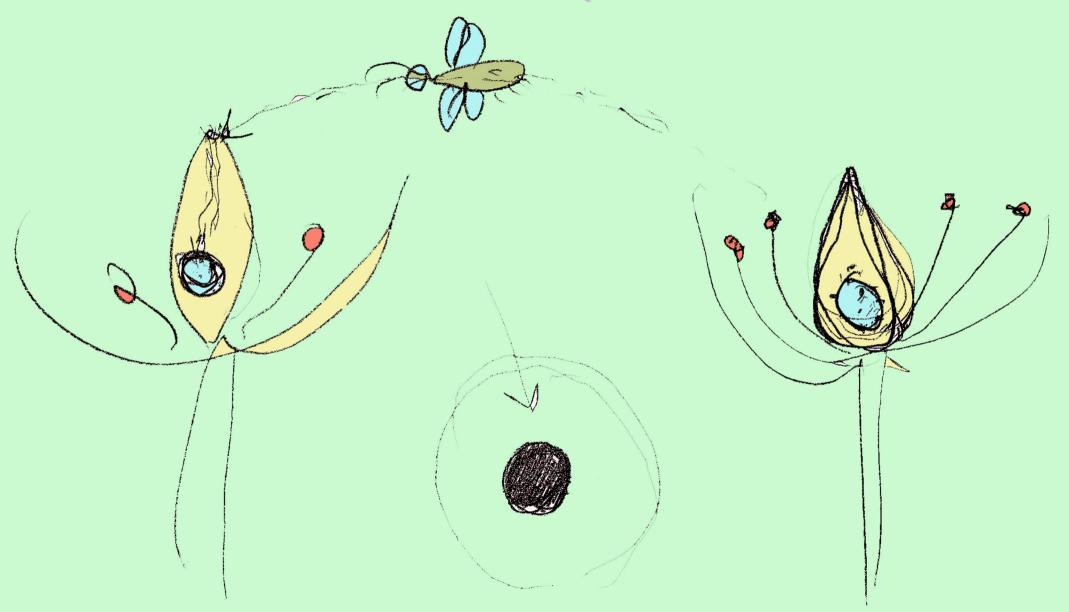
# Fiori e insetti. Cento posizioni

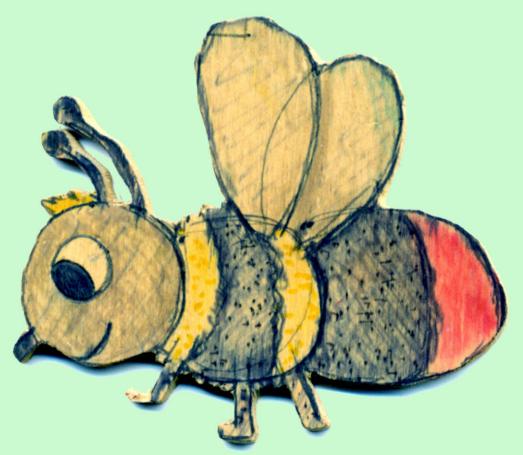
Classi strutturali di fiori e impollinazione entomofila



### Francesco Intoppa e Maria Gioia Piazza

C.R.A. - Istituto Sperimentale per la Zoologia Agraria, Sezione di Apicoltura

Seminario "Insetti pronubi e impollinazione" Istituto Nazionale di Apicoltura, Bologna - 28 marzo 2007



www.apicoltura.org

www.bombus.it









Parallelamente, anche gli insetti modificano la loro morfologia per rendere alcune strutture più adatte alla raccolta del nettare e del polline: così, ad esempio, solo gli insetti con apparato boccale provvisto di una lunga proboscide sono in grado di raggiungere il nettare nascosto alla base di fiori dalla corolla tubolare particolarmente profonda. L'origine e la diversificazione di api e farfalle all'inizio del Cenozoico è il risultato diretto dell'evoluzione delle Angiosperme.

## Impollinazione e adattamento

Se una data specie vegetale è visitata da un numero relativamente stretto di impollinatori, tende a specializzarsi in base alle caratteristiche di questi. Molte trasformazioni del fiore primitivo non sono che speciali adattamenti per allettare gli insetti e incoraggiarne la visita. In questi adattamenti è possibile riscontrare contemporaneamente due aspetti: uno positivo, adattamento a qualcosa, e uno negativo, adattamento contro. Ci si può ad esempio chiedere se i lunghi e stretti tubi dei fiori delle farfalle siano un adattamento alla proboscide

dei loro visitatori "adattati" o se si tratti di un adattamento contro altri insetti "generalisti" che si cibano di nettare. **Probabilmente** questi adattamenti si sono sviluppati simultaneamente e, sotto la pressione della selezione, i due fenomeni hanno preso la stessa direzione. Ad esempio, l'esclusione delle api lascia più nettare per le farfalle e così conferisce ai fiori un maggior valore nei confronti delle seconde.

Lo sviluppo parallelo dei fiori entomofili e degli insetti impollinatori ha dato origine a meccanismi di impollinazione talvolta molto raffinati e alla specificità tra piante e insetti pronubi. Tuttavia l'impollinazione di una data specie di pianta quasi mai dipende da un solo tipo di impollinatore, poiché la maggior parte dei fiori è visitata da più tipi di insetti; d'altra parte, quasi mai un insetto dipende da un unico tipo di fiore.



Nuvola di polline rilasciata dalle infiorescenze di Pinus nigra scosse dal vento.

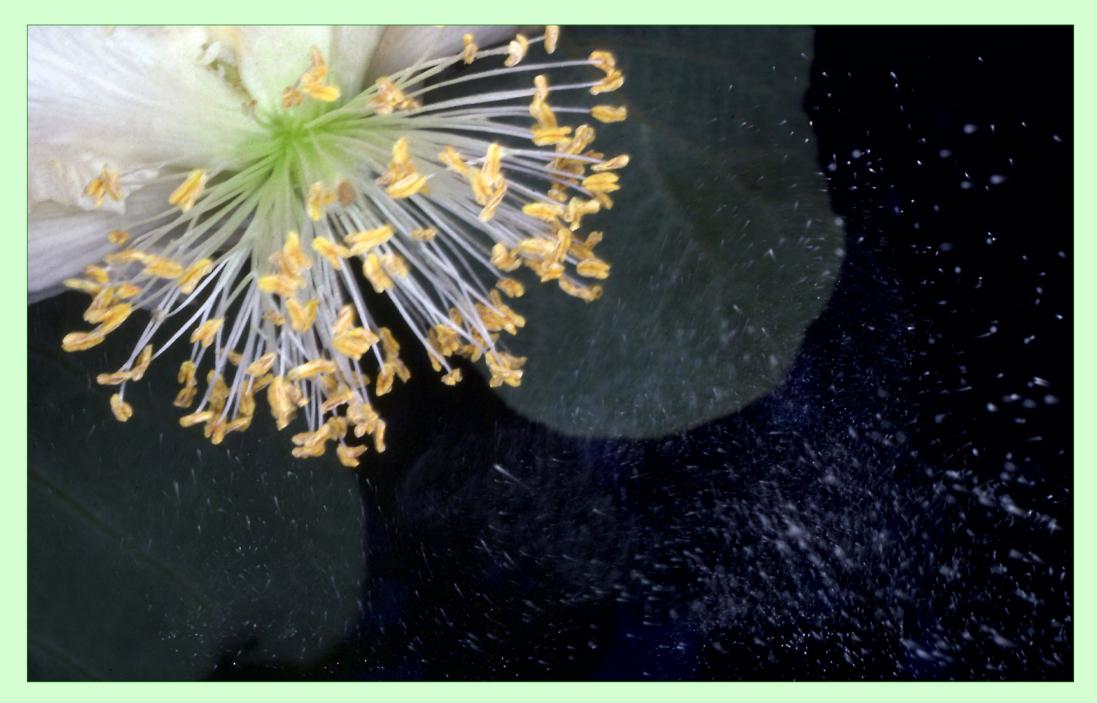


Vistose infiorescenze maschili di Alnus glutinosa.

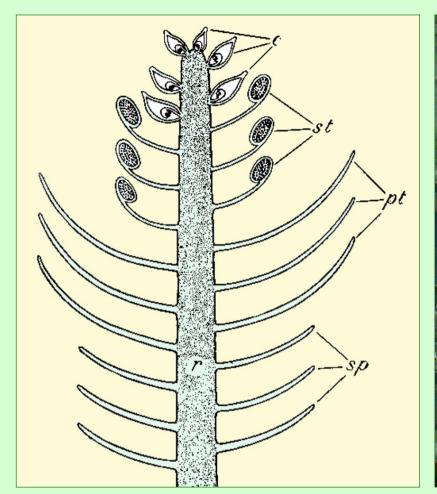
## Anemofilia secondaria

L'anemofilia delle Angiosperme è spesso ritenuta una forma di impollinazione primitiva ma è suggestivo interpretarla come uno sviluppo ulteriore dell'impollinazione, in risposta a climi in cui le possibilità di impollinazione biotica sono più ridotte. L'interpretazione dell'anemofilia come adattamento a una mancanza di adeguati impollinatori spiega la scarsità di specie anemofile nelle cenosi più lussureggianti, soprattutto nella foresta pluviale: molti generi che nelle regioni temperate sono tipicamente anemofili, qui sono rappresentati da forme entomofile.





Il fiore di Actinidia, attivamente bottinato da insetti di vari gruppi, quando è scosso dal vento libera una discreta quantità di polline.



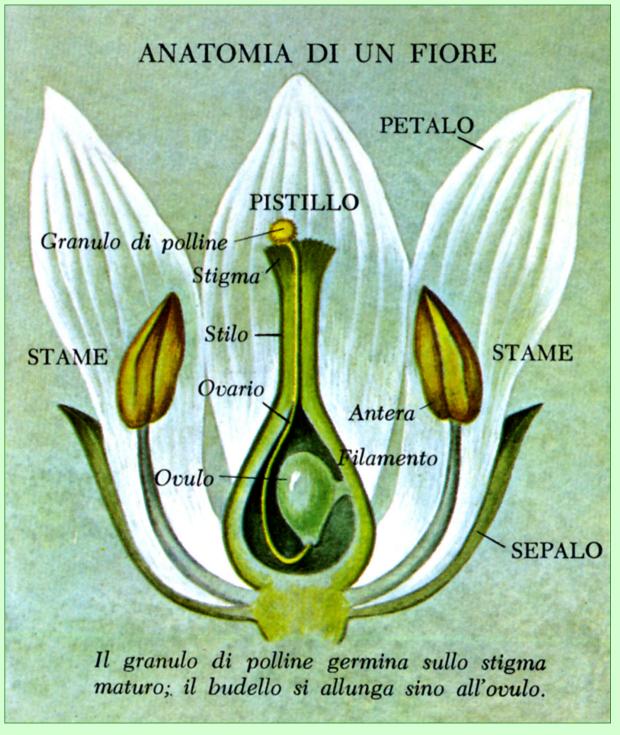


#### Il fiore teorico delle Angiosperme primitive

è costituito da un asse caulinare (r) sul quale sono inserite a spirale una serie di foglie, delle quali le basali (sp) svolgono la funzione del calice e le successive (pt) quella della corolla.

