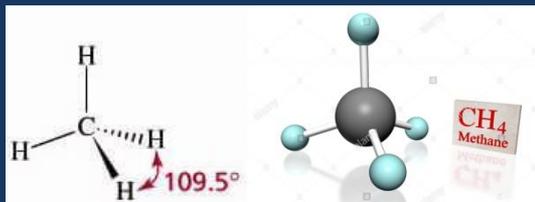


# Dal macroscopico al microscopico: l'aspetto molecolare



**Prof. Maria Rosaria Iesce**  
Dipartimento di Scienze Chimiche



PLS Virtual Summer School for Students  
PVS3  
7-11 settembre 2020

# L'offerta delle piante agli insetti: le ricompense

... L'impollinazione è un mutualismo e quindi per funzionare entrambi i partner dell'interazione devono avere un beneficio. Quindi per convincere un insetto a visitare il fiore, la pianta deve produrre una ricompensa!

Che cosa offrono le piante per convincere gli insetti?



**nettare**



Che cosa è il nettare? Che cosa è il miele?

Che cosa sono gli zuccheri? Che cosa è il saccarosio?

Che differenza c'è tra il miele e il saccarosio?

# Che cosa offrono le piante per convincere gli insetti?

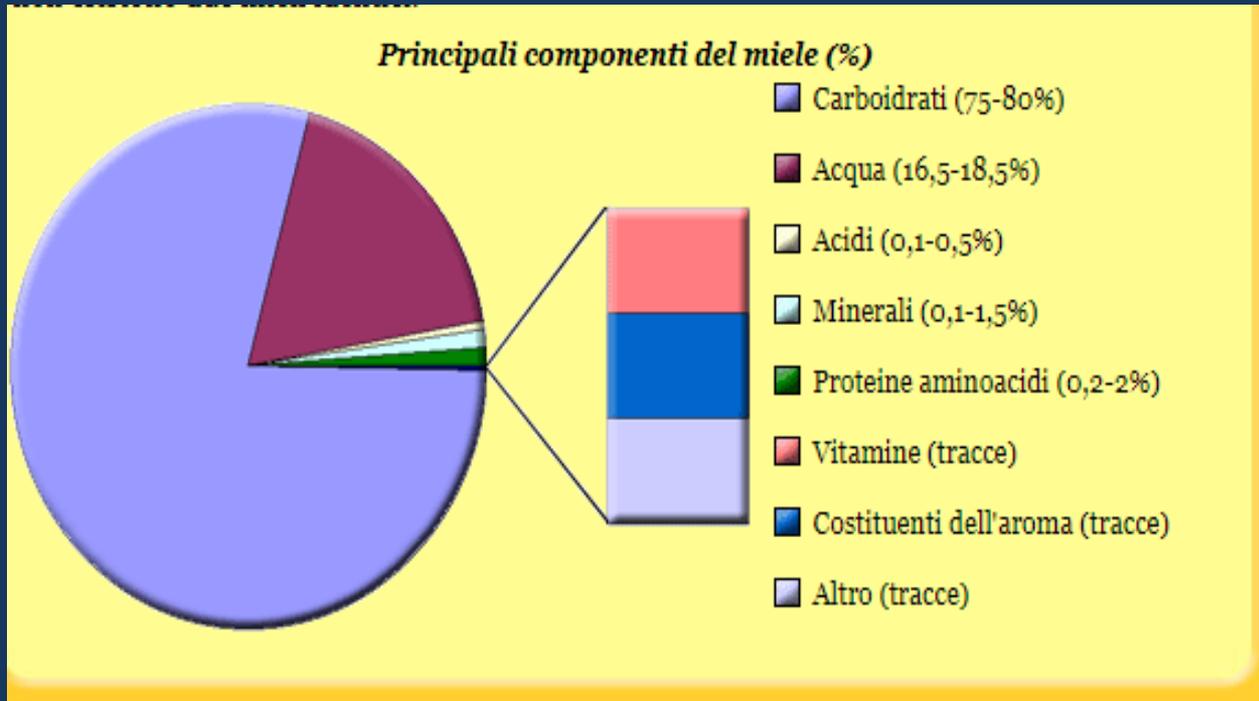
**Nettare:** è una soluzione acquosa e zuccherina secreta dagli organi ghiandolari dei vegetali.

