

# Biochimica ed ecologia delle piante officinali



# Metabolismo delle piante

- Metabolismo primario
  - Metaboliti primari sono.
    - Carboidrati
    - Lipidi
    - Proteine
    - Acidi nucleici

## Composizione chimica di un albero (conifera/latifoglia)

	Cellulosa	Lignina	Emicellulosa	Glucosio Saccarosi o Amido	Proteine	Lipidi Cere Resine	Ceneri (Sali minerali)
Conifera	44	30	15	1,1	1,3	7,7	0,3
Latifoglia	47	20	24	0,8	2,5	1,8	0,3

Le cifre rappresentano la % sul totale di materia secca

# Metabolismo secondario

## Metaboliti secondari delle piante

- Composti che si originano da precursori del metabolismo primario
- Sintetizzati dalle piante in piccole quantità rispetto ai metaboliti primari e, al contrario di questi ultimi, tendono ad essere sintetizzati da cellule specializzate e ad un determinato stadio di sviluppo
- La loro funzione riguarda tutti gli aspetti delle interazioni tra le piante e l'ambiente che le circonda (elevata importanza ecologica)
- Non necessari per funzioni cellulari generali di base

# Le funzioni dei metaboliti secondari

- Attrarre animali (esempio per dispersione dei semi) e stimolare la relazione
- Difendersi contro predatori o patogeni (virus)
- Favorire relazioni con simbionti (esempio nella riproduzione)



- Diminuire la competizione (con altre piante)

Esempio:

fenoli liberati dalle radici  
inibiscono la germinazione  
di semi di altre piante



I fenoli liberati per via aerea esercitano invece un ruolo di richiamo per organismi simbiotici

La formazione dei metaboliti secondari segue vie metaboliche complesse che richiedono pure un elevato dispendio di energia (processi costosi per la pianta).



produzione è limitata

(per esempio limitata alla parte più vulnerabile della pianta e/o in un ben preciso periodo dell'anno)

## Concetto di coevoluzione

- Per **coevoluzione** s'intende il processo di evoluzione congiunto di due o più specie appartenenti alla stessa comunità che interagiscono tra loro tanto strettamente al punto da costituire ciascuna un forte fattore selettivo per l'altra (o le altre), col risultato di influenzarsi vicendevolmente. Il rapporto che lega le specie in coevoluzione può essere sia di tipo predatorio (preda e predatore), che parassitico (ospite e parassita), che simbiotico (ospite e simbiote).
- Nel caso di rapporto predatorio la specie predatrice tenderà ad evolversi sviluppando sempre più le caratteristiche che le consentono di cacciare più efficacemente (ad esempio: velocità, artigli più acuminati, chela più grosse, ecc.), mentre la specie preda tenderà a sviluppare le difese che le consentono di sfuggire alla predazione (ad esempio: velocità, mimetismo, guscio più robusto). Tra i vegetali questo si manifesta, ad esempio con la sintesi di metaboliti secondari.

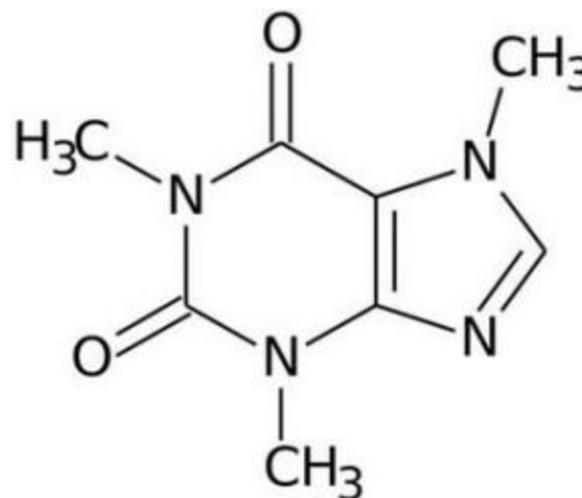


Nel linguaggio comune si sovrappone l'uso dei termini pianta medicinale con **pianta officinale**, che indica tutti i vegetali utilizzati nelle officine farmaceutiche per la produzione di medicinali.

