

Alterazioni fisiologiche delle piante dovute a stress abiotici

La malattia

**è uno stato di sofferenza
derivante da un'alterazione dei
normali processi fisiologici di
una pianta che può essere
causato sia da agenti biotici,
sia da agenti abiotici**

FATTORI AMBIENTALI CHE POSSONO ESSERE CAUSA DI STRESS

- RISTAGNI D'ACQUA**
- SICCITA'**
- TEMPERATURE ALTE O BASSE**
- ECCESSIVA SALINITA' DEL SUOLO**
- CARENZE O ECCESSI DI MINERALI NEL SUOLO**
- LUCE**
- UMIDITÀ**
- COMPOSIZIONE DELL'ARIA**
- PH DEL TERRENO**
- STRUTTURA DEL SUOLO**

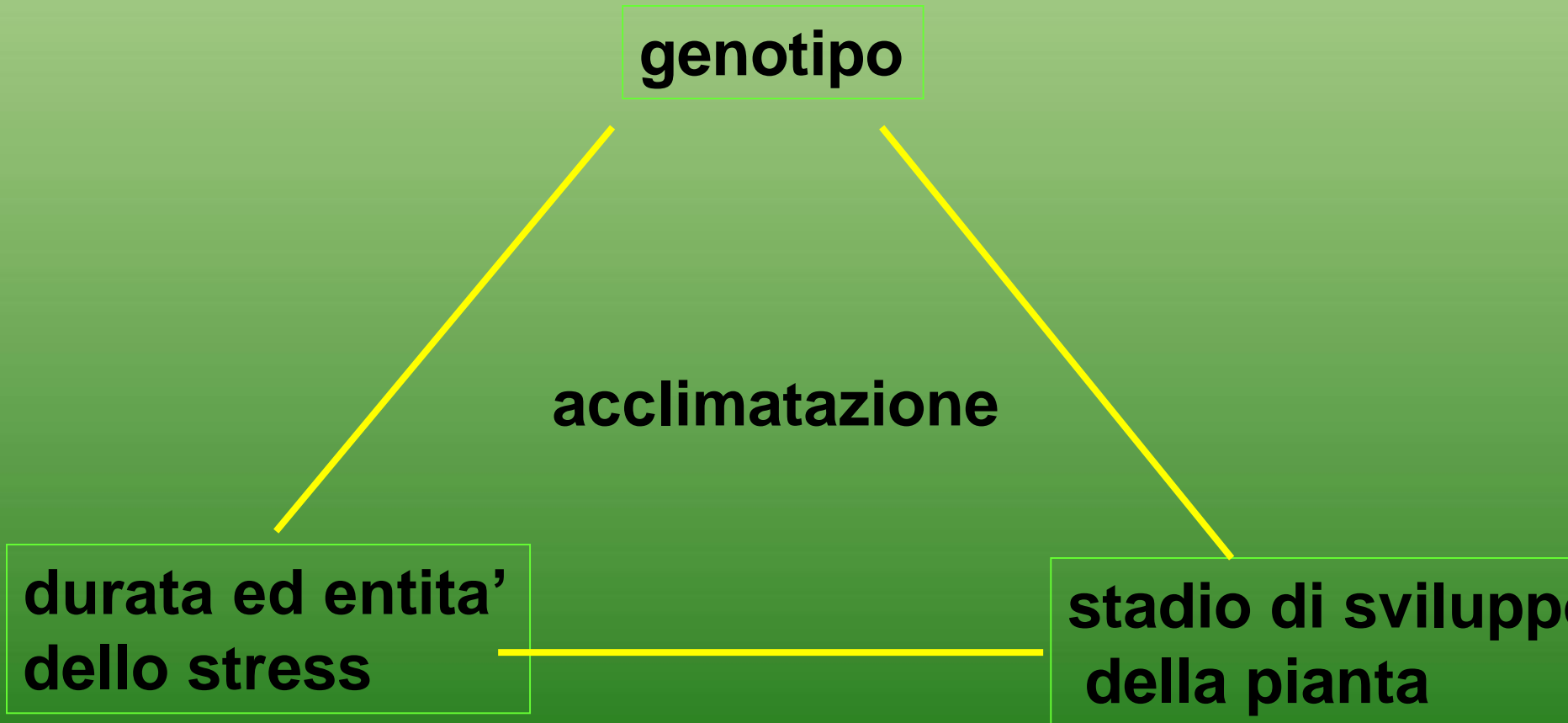
**LA RESISTENZA O LA SENSIBILITA'
DELLE PIANTE AGLI STRESS
DIPENDONO DA:**

- **SPECIE**
- **GENOTIPO**
- **STADIO DI SVILUPPO**

FATTORI CHE DETERMINANO LA RISPOSTA DELLA PIANTA ALLO STRESS

- **TIPO DI STRESS**
- **QUANTE VOLTE LA PIANTA E' SOGGETTA ALLO STRESS**
- **DURATA**
- **SEVERITA'**
- **EFFETTI ADDITIVI O SINERGICI DI STRESS MULTIPLI**
- **GENOTIPO**
- **STADIO DI SVILUPPO**

