefinitamente producendo progressivamente nuovi fiori laterali.
- infiorescenza **definita o cimosa**: la fioritura inizia dall'alto e procede verso il basso o dal centro verso l'esterno; l'asse principale arresta la sua crescita con la comparsa del fiore e i fiori successivi nascono all'ascella di quello terminale.

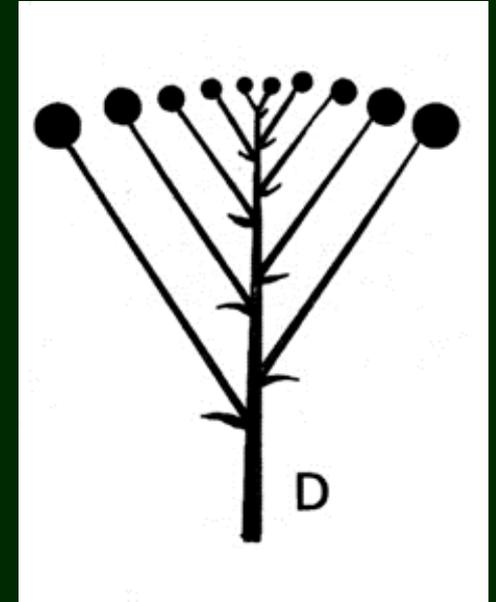


## Racemo o grappolo



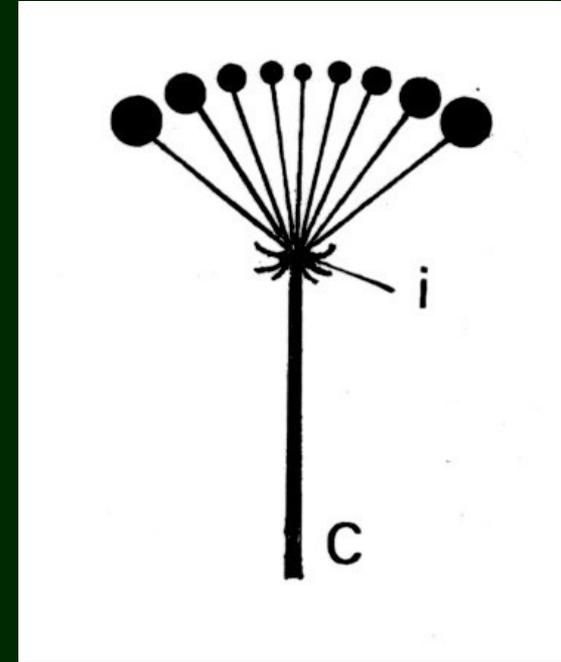
Un asse principale porta ad intervalli regolari delle brattee (foglie modificate e ridotte poste al di sotto dei fiori o dell'infiorescenza), all'ascella delle quali sorgono dei **peduncoli di uguale lunghezza terminati da un fiore**.

# Corimbo



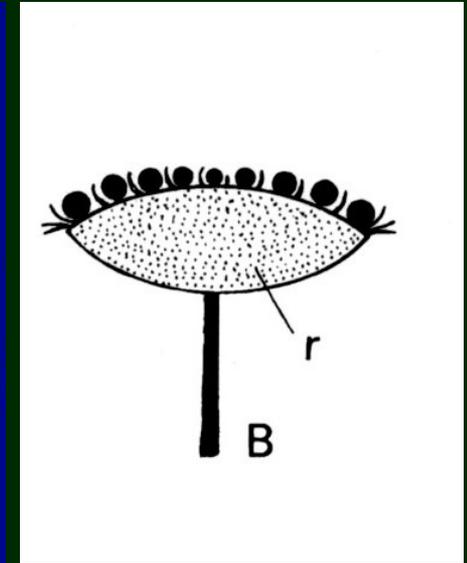
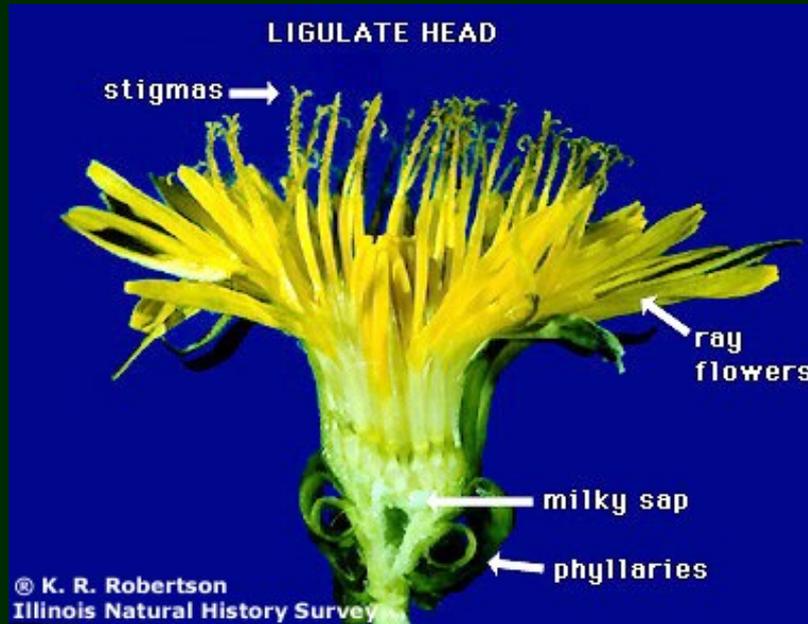
A differenza del racemo, nel corimbo i peduncoli sono sempre più corti a mano a mano che ci si avvicina alla sommità dell'infiorescenza, in tal modo i fiori sono collocati alla stessa altezza, pur avendo punti di inserzione differenti.

