

# MALATTIE DA CARENZE ED ECCESSI MINERALI



A cura del  
prof. Michele Iannizzotto

## MALATTIE DA CARENZE ED ECCESSI MINERALI

- E' ormai confermato che alcuni elementi nutritivi contenuti nelle ceneri, come fosforo (P), potassio (K), magnesio (Mg), calcio (Ca), zolfo (S) e ferro (Fe), insieme all'azoto (N) che, formando composti termolabili non è reperibile nelle ceneri, sono elementi assolutamente necessari ed indispensabili alla nutrizione dei vegetali.
- In un secondo momento sono entrati a far parte del gruppo alcuni elementi che si trovano nei tessuti vegetali, quindi nelle ceneri, solo in quantità molto piccole, come boro (B), manganese (Mn), rame (Cu), zinco (Zn), e molibdeno (Mo).
- Tutti gli elementi sopra citati sono forniti alle piante dal terreno e dai fertilizzanti.
- Considerando anche i tre elementi, (O) ossigeno, (H) idrogeno e (C) carbonio, necessari alle sintesi organiche, che le piante assorbono dall'aria e dall'acqua, gli elementi nutritivi indispensabili per la nutrizione vegetale risultano essere in numero di 15 come di seguito elencato:
  - **7 metalloidi: H, O, C, N, P, S, B.**
  - **8 metalli: K, Mg, Ca, Fe, Mn, Cu, Zn, Mo.**

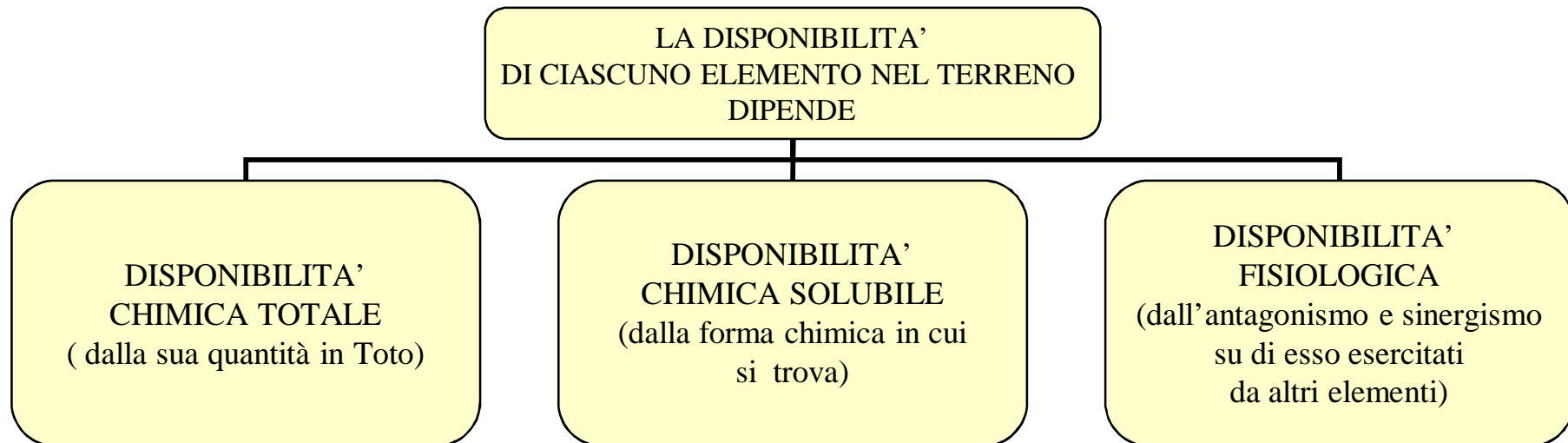
- Di questi quindici elementi, nove sono richiesti dalla pianta in notevole quantità e sono detti “**macroelementi**” (**H, O, C, N, P, K, Mg, Ca, S**), mentre gli altri vengono richiesti in modica quantità e sono detti “**microelementi**” (Fe, B, Mn, Cu, Zn, Mo).
- Di queste sostanze le piante hanno una necessità minima o molto piccola.
- I microelementi sono tuttavia ugualmente importanti come i macroelementi.
- I più importanti sono:
  - Ferro (Fe)
  - Rame (Cu)
  - Manganese (Mn)
  - Zinco (Zn)
  - Boro (B)
  - Molibdeno (Mo)
- Il **ferro** è il più importante tra i microelementi. Esso entra nella costituzione di vari enzimi e regola numerosi processi biochimici come la sintesi della clorofilla, la fotosintesi, la respirazione cellulare.
- Il **boro** favorisce lo sviluppo meristematico, il **molibdeno** favorisce l'assimilazione dell'azoto, il **manganese** la sintesi della clorofilla e la fotosintesi clorofilliana, lo **zinco** la sintesi di aminoacidi e delle auxine ed il **rame** favorisce la sintesi proteica.
- L'apporto di questi microelementi normalmente avviene con dei composti chelati, ma vanno molto bene anche i relativi sali.
- I microelementi sono più importanti per le colture in serra ed in fuori suolo rispetto alle coltivazioni in pieno campo.