**Miele :** è il prodotto che le api domestiche producono dal nettare dei fiori o dalle secrezioni provenienti da parti vive di piante o che si trovano sulle stesse, che esse bottinano, trasformano, combinano con sostanze specifiche proprie e lasciano maturare nei favi dell'alveare.”

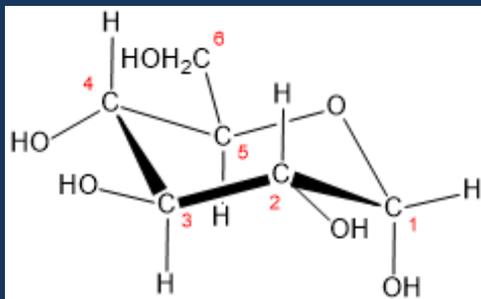


*Questa definizione è tratta dalla “Norma regionale europea raccomandata per il miele”*

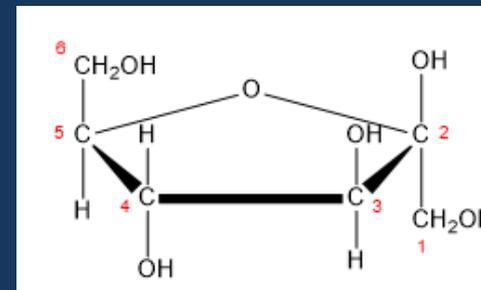
# Da che cosa è costituito il miele?



Carboidrati (80%, di cui **glucosio e fruttosio** rappresentano il 70% del totale), acidi organici, sali minerali, proteine, enzimi (4%)



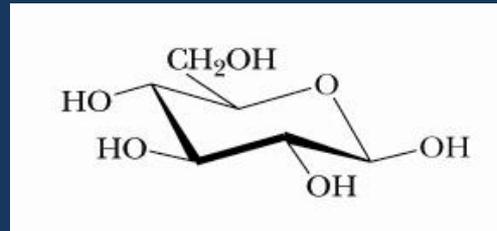
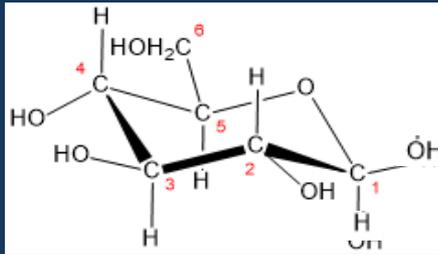
**glucosio**



**fruttosio**

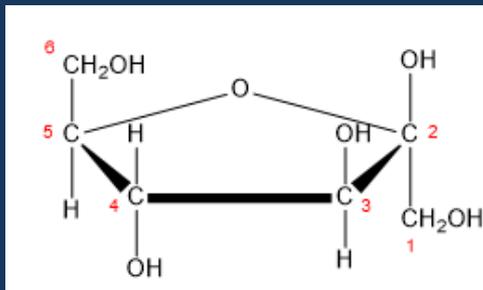
# Che cosa sono gli zuccheri?

Gli zuccheri sono composti chimici detti anche **carboidrati** o idrati di carbonio in quanto i più semplici hanno un rapporto idrogeno ossigeno simile a quello dell'acqua:  $C_n(H_2O)_n$ .

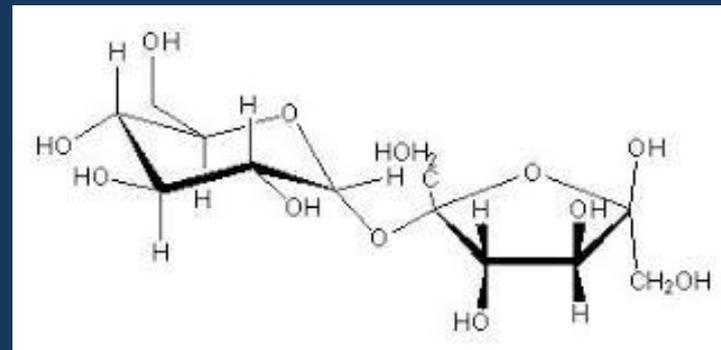


## Glucosio

Il glucosio ( $C_6H_{12}O_6$ ) è il **monosaccaride** più diffuso in natura, sia libero sia sotto forma di dimeri (disaccaride) o polimeri (polisaccaridi). Insieme al fruttosio forma il saccarosio (zucchero).



