

A close-up photograph of a honeybee on a yellow flower. The bee is positioned diagonally across the frame, facing towards the right. Its body is covered in fine hairs, and its wings are partially spread. The flower has bright yellow petals, and the background is a soft, out-of-focus green. Overlaid on the lower part of the image is the word "IMPOLLINAZIONE" in a black, handwritten-style font.

IMPOLLINAZIONE



I caratteri florali sono strettamente legati alla BIOLOGIA dell'impollinazione e ai fenomeni co-evolutivi ad essa associati

Impollinazione anemofila

- la più antica
- sfruttata dalle gimnosperme (con alcune eccezioni)
- da molte angiosperme (carattere derivato «secondario»), 30 famiglie (di 300!) esclusivamente anemofile



Adattamenti florali:

- 1) riduzione delle parti fiorali, aumento delle dimensioni dello stigma e degli stami, formazione di fiori (o infiorescenze) unisessuati
- 2) modificazione dell'esina del polline.
- 3) aumento della quantità di polline prodotto
- 4) mancanza di nettare



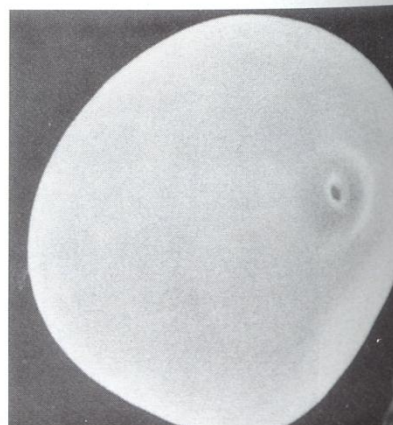
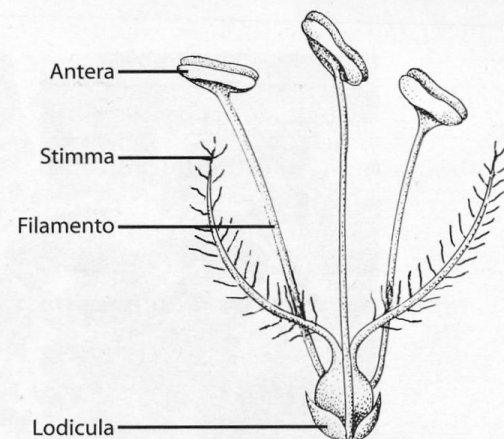
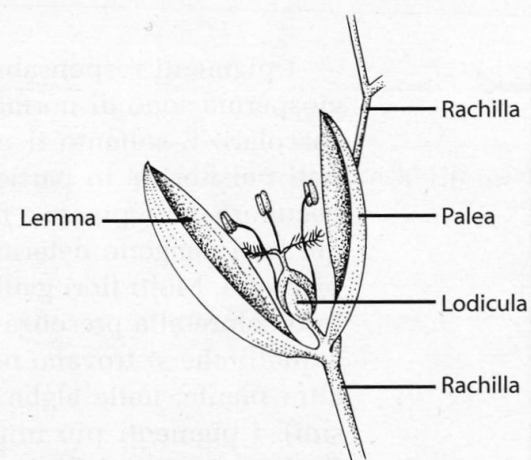
(a)



(b)

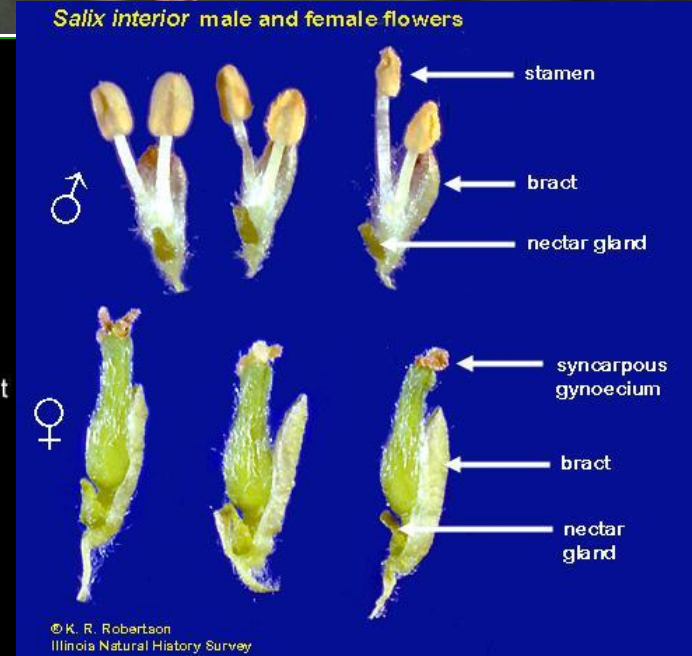
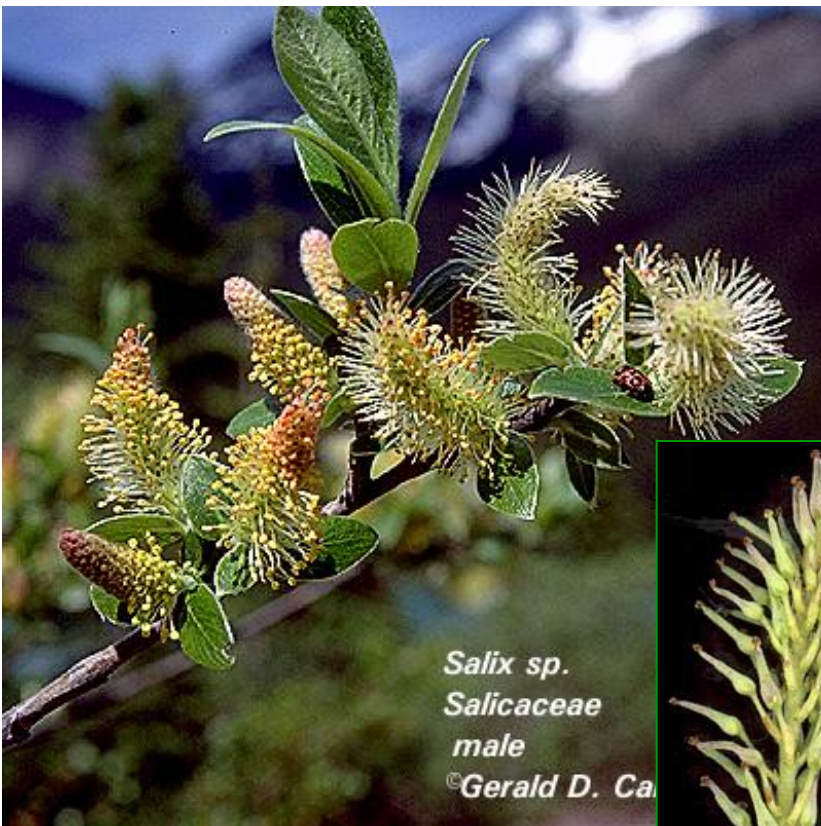


(c)



Al contrario della maggioranza delle angiosperme, le graminacee hanno fiori impollinati dal vento. Il mais (*Zea mays*) ha (a) infiorescenze maschili alla sommità del fusto e (b) infiorescenze femminili con lunghi stimmi sporgenti (i fili che si osservano sulle spighe). (c) Le *Graminaceae* hanno tipicamente stimmi piumosi e ampi che catturano in modo efficace il polline proveniente dalle antere pendule, come si può osservare in questa foto del genere *Agropyron*. (d) Micrografia al microscopio elettronico a scansione di un granulo di polline di mais, che mostra la superficie esterna liscia che si ritrova tipicamente nella maggioranza delle piante impollinate dal vento e la singola apertura (o poro o solco) tipica delle monocotiledoni.