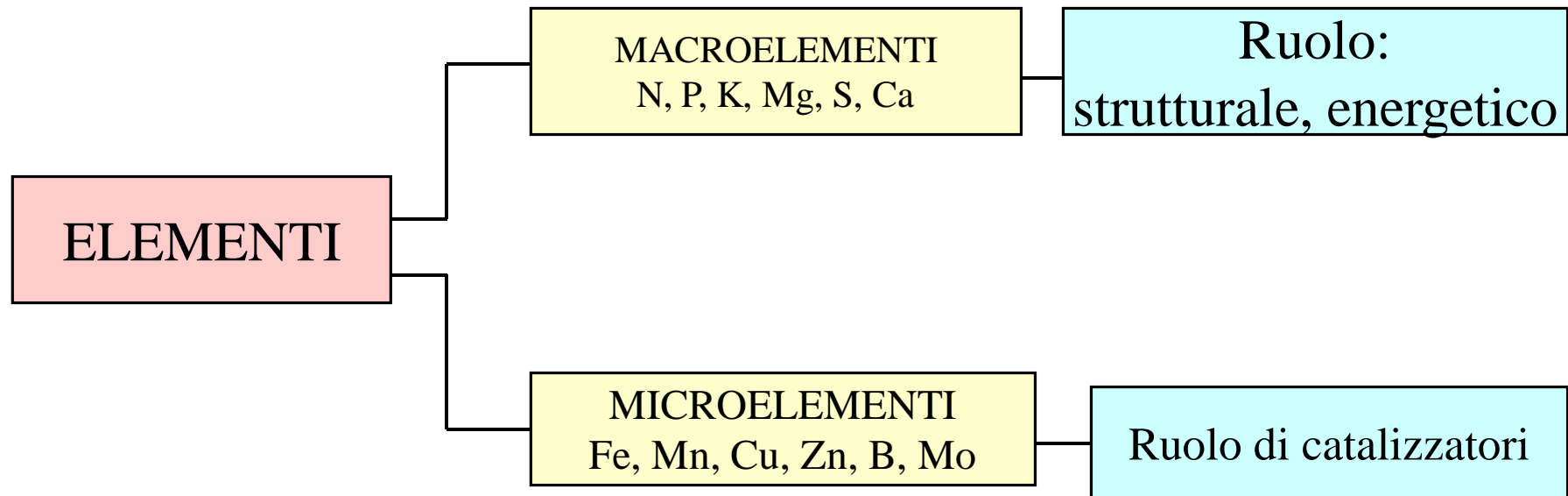
## MALATTIE DA CARENZE ED ECCESSI MINERALI

La disponibilità nel terreno di ciascun elemento dipende:

- Disponibilità chimica totale : quantità in toto
- Disponibilità chimica solubile : dalla forma in cui si trova
- Disponibilità fisiologica: antagonismo e sinergismo su di esso esercitati da altri elementi