# Ombrella semplice



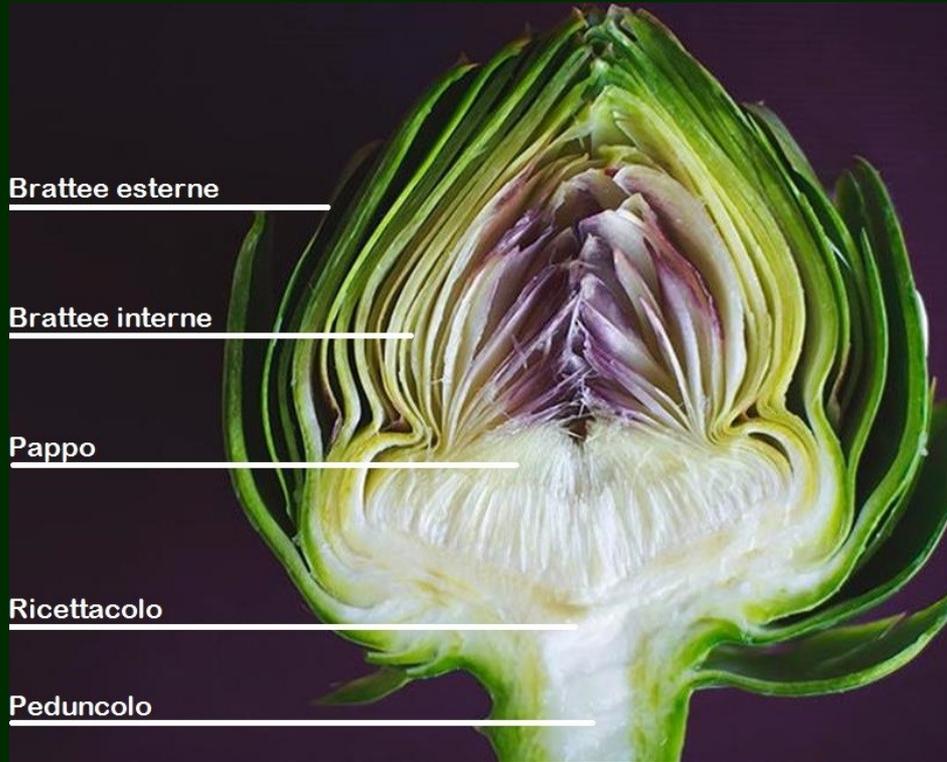
I peduncoli partono dallo stesso punto alla sommità dell'asse e portano i fiori alla stessa altezza in modo da formare una forma ad ombrello.

# Capolino

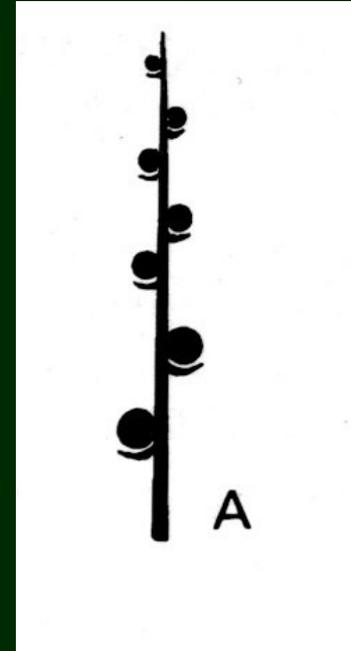


Si può considerare derivato da un'ombrella in cui i peduncoli si sono talmente raccorciati fino a scomparire, con i **singoli fiori inseriti sul ricettacolo** (fiori sessili o con un peduncolo più breve del fiore).

Attorno al ricettacolo vi sono numerose brattee e in alcune specie vi possono essere scagliette tra i fiori interni.