5) modificazione della tempistica della fioritura. e.g. alberi decidui entrano in fioritura prima di emettere le foglie, che intercetterebbero i granuli di polline, ostacolando l'impollinazione.

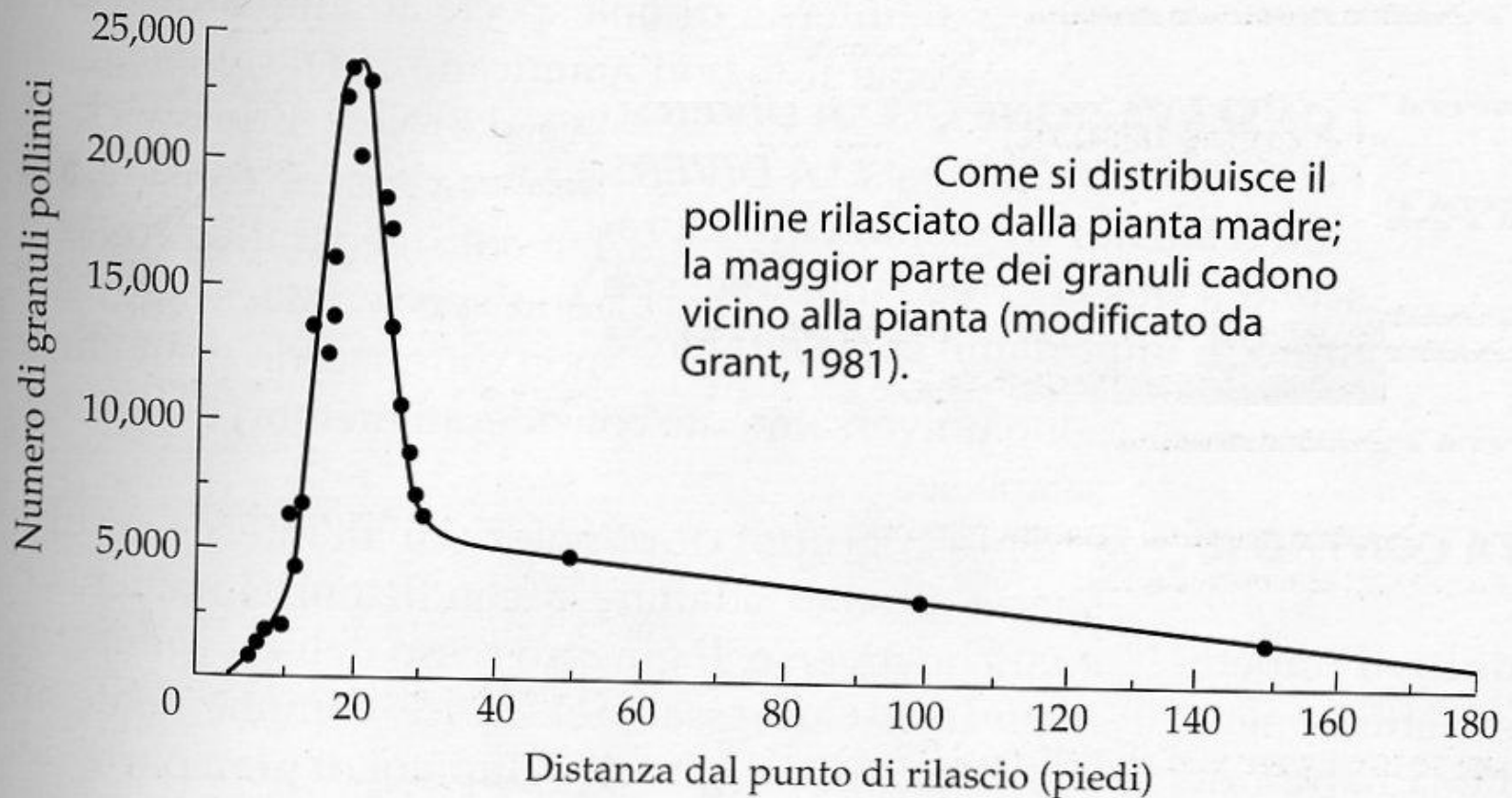




Impollinazione abiotica *versus* impollinazione biotica

Confronto tra alcune caratteristiche delle specie a impollinazione entomofila e anemofila (da Pacini, 1981).

	Entomofile	Anemofile
<i>Tipo di pianta</i>	erbacea più raramente arborea	arborea o erbacea, spesso sociale (es. Graminaceae)
<i>Ambiente</i>	tropicale e temperato freddo ma limitatamente all'estate	di solito freddo o temperato
<i>Infiorescenze</i>	<i>di tutti i tipi</i>	<i>spesso pendule in amenti e monoiche</i>
<i>Fiori</i>	— vistosi e colorati — spesso solitari — con stami all'interno della corolla — con stigma piccolo e talvolta nascosto	— monoici, insignificanti — spesso riuniti in infiorescenze — con stami talvolta sporgenti (es. Graminaceae) — con stigma grande ed esposto
<i>Polline</i>	— sculturato — con molta trifina — granuli spesso uniti in tetradi o poliadi; presenza di trifina o di viscina — polline longevo perché deve aspettare i pronubi — granuli di polline grandi (60-30 μ, raramente 10 μ)	— con poche sculture — con poca trifina — granuli isolati — polline poco longevo data la vicinanza di individui della stessa specie — granuli di piccole dimensioni (20-30 μ, raramente 60 μ)