Secondo l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) *una **pianta medicinale** è un organismo vegetale che contiene, in uno dei suoi organi, sostanze che possono essere utilizzate a fini terapeutici o che ne sono i precursori.*

# Principi attivi delle piante medicinali

- Glicosidi
- Alcaloidi
- Tannini
- Terpeni - Terpenoidi
- Oli essenziali
- Flavonoidi e antocianine
- Mucillagini
- Saponine



Struttura chimica della caffeina, alcaloide

# Glicosidi

- Tra questi l'acido acetilsalicilico (derivato dell'ac. Salicilico)
- Formato da una componente zuccherina e una no
- Difesa contro attacco di insetti
- *Danaus plexyppus* (lepidottero) ne è diventato resistente. Lui stesso è inappetibile ai suoi potenziali predatori

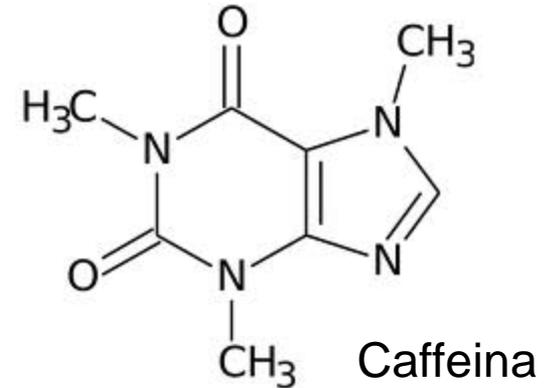


- Per l'uomo ha proprietà anti infiammatorie, analgesico in caso di cefalea.
- Nelle mandorle è contenuto un glicoside cianogenetico, che se idrolizzato libera cianuro.

- **Tioglicosidi** (tio = zolfo) nelle *Brassicaceae* (cavoli, cavolfiore); dà tipico odore di cavolo
- Difesa: fungicida (contro la *Peronospera*) e insetticida
- Esempio di relazione interspecifica tra cavolfiore e la cavolaia maggiore (*Pieris brassicae*); si rende tossica ai suoi predatori



# Alcaloidi



- Più di 12'000 tipi di alcaloidi diversi identificati
- Sostanze azotate a reazione alcalina
- In genere possiedono una certa tossicità (in piccole dosi hanno effetto terapeutico prevalentemente sul sistema nervoso centrale, periferico e vegetativo)
- La concentrazione aumenta in risposta iniziale a un danno causato da un erbivoro
- Esempi: caffeina, nicotina, chinina, atropina
- Frequenti in piante dicotiledoni tropicali, rari nelle gimnosperme e poco frequenti nelle monocotiledoni

# Alcaloidi

- Molti insetti hanno acquisito resistenza evolutiva all'azione degli alcaloidi:
  - Degradando il composto appena ingerito
  - Impedendo il suo assorbimento



# Tannini

- Sono sostanze non azotate (composti fenolici con struttura molto complessa), presenti nella corteccia; ad esempio nel castagno, quercia e abete e in generale nei frutti non maturi (caco)
- Funzione di difesa: azione citotossica su batteri e funghi a livello della parete cellulare. Aumento della concentrazione nella pianta quando viene attaccata da erbivori.
- Nell'uomo hanno azione antidiarroica, vasocostrizione, antiinfiammatoria, antibatterica emostatica, antiossidante.

# Tannini

- Utilizzati in passato per la concia delle pelli
- Combinandosi con le proteine dell'epidermide creano dei precipitati che rendono il tessuto animale impermeabile all'acqua e inattivano i processi digestivi di insetti e batteri.
- Presenti nei vini rossi soggetti a lunga maturazione/conservazione

- Agli inizi del 1900 in Ticino i tannini rappresentavano un prodotto commerciale importante a livello europeo (produzione tannino a Maroggia – Melano).



