

**L'INFORMATORE
AGRARIO**

ORTO-FRUTTICOLTURA INNOVATIVA

MACFRUT 2016

www.ortofrutta.informatoreagrario.it



MACFRUIT 2016
14 SETTEMBRE 2016
Sala Workshop Padiglione D7



MACFRUIT 2016

14 15 16
September 2016
Rimini Expo Centre
ITALY

FERTIRRIGAZIONE: ASPETTI OPERATIVI E TECNOLOGIE INNOVATIVE

Luca Incrocci

e.mail: luca.incrocci@unipi.it

**Dip. Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-Ambientali,
Università di Pisa**



Sommario degli argomenti

1. Aspetti pratici e innovativi nella gestione della coltura fuori suolo

- Classificazione dei sistemi di coltivazione fuori suolo
- Ciclo aperto e ciclo chiuso
- Soluzioni nutritive
- Controlli da effettuare nell'impianto fuori suolo: pH, EC, % di drenato, ossigeno disciolto, analisi del drenato e sue interpretazione;
- Reintegrazione della soluzione nutritiva.

2. Tecniche innovative per la gestione dell'irrigazione delle colture ortive in serra e in pieno campo

- Gestione corretta dell'irrigazione come mezzo per aumentare anche l'efficienza nell'uso dei nutrienti: volume irriguo e frequenza.
- Stima indiretta dell'evapotraspirazione;
- Stima diretta dell'evapotraspirazione;
- Utilizzo di sistemi semplificati per il pilotaggio dell'irrigazione in serra.

Per approfondimenti.....

SPECIALE

S

■ INNOVAZIONE TECNICA PER LE COLTURE SOTTO SERRA

Più efficienza all'irrigazione con i sensori dielettrici

I sensori per la misura del contenuto idrico del suolo sono un sistema facile e sicuro per controllare l'irrigazione delle colture protette.

L'utilizzo di questi sistemi su larga scala potrebbe portare a un incremento dell'efficienza nell'uso dell'acqua intorno al 15-20%

di L. Incrocci, G. Incrocci, R. Pulizzi, F. Malorgio, A. Pardossi, S. Spagno, P. Marzalletti

In Italia circa il 50% dell'acqua totale utilizzata dall'uomo viene impiegata dall'agricoltura e l'irrigazione interessa il 27% della superficie coltivata.

Nelle colture protette, dove l'apporto della pioggia è escluso, la pratica dell'irrigazione copre la totalità delle superfici coltivate. Spesso l'irrigazione viene utilizzata per veicolare i nutrienti (fertirrigazione) e al tempo stesso una sua cattiva gestione provoca, non solo una bassa efficienza nell'uso dell'acqua, ma anche un dilavamento della zona radicale con una conseguente perdita di elementi nutritivi e quindi con un elevato impatto ambientale (ad esempio l'incremento dei nitrati nelle acque di falda). Ciò può essere controllato attraverso un accurato pilotaggio dell'irrigazione intendendo con ciò la quantità di acqua da dare (volume irriguo) e il momento in cui darla (turno o frequenza).

Sia il volume irriguo che la frequenza

sono, di solito, stabiliti in base all'esperienza del coltivatore e allo stato idrico della pianta.

Generalmente l'automazione dell'irrigazione si basa su semplici centraline a timer che, a precise ore del giorno e per una durata prestabilita dall'utente, sono in grado di aprire e chiudere elettrovalvole di questo o quel settore irriguo. Questo sistema è pratico ed economico, ma scarsamente efficiente ai fini del risparmio idrico; d'altra parte, essendo molto basso il costo dell'acqua irrigua, l'agricoltore non ha nessuna convenienza economica a ottimizzarne l'uso quando le sue fonti idriche sono sufficienti a coprire il suo fabbisogno.

Calcolare il bilancio idrico

Un uso più efficiente dell'irrigazione necessita della conoscenza dell'evapotraspirazione e delle caratteristiche idrologiche del terreno, in modo da effettuare un bilancio idrico della coltura: sulla base di alcuni parametri climatici (vento filato, radiazione globale, temperatura e umidità dell'aria) si può calcolare l'evapotraspirazione potenziale (ET₀) che, moltiplicata per un coefficiente culturale (K_c), permette di stimare la reale evapotraspirazione della coltura (ET_c) e, conoscendo i parametri idrologici del terreno o del substrato (acqua disponibile) e la quantità di pioggia caduta o le irrigazioni effettuate, di calcolare la frequenza degli interventi irrigui.

Il calcolo del bilancio idrico, seppur facilmente



automatizzabile e coadiuvato dallo sviluppo di servizi agrometeorologici regionali in grado di fornire, su base giornaliera, i valori di ET₀, ha sempre trovato, nella pratica aziendale, una scarsa applicazione, soprattutto per la difficoltà di reperire i coefficienti culturali e per la necessità di redigere tanti bilanci quanti sono gli appezzamenti irrigui non omogenei (diversa coltura e/o diversa granulometria del terreno).

Conoscere direttamente l'evapotraspirazione

L'alternativa al bilancio idrico, che fino a pochi anni fa appariva poco pratica a causa del suo alto costo, è la misura diretta dell'evapotraspirazione della coltura, basata sul monitoraggio del contenuto idrico del suolo (o del substrato) oppure, nel caso di colture in contenitori, sulla variazione del peso di un campione di piante in vaso.

Tuttavia negli ultimi anni lo sviluppo tecnologico ha permesso di mettere a punto sensori in grado di rilevare il contenuto di umidità nel suolo (volumetric water content, VWC, θ) a costi relativamente contenuti, aprendo di fatto la possibilità di automatizzare realmente il pilotaggio dell'irrigazione.

Materiali per colture protette

SPECIALE | FERTIRRIGAZIONE

● APPROCCI METODOLOGICI, FORMULE E TECNOLOGIE DISPONIBILI

Fertirrigazione delle orticole: cosa sapere per farla al meglio



La fertirrigazione permette di ottenere produzioni abbondanti e di elevata qualità, grazie alla possibilità di soddisfare in maniera più precisa le esigenze nutrizionali della coltura. Per ottenere i migliori risultati dalle colture, però, pH, conducibilità elettrica della soluzione e rapporto ionico devono avere i giusti valori

di Marco Valerio Del Grosso, Luca Incrocci, Alberto Pardossi

La fertirrigazione è una tecnica che sfrutta l'irrigazione localizzata per distribuire oltre all'acqua anche gli elementi nutritivi (soluzione nutritiva), in modo da ottimizzare la gestione di entrambi i fattori, permettendo di soddisfare in maniera più precisa le richieste nutritive della coltura, con incrementi quali-quantitativi della produzione.

Fino a pochi anni fa la fertirrigazione era diffusa solo fra le colture ortoflorofrutticole, ma negli ultimi anni, grazie all'introduzione dell'irrigazione localizzata a bassa pressione, si

sta diffondendo anche su altre colture come i vigneti e le colture industriali (tabacco e mais).

Il maggior costo per l'impianto di miscelazione e la possibilità che la distribuzione di nutrienti sia ostacolata da una stagione troppo piovosa (solo per le colture di pieno campo) sono i principali due inconvenienti di questa tecnica.

Sebbene la fertirrigazione sembri una pratica abbastanza semplice, ci sono dei semplici parametri che devono essere ottimizzati in funzione della coltura fertirrigata:

- formula nutritiva e rapporti ionici fra i nutrienti [ad esempio: N-NH₄/N totale, K/(Ca+Mg)];

- pH della soluzione nutritiva;
- conducibilità elettrica (EC) della soluzione nutritiva.

Quale formula nutritiva?

La formula nutritiva identifica la concentrazione dei vari ioni nella soluzione nutritiva che si fornisce alla pianta.

La pianta assorbe in maniera selettiva i nutrienti (quindi in parte indipendentemente dalla loro concentrazione esterna) ma è dimostrato che certi rapporti ionici nella soluzione circolante possono influenzare il tasso di assorbimento dei nutrienti.

Ad esempio, sono noti gli effetti antagonisti del potassio verso l'assorbimento di calcio e magnesio.

Uno degli scopi della fertirrigazione è quindi quello di mantenere un giusto rapporto fra le concentrazioni a livello radicale degli ioni nutrienti e di quelli non essenziali (ad esempio il sodio), in modo da favorire un assorbimento dei nutrienti da parte della pianta che massimizzi quali-quantitativamente la produzione.

È importante in fase di pre-trapianto controllare (e semmai correggere) queste concentrazioni e successivamente, in fase di crescita della coltura, mantenerle utilizzando una ricetta nutritiva con concentrazioni simili a quelle di assorbimento della pianta in quella fase.

In pratica esistono due approcci per stabilire la giusta ricetta nutritiva (figura 1): predittivo e correttivo.

Approccio predittivo o feed forward

Con questo approccio si stima la quantità di nutrienti da apportare al terreno, eseguendo un bilancio di massa in cui si calcolano tutti gli apporti (decomposizione residui cultura precedenti, concimazioni organiche, mineralizzazione della sostanza organica) e le perdite (lisciviazioni, asportazioni della coltura, ecc.), in funzione della probabile produzione raccolta e delle medie climatiche provinciali.



Foto 1 - Sensori FDR di umidità del suolo: SM200 commercializzato dalla Delta T Device (a) ed EC5 commercializzato dalla Decagon Device (b)

Materiale divulgativo presente nel WEB

Visita il sito: www.cespevi.it



IRRIGAZIONE, FERTIRRIGAZIONE E CONCIMAZIONE DELLE COLTURE FLOROVIVAISTICHE

A cura di
ALBERTO PARDOSSI, LUCA INCROCCI, e PAOLO
MARZIALETTI

Materiale divulgativo presente nel WEB

<http://www.wur.nl/en/Research-Results/Projects-and-programmes/Euphoros-1.htm>

Fertigation and Substrate Management in Closed Soilless Culture

Pardossi A., Carmassi G., Diara C., Incrocci L., Maggini R., Massa D.²

² Dipartimento di Biologia delle Piante Agrarie, Università di Pisa, Pisa

August 2011



www.cespevi.it/softunipi/softunipi.htm



www.cespevi.it

[Torna alla pagina iniziale](#)

[Pagina iniziale](#) | [Presentazione](#) | [Banca del Germoplasma](#) | [Biblioteca](#) | [Notiziario](#) | [Schede Fitopatologiche](#) | [Dati Agrometeorologici](#) | [Schede Botaniche](#) | [Links](#)

Software per la gestione delle colture florovivaistiche



sviluppati dal DiSAAA-a - Università di Pisa

In questa pagina WEB sono raccolti gli strumenti informatici sviluppati negli ultimi anni dal gruppo di ricerca del Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali dell'università di Pisa, coordinato dal prof. Alberto Pardossi, per aiutare gli agricoltori e i tecnici addetti alla gestione idrico-nutritiva di colture orto florovivaistiche.

Tutti i software sono distribuiti gratuitamente. Nessun uso commerciale, riproduzione o distribuzione di questi è permessa. Gli sviluppatori non sono responsabili per nessun tipo di danno causato dall'uso dei software. L'intero rischio riguardante il loro uso, i risultati, le analisi e le performance prodotte dai software è a carico dell'utilizzatore. L'utilizzatore esonera gli sviluppatori da ogni tipo di responsabilità, espressa o implicita, che derivi dall'utilizzo del software

Lista dei software scaricabili e relativi link:

Software	Descrizione delle funzionalità	Link
SOL-NUTRI 1.3	Foglio elettronico per Microsoft Excel™ 2003, 2007 per il calcolo delle soluzioni nutritive da utilizzarsi per le coltivazioni fuori suolo ed in vaso. Realizzato nell'ambito del progetto EU Euphoros (contratto N°EU-FP7-KBBE-2007- 211457).	Attualmente scaricabile da : 

Cos'è una coltura fuori suolo?



E' una coltivazione che avviene senza l'ausilio del suolo, dove il rifornimento idrico e minerale avviene tramite una soluzione nutritiva.

Le colture senza suolo

Idroponica



Floating system



Nutrient Film
Technique



Aeroponica

Le colture senza suolo

Su substrato



In canaletta



In sacchi o vasi



Subirrigazione

Ciclo aperto e ciclo chiuso

Controllo entrata:
pH (5.5-6.0)
EC (1.6-3.0)

Riutilizzo del drenato su
coltura in terreno

Ciclo chiuso!!



Abbandono del drenato
nell'ambiente



Controllo periodico del
drenato (25-50%):
pH (5.0-7.0)
EC. (2.0-4.0)

Drenato
Ciclo aperto!!