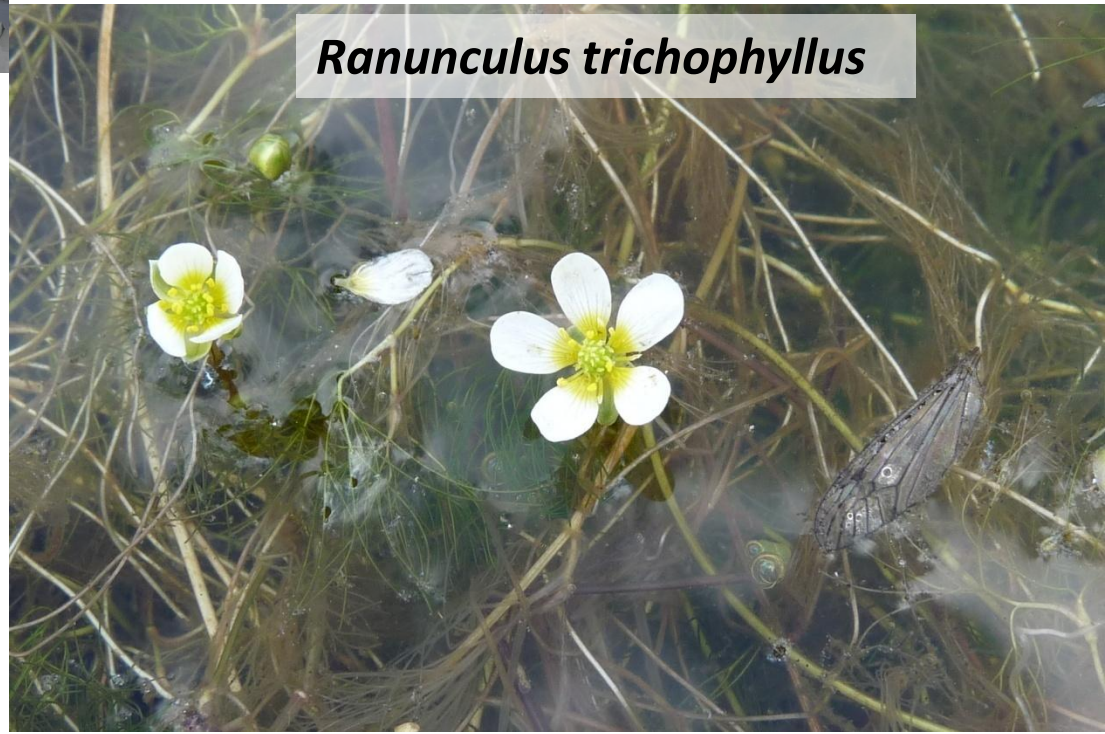
Contrariamente a quanto si crede, l'impollinazione anemofila non permette il superamento di grandi distanze. Se le correnti ascensionali portano il polline in alta quota, permettendogli di percorrere anche distanze di centinaia di chilometri, questo avviene a scapito della capacità di germinare.

Impollinazione idrofila

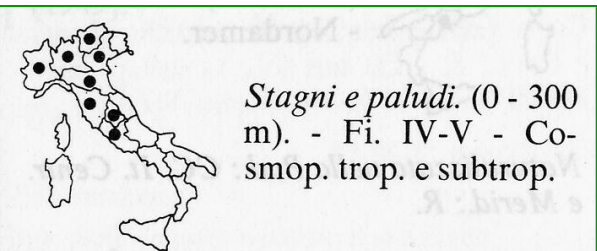


- Specie che possono vivere sommerse o sulla superficie dell'acqua. Acqua quale mezzo di trasporto del polline.
- L'impollinazione idrofila deriva dall'anemofilia o da forme di impollinazione biotica (es. da quella entomofila).
- In molti produzione massiccia di polline.
- Rara evoluzione di meccanismi estremamente sofisticati.

!!! Non tutte le piante acquatiche hanno necessariamente un'impollinazione idrofila...
Specialmente se fiori all' esterno dell' acqua!!!



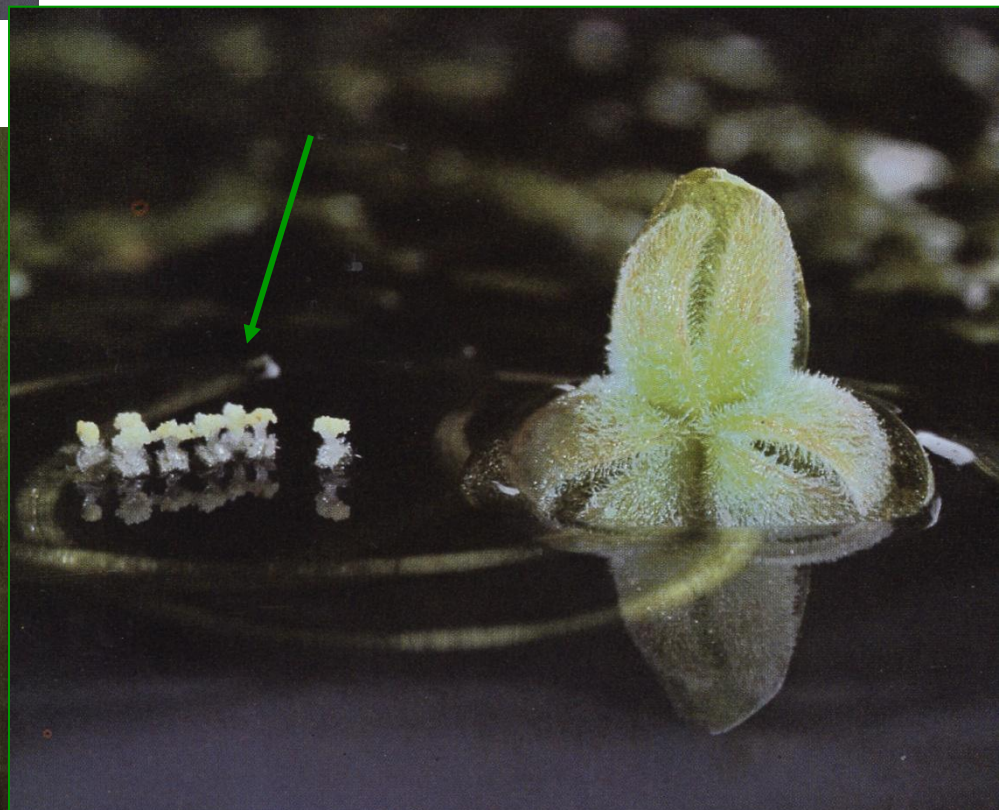
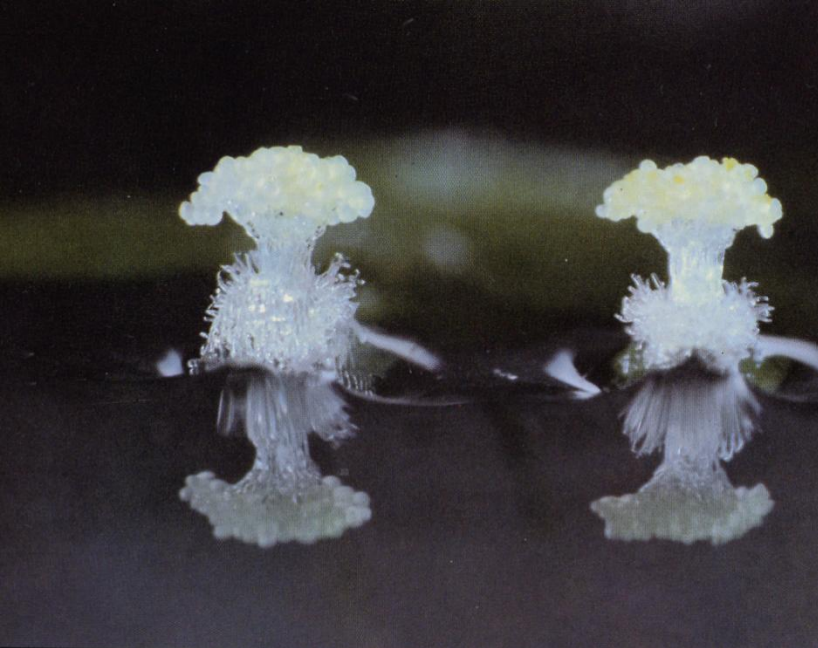
Vallisneria spiralis



Stagni e paludi. (0 - 300 m). - Fi. IV-V - Cosmop. trop. e subtrop.