A queste seguono altre foglie specializzate: le inferiori corrispondono a stami con gli sporangi al centro (st), mentre le superiori, ripiegate a proteggere gli ovuli nella loro superficie interna, corrispondono ai carpelli (c). Il progressivo accorciamento dell'asse porta quindi a un avvicinamento di tutti gli elementi, dando origine al fiore con un asse ridotto che diventa il ricettacolo.

A destra, un fiore della ninfea Nenuphar, la cui struttura è ritenuta rappresentativa del fiore primitivo delle Angiosperme per i numerosi carpelli e stami e per la disposizione degli elementi del perianzio.









Un dittero sirfide sull'antera di un fiore di Geranium sylvaticum.

## La conquista del pronubo

Meccanismi di attrazione nei fiori:

- richiamo olfattivo, soprattutto nel momento di massima recettività al polline;
- attrazione visiva, costituita da forma e colore;
- "piattaforma
   di atterraggio"
   per favorire la sosta
   degli insetti;
- esibizione dell'attrattivo (nettare e/o polline);
- guide al nettare, costituite da linee o punteggiature colorate, o strisce di peli, per indicare l'accesso al nettare.









Forme, colori, piattaforme di atterraggio e guide al nettare di Anagallis foemina e Malva sylvestris (in alto), Viola tricolor e Dactylorhiza maculata (in basso).









Forme, colori, piattaforme di atterraggio e guide al nettare di Alcea rosea e Carpobrotus acinaciformis (in alto), Orchis simia e Ipomoea (in basso).

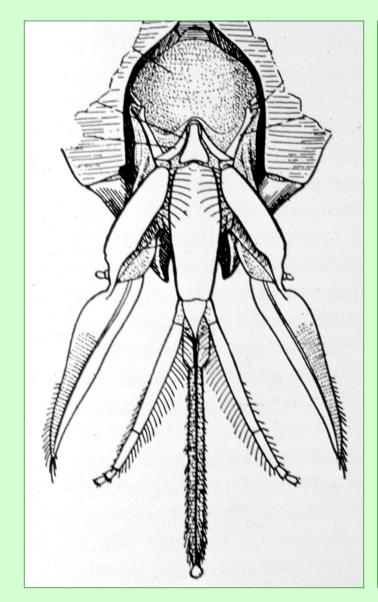


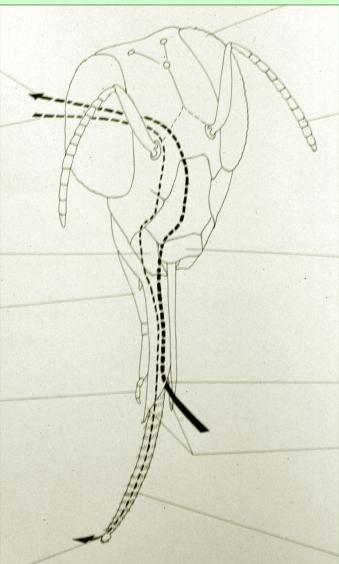
Esempi di produzione di nettare in Callistemon (sopra), Musa paradisiaca (in alto a destra), Prunus laurocerasus (a lato).



Esibizione dell'attrattivo: il nettare









Struttura specializzata per la raccolta del nettare: la ligula dell'ape.



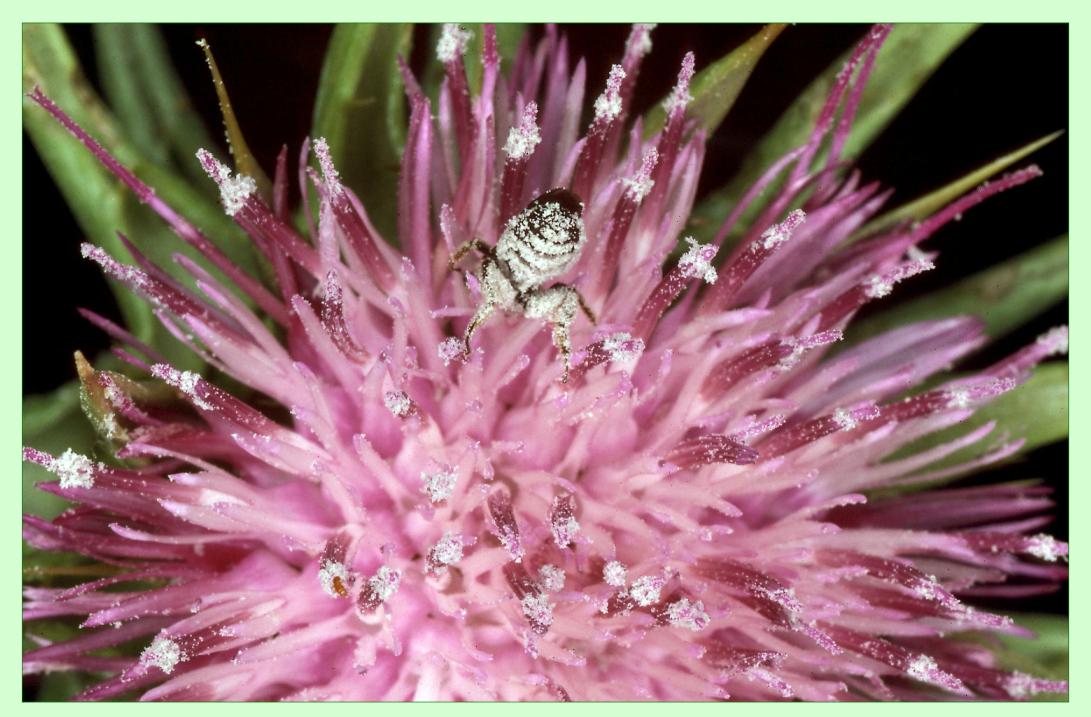


Api bottinatrici di nettare intente alla raccolta su Prunus laurocerasus e su Pittosporum tobira.

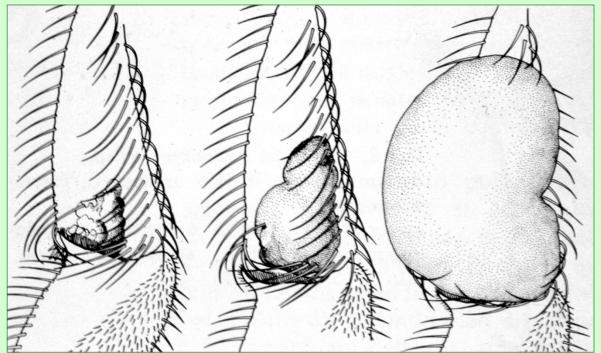


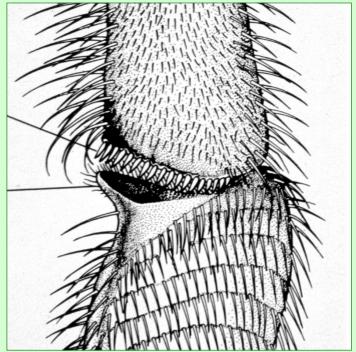
### Esibizione dell'attrattivo: il polline

Antere di Lilium bulbiferum, Lilium candidum e Portulaca grandiflora con abbondante produzione di polline.



Il corpo di un visitatore completamente ricoperto di polline su un capolino di cardo.









Struttura specializzata per la raccolta di polline: formazione della pallottola nella corbicola dell'ape e pressa del polline.





Una Dasypoda su Cichorium intybus con un particolare carico di polline (appartenente ad un'altra specie botanica).







I fiori di *Prenanthes purpurea* sono molto appetiti dalle api, che, per raggiungere il nettare, si tengono aggrappate sui lunghi stami ricchi di polline, con evidenti risultati.



Naturalmente, c'è sempre chi esagera...
Un'operaia di Bombus lapidarius su Carduus.

#### Fiori a impollinazione entomofila

#### I. Fiori incospicui, senza attrazione visiva

Presenti soprattutto in piante con impollinazione anemofila (Betulaceae, Urticaceae, ecc.), comprendono anche:

- un piccolo gruppo di fiori entomofili con attrattività probabilmente solo olfattiva (Reseda odorata, Vitis, ecc.), a fiori bruno-verdicci che non spiccano dallo sfondo;
- un gruppo di fiori a impollinazione notturna con corolla piccola e colori opachi;
- alcuni fiori a odore fetido.

#### 2. Fiori grandi, vistosi

La classificazione si basa sulla loro forma e sulla posizione degli organi sessuali rispetto al centro del fiore: in A sono diffusi-concentrici, in B diffusi, in C distintamente centrali, in D ed E eccentrici; le caratteristiche di F saranno esaminate successivamente.

Secondo la loro forma sono definiti:

A – a piatto o a tazza

B - a capolino o a spazzola

C - a campana o a imbuto

D – a fauce

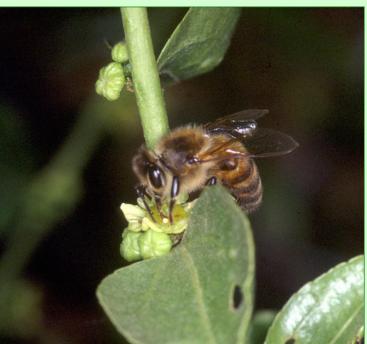
E - a vessillo

F - a tubo











Esempi di fiori incospicui, verdicci, a impollinazione entomofila: in alto, Ziziphus jujuba bottinato dalle api; in basso, Ruscus aculeatus, situato sulla lamina del cladodio.

In alto, fiori di Caltha palustris; a lato, un fiore di Ranunculus visitato da un piccolo apoideo.

Fiori a tazza sono quelli di Caltha e di Rosa.

Gli organi sessuali costituiscono un centro più o meno esteso, e gli insetti vi lavorano in una posizione non definita. Generalmente la parte addominale dell'impollinatore tocca antere e stimma e l'impollinazione avviene per imbrattamento.





Anthidium su un fiore di Opuntia ficus-indica.

sostanzialmente simili come struttura dal punto di vista dell'impollinazione. Questi fiori di tipo semplice sono presenti in diverse famiglie e non sono esclusivi delle famiglie più primitive dialipetale. La presenza di fiori a tazza nelle famiglie a petali saldati è un fenomeno molto generale; il fatto è che la struttura di base del fiore, usualmente caratteristica per famiglie o per generi, non regola molto strettamente il tipo di meccanismo di impollinazione. Gli insetti che visitano questi fiori sono principalmente varie specie di lepidotteri, coleotteri, emitteri e specie di ditteri e di imenotteri a ligula corta.



Anemone nemorosa.

