

FISIOLOGIA VEGETALE

Gli ormoni vegetali

Lo sviluppo delle piante in tutte le sue varie fasi (crescita, fioritura, fruttificazione, formazione e caduta delle foglie) è regolato dall'integrazione di **stimoli esogeni** (luce, temperatura, disponibilità idrica) e **endogeni**. Tra questi ultimi rivestono particolare importanza gli **ormoni vegetali**.

definizione di ormone vegetale

“Composti organici sintetizzati dalla pianta e traslocati ad un'altra parte dove, a concentrazioni estremamente basse, determinano una risposta fisiologica”

Sensore sente gli stimoli esterni



Ormoni veicolano il “messaggio” ai recettori a cui si legano



Il legame ormone recettore induce una serie di effetti biochimici

Trasduzione del segnale

INDUZIONE FIORALE

E' quel fenomeno che avviene quando si ha il passaggio dallo stadio vegetativo a quello riproduttivo. A livello del meristema apicale non si formano più foglie ma fiori.

Questo fenomeno è regolato principalmente dalla luce ed in particolare dalla durata delle ore di luce (**fotoperiodo**)

Piante brevidiurne

Chrysanthemum

Piante longidiurne

Spinacia, Hordeum, Triticum

Secondariamente alla luce ha anche un effetto la temperatura (**termoperiodo**)

Tuttavia molte piante non fioriscono prima di una certa età, ovvero prima di aver raggiunto determinate dimensioni

All'induzione della fioritura partecipano anche gli ormoni, perché avvenga deve esserci un certo "equilibrio ormonale" variabile da pianta a pianta

caratteristiche degli ormoni vegetali :

Non esistono ghiandole specializzate nella loro produzione

- Il loro **effetto non è univoco** ma variabile a seconda dell'organo a cui sono diretti
- Sono **chimicamente molto diversi** da quelli animali

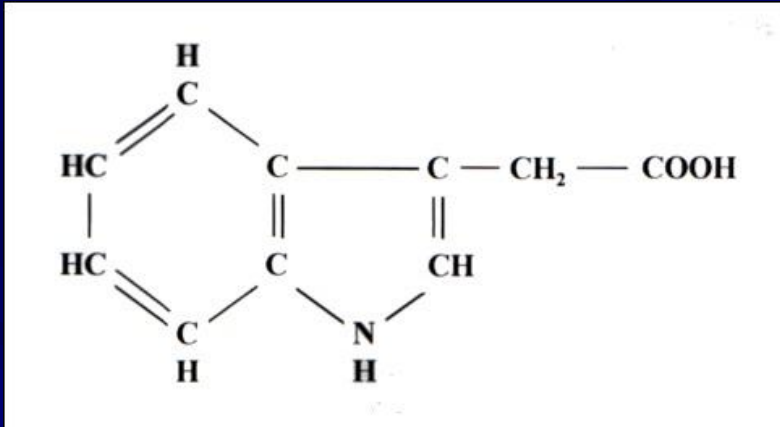
Nelle piante, non essendo presente un sistema nervoso, la coordinazione tra singole cellule, tessuti ed organi è interamente affidata agli ormoni, cioè a messaggeri chimici che sono attivi a concentrazioni molto basse ed i cui siti di produzione e di azione sono separati.

Classi principali di ormoni

- **Auxine** (IAA, IBA, PAA)
- **Gibberelline**
- **Citochinine**

- **Etilene**
- **Acido abscissico (ABA)**

AUXINA (acido 3-indol-acetico, IAA)



E' un derivato del triptofano.
E' prodotta dagli apici meristematici ed il suo effetto principale è stimolare la crescita per distensione.

E' responsabile della curvatura del fusto (**fototropismo**)

Può agire come inibitore delle gemme laterali (dominanza apicale)