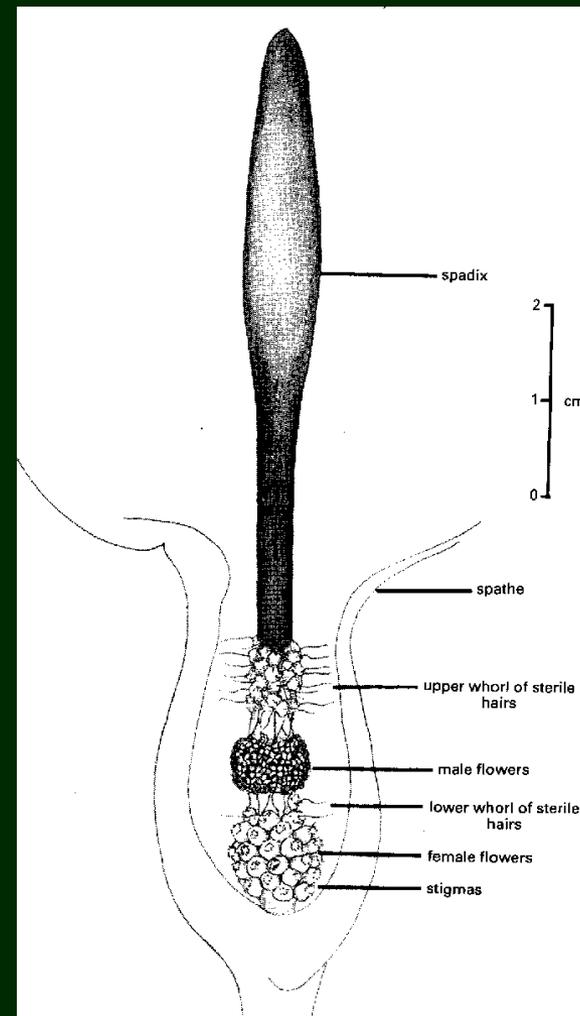
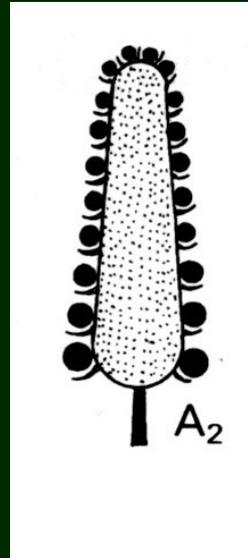


# Spiga



E' costituita da un asse allungato con i fiori inseriti senza peduncolo (sessili) sull'asse stesso. E' dunque **un racemo nel quale sono stati soppressi i peduncoli.**

# Spadice



E' una **spiga con l'asse ingrossato ed accompagnata da una larga brattea** posta lateralmente e più o meno avvolgente, detta spata. Sull'asse dello spadice i fiori possono essere inseriti in modo che i fiori femminili vengano a trovarsi distanti dai maschili. Caratteristica delle *Araceae*

# Amento



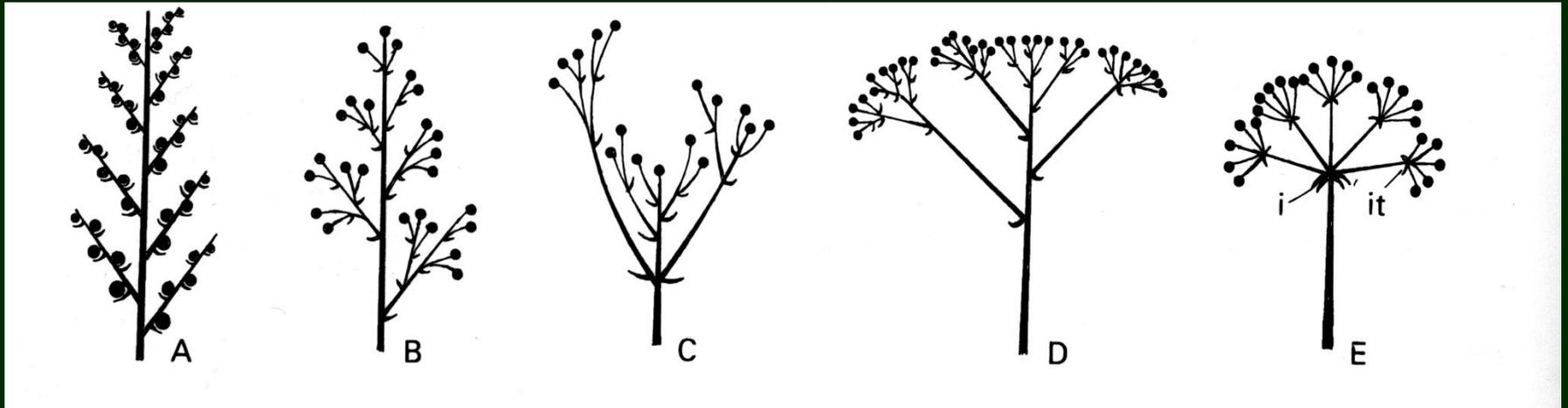
Pioppo nero



E' un'infiorescenza avente i caratteri di una spiga ma presenta per lo più un asse flessibile, il peduncolo, che dopo la fioritura si stacca. L'amentò è per lo più unisessuale.

