



Innovazione e strategie di gestione per un'irrigazione di precisione

Bartolomeo Dichio

A. N. Mininni, A. C. Tuzio, D. Laterza, R. Di Biase M. Calabritto, A. Sofo

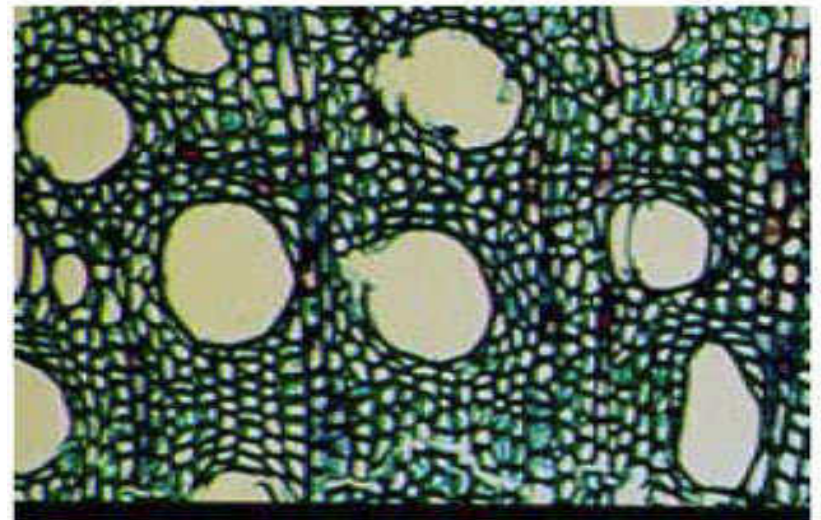
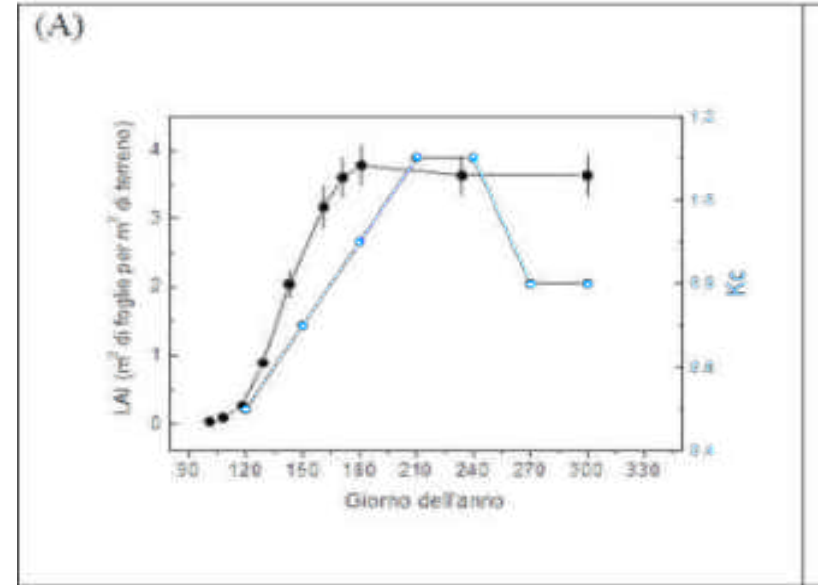
Università della Basilicata, DiCEM, Matera - Italy

E. Xylogiannis, M. Mastroleo, - Zespri Innovation

Sommario

- Caratteristiche della specie
- Comportamento agli stress idrici (eccesso e carenza)
- Relazione tra Declino fisiologico ed eccesso idrico
- Come prevenire e/o rimediare i danni
- Esperienze di gestione idrica di precisione
- Considerazioni sui nuovi portinnesti