Confronto ciclo aperto vs. ciclo chiuso

Dati ottenuti su pomodoro, con ciclo di 8 mesi

	Acqua (m ³ ha ⁻¹)	N (kg ha ⁻¹)	P (kg ha ⁻¹)	K (kg ha ⁻¹)	Ca (kg ha ⁻¹)	Mg (kg ha ⁻¹)
Ciclo chiuso	8990	848	246	1377	217	89
Ciclo aperto	11950	1897	457	2932	575	212
Risparmio (%)	25%	55%	46%	33%	62%	58%

(Dati rielaborati da Baille, 1998)

Ciclo chiuso: problematiche !

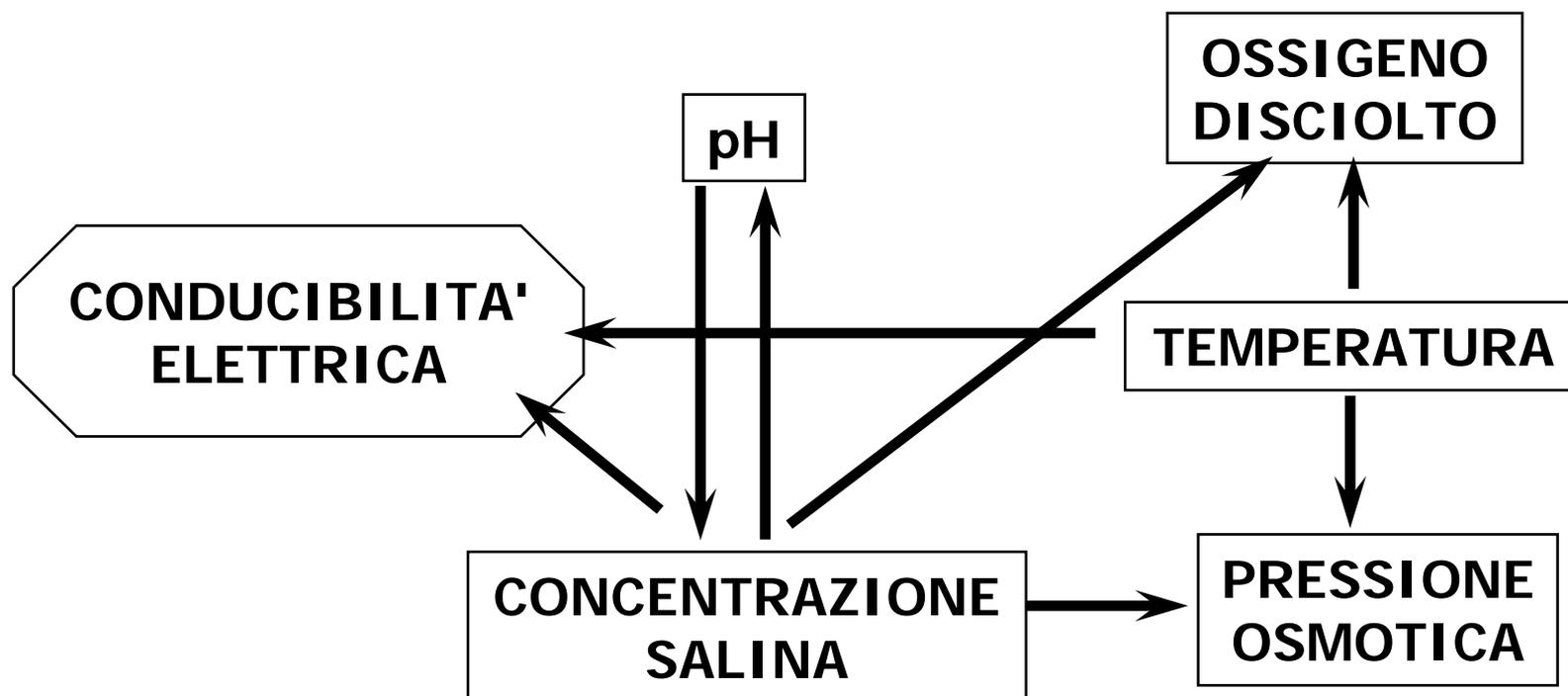
In Olanda adottato su più del 90% delle coltivazione fuori suolo. In Italia su pochi ettari (escluso floating)

Due sono i principali problemi:

A) Propagazione di malattie radicali

B) controllo della concentrazione dei nutrienti nel ricircolato

Gestione dell'impianto fuori suolo



Gestione della soluzione nutritiva

- Occorre mantenere valori di concentrazione degli elementi nutritivi, EC, pH e ossigeno disciolto accettabili per la crescita della coltura.
- Nelle reintegrazioni dei nutrienti occorre tener presente il principio di bilancio di massa.

Il controllo dei nutrienti: bilancio di massa

In:
Acqua +
Minerali
(refill)

C_R



Out:

Assorbimento nutritivo +
precipitazione nel substrato
(uptake) (C_U)

Out:

Eventuale apertura del sistema
con rilascio di sali (drenato, leaching)

L'EQUILIBRIO SI HA QUANDO $C_R = C_U$

Valori di C_u per alcune specie orto- floricole

Le piante assorbono
poco il Na !!!

	<i>N</i> (mmol/l)	<i>P</i> (mmol/l)	<i>K</i> (mmol/l)	<i>Ca</i> (mmol/l)	<i>Mg</i> (mmol/l)	<i>Na</i> (mmol/l)
Pomodoro	11	1.2	6	2.2	1.0	1-4
Cetriolo	12	1.0	6.6	2.7	0.8	0.8-1.0
Gerbera	10	0.7	7.0	1.6	0.5	0.8-1.0
Rosa	5.2	0.4	7.0	1.6	0.5	0.8-1.0

(Dati rielaborati da Sonneveld, 2000; Malorgio et al. 2001; Carmassi et al. 2003)



Ciclo chiuso: evitare accumulo degli ioni non essenziali !

Nel ciclo chiuso gli elementi non essenziali tendono ad accumularsi perché $C_R > C_U$

Per evitare l'accumulo di sali non essenziali nella soluzione circolante:



Scelta della ricetta

- Esistono due teorie sulla composizione della soluzione nutritiva:
 - Teoria della ricetta universale;
 - Teoria della ricetta specie-specifica;
- Le due teorie in evidente contrasto si ricompongono se si considera che:
 - la pianta assorbe selettivamente gli ioni di cui ha bisogno;
 - per evitare accumuli di salinità occorre somministrare alla pianta una soluzione nutritiva il più possibile simile a quella assorbita ($C_{\text{assorbimento}} = C_{\text{somministrata}}$)

Scelta della ricetta (2)

Tassi di crescita di alcune piante ortofloricole.

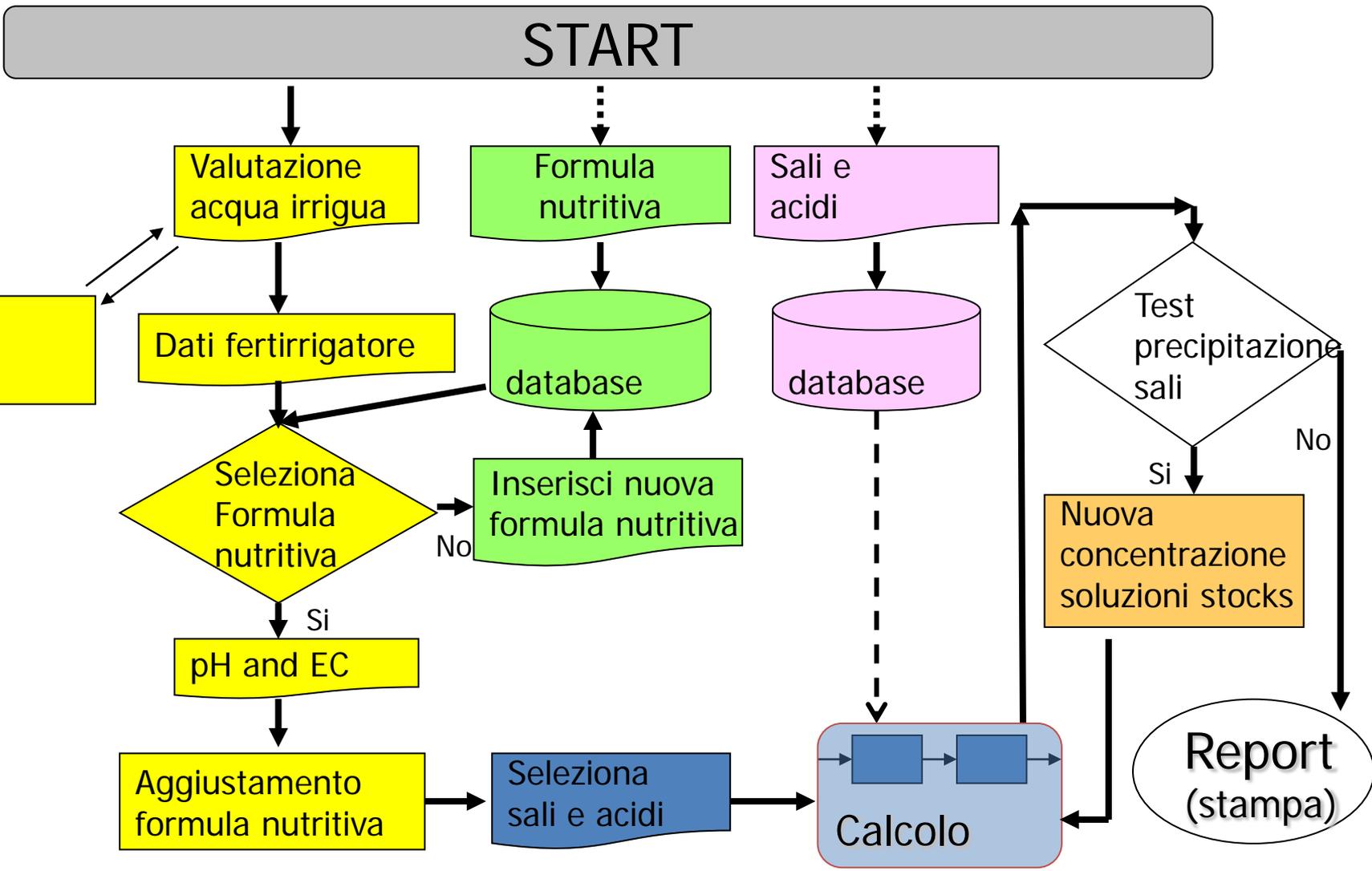
Specie	gr (sost. Secca) pianta ⁻¹ day ⁻¹
Pomodoro	2-6
Cetriolo	3-8
Fragola	0,3-0,5
Gerbera	0,5-1,0
Rosa	0,5-0,8
Dracaena	0,2-0,3

Alcune considerazioni...sulla scelta della ricetta

- Rapporto fra i cationi K:Ca:Mg. Se espresso in meq/L e fatto pari a 100 la somma quello ideale è 40:40:20, ovvero in mM: **K:Ca:Mg 1:0.5:0.25**
- N-NH₄/Ntot**; di solito non superare il 20%; comunque non maggiore a 2 mM di N-NH₄. Più è alto e più si tende a far abbassare il pH della soluzione drenata
- EC molto importante per pilotare la qualità**: deve contrastare il trasporto di acqua nei frutti e nelle cellule, per evitare in periodi di scarsa luminosità la filatura;
- HCO₃** deve essere sempre presente...almeno 0.5 mM; se basso il pH tende ad acidificarsi troppo...si mette 0.5 di bicarbonato di potassio
- Silicio**: importante per struttura cellulare e riduzione incidenza mal bianco nella rosa. Non superare 0.5-0.7 mM. Nella fragola non superare 0.5 mM/L per evitare aumento frutti albi.

SOL-NUTRI (L. Incrocci)

- Software sviluppato nell'ambito del progetto AZORT;
- Software freeware scaricabile dal sito www.azort.it/software/solnutri/index.html
- Principali caratteristiche:
 - Database acidi e concimi;
 - Database formule nutritive;
 - Calcolo automatico della quantità di Sali e acidi partendo da analisi dell'acqua e scelta formula nutritiva;
 - Controllo eventuali precipitati nelle soluzioni stock e calcolo della spesa necessaria;
- Versione in 5 lingue (foglio excel)



Calcolatore delle Soluzioni Nutritive v1.2: home page



CALCOLATORE SOLUZIONI NUTRITIVE V1.2

[Parametri](#)

[Convertitore ppm in mM](#)

[Formule nutritive](#)

[Acidi & concimi](#)

[Stampa soluzione](#)

[Calcolo](#)

Guida rapida al CALCOLATORE di SOLUZIONI NUTRITIVE

Luca INCROCCI, Università di Pisa, Italia

Il Calcolatore di Soluzioni Nutritive (SN) è un foglio di EXCEL™ sviluppato dal [Dr. Luca Incrocci](#) (Dipartimento di Biologia delle Piante Agrarie, Università di Pisa) per aiutare i coltivatori e i tecnici nel calcolo della soluzione nutritiva e dei sali da sciogliere nelle soluzioni stock. Il foglio elettronico ha una [interfaccia amichevole](#) e contiene due database, modificabili dall'utente:

i) [ricette nutritive](#) per le principali specie ortofloricole, ampliabili dall'utente fino ad un massimo di 50 ricette;

ii) [database del contenuto di nutrienti negli acidi e nei fertilizzanti commercialmente più utilizzati e del loro costo.](#)

Il foglio elettronico calcola la composizione e il costo per la preparazione delle soluzioni [stocks](#) (sistema [A+B](#)) e [necessita](#) dei seguenti input:

i) [composizione ionica dell'acqua di irrigazione](#);

ii) [ricetta della specie da coltivare](#) (ad es., pH, EC and concentrazione degli elementi nutritive da somministrare al prodotto);

iii) [caratteristiche tecniche del fertirrigatore](#) (i.e., volume dei contenitori delle soluzioni [stocks](#) e tasso di concentrazione di queste).