## DISPONIBILITA' NEL TERRENO DI CIASCUN ELEMENTO





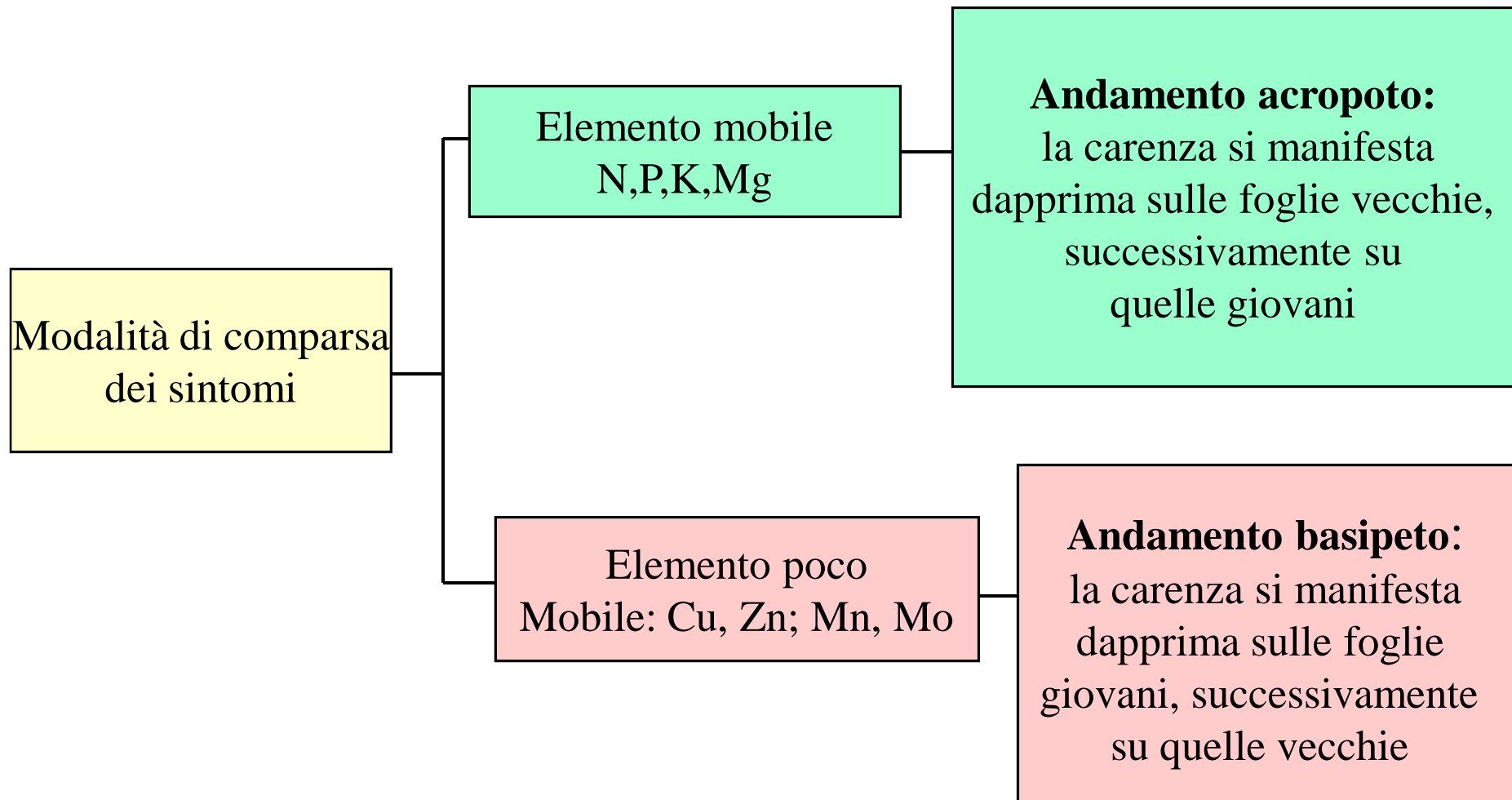


# DIAGNOSI DELLE ANOMALIE DA SQUILIBRI NUTRIZIONALI

Diagnosi =  
indagini

- Rilevamento dei sintomi
- Analisi chimico- fisiche del terreno
- Analisi chimica dei tessuti della pianta (es. foglie)
- Somministrazione degli elementi ritenuti carenti
- Utilizzazione di piante spia

# MODALITA' DI COMPARSA DEI SINTOMI



## AZOTO

Assorbimento dell'azoto  
sotto forma:

- Nitrica: ione nitrato  $\text{NO}_3^-$
- Ammoniacale: ione ammonio  $\text{NH}_4^+$

L'azoto entra in composti fondamentali quali aminoacidi, proteine, acidi nucleici.

E' molto mobile e facilmente traslocabile anche dalle foglie più vecchie verso gli organi giovani.

## Carenza di azoto

- La carenza di azoto, inibendo la divisione cellulare, provoca;
- nanismo di tipo ipoplastico;
- scarso sviluppo di tessuti parenchimatici e senescenza precoce.
- clorosi e necrosi graduale delle foglie a partire da quelle più vecchie;
- cascole di fiori e frutticini;
- formazione di frutti apireni e poco succosi;
- Questa carenza si riscontra di solito sulle principali piante da frutto (melo, pero, pesco, ciliegio), nonché su vite, pomodoro, talune orticole, cereali; è sostanzialmente caratterizzata da diffusa colorazione verde-pallido della lamina fogliare

## Eccesso di azoto

### Eccesso di azoto

- L'eccesso di azoto provoca per contro fenomeni di gigantismo e lussureggiamento, spesso a scapito dei fenomeni riproduttivi, e la formazione di tessuti teneri, prevalentemente parenchimatici (parete cellulari poco ispessite), in genere poco resistenti agli stress ambientali ed agli attacchi parassitari, e di frutti poco serbevoli e poco gustosi.
- La pianta è più suscettibile verso gli attacchi dei parassiti (es. **peronospora della patata, ruggine dei cereali**) ed al gelo;
- Le graminacee subiscono facilmente **l'allettamento** come conseguenza della riduzione dei tessuti di sostegno

# INTERVENTI

- **Interventi**

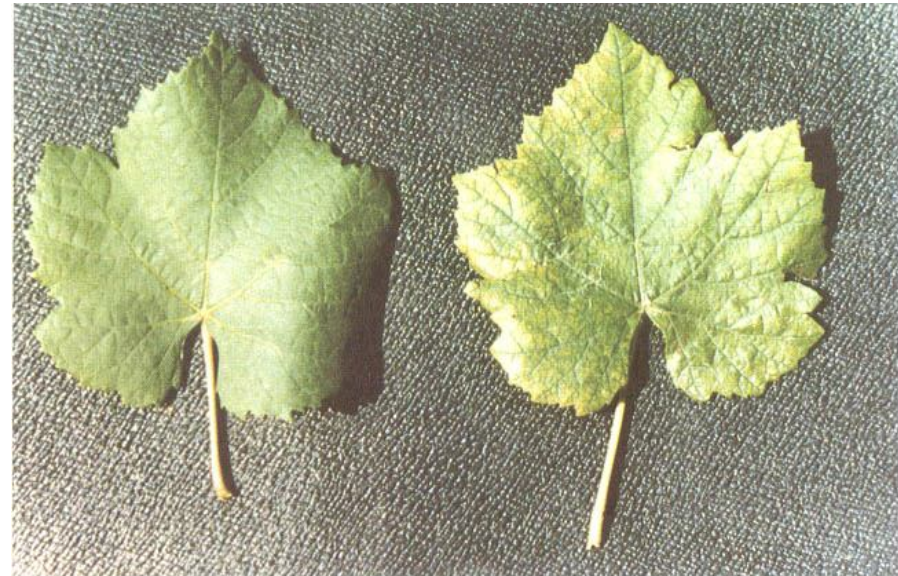
I danni derivanti da questa carenza non sono quasi mai rilevanti, anche perché è possibile ottenere la scomparsa sollecita dei sintomi ricorrendo ad interventi al terreno con fertilizzanti azotati, oppure a concimazioni fogliari a base di urea 0,5%, o a concimi idrosolubili ricchi di azoto.



