

# 1

## I nutrienti per le piante Cenni



# Gli elementi della nutrizione

Macro e micro elementi

## Elementi della nutrizione

### Macroelementi

### Microelementi

Elementi principali

Macroelementi  
secondari

Azoto

Fosforo

Potassio

Calcio

Magnesio

Zolfo

Ferro

Manganese

Zinco

Rame

Boro

Molibdeno

# Gli elementi della nutrizione

Da dove arrivano gli elementi

Dall'aria e dall'acqua (H<sub>2</sub>O) = circa **96%**

- Carbonio, Idrogeno, Ossigeno

Dal terreno, dalla decomposizione s.o. = circa **4%**

- Macroelementi: Azoto, Fosforo, Potassio, Zolfo, Calcio, Magnesio
- Microelementi in minima quantità Ferro, Manganese, Rame, Zinco, Boro, Molibdeno,
  - Altri: Cloro (ubiquitario), Nichel (idroponica), Cobalto, Silicio,
  - Altri Tossici o potenzialmente tossici: Mercurio, Cadmio, Piombo, Sodio, Cloro

ELEMENTO	FORMA DISPONIBILE PER LA PIANTA	CONCENTRAZIONE NEL TESSUTO SECCO	
		mg kg <sup>-1</sup>	%
<b>Idrogeno</b>	H <sub>2</sub> O	60.000	6
<b>Carbonio</b>	CO <sub>2</sub>	450.000	45
<b>Ossigeno</b>	O <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O	450.000	45
<b>Azoto</b>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	15.000	1,5
<b>Potassio</b>	K <sup>+</sup>	10.000	1
<b>Calcio</b>	Ca <sup>2+</sup>	5.000	0,5
<b>Magnesio</b>	Mg <sup>2+</sup>	2.000	0,2
<b>Fosforo</b>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	2.000	0,2
<b>Zolfo</b>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	1.000	0,1
<b>Cloro</b>	Cl <sup>-</sup>	100	0,01
<b>Ferro</b>	Fe <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup>	100	0,01
<b>Boro</b>	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	30	0,002
<b>Manganese</b>	Mn <sup>2+</sup>	50	0,005
<b>Zinco</b>	Zn <sup>2+</sup>	20	0,002
<b>Rame</b>	Cu <sup>+</sup> , Cu <sup>2+</sup>	6	0,0006
<b>Molibdeno</b>	MoO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0	0,00001

*Modificato da Salisbury F.B. e Ross C.W. 1994.*

# Soluzione circolante

Cationi		
	p.m.	Simbolo
Ammonio	18	$\text{NH}_4^+$
Potassio	39	$\text{K}^+$
Magnesio	24	$\text{Mg}^{2+}$
Calcio	40	$\text{Ca}^{2+}$
Sodio	23	$\text{Na}^+$
Rame	63	$\text{Cu}^{2+}$
Zinco	65	$\text{Zn}^{2+}$
Manganese	55	$\text{Mn}^{2+}$
Ferro	55	$\text{Fe}^{3+}$

Anioni		
	p.m.	Simbolo
Nitrato	62	$\text{NO}_3^-$
Fosfato	95	$\text{PO}_4^{3-}$
Monoidrogeno fosfato	96	$\text{HPO}_4^{2-}$
Diidrogeno fosfato	97	$\text{H}_2\text{PO}_4^-$
Solfato	96	$\text{SO}_4^{2-}$
Cloruro	35	$\text{Cl}^-$
Carbonato	60	$\text{CO}_3^{2-}$
Bicarbonato	61	$\text{HCO}_3^-$
Borato	58	$\text{Bo}_3^{3-}$
Molibdato	159	$\text{MoO}_4^{2-}$

L'assorbimento dei nutrienti avviene per forma ionica: i sali minerali presenti nella soluzione circolante vengono idrolizzati

# Assorbimento dei nutrienti

- Nella soluzione nutritiva cariche positive e cariche negative sono in equilibrio tra loro
- Quando le radici prelevano dalla soluzione circolante anioni o cationi, vengono liberati in uno scambio ossidrili ( $\text{OH}^-$ ) o idrogenioni ( $\text{H}^+$ ) mantenendo l'equilibrio tra le cariche elettriche.
- **Il meccanismo di assorbimento dei nutrienti può modificare il pH del substrato/ soluzione circolante**