Il calcolatore verifica anche la possibile precipitazione di Sali nella soluzione madre a causa

SOL-NUTRI: Report e stampa

Quantità di sali da sciogliere nei contenitori di soluzione madre.

Contenitore A:

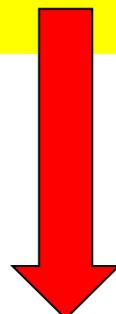
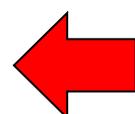
NITRATO DI CALCIO agricolo	15.09	Kg
-	-	-
NITRATO AMMONICO	0.49	Kg
NITRATO DI POTASSIO	2.07	Kg
-	-	-
FERRO chelato EDDHA	465.42	grammi
-	-	-

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

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 SN in entrata	Giornaliera o settimanale	Possibili errori nella preparazione della SN
Misura di pH e EC della SN drenata	Giornaliera o settimanale	Monitoraggio dell'accumulo di salinità
Analisi SN del substrato o drenato	Mensili o quando presenti sintomi	Possibili errori nella composizione della SN
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}







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

DISPONIBILITA' DEGLI ELEMENTI NUTRITIVI

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

pH bassi favoriscono la mobilità dei ioni metallici (Fe, Cu, Mn, Zn) e del boro

pH alti favoriscono la mobilità di Ca e NH_4^+ , ma possono provocare clorosi (da Fe, Mn) e altre carenze

Risoluzione problemi: 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

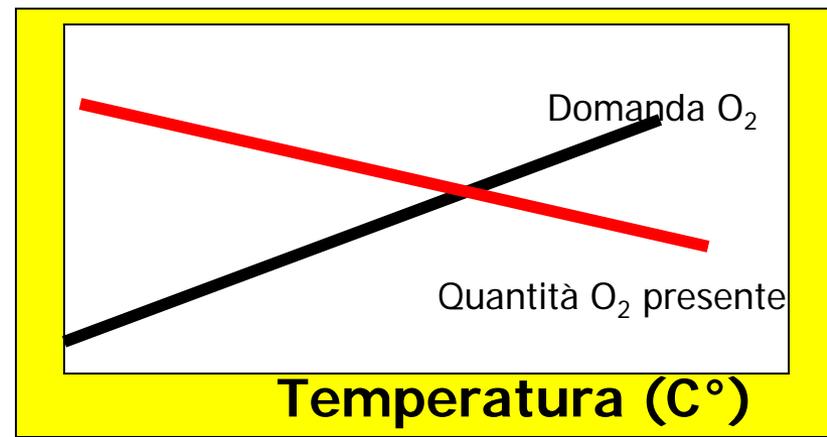
- Occorre mantenere un valore di drenato tale che non si accumulino troppo i sali non essenziali all'interno del sacco o del vaso.
- Il suo controllo in volume permette di calcolare la Frazione di **Lisciviazione: acqua drenata/acqua data**
- La frazione di lisciviaggio dovrebbe essere costante a tutti i passaggi. Es. Se la $LF=33\%$, allora ci si aspetta un drenato del 33% che dovrebbe essere +/- costante su tutti gli interventi.

	Ore 8.00	Ore 12.00	Ore 18.00	Totale
Cattiva gestione	LF=50%	LF=0%	LF=20%	LF=33.3%
Buona gestione	LF=35%	LF=15%	LF=20%	LF=33.3%

L'ipossia radicale nelle colture senza suolo

- All'aumentare della temperatura, sale il fabbisogno di O_2 da parte delle radici, mentre diminuisce la quantità di ossigeno disciolto nelle soluzioni nutritive.

Temperatura (C°)	O_2 max (mg l ⁻¹)	Consumo O_2 (mg gr ⁻¹ h ⁻¹)
10	10,93	0,23
20	8,84	0,46
30	7,53	0,92



Mancato sviluppo di radici di basilico in floayting system per ipossia (valori di 1.5 mg/l O₂)



Strumenti operativi utili per la gestione del sistema fuori suolo

- **Simulhydro**: software per la simulazione di varie strategie di fertirrigazione
- **DNA-scan**, per il monitoraggio dello sviluppo di patogeni radicali nel substrato o nella soluzione nutritiva ricircolante
- **Analisi del substrato**;
- **Kit rapidi e elettrodi ionospecifici** per la determinazione di alcuni elementi nutritivi.
- **Analisi soluzione del drenato**

HYDROTOOLS: un DSS per la gestione della fertirrigazione della coltura fuori suolo

- DSS freeware sviluppato in collaborazione con CNR-IBIMET Firenze (M. Romani, P. Battista, B. Rapi, M. Bevilacqua, L. Bacci).

- **Caratteristiche principali**

- Sistema modulare sviluppato in C# Microsoft .Net Frameworks 4.0

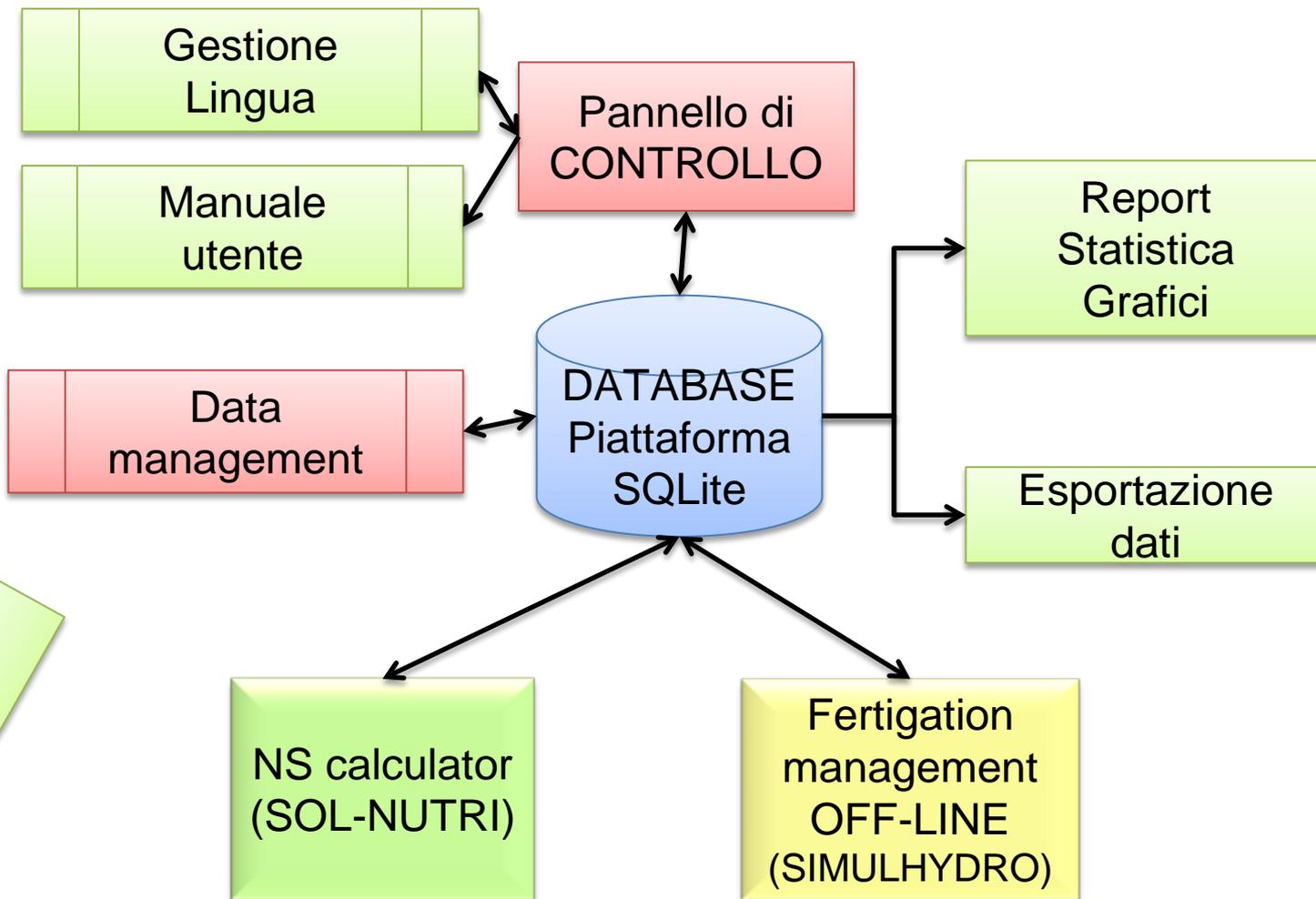
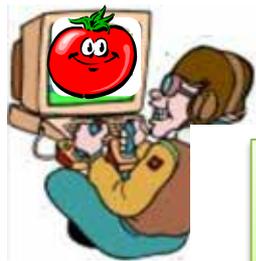
- Sistema operativo: da Windows XP sp3 a Windows 7.

- Il linguaggio di default del programma è inglese e italiano.

- L'architettura del sistema è basata su un database centrale che immagazzina sia gli input che gli output.

- Il database implementato si basa su sistema SQLite.

Hydrotools: parti principali



Deliverables

list of deliverables, concerning the EUphoros research is given below:

[Deliverable 03 Euphoros publishable summary Year 1 2009](#)

[Deliverable 04 Feed back from growers and experts about euphoros tools](#)

[Deliverable 05 Environmental and economic profile of present greenhouse production systems in Europe](#)

[Deliverable 10 Euphoros publishable summary Year 2 2010](#)

[Deliverable 14 DSS for optimum ventilation, thermal storage & available sustainable energy sources](#)

[Deliverable 15 Advice system fertigation & substrate management with good & poor water quality](#). This deliverable is accompanied by two calculation programs: the [SOL NUTRI nutrient solution calculation program](#) and the [SIMULHYDRO fertigation manager](#).

[Deliverable 21 Euphoros publishable summary Year 3 2011](#)

DNA scan® per valutazione presenza possibili patogeni radicali

Serve come azione preventiva per monitoraggio
sviluppo di patogeni:

- Si effettua su soluzioni nutritive, parti di piante o substrato
- Può essere fatto per funghi che per batteri
- Costo accettabile (circa 270 euro per batteri e funghi).
- Risultati in 48 ore.

Herewith we send you the results of the **DNA Multiscan®** vegetables.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Pathogenic fungi	<i>Athelia (Sclerotium) rolfsii</i>	<i>Alternaria</i> sp.	<i>Botrytis cinerea</i>	<i>Colletotrichum</i> sp.	<i>Colletotrichum acutatum</i>	<i>Colletotrichum coccodes</i>	<i>Colletotrichum glaucosporioides</i>	<i>Cylindrocarpus dematrans</i>	<i>Cylindrocladium</i> sp.	<i>Didymella</i> sp.	<i>Fusarium</i> sp.	<i>Fusarium culmorum</i>	<i>Fusarium oxysporum</i>	<i>F. oxysporum f.sp. cucumerinum</i>	<i>F. oxysporum f.sp. radicles-cucumerinum</i>	<i>F. oxysporum f.sp. lycopersici</i>	<i>F. oxysporum f.sp. radicles-lycopersici</i>	<i>Fusarium saecchari</i>	<i>Fusarium solani</i>	<i>Phoma destruens</i>	<i>Phoma sclerotoides</i>	<i>Phytophthora</i> sp.
1	0	1	1	5	0	0	0	0	0	0	6	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Class:

- 0 Not detected
- 1 Starting infection
- 2 Light infection
- 3 Moderate infection
- 4 Infected
- 5 Severely infected
- 6 Very severely infected

Recommendation:

In your sample we detected different plant pathogenic fungi. The *Fusarium oxysporum*, *Pythium* sp. and *Verticillium* sp. *Colletotrichum* can cause brown root rot. *Fusarium oxysporum* in wilting symptoms. *Pythium* can cause root rot but is a second

Based on these results it is recommended to apply a treatment a M (thiofanaat-methyl) or Carbendazim (carbendazim). *Colletot* (fludioxonil, cyprodinil). *Pythium* can be treated with Previcur I hydrochloride). Always work conform the instructions on the pa are allowed to use these chemical substances.