## Fruttosio



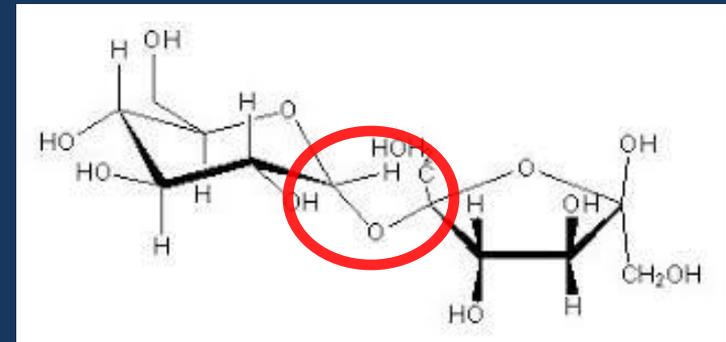
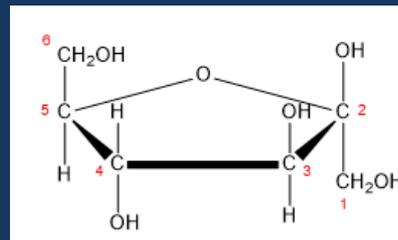
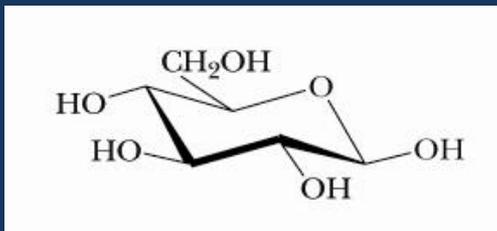
## Saccarosio

# Che differenza c'è tra il miele e il saccarosio?

➤ Il miele è viscoso. Il saccarosio come tutti i carboidrati è solido a temperatura ambiente.



➤ Il miele è costituito da zuccheri semplici. Il saccarosio è costituito da due unità legate attraverso un legame difficile da scindere (scissione enzimatica, scissione in condizioni acide).



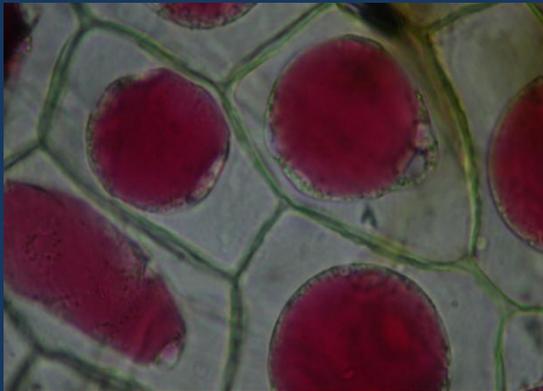
➤ Simile potere nutrizionale, da usare con parsimonia

➤ Diverso potere dolcificante.

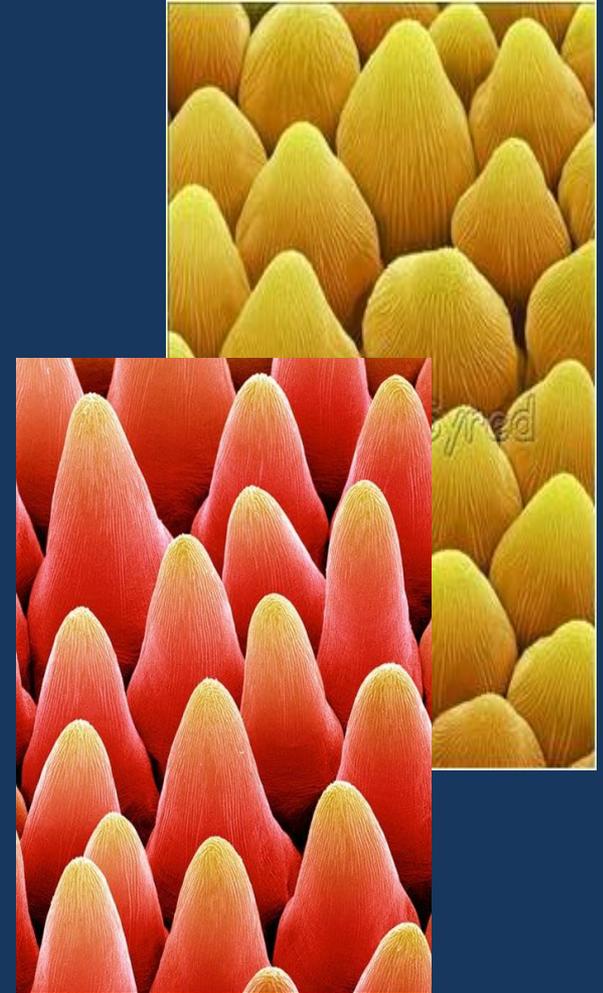
# Gli adattamenti delle piante agli insetti impollinatori (i segnali)