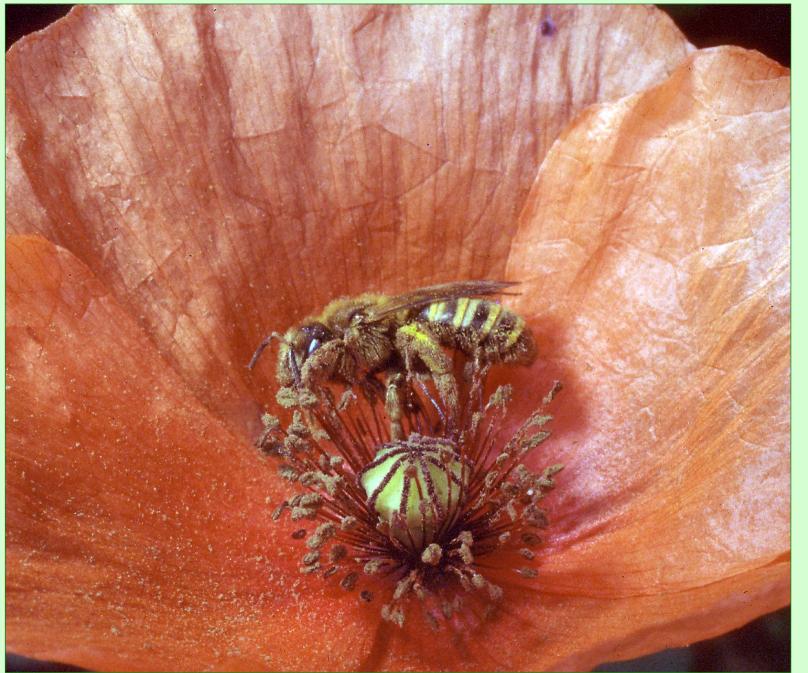
Quando il fiore si apre, gli stami sono accostati sopra gli stimmi ed evitano che questi siano impollinati.

Più tardi gli stami divergono e gli stimmi possono essere impollinati.

Non viene prodotto nettare, ma i fiori sono visitati per polline da coleotteri, ditteri, api, bombi e andrene.

L'autofecondazione è evitata dall'autoincompatibilità, così che un fiore può essere fecondato solo da polline proveniente da altre piante.

Fiore di Anemone nemorosa.



Apoideo su Papaver.

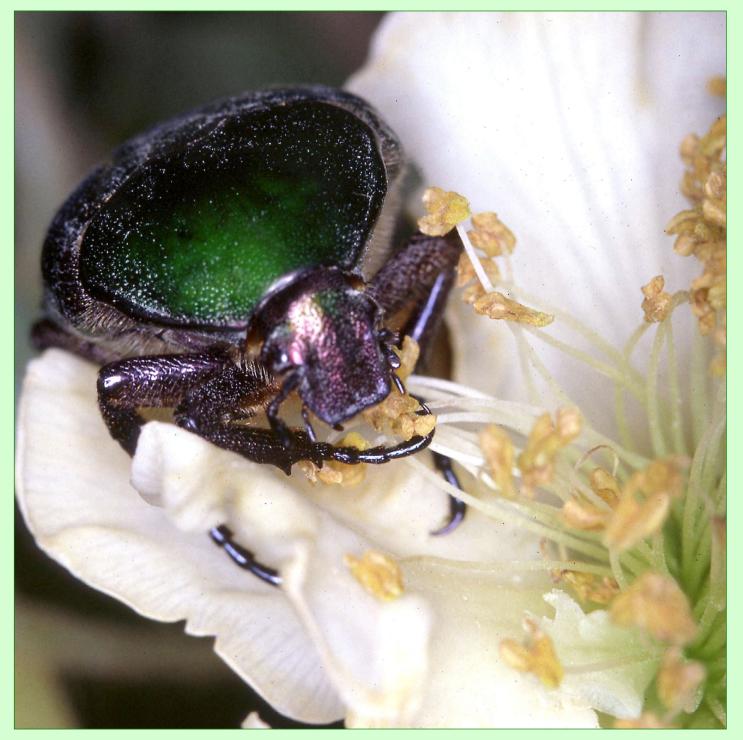
Papaver rhoeas. I fiori si aprono al mattino presto e durano un solo giorno, le antere sono mature nello stesso momento in cui gli stimmi sono recettivi; la specie è però autoincompatibile. Non viene prodotto nettare e gli insetti raccolgono solo polline (coleotteri, imenotteri, ditteri). Gli insetti atterrano di solito al centro del fiore e l'impollinazione avviene facilmente. Le api hanno un modo caratteristico per visitare fiori di questo tipo con un grande numero di stami: esse si sdrajano su un lato e strisciano intorno al fiore, attirano le antere tra le zampe e immagazzinano il polline nelle cestelle.



Rubus fruticosus.

Il polline viene emesso nello stesso momento in cui gli stimmi sono recettivi; gli stami diffondono il polline verso l'esterno e le antere più esterne maturano prima; quando maturano quelle più interne, i loro filamenti diventano eretti e sono pertanto incapaci di realizzare l'autoimpollinazione. I fiori sono molto visitati dagli insetti: coleotteri (che si cibano di nettare e polline ma rodono anche altre parti del fiore), ditteri, imenotteri e lepidotteri.

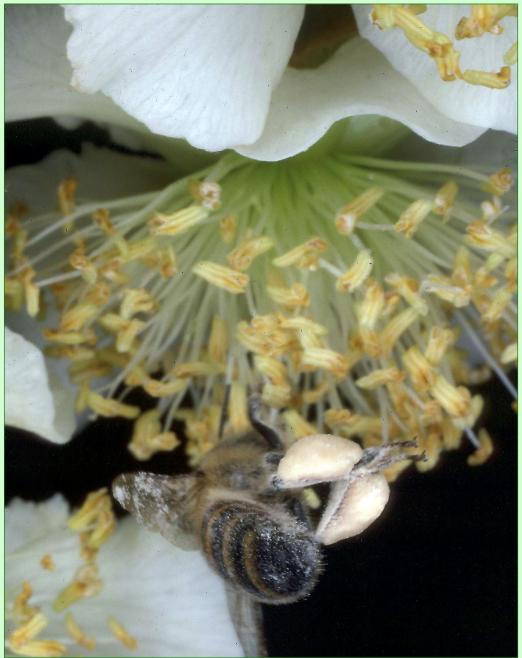
Un bombo e un lepidottero sui fiori di *Rubus*.



Nei fiori con organi sessuali in posizione centrale, gli insetti lavorano in una posizione non definita, toccando generalmente antere e stimma con la parte addominale. Questi fiori non richiedono impollinatori specializzati e sono visitati da insetti di vari ordini: spesso la visita è distruttiva, poiché alcune parti del fiore vengono mangiate.

Il coleottero scarabeide Cetonia su un fiore di Actinidia.





Un piccolo sirfide e un'ape bottinano con diversa intensità su un fiore di Actinidia.



#### Fiori a tazza

Un altro esempio di come i fiori a tazza ricevano le visite di insetti di diversa "intelligenza fiorale", dal coleottero "generalista" a un pronubo specializzato come il bombo.

Un coleottero Oedemera e un Bombus pratorum su un fiore di Cistus incanus.









#### Fiori a tazza

Altri esempi di fiori a tazza. In alto: movimenti compiuti da un piccolo apoideo durante la visita al fiore di Geranium sylvaticum. In basso: a sinistra, ape su Hypericum perforatum; a destra una vespa sull'infiorescenza di un'ombrellifera, che può svolgere in diversi casi il ruolo di un singolo fiore a tazza.



#### Fiori a tazza

Passiflora.
Gli organi sessuali possono essere elevati rispetto al piano fiorale (Magnolia, Passiflora) e gli insetti allora vi lavorano al di sotto.

Un'ape in visita su un fiore di Passiflora.





I fiori delle specie di *Citrus* (a sinistra), pur essendo assimilabili al tipo a tazza, presentano una peculiarità: gli stami formano una sorta di colonna intorno al pistillo, per cui le api, per raggiungere il nettare, inseriscono la ligula tra uno stame e l'altro, non effettuando in tal modo l'impollinazione.

A destra, un noto caso di oligolessia: l'apoideo *Andrena florea* bottina esclusivamente i fiori di *Bryonia dioica*, sui quali si rinviene frequentemente.



## Dal fiore a tazza al fiore a spazzola

**Alcune infiorescenze** di Compositae **Tubuliflorae sono** considerate nel loro insieme fiori a tazza finché l'ampiezza della ligula dei fiori esterni fornisce un'adeguata piattaforma di atterraggio e il disco centrale dei fiori tubulosi è ancora così ridotto da poter essere comodamente bottinato da un insetto che sosta sulle ligule periferiche.

Una vistosa fioritura di Cosmos bipinnatus.



Un capolino di Anthemis viene visitato da un sirfide Eristalis.

## Dal fiore a tazza al fiore a spazzola

Man mano che la lunghezza delle ligule periferiche si riduce e i fiori del disco diventano più numerosi, la piattaforma d'atterraggio viene a mancare, e gli insetti, soprattutto quelli di taglia grande, posandosi sul fiore toccano necessariamente con l'addome i fiori del disco centrale, **imbrattandosi** di polline: questo è il tipico meccanismo dei fiori a spazzola.





I fiori a spazzola, come quelli a tazza, ricevono visite non specializzate ma, nel loro caso, stimmi e antere sono diffusi sulla superficie del disco ed entrano in contatto con l'addome dell'insetto che vi si posa. Se i pronubi sono di piccola taglia, il polline può depositarsi sul loro capo. Anche le infiorescenze a capolino di Compositae e Dipsacaceae partecipano al meccanismo tipico dei fiori a spazzola.

Un apoideo *Halictus* si muove sulla superficie del disco di un girasole: solo quando i fiori tubulosi sono aperti, il fiore diventa una "spazzola"











Fiori a capolino

Apoidei e ditteri
alla ricerca di nettare
su capolini di cardi
e di *Dipsacus* (in alto
a destra); durante la visita,
gli insetti si imbrattano
spesso di notevoli quantità
di polline.



#### Fiori a capolino

Ditteri e lepidotteri sono assidui frequentatori delle infiorescenze delle Dipsacaceae.









Nei fiori a spazzola la superficie di contatto dell'unità impollinatrice è, esclusivamente o in parte, formata dagli organi "sessuali", mentre il perianzio è spesso ridotto o costituito da segmenti filiformi diffusi tra gli organi sessuali. Anche i fiori a spazzola ricevono visite non specializzate: le antere, diffuse sulla superficie dell'infiorescenza, "spazzolano" l'addome dell'insetto che vi si posa, mentre gli stimmi ricevono il polline portato dal visitatore.

Apoidei in visita: in alto, su infiorescenza di ombrellifera; in basso, su *Allium nigrum*.



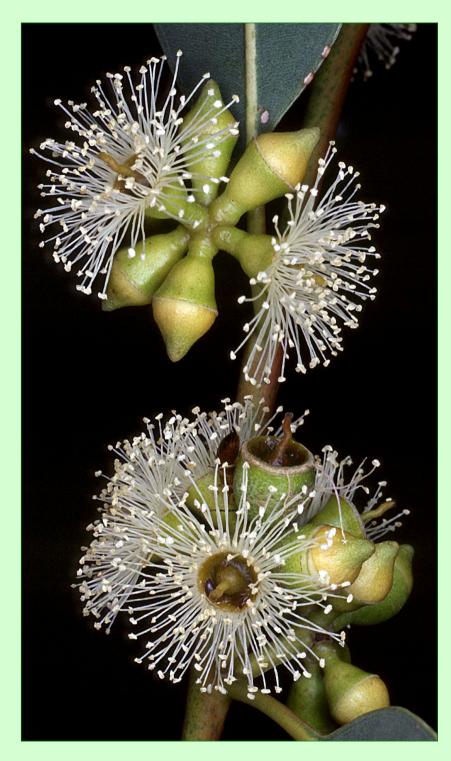
Il polline dei fiori di salice è attivamente bottinato dagli insetti ma grandi quantità si diffondono anche con il vento favorendo l'impollinazione anemofila.