# Infiorescenze composte

Se i fiori sono inseriti su una ramificazione dell'asse principale, le infiorescenze si dicono composte.





*Foeniculum vulgare*



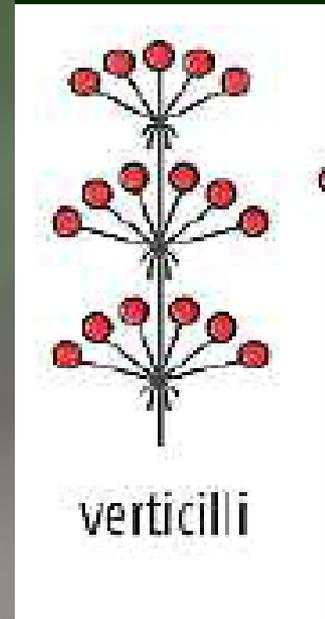
*Daucus carota*

Ombrelle composte, fam. *Apiaceae*

# Spicastro



F. Le Driant / FloreAlpes.com



Spicastro (tipico della Fam. delle *Lamiaceae*): è simile ad una spiga ma formato da verticillastri cimosi.

Un fiore si dice **completo** se sono presenti **tutti gli elementi** (sepali, petali, stami e pistilli)

Un fiore è detto **dipoclamidato** se sono presenti sia calice che corolla.

Se è presente un solo verticillo (il calice o la corolla) allora il fiore è **monoclamidato**.

Se mancano invece calice e corolla, il fiore è **nudo** o **aclamidato**.



Fiore monoclamidato (Ranunculaceae)  
con sepali petaloidi



Fiori nudi (Poaceae)

La maggior parte dei fiori presenta sia gli organi sessuali maschili che quelli femminili, per questo vengono definiti **ermafroditi** (o monoclino o perfetti) e sono portati da piante ermafrodite.

Alcuni fiori però portano un solo tipo di organi sessuali: fiori **unisessuali** (o diclino o imperfetti):

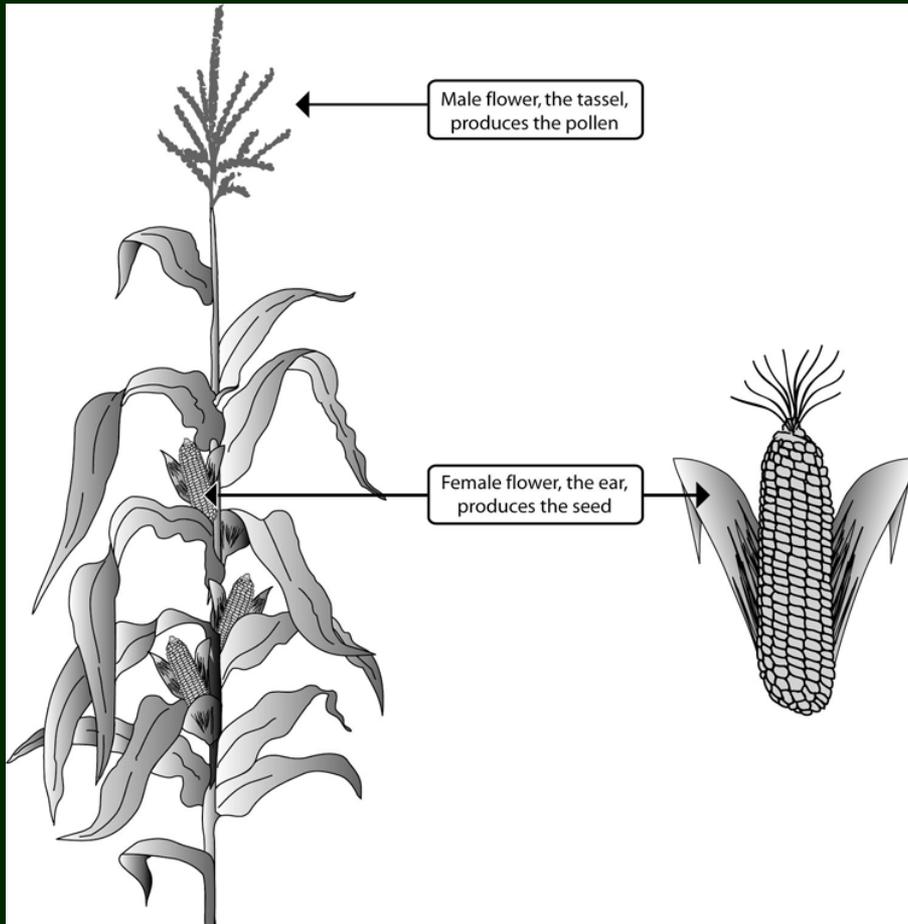
- **Fiore maschile o staminifero**: porta **solo gli stami**
- **Fiore femminile o pistillifero**: porta **solo pistilli**

Le specie che portano fiori unisessuali possono essere di due tipi:

- **monoiche**: portano **sia fiori solo maschili che fiori solo femminili sullo stesso individuo** (es. mais)
- **dioiche**: ogni pianta porta **solo fiori maschili o solo fiori femminili** (es. canapa, kiwi, pioppo, asparago, ecc.). In queste specie si distinguono quindi piante maschili e piante femminili.