Interazioni pianta-stress abiotici



MECCANISMI DI RESISTENZA ALLO STRESS

- **MECCANISMI DI PREVENZIONE**

PREVENGONO L'ESPOSIZIONE AGLI STRESS

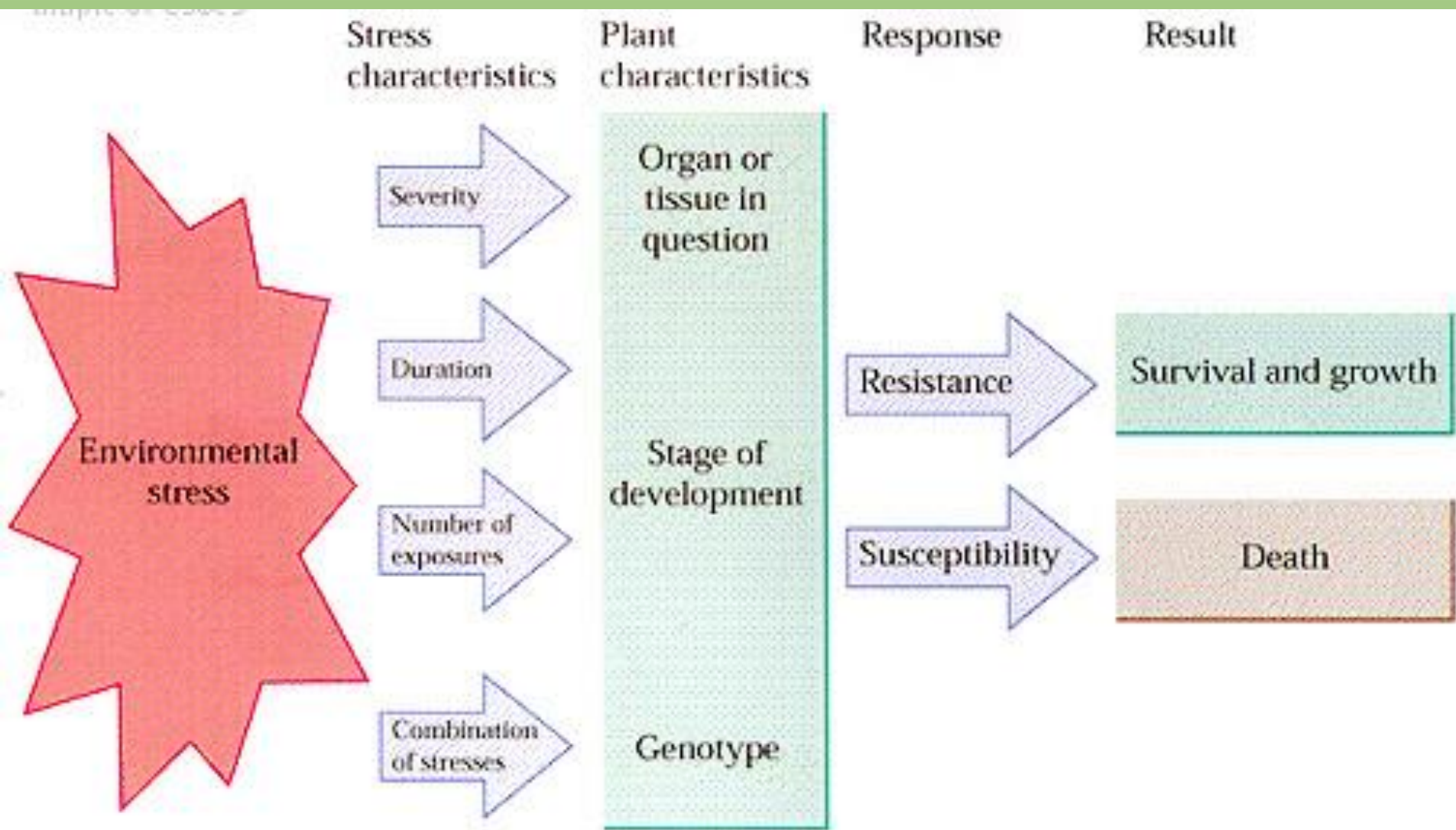
- **MECCANISMI DI TOLLERANZA**

PERMETTONO ALLA PIANTA DI SUPERARE LO STRESS

ALCUNI MECCANISMI SONO COSTITUTIVI (ADATTAMENTO, MIGLIORAMENTI EVOLUTIVI) E SONO ATTIVI PRIMA DELL'ESPOSIZIONE ALLO STRESS

IN ALTRI CASI, LA PIANTA ESPOSTA ALLO STRESS ALTERA LA SUA FISILOGIA ACCLIMATANDOSI ALLA CONDIZIONE SFAVOREVOLE

Fattori che determinano la risposta della pianta agli stress abiotici



ADATTAMENTO COSTITUTIVO ALLA SICCAITA'

- **CACTUS SAGUARO, UNA SPECIE TOLLERANTE ALLA SICCAITA'**
 - STELO FOTOSINTETICO SUCCULENTO
- **MIELE MESQUITE, UNA SPECIE CHE EVITA LA SICCAITA'**
 - RADICI PROFONDE
- **STELLA DEL DESERTO MOHAVE, UNA SPECIE CHE EVITA LA SICCAITA'**
 - CICLO VITALE NELLA STAGIONE DELLE PIOGGE

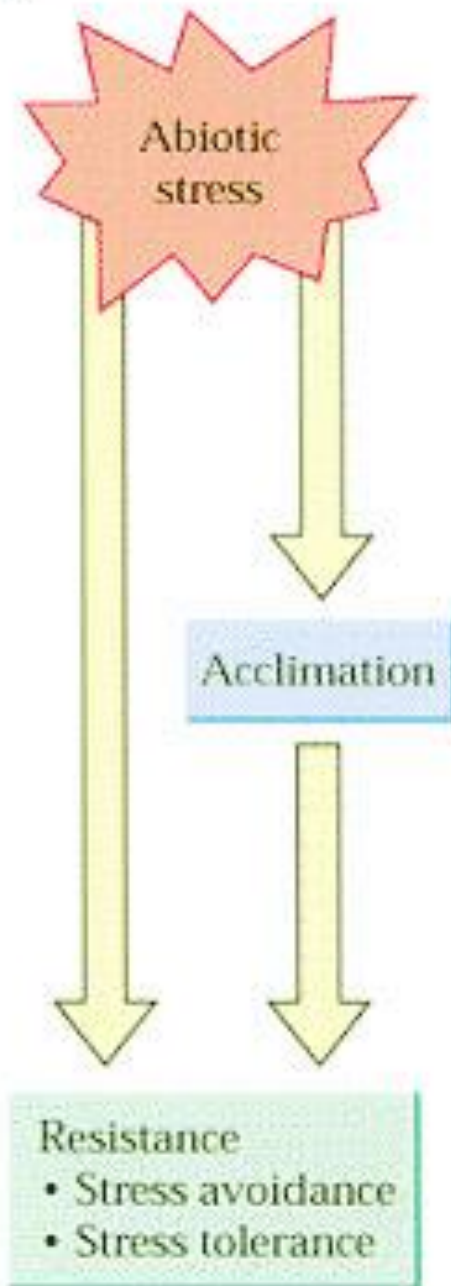
ACCLIMATAZIONE ALLA SICCITA'

- DURANTE L'ACCLIMATAZIONE, LA PIANTA ALTERA LA SUA OMEOSTASI (FISIOLOGIA DELLO STATO STAZIONARIO) PER ADATTARSI ALLE VARIAZIONI NEL SUO AMBIENTE ESTERNO

ES. ABETE NERO, TOLLERANZA AL CONGELAMENTO

- AGGIUSTAMENTO OSMOTICO

(A)



(B)