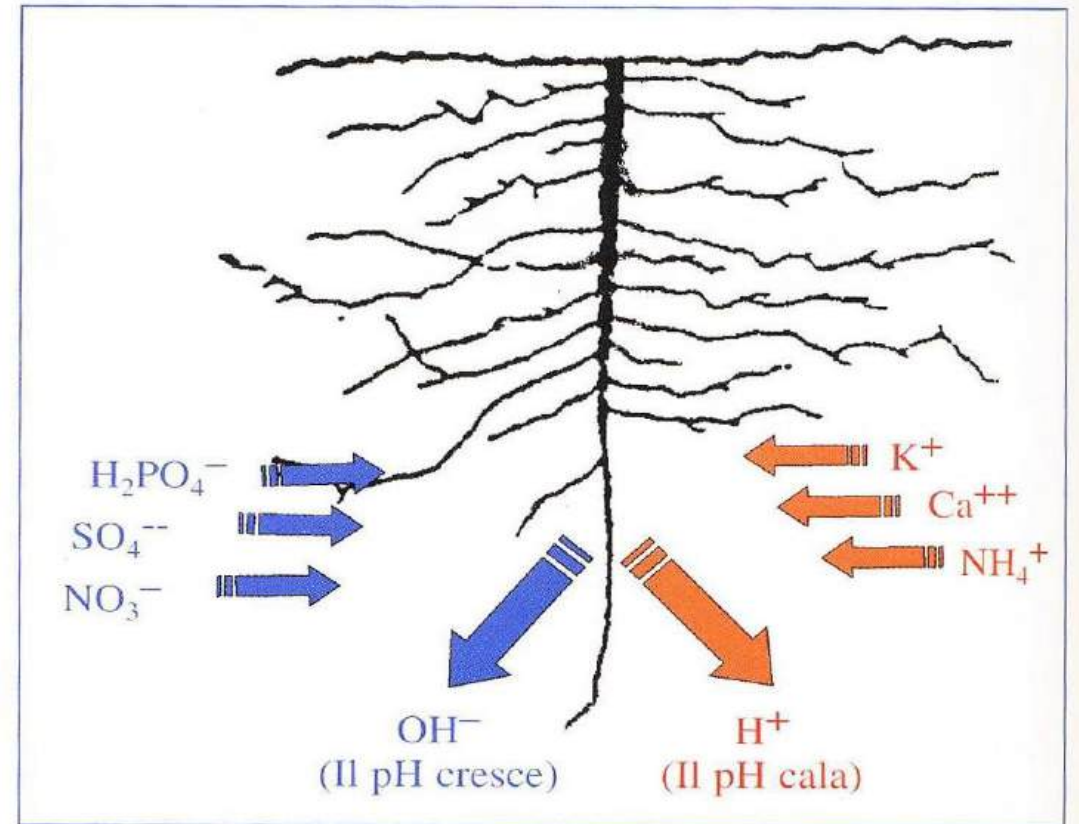


Fig. 31 – Esempio di assorbimento degli ioni da parte della radice.

Immagini tratta da «Principi tecnico-agronomici della coltura fuori suolo» Veneto agricoltura

# Le funzioni degli elementi

## Sintesi

- **Plastica:** entrano a far parte delle macromolecole per costituire la sostanza organica
  - C, H, O rappresentano il 95-96% della sostanza organica
  - N, P, S, Mg, Ca
- **Elettrolitica ed osmotica:** equilibrio chimico fisico dei succhi cellulari, equilibrio osmotico
  - K, N-nitrato, Ca, Na, Cl
- **Catalitica:** attività enzimatiche
  - K, Ca, Mg, Microelementi