Auxina come **ormone radicante** e stimolatore della **fruttificazione**

L'auxina stimola la **crescita per distensione**



H₂O



H₂O+Auxina

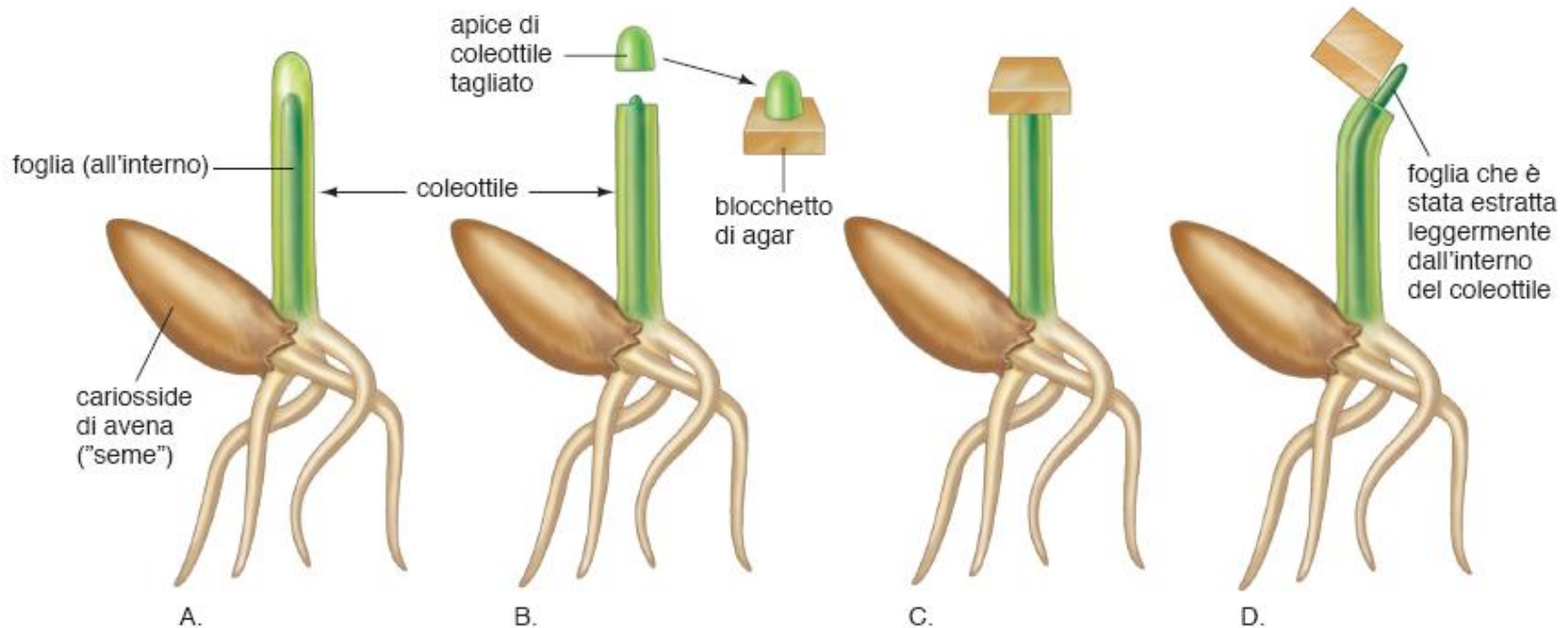


Figura 11.1 Esperimento di Went con i coleottili di avena. *A.* "Seme" germinato di avena con coleottile intatto. *B.* L'apice di un coleottile veniva tagliato, posto su un blocchetto di agar sul quale veniva lasciato per una o due ore. *C.* Quando il blocchetto di agar veniva posto in posizione centrale su di un coleottile decapitato, la crescita era verticale. *D.* Quando il blocchetto di agar era posto lateralmente, così che solamente una metà del coleottile veniva in contatto con esso, l'apice del coleottile si incurvava verso la direzione opposta. La foglia all'interno del coleottile veniva fatta leggermente risalire per sostenere il blocchetto di agar. Questo esperimento dimostrava che qualcosa, in grado di influenzare la crescita, diffondeva dall'apice del coleottile nell'agar, e dall'agar alla porzione di coleottile decapitato che si trovava a contatto col blocchetto.

Fototropismo positivo nel coleottile di grano



Fototropismo positivo del fusto

Gravitropismo della radice

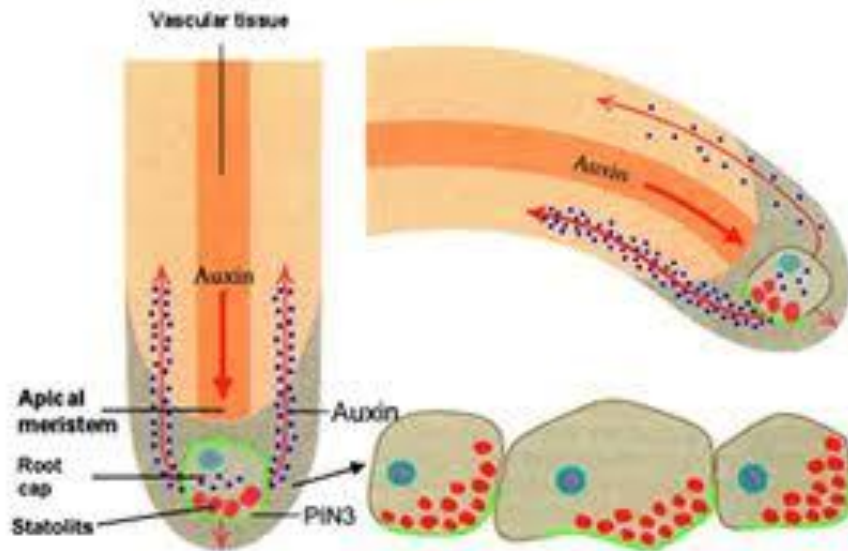
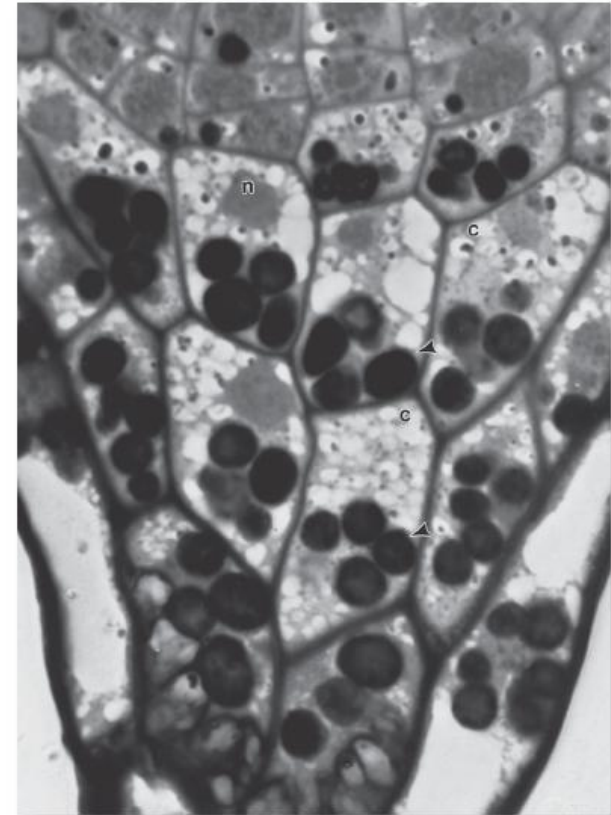