## Il colore dei fiori

A determinare il colore dei fiori sono 3 grandi gruppi di pigmenti in essi contenuti: i **carotenoidi** (che offrono tinte rosse arancio), gli **antociani** (tinte rosse e blu) e i **flavonoidi** (gialli).



Antociani nei vacuoli delle cellule di petunia



Struttura delle cellule dei petali

# Come si genera il colore?

Perché alcuni oggetti presentano colori diversi in ambienti diversi?

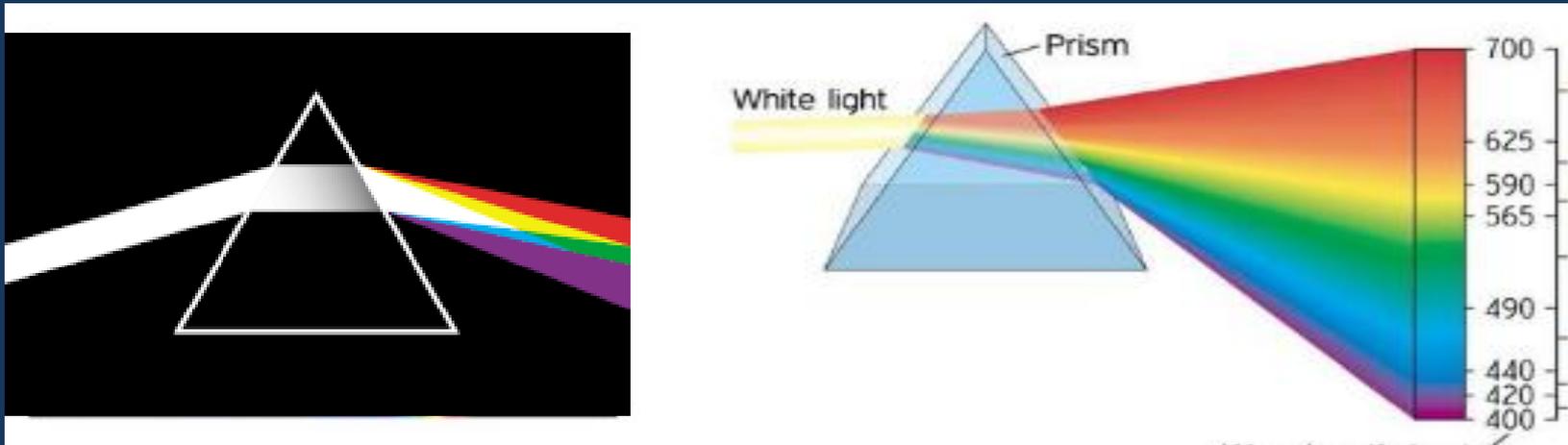


Il colore non è una proprietà della materia; richiede la presenza di 3 elementi:

1. Una fonte di luce
2. Un oggetto che interagisce con la luce
3. Un occhio umano che osserva gli effetti dell'interazione tra la luce e l'oggetto



Isaac Newton fu il primo ad effettuare uno studio sistematico del colore e dimostrò facendo passare la luce solare attraverso un prisma triangolare che la luce solare è composta da una miscela di tutti i colori dell'arcobaleno.



La luce solare è costituita da un fascio di radiazioni a diverse lunghezze d'onda (colori).

# Cosa succede quando un fascio di luce colpisce un oggetto?

- Un oggetto appare bianco se non assorbe nessuna radiazione.
- Un oggetto appare nero se assorbe tutte le radiazioni.

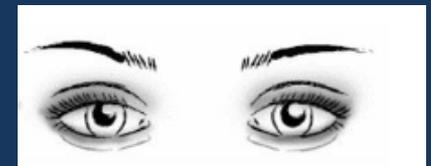


- Un oggetto appare colorato se assorbe solo alcune radiazioni. Quelle riflesse determinano il colore dell'oggetto che è percepito dai nostri occhi (colore complementare)



La percezione del colore dipende dalla luce trasmessa ai nostri occhi.