Yours sincerely,
Ir. M. van der Meer

ESTRATTO ACQUOSO

Esistono molte metodiche di estrazione, i risultati sono diversi, i più diffusi in Italia sono i seguenti. Quella proposta è l'estratto acquoso 1:2 in volume.

Terreno

- estratto in pasta satura
- rapporto 1:1.5 Peso:Volume
- rapporto 1:2 Peso:Volume
- rapporto 1:5 Peso:Volume

Substrato

- estratto saturo
- norme CEN/TC 223 rapporto 1:5 Volume:Volume
- rapporto 1:1.5 Volume:Volume
Sonneveld e Ende (1974)
- **rapporto 1:2 Volume:Volume
Sonneveld (1990) si può fare anche per terreno!**



Estrazione 1:2 V:V (Sonneveld, 1990)

MISURA
FACILE

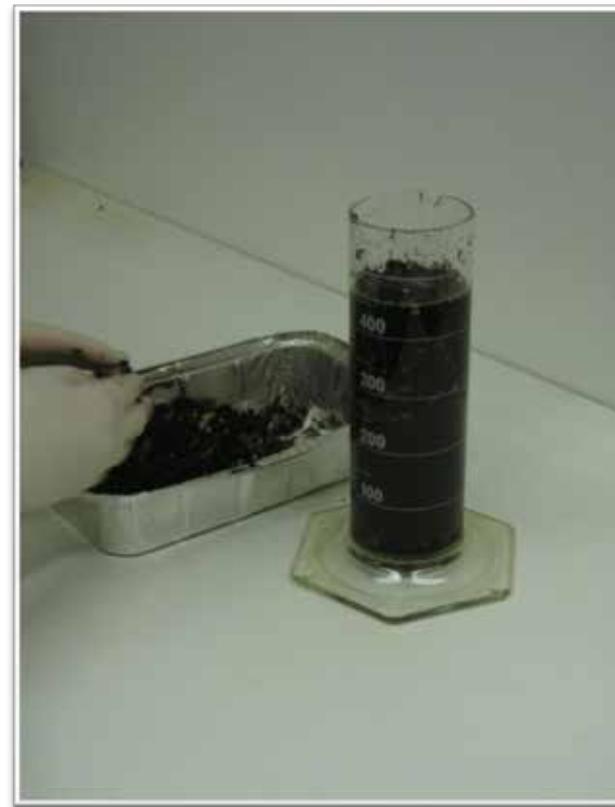
- Prelevare un campione di substrato o terreno
- Mettere circa 300 ml di terreno o substrato in una vaschetta
- Umidificare il substrato aggiungendo lentamente acqua agitando con un cucchiaio fino al raggiungimento della capacità idrica massima del substrato, cioè fino a quando non appare un sottilissimo velo d'acqua sul fondo della vaschetta



Estrazione 1:2 V:V (Sonneveld, 1990) -

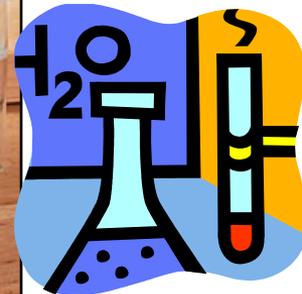
MISURA
FACILE

- Aggiungere 400 ml d'acqua deionizzata ad un barattolo graduato insieme al substrato umidificato in modo da portare il livello della sospensione fino a 600 ml (estratto con rapporto substrato:acqua di 1:2)



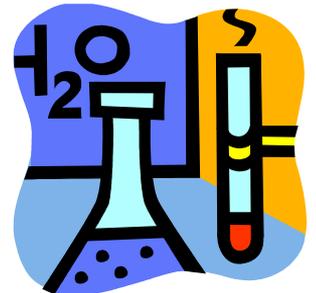
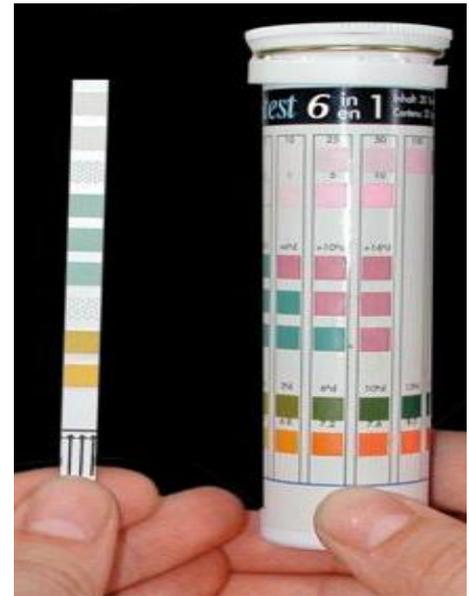
Analisi della composizione ionica degli estratti: le analisi rapide

- In commercio esistono diversi dispositivi per analisi rapide con un costo di poche centinaia di euro
- Dalla concentrazione del campione estratto si può così risalire al contenuto di azoto minerale nel terreno



Funzionamento dei test rapidi

- **Kit test colorimetrici:**
 - strisce reattive (strip-test);
 - reagenti predosati in provetta;
 - set di reagenti.
- **Kit test titrimetrici:**
 - con contagocce di precisione o flacone contagocce;
 - con siringa titolatrice.
- **Strumentazione portatile:**
 - per misure fotometriche;
 - per misure elettrochimiche.



Misura della concentrazione dei nutrienti nell'estratto acquoso del suolo



**Cardy meter (solo N-NO₃)
(500 €; 0.65 €x campione)**

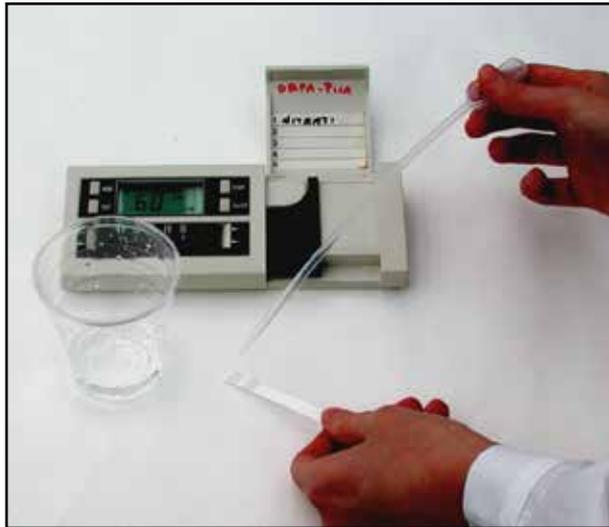


**Reflectoquant
(900 €; 0.70-1 €x campione)**



**Sistema
Clean Grow (2500€) misura fino
a 6 elementi diversi**

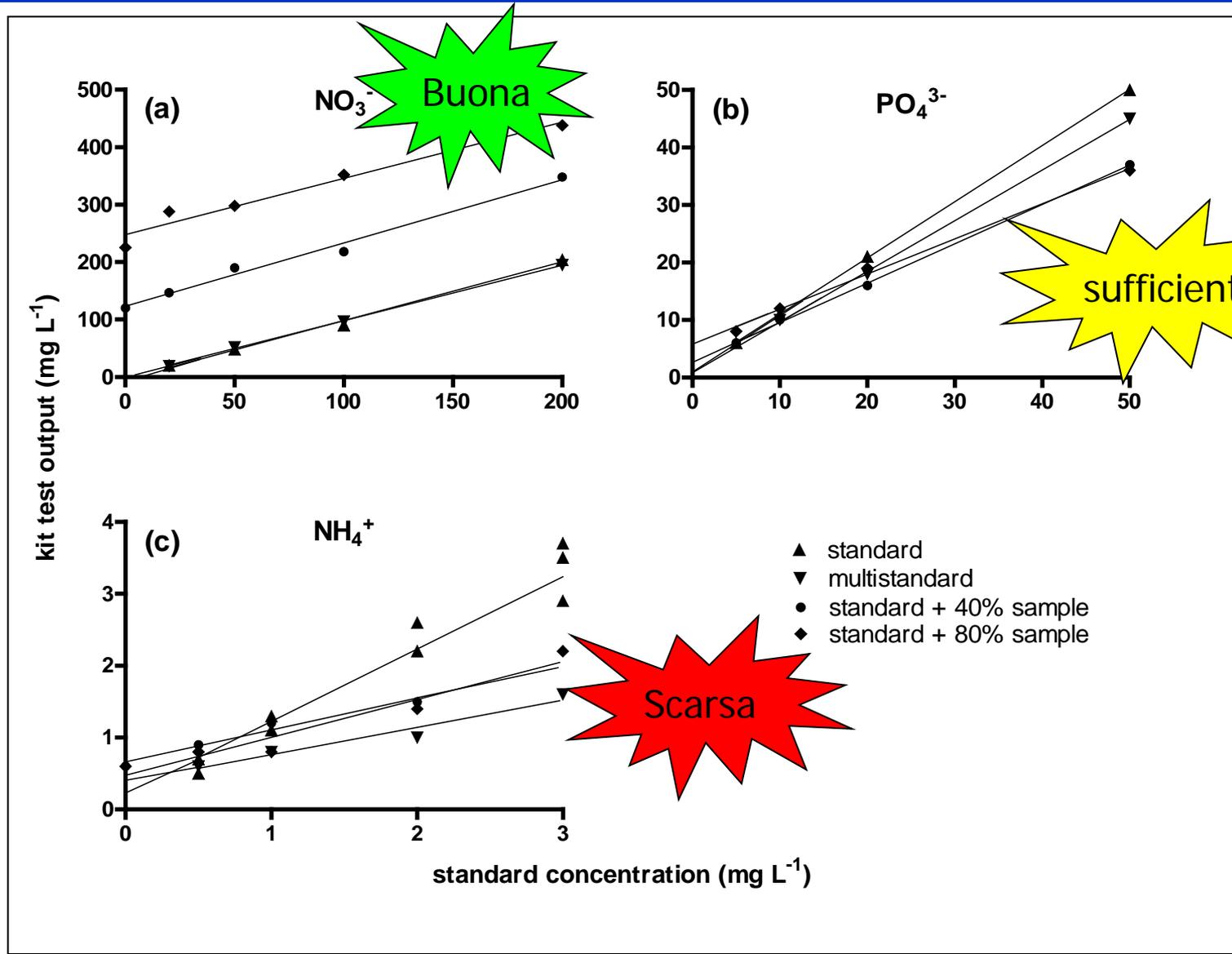
Strumentazioni portatili



- MERCK, Darmstadt, Germany; www.merck.de
- BRACCO, Divisione Chimica, Milano; www.bracco.com
- HACH Europe, Namur, Belgium; www.hach.com
- MACHEREY-NAGEL, Düren, Germany; www.macherey-nagel.com
- HANNA Italia, Sarmeola di Rubano (PD); www.hanna.it
- VELP Scientifica, Usmate (MI); www.velp.it



Problemi: accuratezza test kit rapidi (Reflectoquant® Merck)



Valori Guida per pH, EC e concentrazione ionica in estratti acquosi (preparati con vari metodi) di substrati utilizzati in serra.

	1:1.5	1:2	1:5
pH	5.5 - 6.0	5.5 - 6.0	5.5 - 6.0
EC (dS m⁻¹)	0.6 – 1.5	< 1.5	0.2 – 0.5
NO₃⁻ (mg L⁻¹)	40 - 80	50 - 70	10 - 20
NH₄⁺ (mg L⁻¹)	25 - 35	3-6	8 - 10
K (mg L⁻¹)	12 - 45	50 - 100	11 - 16
P (mg L⁻¹)	20 - 30	3 - 5	6 - 8
Ca (mg L⁻¹)	40 - 80	50 - 80	10 - 20
Mg (mg L⁻¹)	25 -45	20 - 30	6 - 10
Na (mg L⁻¹)	40 - 60	< 90	10 - 16
SO₄⁻ (mg L⁻¹)	115 - 150	40 - 90	35 - 45
Cl (mg L⁻¹)	60 - 100	< 90	18 - 30
Fe (mg L⁻¹)	01 – 0.4	0.5 - 1	0.1 – 0.5
Mn (mg L⁻¹)	0.01 – 0.3	0.2 - 0.4	0.01 – 0.1
Cu (mg L⁻¹)	0.01 – 0.06	0.05 - 0.1	0.01 – 0.03
Zn (mg L⁻¹)	0.01 – 0.3	0.1 - 0.2	0.01 – 0.1
B (mg L⁻¹)	0.01 – 0.3	0.2 - 0.4	0.01 – 0.1

Conclusioni

- Q Nella tecnica del fuori suolo è importante effettuare i controlli sul drenato.
- Q **Volume**: vi informa se la gestione idrica è buona (LF);
- Q **pH**. Importante per la corretta solubilità di tutti gli elementi;
- Q **EC** : importante per gestire la qualità del prodotto e per evitare riduzioni di crescita;
- Q **Ossigeno disciolto** (solo per idroponica)
- Q Esistono software e strumenti diagnostici che possono aiutare fortemente il tecnico

PARTE 2

Tecniche innovative per la gestione dell'irrigazione delle colture ortive in serra e in pieno campo

Sommario

Rispondere alle due domande.....fondamentali;

- **Quanta acqua dare?**

Volume irriguo ottimale e coefficiente di sicurezza;

- Uso del software CAL-VIR

- **Quando devo dare l'acqua?**

- Stima della evapotraspirazione (ET)

- **Indiretta:** ET0 e Kc all'esterno ; misura radiazione in serra;

- **Diretta:** uso di bilance, sensori di umidità.