## 2

Equilibri tra elementi

**Minimo Antagonismo Sinergia**

# Equilibrio nella nutrizione

## Legge Minimo

- Ai fini della crescita delle piante alcuni elementi sono:
  - Insostituibili
  - Indispensabili
  - Specifici per funzionalità
- Il “minimo” condiziona lo sviluppo
  - La legge di Liebig sviluppata da Carl Sprengel nel 1828 reso popolare in seguito da Justus von Liebig.
  - **La crescita è controllata non dall'ammontare totale delle risorse naturali disponibili, ma dalla disponibilità di quella più scarsa.**
- Possiamo applicare la legge del minimo sia in chiave di efficienza sia in chiave antispreco

imum



# Equilibrio nella nutrizione

## Antagonismo

- Gli squilibri tra elementi possono interferire sul loro effetto

### Elementi in eccesso

N >

NH<sub>4</sub>>

K >

P>

Ca>

Mg>

Na>

Mn>

Fe>

Zn>

Cu>

### Elementi inibiti

K

Ca, Cu

N, Ca, Mg

Cu, Fe, B

Mg, B

Ca

Ca, K, Mg

Fe, Mo

Mn

Mn, Fe

Mn, Fe, Mo



# 3

Carenze

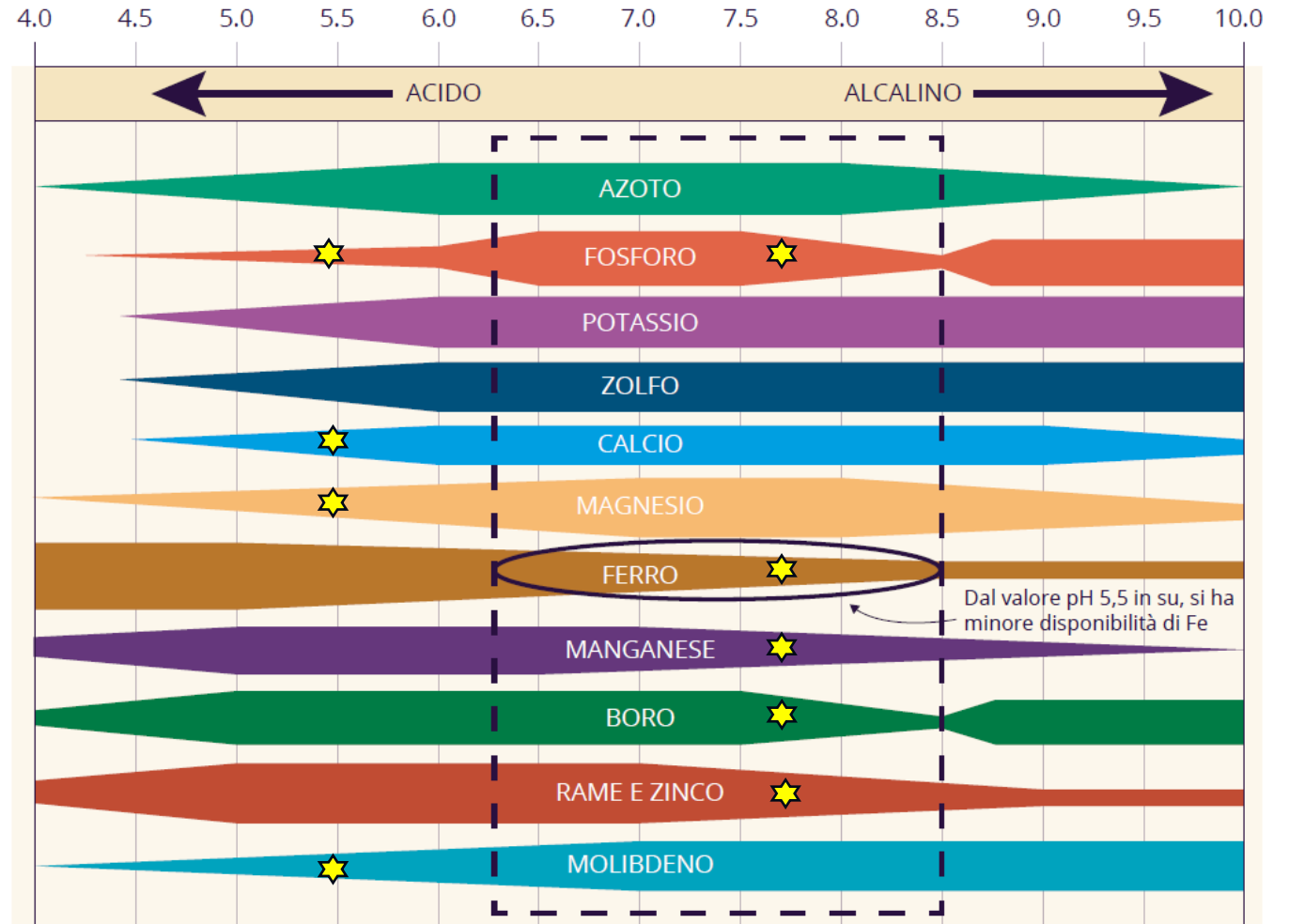
**Cause Riconoscimento Rimedi**

# Le cause delle carenze

- **Fertilizzazione** scarsa:
  - Malfunzionamento Sistema, controllo dosatori
  - Dosaggi bassi
- **Competizione**, antagonismo
  - Eccesso Azoto → Potassio
  - Eccesso NH<sub>4</sub><sup>+</sup> → Ca, Cu
  - Eccesso Fosforo → Rame, Ferro, Boro
  - Eccesso Potassio → Azoto, Calcio, Magnesio
  - Eccesso Calcio → Magnesio, Boro
  - Eccesso Magnesio → Calcio
- **Temperature** substrato basse (Manganese, Zinco, Ferro, Magnesio, Fosforo)

# Le cause delle carenze

- **pH** substrato
  - pH del substrato/ suolo troppo **acido**: limitazione di Fosforo, Calcio, Magnesio
  - pH del substrato/ suolo **alcalino**: limitazione per Fosforo, Ferro, Manganese, Zinco, Boro...
- **Eccessi irrigui**, asfissia radicale (Manganese, Zinco, Ferro, Magnesio)
- **Problemi alle radici, stress da caldo**, cattiva assimilazione