Saguaro



Honey mesquite



Spinach



Mohave desert star



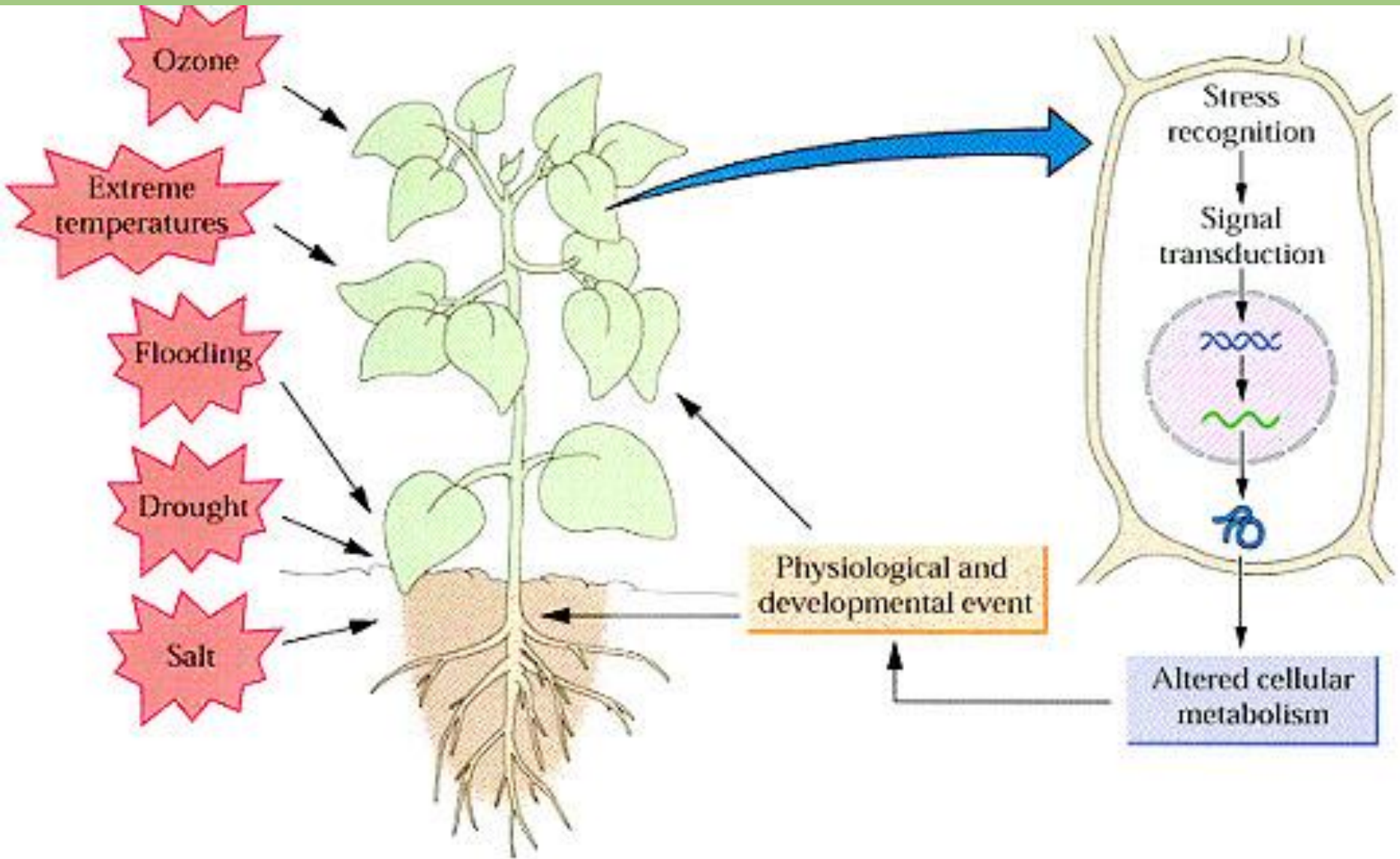
Black spruce



VARIAZIONI NELL'ESPRESSIONE DEI GENI IN RISPOSTA AGLI STRESS

- Le variazioni nel metabolismo e nello sviluppo della pianta indotti da stress possono spesso essere attribuiti ad alterazioni dell'espressione dei geni.**
- La risposta inizia quando la pianta riconosce lo stress a livello cellulare. Il riconoscimento dello stress attiva segnali di trasduzione che trasmettono le informazioni prima nella singola cellula e poi attraverso tutta la pianta.**
- Infine, le variazioni dell'espressione genica, che avvengono a livello cellulare, sono integrate in una risposta da parte dell'intera pianta che può modificare la crescita, lo sviluppo e anche le capacità riproduttive.**

Riconoscimento del tipo di stress e trasduzione del segnale



LE RISPOSTE DELLE PIANTE AGLI STRESS COINVOLGONO:

- **ORMONI**

- ACIDO ABSCISSICO, ACIDO JASMONICO ED
ETILENE

- **MESSAGGERI SECONDARI**

- CALCIO

- **ACCUMULO DI PROTEINE CODIFICATE
DAI GENI INDOTTI DAGLI STRESS**

STRESS IDRICI

FATTORI AMBIENTALI COINVOLTI NELLE CARENZE IDRICHE

- **SICCITA'**
- **CONDIZIONI DI IPERSALINITA'**
- **BASSE TEMPERATURE**
- **PERDITA TRANSIENTE DI TURGORE A
META' GIORNATA**

FATTORI CHE POSSONO INFLUENZARE LA RISPOSTA DELLA PIANTA AGLI STRESS IDRICI

- DURATA DELLO STRESS IDRICO**
- VELOCITA' DELLO STRESS IDRICO**
- SE LA PIANTA ERA ACCLIMATATA
ALLO STRESS IDRICO**

TOLLERANZA ALLA SICCITA' E ALLA SALINITA'

AGGIUSTAMENTO OSMOTICO E IL SUO RUOLO NELLA TOLLERANZA A SICCITA' E SALINITA'

**L'AGGIUSTAMENTO OSMOTICO E' UN
MECCANISMO BIOCHIMICO CHE AIUTA LA PIANTA
AD ACCLIMATARSI ALLA CARENZA IDRICA E ALLE
CONDIZIONI DI SALINITA'**

**UNA PIANTA PUO' ESTRARRE ACQUA
DAL SUOLO SOLTANTO SE IL
POTENZIALE IDRICO NELLE RADICI E'
MINORE DI QUELLO NEL SUOLO
CIRCOSTANTE**

**LE RADICI DEVONO STABILIRE UN POTENZIALE
IDRICO TALE CHE L'ACQUA POSSA FLUIRE DAL
SUOLO VERSO LA SUPERFICE DELLE RADICI**

**ALCUNE PIANTE SONO ALTAMENTE
SENSIBILI ALLO STRESS IDRICO E
AVVIZZISCONO QUANDO IL POTENZIALE
IDRICO DEL SUOLO DIVENTA TROPPO
BASSO, MENTRE ALTRE PIANTE
POSSONO AFFRONTARE CARENZE
IDRICHE O CONDIZIONI DI IPERSALINITA'
SENZA PERDITA DI TURGORE**

**MOLTE PIANTE TOLLERANTI ALLA
SICCITA' POSSONO REGOLARE IL LORO
CONTENUTO DI SOLUTI PER
COMPENSARE PERIODI PIU' O MENO
LUNGHI DI CARENZA IDRICA OPERANDO
AGGIUSTAMENTI OSMOTICI CHE
PORTANO AD UN AUMENTO NETTO DEL
NUMERO DI PARTICELLE DI SOLUTI
PRESENTI NELLA CELLULA VEGETALE**

**LE CONCENTRAZIONI DI
PARTICELLE DI SOLUTI ACQUISITE
ATTRAVERSO L'AGGIUSTAMENTO
OSMOTICO ECCEDENO QUELLE
CHE SI HANNO QUANDO I SOLUTI
SONO CONCENTRATI
PASSIVAMENTE PER
DEIDRATAZIONE**

**ATTRAVERSO LA RIDUZIONE DEL
POTENZIALE DEI SOLUTI DELLA PIANTA
(Ψ_s), L'AGGIUSTAMENTO OSMOTICO PUO'
PORTARE IL POTENZIALE IDRICO DELLE
RADICI (Ψ_w) A VALORI PIU' BASSI DI
QUELLI DEL SUOLO (Ψ_w), PERMETTENDO
COSI' ALL'ACQUA DI MUOVERSI DAL
SUOLO ALLA PIANTA**

Stress idrico e salino

$$\Psi_w = \Psi_s + \Psi_p + \Psi_g$$



$$\Psi_w = \Psi_s + \Psi_p$$

Stato di turgore cellulare

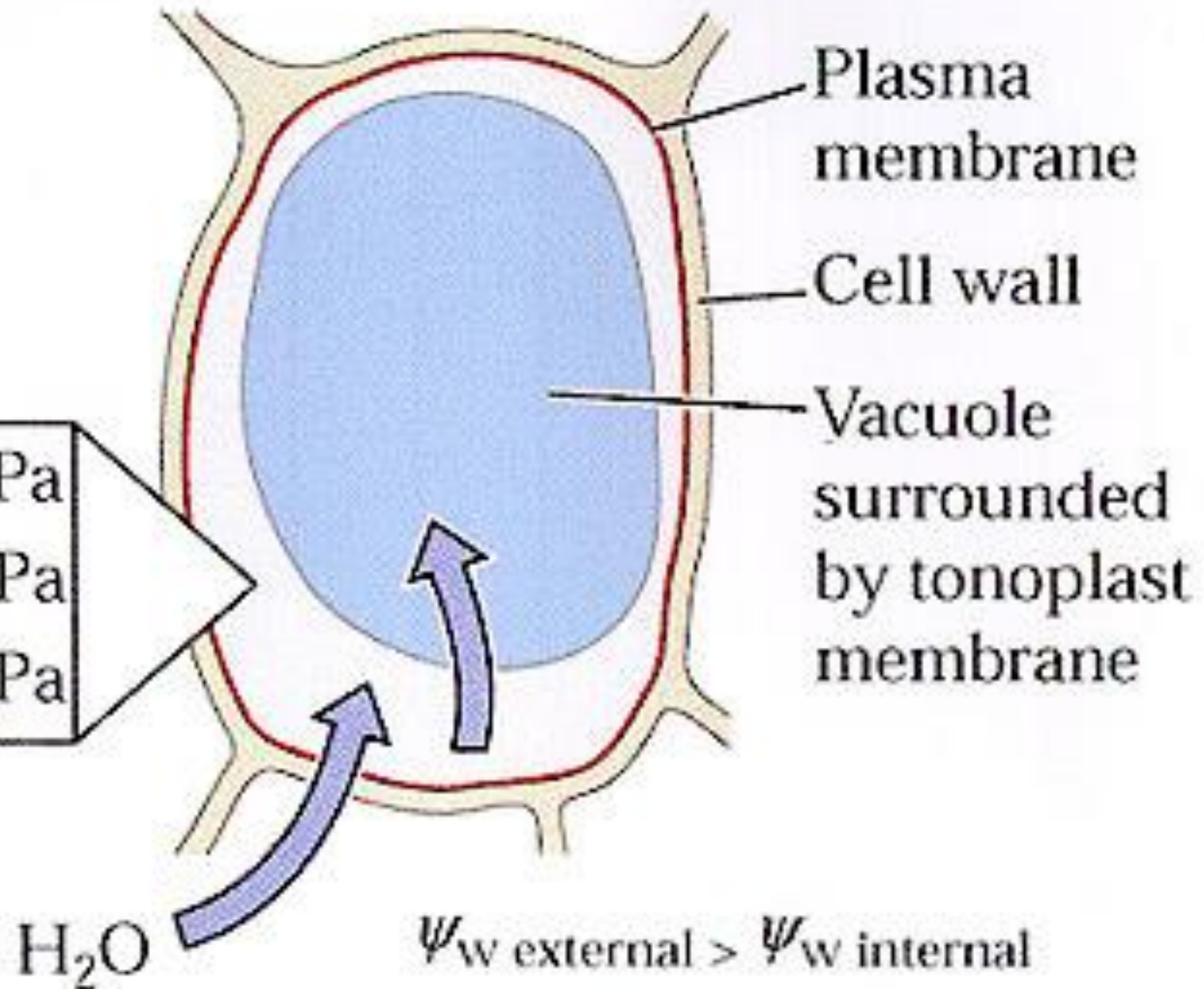
Turgid cell: $\psi_w \text{ external} = 0 \text{ MPa}$