Gestione efficiente della risorsa idrica

=

Gestione efficiente della fertilizzazione

- Una efficiente gestione dell'irrigazione significa avere limitate perdite di drenaggio e quindi minima dispersione nell'ambiente sia di concimi che di pesticidi ed erbicidi.

QUANTA ACQUA DEVO DARE?



VOLUME IRRIGUO

Clima
(rad., temp.,
UR)

Substrato o terreno
(ritenzione idrica,
etc.)

Volume irriguo
NETTO (VI_{NETTO})

Coltura
(specie, cv.,
stadio sviluppo,
ecc.)

Impianto irriguo
(metodo, densità e
portata erogatori, etc.)

K_s

*Coefficiente
di sicurezza*

$$VI_{LORDO} = VI_{NETTO} \times K_s$$

Volume irriguo
LORDO (VI_{LORDO})

Durata
dell'irrigazione



Volume irriguo lordo (VI_L) – funzione di:

q **Tipo di terreno oppure**

q **Caratteristiche idrologiche del substrato**

q **Geometria del contenitore**

q **Qualità dell'acqua irrigua (lisciviazione)**

q **Efficienza del sistema irrigua**

q **Uniformità di erogazione (impianto irriguo)**

q **Uniformità vegetale**

VI
Teorico
(VI_{netto})

Coefficiente
di sicurezza
(KS)

$$VI_L = VI_N \times KS$$

Coefficiente di sicurezza (K_s)

Si calcola sommando ad 1 i punti assegnati a quattro diversi fattori tecnologici e biologici

$$K_s = 1.1 - 1.5$$

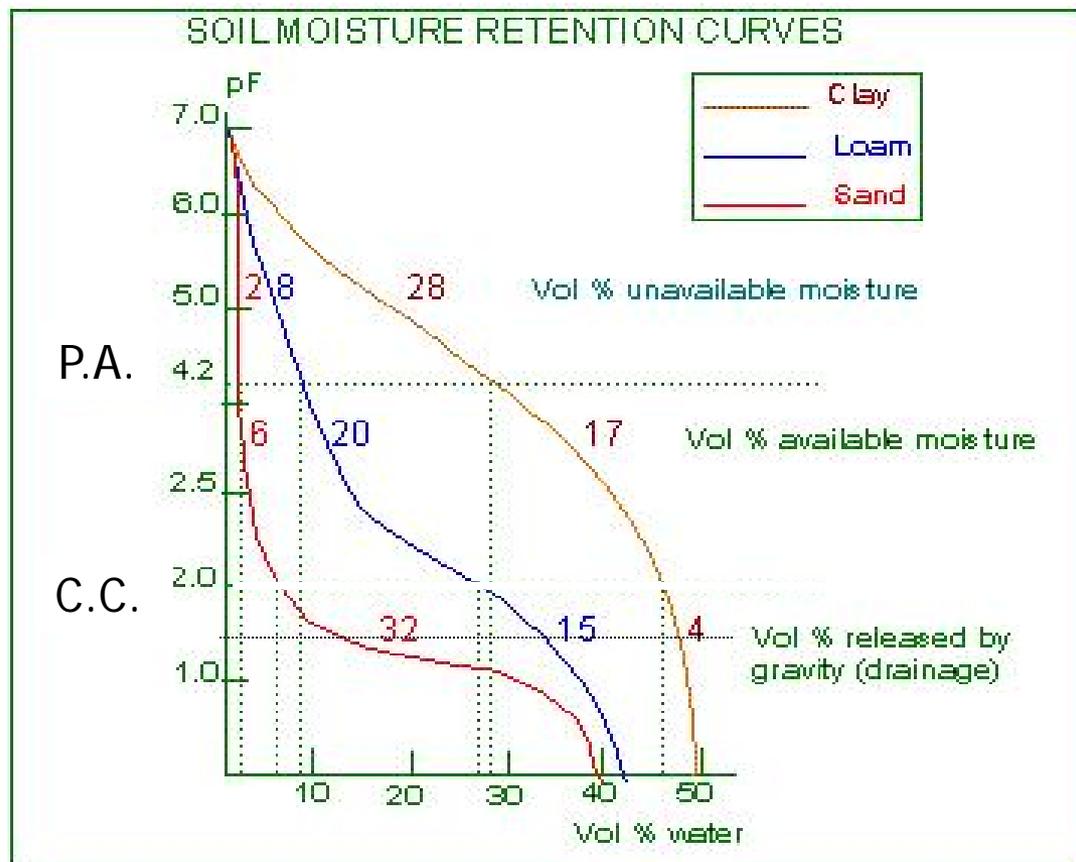
	Efficienza sist. irriguo	Qualità dell'acqua irrigua	Uniformità di erogazione	Uniformità della coltura
Alta	0.00	0.05	0.05	0.05
Media	0.10	0.10	0.10	0.10
Bassa	0.15	0.15	0.15	0.15
Molto bassa	0.20	0.20	0.20	0.20

Esempio: $K_s = 1 + (0 + 0.10 + 0.10 + 0.15) = 1.35$

	Efficienza sist. irriguo	Uniformità di erogazione	Qualità dell'acqua irrigua	Uniformità della coltura
Alta	0.00	0.05	0.05	0.05
Media	0.10	0.10	0.10	0.10
Bassa	0.15	0.15	0.15	0.15
Molto bassa	0.20	0.20	0.20	0.20

L'acqua nel terreno

- Le costanti idrologiche fondamentali in un suolo sono:**
 - Capacità alla saturazione (0 Kpa) (porosità totale);
 - Capacità di campo (-33 Kpa, pF 1.5) (dopo aver perso l'acqua gravitazionale);
 - Punto di appassimento (-15000 Kpa; pF= 4.2)

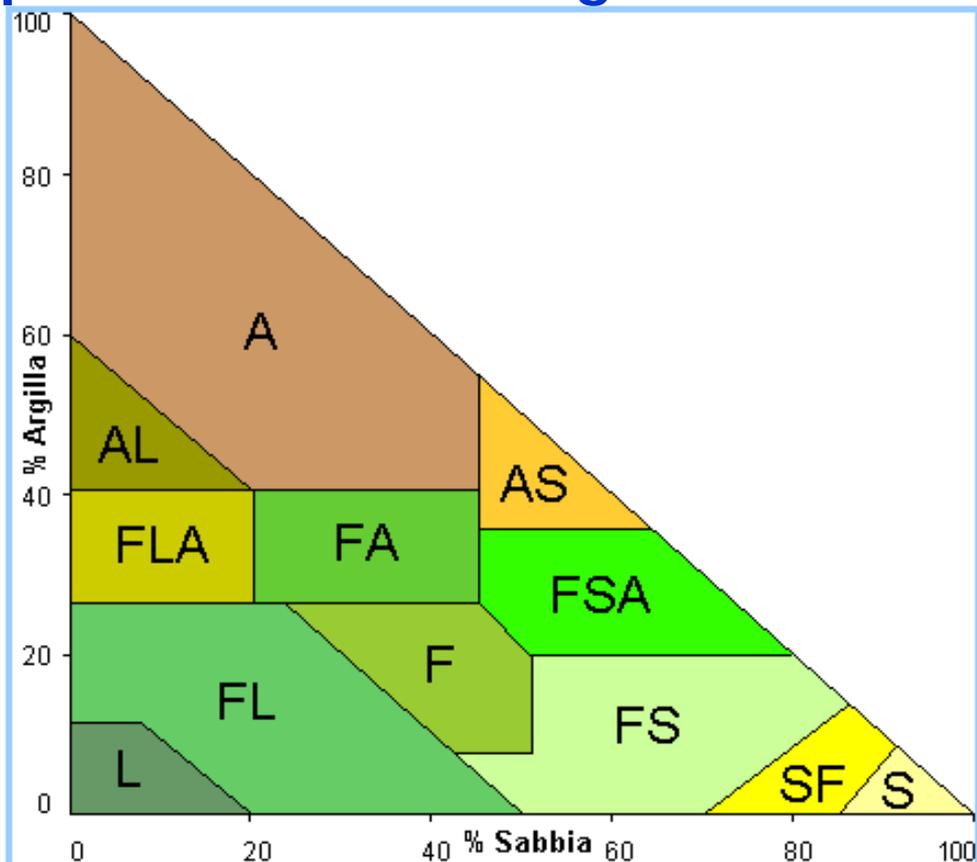


Calcolo automatico dell'acqua disponibile in un terreno

Calcolo dei parametri idrologici dei suoli

Inserendo i valori percentuali di sabbia e argilla (oppure "cliccando" sopra il triangolo nel punto corrispondente alle caratteristiche del suolo da valutare) e possibile eseguire il calcolo delle caratteristiche idrologiche del suolo sulla base tessiturale.

<http://www.sar.sardegna.it/servizi/agro/idrosuoli.asp>



Percentuale di sabbia %

Percentuale di argilla %

Azzera Calcola

Classi tessiturali	
A	Argilloso
AL	Argilloso - Limoso
FLA	Franco - Limoso - Argilloso
FL	Franco - Limoso
L	Limoso
FA	Franco - Argilloso
F	Franco
FSA	Franco - Sabbioso - Argilloso
AS	Argilloso - Sabbioso
FS	Franco - Sabbioso
SF	Sabbioso - Franco
S	Sabbioso

Punto di appassimento

È il contenuto di umidità del suolo ad un potenziale matriciale di -1.500 kPa (-15 bar) o di pF di 4.2. Corrisponde approssimativamente al limite inferiore dell'acqua disponibile. Valore espresso come [grammi di acqua/100 grammi di suolo].

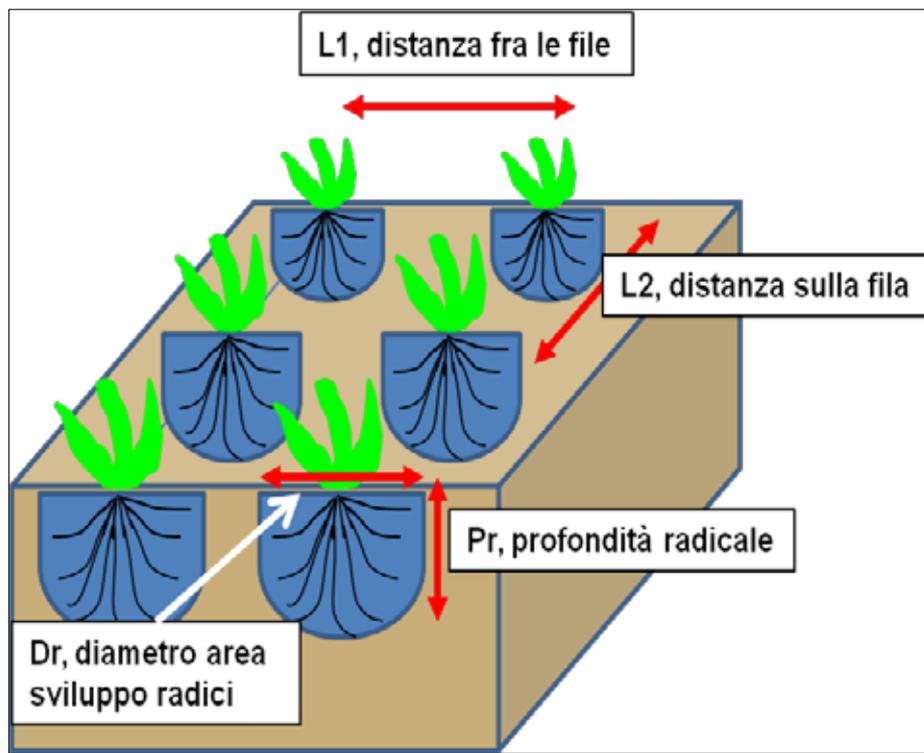
g/100 g

L'acqua nei vari tipi di terreno

Caratteristiche idrologiche	Sabbioso	Franco	Argilloso
Peso specifico (t/m ³)	1.4–1.6	1.2–1.4	1.1-1.2
Contenuto idrico del suolo alla capacità di campo (m ³ /m ³)	0.10-0.18	0.25- 0.35	0.35-0.45
Contenuto idrico del suolo al punto di appassimento (m ³ /m ³)	0.03-0.09	0.12- 0.16	0.18-0.22
Acqua disponibile (m³/m³)	0.07-0.09	0.13- 0.19	0.17-0.23
Permeabilità all'acqua (mm/h)	> 40	20-40	3-15

Il volume irriguo nel terreno

Occorre stabilire lo strato interessato dalle radici e soprattutto la zona che si bagnerà con l'impianto di irrigazione.