Un'ape bottinatrice su infiorescenze maschili di Salix caprea.





Un altro esempio di spazzola: infiorescenza di Sambucus nigra.



Eucalyptus.

Calice e corolla sono riuniti a formare un opercolo o cappuccio; appena questo cade,

le antere dei numerosi stami deiscono.

Lo stimma diventa recettivo qualche giorno

dopo la caduta dell'opercolo, così che l'impollinazione incrociata è favorita. Se questa non avviene, alcune antere più interne trattengono il proprio polline finché lo stimma è recettivo e, aprendosi, provocano l'autoimpollinazione.









Fiori di Corymbia ficifolia, pianta australiana una volta compresa nel genere Eucalyptus, ha la proprietà di avere individui con i fiori di vario colore, dal rosa, al salmone, al bianco. Nel paese d'origine è spesso coltivata per frangivento e per l'alimentazione delle api, a causa della massiccia presenza di fiori e della produzione di nettare.

Acca sellowiana.

Il tipo di visita effettuata dall'ape raramente risulta efficace ai fini dell'impollinazione:

le api, infatti, avvicinandosi al fiore di feijoa, si posano sugli stami più esterni e iniziano a raccogliere





il polline, quindi continuano a bottinare muovendosi circolarmente sul piano delle antere e sfiorando casualmente lo stilo, non recettivo; molto raramente entrano in contatto diretto con lo stimma, situato in posizione centrale più elevata.

Api in visita sui fiori di Acca sellowiana.



## Fiori a campana o a imbuto

La differenza tra campana e imbuto si basa sul profilo del fiore: convesso nella prima (Campanula), diritto o concavo nel secondo (Calystegia). Oltre agli elementi morfologici che costituiscono propriamente la campana e l'imbuto, è generalmente presente un margine piatto più o meno esteso con ovvie funzioni vessillari e di piattaforma d'atterraggio. Nei tipi senza margine manca la possibilità

di atterrare all'esterno, e il visitatore deve subito strisciare dentro il fiore, che è tuttavia grande rispetto alla taglia dell'insetto; se c'è invece un margine, gli insetti possono atterrare su questo e immergere solo la testa; pertanto questi fiori rappresentano una transizione verso il tipo a tubo.

In alto a sinistra: Campanula rapunculus. A destra: in alto, Calystegia sepium; in basso, fiore di Convolvulus visitato da un'ape.





# a b c d d

#### Fiori a campana

#### Campanula.

Lo schema in basso mostra le fasi più importanti dell'antesi della maggior parte delle specie di *Campanula*. Gli impollinatori sono abitualmente grossi imenotteri che strisciano dentro il fiore e sono capaci di penetrare con la ligula tra la base dei filamenti.

- a) Prima dell'antesi. Le antere, che formano un tubo intorno allo stilo, si aprono verso l'interno, così che il polline viene deposto al centro e alla sommità dello stilo che sono densamente coperti di peli ruvidi. Il nettare è prodotto da un nettario anulare alla base dello stilo.
- b) Antesi, primo stadio. Lo stilo si allunga e i filamenti si arricciano. Di conseguenza, il polline deposto sullo stilo è ora liberamente esposto all'interno del fiore. I lobi dello stimma sono chiusi insieme e quindi l'impollinazione non è possibile.
- c) Antesi, stadio centrale. Le antere sono ora avvizzite e rimangono accartocciate sul fondo del fiore; solo la base dei filamenti, che protegge l'entrata al nettare, è ancora turgida. Lo stimma, che ha ora i lobi aperti, diventa recettivo.
- d) Antesi, ultimo stadio. I lobi dello stimma continuano a crescere, si curvano ulteriormente ed entrano in contatto con il polline lasciato sulla parte superiore del rivestimento dello stilo: l'autogamia è ora possibile.







#### Fiori a campana

Gentiana.

I fiori rimangono aperti per un certo numero di giorni, chiudendosi di notte e con il brutto tempo; la loro proterandria favorisce l'impollinazione incrociata. Il contrasto fra il colore bianco della gola e il blu profondo dell'estremità dei lobi della corolla fa da guida per l'entrata delle api. Questa configurazione, più o meno modificata, è caratteristica di molti fiori a forma di imbuto o di campana.

In alto, Gentiana kochiana; a lato: G. punctata visitata da una vespa.



#### Fiori a imbuto

Convolvulus arvensis.

La corolla forma alla base del fiore uno stretto tubo. I cinque stami si appressano strettamente allo stilo, formando insieme una sorta di colonna al centro del fiore. Il nettare è secreto alla base dell'ovario, ma può essere raggiunto solo attraverso i cinque stretti passaggi tra le ampie basi degli stami. Le antere deiscono verso l'esterno, così che il polline entra immediatamente in contatto con il corpo del visitatore; i due lobi dello stimma sopravanzano gli stami: in tal modo, un insetto che trasporta il polline di un altro fiore, entrando nella corolla, causerà immediatamente l'impollinazione incrociata. I principali impollinatori sono le api e molte specie di ditteri.



Tra le Dicotiledoni la maggior parte dei fiori di questo tipo viene individuata tra le specie a corolla gamopetala; mentre nelle Monocotiledoni questa generalizzazione non ha luogo e il tipo campana-imbuto include, ad esempio, *Lilium*, che ha i segmenti del perianzio liberi.

#### Fiori a imbuto

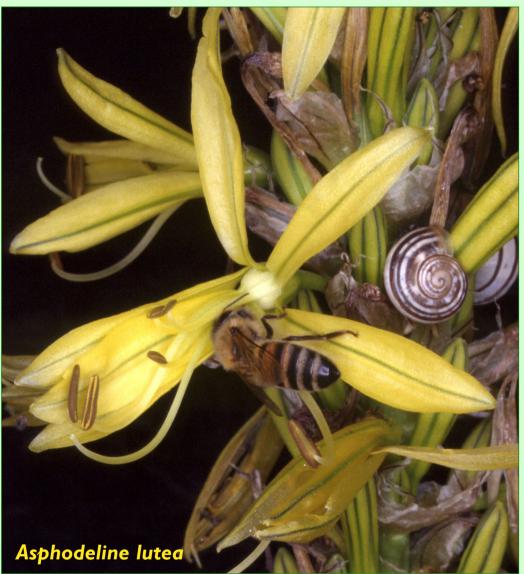
Nel tipo campana-imbuto, pur essendo accentuato l'adattamento alla taglia dell'impollinatore piuttosto che alla lunghezza delle sue parti boccali, sono comunque presenti spesso anche altri adattamenti che impediscono agli insetti a ligula corta di raggiungere il nettare.

Molti fiori a tazza sono ovviamente adattati in modo generale alla taglia del loro impollinatore, e non esiste una netta linea di demarcazione tra questi fiori e quelli più profondi a campana e a imbuto.



In alto, Lilium martagon; a lato, Lilium bulbiferum.





#### Verso il fiore zigomorfo

Nei vari gruppi con fiori meno specializzati la tendenza verso lo zigomorfismo si manifesta attraverso la distribuzione asimmetrica di petali, stami e stimma.





#### Verso il fiore zigomorfo

Fiori di Epilobium angustifolium visitati da un'ape e da Bombus lapidarius: gli insetti, per raggiungere il nettare, devono posarsi su stami e stimma, che sono ripiegati verso il basso e offrono una valida piattaforma di atterraggio.









#### Verso il fiore zigomorfo

I fiori a fauce più primitivi accompagnano lo spostamento degli organi sessuali con l'asimmetria della corolla, che tende a svilupparsi inferiormente offrendo al pronubo una piattaforma di atterraggio. Alcuni esempi. A lato: ape su Tecoma radicans; sopra, nell'ordine: Bombus terrestris su Catalpa e Bombus humilis su Digitalis ferruginea. Gli insetti, per raggiungere il nettare, devono strisciare all'interno della corolla e così facendo urtano con il dorso le antere disposte sulla parte superiore del tubo.





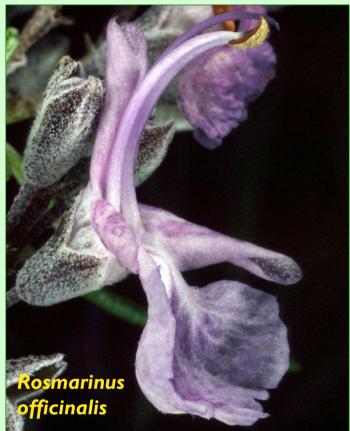
Nel tipo a fauce gli organi sessuali sono decentrati verso la parte superiore della corolla e il polline viene quindi deposto sul dorso dell'impollinatore. Caratteristici fiori a fauce sono quelli di Labiatae e di Scrophulariaceae, e quelli di molte Orchideae fortemente zigomorfici. Il tipico fiore a fauce ha una piattaforma d'atterraggio costituita da un margine inferiore, ma in alcuni fiori adattati a visitatori capaci di rimanere in volo stazionario, questo margine manca o è inclinato all'indietro e non è funzionale.

In alto: un bombo in un fiore di *Acanthus mollis*, in cui anche parti del calice hanno un ruolo nella formazione della fauce.

A lato: fiori di *Ocymum basilicum*, la cui fauce.

A lato: fiori di *Ocymum basilicum*, la cui fauce è capovolta e girata a formare un vessillo.







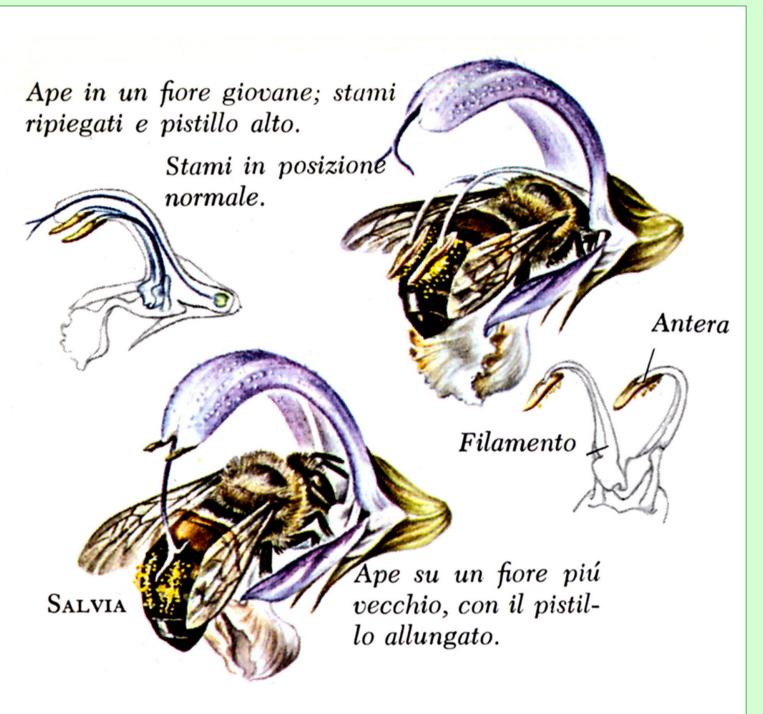
Lo zigomorfismo del fiore a fauce è accentuato, nel diagramma fiorale, dalla mancanza del quinto stame mediano sulla via dei visitatori. Il tipo è presente con piccole variazioni in un grande numero di generi vicini (Stachys, Galeopsis ecc.).