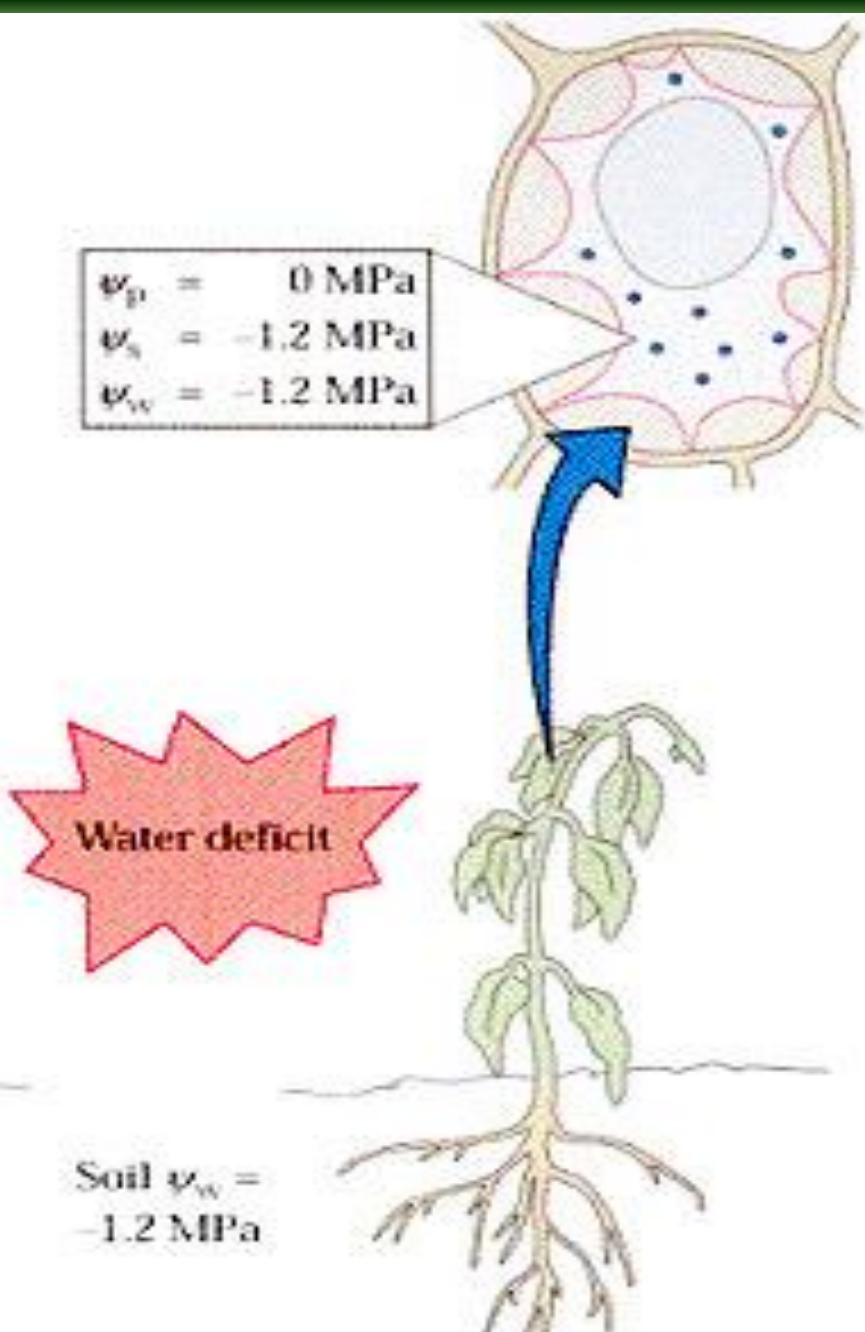
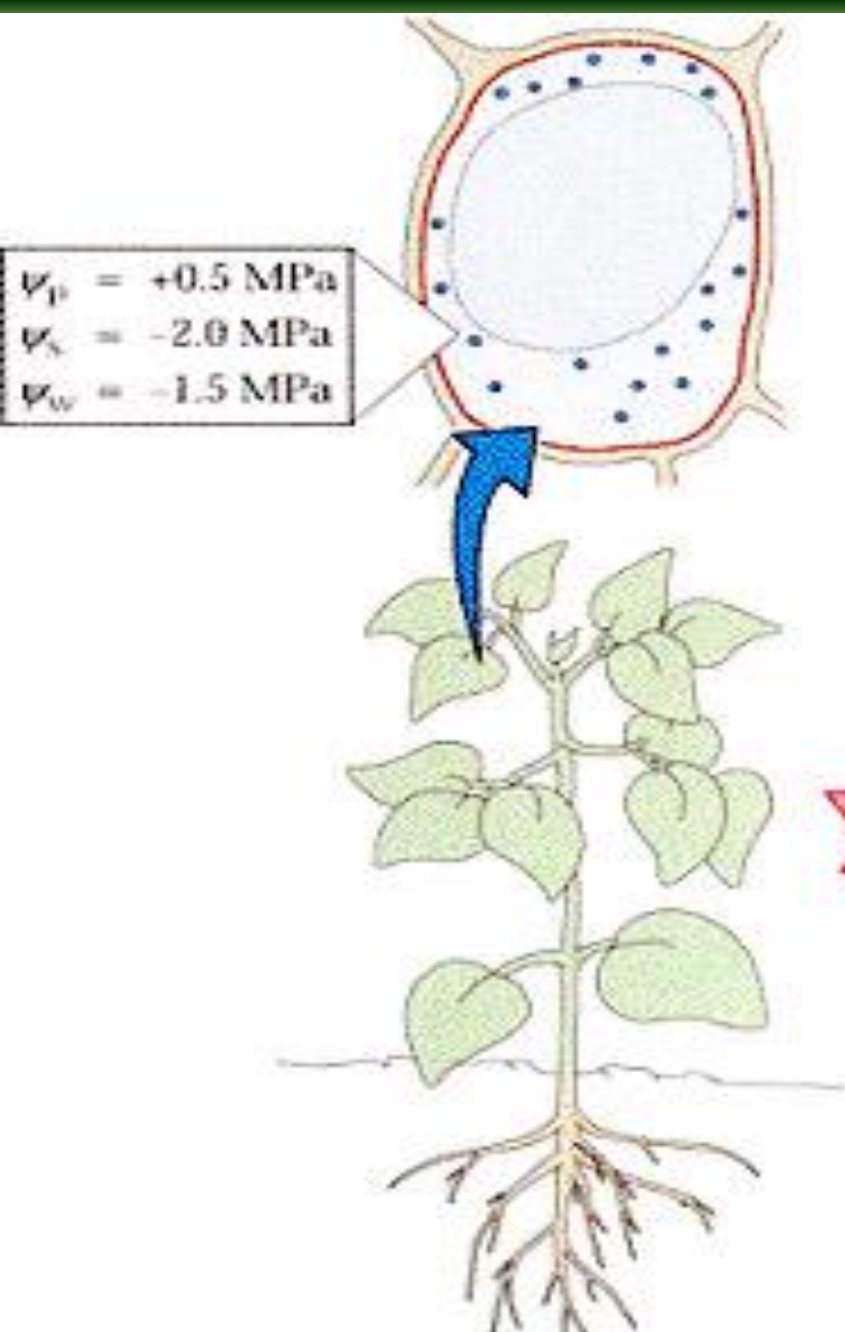
Intracellular values