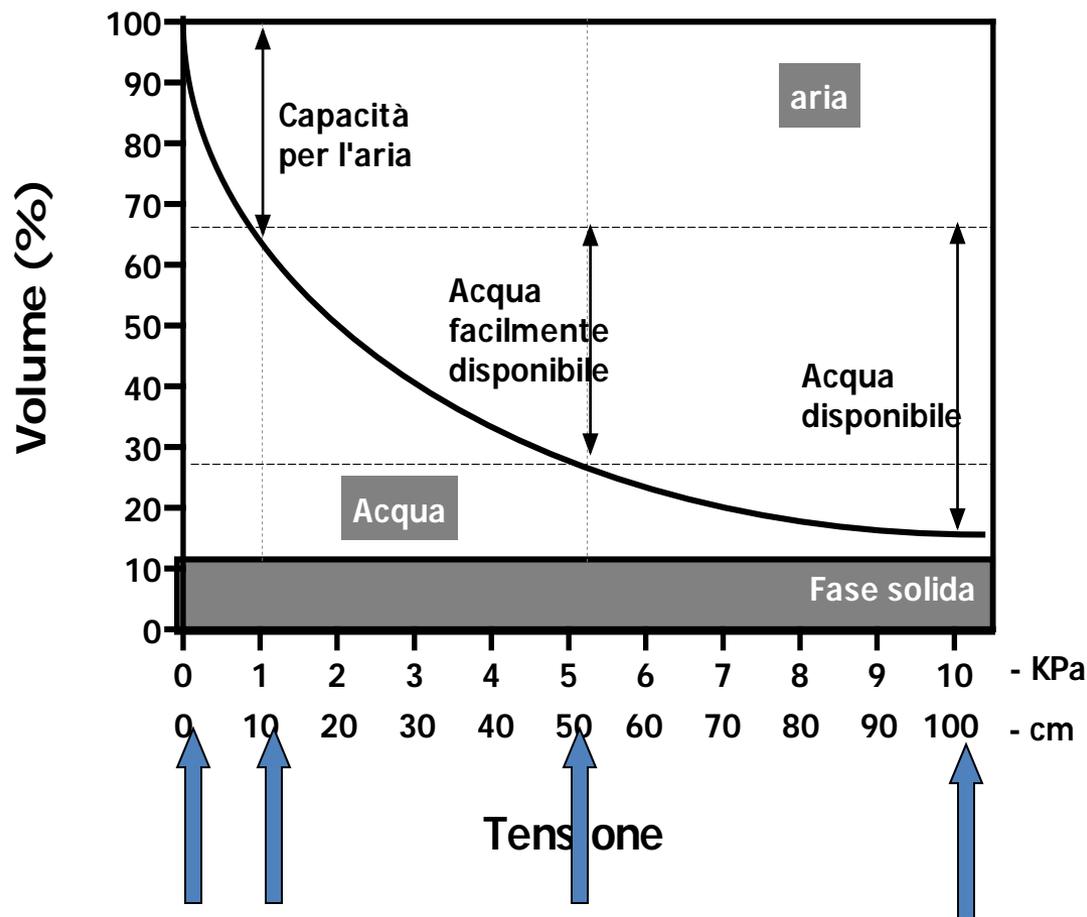


Il volume Irriguo netto sarà dato dalla profondità radicale per larghezza fronte bagnato per una frazione dell'acqua disponibile del terreno.

L'acqua nei substrati

- Le costanti idrologiche fondamentali in un substrato sono (0-100 Kpa):

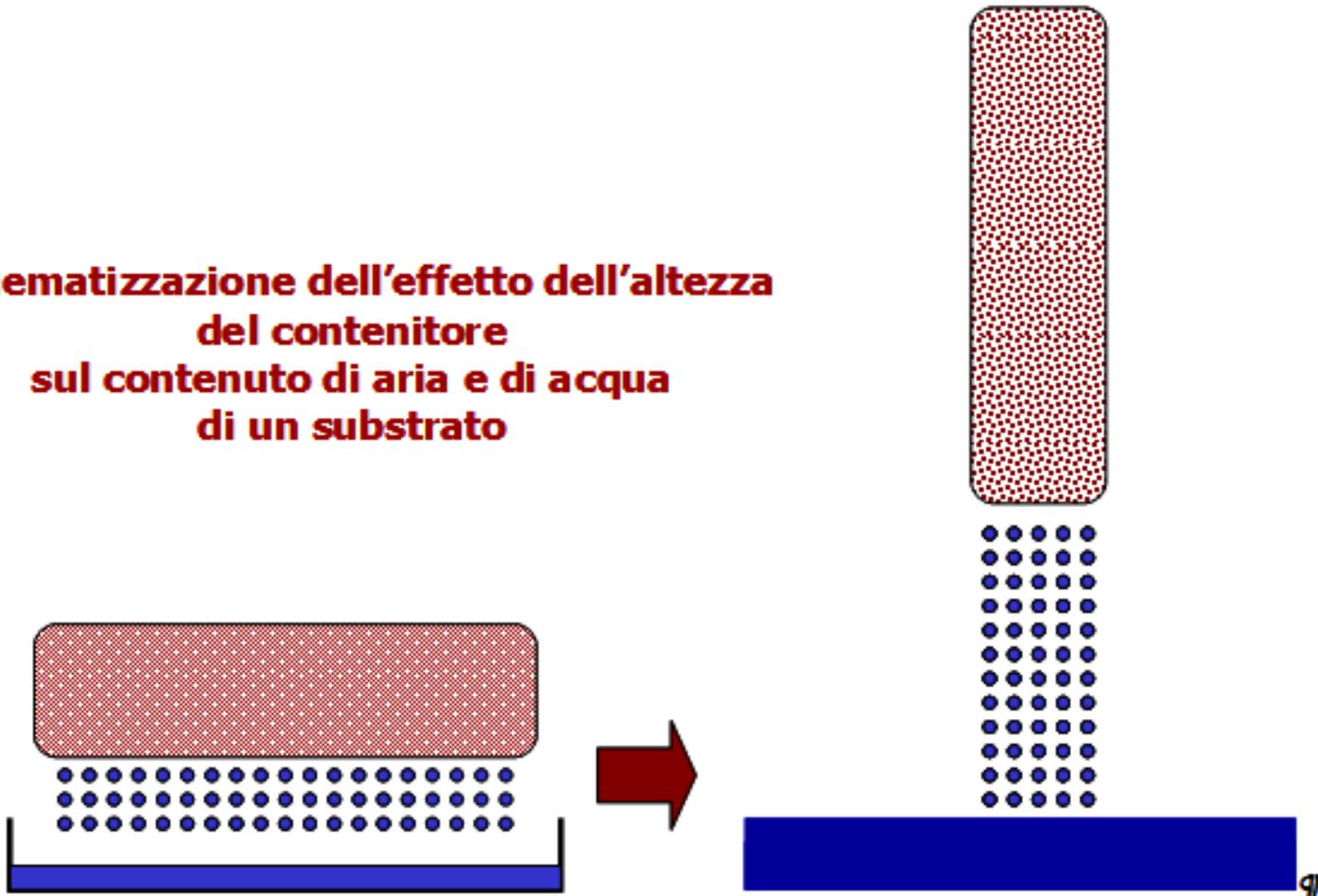
- **Capacità alla saturazione** (0 Kpa) (porosità totale);
- **Capacità idrica massima** (-1 Kpa,) (dopo aver perso l'acqua gravitazionale);
- **Acqua facilmente disponibile** (10-50 Kpa)
- **Punto di appassimento** (-10 Kpa)



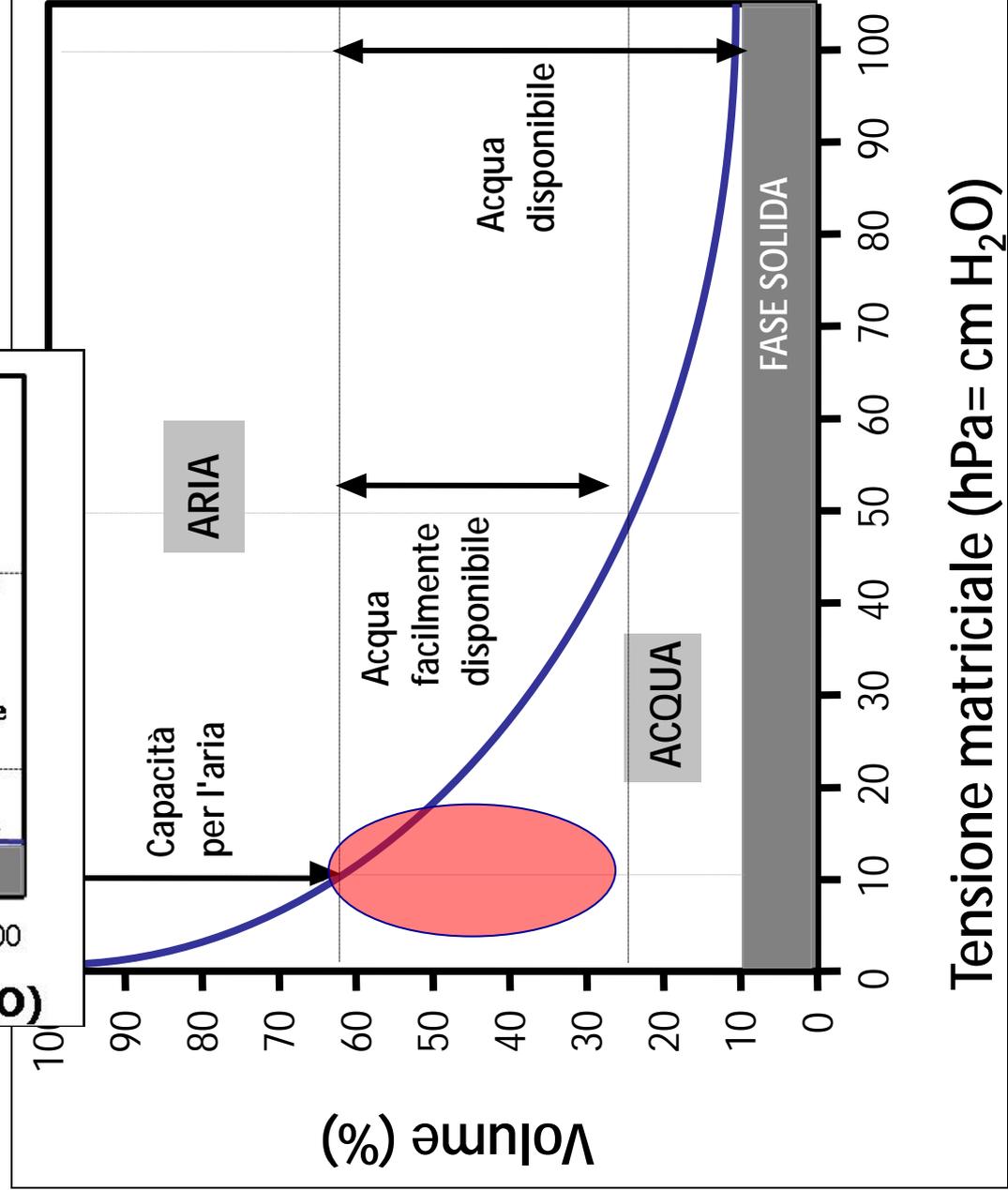
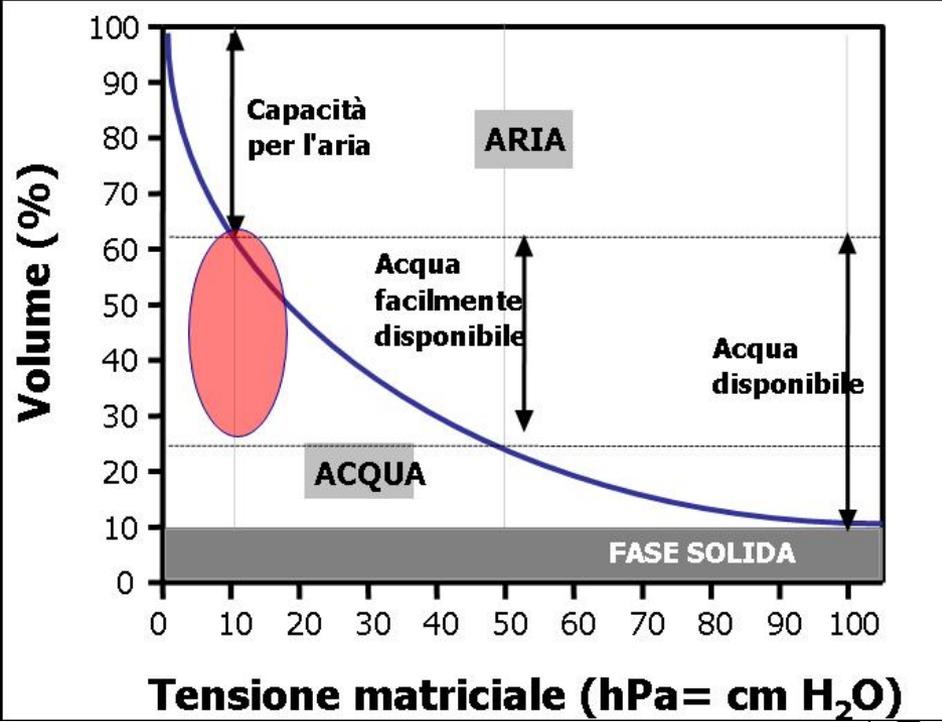
L'acqua nei vari tipi di Substrati