# Come riconoscere le carenze

## Metodi

- Valutazione visive
  - Difficile perchè sintomi confondibili con
    - malattie
    - eccessi o altre carenze
    - effetti fitoregolatori o diserbi
  - Resta un punto di partenza
  - Fasi iniziali
- Analisi fogliari
  - Confronto dei valori fra piante affette e piante non affette
  - Confronto dei valori con parametri
- Analisi/controllo delle possibili cause esterne
  - Analisi del suolo
  - Analisi dell'acqua
  - Controllo Temperature
  - Controllo Irrigazione

# La mobilità degli elementi

Il concetto

L'elemento  
"mobile" può  
essere traslocato  
facilmente,  
carenza basale



L'elemento "non  
mobile" non può  
essere traslocato  
facilmente,  
carenza apicale

# La mobilità degli elementi

DOVE SI VEDONO LE CARENZE

- Parte alta della pianta
  - ELEMENTO NON-MOBILE (Ca, Fe, Mn, Zn, Cu, B)
  
- Diffusione sulla pianta a partire dalla parte più alta o mediana
  - ELEMENTO PARZIALMENTE MOBILE (S ↓)
  - ELEMENTO PARZIALMENTE MOBILE (Mo ↑)
  
- Alla base della pianta
  - ELEMENTO MOBILE (N, P, K, Mg)

# Come si manifesta una carenza



Clorosi diffusa  
sulla foglia



Clorosi  
internervale con  
schiarimenti tra  
le venature



Clorosi  
internervale con  
macchie di  
abbronzatura/  
necrosi



Necrosi



Foglie  
distorte e/o  
necrotiche

# Riconoscere le carenze

Criteri riconoscimento

## Foglie vecchie

Clorosi con foglie gialle

Clorosi con sfumature rosso/purple

Clorosi internervale

Necrosi marginale/Clorosi

Clorosi marginale /spot marginali necrotici

AZOTO

FOSFORO

MAGNESIO

POTASSIO

MOLIBDENO



# Riconoscere le carenze AZOTO

Sintomi

Clorosi foglie vecchie gialle - sintomi che possono espandersi a tutta la pianta - pianta verde chiaro

Foglie possono seccare- perdita

Fioritura precoce

Blocco della crescita

Alcune specie foglie arrossate (Celosia sp., Tagetes sp., Viola sp., Brassica sp., Begonia sp.)



