



UNIONE
EUROPEA



REPUBBLICA
ITALIANA



REGIONE
LIGURIA

Programma di sviluppo Rurale 2014-2020 - Liguria

**“Fondo Europeo Agricolo per lo Sviluppo Rurale :
l'Europa investe nelle zone rurali”**

Mis. 16.1 “Aiuti per la costituzione e l'operatività dei gruppi operativi del PEI
Attuazione del progetto dei Gruppi Operativi – 2^a fase “Settore Agricolo”

**Esigenze nutrizionali e tecniche a basso
impatto ambientale per la coltivazione fuori
suolo di specie floricole da fiore reciso**

Prof. Luca Incrocci

Dip. di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali, università di Pisa

Riduzione dell'impatto ambientale della coltivazione fuori
suolo di specie floricole da fiore reciso nella Riviera di
Ponente-Fuorisuolosmart (Doman. aiuto 12836)

Florcoop- Taggia 22/11/2022 ore 14.00



Sommario dell'incontro

- Il Progetto FUORISUOLOSMART (2021-2022)
- PREMESSA: concetti base per una corretta gestione dei nutrienti, loro assorbimento e traslocazione nella pianta, fenomeni di antagonismo
- Disordini nutrizionali comuni di ranuncolo e anemone
- La concimazione in terreno e in fuori suolo.
- I problemi delle acque irrigue e loro risoluzione
- Un foglio di calcolo per la preparazione della soluzione nutritiva: SOL-NUTRI
- La preparazione delle soluzioni stocks: problemi di incompatibilità di concimi.
- Conclusioni



Il progetto FUORISUOLOSMART è in corso di realizzazione (03-2021-08/2022) finanziato dalla Misura 16.1 2° fase nell'ambito del Piano di Sviluppo Rurale 2014-2020 della Regione Liguria, con lo scopo di **ottimizzare :**

- Realizzazione e collaudo di DSS (App per smartphone) con lisimetro automatico per la gestione idrica e minerale della coltura fuori suolo di ranuncolo.**
- Effetto del biochar aggiunto al substrato come controllo di malattie fungine**
- Effetto del chitosano come controllo di malattie fungine**

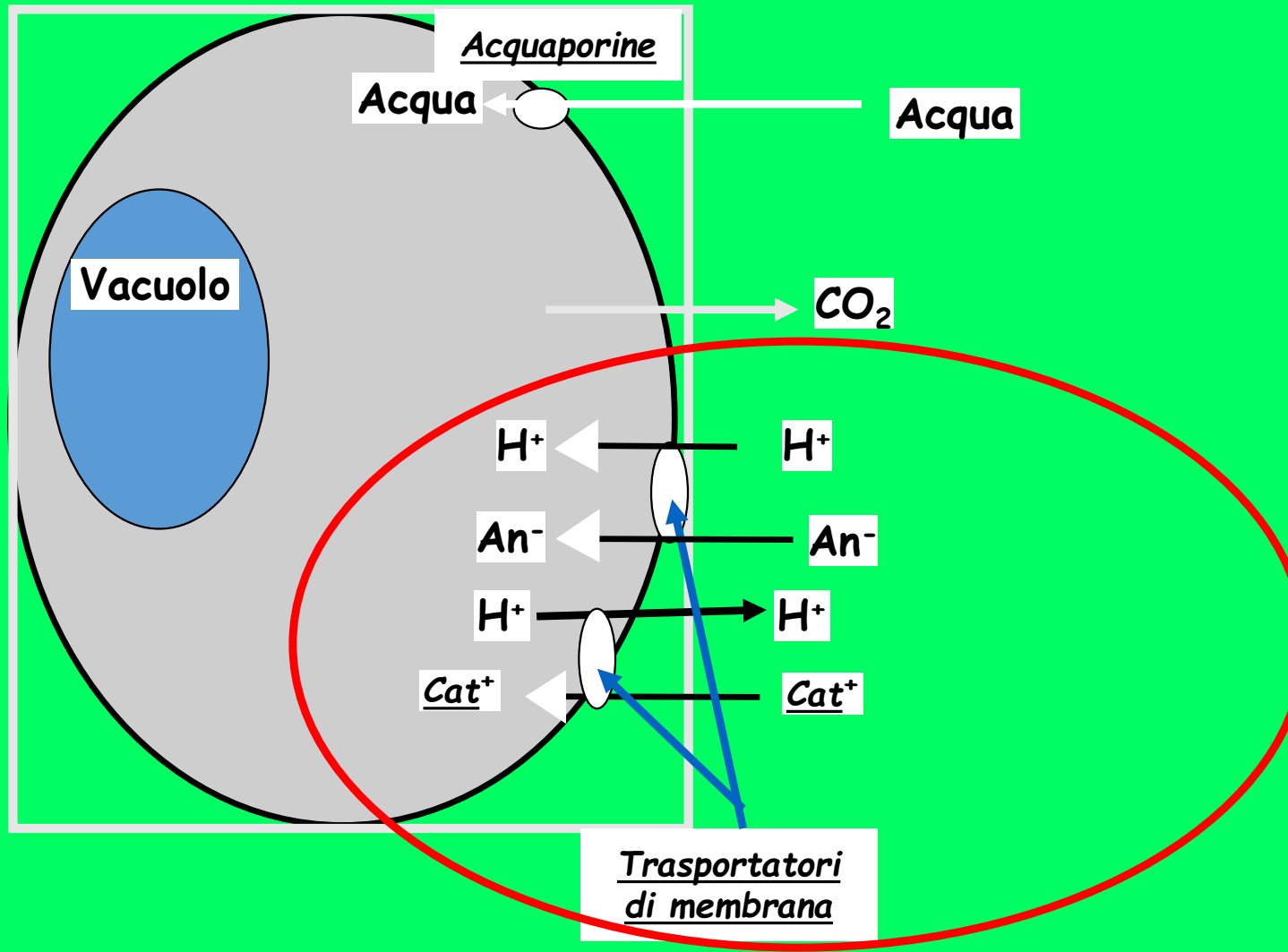
GLI ELEMENTI NUTRITIVI : contenuto nelle piante.

Concentrazione degli elementi nella sostanza secca delle piante

ELEMENTO	SIMBOLO	ppm	%
azoto	N	40000	4.0
potassio	K	40000	4.0
calcio	Ca	20000	2.0
fosforo	P	5000	0.5
magnesio	Mg	5000	0.5
solfo	S	5000	0.5
ferro	Fe	100	0.01
manganese	Mn	100	0.01
boro	B	50	0.005
zinco	Zn	30	0.003
rame	Cu	10	0.001
molibdeno	Mo	2	0.0002