$$\psi_p = +0.5 \text{ MPa}$$

$$\psi_s = -1.6 \text{ MPa}$$

$$\psi_w = -1.1 \text{ MPa}$$





bilanciamento osmotico

mancanza di bilanciamento

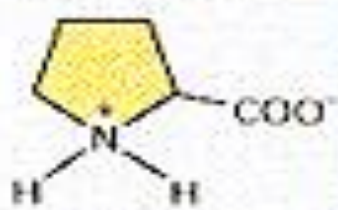
**L'AGGIUSTAMENTO OSMOTICO SI HA QUANDO
LE CONCENTRAZIONI DEI SOLUTI NELLA
CELLULA AUMENTANO PER MANTENERE UNA
PRESSIONE DI TURGORE POSITIVA
ALL'INTERNO DELLA CELLULA. LA CELLULA
ACCUMULA ATTIVAMENTE SOLUTI CAUSANDO
UNA CADUTA DEL POTENZIALE DEI SOLUTI (Ψ_s)
E CONSEGUENTEMENTE PROMUOVENDO IL
FLUSSO DELL'ACQUA NELLA CELLULA**

**IN MANCANZA DELL'AGGIUSTAMENTO OSMOTICO I
SOLUTI SONO CONCENTRATI PASSIVAMENTE MA IL
TURGORE SI PERDE**

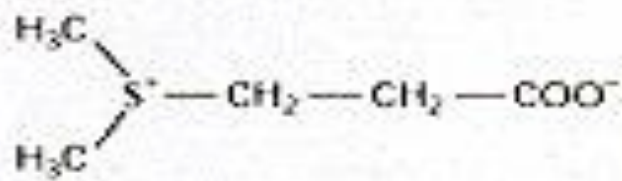
SOLUTI CHE CONTRIBUISCONO AGLI AGGIUSTAMENTI OSMOTICI

**I SOLUTI COMPATIBILI SONO UN PICCOLO
GRUPPO DI COMPOSTI ORGANICI
CHIMICAMENTE DIVERSI CHE SONO
ALTAMENTE SOLUBILI E NON
INTERFERISCONO COL METABOLISMO
CELLULARE**

**ES.: PROLINA, DIMETILSULFONIOPROPIONATO,
PROLINA BETAINA, COLINA-O-SOLFATO, PINITOLO E
MANNITOLO**

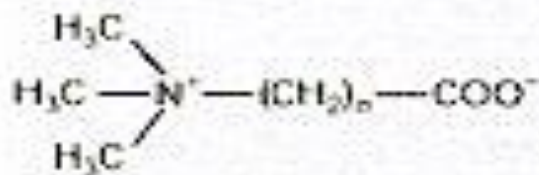


Proline

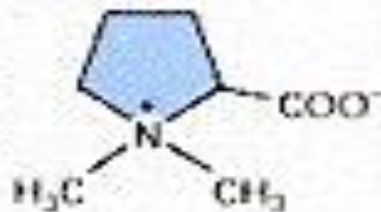


Dimethylsulfoniopropionate

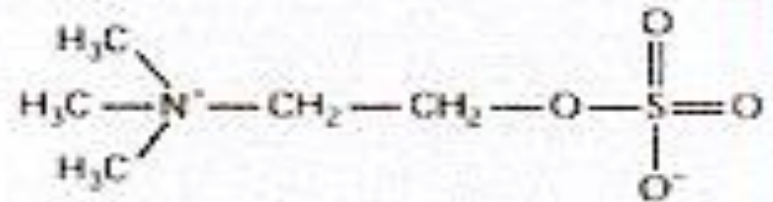
Quaternary ammonium compounds:



$n = 1$, Glycine betaine
 $n = 2$, β -Alanine betaine

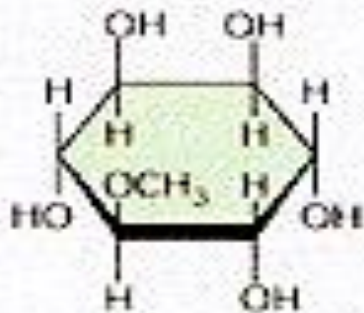


Proline betaine

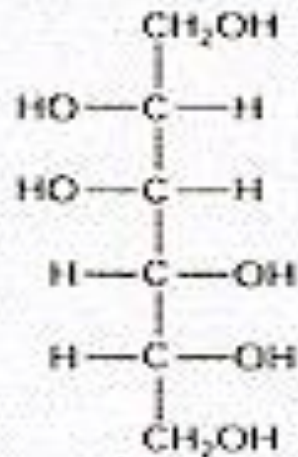


Choline-O-sulfate

Polyhydric alcohols:



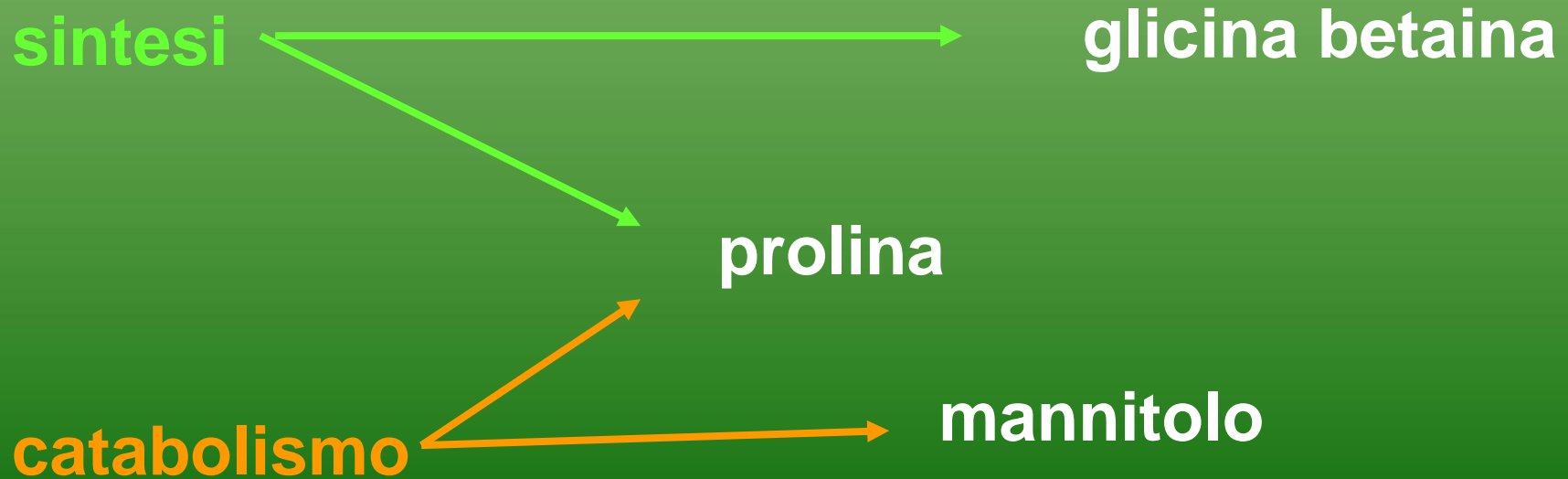
D-xylose



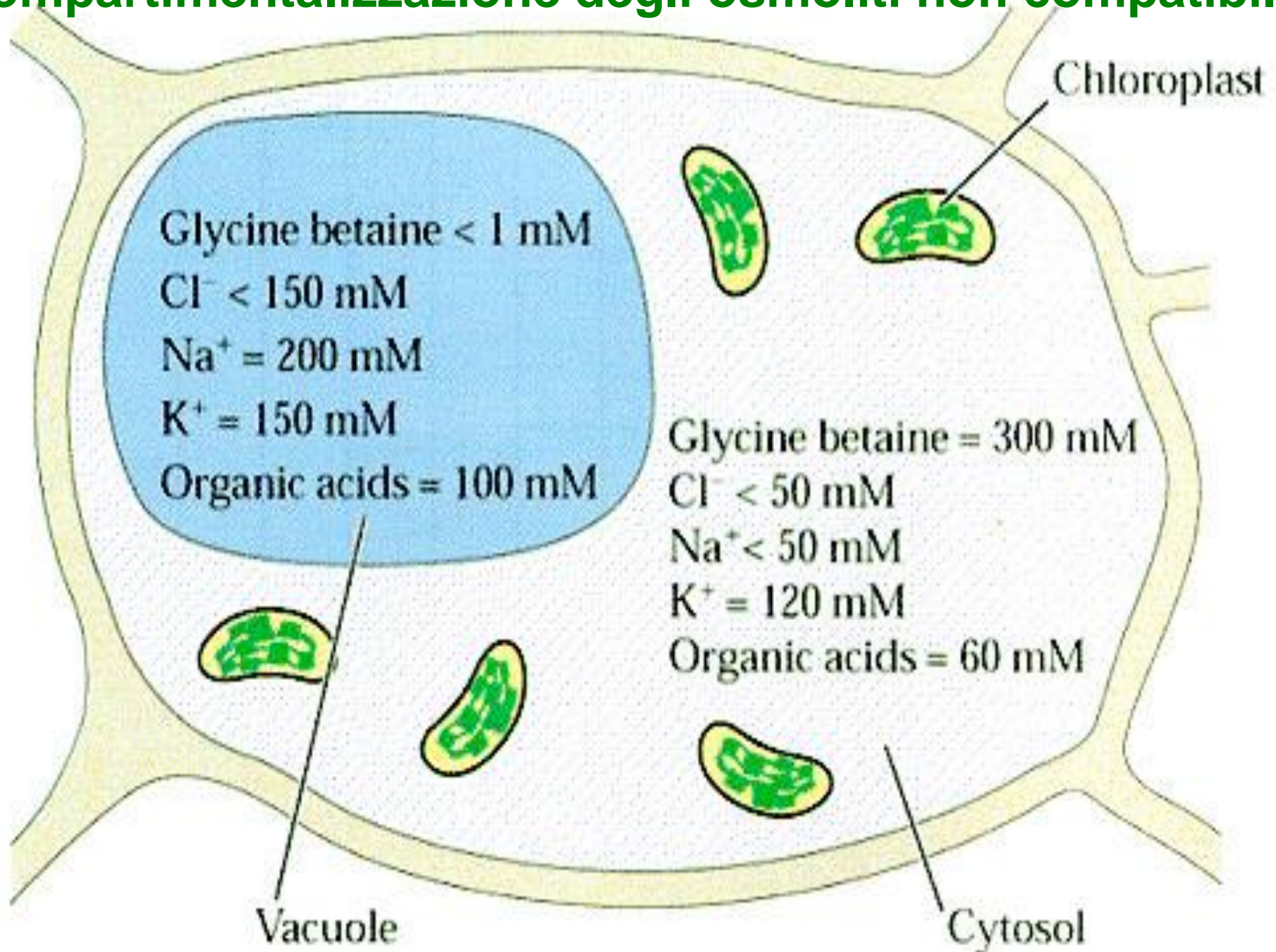
D-mannitol

principali osmoliti

Regolazione osmoliti



compartimentalizzazione degli osmoliti non compatibili



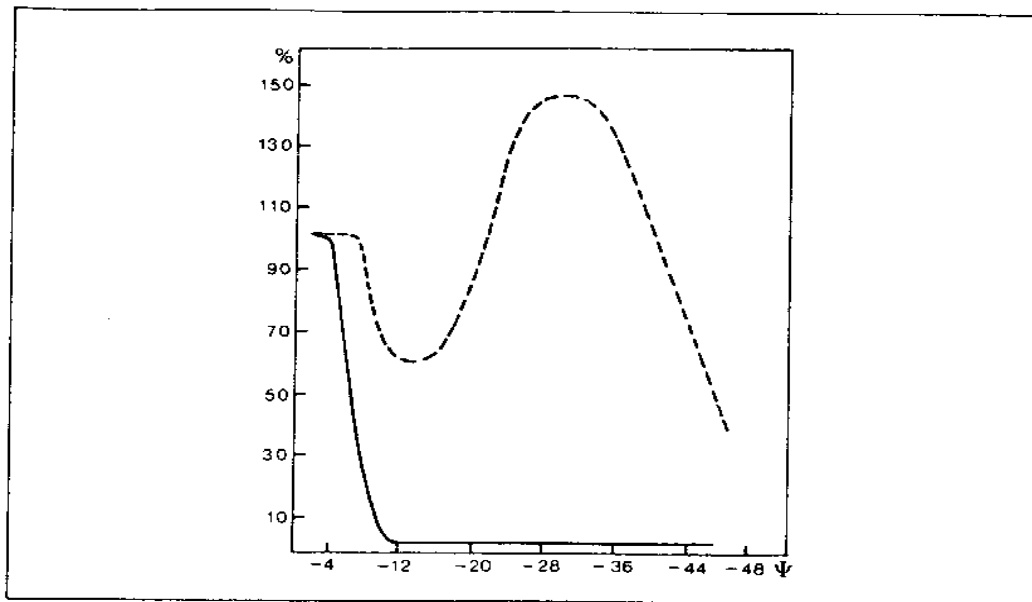


Fig. 72. Effetto dello stress idrico su fotosintesi (linea continua) e respirazione (linea tratteggiata) in piantine di pino.