# Assorbimento e complementarità dei colori



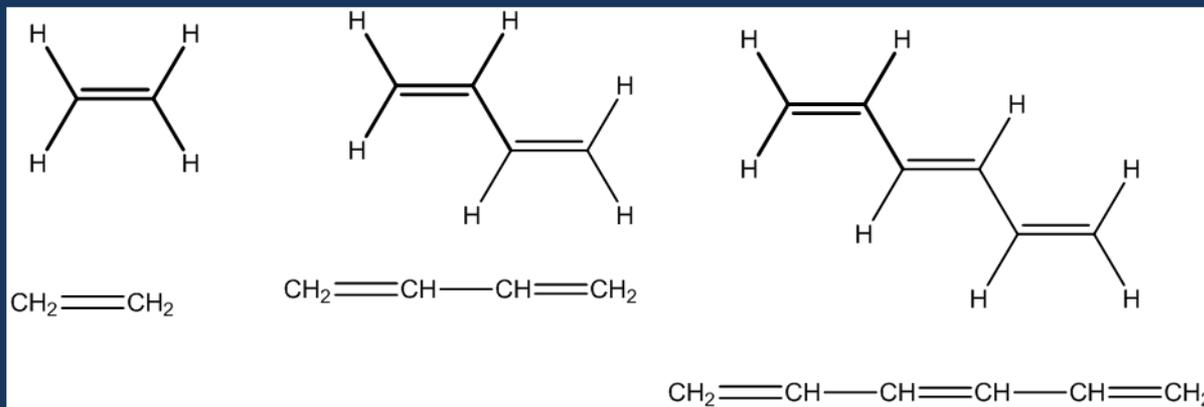
Il colore è la percezione che deriva dalla composizione della luce (visibile) che colpisce la retina.

# Che cosa determina l'assorbimento di radiazioni e quindi il colore ?



*Molecole organiche con caratteristiche peculiari*

Le molecole costituite da soli legami semplici C-C sono incolori. Se all'interno di una molecola vi è un'alternanza di legami singoli e legami doppi (legame coniugato), essa potrà mostrarsi ai nostri occhi colorata (dipende dal numero di doppi legami > 7) .



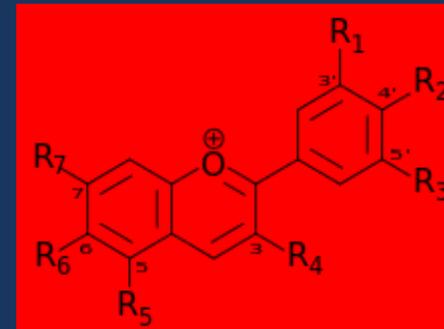
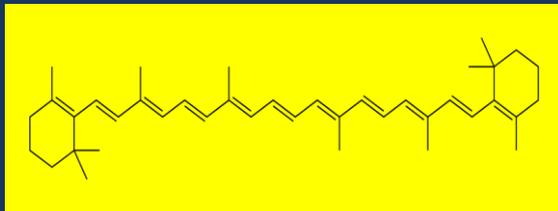
La molecola con sistemi coniugati è in grado di assorbire alcuni colori riflettendone altri.

# Quali sono le molecole organiche più diffuse nei fiori e piante che determinano colori?

## Carotenoidi

## Antociani

Perché i carotenoidi conferiscono un colore arancione, mentre gli antociani rosso? La risposta va ricercata nella struttura di queste molecole e nel modo in cui gli atomi sono legati.