# Piante monoiche

Portano sia fiori solo maschili che fiori solo femminili sullo stesso individuo



Mais



Quercia

# Piante dioiche

Ogni pianta porta solo fiori maschili o solo fiori femminili.



*Cannabis sativa* piante femminili (a sinistra) e maschili (a destra)



*Humulus lupulus* piante femminili (a sinistra) e maschili (a destra)

## L'impollinazione

Comprende l'insieme dei processi che vanno dalla deiscenza dell'antera all'arrivo del polline sullo stigma: trasporto del polline dall'antera allo stigma.

Se il polline è trasportato dalle antere al pistillo di un fiore dello stesso individuo: **autoimpollinazione o autogamia**.

Se il polline è trasportato dalle antere del fiore di un individuo al pistillo di un fiore di un altro individuo (della stessa specie): **impollinazione incrociata o allogamia**.

A seconda degli agenti di impollinazione, questa può essere:

### •zoofila

- Fiori entomogami: il vettore è un insetto impollinatore
- Fiori ornitogami: impollinazione mediata da uccelli
- Fiori chiropterogami: impollinazione mediata da pipistrelli
- Alcuni fiori attraggono piccoli rettili e mammiferi

Vettori biotici

• **anemofila**: impollinazione mediata dal vento

• **idrofila**: impollinazione mediata dall'acqua

Vettori abiotici



Impollinazione anemofila



Impollinazione entomofila

## Principali impollinatori in Europa:



Farfalle



Coleotteri



Api



Sirfidi



Falene



Vespe

# Strategie di impollinazione entomofila

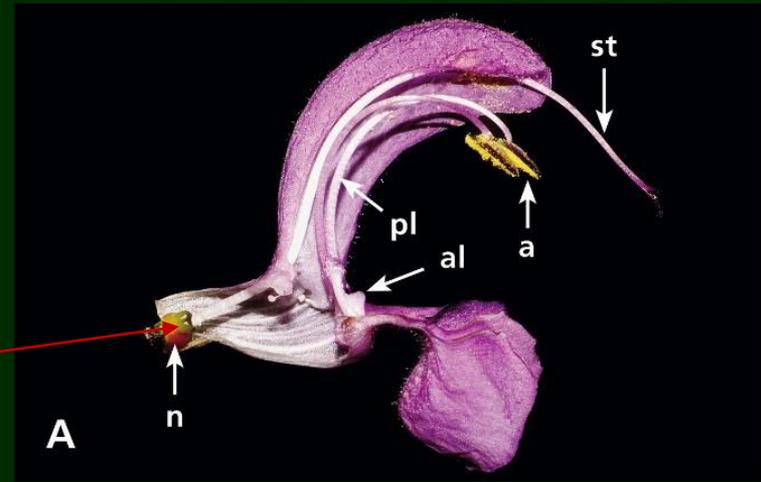
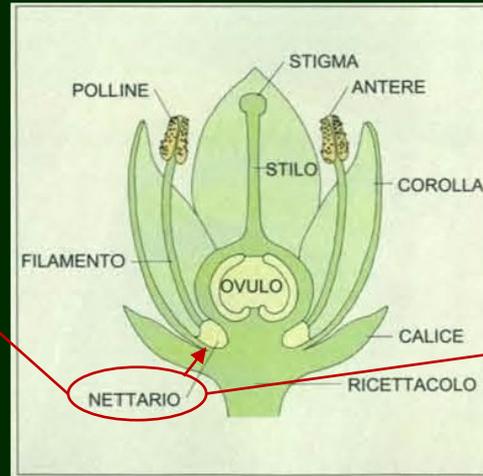
I fiori zoofili sono dotati di **caratteristiche attrattive**:

- **attraenti primari**: sono soprattutto fonte di cibo
  - Polline
  - Nettare
- **attraenti secondari**: gli impollinatori cercano nelle piante rifugio, sesso, calore ma talvolta trovano solo la promessa di questi (Felicioli et al., 1998):
  - **Attrattori visivi**:
    - Colore della corolla o di altri organi con funzione vessillare
    - Forme che esercitano un richiamo sessuale
  - **Attrattori chimici**: es. sostanze odorose/fetide
  - Pelosità
  - Calore