# Riconoscere le carenze FOSFORO

Sintomi

Pianta verde scuro  
foglie basali con clorosi  
e sfumature  
rosso/violaceo - Sintomi  
che possono espandersi  
a tutta la pianta

Blocco della crescita

Radici lunghe e meno numerose

Se grave: possibili punteggiature  
brunastre e necrosi



Terreno freddo=  
scarsa assimilazione=  
carenza



# Riconoscere le carenze MAGNESIO

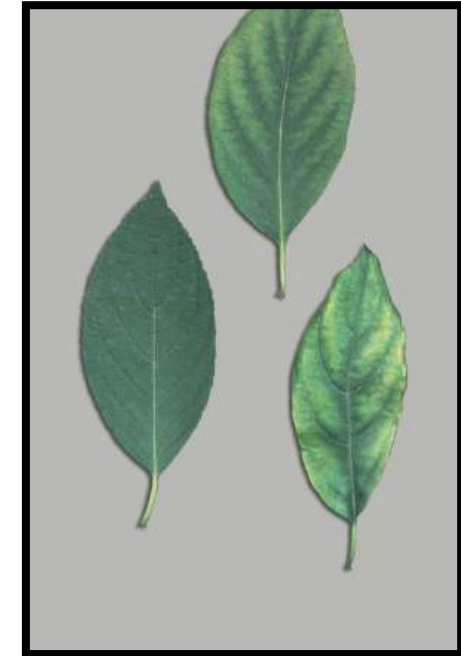
Sintomi

**Clorosi internervale della foglia vecchia con nervatura verde intenso  
Spazi interclusi giallastri che possono necrotizzare**

Per alcune piante possibili arrossamenti su foglie vecchie (mirtillo-pomodoro)

Foglie basali piccole e cadenti

Confondibile con carenza di ferro (Ferro foglie nuove)



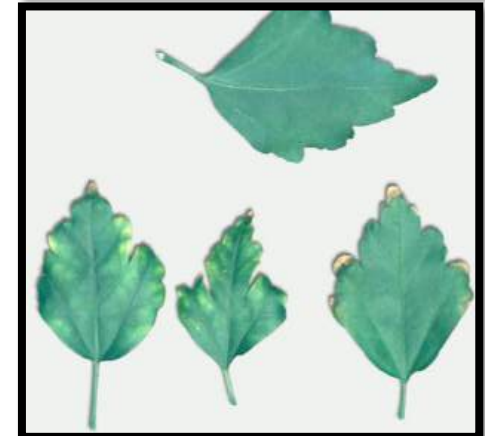
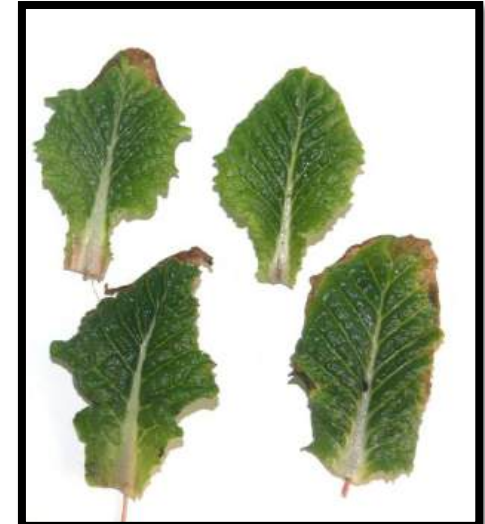
# Riconoscere le carenze POTASSIO

Sintomi

**Sintomi solo sulle foglie basali con necrosi marginale con o senza clorosi marginale**

Le foglie più vecchie appassiscono o "bruciano" con bordi necrotici o macchie sulle foglie

Possibili increspature/arricciamenti



# Riconoscere le carenze MOLIBDENO

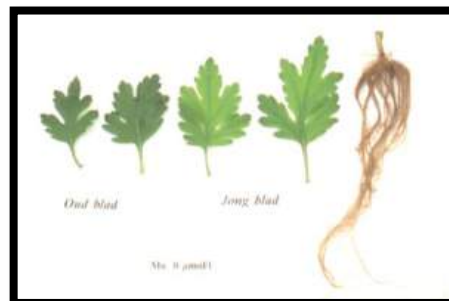
Sintomi

Clorosi che parte dalla parte intermedia della chioma espandendosi poi al resto della pianta