Pad. dal Ven. al Piem., coste tirren. dalla Lig. al Lazio (L. di Bracciano, Laghi Albani, L. di Fondi), Tosc. a Rignano e sul Trasimeno: un tempo C, ora invece RR a causa delle bonifiche, canalizzazioni ed inquinamenti.







IMPOLLINAZIONE BIOTICA

- **casuale** (diversi animali visitano per caso il fiore, che viene impollinato, con bassa specificità).

- **specifica** (c'è rapporto di dipendenza tra il fiore e l'animale; in alcuni casi si vengono a creare rapporti strettissimi, di co-evoluzione pianta-animale).



La pianta di ha bisogno di un efficace *apparato pubblicitario* (veritiero o mistificatorio che sia) per attirare l'attenzione, farsi visitare e far visitare altri fiori della stessa specie.

1) **messaggi visivi** (forma e colore)

2) **odore**

3) **calore**

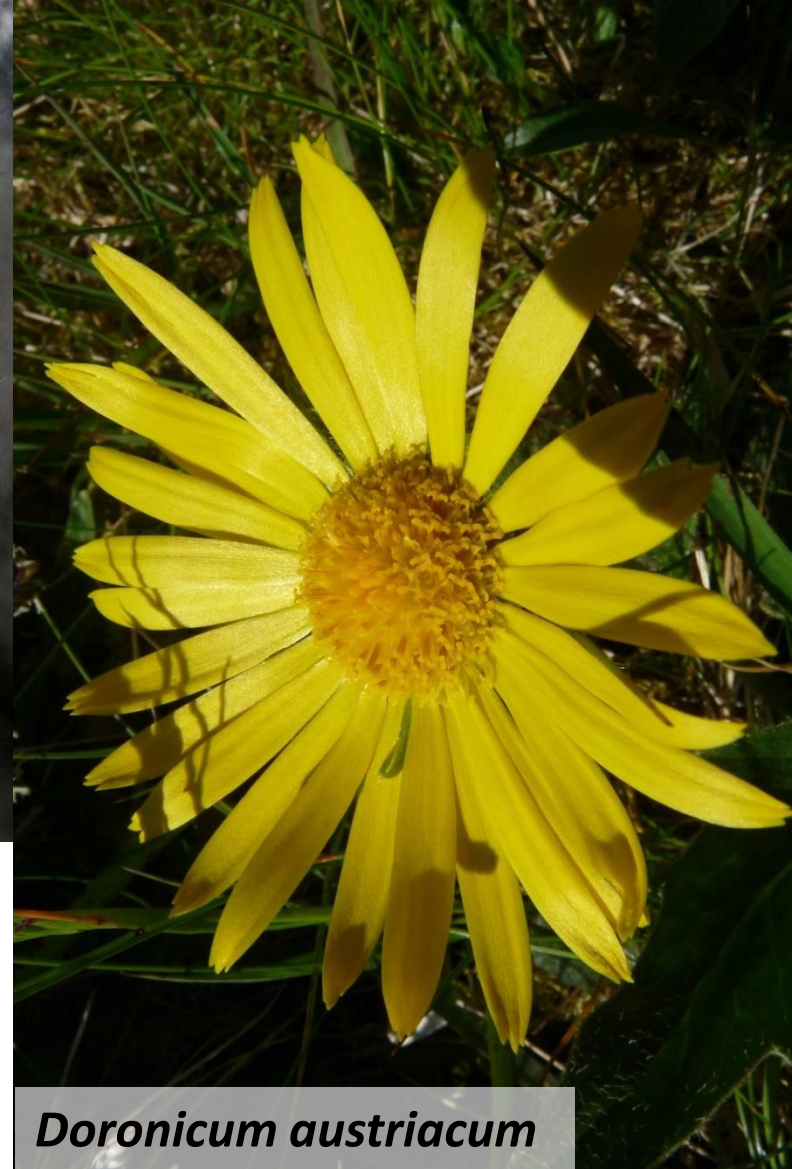
Forme, colori ed odori dipendono dalla **PERCEZIONE** dei singoli animali: e.g. i colori vengono visti (=percepiti) in maniera diversa da insetti e vertebrati; odori revulsivi per noi sono interessanti per altri....

... ditelo con un fiore...

***Nigella
damascena***



Astrantia major



Doronicum austriacum

**Messaggi visivi
(forma e colore)**

Messaggi visivi (forma e colore)



Passiflora sp.



Un fiore di *Mimulus* sezionato e fotografato in luce normale (a sinistra) e in luce ultravioletta (a destra) che mostra una guida del nettare che viene vista dall'ape ma non dall'uomo come un'area nera che punta verso il nettario.

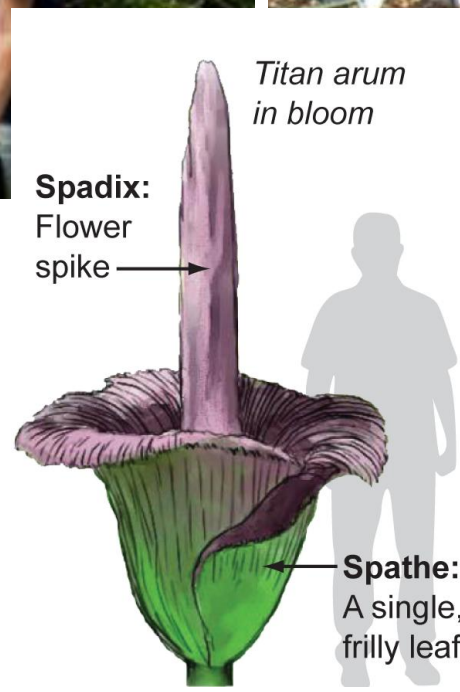
Odori

«Il fiore si nasconde nell'erba, ma il vento sparge il suo profumo.»

(Tagore)



Amorphophallus titanus (titan arum) Araceae



the largest unbranched inflorescence!!!!