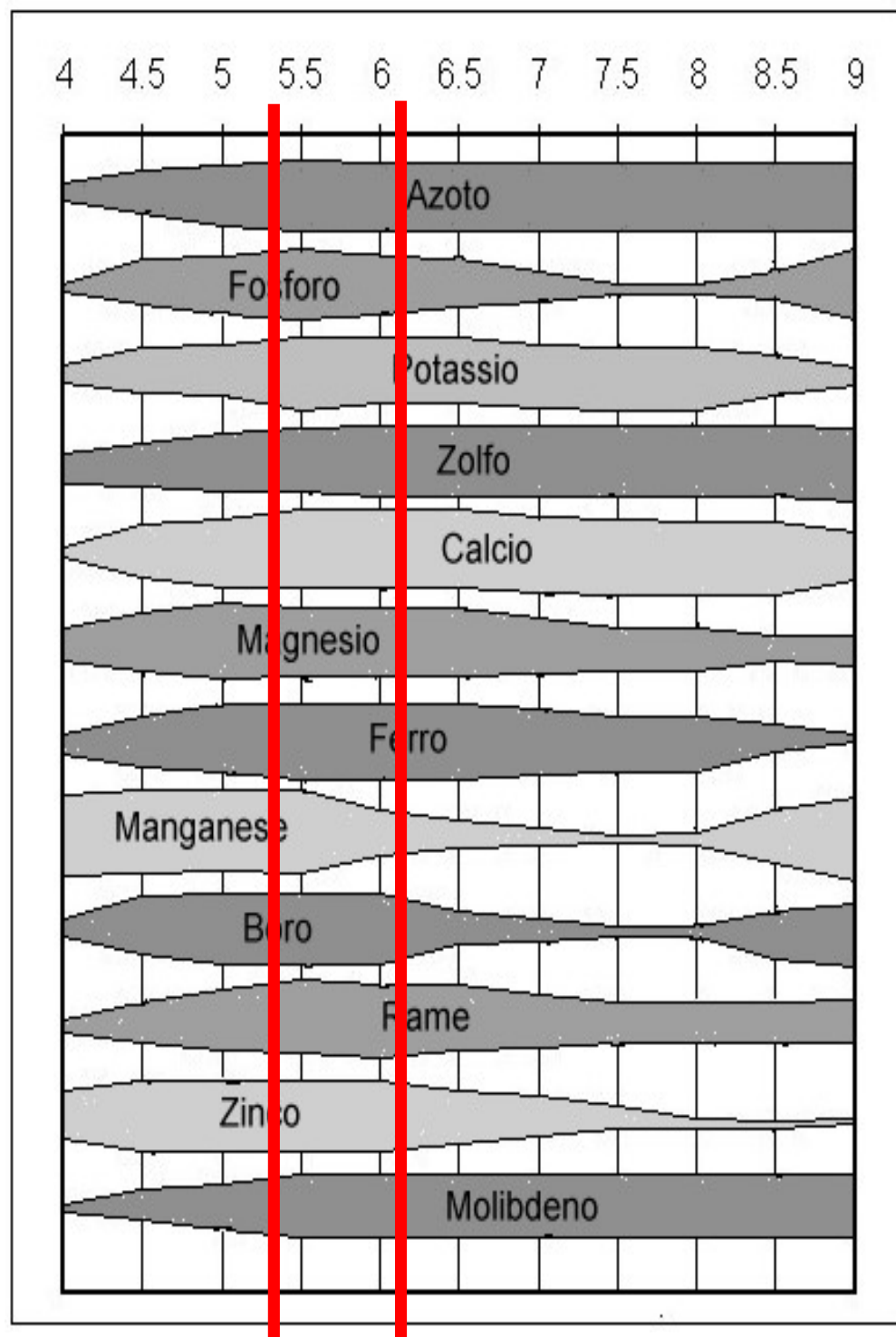
Assorbimento a livello radicale dei nutrienti e dell'acqua

Cellula radice

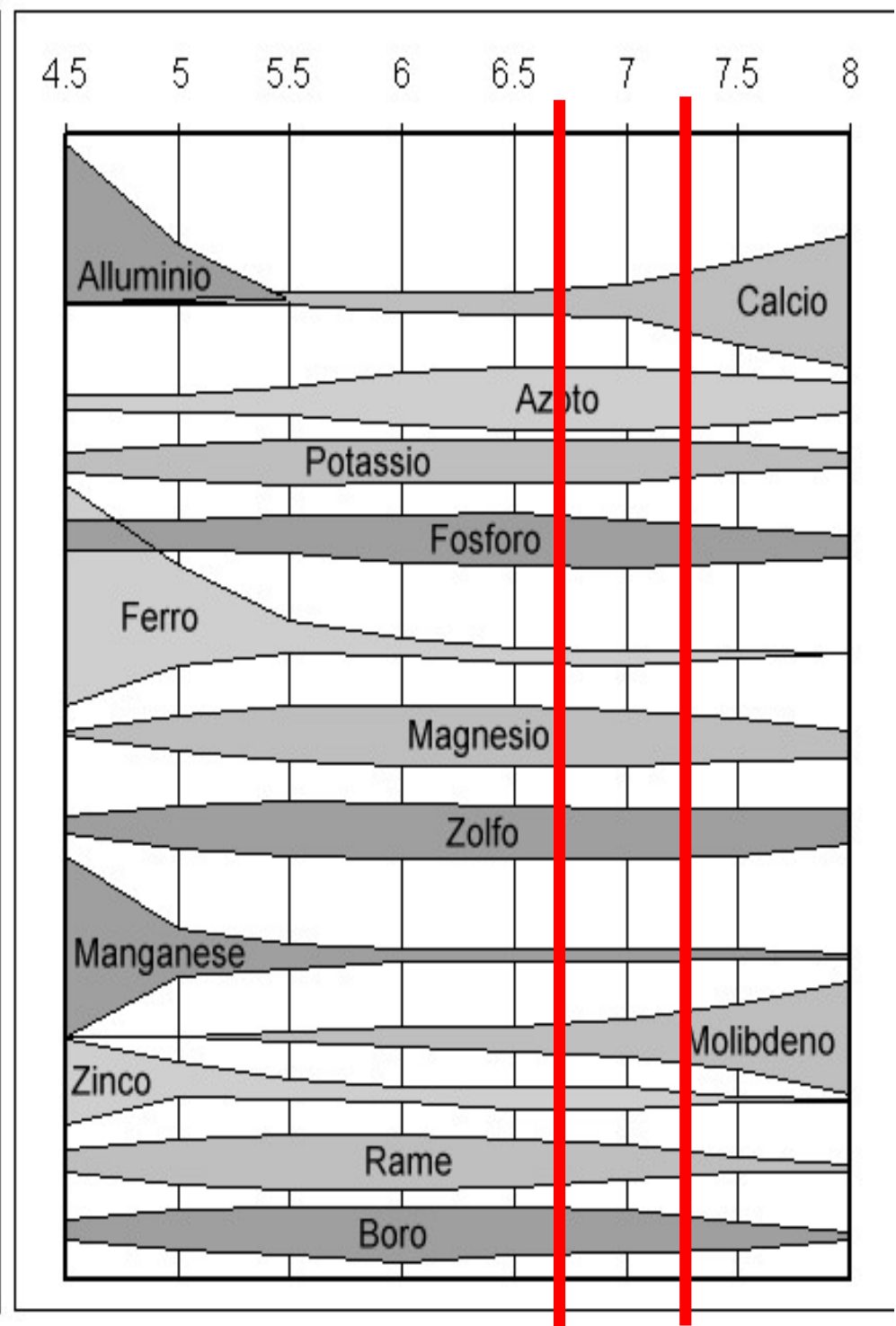


$Cat^{+}=$ CATIONE (POTASSIO, CALCIO, MAGNESIO, AMMONIO, SODIO....)

$An^{-}=$ ANIONE (NITRATO, FOSFATO, SOLFATO, CLORURO,....)



A) Terreno organico



B) Terreno minerale

DISORDINI NUTRIZIONALI.