Figura 11.10 Cuffia radice di una pianta di tabacco. La sorgente di gravità è verso il fondo della fotografia. Notare che gli amiloplasti (gli oggetti scuri più o meno sferici) si collocano verso il fondo di ciascuna cellula. Esistono evidenze che indicano che gli amiloplasti giocano un ruolo nella percezione della gravità da parte delle radici. x 2000. (fotografia al microscopio ottico per gentile concessione di John Z. Kiss)

Statoliti ed auxina nella cuffia radiale

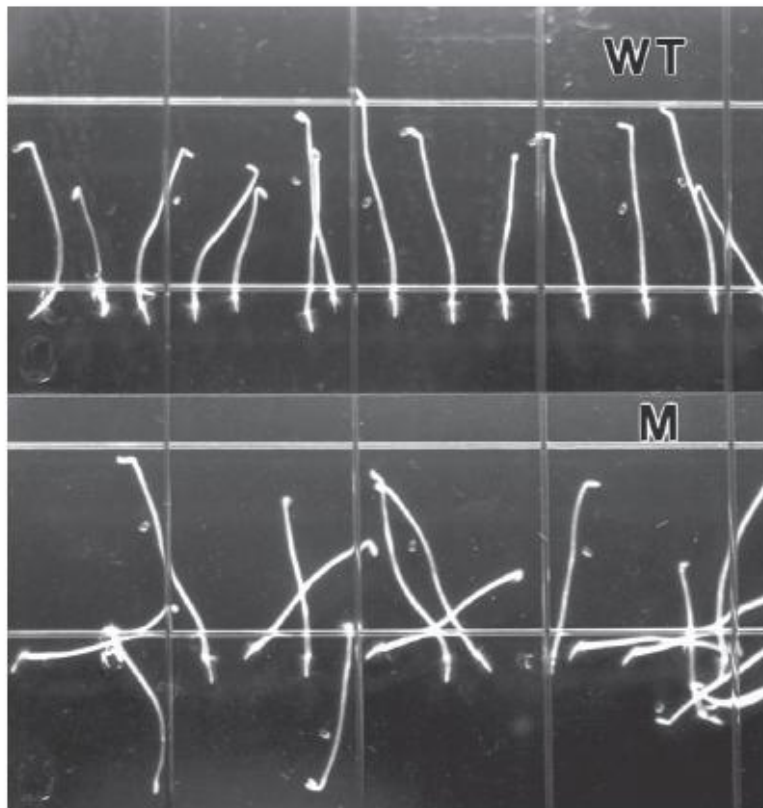


Figura 11.11 Plantule di tabacco cresciute al buio. La sorgente di gravità è verso il basso delle immagini. Plantule normali "wild type" nella fila in alto sono più o meno dritte. Le plantule della fila in basso sono mutanti che possiedono molto meno amido delle piante normali. Le plantule mutanti sono disorientate, suggerendo che nessun amiloplasto funzioni come statolite nella percezione della gravità. Tuttavia, mutanti di altre specie privi di amido rispondono alla gravità, suggerendo che anche altre parti della cellula, diverse dagli amiloplasti, possano essere coinvolte nella percezione della gravità. $\times 0,5$. (Gentile concessione di John Z. Kiss)