Inaugurata nel 1918, negli anni '30 diventa la fabbrica più moderna e più grande esistente in Europa, in grado di lavorare 44'000 tonnellate di castagno all'anno.

# Terpeni

Sono biomolecole prodotte da molte piante (esempio conifere), modificabili in altri sottoprodotti detti terpenoidi.

Terpenoidi sono ad esempio le resine o componenti di oli essenziali (come il mentolo contenuto nell'olio di menta)

Conferiscono a ogni fiore o pianta un odore o aroma caratteristico (canfora)

Proprietà antisettiche

Spesso utilizzati nei cibi e nella cosmesi



Acetil CoA



Acido mevalonico



Isopentenil (C5)



Terpene



Terpenoidi



Oli essenziali



Fitormoni

# Oli essenziali (oli eteri), I

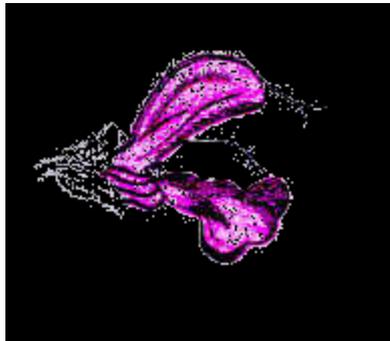
- Miscugli di sostanze aromatiche, derivati dai terpeni
- Gruppo di composti contenenti idrocarburi, aromatici insaturi mono e biciclici
- Miscela organica volatile con densità minore a quella dell'acqua.
- Presenti nel citoplasma di alcuni tessuti specializzati, chiamati strutture secretorie interne (agrumi) o esterne (salvia e rosmarino)

# Oli essenziali, II

- Funzione di difesa (esempio nel tabacco e nel mais) contro l'azione distruttiva di insetti
- Impediscono la deposizione di uova di insetti e attirano i nemici naturali degli insetti assalitori
- Difesa contro batteri (nel timo), funghi e virus: proprietà antisettica
- Nell'uomo hanno un'azione antibatterica e proprietà sedative (lavanda)
- Esercitano un'attrazione nei confronti degli insetti impollinatori

# Oli essenziali, III

- Si trovano spesso nella Famiglia delle **Labiatae**, quali timo, menta (principio attivo = mentolo), rosmarino, basilico, ma anche in altre Famiglie, quali le Asteraceae (camomilla), Pinaceae (pini e abeti), Cupressaceae (tuja, ginepro), Apiaceae (anice), Mirtaceae (eucalipto) e nei bulbi delle Liliaceae (aglio, cipolla)



# Oli essenziali, IV

- Dagli oli essenziali, per polimerizzazione, si formano le resine (nelle conifere).



# Flavonoidi

- Pigmento giallo o blu-viola (le antociani) presenti nei fiori e frutti (mirtillo, albicocca, more, uva, sambuco, camomilla, timo, soia, limone, ...)
- Protezione contro raggi UV e da microorganismi patogeni
- Utilizzate come antivirale e antibatterica (contro stafilococchi e streptococchi)



# Cumarine

- Metaboliti fotosensibili e pericolose per l'uomo
- Captano gli UV provocando ustioni gravi

*Heracleum mantegazzianum*





Il Servizio Fitosanitario della Regione Lombardia, tramite l'ASL provinciale, segnala il ritrovamento sul territorio regionale di una pianta infestante molto pericolosa, *l'Heracleum mantegazzianum*, può causare ustioni, fotosensibilizzazioni e fotodermatiti tali da causare seri danni agli incauti avventori che ne entrassero in contatto.

Qualora se ne avvistaste una pianta sarebbe opportuno segnalare la cosa all'Ufficio Ecologia o al Dipartimento Prevenzione Medica - Servizio Igiene e Sanità Pubblica per permettere la predisposizione di tutti gli atti ad evitarne la sua diffusione.