TOSSICITÀ	ELEMENTI DISPONIBILI	TOSSICITÀ
Mn Fe B Cu Zn N-ammonio Na		Ca N-ammonio
DEFICIENZA		DEFICIENZA
Ca Mg P K S Mo		Fe Mn B Cu Zn P Mg
5.5		6.5
pH range		

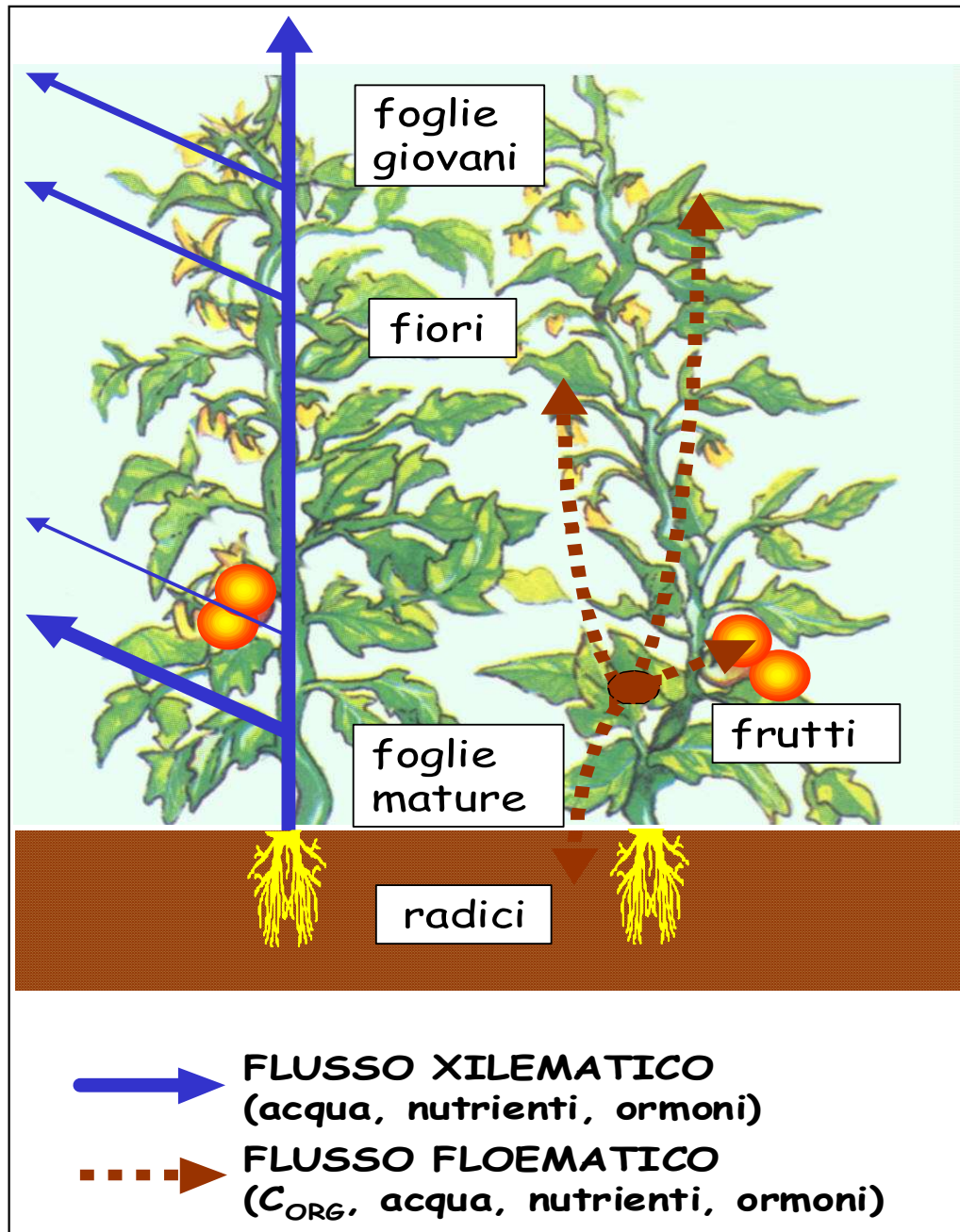
**Relazione tra
pH e disponibilità nutritiva**

DISORDINI NUTRIZIONALI (3): fenomeni di antagonismo

<u>CONCENTRAZIONE ELEVATA</u>		<u>CARENZA</u>
N		K
N-ammonio		Ca, Cu
K		N, Ca, Mg
P		Ca, Fe, Zn, B
Ca		Mg, B, P
Mg		Ca, K
Na		K, Mg, Ca
Mn		Fe, Mo
Zn		Mn, Fe
Cu		Mn, Fe, Z

Fenomeni di antagonismo nutritivo

RELAZIONI MINERALI DELLE PIANTE: movimento dei nutrienti nella pianta.



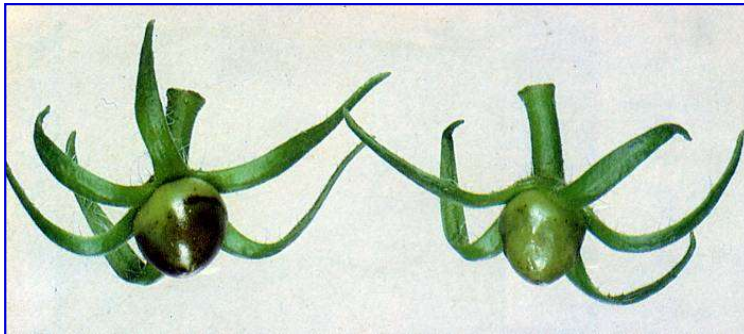
**Sistemi di trasporto linfatico
all'interno della pianta**

Il movimento dei nutrienti all'interno della pianta.

Trasporto degli elementi minerali all'interno della pianta:

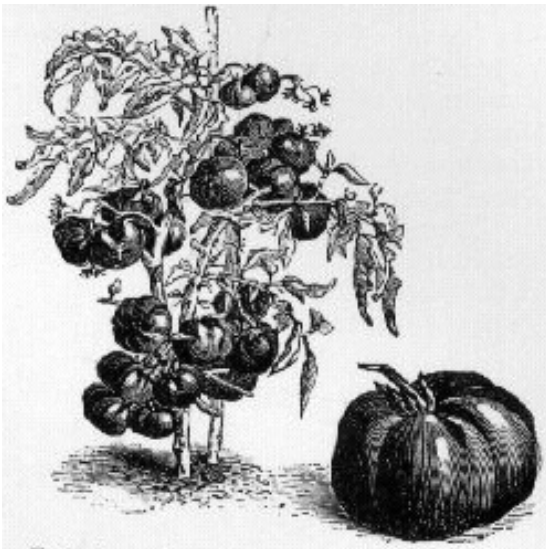
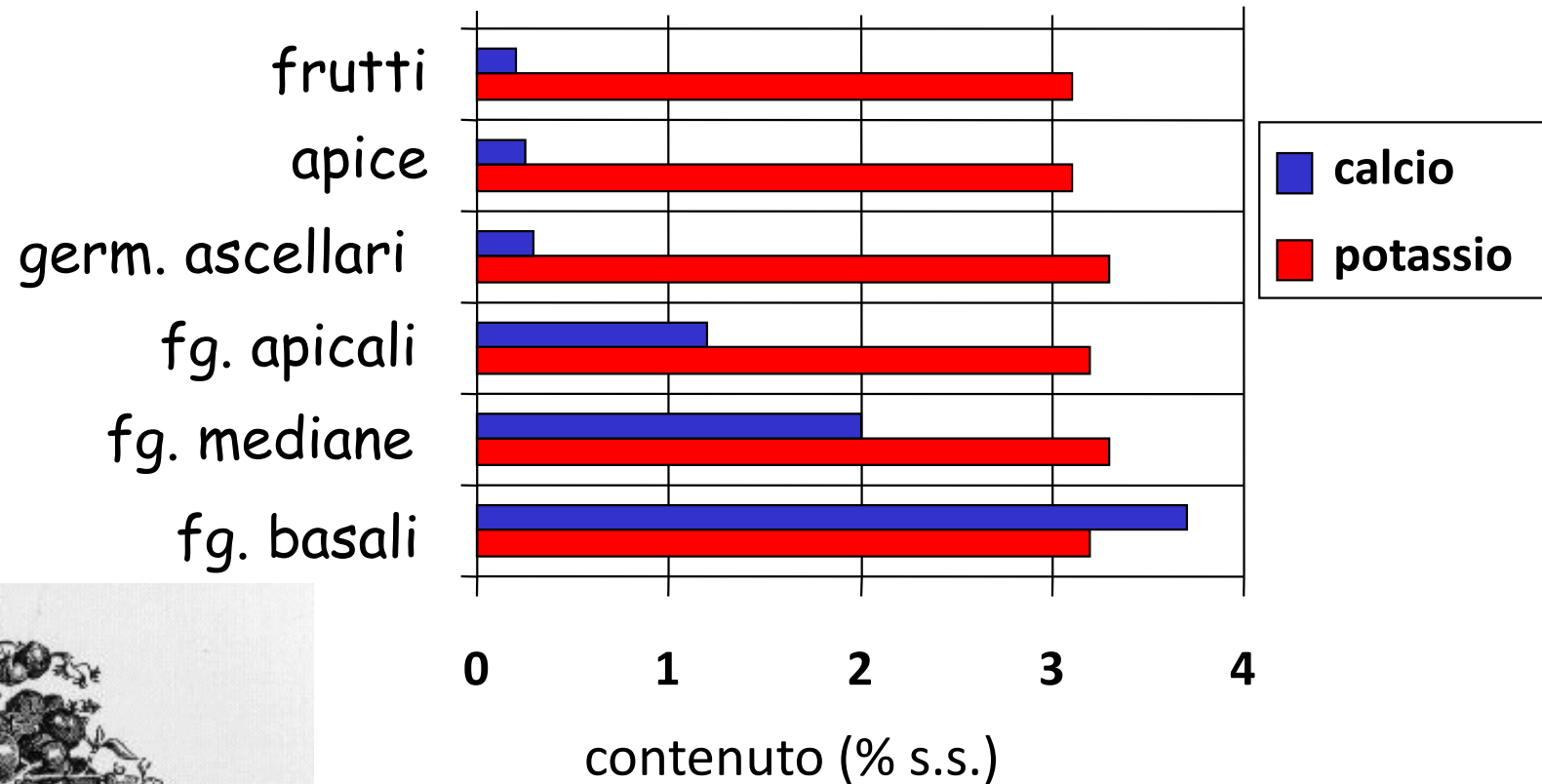
- ❑ **Trasporto xilematico:** è associato alla traspirazione delle piante
- ❑ **Trasporto floematico:**
è associato alla traslocazione di assimilati fotosintetici
determina la ridistribuzione dei nutrienti nella pianta (importante nella senescenza fogliare), in genere dalle foglie mature a quelle giovani ed ai frutti (*sinks*), in funzione della forza di richiamo del sink
frutti > fiori > f.giovani > stelo > radici
- ❑ Elementi trasportati nello xilema e nel floema sono molto mobili, sono ri-traslocati; la loro carenza si manifesta per prima e soprattutto a livello di foglie più vecchie (mature): N, P, K, Mg, S (+Mo)
- ❑ Elementi trasportati *prevalentemente* nello xilema sono poco mobili e quindi poco ri-traslocati; la loro carenza si manifesta per prima e soprattutto a livello di foglie più giovani, mentre la loro tossicità interessa soprattutto le foglie mature (clorosi e necrosi): Ca e microelementi (-Mo)