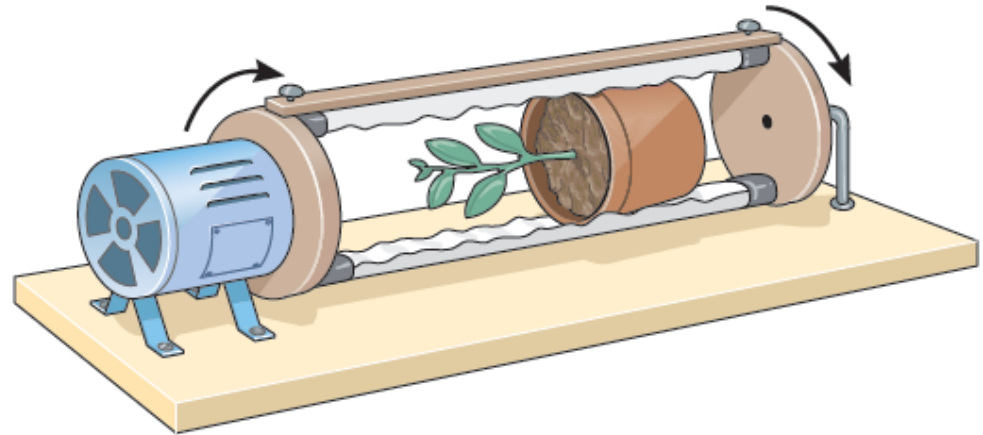
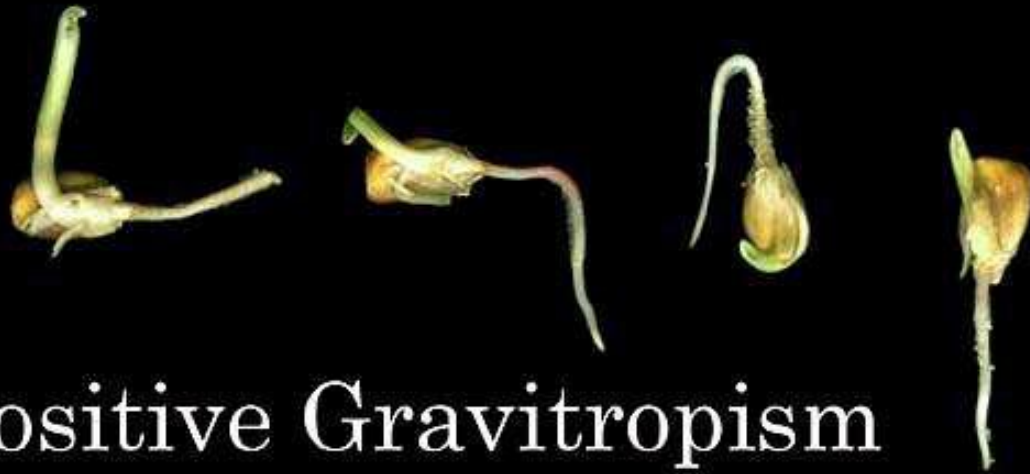
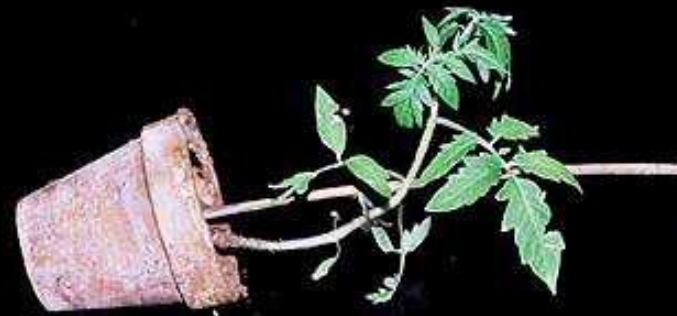


Figura 11.12 Clinostato, strumento utilizzato dai biologi vegetali per annullare gli effetti della gravità. Piante in crescita o semenzali vengono fatti ruotare lentamente, in questo modo gli statoliti responsabili della percezione della gravità non sedimentano vero il basso, e il piegamento del fusto e delle radici in risposta alla gravità non avvengono.

Gravitropismo della radice



Positive Gravitropism



Negative Gravitropism

Auxina e **dominanza apicale**



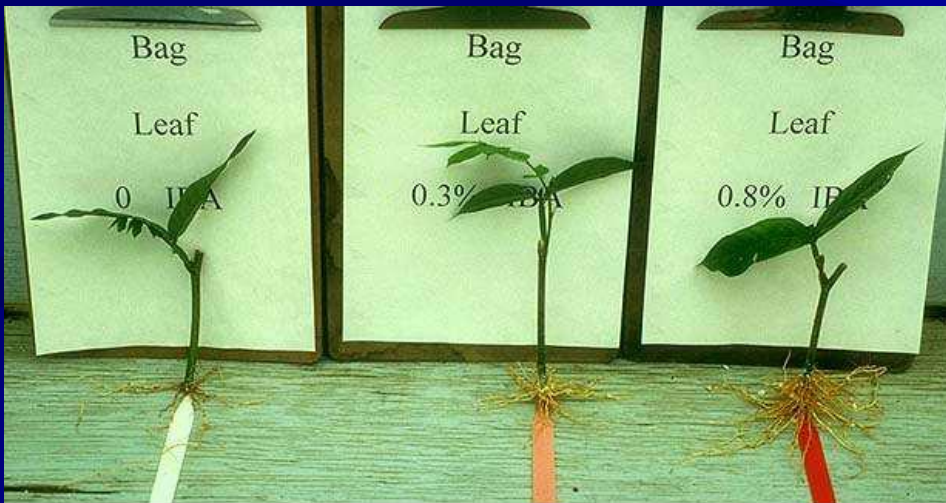
Figura 11.5 Un albero di *Pinus jeffreyi*. Il tronco di quest'albero, che normalmente dovrebbe essere singolo, è biforcuto perché la rimozione precoce della gemma apicale ha permesso la crescita di una gemma laterale.