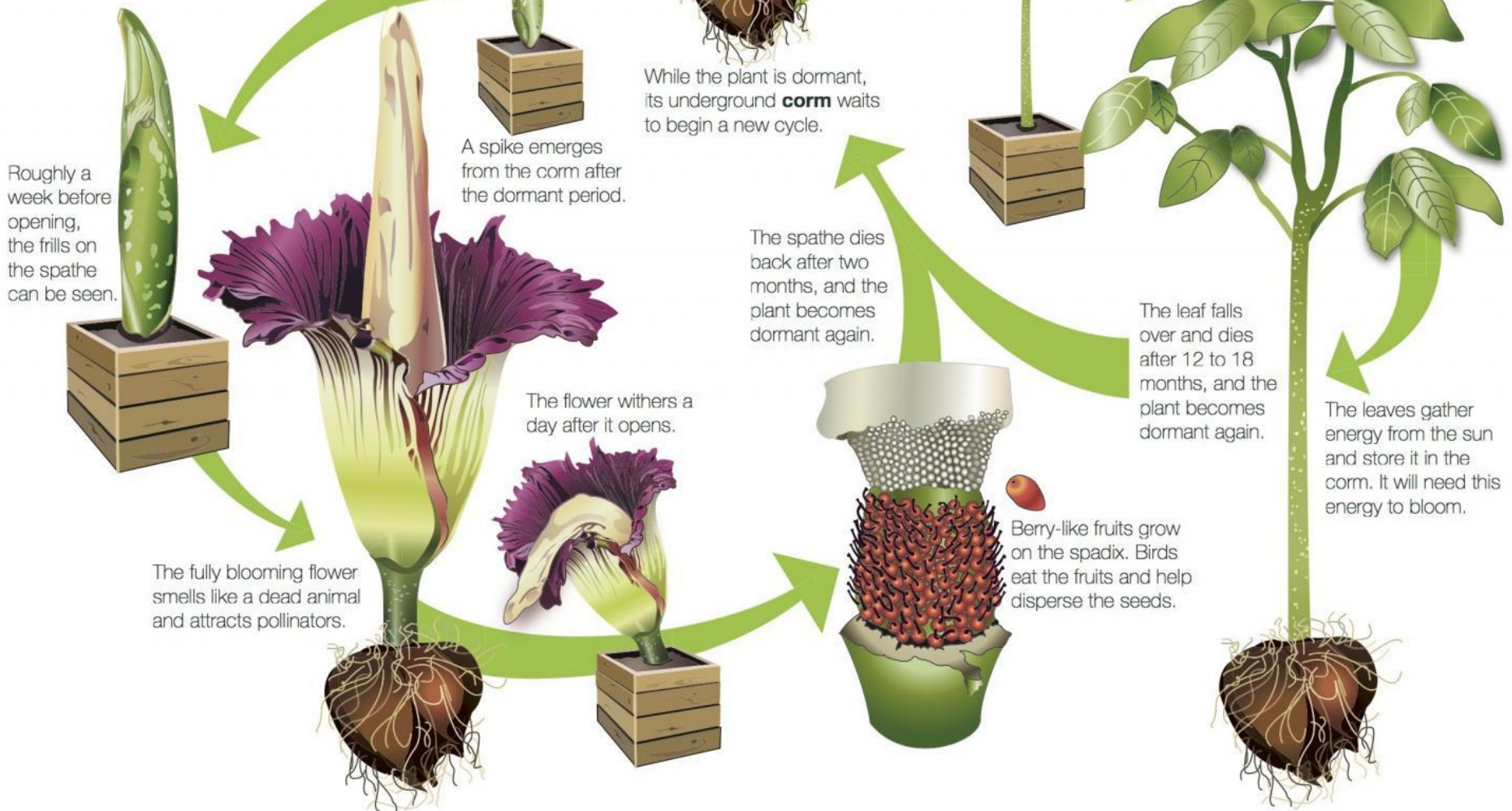
Life Cycle of the Titan Arum

Flower cycle

Once every four to five years, it produces a flower.

Leaf cycle

Most years, the spike grows into a huge leaf with complex leaflets.





***Rafflesia* spp.**.(corpse flower)
Malpighiales, parassitic, tropics -
Filippine

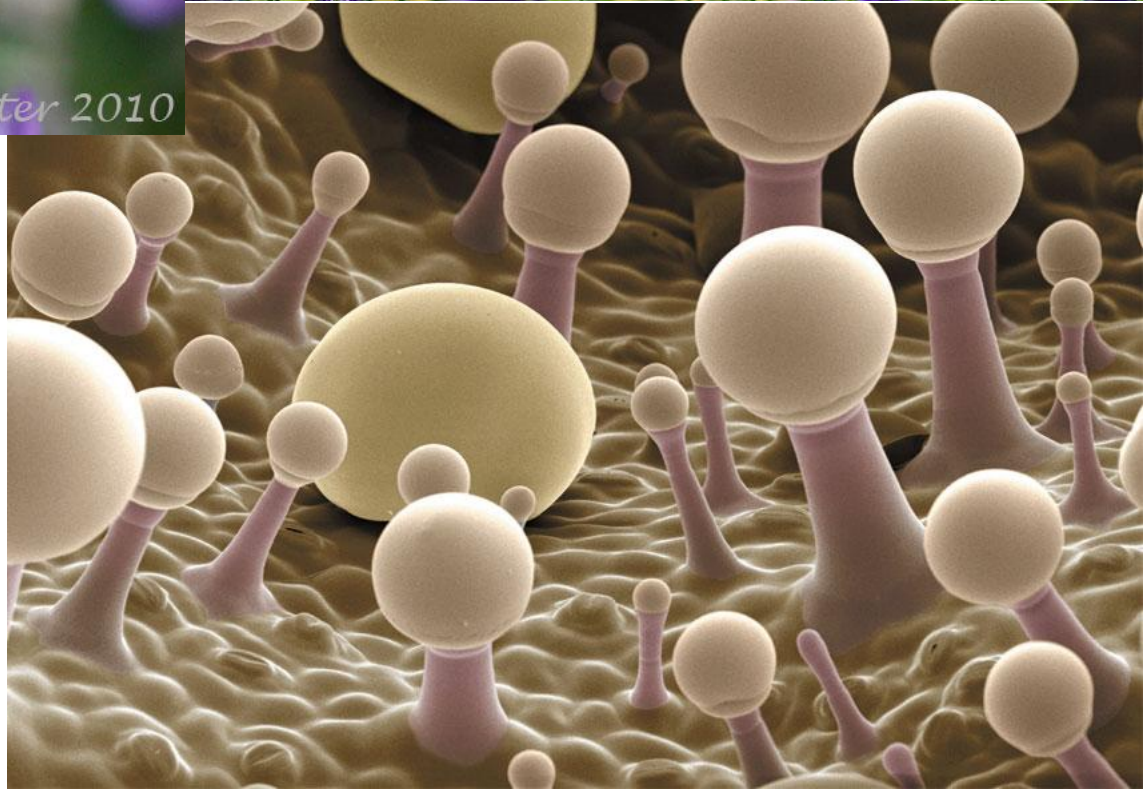




Slichter 2010



Lamiaceae



Calore

Arum spp. (Araceae)

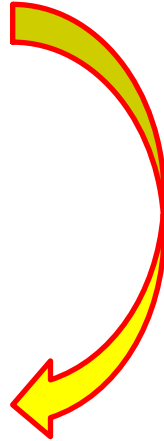
«ar» (ebraico), «aron» (greco) = calore, prodotto durante la fioritura/ antesi , +5-14°C!!- **infiorescenza:** spadice, spata; geofita; rizoma tuberiforme (cinghiali!)