"CASO STUDIO: Marciume apicale del pomodoro"

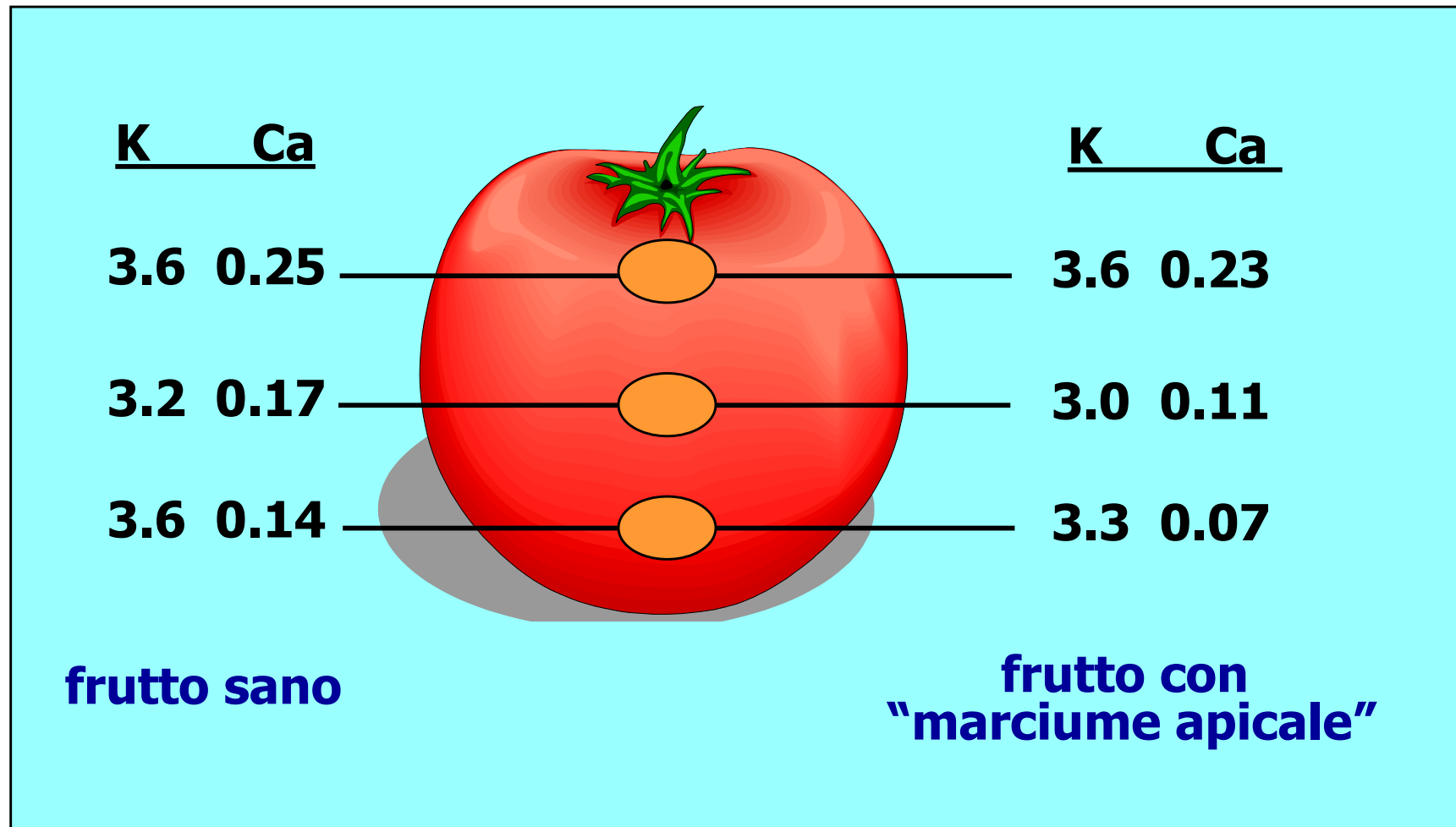


"Marciume apicale del pomodoro"

DISTRIBUZIONE DEL POTASSIO E DEL CALCIO NEL POMODORO



"Marciume apicale del pomodoro"



Alcuni disordini minerali nel ranuncolo e nell'anemone



DISORDINI NUTRIZIONALI: fenomeni di calcio carenza su ranuncolo e anemone

- Eccessiva umidità con bassa traspirazione
- Stress idrici o condizioni di alta traspirazione
- Eccessi di ammonio >potassio>magnesio>fosforo;
- Carenze di Boro
- pH basso

RIMEDI

- Rimuovere le cause (asfissia, pH bassi, no NH_4)
- Applicazioni di Ca in zona radicale e sugli steli: importante intervenire precocemente sulla formazione del boccio;



STELO DI RANUNCOLO CAVO



STELO DI ANEMONE FESSURATO

DISORDINI NUTRIZIONALI: fenomeni di malformazione degli steli floreali per carenza di boro su ranuncolo e anemone