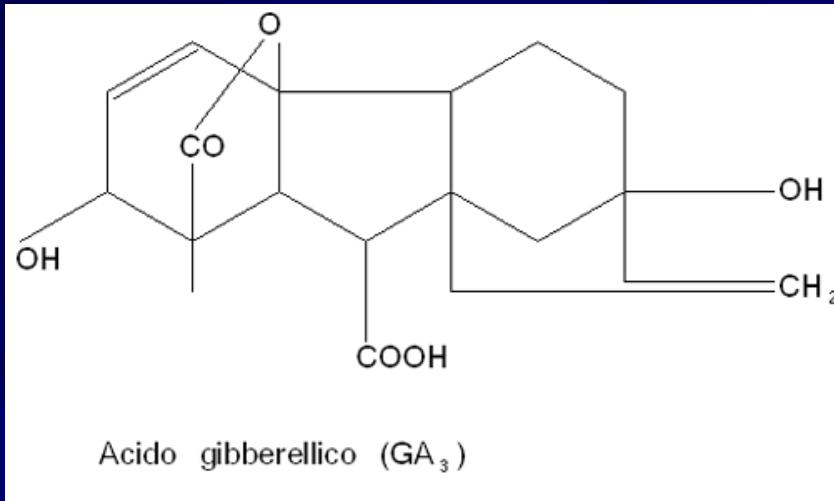
Auxina e radici avventizie



Gli ormoni radicanti sono auxine di sintesi come l'acido naftalenacetico (NAA)



GIBBERELLINE



Sono una famiglia di composti, attualmente se ne conoscono **circa 80** il più noto è **l'acido gibberellico**. Vengono prodotte a livello dei **tessuti in accrescimento**: meristemi, giovani foglie, semi germinanti, frutti immaturi

Gli effetti sono molto simili a quelli dell'auxina (crescita per distensione, partenocarpia)

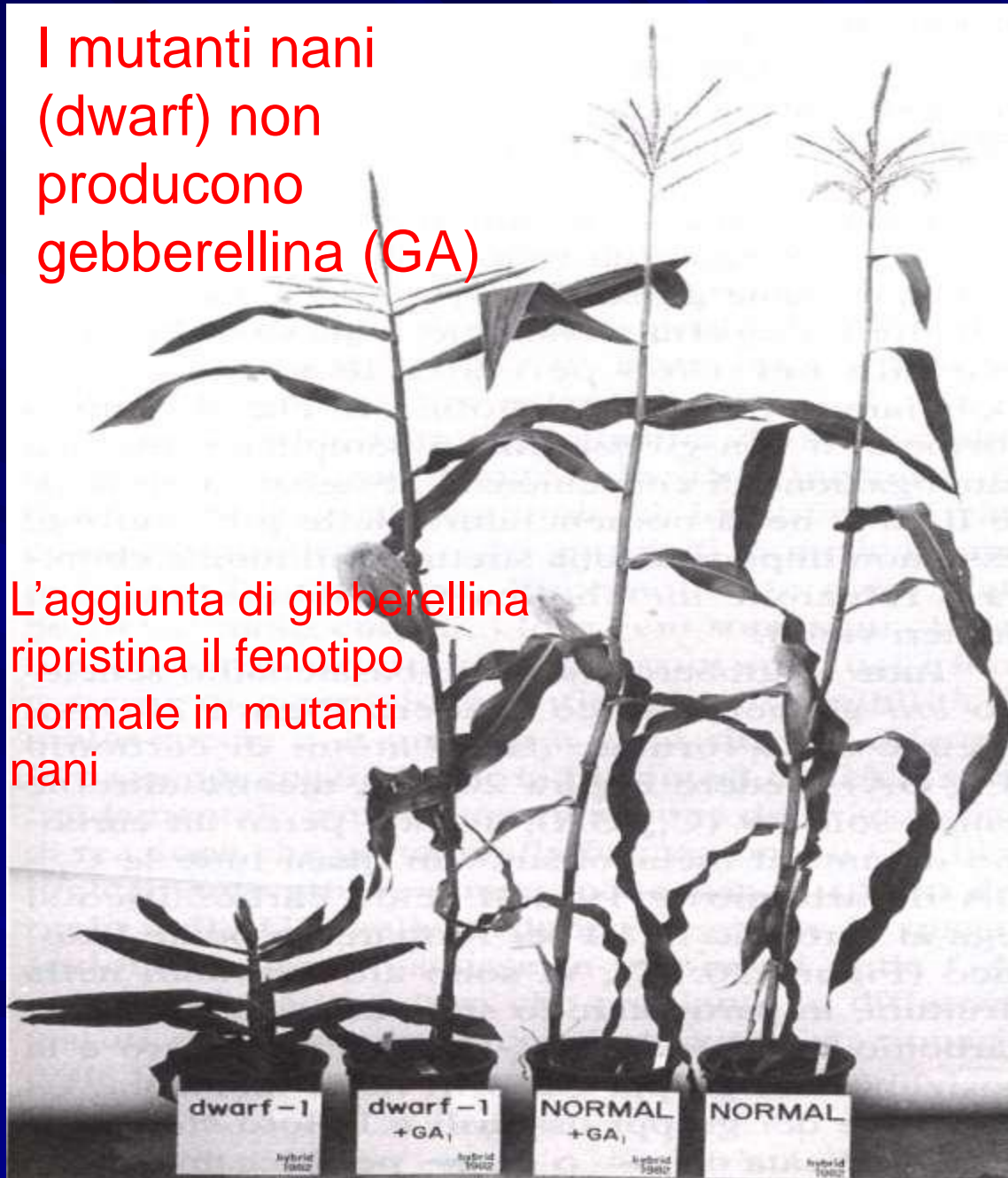
Inducono la **germinazione di molti semi**, sostituendo l'effetto della vernalizzazione