Substrato	Torba	Perlite	Pomice	Torba perlite (1:1)	Torba pomice (1:1)	Lana roccia
Densità (kg/m ³)	70-100	90-110	650-950	110-130	400-500	80-90
Porosità (% vol.)	95%	96%	68%	94 %	77%	97%
Capacità aria (% vol.)	38%	70%	29%	32%	20%	15%
AD (% volume)	33%	9%	4%	28%	18%	78%
AFD (% vol.)	21%	8%	3%	22%	13%	77.3%

**Schematizzazione dell'effetto dell'altezza
del contenitore
sul contenuto di aria e di acqua
di un substrato**

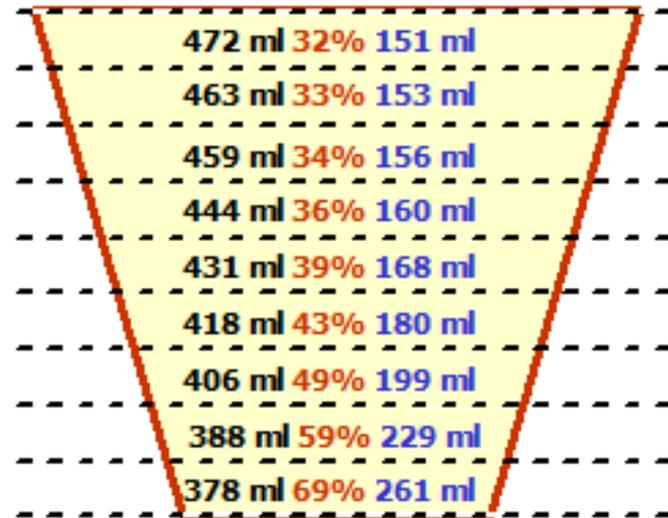


Effetto dell'altezza del vaso



Sistema per calcolare il contenuto idrico volumetrico del sistema substrato-contenitore

Substrato vol. H₂O% H₂O vol.



Totale 3859 ml 1657 ml

Capacità di contenitore = $1657/3859 = 43\%$

All'aumentare dell'altezza del vaso, la forza gravitazionale aumenta (ψ_g diminuisce) e diminuisce il volume di acqua trattenuta dal substrato

Si può determinare sperimentalmente ponendo in stufa dopo una bella irrigazione parte o tutto il substrato per determinare la percentuale di contenuto idrico oppure usare CAL-VIR

CALCOLATORE CAL-VIR

Permette il calcolo dell'acqua disponibile sia nel vaso che nel terreno

Per il substrato, il software tiene conto anche dell'effetto del contenitore

Contiene 2 database:

- tipo di substrato (curva di ritenzione idrica: contenuto idrico a 0; -3; -5; -10 kPa)

- dimensioni di contenitori

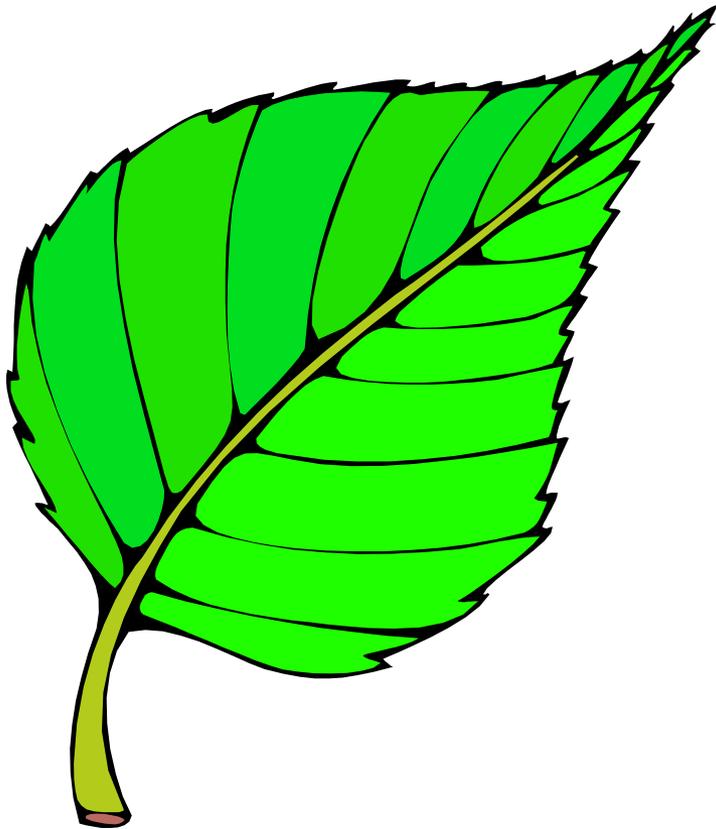
QUANDO DEVO DARE L'ACQUA



Frekuensi o Turno Irriguo (quando dare l'acqua)

- Si fa l'irrigazione quando la pianta ha consumato il volume irriguo netto (più o meno acqua facilmente disponibile).
- **La stima di ET è il punto cruciale e può essere fatta:**
 - **Empiricamente**, con in base all'esperienza dell'agricoltore (semplici timer con intervalli fissi);
 - Per via **indiretta**, mediante modelli a partire da dati meteorologici: in serra si usa la Radiazione Globale, in pieno campo il metodo **FAO $ET = ET_0 \times K_c$**
 - Per via **diretta**, attraverso la misura del potenziale o del contenuto idrico volumetrico substrato (sensori dielettrici) o alla variazione di peso (con bilancia).

Fattori che condizionano la traspirazione



Radiazione

Deficit di vapore

Area fogliare (LAI)

**Resistenza stomatica
(condizione idrica, e
specie)**

Concetto di ET_0

Come trovare un sistema per calcolare l'influenza del clima sulla traspirazione di migliaia di piante diverse?

Evapotraspirazione di riferimento: ET_0

È quella di un prato di *Festuca arundinacea* uniforme della altezza di circa 10-15 cm ben concimata e sana. Oggi è calcolata da misure di parametri climatici con modelli.



$$K_c = \frac{ET}{ET_0}$$



Rapporto tra l'evapotraspirazione totale e la radiazione solare (R) disponibile in serra (convertita in mm di acqua*)

In serra alcune variabili della traspirazione non hanno importanza. Si può allora calcolare una ETO approssimata, ipotizzando che tutta l'energia luminosa misurata con un solarimetro sia convertita in vapor d'acqua

<i>Colture</i>	<i>Sistema di coltivazione</i>	<i>Periodo di coltivazione</i>	<i>LAI</i>	<i>ETE / R (K)</i>
Pomodoro	Substrato & NFT	Primavera & autunno	3.0 - 3.5	0.75 - 0.80
Melone	NFT	Primavera & autunno	3.0 - 3.5	0.70 - 0.75
Fragola	Substrato	Primavera	2.0 - 2.5	0.65 - 0.70
Gerbera	Substrato	Annuale	2.4 - 2.8	0.65 - 0.70
Rosa	Substrato	Annuale	2.4 - 2.8	0.70 - 0.75

* 2.5 MJ/mq = 1 mm

$$ETE = k RG = K RG * 0.4$$



LA STIMA DIRETTA DELL'ET

Approcci & metodi diretti per la stima di ET:

Metodo gravimetrico

- Si utilizza una bilancia e si misura in continuo la diminuzione di peso dovuta alla evapotraspirazione

Metodo volumetrico per misura del drenato

K_c è legato allo sviluppo fogliare della pianta e indipendente dal tipo di clima; ET_0 viene stimato con centraline meteorologiche

Misura del contenuto idrico substrato o suolo

In questo caso si usano sensori radicali che misurano o il potenziale idrico matriciale o l'umidità del suolo.

Stima diretta ET su Gerbera



Bilancia elettronica

Misura automatica del drenato: DRENAMATIC ©

Si misura il drenato raccolto con una canaletta, con un sistema a bilanciere

Possibilità di automatizzare l'irrigazione;

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



Stima dell'ET diretta: i sensori di umidità

Sensori di tensione
idrica (potenziale
matriciale)



Vantaggio di non avere bisogno di calibrazione substrato/ specifico

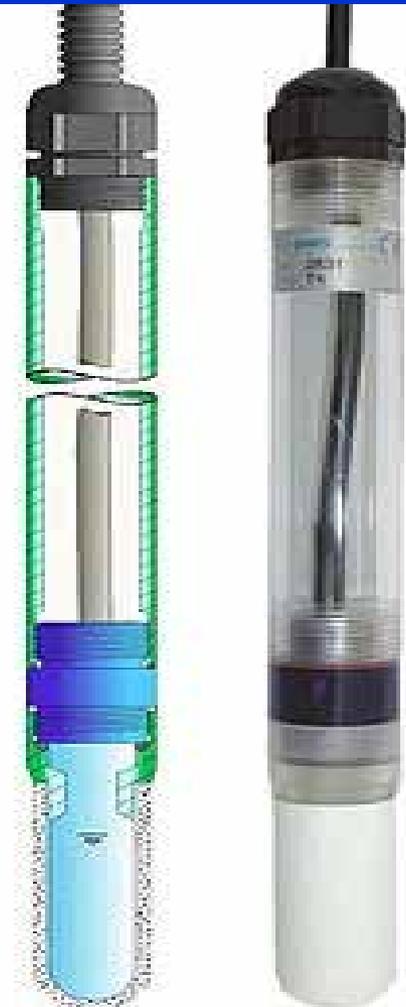
Sensori di contenuto
idrico volumetrico



Vantaggio di non avere bisogno di manutenzione particolare

Tensiometri idraulici (misura potenziale)

- Misura diretta
- Costo medio-basso (300-500 €)
- Possono non aver bisogno dell'alimentazione elettrica
- Non necessitano di una calibrazione substrato-specifica
- Uso e manutenzione relativamente complicata
- Risposta lenta alle variazioni di umidità
- Cavitazione sotto – 800 hPa





Sensori dielettrici

TDR
(Time Domain
Reflectometry)



Misurano il tempo con cui l'onda viene riflessa

FDR
(Frequency Domain
Reflectometry)



Misurano la frequenza dell'onda riflessa. Range lavoro: da 10 a 300 MHz
Sotto 50 MHz forte influenza della salinità

Alcuni sensori dielettrici (frequenza usata)

Trase
(TDR 2-3 GHz)

Trime P2
(TDR 0.6 GHz)