CAUSE

- ❑ pH alto >7
- ❑ Stress idrici o condizioni di alta traspirazione
- ❑ Eccessi di fosforo (antagonismo)
- ❑ Carenze di Boro nel terreno

RIMEDI

- ❑ Eliminare le cause
- ❑ Non eccedere con le concimazioni di P
- ❑ Applicazione radicali/fogliari con composti complessanti il B
- ❑ Carenze di Boro nel terreno



STELO DI RANUNCOLO CON B carenza



STELO DI ANEMONE con B carenza

DISORDINI NUTRIZIONALI: Giallume delle foglie per carenza di Mg o ferro

- ❑ Terreni calcarei per competizione con il Ca
- ❑ Stress idrici o condizioni di alta traspirazione
- ❑ Eccessi di potassio (antagonismo classico) o eccessi di Ca
- ❑ A volte scambiata per carenza di ferro
- ❑ La carenza di magnesio inizia sulle foglie più vecchie;
- ❑ La carenza di ferro inizia sulle foglie più giovani



Giallume su RANUNCOLO (Fe carenza)

Come ottimizzare la concimazione su terreno

- Fondamentale è l'analisi periodica del terreno per valutare eccessi/carenze, pH anomali, salinità
- Valutare la qualità dell'acqua
- Importante utilizzare la fertirrigazione che permette di apportare gli elementi nutritivi quando la pianta ne ha più bisogno.
- Schematicamente la coltura del ranuncolo vuole un rapporto nutritivo N:P:K di 1:0,6:1,5.
- TRAPIANTO: apporto di fosforo, magnesio e ferro per favorire la radicazione;
- EMISSIONE DI PRIME FOGLIE: Nitrato di Ca, Mg e K;
- FINO ALLA PREFIORITURA: come sopra con boro e zinco;
- DIFFERENZIAZIONE BOCCI: NPK + calcio + boro

Tipi di sorgenti irrigue

Acqua superficiali: acqua proveniente da fiume, lago o bacino. Può contenere alghe, mucillaggini. Bicarbonati di solito bassi, ma variabili con le piogge

Acque di falda: acqua proveniente da pozzo. Possono essere saline o dure, ma in genere abbastanza stabili nel tempo

Acque saline: sono acque con alto contenuto in Na e Cl. Tipiche delle zone costiere.

Acque dure: sono acque ricche in bicarbonati (HCO_3^-), e di cationi quali Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ .

Metodi per superare la scarsa qualità dell'acqua.

Problemi

- EC troppo alta, concentrazione di un elemento eccessiva;
- Alto contenuto di Fe e Mn
- Elevato contenuto di bicarbonati, spesso associato a alto contenuto in Mg e Ca
- Presenza di contaminanti organici o spore fungine.

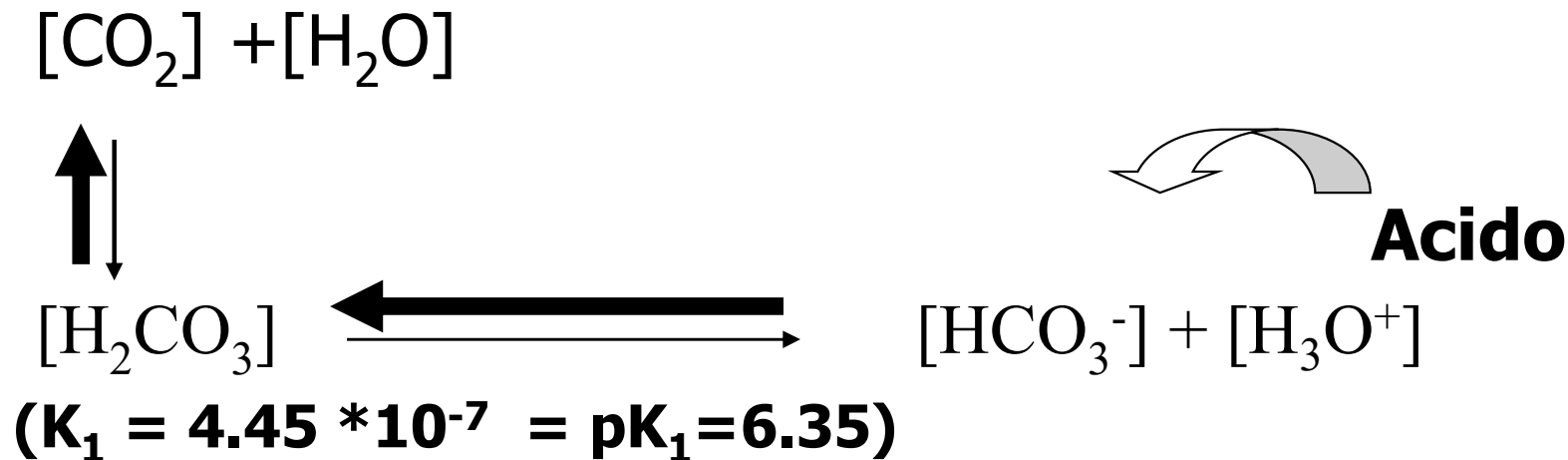
Rimedi

- Uso di sorgente migliore per tagliare l'acqua
 - Raccolta acqua piovana;
 - Osmosi inversa;
- Ossidazione: fare laghetto con irrigatore per arricchire di aria l'acqua
- Acidificazione;
- Disinfezione

NEUTRALIZZAZIONE BICARBONATI ACQUE IRRIGUE

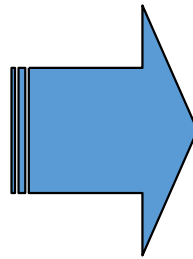
Il pH ottimale si aggira intorno a 5.5-6.0: è massima la solubilità degli elementi e l'assorbimento.

Nelle acque esiste un sistema tampone, principalmente costituito dallo ione bicarbonato:



NS e pH: quanto acido?

$$[HA] = \frac{[HCO_3^-]_{\text{Water}}}{1 + 10^{\text{pH} - 6.35}}$$



Target pH	[HA]
6.35	0.50 $[HCO_3^-]_w$
6.00	0.70 $[HCO_3^-]_w$
5.60	0.85 $[HCO_3^-]_w$

Attenzione! Lasciare sempre almeno 0,5 mM di bicarbonati.

Si usa acido nitrico o solforico, più raramente acido fosforico.

Come ottimizzare la concimazione in fuori suolo

- Fondamentale è mantenere il giusto ambiente nella zona radicale.
- Valutare la qualità dell'acqua
- Importante bilanciare la formula nutritiva da fornire alla pianta in base alla acqua irrigua (Usare SOL-NUTRI)
- Effettuare i controlli di volume di drenato, pH e CE nel drenato.
- Effettuare periodicamente qualche analisi del drenato per verificare se vi sono accumuli o deficiente di un elemento.