Carenza di azoto in un vigneto:  
le foglie sono di colore verde pallido ed ingialliscono precocemente, soprattutto quelle basali.  
I grappoli sono pochi, piccoli, spargoli e accumulano poco zucchero, pochi acidi, polifenoli e aromi.

# Sintomi di carenza di azoto

Sintomi di carenza di azoto su foglia di vite:  
diffusa colorazione  
verde – pallido della  
lamina fogliare



## FOSFORO

Il fosforo viene assorbito dalle piante come:

- Fosfato monovalente =  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$
- Fosfato bivalente =  $\text{HPO}_4^{--}$

Il fosforo è contenuto nelle piante in ragione dello 0,1-0,5%; è un costituente degli acidi nucleici (DNA, RNA) e delle molecole accumulatrici di energia chimica (ATP, ecc.). Il fosforo è indispensabile per il metabolismo cellulare e produttivo.

# Carenza di P

Phosphorus deficinzy

La sua carenza non è avvertita di frequente in pratica, sia per l'abbondanza di concimi fosfatici solitamente apportati al terreno, sia perché non è di facile individuazione, avendo dei sintomi che in buona parte sono simili a quelli causati dalla deficienza di azoto e di potassio.

# Eccesso di P

La diluizione dei fosforo nella soluzione circolante del terreno, in genere molto spinta, non consente il manifestarsi di danni diretti, ma può determinare decrementi dell'assorbimento di altri elementi, **come azoto, boro, ferro, rame,** e ridurre l'attività delle micorrize diretta all'assorbimento del fosforo stesso.

## Sintomi generali

- **Sintomi generali**
- le piante si sviluppano poco, con prevalenza di tessuti parenchimatici su quelli di sostegno;
- le foglie, disposte ad angolo più acuto del normale lungo il fusto, presentano colore verde-bluastro, talvolta bronzeo, o macchie color porpora.
- La fioritura, la fruttificazione e la maturazione vengono ritardate

## Sintomi specifici

- Le specie vegetali più interessate a questa carenza sono il tabacco, la bietola, il mais e le piante da frutto.
- **Sul tabacco** si riscontra una riduzione di sviluppo e una colorazione delle foglie più alte più scura del normale, mentre quelle basse prendono una tinta verde bruna.
- **Sul pomodoro** si hanno sviluppo stentato, nonché foglie piccole, di colore verde pallido, colorazione che si avverte pure sulla bietola e diviene addirittura una clorosi sulle piante da frutto, ove prelude ad una anticipata filloptosi.

## INTERVENTI

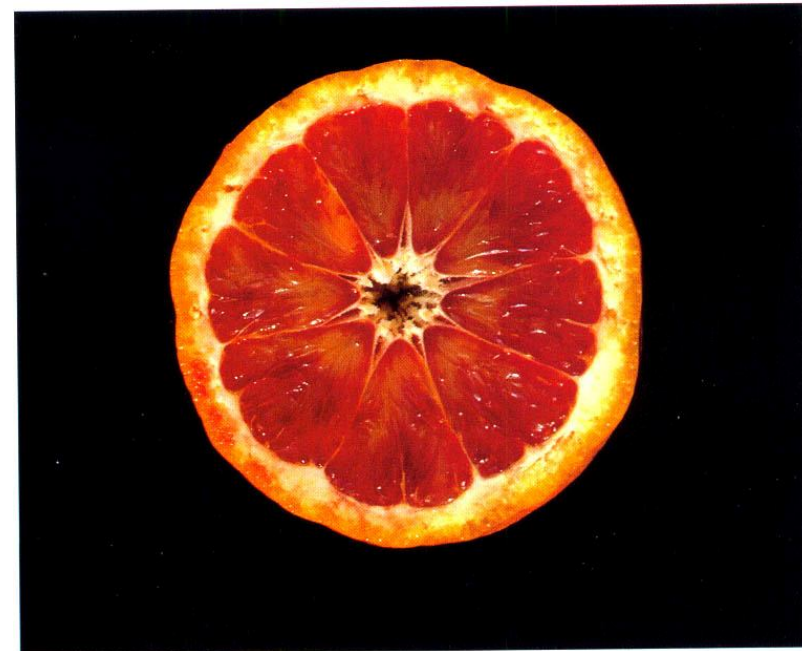
**Comunque, di regola non si praticano interventi «sul verde» nei confronti della fosforo-carezza.**

Caratteristiche  
macchie e colore  
bronzeo di vecchie  
foglie di limone  
affetto da carenza di  
fosforo



# Sintomi di carenza di fosforo

Arancia Sanguinello  
con colonna  
carpellare aperta,  
da pianta carente  
di fosforo



# POTASSIO

Il potassio viene  
assorbito come ione  $K^+$

Questa carenza è frequente sui fruttiferi (pomacee e drupacee) ove il potassio (come su ogni altra coltura) svolge un ruolo di primaria importanza, essendo indispensabile per l'elaborazione degli idrati di carbonio (amido e zuccheri). Nel contempo favorisce la buona lignificazione dei rami e la formazione delle gemme a fiore, nonché la maturazione, la colorazione e conservabilità dei frutti. Aumenta, altresì, la resistenza delle piante alle malattie ed ai freddi precoci e tardivi.