# Impollinazione praticata da insetti apoidei (api da miele, api selvatiche, bombi)

- petali grandi e vistosi
- petali di colore generalmente giallo e blu
- presenza di «guide del nettare»
- nettario situato alla base del tubo della corolla
- corolla variamente conformata (passaggi, percorsi e trappole)
- inganni alimentari e sessuali





Il **nettare** è una soluzione acquosa ricca di zuccheri che viene prodotta in apposite ghiandole dette **nettàri**:

- Possono trovarsi all'interno della struttura florale: **nettàri fiorali**, destinati agli impollinatori
- Possono essere al di fuori del fiore: **nettàri extrafiorali**, destinati ad altri insetti «bodyguards» (es. formiche)



## Le vie del nettare



Normal nectar guides



No nectar guides



Successful bee



Upside-down bee

# Mimetismo florale



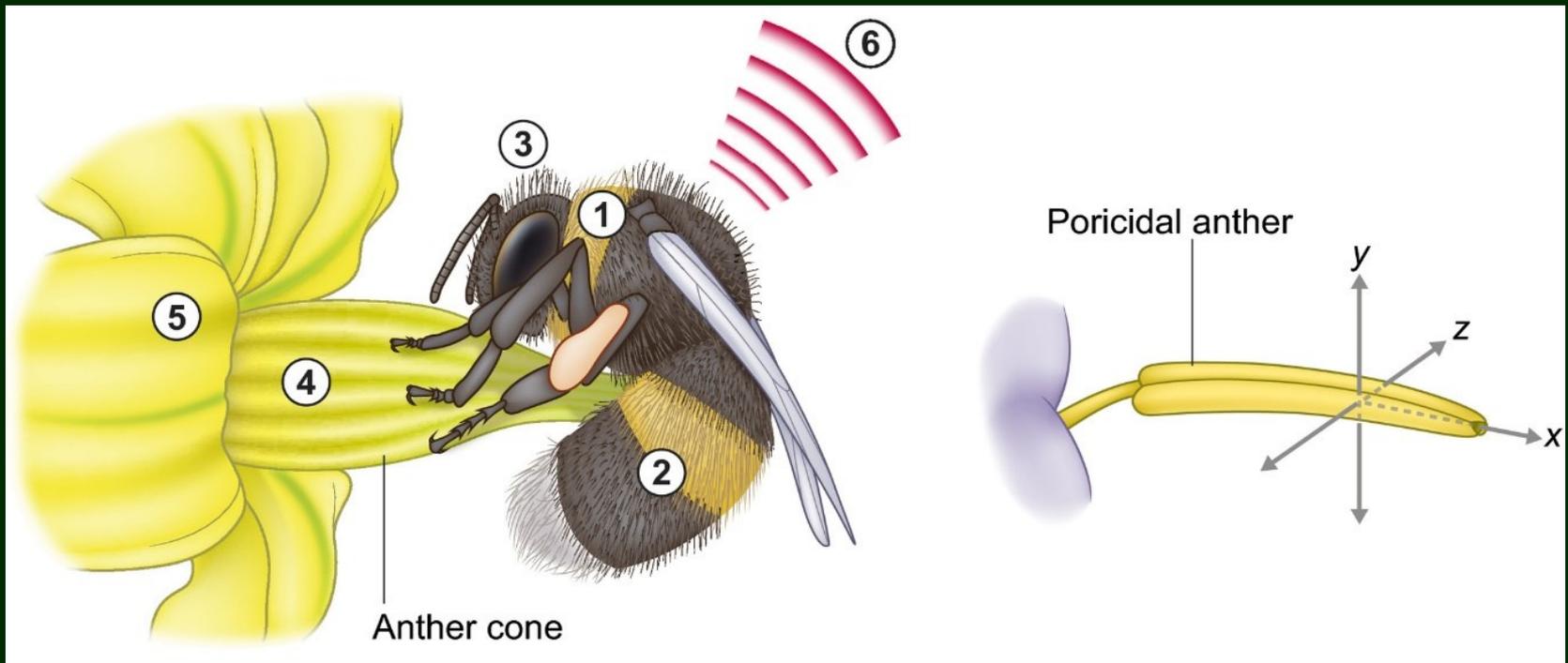
*Ophrys insectifera*



*Ophrys bombyliflora*



## Buzz pollination



I bombi producono, col proprio addome, vibrazioni a diversa frequenza per raccogliere polline, specialmente su specie con antere poricide (6% delle angiosperme)

## Impollinazione praticata da lepidotteri

- nettari alla base di un tubo corollino lungo e sottile o di uno sperone
- corolla larga (infiorescenze larghe) che funge da piattaforma di atterraggio
- fiori generalmente bianchi o comunque chiari
- fiori impollinati dalle falene molto odorosi e aperti durante la notte.