Soluzione tipica ranuncolo fuori suolo

Parametro	SN PARTENZA	SN CICLO APERTO	SN ZONA RADICALE
CE (dS/m)	1,80	1,60	1,90
pH	5,5-5,8	5,5-5,8	5,5-5,80
K ⁺ (mmol/L)	5,00	4,00	5,00
Ca ²⁺ (mmol/L)	4,00	3,50	4,00
Mg ²⁺ (mmol/L)	1,50	1,50	2,00
NH ₄ ⁺ (mmol/L)	1,00	1,00	1,00
NO ₃ ⁻ (mmol/L)	9,00	9,00	10,00
P (mmol/L)	1,25	1,25	1,30
SO ₄ ²⁻ (mmol/L)	2,50	2,50	3,50
Fe (μmol/L)	25,0	25,0	30,00
Mn (μmol/L)	10,0	10,0	7,00
Zn (μmol/L)	5,0	5,0	5,00
Cu (μmol/L)	1,0	1,0	1,00
B (μmol/L)	30,0	30,0	40,00
Mo (μmol/L)	0,5	0,5	0,50

Calcolatore delle Soluzioni Nutritive

v1.3

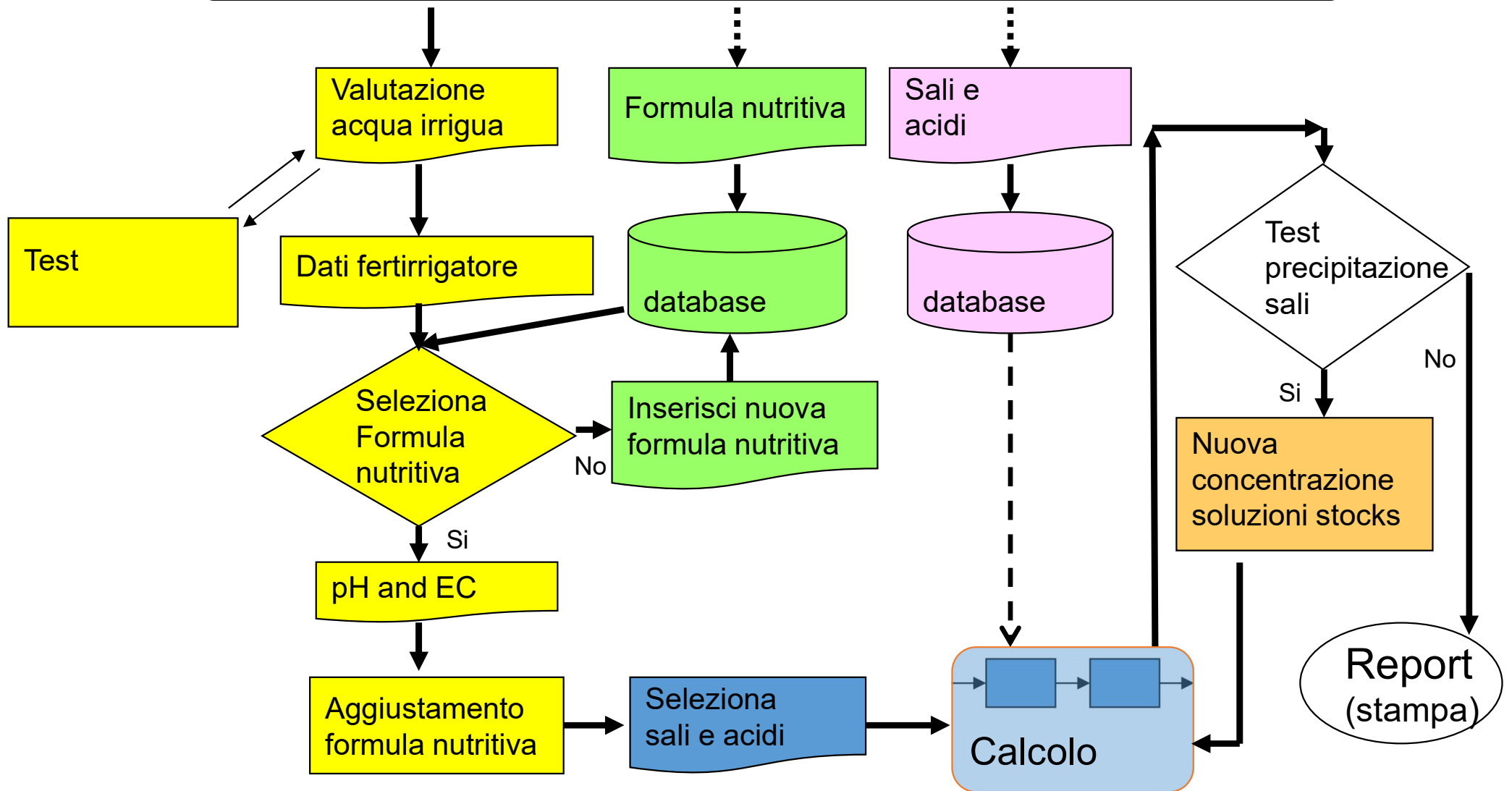
- Ne esistono due versioni: una prodotta con il progetto Azort, che è un'applicazione e deve essere installata. Non pienamente compatibile con windows 8, non funziona con windows 10;
- l'altra è un foglio di Excel sviluppata nell'ambito del progetto Euphoros e disponibile in 5 lingue differenti (IT, NL, SP, EN, HU) (<http://www.wageningenur.nl/en/Research-Results/Projects-and-programmes/Euphoros-1.htm>).
- Input:
 - ✓ Composizione dell'acqua;
 - ✓ Ricetta(pH and EC);
(Contiene un database con 15 ricette standard);
 - ✓ Contenuto di elementi in acidi e concimi usati
(ha un database) e caratteristiche fertirrigatore.

Calcolatore delle Soluzioni Nutritive v1.3

OUTPUT:

- ✓ Calcolo della soluzione nutritiva e suo costo;
- ✓ Calcolo della soluzione stock;
- ✓ Test di precipitazione dei sali nei contenitori stock.
- ✓ NEW: inserimento di nuovi rapporti, modifica al sistema di selezione del pH per evitare crash con Excel 2013.

START



SOL-NUTRI:

Report e stampa

Quantità di sali da sciogliere nei contenitori di soluzione madre.

Contenitore A:

NITRATO DI CALCIO agricolo	15.09	Kg
-	-	-
NITRATO AMMONICO	0.49	Kg
NITRATO DI POTASSIO	2.07	Kg
-	-	-
FERRO chelato EDDHA	465.42	grammi
-	-	-

ACIDO NITRICO

2.99

Litri

-	-	-
-	-	-
-	-	-

Contenitore B:

-	-	-
SOLFATO DI MAGNESIO	3.80	Kg
-	-	-
FOSFATO MONOPOTASSICO	4.08	Kg
NITRATO DI POTASSIO	1.69	Kg
SOLFATO DI POTASSIO	8.41	Kg
-	-	-
BORATO DI SODIO (BORACE)	57.35	grammi
-	-	-
SOLFATO DI RAME	4.98	grammi
-	-	-
SOLFATO DI ZINCO	28.80	grammi
-	-	-
SOLFATO DI MANGANESE	33.81	grammi
-	-	-
MOLIBDATO DI SODIO	2.42	grammi

Output:

- ✓ sali da dissolvere nello stock A e B;
- ✓ Il costo

Il costo totale per la preparazione dei contenitori madre è :

25.73 Euro

pari a

1.29 Euro/m³ soluzione erogata

Preparazione soluzioni stock:

Tabella di incompatibilità

	N di Ca	N di Mg	S Am	N Am	Ac N	DAP	MAP	Ac. P	Urea P	S di K	N di K	MKP
Nitrato di Ca	-	SI	L	SI	SI	NO	NO	NO	NO	L	SI	NO
Nitrato di Mg	SI	-	L	SI	SI	NO	NO	NO	NO	L	SI	NO
Solfato Am	L	L	-	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	L	SI
Nitrato Am	SI	SI	SI	-	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Acido Nitrico	SI	SI	SI	SI	-	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
DAP	NO	NO	SI	SI	SI	-	SI	SI	SI	SI	SI	SI
MAP	NO	NO	SI	SI	SI	SI	-	SI	SI	SI	SI	SI
Ac Fosforico	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	-				
Urea P	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	-	SI	SI	SI
Solfato di K	L	L	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	-	L	SI
Nitrato di K	SI	SI	L	SI	SI	SI	SI	SI	SI	L	-	SI
MKP	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	-
Solfato di Mg	NO	SI	SI	SI	SI	L	L	L	NO	SI	SI	L

Preparazione soluzioni stock: Suddivisione dei concimi

Contenitore A	Contenitore B
Nitrato di calcio	Acidi (nitrico, solforico o fosforico)
Nitrato di Potassio	Solfato di magnesio
Nitrato di magnesio	Solfato di potassio
Nitrato ammonico	Fosfato monopotassico
Chelati (Fe, Zn, Cu, Mn)	Fosfato di ammonio
Cloruri (K; Na)	Nitrati (di K, NH_4^+)
Silicato di potassio	Acido borico o borace