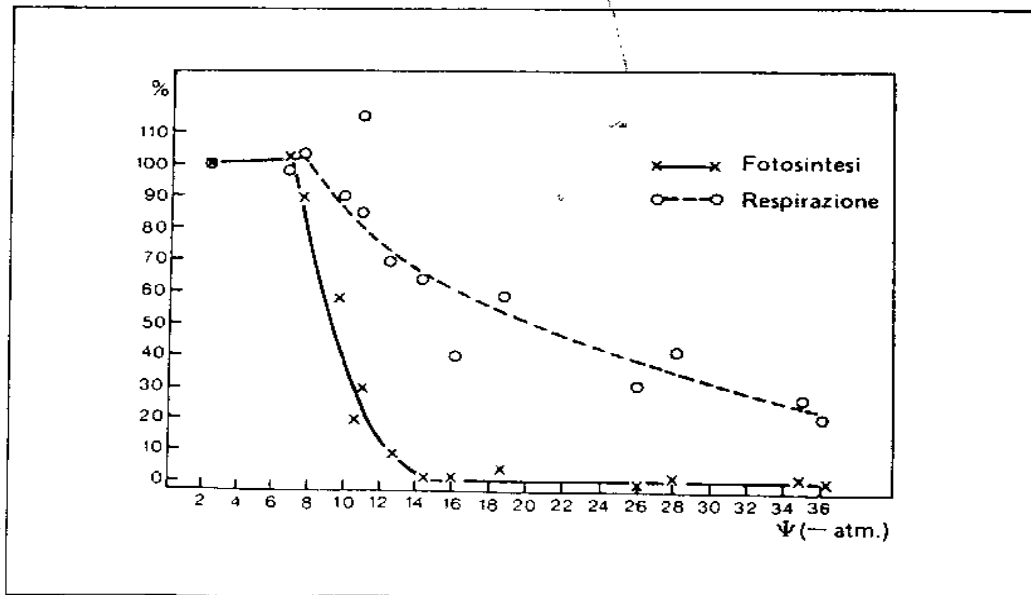


Fig. 72 bis. Effetto dello stress idrico su fotosintesi (linea continua) e respirazione (linea tratteggiata) in pomodoro.

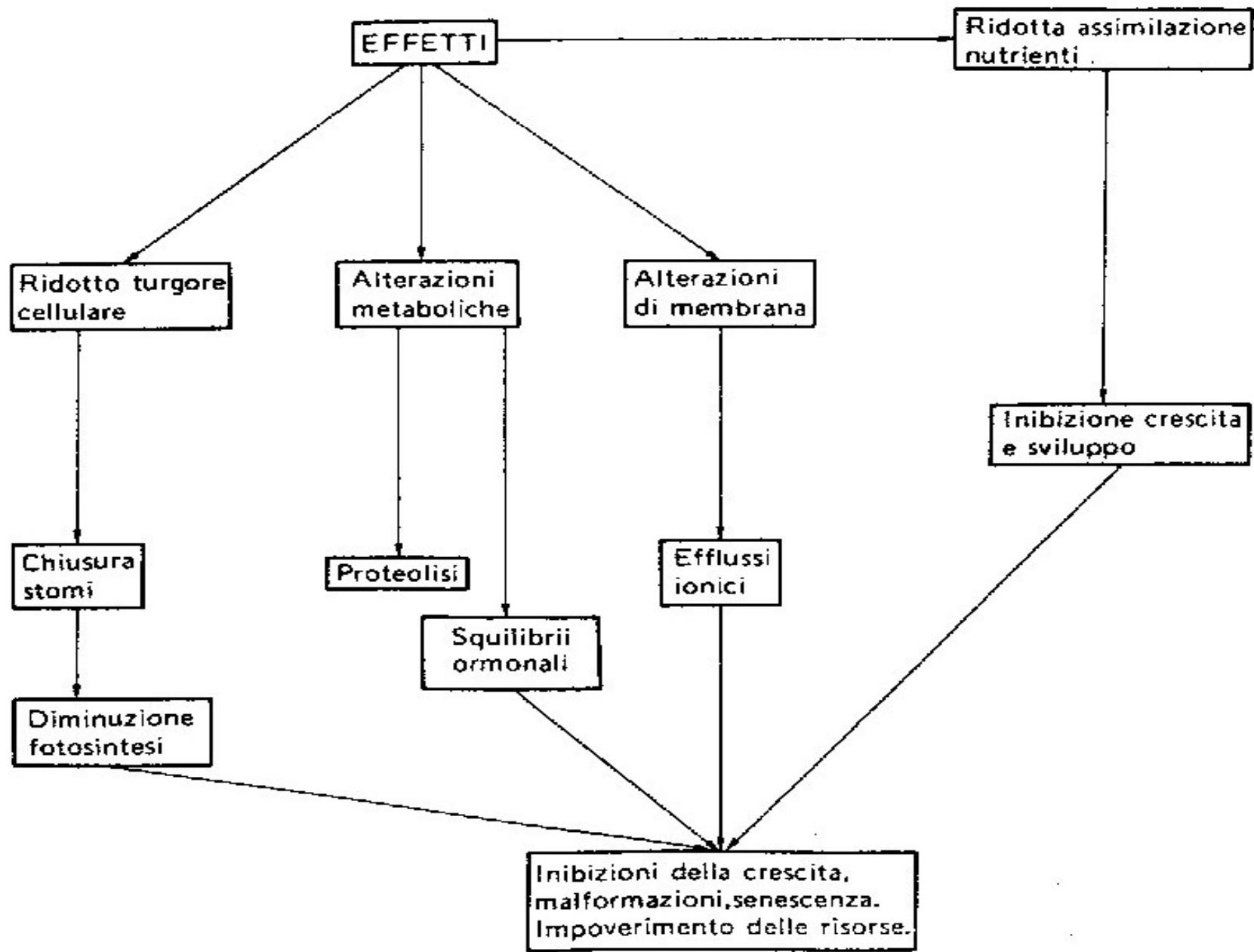


Figura 70. Alterazioni funzionali indotte dallo stress idrico.

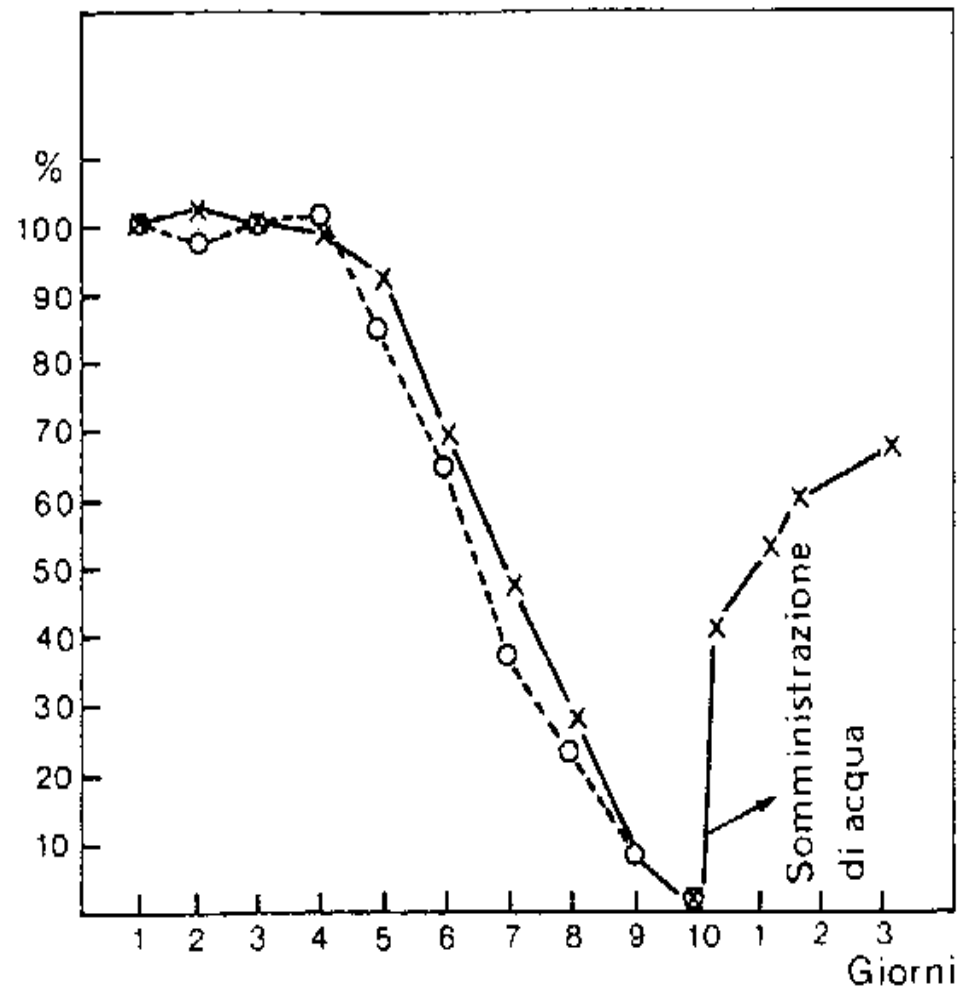


Figura 71. Effetto del grado di apertura stomatica, indicato dall'andamento della traspirazione (linea tratteggiata), sulla fotosintesi (linea continua) in pomodoro. Da Brix H. (1962), *Physiologia Plantarum*, 15: 10.