# Sintomi di K - carenza

**I sintomi di K-carenza** compaiono più spesso su piante adulte e su foglie vecchie.

La carenza di questo elemento provoca:

- sviluppo stentato delle piante colpite (cioè scarsa vegetazione);
- colorazione verde bluastra e clorosi internervale delle foglie, che risultano rivolte verso l'alto ed hanno i bordi arrotolati a forma di sigaro;
- una produzione di pezzatura inferiore alla norma, scarsamente pigmentata e poco sapida;
- sviluppo di tessuti di sostegno poco resistenti che, ad es. nei cereali, favoriscono la comparsa di caratteristiche **ginocchiature**.



Peculiari arrotolamenti in piante di limone

# CARENZA DI K : INTERVENTI

Tra gli interventi da praticare nei frutteti e nei vigneti nei confronti di questa carenza risulta necessaria in primo luogo una razionale concimazione chimica annuale, la quale, stante la lenta traslocazione nel terreno del potassio, va effettuata in autunno, dopo la raccolta dei frutti o dopo la vendemmia. Ciò per facilitarne la penetrazione in profondità e portarlo a contatto con le radici assorbenti prima che si abbia la ripresa vegetativa; alla comparsa dei primi sintomi sulla vegetazione si dovranno inoltre praticare ripetute irrorazioni fogliari con solfato potassico 1 %, oppure con nitrato potassico 0,4 %, addizionando questi sali ai trattamenti antiparassitari stagionali.



Arrotolamenti in piante di mandarino

## MAGNESIO

### Importanza nei vegetali

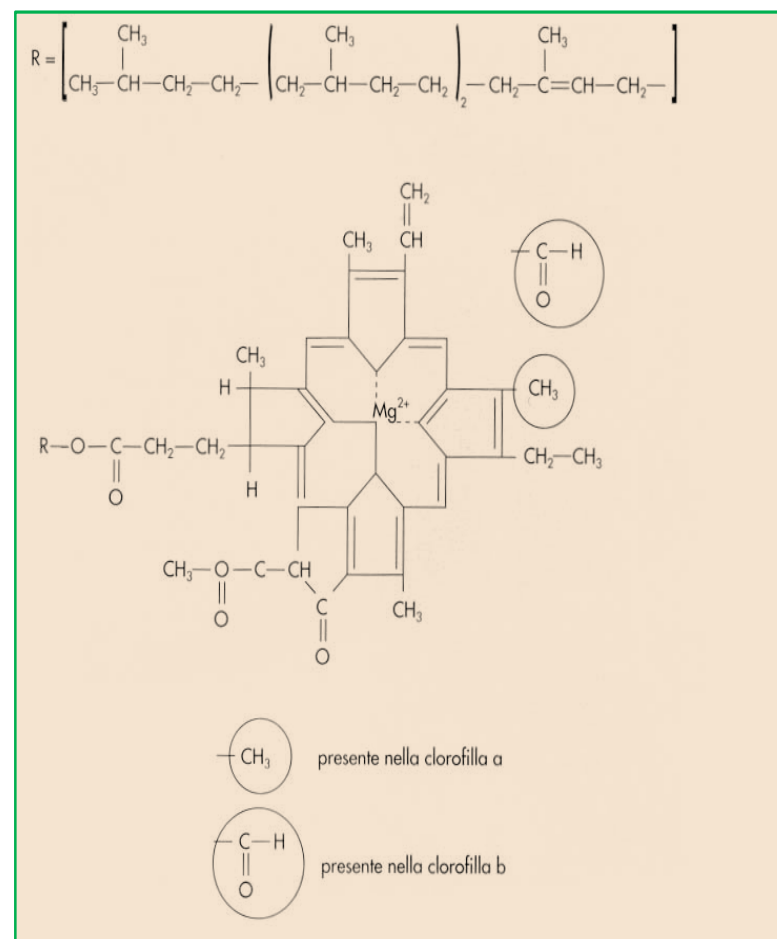
Il magnesio ha una importanza fondamentale nella fisiologia vegetale in quanto è un componente stabile ed insostituibile della molecola della clorofilla ed è posto al centro di essa.

### Funzioni:

- partecipa alla formazione di vari pigmenti (xantofilla ed altri ancora);
- subentra nella composizione della fitina, la proteina a cui è demandata la funzione di riserva nei semi per consentire le prime fasi di vita delle piantine;
- interviene nei processi di sintesi delle proteine;
- facilita l'assorbimento del fosforo e il suo trasferimento dalle radici agli apici vegetativi, ai frutti e ai semi;
- interviene come catalizzatore nella sintesi dei grassi e sul loro accumulo negli organi di riserva.

Le asportazioni di magnesio per le principali colture in inedia oscillano da 20 agli 80 kg/ha/anno.

Il magnesio è assorbito come ione bivalente  $Mg^{++}$



## *Carenza di magnesio = Magnesium deficiency*

Se si escludono i terreni calcarei, dove la carenza è causata da un elevato rapporto Ca/Mg, in molti casi essa è addebitabile all'impiego sempre più raro della concimazione organica, oltre che ad un irrazionale uso della pratica irrigua, responsabile della lisciviazione dell'elemento. Inoltre, spesso le carenze sono imputabile ad un eccesso di k, che è antagonista del Mg, dovuto ad concimazione errate.