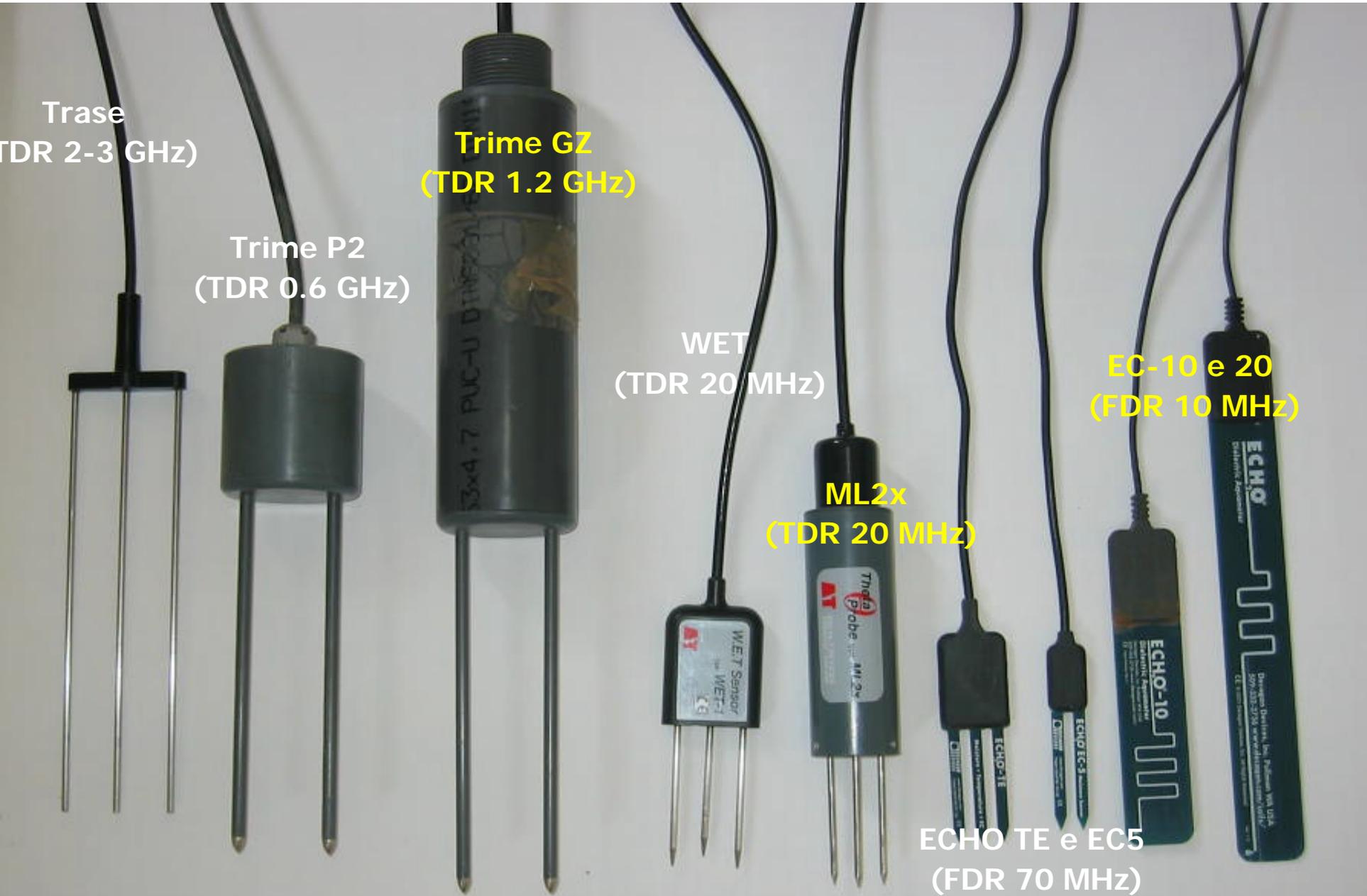
Trime GZ
(TDR 1.2 GHz)

WET
(TDR 20 MHz)

ML2x
(TDR 20 MHz)

EC-10 e 20
(FDR 10 MHz)

ECHO TE e EC5
(FDR 70 MHz)



Sensori dielettrici (volumetrici)

Accuratezza

Costo basso (100-350 € per solo VWC; 350-900 € VWC+EC)

Facile uso

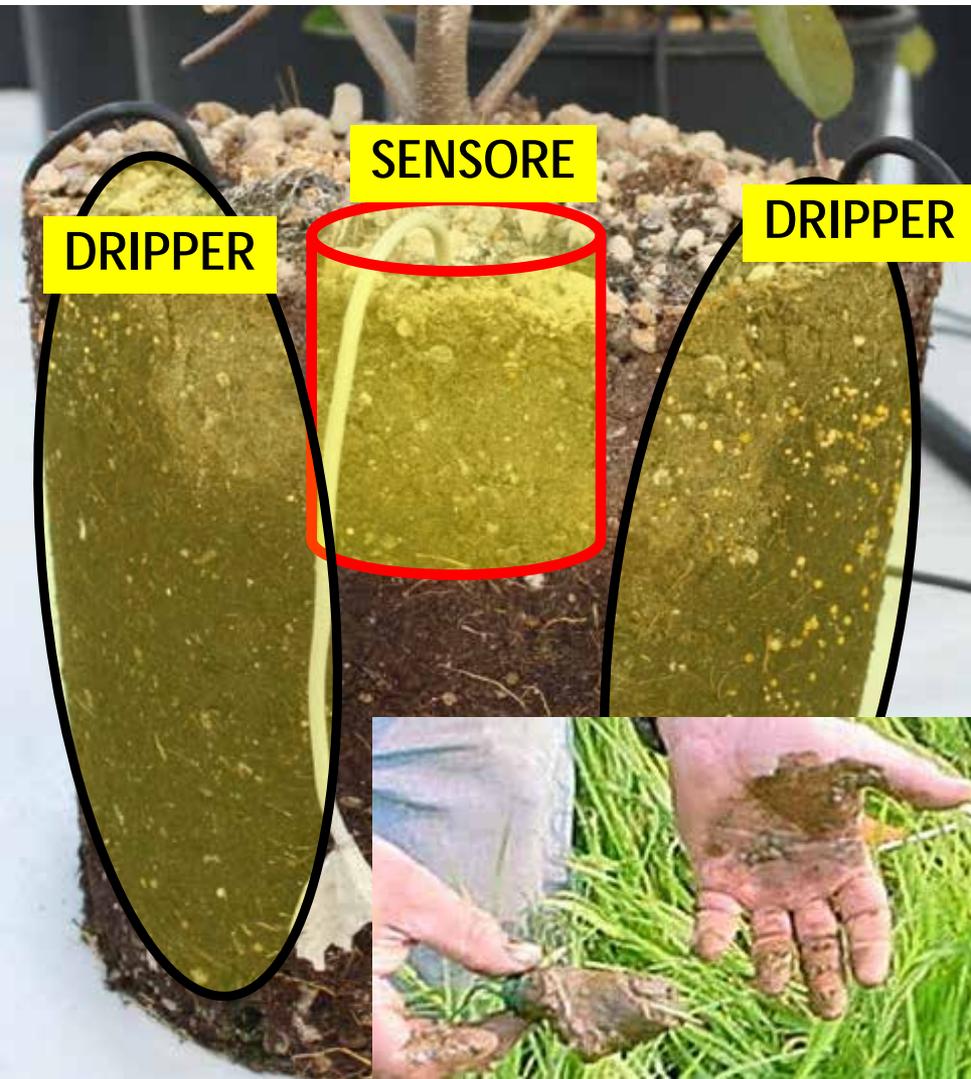
Non necessitano di particolare manutenzione

Misura di più variabili (es. temperatura e salinità, WET)

Necessitano di una calibrazione substrato-specifica



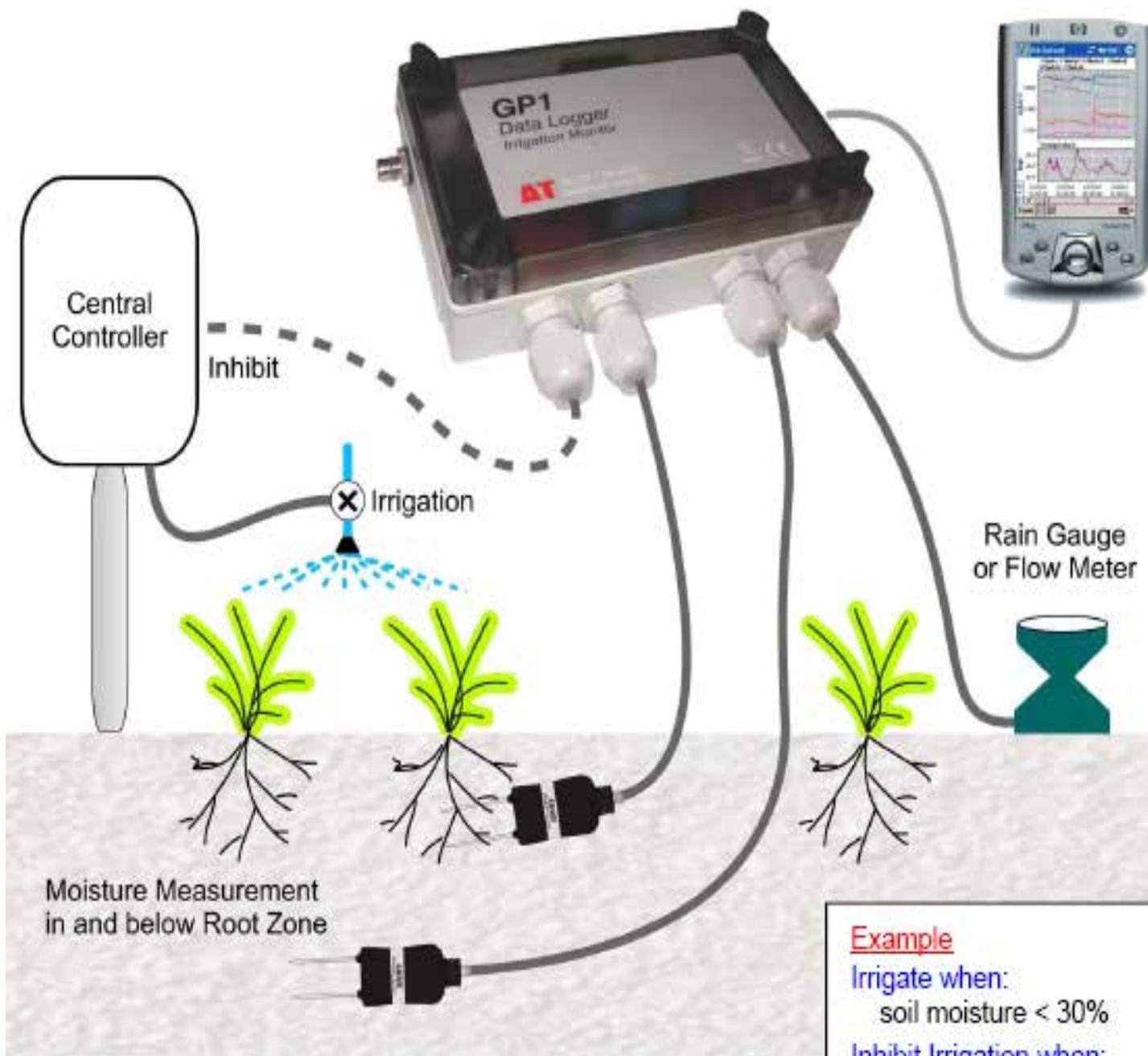
Uso sensori dielettrici: aspetti operativi (1)



Il sensore misura solo il VWC in una parte del vaso;

Il sensore deve essere inserito in prossimità del gocciolatore (5-7 cm di distanza) dove c'è la maggiore densità radicale e la massima oscillazione nel VWC;

Il sensore deve aderire al suolo o al substrato: si installa facendo un buco leggermente più piccolo del sensore e riempiendo questo con una poltiglia per aumentare l'aderenza.



**Esempio
di
strumento
in grado di
aprire in
automatico
o le EV.**

Example

Irrigate when:

soil moisture < 30%

Inhibit Irrigation when:

Soil moisture > 40%

or Rainfall > 4mm/hr

**L'INFORMATORE
AGRARIO**

ORTO-FRUTTICOLTURA INNOVATIVA

MACFRUT 2016

www.ortofrutta.informatoreagrario.it

CONCLUSIONI

Ù Pur essendo stato proposto da più di 30 anni, il modello $ET = ET_0 * K_c$ non è stato molto applicato perchè difficile stimare i K_c e avere il dato di ET_0

Ù La moderna tecnologia sta rendendo sempre più facile l'uso del modello $ET_0 \times K_c$

Ù I metodi per la stima diretta della evapotraspirazione possono semplificare la gestione dell'irrigazione



L'INFORMATORE AGRARIO

www.informatoreagrario.it



Edizioni L'Informatore Agrario

Tutti i diritti riservati, a norma della Legge sul Diritto d'Autore e le sue successive modificazioni. Ogni utilizzo di quest'opera per usi diversi da quello personale e privato è tassativamente vietato. Edizioni L'Informatore Agrario S.r.l. non potrà comunque essere ritenuta responsabile per eventuali malfunzionamenti e/o danni di qualsiasi natura connessi all'uso dell'opera.