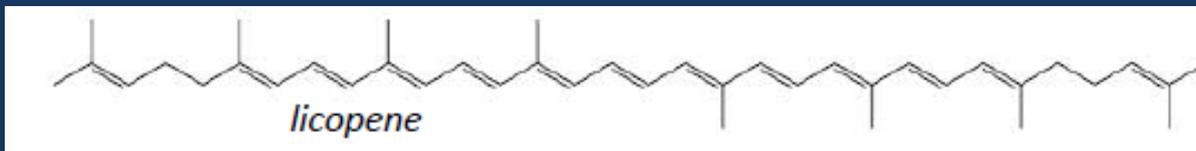
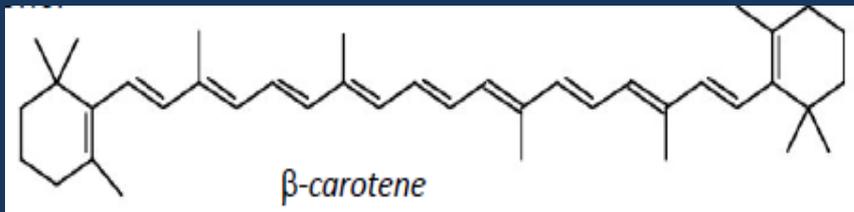
I carotenoidi hanno una struttura molecolare tale da assorbire il blu ed il verde per riflettere il rosso e l'arancione, mentre gli antociani assorbono la luce blu-verde e riflettono sfumature rosse fino al blu.

La sintesi delle “molecole colorate” ha luogo nei cromoplasti localizzati nei fiori e nei frutti delle piante: i flavonoidi anche nei vacuoli.

# Cosa sono i carotenoidi?

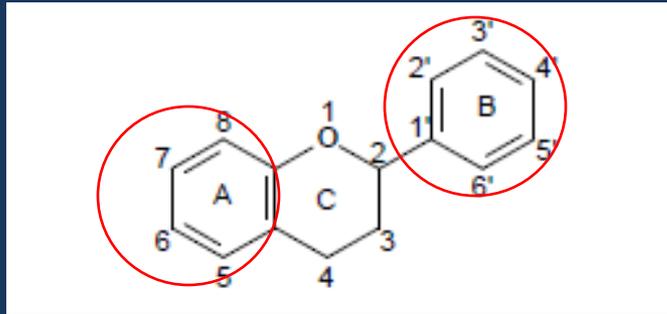
I **carotenoidi** sono molecole costituite da una lunga catena di atomi di carbonio (40), talvolta terminante con anelli, e presentano un numero elevato di doppi legami coniugati.

In funzione del numero di doppi legami coniugati presentano colori variabili dal giallo pallido all'arancione fino al rosso.



# Cosa sono gli antociani?

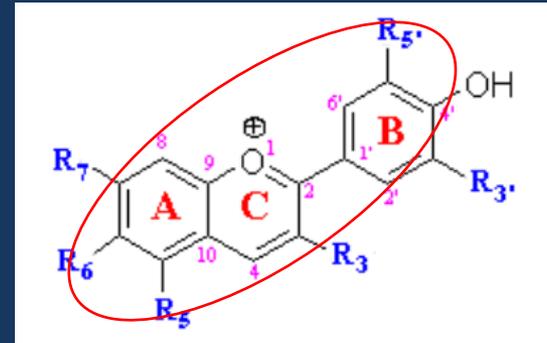
Appartengono alla famiglia dei flavonoidi il cui nucleo base **contiene** 15 atomi di carbonio (C6-C3-C6) arrangiati in 3 anelli, indicati con le lettere A, B e C dove il ponte con 3 atomi di carbonio è ciclizzato con l'ossigeno. Gli anelli A e B contengono un sistema coniugato: anello aromatico (come quello del benzene).



Nucleo flavanico



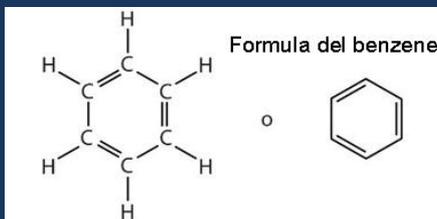
Incolore



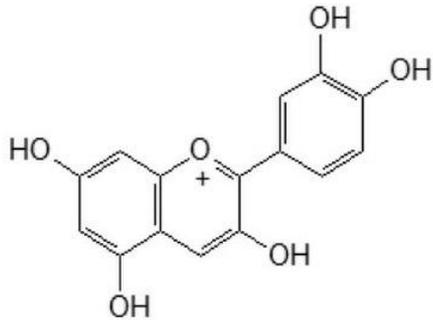
antocianidina



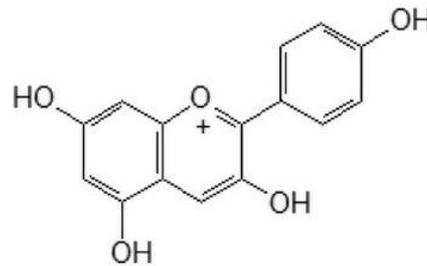
Maggior coniugazione  
Presenza di gruppi OH  
Dipendenza da pH