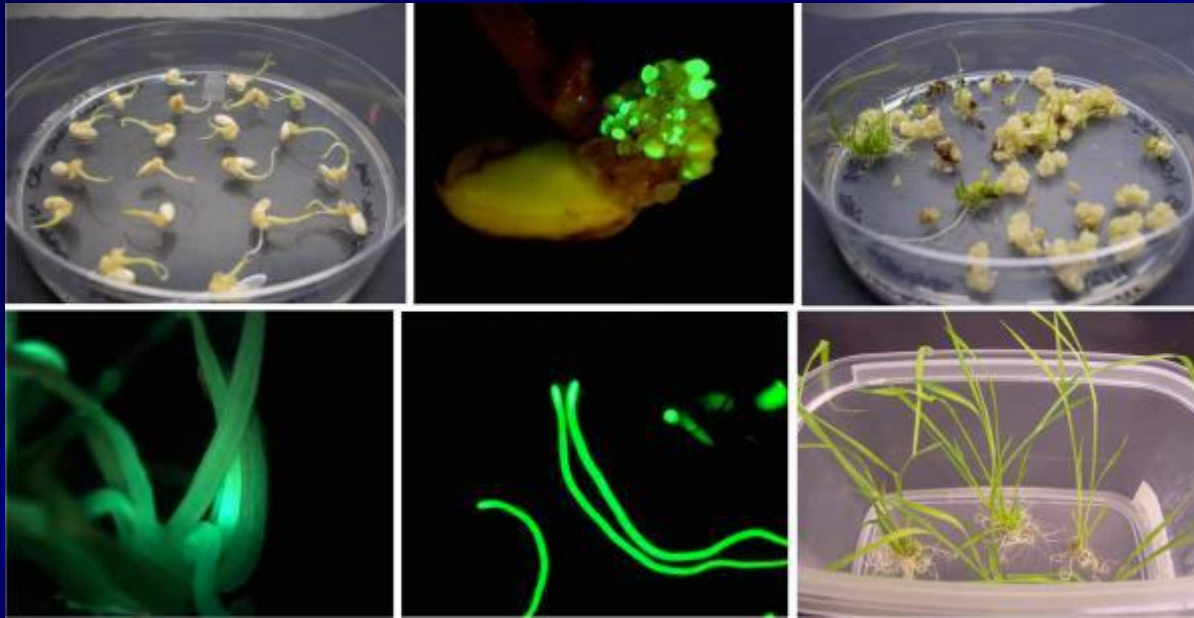
Inducono la **fioritura** di specie vernalizzanti

Inducono la **mobilitazione delle riserve** dei semi durante la germinazione

I mutanti nani
(dwarf) non
producono
gibberellina (GA)

L'aggiunta di gibberellina
ripristina il fenotipo
normale in mutanti
nani





Nelle colture di tessuti vegetali si usa un mix di ormoni della crescita per indurre il **dedifferenziamento cellulare** e la formazione del **callo**

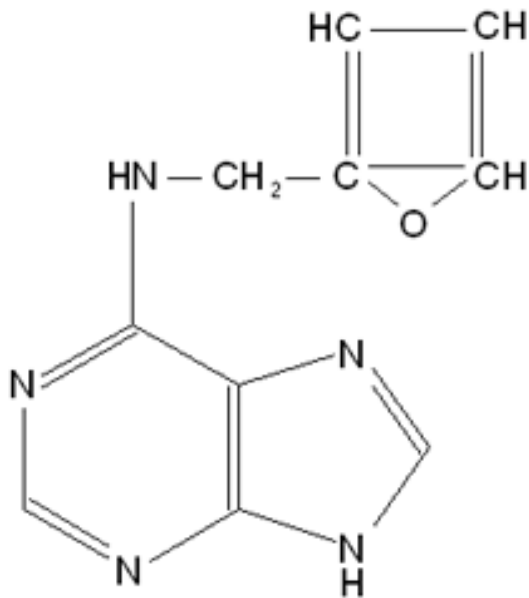
Le galle si formano sulle foglie o su altre parti della pianta in seguito alla puntura di un insetto che vi inietta le uova e delle sostanze simil-ormone gibbereline e citochinine



CITOCHININE

Sono molecole derivate da una base azota, l'adenina.

Il loro principale effetto è promuovere la divisione cellulare, quindi si trovano per lo più nei meristemi e nei tessuti giovani. Contribuiscono a mantenere i caratteri giovanili di un tessuto