*Scabiosa columbaria*



*Centaurea scabiosa*

## Impollinazione praticata da coleotteri



- fiori di colore neutro
- **forte odore** di fruttato, speziato o di fermentato
- ovario quasi sempre infero



## Impollinazione praticata da ditteri



- fiori piccoli
- colore chiaro
- maleodoranti (mosche)
- producono molto nettare





*Stapelia schinzii* - Africa



*Amorphophallus titanum* - Sumatra



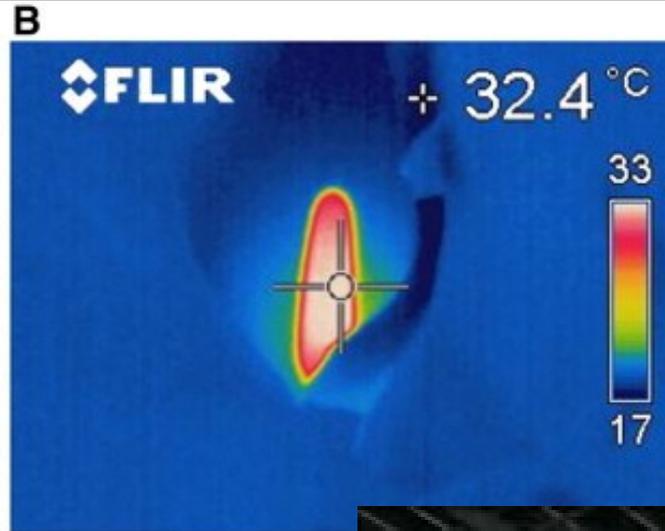
*Rafflesia arnoldii*- Sud-Est Asiatico



*Dracunculus vulgaris*



*Arum sp.pl.*



*Arum maculatum*



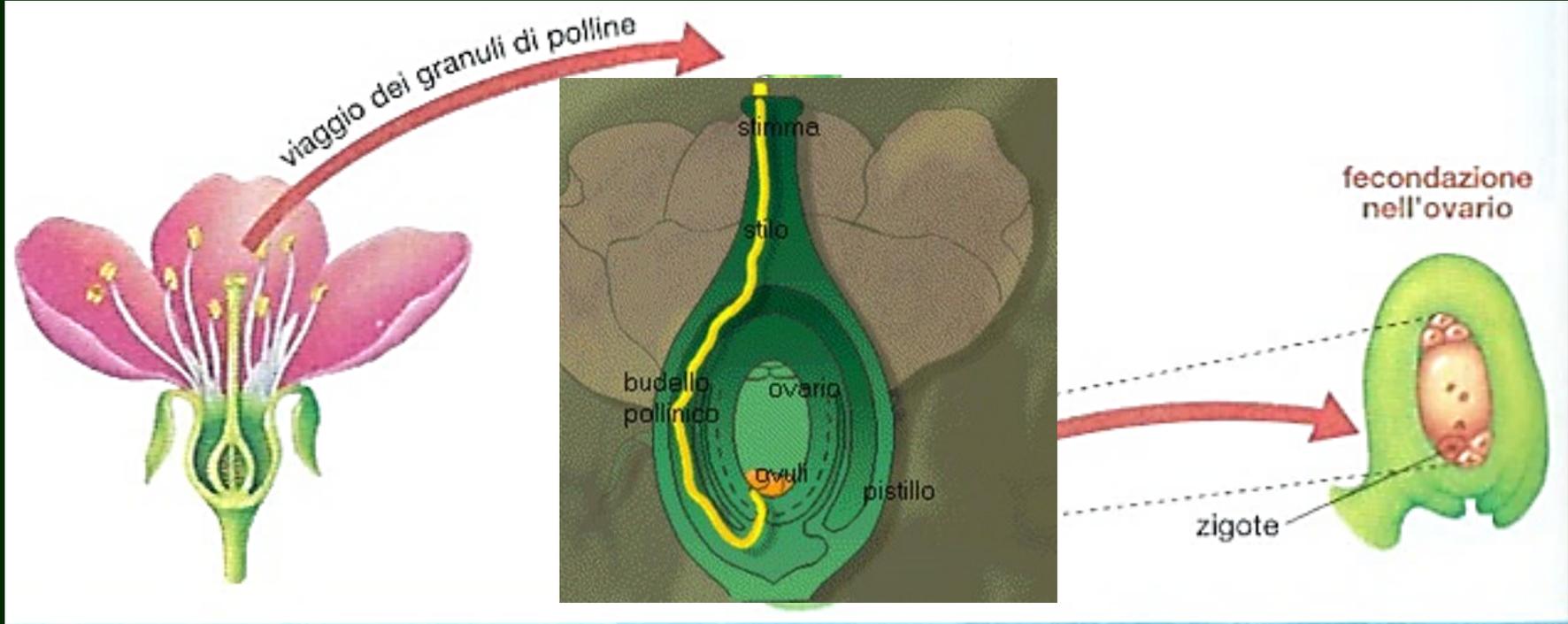
*Amorphophallus titanum*

Piante termogeniche

## Impollinazione



## Fecondazione



I granuli di polline di un fiore raggiungono lo stigma di un altro fiore

Il granulo pollinico sullo stigma si idrata, germina ed emette il tubetto pollinico che si accresce in direzione dell'ovario