# I fitormoni

L'ormone è un messaggero chimico che, in generale, a distanza dalla sede di sintesi e in piccole quantità, interagisce con recettori specifici (proteine recettoriali) inducendo effetti fisiologici peculiari.

Funzione regolatrice del metabolismo interno, influenzano i processi di crescita, differenziazione e sviluppo

# Fitormoni della crescita

(esempi)

Acido abscissico (ABA)

Auxine

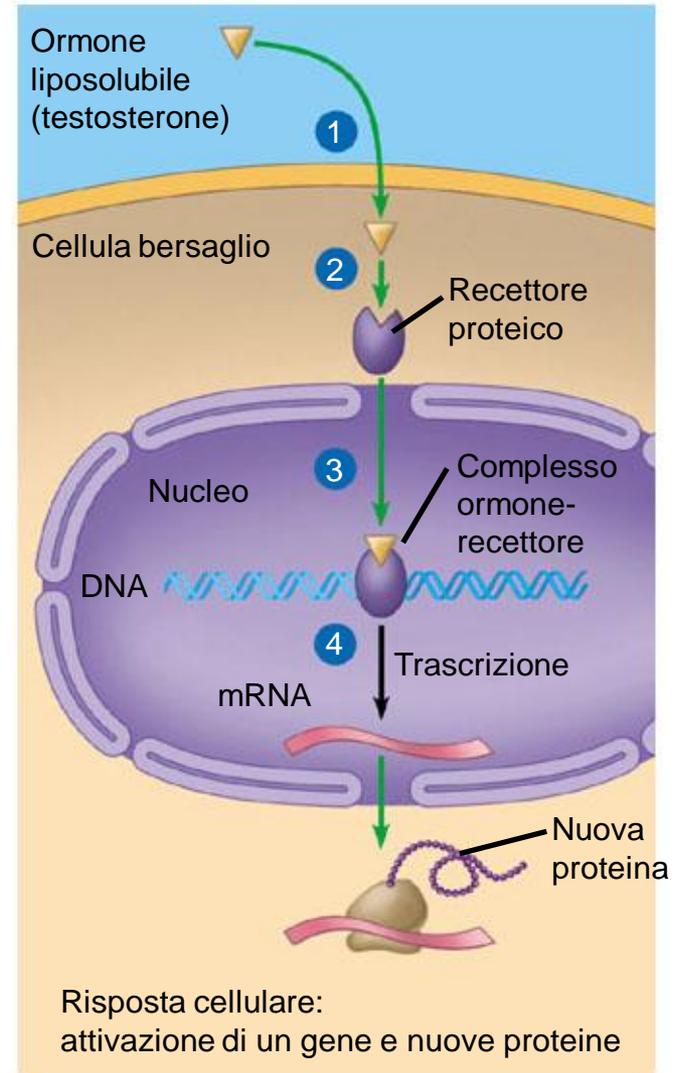
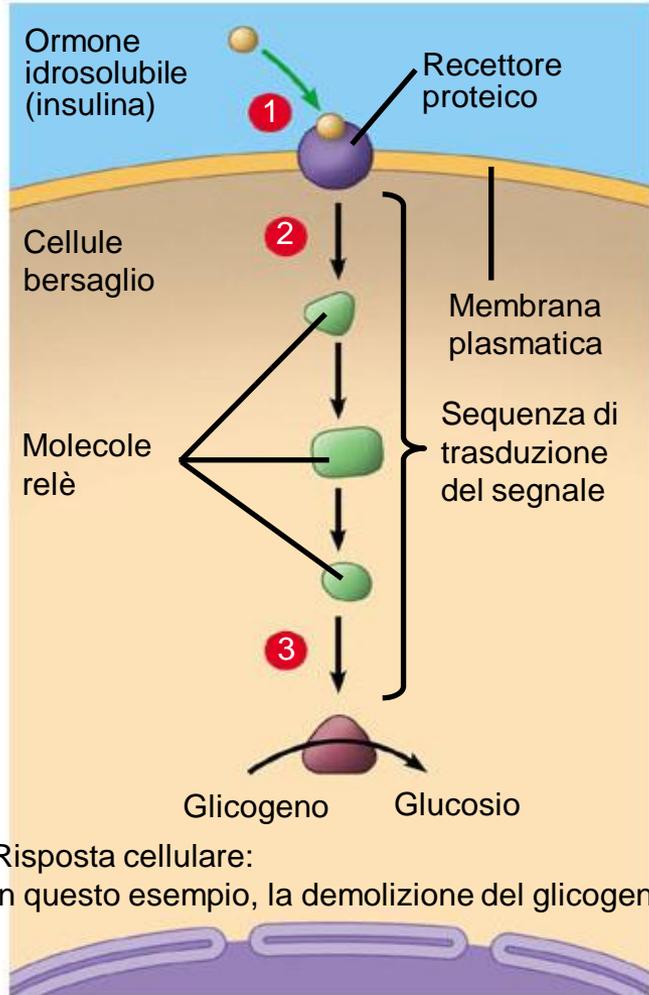
Gibberelline