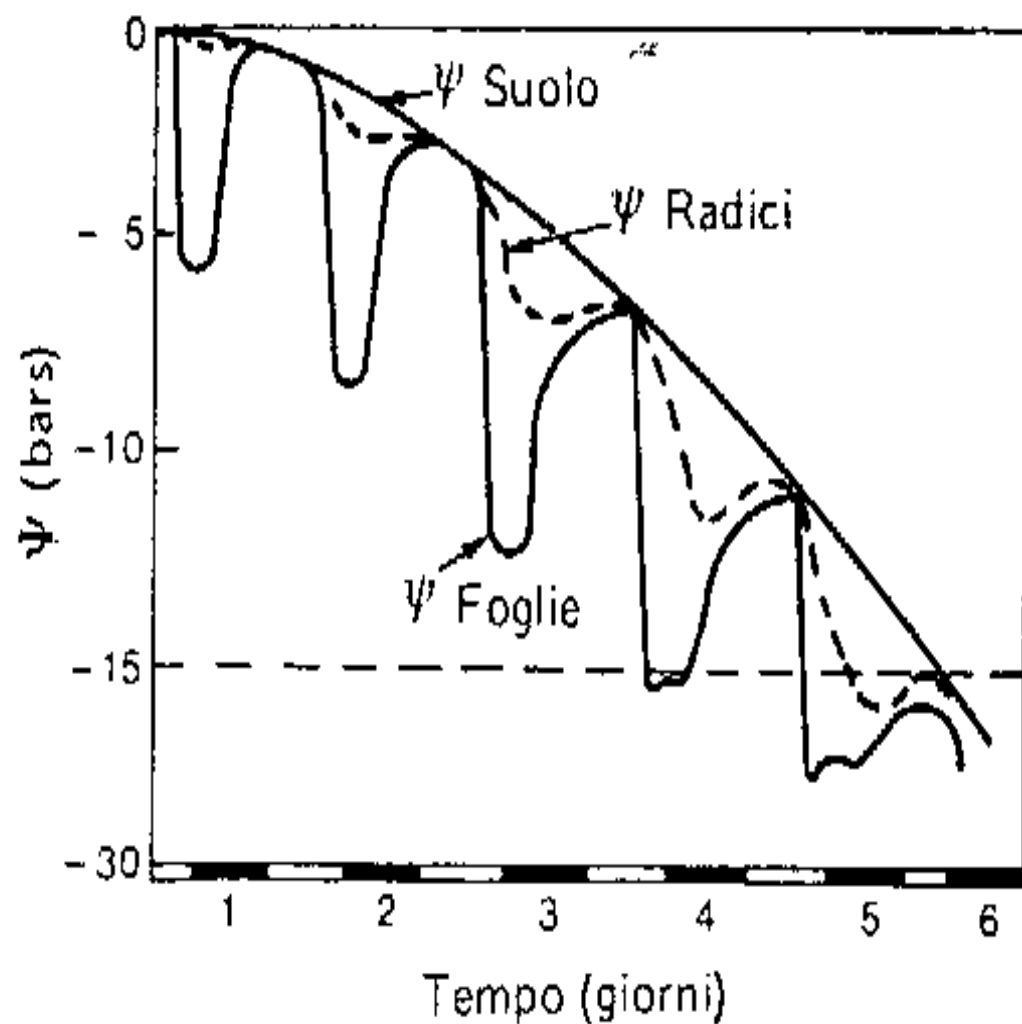


Figura 75. Schema delle variazioni diurne e notturne (chiaro e scuro in ascissa) del potenziale idrico di foglie e radici col variare del potenziale idrico del terreno da 0 a -15 bars. Da Slatyer

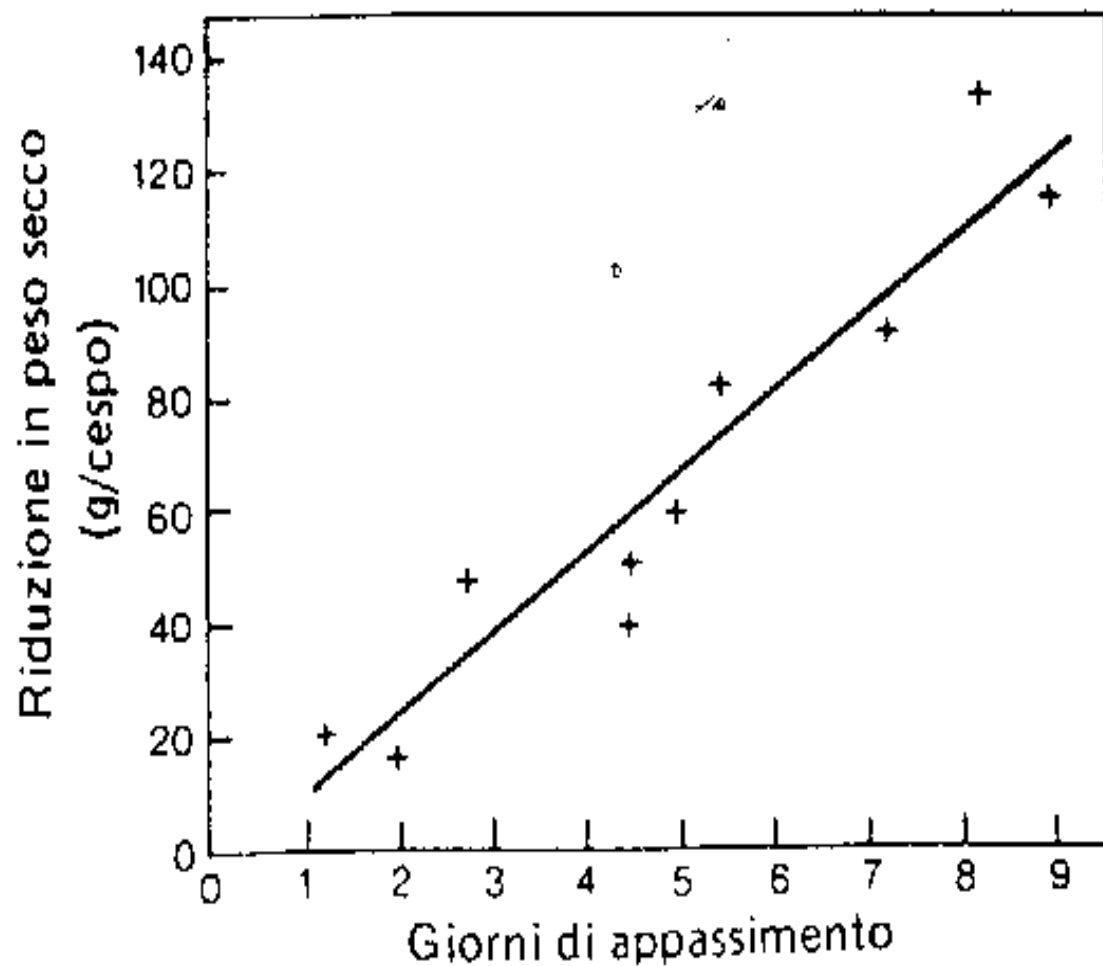


Figura 76. Riduzione del peso secco di piante di mais col variare del numero dei giorni di appassimento ed umidità del terreno sotto il punto di avvizzimento. Da Denmead O.T. e Shaw R.H. (1962).