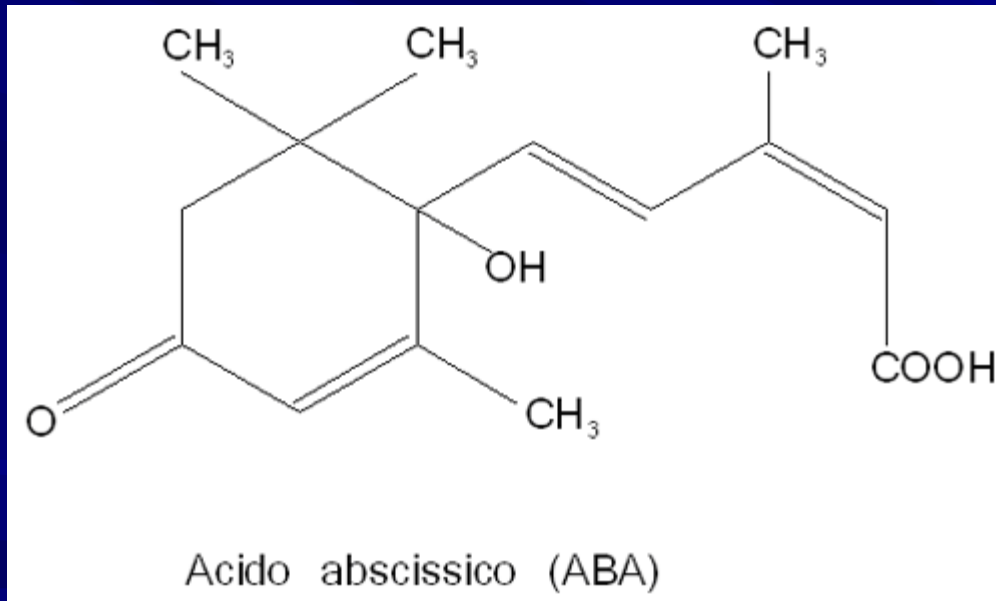


Chinetina

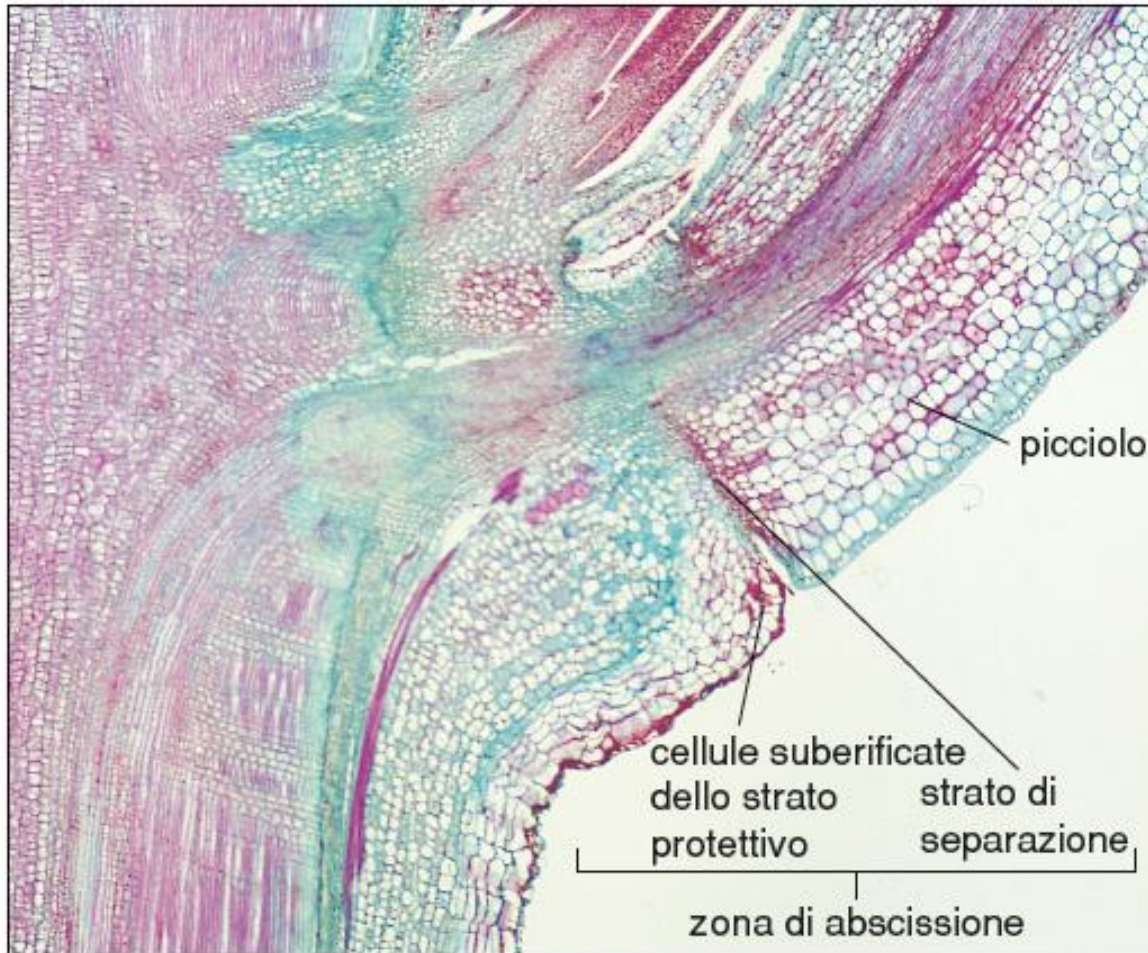
Auxina, gibberelline e citochinine sono detti **ormoni della crescita**

ACIDO ABSCISSICO (ABA)

E' un'antagonista degli ormoni della crescita. Alte concentrazioni si trovano nei semi dormienti, favorisce il distacco dei fiori, dei frutti e delle foglie, nonché la rapida chiusura degli stomi



ABSCISSIONE DELLE FOGLIE (avviene sia nelle piante decidue che sempreverdi)