Citochinine

## L'azione dei fitormoni

- Regolano l'espressione genica di fattori di trascrizione
- Attivazione o disattivazione di vie di trasduzione
- Stimolo,; rafforzamento di processi già in atto;
- Induzione; innesco di processi non in atto;
- Inibizione; diminuzione dell'entità di un processo o blocco del suo innesco;
- Regolazione dei processi di crescita, sviluppo, riproduzione
- Risposta agli stress biotici e abiotici ambientali

# Azione dell'ormone sulla cellula bersaglio (esempio ormoni umani)



# ABA acido abscissico

Agisce su chiusura stomatica in condizioni di stress ambientali (ormone dello stress!) non favorevoli alla pianta.

In presenza di stress idrico (nelle C3): determina l'aumento della permeabilità della membrana degli stomi agli ioni potassio e calcio causando una rapida entrata di acqua per effetto osmotico e il rigonfiamento delle cellule stomatiche (turgore).

Conseguenza chiusura dello stoma.

Previene anche l'apertura degli stomi in presenza di luce agendo come inibitore dei canali del potassio aperti. Azione di modulazione.

Funge da antagonista con le auxine, le gibberelline e le citochinine, quindi è anche un inibitore della crescita

# Auxine

- L'auxine sono fitormoni in grado di regolare e quindi stabilizzare l'apice della pianta così che la gemma apicale rimanga più in alto delle gemme secondarie che crescono orizzontalmente dando così la classica forma conica alle giovani piante in fase di crescita. Inibiscono quindi la crescita delle gemme laterali.