Tipici sintomi di Mg carenza  
su foglie di vite

## ***SINTOMI GENERALI***

- I sintomi di carenza sono specifici da pianta a pianta a secondo della specie. Data la elevata mobilità del magnesio all'interno della pianta, la carenza appare in generale prima sulle foglie più vecchie con ingiallimenti o clorosi internervali, che solo in casi di carenza più grave necrotizzano. In condizioni di magnesio-carenza il pigmento clorofilliano si disgrega o non si forma e quindi non avviene più l'ottimale fotosintesi clorofilliana contraendo la capacità produttiva.

## ***SINTOMI SPECIFICI***

- **Vite:** la sintomatologia più evidente è una clorosi internervale nelle foglie alla base del tralcio accompagnata da un arrossamento antocianico. Nella vite la Mg - carenza si manifesta anche con il disseccamento del rachide con perdita del prodotto.  
**Melo:** la clorosi è, generalmente, accompagnata da un arrossamento delle foglie.
- **Olivo:** la decolorazione della lamina fogliare procede dall'apice verso il picciolo, presentando la parte superiore con un verde tenue e quella inferiore di colore più scuro.
- **Agrumi:** i primi sintomi della carenza si evidenziano in estate sulle foglie del precedente autunno, con macchie di un tenue colore giallo, localizzate in prossimità della nervatura principale. Verso l'autunno la macchie assumono una tonalità più decisa e tendono a confluire tra loro interessando così tutta la lamina fogliare, ad eccezione di un' area a mo' di triangolo con la base rivolta verso la zona prossimale, che resta di colore verde.

# Interventi di carenza di Mg

- Solfato di magnesio, che viene per lo più usato per somministrazioni al terreno alle dosi di Kg 0,5 -2 per pianta;
- Nitrato di magnesio, che può essere impiegato per irrorazione fogliare all'1%, nella tarda primavera e/o in autunno, quando le foglie della nuova vegetazione hanno raggiunto la massima espansione.

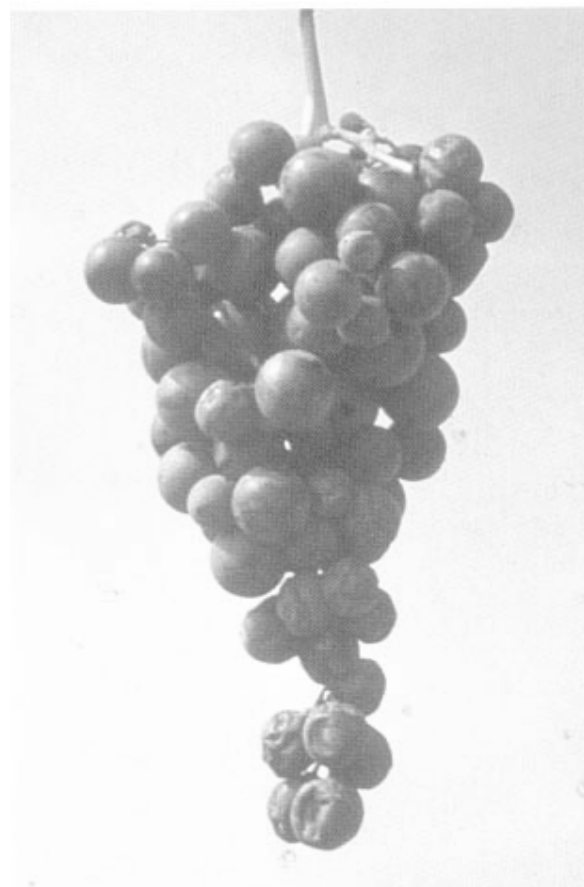


Sintomi di Mg – carente su foglie di limone

## Disseccamento del rachide su vite: interventi

Comunque, ai fini terapeutici, contro la carenza di magnesio in generale e il disseccamento del rachide in particolare si può raccomandare un razionale impiego, in viticoltura, dei concimi potassio, nonché la somministrazione di 2-3 trattamenti al momento dell'invasatura con solfato di magnesio (2,5 -5 %), rivolti particolarmente ai grappoli e distanziati di una settimana l'uno dall'altro.

- Una fisiopatia che verso l'epoca della maturazione si manifesta soprattutto sulla parte terminale e sulle ali del grappolo. Gli acini portati su tali parti si afflosciano senza cambiare di colore e rimangono meno zuccherini, nonché più acidi, perché situati su zone disseccate del rachide, che impediscono la circolazione della linfa e che progressivamente si estendono, oppure si distaccano, facendo così perdere buona parte del raccolto. Le cause di questa fisiopatia possono essere molteplici, tra cui l'eccesso di potassio a disposizione della pianta che può rallentare l'assorbimento del magnesio e del calcio;



Disseccamento del rachide

# Carenza di magnesio su vite

- Clorosi marginale delle foglie che si estende alle zone tra le nervature



- Le foglie sono gli organi della pianta che contengono la maggior quantità di ferro, e nei cloroplasti si ha la concentrazione più elevata.
- I sintomi della clorosi ferrica si manifestano con ingiallimenti internervali prima delle foglie più giovani poi anche delle sottostanti.
- Gli apporti di “Ferro” sono eseguiti principalmente con formulati che contengono il ferro in forma chelata (EDTA-DTPA-EDDHA).