Ogni *pubblicità* promette qualcosa. Nel caso dell'impollinazione i meccanismi di attrazione verso gli **animali PRONUBI** sono fondamentalmente di due tipi:

- la **SEDUZIONE**, con premio
- l'**INGANNO**, senza premio

Nel primo caso si reclamizza qualcosa che viene effettivamente concesso, il «premio»; nel secondo caso quel qualcosa non c'è!



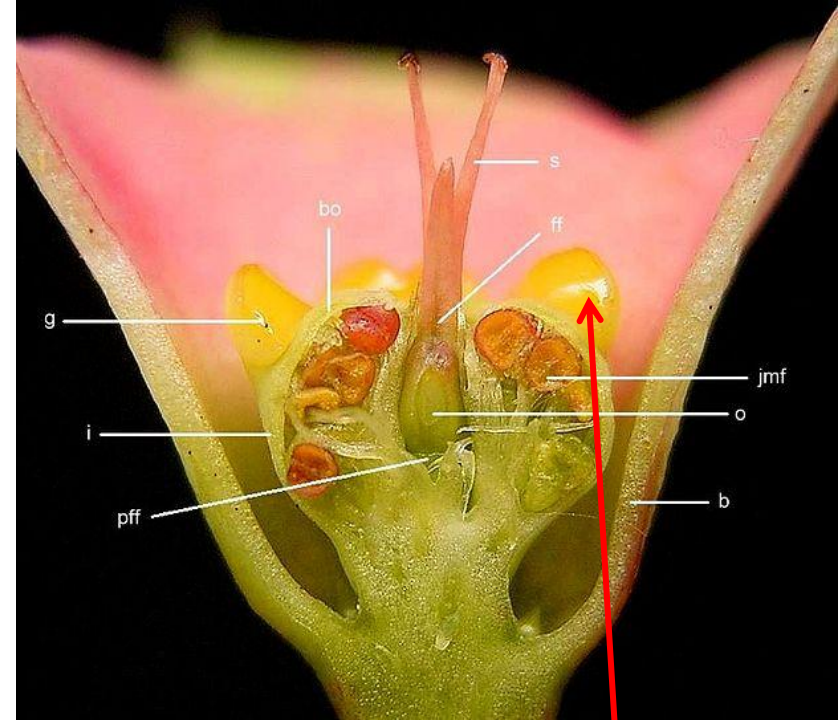
Promesse → **cibo, protezione, sesso** (dell'animale)... bisogni fondamentali di ogni organismo...!!!

CIBO, reale o millantato, premio più frequente:

1) parte del **polline** stesso (prodotto in eccesso) o l'insieme degli stessi stami o parti fiorali, prodotte *ad hoc*;

2) **oli**;

3) **nettare**, soluzione zuccherina (saccarosio, glucosio o fruttosio, aminoacidi, sostanze aromatiche es. benzilacetone); prodotto in **ghiandole nettarine o nettari**, spesso collocate nella parte terminale di una coppa allungata, lo «sperone», raggiunto solo dagli animali con un apparato succhiatore o una lingua sufficientemente lunga.



nettario



Rhizanthella gardneri

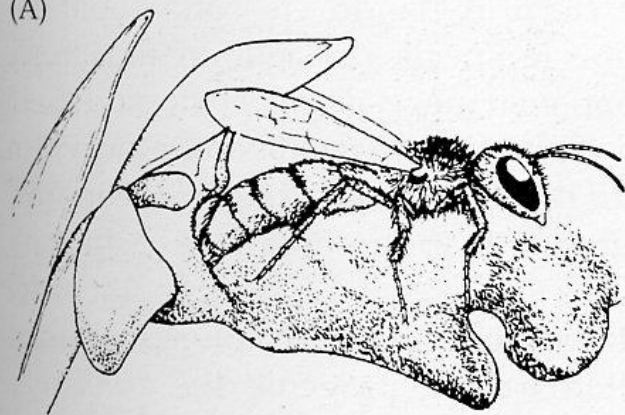
orchidea tropicale,
micoeterotrofa ...(!!!)



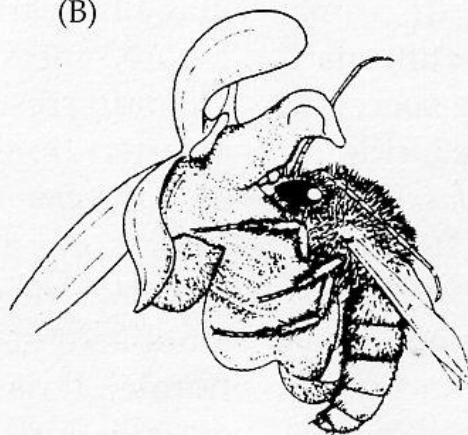
Api & orchidee: coevoluzione dei meccanismi più sofisticati di impollinazione - genere *Ophrys*.



(A)



(B)



Impollinazione di orchidee del genere *Ophrys* mediante pseudocopulazione. (A) Un'ape maschio del genere *Andrena*, nel tentativo di accoppiarsi con il labello di un fiore di *O. fusca*, riceve il pollinio all'estremità dell'addome. (B) Un ape maschio del genere *Eucera*, nel tentativo di accoppiarsi con il labello di un fiore di *O. scolopax*, riceve il pollinio sulla testa (da Kullenberg e Bergstrom 1976).