Tessuto di abscissione

Degradazione della lamella mediana

E suberificazione delle pareti

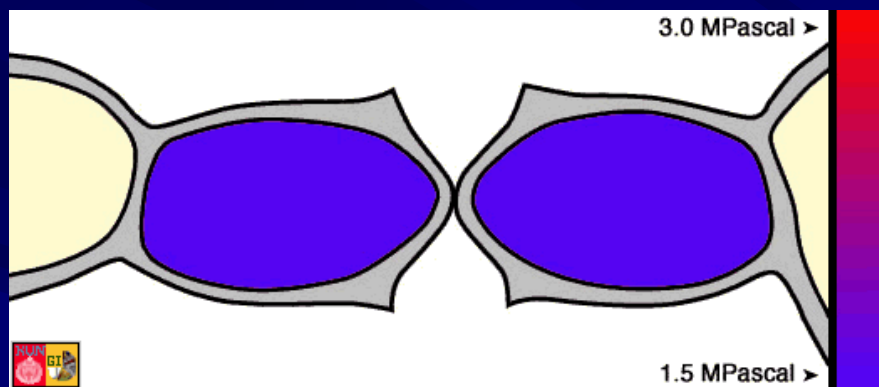
Figura 7.25 Zona di abscissione di una foglia.

ACIDO ABSCISSICO e DORMIENZA

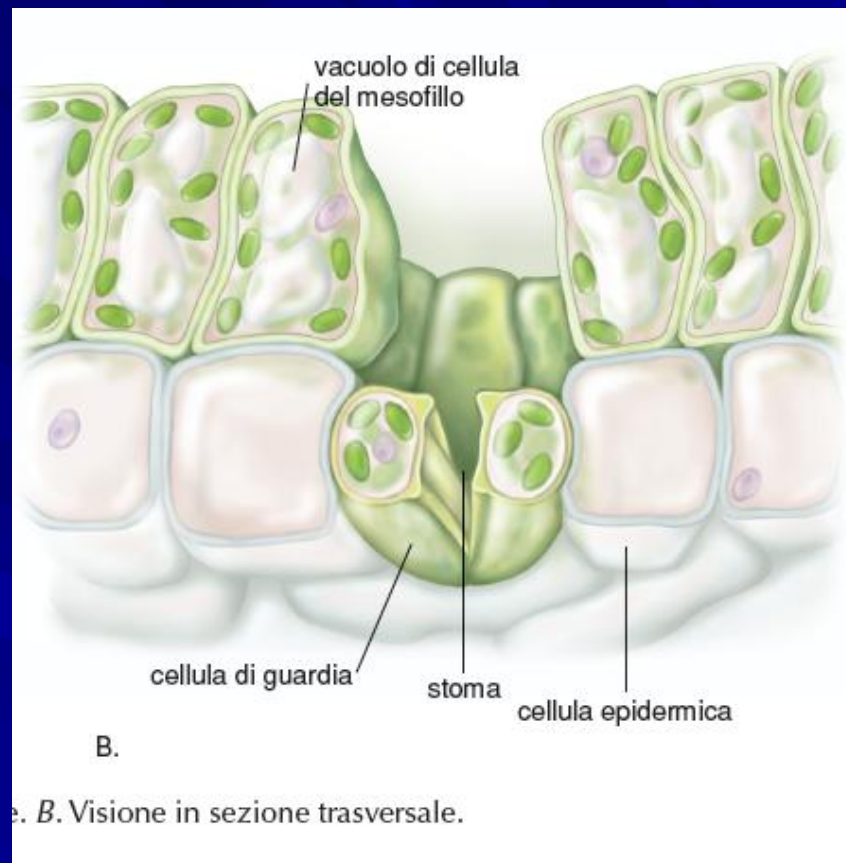
- **Dormienza** - Periodo di inattività della crescita in semi, gemme, bulbi, e altri organi vegetali anche in presenza delle condizioni ambientali ottimali.
- **Quiescenza** - Stato in cui un seme non può germinare a meno che non siano presenti le condizioni ambientali normalmente richieste per la crescita.



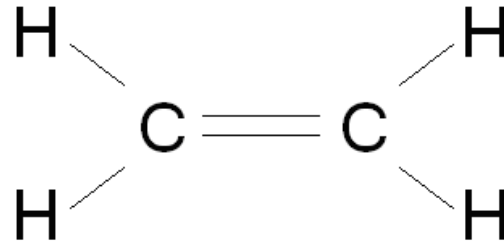
Acido abscissico e chiusura degli stomi



Quando le foglie appassiscono perché c'è troppa traspirazione l'ABA viene accumulato ed interferisce con il trasporto degli ioni potassio nelle cellule di guardia



ETILENE



Etilene

E' un gas ed è in grado quindi di diffondere nell'ambiente ed esplicare la sua azione a distanza. Determina la maturazione dei frutti e la caduta delle foglie. Annulla l'effetto dell'auxina per quanto riguarda la risposta alla gravità.

VOCS (volatile organic compounds)



Figura 11.4 Effetto dell'etilene su rametti di agrifoglio. Due rametti simili sono stati posti sotto una campana di vetro per una settimana; contemporaneamente una mela matura è stata collocata sotto la campana di destra. L'etilene prodotto dalla mela ha provocato l'abscissione delle foglie di agrifoglio.