## Importanza del Ferro nei vegetali

## Il ferro è assorbito come ione $\text{Fe}^{++}$

- Fondamentale per il processo di biosintesi della clorofilla, anche se non entra a far parte di tale molecola.
- Il ferro è parte integrante di vari enzimi (catalasi, perossidasi, vari citocromi, citocromossidasi, ferridoxina e flavoproteine): questi intervengono nelle reazioni di ossidoriduzione della fotosintesi, del metabolismo dei carboidrati, della riduzione dei nitrati e dei nitriti, della respirazione.
- Si reputa importante nella sintesi proteica. Infatti il ferro partecipa alla riduzione dei nitrati per formare delle sostanze intermedie (gruppi amminici) fondamentali per la sintesi degli aminoacidi.
- Il ferro, inoltre, partecipa attivamente nel processo di fissazione biologica dell'azoto atmosferico essendo anche nel centro attivo della nitrogenasi dei noduli radicali in forma non ematica associato al molibdeno.  
L'asportazione di ferro per le varie colture è compresa fra 1 e 2 kg/ha/anno.

## SINTOMI GENERALI

- La classica sintomatologia da carenza di ferro è la clorosi internervale: le nervature, come una fine trama, rimangono verdi e contrastano fortemente con il resto della foglia che tende ad ingiallire. I sintomi di clorosi ferrica, data l'alterata mobilità del ferro nei vegetali come già ricordato, si manifestano sempre sulla nuova vegetazione, a differenza di quanto accade per la carenza di magnesio. La clorosi ferrica è bene che non venga confusa con una eventuale carenza di azoto in quanto anche tale carenza induce un progressivo ingiallimento delle foglie.

## SINTOMI SPECIFICI

### ***AGRUMI, VITE, FRUTTIFERI***

- Clorosi internervale, con nervature verdi;
- in molti casi tutta la superficie fogliare assume una colorazione bianca.
- Tali sintomi si manifestano sulla nuova vegetazione.



## TIPICA CLOROSI FOGLIARE DA FERRO – CARENZA SU ARANCIO TAROCCO

### SINTOMI

Nei casi leggeri le foglie presentano tutto il reticolo nervale di un colore verde normale, in netto contrasto con l'aspetto clorotico del parenchima.



# CLOROSI FOGLIARE DA FERRO – CARENZA SU ARANCIO

Defogliazione e  
disseccamento di  
rametti di arancio  
dolce fortemente  
carente



# CARENZA DI FERRO: INTERVENTI

## CURA

La cura della carenza di ferro viene efficacemente attuata mediante l'impiego del chelato di ferro (Fe-EDDHA), somministrato al terreno nel periodo primaverile-estivo ad es. per gli agrumi)

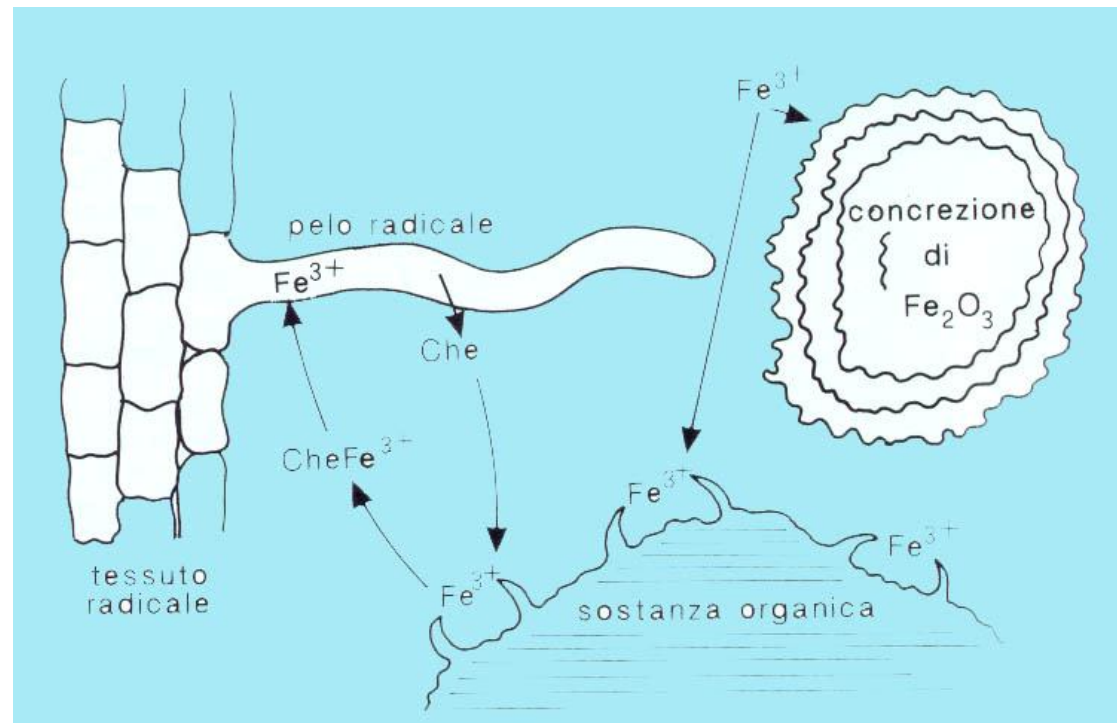
- **Aiutano a contenere la dannosa incidenza della carenza di ferro:**
- Le letamazioni, che favoriscono la rigenerazione del capillizio radicale;
- la scelta di fertilizzanti a reazione acida e comunque privi di calcio;
- La scelta oculata dei portinnesti