La copertura delle antere e dello stimma da parte del labbro superiore può essere più o meno completa; ad esempio, in *Teucrium* e in *Ajuga* il labbro superiore è ridotto. In specie impollinate da lepidotteri compaiono ulteriori perfezionamenti: la corolla con tubo stretto e lungo e la presenza nel tubo di peli che impediscono l'accesso ai piccoli ladri di nettare (vedi *Scutellaria*). Le brattee partecipano all'attrazione visiva, a volte sostituendo la corolla stessa.



Il tipico fiore a fauce delle Labiatae ha questa conformazione di base:

- a) Il tubo corollino è diviso in:
- un labbro superiore, costituito da due petali, molto spesso uniti a formare un cappuccio;
- un labbro inferiore, costituito dagli altri tre petali, generalmente rivolto in basso a formare una piattaforma di atterraggio, che presenta spesso formazioni che favoriscono la presa dei visitatori.
- b) Il nettare è prodotto alla base dell'ovario e occupa la parte inferiore del tubo.
- c) Antere e stimma sono posti sotto l'estremità incurvata del labbro superiore, protetti contro la pioggia, e urtano il dorso dell'insetto che spinge la testa dentro la parte superiore più larga del tubo.



Quando l'ape spinge il capo nella fauce del fiore per raggiungere il nettare provoca un movimento a bilanciere delle antere, che vanno a toccare il dorso dell'insetto, impolverandolo di polline. In una fase successiva. lo stilo si allunga e lo stimma è allora in grado di ricevere il polline di un altro visitatore. Nel caso di fiori di piccole dimensioni, o di pronubi di taglia grande, il contatto avviene con il capo dell'insetto.







Xylocopa violacea su Salvia sclarea.



Ape su Salvia verbenaca.

Esempi del meccanismo d'impollinazione delle Labiatae con pronubi di taglia diversa e diversa grandezza dei fiori.









Quando manca la piattaforma per l'atterraggio del pronubo, l'avvicinamento di un insetto di taglia grossa diventa abbastanza complicato. Il fiore di Scutellaria columnae ha anche il tubo corollino molto lungo: il suo nettare deve essere proprio "buono" per attrarre un insetto grande come questo

Bombus ruderatus!

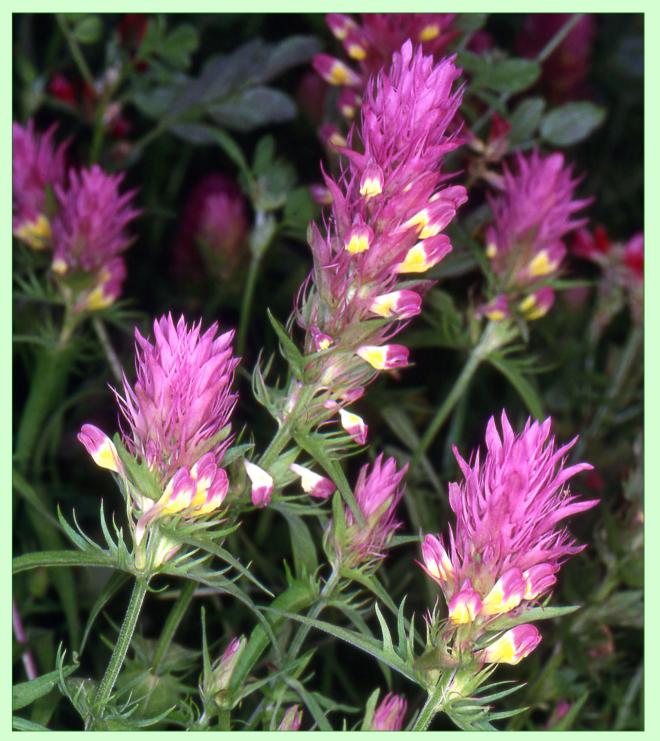


Linaria vulgaris.

Il fiore di *Linaria* rappresenta un perfezionamento del tipico fiore a fauce per due aspetti principali.

- I) Il labbro superiore è incurvato e chiude l'entrata del tubo della corolla: questo comporta che solo gli insetti abbastanza forti da superare questo ostacolo possono utilizzare il fiore a meno che non siano capaci (come *Macroglossa*) di inserire una sottile proboscide attraverso la piccolissima apertura tra i due labbri. La base del labbro inferiore forma una specie di cerniera così che, applicando una forza sufficiente, il labbro si piega in basso.
- 2) Il nettare non è presente nel nettario ma nel tubo della corolla ed è quindi inaccessibile per gli insetti con proboscide corta. Nel fiore ci sono varie serie di peli la cui funzione non è ben conosciuta; si suppone che alcuni di essi, posti nello sperone, servano per il trasferimento capillare del nettare nel suo fondo, mentre altri potrebbero servire

da guida per la ligula dei bombi.



Melampyrun arvense.

Il fiore è piuttosto semplice dal punto di vista funzionale. Nella maggioranza delle specie, brattee e calice sono vivacemente colorate e partecipano all'unità di attrazione.

L'asse è orizzontale, il peduncolo è piuttosto gracile e il fiore si abbassa sotto il peso dell'impollinatore.

La piattaforma di atterraggio offerta dal labbro inferiore è piccola, ma la superficie molto rugosa permette una salda presa. Il nettare si trova alla base dell'ovario. Inserendo il capo nell'apertura piuttosto stretta, il visitatore dilata il fiore, lo stimma si abbassa e il polline è deposto sul capo o sul pronoto dell'insetto.



Pedicularis.

I fiori hanno due labbri: quello superiore forma uno stretto cappuccio, appiattito lateralmente, in cui sono racchiusi i quattro stami e lo stimma, che ne fuoriesce appena all'apice; il labbro inferiore è trilobato e forma una piattaforma di atterraggio.
L'accesso al nettare è una stretta fessura del labbro superiore.
L'ape visitatrice, aggrappata con le zampe anteriori alla base del labbro inclinato e con le mediane al tubo

della corolla immediatamente sotto al labbro, inserisce il capo nella fessura del cappuccio, urtando lo stimma. Per cercare il nettare, essa fa leva sui lati del cappuccio, provocando il movimento a scatto degli stami, che lasciano cadere il polline sul suo capo.

L'impollinazione di *Pedicularis* è oggetto di studi recenti: la variabilità tra i fiori di specie diverse è strettamente connessa con l'adattamento a particolari impollinatori e implica lo sviluppo di particolari meccanismi.

1. Questo ramoscello di digitale mostra i boccioli e i fiori in 2. Spaccato del fiore. Si ve- 3. Gli stami più lunghi di diversi stadi di sviluppo, con le api che vanno a succhiare il de la primitiva positura de- questo fiore visto in seziodolce nèttare. Si vedono anche le capsule che racchiudono semi, gli stami, lunghi e corti, ne, che emettono il pòlline.

Come si è già visto, un tipo più primitivo è presente nelle Scrophulariaceae. In Digitalis purpurea il fiore è a forma di campana, a simmetria pressoché radiata, senza differenze pronunciate tra labbro inferiore e superiore.



4. Una modesta ape entra nella campanella del fiore, e mentre succhia il nèttare, il pòlline si cosparge sulle sue ali. Lo stimma, cioè quella parte che prima o poi riceverà il pòlline, è ancora chiuso.

5. L'ape, uscita dal fiore con le ali cosparse di 6. Il pòlline è stato raccolto pòlline, entra in un altro fiore, dove lo stim- dai pistilli, trasformati in ma è aperto a riceverlo: e il pòlline si stacca capsule contenenti i semi. dalle ali dell'insetto a mano a mano che esso, suggendo altro nèttare, si spinge in fondo. scoppia e lascia cadere i semi.

Qui vedete la càpsula che

Il fiore è sufficientemente ampio perché impollinatori (bombi) vi striscino dentro, come nei fiori a campana, ma la posizione delle antere favorisce l'impollinazione nototribica.









la lunga ligula.

Il tipo di visita su Digitalis ferruginea dipende dalle dimensioni dell'insetto: mentre il fiore è agevolmente accessibile per i piccoli apoidei (che, una volta atterrati, si dirigono direttamente sulle antere), il bombo deve introdurre il capo nel fiore per raggiungere il nettare, mentre alla xylocopa basta



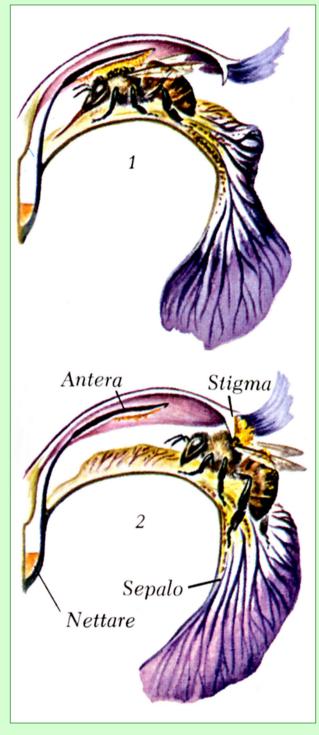
Iris.

Il fiore, costituito da tre tipiche fauci unite, è composto da un involucro fiorale (perigonio) formato da due serie di segmenti saldati alla base:

- i 3 segmenti esterni, larghi all'estremità, ristretti alla base e incurvati in basso;
- i 3 interni, eretti.
  Fra questi due tipi di segmenti spuntano
  3 stimmi petaloidi,
  nastriformi; gli stami sono
  3, disposti
  in corrispondenza

dei segmenti esterni del perigonio.

Ognuna di queste fauci è simile al fiore di una labiata. Le guide del nettare e la barba dirigono gli insetti sotto l'antera e il polline si deposita sul loro dorso (I). Quando l'insetto visita un altro fiore (2), il polline è raccolto dallo stigma.







Un'infiorescenza di Corydalis cava (a sinistra) e una di Onobrychis viciifolia (a destra).

### Fiori a vessillo

Il tipo a vessillo mostra la stessa divisione delle unità di impollinazione in parti superiori e inferiori vista nei fiori a fauce, ma in questo caso gli organi sessuali sono situati nella parte inferiore e gli insetti trasportano il polline sull'addome.

Il tipico fiore a vessillo è quello delle Leguminosae, ma esistono anche altri casi, ad esempio nelle Papaveraceae con Corydalis.