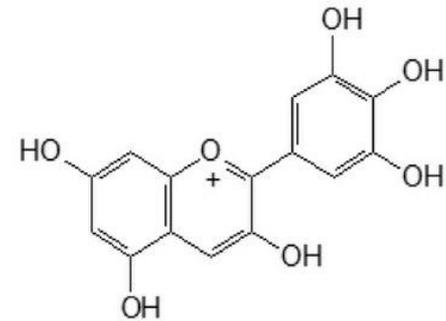
## ❖ Dipendenza dal numero di gruppi OH



Cyanidin  
(dark – red/pink)



Pelargonidin  
(bright – red/orange)



Delphinidin (blue/violet)



## ❖ Dipendenza dal pH della linfa



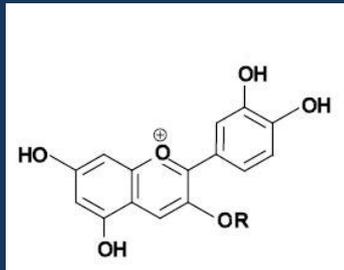
papavero



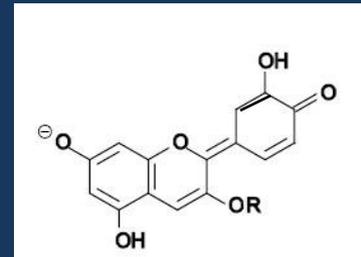
fiordaliso

In entrambi è presente la stessa cianidina.

La cianidina presenta una struttura diversa in ambiente basico.



**pH < 3 rosso**



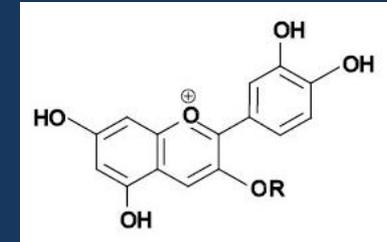
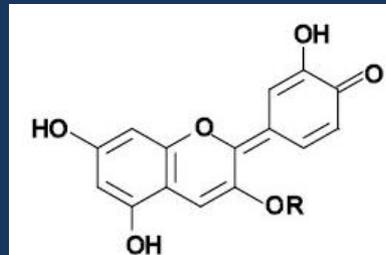
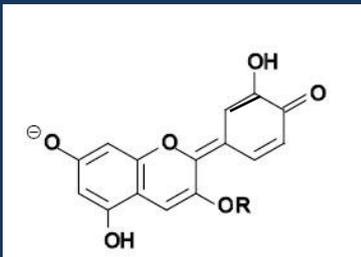
**pH 7-8 blu**

Nel papavero la linfa è acida e il colore è rosso; nel fiordaliso la linfa è alcalina (basica) e la molecola determina il colore blu.

# ❖ Dipendenza dal pH del terreno e dalla presenza di metalli



Varietà di ortensie con fiori di colore blu-azzurro quando sono coltivate in un terreno neutro o alcalino, e bagnate con acqua calcarea, iniziano a produrre fiori di colore rosa.



**Azzurranti:** prodotti che contengono **alluminio**, **ferro** o altri **microelementi** che, somministrati alla pianta, la portano a emettere fiori blu.



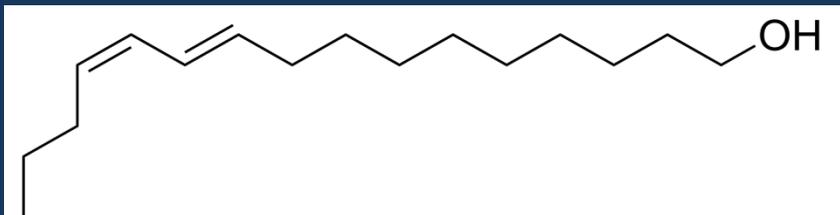
# Che cosa sono i feromoni?

Sono composti rilasciati da alcuni insetti e animali che inducono creature della stessa specie ad un comportamento particolare, sviluppando una forma di comunicazione chimica silenziosa.



▪Attrazione sessuale, allarme, traccia, delimitazione territoriale

Il primo feromone fu evidenziato nel 1953 ed è il bombykol rilasciato dalla femmina del baco da seta che attira i maschi anche a distanze di chilometri.