Margini fogliari dapprima clorotici poi necrotici

Possibile arricciamento verso l'alto

Carenza di azoto indotta (trasformazione  $\text{NO}_3 > \text{NH}_4$ )



# Riconoscere le carenze

## Foglie nuove

Foglie distorte o necrotiche

Foglie clorotiche

Foglie clorotiche  
progressivamente su  
tutta la pianta

Foglie affette giovani o appena mature

CALCIO

BORO

FERRO

MANGANESE

ZOLFO

RAME

ZINCO



# Riconoscere le carenze Calcio

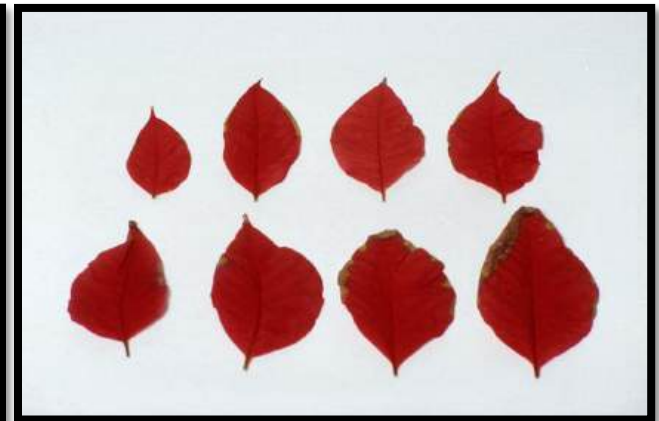
Sintomi

Su parti nuove della foglia in formazione, meristemi

Clorosi ai margini delle foglie più giovani con punte e bordi necrotici, foglie distorte

Incompleta formazione dei fiori

Radici corte, ispessite e poco numerose, colpiti gli apici radicali



# Riconoscere le carenze BORO

Sintomi

**Morte gemma apicale  
Formazione di germogli  
secondari con internodi  
corti**

Foglie nuove deformate – induce  
arricciamento – foglie spesse

Possibili clorosi

Sviluppo incompleto del fiore, petali  
piccoli, improvviso collasso

Radici corte, molto ramificate, spesse



# Riconoscere le carenze FERRO

Sintomi

Clorosi internervale molto pronunciata su foglie giovani, quando severa si estende a tutte le foglie

Colorazione dal verde chiaro/giallo al bianco in caso estremo

Possibile scarsa fioritura

Non ci sono macchie necrotiche (vedi manganese)



# Riconoscere le carenze MANGANESE

Sintomi

Clorosi internervale, può essere seguita da macchie abbronzatura o necrotiche sempre internervali

Su foglie giovani - può progredire su altre foglie



# Riconoscere le carenze ZOLFO

Sintomi

Sintomi più pronunciati a partire dalle foglie nuove, tutta la foglia gialla, ingiallimento in estensione a tutta la pianta

Può esserci necrosi della foglia

Perdita delle foglie

Anche i fiori possono necrotizzare



# Riconoscere le carenze Rame

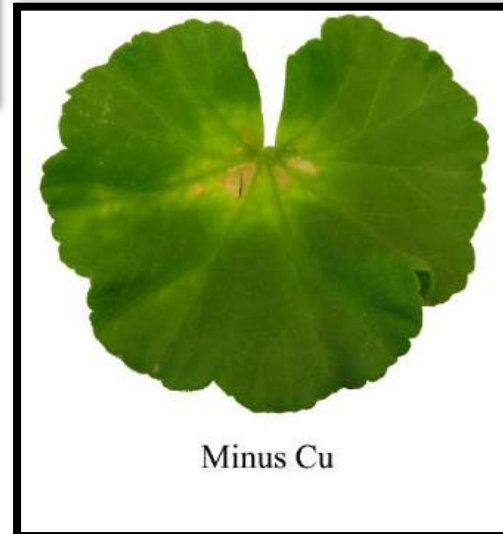
Sintomi

Clorosi variabile delle foglie giovani, internervale con punte e lobi che possono rimanere verdi