Questi fiori rappresentano lo stadio più evoluto dello zigomorfismo, mentre Dictamnus, ad esempio, a causa della disposizione delle antere e dello stimma, può essere considerato come una forma di transizione verso i fiori a vessillo.



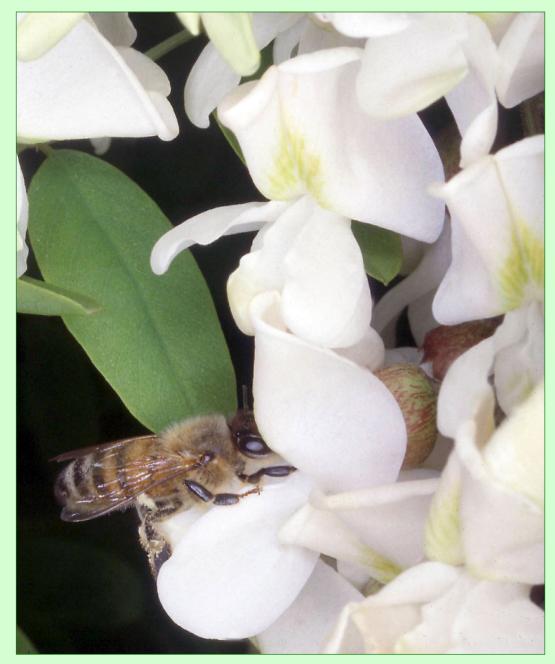


A sinistra: un'ape raggiunge il nettare di un fiore di Hedysarum coronarium che si è aperto sotto il suo peso e ha rilasciato il suo carico di polline.

A destra: un fiore "esploso" di Spartium junceum.

# Fiori a vessillo

**Quando un insetto** si posa sui petali laterali liberi per forzare la via al nettare, la conformazione del fiore provoca uno scatto della carena (fusione di due petali laterali inferiori che accolgono la colonna degli stami e il pistillo); antere e stilo fuoriescono dalla carena e toccano la parte inferiore dell'addome del visitatore, che segue i petali nel loro abbassamento.





Esempio del meccanismo di rilascio del polline di un fiore a vessillo (Robinia pseudacacia), che si è aperto sotto il peso di un'ape visitatrice.



In alcuni fiori la presentazione del polline è di tipo esplosivo: pistillo e guaina dei filamenti sono trattenuti sotto pressione nella carena; fintanto che il fiore non viene toccato, l'aderenza tra i margini superiori della carena è abbastanza forte per resistere a questa pressione, ma la forza addizionale esercitata dal peso di un impollinatore è sufficiente a causare l'apertura a scatto del margine superiore e la fuoriuscita del pistillo che provocano lo spargimento di una nuvola di polline.

In Medicago la pressione è esercitata dal pistillo, che dopo l'esplosione rimane pressato contro il vessillo; in Cytisus scoparius stami e stilo si raggomitolano; il meccanismo di esplosione è più complicato poiché i cinque stami corti colpiscono l'impollinatore sotto l'addome mentre i cinque stami lunghi e generalmente anche lo stilo lo colpiscono sulla schiena. **Questi fiori hanno soltanto** il polline come attrattivo

primario; anche dopo l'esplosione un po' di polline rimane per successivi visitatori e l'impollinazione può essere ancora realizzata. Il meccanismo di esplosione descritto funziona una volta sola, ed è facile osservare come i bombi non siano attratti tanto dai fiori esplosi di Cytisus scoparius quanto da quelli freschi, mentre invece è frequente la visita di sirfidi sui fiori esplosi, ma queste visite hanno scarsa importanza per l'impollinazione.



Sopra: Cytisus scoparius. A sinistra: fiori di Medicago sativa.





I fiori di *Colutea arborescens*, dalle caratteristiche guide al nettare a forma di cuore, sono attivamente visitati da *Xylocopa*, sebbene la piattaforma di atterraggio sia del tutto inadeguata per la taglia dell'insetto.



Astragalus monspessulanus visitato da Eucera. I fiori delle Leguminose sono visitati da pronubi specializzati, con una "alta comprensione" del fiore e con apparato boccale e taglia corporea adattati alle varie specie fiorali.



Il tipo a tubo non è comparabile con i precedenti perché il criterio sul quale si basa la sua trattazione non è la disposizione degli organi sessuali, ma l'accessibilità al nettare, prodotto alla base del tubo, e la conseguente esclusione di tutti i visitatori con apparato boccale più corto dell'effettiva lunghezza del tubo. In questo tipo l'esistenza o meno di un bordo è ancora più importante che non nel tipo campana-imbuto, perché la sua assenza ostacola l'atterraggio dei visitatori; e poiché il tubo è troppo stretto perché gli insetti vi striscino dentro, tutti gli impollinatori incapaci di volo stazionario ne vengono esclusi, a meno che essi non possano trovare un sostegno esterno vicino al fiore. Pertanto questo gruppo può essere diviso in due sottotipi:

- tubi in senso stretto;
- un tipo a tromba, costituito da un tubo con un esteso margine superiore.





Sebbene i fiori a tubo escludano i visitatori con apparato boccale più corto della lunghezza del tubo, gli insetti di taglia ridotta possono entrare parzialmente nel fiore e raggiungere comunque il nettare: in tal caso, gli stami, generalmente posti all'entrata del fiore, impolverano di polline il capo e la parte anteriore del corpo dei visitatori.

Ad esempio, il fiore di *Echium vulgare* è visitato da lepidotteri, la cui spiritromba raggiunge facilmente il nettare, ma anche da insetti come le api con ligula più corta e taglia corporea che permette almeno una parziale introduzione nel tubo.



Benché l'unione di parti del perianzio sia una speciale caratteristica dei fiori impollinati da insetti a ligula lunga, l'adattamento a questi visitatori è stato raggiunto anche da un'ampia varietà di piante in cui queste parti rimangono libere. In diverse Cruciferae (figura a sinistra) i sepali sono allungati e pressati fermamente insieme a formare

un lungo
e stretto
tubo;
i petali
sono
modificati

di conseguenza, con un lembo espanso e un'unghia sottile.

In altri casi, invece, l'allungamento del tubo del fiore è realizzato senza l'unione dei petali o dei sepali, ma mediante l'approfondimento del ricettacolo, che forma esso stesso un tubo (es. *Prunus dulcis*, figura a destra).





Ci sono due importanti gruppi di fiori a tubo lungo in cui i sepali sono uniti a formare un tubo mentre i petali rimangono separati. Uno è costituito da una parte delle Caryophyllaceae comprendente Dianthus e

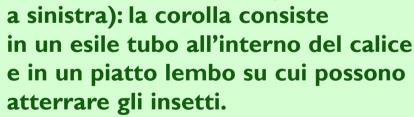
i generi vicini: Dianthus, con i suoi fiori a tubo esile, è adattato ai lepidotteri, mentre Silene dioica, che ha un tubo più corto e ampio, è adattata alle api e ai ditteri a proboscide lunga. Il secondo gruppo comprende Vicia, Pisum e altri generi delle Leguminosae: questi sono simili a Dianthus e a Silene, avendo

cinque petali unguicolati raccolti in un calice tubolare, ma differiscono da essi per la spiccata disuguaglianza dei loro petali (e sono infatti compresi classicamente nel tipo a vessillo).





Esempi di
fiori che
hanno uniti
sia petali che
sepali sono
Primula
vulgaris
(in alto
a sinistra)
e Vinca major
(in basso



Casi estremi sono rappresentati dai fiori pendenti, tubolari di Symphytum tuberosum (in alto a destra), impollinati dai bombi, e di Borago, con un cortissimo tubo e un largo margine piatto.





Borago è rappresentativa di un gruppo piuttosto singolare di fiori con corolla tubolare rotata o riflessa e un cono di antere prominente che circonda lo stilo al centro del fiore.

Questo produce abbondante nettare ed è assiduamente visitato dalle api, che sondano tra i filamenti per raggiungere il nettare; così facendo, esse fanno leva su due stami adiacenti e liberano una piccola quantità di polline precedentemente



caduto nel cono delle antere (che deiscono verso l'interno).







Una variazione del fiore a tubo è rappresentata dalla corolla urceolata delle Ericaceae e di altre famiglie; i fiori più grandi di questo tipo, più o meno pendenti, sono visitati anche dai bombi.

Da sinistra a destra: Calluna vulgaris, Arbutus unedo, Muscari atlanticum.

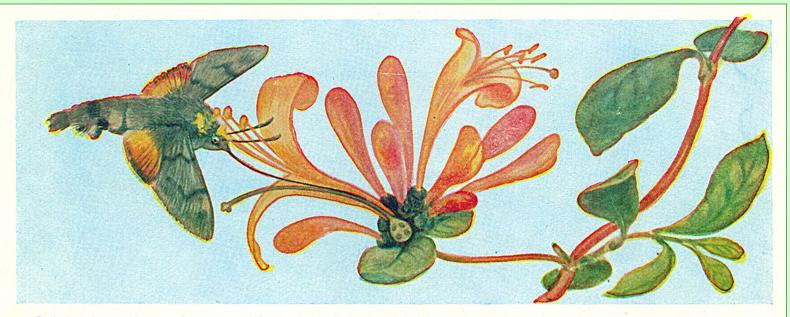


Mentre le dense infiorescenze a capolino delle Compositae e delle Dipsacaceae appartengono per lo più al tipo a spazzola (ad esempio come nella figura a lato), i singoli fiori tubulosi che le compongono possono essere bottinati da insetti dotati di volo stazionario (come la *Macroglossa* in basso), che non devono posarsi sul fiore, facendo così parte del tipo di fiore a tubo.





Un caso estremo di fiore a tubo è rappresentato da Lonicera caprifolium, tipico fiore impollinato da lepidotteri a proboscide lunga...



Qui si vede un giovane fiore di caprifoglio dagli stami eretti e dai pistilli abbassati. Una delle corolle è mostrata aperta e spaccata, e vediamo come la farfalla succhi il nèttare con la lingua, mentre la testa e le ali sono impolverate del pòlline dell'antèra, che è quella parte dello stame che contiene appunto il pòlline. Scotendo le ali l'insetto fa cadere intorno quella polvere.



Qui vediamo un fiore più vecchio, coi pistilli eretti e gli stami all'ingiù. Mentre la farfalla succhia il nèttare, dalle ali cade il pòlline raccolto da un'altra pianta, e si deposita sui pistilli. Quando i fiori invecchiano, la corolla si arriccia, allontanandosi dai pistilli e dallo stame.

... come
la Macroglossa,
che, alla ricerca
del nettare,
urta con il capo
contro stami
e stimmi
lungamente
sporgenti.