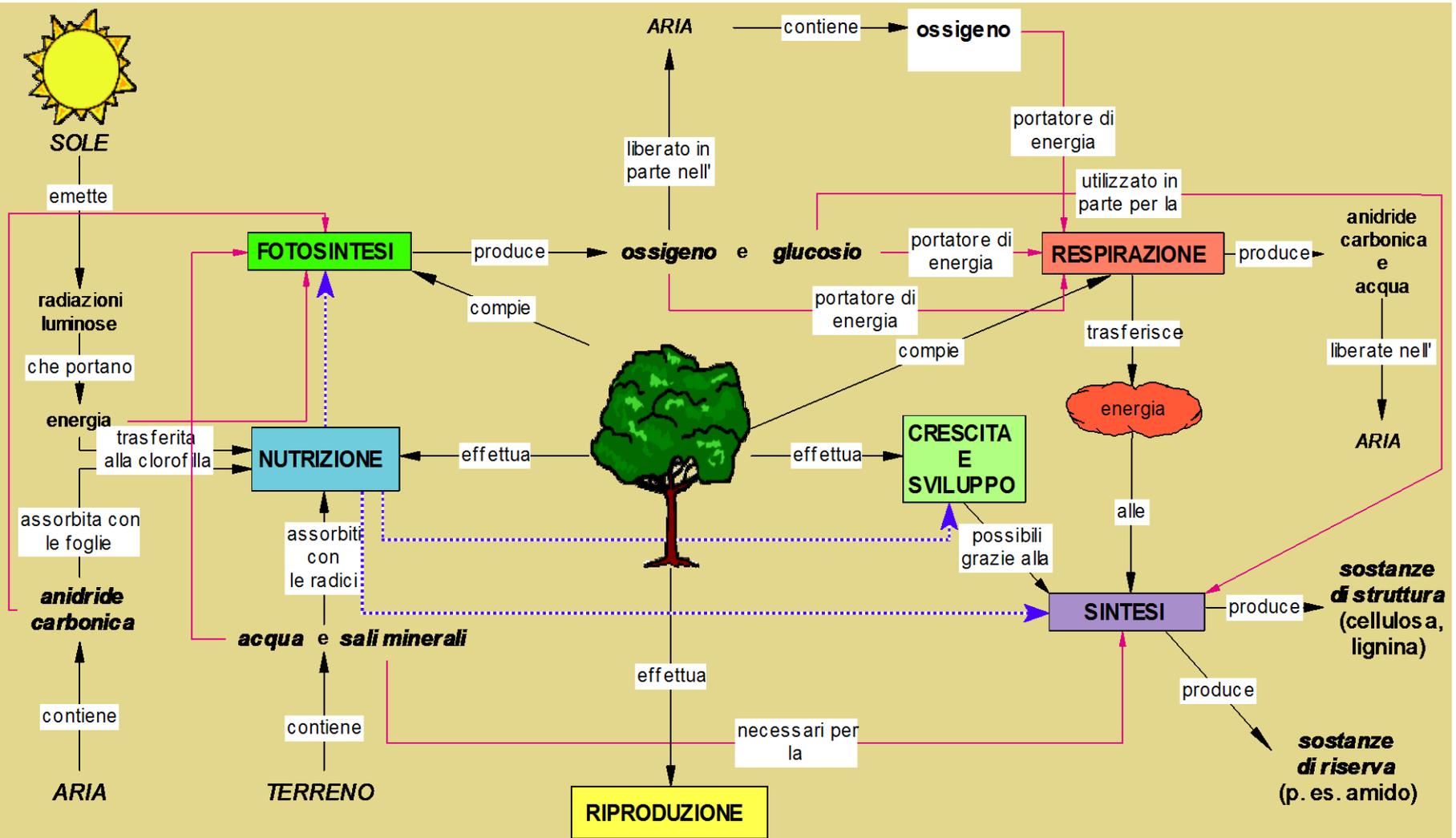
Le auxine sono costituite da un composto di molti acidi e fitormoni della crescita; tra questi ci sono anche le gibberelline.

# Gibberelline

- Sintetizzate a partire da isopentenil e pertanto sono composti terpenici
- Ormoni della crescita (allungamento internodo): localizzate nei tessuti meristemici
- Nei semi regolano la germinazione in quanto stimolano la produzione di amilasi attivando l'espressione del gene alfa-amilasi
- La loro azione è antagonista all'ormone ABA
- La regolazione della sintesi delle gibberelline è regolata dal fotoperiodismo (nella fioritura)

# Citochinine

- Localizzate nei tessuti del meristema delle radici dove vengono sintetizzati e poi distribuiti via xilema in tutta la pianta dove è attiva la divisione cellulare.
- Molto presenti nei frutti immaturi, nell'apice radicale (inibitore di crescita) e nei semi in germinazione.
- Le citochinine innescano la proliferazione cellulare in tessuti che contengono una concentrazione ottimale di auxine.  
Entrambi gli ormoni partecipano alla regolazione del ciclo cellulare, l'auxina regola gli eventi che portano alla replicazione del DNA, mentre le citochinine regolano gli eventi che portano alla mitosi.



Esercizio: Inserire nello schema la via di sintesi dei metaboliti secondari a partire dai reagenti