Rapida necrosi delle giovani foglie che si sono espanse, appassimento

Sviluppo alterato

Fiori piccoli e chiari o mancata fioritura



# Riconoscere le carenze ZINCO

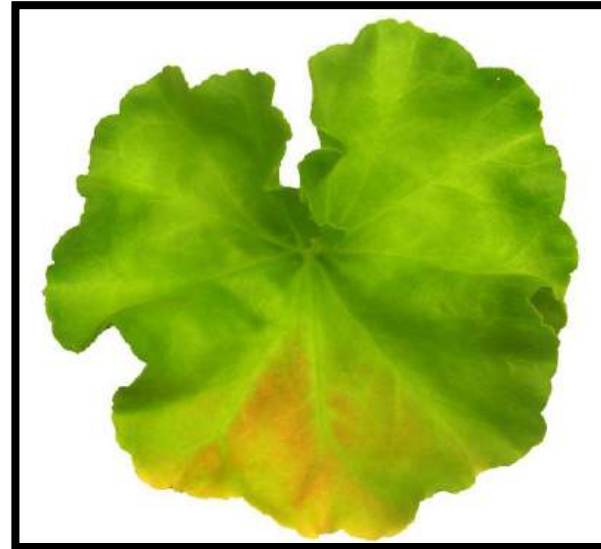
Sintomi

Clorosi variabile,  
tendenzialmente  
internervale con  
comparsa di maculature  
verde pallido/gialle

Foglie giovani da moderatamente a  
severamente rallentate nella crescita

Evolvendo necrosi rapida delle  
giovani foglie

Internodi corti, formazioni a rosetta



# Chiavi di riconoscimento

In bibliografia si possono reperire diverse chiavi di riconoscimento

Si possono ottenere delle prime indicazioni combinando i due criteri:

1. Da dove si sviluppa/inizia la carenza
2. Sintomatologia

- Parte alta della pianta
  - ELEMENTO NON-MOBILE (Ca, Fe, Mn, Zn, Cu, B)
- Diffuso sulla pianta
  - ELEMENTO PARZIALMENTE MOBILE (S, Mo)
- Alla base della pianta
  - ELEMENTO MOBILE (N, P, K, Mg)

SINTOMATOLOGIA	CARENZA
<b>Clorosi fogliare</b>	
marginale-apicale	Ca
internervale	Fe, Mg
nervale	Cu
diffusa	N, S
<b>Necrosi fogliare</b>	
marginale	K
apicale	Ca
internervale, a spot più o meno estese e regolari	Mn, Zn
<b>Pigmentazione rossastra</b>	P, N+K
<b>Deformazioni fogliari</b>	
accartocciamento	B, Ca
ispessimento	B
appassimento	K, Cu
scarso sviluppo fogliare	Zn
abscissione	Cu, S
<b>Nanismo</b>	
internodi corti	Zn
habitus cespuglioso	Mg, K
habitus a rosetta	Zn
steli esili	Tutti
<b>Aborto di organi</b>	
apici meristemati	B, Ca
fiori e frutticini	B
apici radicali	Ca
Tratto da "La tecnica della coltivazione fuori suolo" (F. Malorgio, L. Incrocci, B. Dimauro, A. Pardossi)	

# Rimedi

## Come affrontare le carenze

### CAPIRE PER PREVENIRE

- Ipotesi sul tipo di carenza
- Ipotesi sulle cause
  - Impiantistica
  - Dosaggi
  - pH
  - Temperature
  - Antagonismi
  - Eccessi irrigui
  - Problemi radicali
- Come rimuovere le cause
- Coprire preventivamente i fabbisogni
  - Micromax Premium
  - Osmocote 5- Osmocote Exact ecc.



### CAPIRE PER CURARE

- Ipotesi sulla carenza (valutazione visiva)
- Indagine fogliare
- Cosa ha senso fare?
- Rimuovere le cause
- Intervenire con prodotti specifici es.
  - Chelato di ferro
  - Chelato di calcio
  - Solfato di magnesio
  - ....
- Intervenire con un prodotto generico es.:
  - Peters Professional 20-20-20