# Classi strutturali dei fiori e loro caratteristiche

tipo funzioni	piatto	spazzola capolino	campana imbuto	fauce	vessillo	tromba	tubo
attrazione visiva	diffusa	diffusa	corolla o altro	entrambi i labbri	vessillo	margine	generalmente fornita da altre parti
atterraggio	diffuso	diffuso	più definito	labbro inferiore	carena	margine	nessuno
guida al nettare	sì o no	no	qualcuna	simmetria, forma del labbro superiore		verso un'apertura centrale	automatica
esibizione dell'attrattivo	diffuso, aperto	diffuso, aperto	seminascosto, più o meno centrale	nascosto	nascosto, l'entrata deve essere forzata	nascosto	profonda- mente nascosto
rilascio o ricevimento del polline	diffuso, interno	diffuso, esterno	più o meno centrale, interno	nototribico, labbro superiore	sternotribico, carena	centrale, interno	vario
adattamento al comporta- mento degli insetti	insetti primitivi (coleotteri)	insetti che atterrano, con parti boccali più lunghe (api, farfalle)	insetti che strisciano dentro (api)	insetti che atterrano e forzano il passaggio (api più evolute)	insetti che atterrano e forzano il passaggio (api più evolute)	insetti che atterrano senza strisciare dentro (farfalle)	insetti con volo stazionario o che si posano su strutture adiacenti (falene)



# La pseudocopulazione delle Orchidee

La forma dei fiori di alcune Orchidee richiama quella di alcuni insetti, come, ad esempio, l'"orchidea-ape" (Ophrys apifera), l'"orchidea-mosca" (Ophrys insectifera), ecc.

Questa imitazione, senza dubbio puramente fortuita nella maggioranza dei casi, spesso serve per attrarre gli insetti e promuovere l'impollinazione.

Infatti, in molte *Ophrys* la forma e il colore del labello del fiore presentano una stretta somiglianza con la femmina dei pronubi specifici: mediante questo stratagemma, i fiori attirano i maschi che cercano di copulare con le "femmine" e che, così facendo, asportano i pollini o depositano sullo stimma i pollini che essi stavano già trasportando. I maschi di questi insetti nascono prima delle femmine e le orchidee fioriscono durante il periodo in cui i maschi sono senza compagne; quando appaiono le femmine, i maschi non sono più tanto interessati alle orchidee.

Perché questo fenomeno, chiamato pseudocopulazione, avvenga, è necessario che il periodo di fioritura dell'orchidea coincida perfettamente con il periodo in cui i maschi di quel particolare insetto che viene imitato sono in volo nei paraggi, alla ricerca di una compagna e non l'abbiano ancora trovata.



Un fiore di *Ophrys insectifera*, abitualmente impollinata da maschi dell'imenottero sfecide *Gorytes*.





Ophrys lutea. In questo caso non è la forma del fiore a richiamare il pronubo, ma la macchia scura del labello il cui profilo imita un insetto con il capo rivolto verso l'esterno.





Al di là del fenomeno appena descritto, molte orchidee sono attivamente visitate da apoidei e da altri insetti alla ricerca del nettare raccolto nello sperone.

A sinistra: il capo di una femmina di *Psithyrus* con i pollìni di un'orchidea. A destra: un maschio di *Xylocopa* visita un'infiorescenza di *Dactylorhiza maculata*.





Epipactis palustris visitata da una vespa.



Un dittero su Dactylorhiza majalis con i pollini sul capo.

Sopra: un piccolo apoideo "esplora" il labello di *Ophrys bertolonii*.









Alcuni visitatori di orchidee.
A sinistra: in alto, formica alla ricerca del nettare raccolto nell'ipochilo (porzione prossimale del labello) di *Epipactis helleborine*; in basso, piccolo crisomelide in sosta su *Orchis papilionacea*; a lato, un lepidottero bottina su *Nigritella rubra*; sopra, un apoideo entra in un fiore di *Serapias vomeracea* per compiere la termoregolazione.



# **Autoimpollinazione**

Può succedere che, a dispetto del ben congegnato meccanismo della pseudocopulazione, l'impollinazione incrociata non abbia luogo. In tal caso, molte orchidee hanno un sistema di emergenza che assicura loro quanto meno l'autoimpollinazione. Ciò è del tutto necessario in piante che sono così precisamente adattate all'impollinazione da parte di una data specie di insetti, nel caso in cui le condizioni ambientali siano insolitamente sfavorevoli. I mezzi per assicurare

l'autoimpollinazione variano nelle diverse specie di orchidee.

In Ophrys apifera (nella figura), ad esempio, quando il fiore invecchia, la colonna si contrae così che i pollìni fuoriescono dalla borsicola e si abbassano verso lo stimma, per cui un qualsiasi scuotimento del fiore li pone in contatto con la superficie stimmatica, assicurando così l'autoimpollinazione.



### Fiori chiusi

Trollius europaeus.

Fiore giallo, subglobulare, con un gran numero di sepali colorati embriciati che chiudono completamente l'interno del fiore; una fila di petali forma le scaglie nettarifere strettamente spatolate.

L'autoimpollinazione sembra inevitabile, ma i fiori sono apparentemente autoincompatibili.

Il solo impollinatore regolare osservato da tempo è un piccolo dittero, *Chiastochaeta trollii*, che riesce a penetrare attraverso i sepali.

Il fiore forma un riparo in cui l'insetto passa lunghi

periodi, cibandosi di polline e di nettare, provocando l'impollinazione (purché abbia precedentemente visitato altre piante) e compiendovi parte del suo ciclo vitale (ovideposizione ecc.).





Fiore di Magnolia aperto ad arte per mostrare le api che si infilano all'interno per bottinare il polline.





# Fiori trappola

Arum.
L'infiorescenza del Gigaro
è racchiusa
da una larga brattea, la spata,
la cui parte inferiore,
più chiara, forma una camera.
Partendo dal basso, la colonna
dell'infiorescenza presenta:

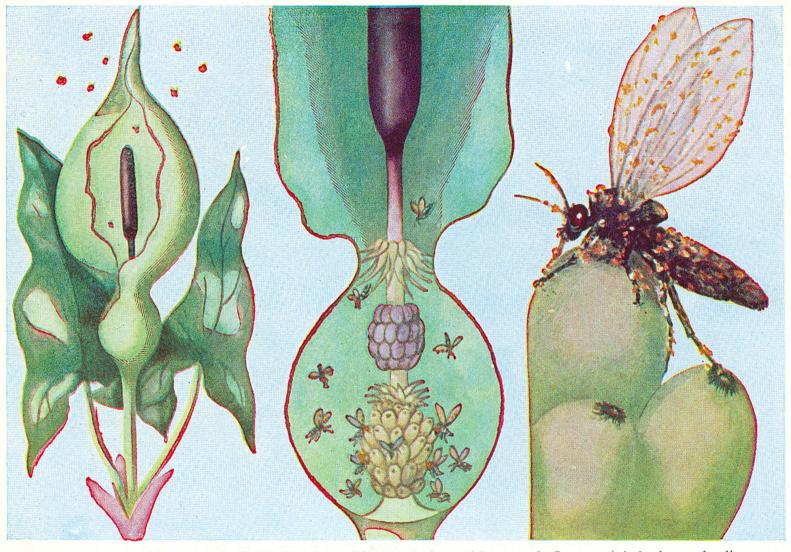
- i fiori femminili,
- fiori sterili, a forma di peli ruvidi,
- i fiori maschili,

larghi.

- fiori sterili, a forma di peli ruvidi.

La parte superiore della colonna, sterile, odorosa, fuoriesce dalla spata ed è detta spadice. I fiori sono estremamente ridotti, privi di perianzio; gli stimmi sono piuttosto

### LA TRAPPOLA CHE IL GÍGARO PREPARA AI MOSCERINI

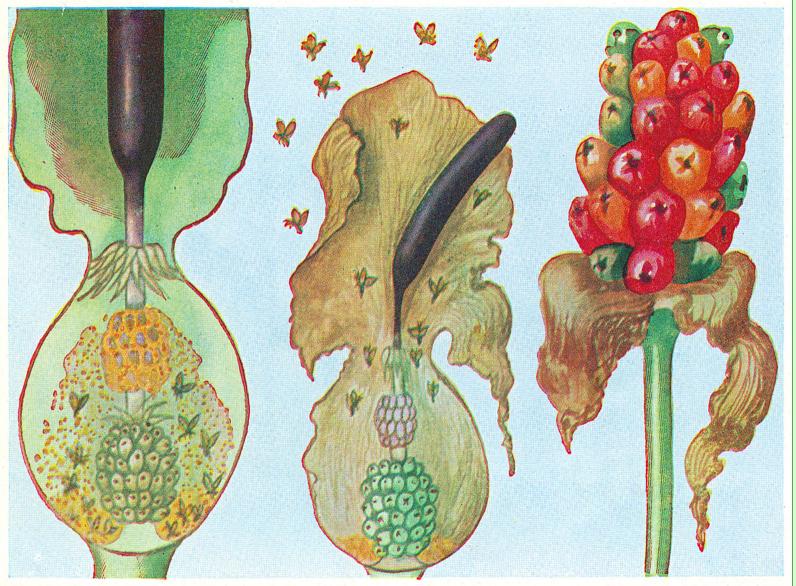


1. Ecco un fiore di gigaro, o pan di serpe, con il suo cappuccio verdognolo dal quale spunta la clava violacea. Intorno ad esso svolazzano sciami di moscerini attratti dal forte odore che il fiore emana. Tra poco essi si insinueranno nell'interno del cappuccio.

2. La clava del gígaro, che molti credono sia il fiore, non è invece che una terminazione a forma di pannocchia della infiorescenza. I moscerini sono entrati fino in fondo al cappuccio. Ma, qui giunti, le punte sfrangiate e rivolte verso il basso, impediscono loro di uscire.

3. I moscerini che hanno le ali coperte di pòlline preso da un'altra pianta lo lasciano cadere sui pistilli maturi. Allora ciascun pistillo emette una goccia di nèttare, come si vede in questa figura in cui il pistillo e il moscerino intento al pasto, sono molto ingranditi.

a) La prima fase dell'antesi, femminile, dura un giorno. Lo spadice produce un odore fortissimo di sostanza in putrefazione che attira numerosi piccoli ditteri e coleotteri saprofili. L'epidermide interna della spata e quella dello spadice, essendo molto lisce, composte di fitte cellule piatte e con gocce d'olio sulla superficie. sono sdrucciolevoli per le zampe degli insetti. Gli insetti che volano sulla parte superiore della spata e cominciano a strisciarvi intorno per localizzare la sorgente odorosa, perdono la presa e cadono nella camera in fondo al fiore. Una volta intrappolati, essi non riescono a fuggire, in parte per il carattere della superficie interna e in parte per gli ostacoli formati dai fiori sterili, che non si possono neanche scalare.



4. Ma i moscerini non possono ancora uscire: la frangia continua a sbarrare ad essi il passaggio. Il fiore attende che gli stami siano maturi a loro volta e lascino cadere sulle ali dei moscerini il loro giallo pòlline.

5. Allora la frangia di peli avvizzisce e i moscerini possono uscire e riprendere il loro volo, finché, attratti dall'odore di un altro pan di serpe, non ricadranno in trappola, riempiendolo del polline di cui il loro dorso è cosparso.