***Ophrys holosericea* ha sedotto l'ape longicorne**



Ophrys insectifera* ha sedotto *Argogorytes mystaceus

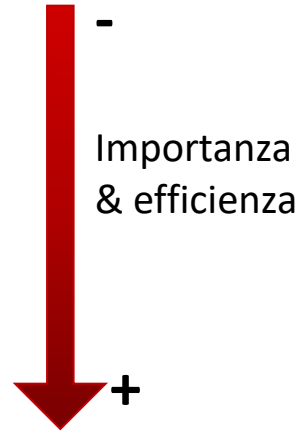


Ophrys apifera



Animali impollinatori (= PRONUBI)
sono

- ★ rettili (1 specie!)
- ★ piccoli mammiferi
- ★ uccelli
- ★ insetti

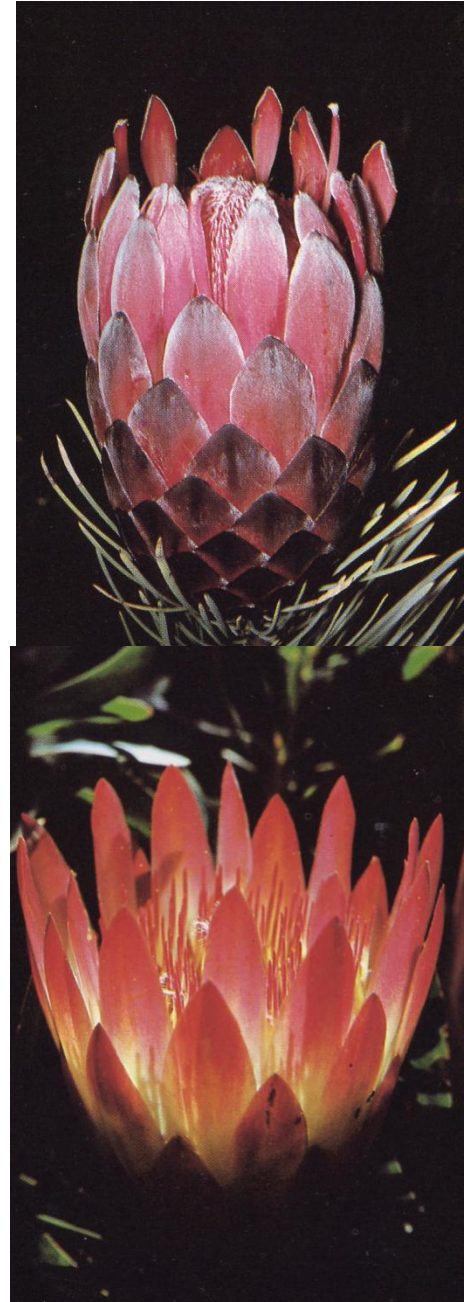


...mammiferi



Piccoli mammiferi, soprattutto nelle regioni tropicali (← fenomeni stagionali alquanto ridotti)

Piante con: infiorescenze robuste, spesso grandi, abbondante produzione di nettare (devono mangiare molto poiché omeotermi).



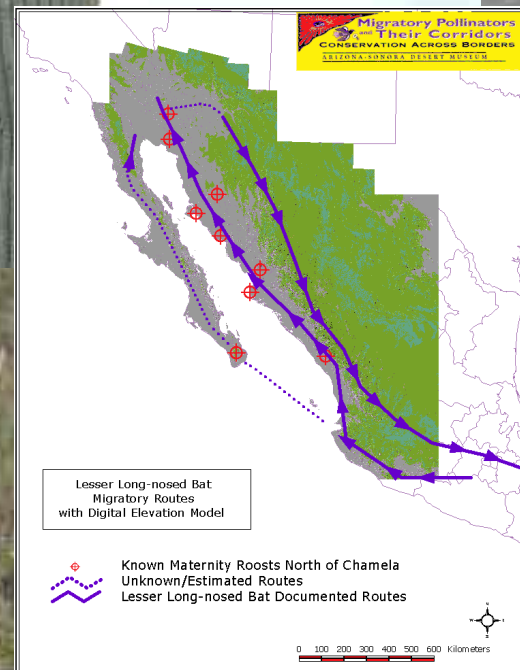


Tra i più importanti mammiferi, insieme ai **marsupiali australiani**, vanno annoverati i **pipistrelli**, animali notturni per eccellenza. Lingua molto sviluppata, muso lungo ed affilato...



...infiorescenze spesso fatte a “trombetta”, come i fiori di molti cactus, di colore chiaro, per farsi vedere meglio....







Uccelli impollinatori ai Tropici; olfatto poco sviluppato, vista simile alla nostra.

Fiori ornitogami: di grandi dimensioni, spesso zigomorfi, molto colorati, prevalgono tonalità rosse e gialleabbondante nettare.



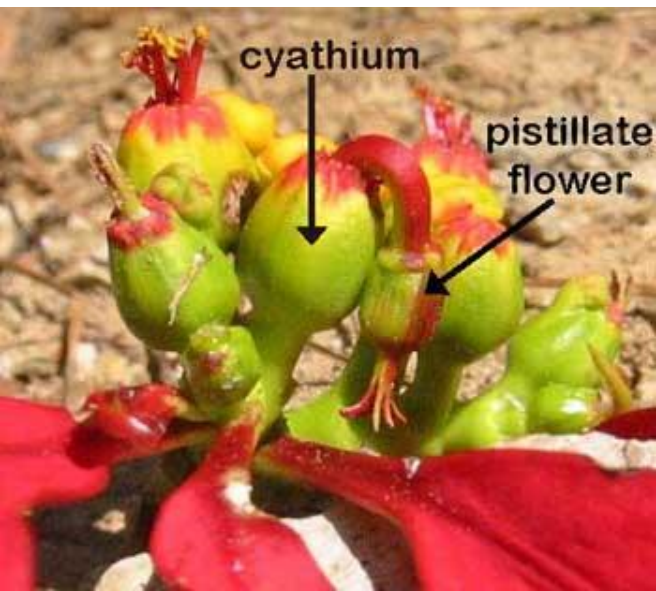
Colibrì, volo spettacolare, di piccole dimensioni, con elevata temperatura corporea (c. 42°C) e altissima frequenza cardiaca, si nutrono ogni 20 minuti.

Piante impollinate da uccelli: e.g. *Fuchsia*, *Passiflora* spp., *Eucalyptus* spp., *Hibiscus*, molte specie di banana (*Musa*) e membri della famiglia delle orchidee.



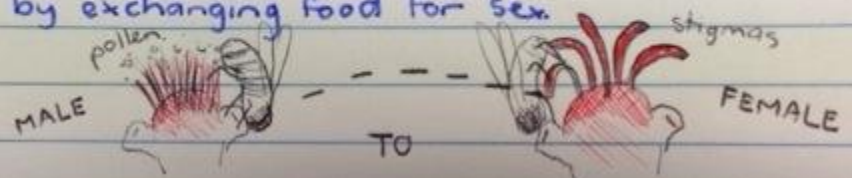


Euphorbia pulcherrima (poisettia),
Euphorbiaceae, origine Mexico, fiore
cyazio



POLLINATION AND FERTILISATION

For the poinsettias to develop into mature seeds, they require animal visitors to distribute the pollen through mutualistic interactions, by exchanging food for sex.



Ma gli impollinatori più importanti a livello mondiale sono certamente gli **INSETTI...**



- 1) avere il corpo scabro
- 2) avere il “giusto” apparato boccale;
- 3) essere veloci
- 4) rispondere a specifici segnali

Migliori insetti impollinatori:

- Imenotteri (api, bombi, vespe)
- Lepidotteri (farfalle, falene)
- Ditteri (mosche)
- Coleotteri

Coleotteri: probabilmente i primi insetti pronubi (Cycadaceae impollinate da coleotteri!!)