Controlli da fare nella coltura in contenitore e fuori suolo

Tipo di controllo	Frequenza	Informazione ottenuta
Misura del volume di drenaggio	Ogni irrigazione o valore giornaliero cumulato	Possibili errori nella gestione idrica (intervallo irrigazioni)
Misura di pH e EC della NS in entrata	Giornaliera o settimanale	Possibili errori nella preparazione della NS
Misura di pH e EC della NS drenata	Giornaliera o settimanale	Monitoraggio dell'accumulo di salinità
Analisi NS del substrato o drenato	Mensili o quando presenti sintomi	Possibili errori nella composizione della NS
Test fitopatologici (eventuale)	Ogni 2 mesi o all'evidenza di sintomi	Per prevenire sviluppo di malattie radicali

Controlli da effettuare nella gestione delle colture fuori suolo



Controllo del
volume drenato:
> 15-30%



Controllo del pH:
5-6.5



Controllo della EC:
inferiore alla EC_{max}

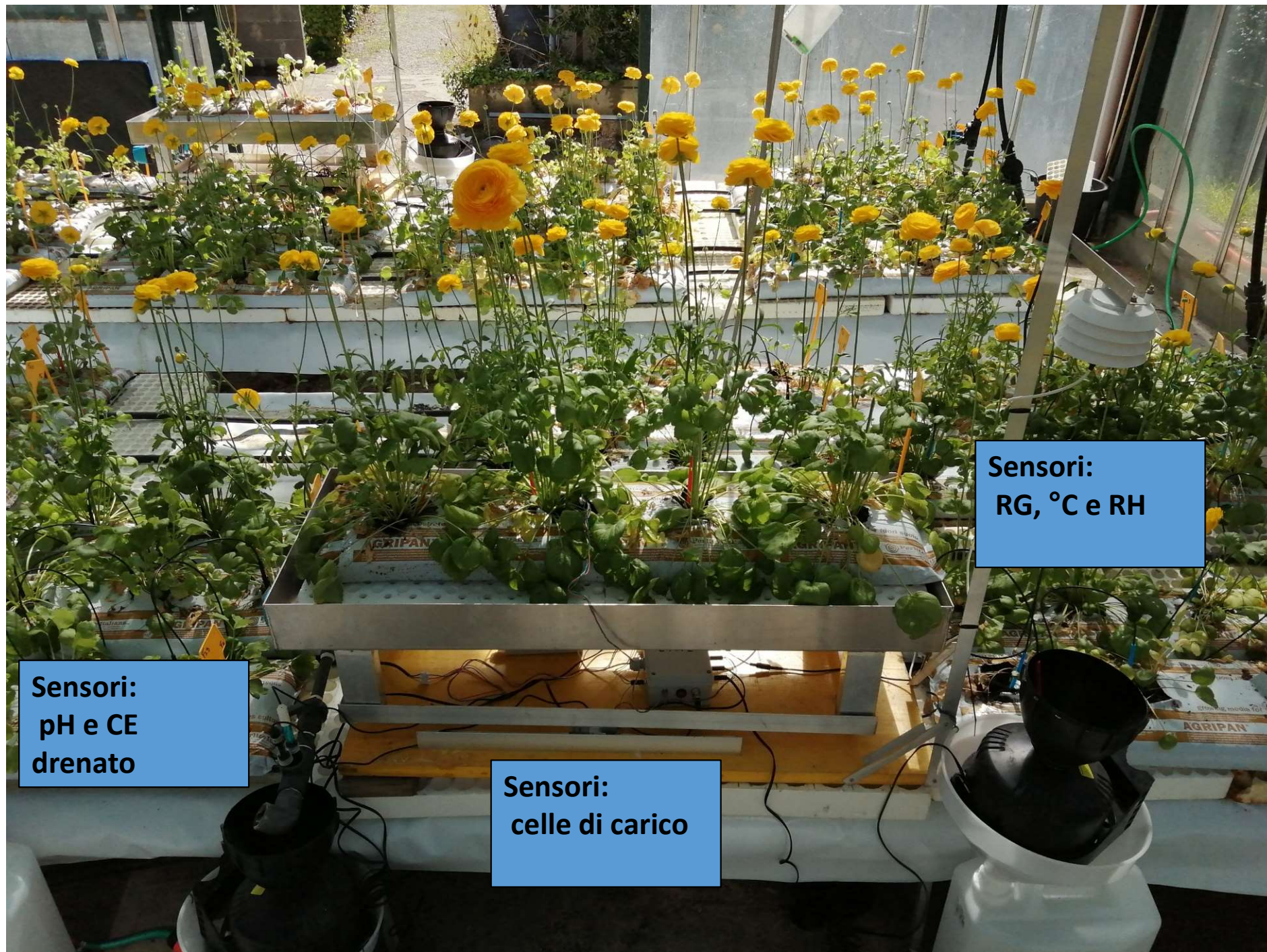
Controlli manuale del drenato

Si misura il drenato raccolto con una canaletta.

Quantità di drenato ottimale modificato sulla base del valore ottenuto dalla precedente irrigazione.

$$\begin{aligned} ET &= (IRRIG - \text{drenato}) / N^{\circ} p. \\ &= (5083,3 - 1788.3) / 5 = 823.7 \\ &\text{L/m}^2 \end{aligned}$$