(10E,12Z)-esadeca-10,12-dien-1-olo

# Come sono fatti i feromoni?

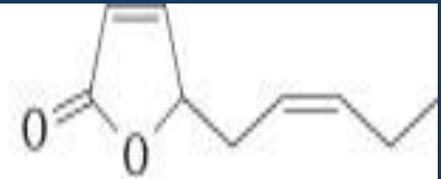
- Da 5 a 20 atomi di carbonio e un peso molecolare tra 80 e 300.
- Strutture lineari o cicliche
- Per lo più volatili



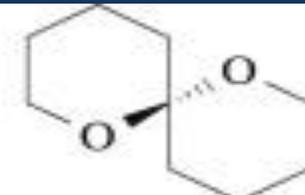
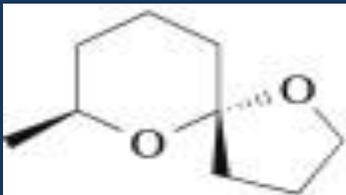
(3Z,6Z)-3,6-nonadien-1-olo



(E)-2-nonenale



(2Z,6Z)-2,6-nonadien-4-olide



(5R,7S)-7-metil-1,6-diossapiro[4.5]decano

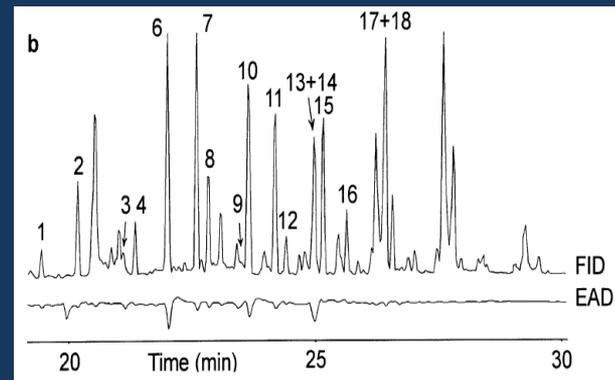
# Vantaggi e svantaggi dei feromoni

## Vantaggi:

- Possono essere trasmessi al buio
- Sono facili da biosentitizzare (acidi grassi)
- Durano nel tempo
- Sono trasmessi anche su lunghe distanze (km)

## Svantaggi

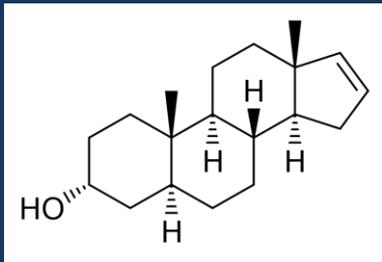
- Processi lenti
- Possono essere aspecifici
- Complesse miscele
- Effetti sinergici



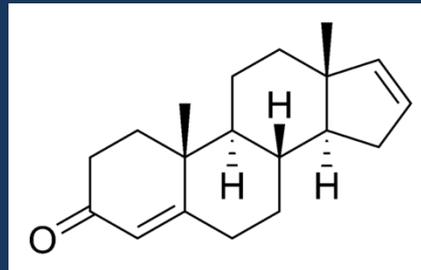
**Sintesi industriale di feromoni**

# Esistono feromoni umani?

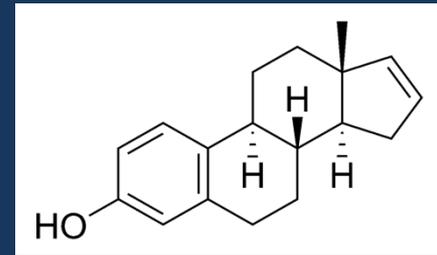
In 1974 Dr George Dodd scoprì il primo feromone umano sessuale, l'androsteno (A), dall'odore simile al muschio. Altri: androstadienone (B), presente nel sudore e nello sperma maschile e estrotetraenolo (C), presente nell'urina femminile.



A



B



C

Nessuno dei due (B e C) avrebbe influenza sulla percezione del sesso opposto.

Studi recenti: ancora non chiaro il ruolo e l'effetto.

**Biologia  
molecolare**

**Elettronica  
molecolare**

**Medicina  
molecolare**

**Le molecole per  
spiegare la  
natura e l'uomo**

**Gastronomia  
molecolare**

**Biotecnologie  
molecolari**