- predomina l'olfatto rispetto alla vista → fiori bianchi o di colore neutro, con odore forte;
- il premio sono parti fiorali che vengono mangiate, spesso prodotte appositamente: nettare e polline prodotto in eccesso.
- ovuli protetti, e lontano dall'apparato masticatore dell' insetto.



I **ditteri** comprendono **mosche** e **zanzare**: pronubi di fiori con odori nauseanti, colori violetti o scuri, con nettarii lunghi, fiori bianchi o dai colori smorti (zanzare), particolarmente importanti nella fascia artica o boreale, dove abbondano...



LEPIDOTTERI Chi sono più appariscenti? I fiori o loro?





➤ Olfatto e vista particolarmente sviluppati, alcuni rappresentanti capaci di distinguere il rosso.

➤ Animali diurni → i fiori sono vivacemente colorati

➤ Animali notturni (falene) → fiori sono bianchi e molto profumati, con un massimo di emissione odorosa durante la notte (*"ah, il profumo di gelsomino delle notti d'Arabia..."*).

➤ Apparatii boccali specializzati per lambire → fiori spesso dotati di un lungo sperone con funzione di nettario, dove il nettare si accumula.



IMENOTTERI - tra i più efficienti agenti pronubi: api e bombi, storia evolutiva strettamente intrecciata con quella delle angiosperme,

➤ riconoscono e apprendono forme, colori e odori.

➤ adattamenti morfologici estremamente specializzati.



- Vivono di fiori e per i fiori.
- Distinguono l'ultravioletto, non vedono il rosso che si confonde con lo sfondo.
- “affezionate” a singole specie di piante.



Bombi: più robusti delle api, sopportano temperature più basse, non volano se la temperatura della loro muscolatura alare non raggiunge i 32°C. Importanti nelle regioni montuose e in quelle artiche.

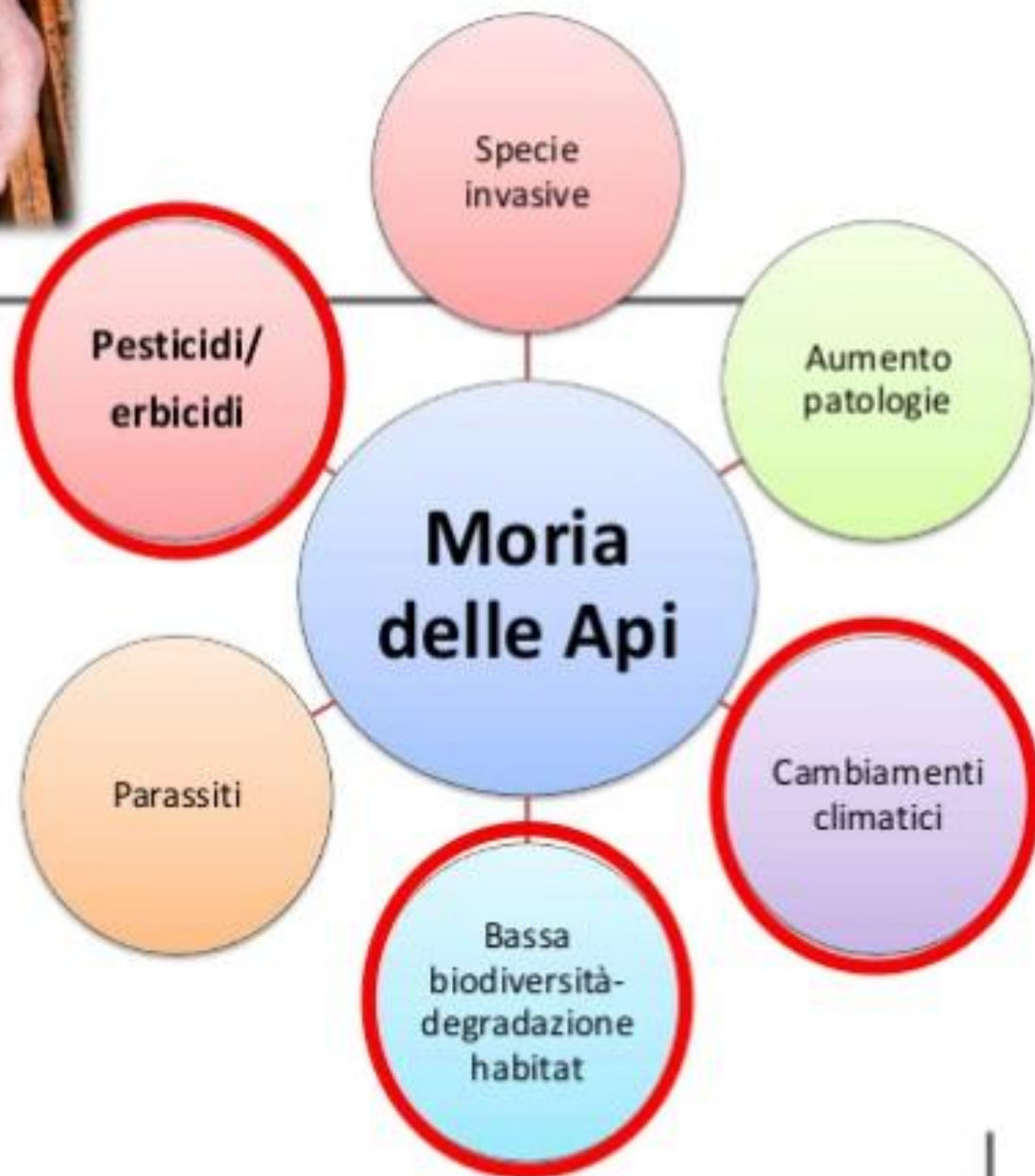


Delle 100 colture che costituiscono il **90%** della produzione mondiale di cibo, ben **71 sono legate al lavoro di impollinazione delle api**





Fenomeno in
continua
espansione: in
stretta relazione
con la
progressiva
intensificazione
della produzione
agricola
mondiale





I neonicotinoidi



- Sono una classe di insetticidi, fortemente neurotossici, derivanti dalla nicotina, introdotti come alternativa sicura al DDT
- Possono essere spruzzati sulle foglie, messi nel suolo in forma granulare o usati per trattare i semi.
- Uso inizia negli anni '90, nel 2011 rappresentavano il 40% del mercato globale.
- Nel 2013 l'EFSA si esprime sui rischi connessi all'impiego di tre particolari neonicotinoidi (clothianidina, imidacloprid e thiamethoxam). I pesticidi in esame provocano effetti acuti e cronici sulla sopravvivenza e sullo sviluppo delle colonie di api. Viene vietato l'utilizzo per due anni di clothianidin, thiamethoxam e imidacloprid sulle colture che attraggono le api.
- Continua diatriba tra ambientalisti e multinazionali della chimica: i primi considerano le misure adottate non sufficienti, i secondi continuano a fare richieste di deroghe ai provvedimenti



“Quando le api scompariranno
all’uomo resteranno solo quattro anni di vita”

Albert Einstein