## Meccanismo di chelazione.

Le reazioni di chelazione avvengono ad opera dei numerosi gruppi funzionali elettro donatori che si trovano sul complesso organico (-COOH, -OH, -C=O, -NH<sub>2</sub>), gruppi capaci di formare legami di coordinazione con i metalli.

Gli apparati radicali dei fruttiferi, così come le popolazioni microbiche rizosferiche, sono poi in grado di secernere altre sostanze chelanti che, pur non essendo in grado di intaccare in tempi brevi gli ossidi di Fe insolubili, sono invece in grado di strappare i metalli alla sostanza organica, formando chelati solubili facilmente assorbiti dalle radici.

Meccanismi di chelazione tra radici e sostanza organica.  
(Da P. Sequi)



## Il boro

- Il boro ha un importante ruolo nella sintesi, trasporto e accumulo degli zuccheri, specie nel loro passaggio attraverso le membrane cellulari.
- Inoltre interviene nel processo riproduttivo, influenzando la germinazione del polline, lo sviluppo del budello pollinico e quindi la fecondazione dei fiori, l'attività meristemica degli apici dei germogli e delle radici, il controllo dell'assorbimento e mobilità del calcio, la formazione dei grassi.
- Il boro favorisce l' **azotofissazione** nelle leguminose, risultando così molto importante per queste colture, in specie soia, fagiolo, medica, ecc.
- Il boro è assorbito dalle piante come acido borico e, una volta all'interno, si muove con discreta facilità per raggiungere i vari organi.
- Il fabbisogno totale delle colture è compreso fra 80 e 200 g di boro per ha per anno.



Gravi sintomi su limone  
da eccesso di boro

## BORO-CARENZA SULLA VITE

- La sintomatologia sulla vite è caratterizzata da fasciazione (od appiattimento) dei tralci erbacei, biforcazione (o forcelle) degli stessi, andamento a zig-zag, accorciamento degli internodi e sviluppo più ridotto dei ceppi colpiti.
- Oltre a ciò si può verificare la necrosi dell'estremità dei tralci, nonché scarsa produzione in seguito a fenomeni di colatura e di impallinamento correlati al ruolo del boro sulla fecondazione dei fiori.
- Tali caratteristiche (ma non quelle delle foglie) sono simili alle manifestazioni indotte sulla vite dalla **virosi denominata degenerazione infettiva** (per cui ciò può portare a diagnosi errate), ma comunque esse scompaiono mediante interventi con sali di boro (es. borace) al terreno (15-20 kg ad ettaro) e sulla vegetazione (0,2%).



Fasciazione e sdoppiamento di tralcio di vite da boro carenza

- Allorchè la quantità di boro risulta inferiore a 0.1 ppm nella soluzione circolante si manifestano fenomeni carenziali, mentre se risulta compresa da 1.0 a 5.0 ppm si verificano fenomeni di tossicità e pertanto l'optimum di nutrizione resta compreso tra 0.1 - 1.0 ppm.
- I sintomi della sua carenza nelle piante di agrumi verificate in soluzione nutritiva mostrano nelle foglie aree traslucide ed acquose, e soprattutto suberificazioni delle nervature principali, mentre in pieno campo sulla corteccia del tronco di giovani piante e negli internodi sono state riscontrate delle lesioni, con formazione gommose; per le sue molteplici influenze sulle piante in sua deficienza la produttività viene pregiudicata con la formazione di frutti più piccoli che cadono prematuramente.

## Sintomi di boro carenza



Sintomi di boro carenza in  
foglie di Arancio amaro -  
*Citrus aurantium*

- Mentre a tutt'oggi negli agrumeti italiani non sono stati riscontrati sintomi riportabili a carenza di boro, non altrettanto si può dire per i casi di eccesso, recentemente individuati nell'ambito di manifestazioni genericamente attribuite in passato a salinità. I sintomi da eccesso di boro hanno, infatti, una certa affinità con quelli da solfati, cloro, sodio.
- Sulle foglie si hanno macchie di colore giallo più o meno intenso che, ad iniziare dall'apice, si estendono via via fino ad interessare quasi tutta l'area internervale. Talora si hanno solamente macchie gialle sparse sulla foglia, mentre con l'aggravarsi dei sintomi, verso l'autunno, possono manifestarsi imbrunimenti e necrotizzazioni a carico di apici e aree marginali fogliari. Sulla pagina inferiore delle foglie più vecchie di piante molto danneggiate sono anche osservabili piccole pustole o macchie edematose brune, di notevole significato diagnostico, in quanto presenti solamente nei casi di eccesso di boro. Le foglie con tali sintomi finiscono per cadere prematuramente.

## ECCESSO DI BORO



Diffusi sintomi su arancio,  
conseguenti ad elevate dotazioni  
Dell'elemento nel terreno