Sensori:
pH e CE
drenato

Sensori:
celle di carico

Sensori:
RG, °C e RH



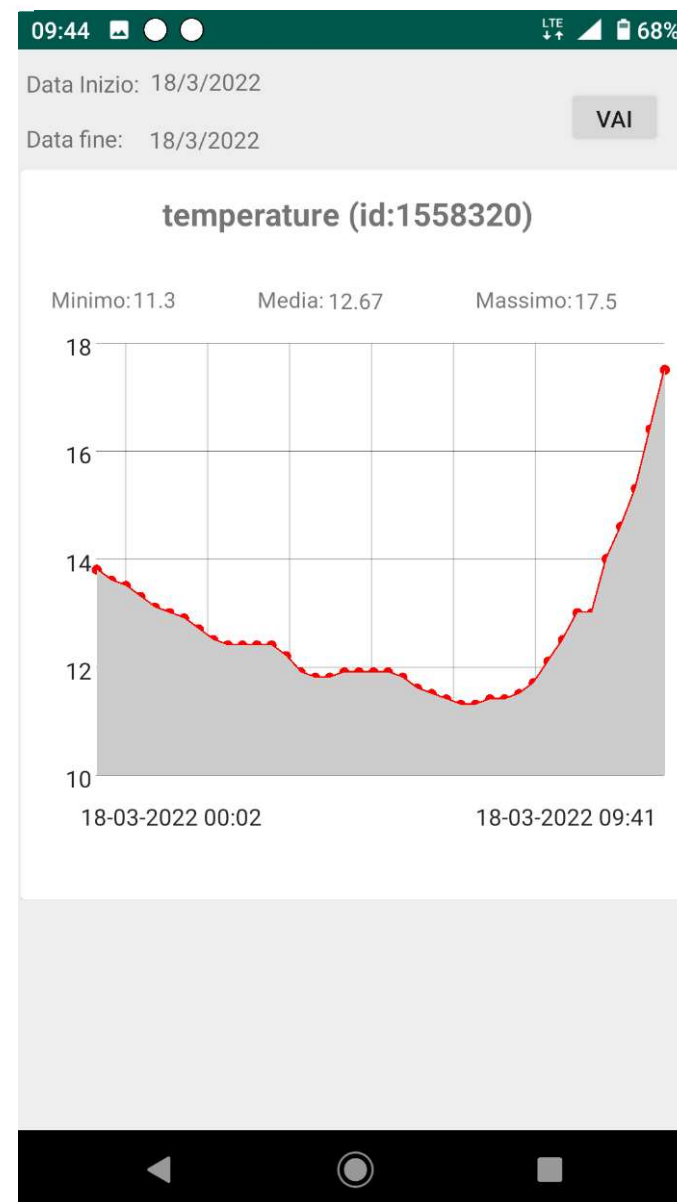
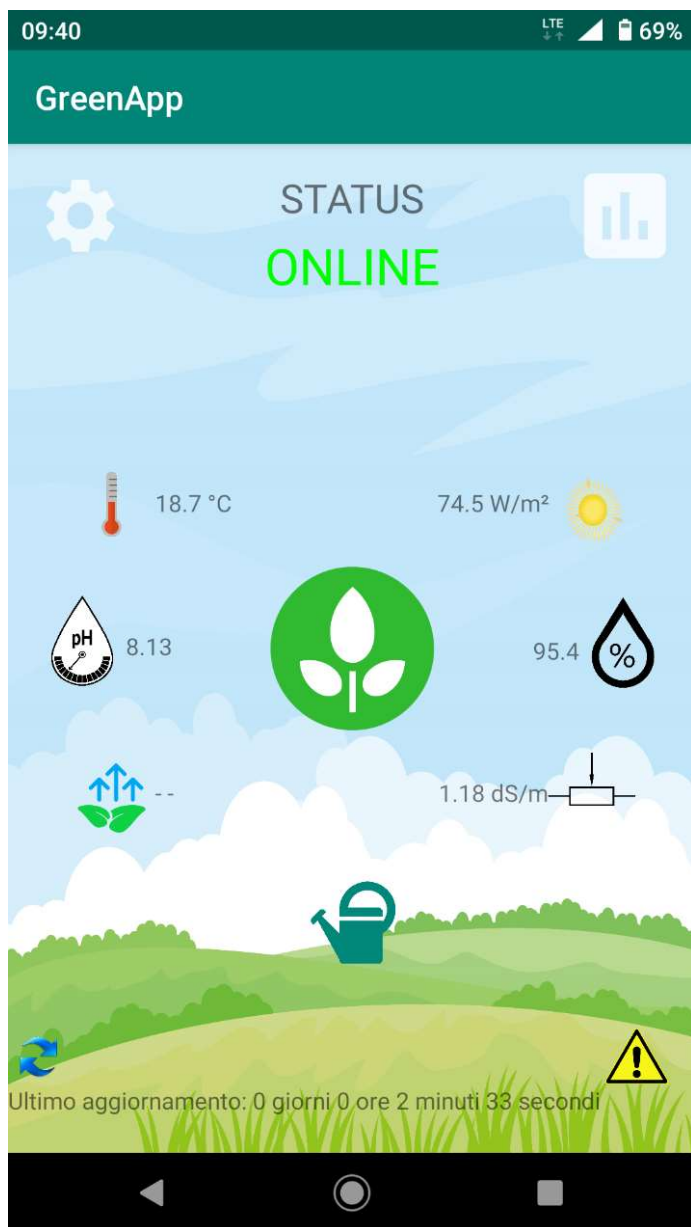
UNIONE
EUROPEA



REPUBBLICA
ITALIANA



REGIONE
LIGURIA





UNIONE
EUROPEA



REPUBBLICA
ITALIANA



REGIONE
LIGURIA

09:43 LTE 68%

NOTIFICHE



18.7



95.4



8.13



74.5



1.18



--

Min

Max

5

40

--

--

6

7.5

1

2.5

--

--

100

1000

60

RESET

SAVE

NOTA: ricordati di salvare i dati!

15:21

23%



Irrigazione manuale

Durata irrigazione [min] 0

Irrigazione MAN/AUT

Flusso dell'acqua [ml/min] 337

Leaching factor [#] 0.15

Trigger di irrigazione [g] 1807

Numero di vasetti [#] 3

Ultima irrigazione: 0 giorni 2 ore 38 minuti 44 secondi

Durata: 0 ore 13 minuti 17 secondi

AGGIORNA

ATTENDI...

SALVA

Risoluzione problemi: pH

pH basso

Cause:

- alta % N-NH₄
- Basso potere tampone delle acque (es acqua piovana)

Rimedi:

- Abbassare la % di N-NH₄
- Alzare set-point acidificazione
- **aggiunta di KHCO₃ (1 mMol)**

pH alto

Cause:

- Bassa % N-NH₄
- Acidificazione incompleta

Rimedi:

Alzare la % di N-NH₄
Acidificare in vaso aperto

Risoluzione problemi: EC alta

Ec alta

Cause:

- Elevato contenuto di ioni non essenziali nell'acqua
- Eccessiva aggiunta di nutrienti rispetto alla C_u
- Bassa percentuale di drenaggio

Rimedi:

- Utilizzare acque di migliore qualità
- Controllare l'aggiunta di nutrienti
- aprire il sistema con run-off della soluzione ricircolante

Controllo Volume drenato

- Occorre mantenere un valore di drenato tale che non si accumulino troppo sali essenziali all'interno del vaso o del sacco;
- La frazione di lisciviaggio dovrebbe essere costante a tutti i passaggi. Es. Se la $LF=30\%$, allora ci si aspetta un drenato del 30% che dovrebbe essere costante su tutti i passaggi

Controllo Volume drenato/2

- Occorre controllare la quantità di drenato cumulato, ma in caso di dubbi occorre controllarlo su ogni irrigazione;
- Se alla fine di una irrigazione abbiamo:
 - un drenato maggiore del target, allora l'intervento è stato fatto troppo presto;
 - Se abbiamo un drenato inferiore al target, allora l'intervento è stato fatto tardi (errore nel K_c ?)

ESEMPIO GESTIONE IRRIGUA

Apparentemente la quantità di acqua irrigua appare sufficiente, in quanto la coltura drena intorno al 35-40%, ma potrebbe essere mal distribuita fra un'irrigazione e la successiva. Per questo motivo si è richiede all'agricoltore di monitorare attentamente la quantità di acqua somministrata e quella drenata e qui di seguito si riportano i risultati:

Time	Portata intervento irriguo (ml/pianta)	Quantità di drenato per intervento (ml/pianta)	Leaching Fraction%
10.00	250	160	64.0%
12.00	200	10	5.0%
14.00	200	0	0.0%
16.00	200	58	29.0%
TOT	850	228	26.8%

SOLUZIONE.

L'irrigazione è sicuramente gestita male, causando durante le ore centrali del giorno stress idrici alle piante.

Si consiglia di posticipare il primo passaggio alle ore 10.30, riducendo anche la dose e aumentare la dose al secondo passaggio. Si consiglia inoltre di utilizzare un sistema che regoli le partenze irrigue o sulla base del contenuto idrico volumetrico presente nel substrato oppure con un sistema di controllo basato sulla radiazione globale che entra in serra.

GESTIONE IRRIGUA CORRETTA

La nuova gestione irrigua assicura una migliore distribuzione dell'acqua e un maggior confort alla coltura

Time	Portata intervento irriguo (ml/pianta)	Quantità di drenato per intervento (ml/pianta)	Leaching Fraction%
10.30	160	62,5	31.3%
12.30	250	60	24.0%
14.00	200	50	25.0%
16.00	200	58	29.0%
TOT	850	230,5	27.11%



UNIONE
EUROPEA



REPUBBLICA
ITALIANA



REGIONE
LIGURIA

Conclusioni

- Occorre somministrare gli elementi in base alla loro presenza nella zona radicale e non a priori;
- Risoluzione delle problematiche dell'acqua irrigua;
- Uso della fertirrigazione e calcolo accurate della sua formulazione
- Lo sviluppo del lisimetro automatico permette di aiutare l'agricoltore a gestire l'impianto fuori suolo



Grazie
dell'attenzione !