6. Le gèmmule impollinate si trasformano in un grappolo di bacche scarlatte e cioè di frutti ripieni di semi, che spesso avrete visto anche voi passeggiando per la campagna. E il fiore, che ha finito il suo cómpito, avvizzisce e muore.

b) Gli insetti intrappolati, durante questa fase, lambiscono il liquido secreto dai peli stimmatici e sono così attirati verso gli stimmi. c) Il giorno seguente le antere si aprono, e gli insetti vengono spolverati di polline. Le cellule epidermiche dello spadice e gli ostacoli formati dai fiori sterili perdono turgore, e le loro superfici danno finalmente appiglio alle zampe degli insetti, che si arrampicano sullo spadice e volano via. La spata rimane invece sdrucciolevole anche durante la fase maschile.



Un piccolo apoideo, "intrappolato" nella corolla di un papavero, non riesce a salire lungo i petali lisci e lucidi. Naturalmente, poiché questo fatto non è dovuto a un qualche meccanismo di impollinazione, non si può parlare di un vero e proprio fiore-trappola.









# Furti di nettare e protezione

Alcuni bombi a ligula corta, come Bombus terrestris, riescono a raggiungere il nettare prodotto da molti fiori a tubo lungo solo praticando con le mandibole un foro alla base della corolla (come si vede nelle figure). Naturalmente, in questo modo non si realizza l'impollinazione. I fori fatti dai bombi sono spesso sfruttati anche dalle api e da altri insetti.

Comunque, un fiore con il tubo perforato può essere ancora visitato e impollinato nel modo usuale.





Sopra: Agrostemma githago, infestante del grano, e Saponaria officinalis, due Caryophyllaceae con tubo corollino protetto.

# Furti di nettare e protezione

Un certo numero di fiori presenta strutture che possono essere interpretate come adattamenti per prevenire o ridurre i furti di nettare. Così i fiori di Dianthus, ad esempio, frequentati da lepidotteri, possiedono un calice decisamente coriaceo, protetto inoltre alla base da robuste brattee sovrapposte. In generale, il calice provvede in molte specie alla protezione contro la perforazione della base del tubo corollino, così come protegge lo sviluppo del bocciolo e offre un supporto meccanico per la corolla matura, che in molti fiori può essere rudemente manipolata da robusti e pesanti insetti. La necessità di proteggere gli ovari dalle visite distruttive e di evitare i furti di nettare può essere stata un fattore determinante anche nello sviluppo delle dense infiorescenze a capolino come quelle di Dipsacaceae e di Compositae.





### Falsi nettàri

Parnassia palustris. Il fiore, di 2-3 cm di diametro, ha 5 petali bianchi, 5 stami alternati ai petali e 5 coroncine di ghiandole gialle puntiformi, che luccicano come se fossero goccioline di nettare. Queste strutture attirano gli insetti, soprattutto ditteri, ma sono secche e non hanno niente a che fare

con il nettare: sono "falsi nettàri". Ma il fiore non è completamente sleale: il vero nettare viene secreto nelle vicinanze, al centro degli staminodi che sostengono i falsi nettari, e guida gli insetti con il proprio profumo. La pianta è proterandra; le antere, che inizialmente ricoprono lo stigma, maturando si allargano lasciandolo libero.

Nella figura in alto il fiore è stato colorato artificialmente per evidenziare la struttura descritta.



#### Nettàri extrafiorali

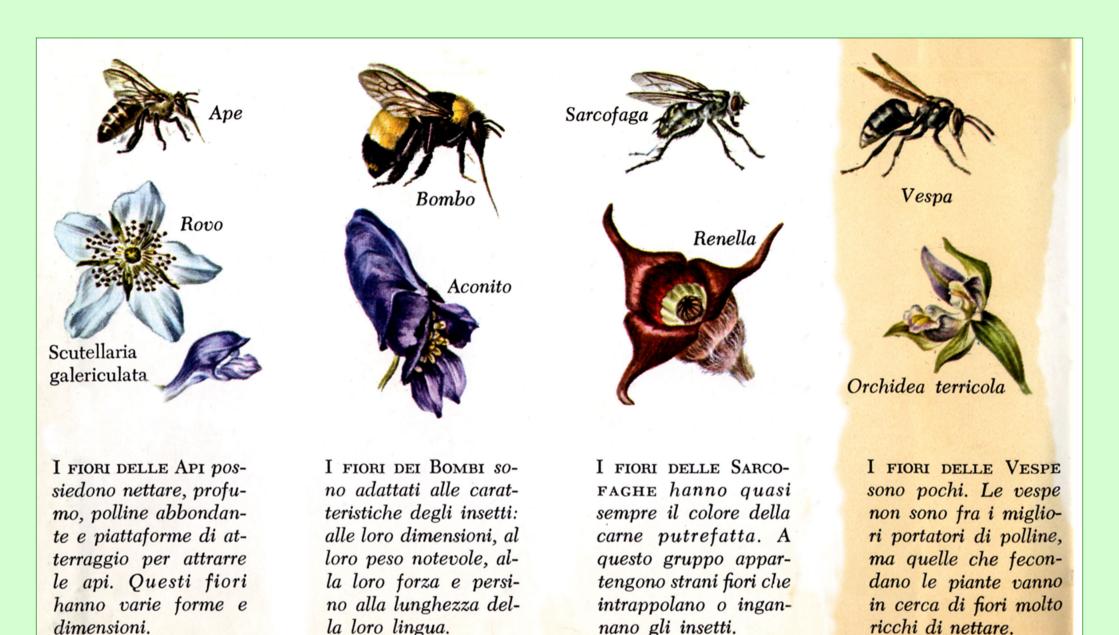
#### Probabili funzioni:

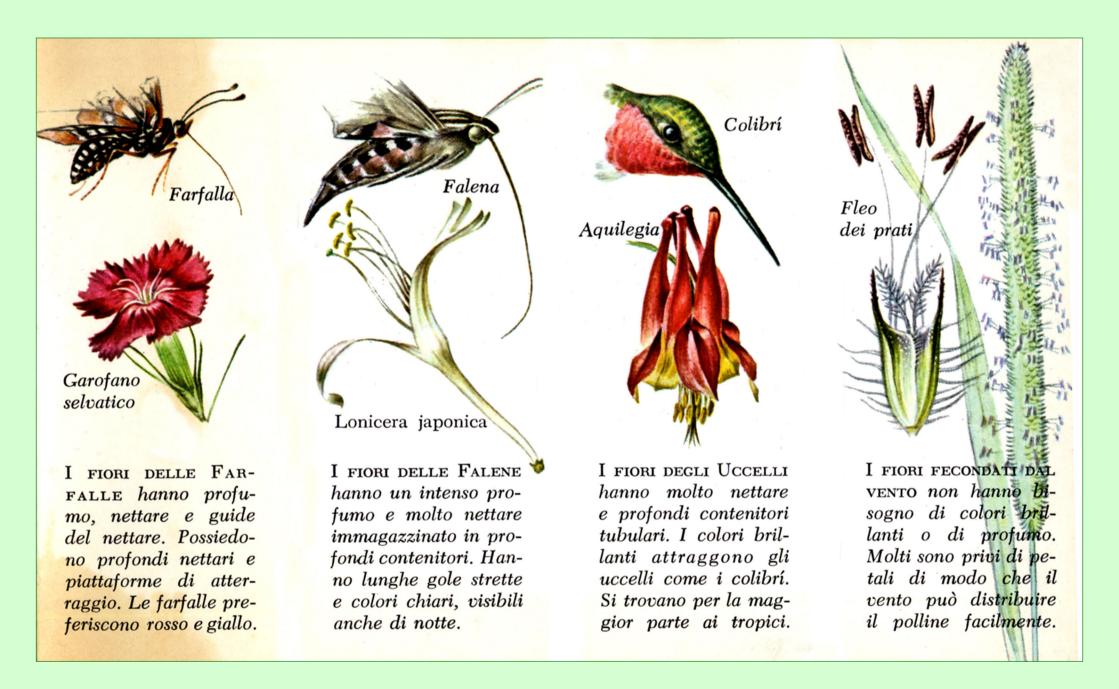
- se sono presenti anche i nettàri fiorali, facilitano l'avvicinarsi degli insetti ai fiori;
- se non sono presenti nettàri fiorali, possono comunque indurre la visita dei pronubi;
- possono attirare e ricompensare le formiche, che tengono lontani altri insetti predatori;
- alcuni nettàri extrafiorali (*lpomea*) hanno un contenuto sgradevole e scoraggiano gli insetti erbivori.

Le api e i bombi visitano spesso i due nettàri extrafiorali di *Prunus laurocerasus* posti sulla pagina inferiore della foglia vicino alla nervatura centrale.

# Relazioni armoniche tra fiori e impollinatori

	coleotteri	vespe	ditteri	chirotteri	api	falene	farfalle	uccelli
<u>classi</u>		Тобро	GICCOI I		щ.	idione		ucco
piatto	<b>* * *</b>	<b>* * *</b>	<b>**</b>	<b>**</b>				
campana		<b>* * *</b>	<b>**</b>	<b>**</b>	<b>* * *</b>			
spazzola				<b>**</b>	<b>**</b>	<b>* * *</b>	<b>* * *</b>	<b>**</b>
fauce					<b>**</b>	<b>**</b>	<b>* * *</b>	<b>**</b>
vessillo					<b>**</b>		<b>* * *</b>	<b>* * *</b>
tubo					<b>**</b>	<b>**</b>	<b>* * *</b>	<b>**</b>
<u>colori</u>								
marrone	<b>* * *</b>	<b>**</b>	<b>***</b>					
grigio	<b>***</b>		<b>***</b>	<b>***</b>		<b>***</b>		
bianco	***			<b>***</b>	<b>***</b>	<b>***</b>		
giallo					<b>***</b>		<b>**</b>	
blu					<b>***</b>		<b>**</b>	<b>***</b>
rosso							<b>***</b>	<b>***</b>
verde								<b>**</b>











### Il colore dei bombi

Come si è già visto per altre Scrophulariaceae, Verbascum thapsus rappresenta uno stadio iniziale dell'evoluzione verso il fiore zigomorfo, soprattutto attraverso la distribuzione asimmetrica degli stami (1).

Le visite dei bombi sono effettuate secondo due modalità:

- le bottinatrici di nettare si dirigono sui tre stami superiori per meglio raggiungere il nettare alla base della corolla e, secondo la loro taglia, possono toccare o meno con l'estremità dell'addome le due antere inferiori (2-3);









- le bottinatrici di polline si dirigono alle antere inferiori (4) e iniziano la formazione delle pallottole esibendosi in strane evoluzioni (5-7) e sostenendosi addirittura con le mandibole. Infine, lasciano il fiore dopo essersi abbondamente cosparse di polline su tutto il corpo e assumendo una colorazione "aliena" (8), tanto da trarre in inganno gli "esperti osservatori"

di bombi...



Il successo della visita di un pronubo dipende soprattutto da tre fattori:

- I. La forma del fiore e lo stadio dell'antesi
- 2. Il tipo di pronubo e la sua "comprensione" del fiore
- 3. Il rapporto tra le dimensioni del fiore e la taglia dell'insetto.

Ma spesso interviene un elemento imprevedibile...

Il fiore chiama la farfalla spontaneamente, la farfalla si posa sul fiore spontaneamente. Quando il fiore si apre, viene la farfalla; quando viene la farfalla, il fiore si apre.



(Daigu Ryokan, 1758-1831)