Il tubetto pollinico trasporta nell'ovulo 2 nuclei spermatici: uno si fonde con il nucleo della cellula uovo originando l'embrione, l'altro si fonde con i 2 nuclei polari al centro del sacco embrionale e si forma l'endosperma secondario (tessuto di riserva per lo sviluppo dell'embrione)

# LA FENOLOGIA RIPRODUTTIVA



Stadio di bocciolo – il fiore è pronto ad aprirsi

Inizio fioritura

Piena fioritura

Inizio appassimento

Fiore appassito che è stato impollinato

Il ciclo biologico di una pianta è un susseguirsi continuo di eventi che dipendono in gran parte dalla temperatura e dalla durata del periodo delle ore di luce (fotoperiodo). La scienza che si occupa dello studio di questi eventi prende il nome di fenologia.

Il fenomeno da osservare (es. fioritura) viene diviso in fasi distinte (fenofasi).



Evoluzione del capolino di tarassaco (*Taraxacum officinale*)

# L'osservazione dei cicli biologici in natura





*Prunus spinosa*



*Coronilla emerus*

Inizio  
primavera

Autunno-  
inverno



*Arbutus unedo*



*Hedera helix*



*Cornus sanguinea*



*Crataegus monogyna*

Metà  
primavera



*Calendula officinalis*



*Scabiosa columbaria*



*Carlina corymbosa*

Estate

Fioritura  
prolungata

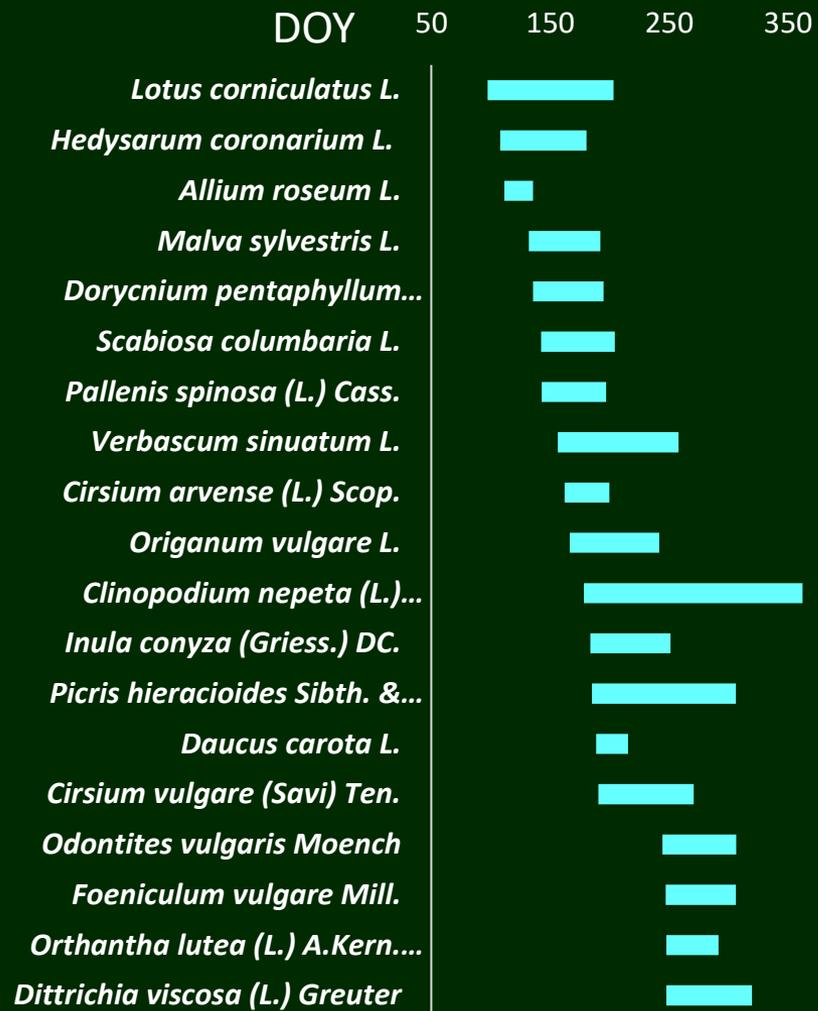


*Dittrichia viscosa*

Fine estate



*Bellis perennis*



Calendari fenologici



*Lasciamo che i fiori possano svolgere il proprio ciclo...*





*Grazie  
per  
l'attenzione*