Il potenziale produttivo

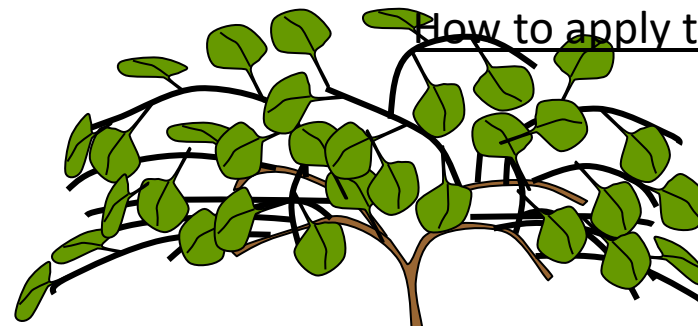


20-30 vasi mm⁻²
 ϕ 150 a 200 μ m

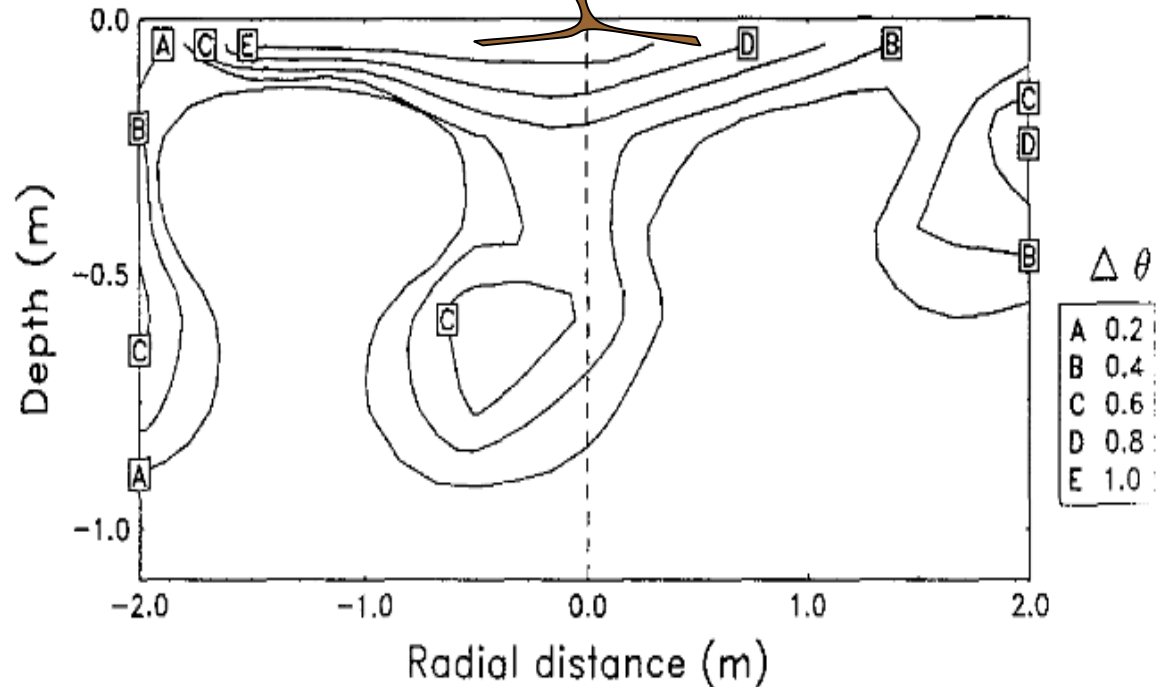
Xiloyannis et al. 1980



How to apply the irrigation volume?



Green and Clothier 1995



Measurement by TDR of the spatial pattern of root-water uptake, $\Delta\theta$ (% per day) by the covered vine.

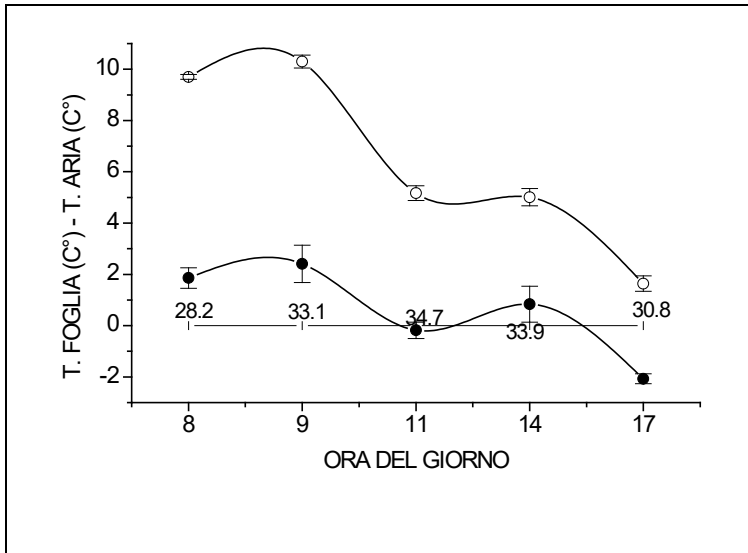
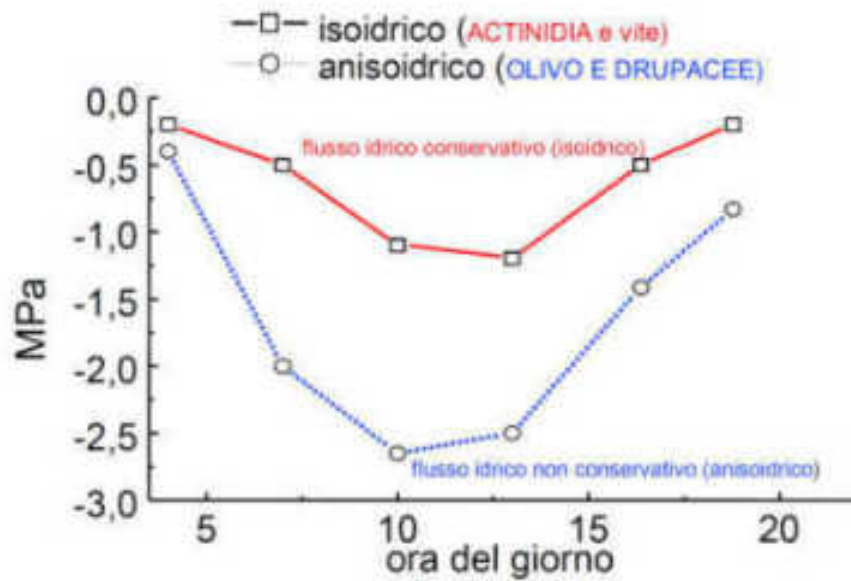
The vine is located at the centre of each panel (radial distance of 0.0 m).

Pianta poco resiliente non si adatta alle condizioni avverse


- Il kiwi è molto sensibile alla carenza idrica e all'eccesso idrico .



Acqua piovana + irrigazione



Variazioni della temperatura di foglie ben esposte di piante in condizione di ottimo rifornimento idrico (●) e di carenza (○) (Ψ_f alba -0,9 MPa) rispetto a quella dell'aria. Il riscaldamento della lamina fogliare in piante non ben irrigate può degenerare in fenomeni di disseccamento (Da Xiloyannis *et al.*, 2003).



Abbiamo irrigato Bene?
tecnica irrigua finalizzata
solo alla carenza idrica

Importanza della struttura del suolo



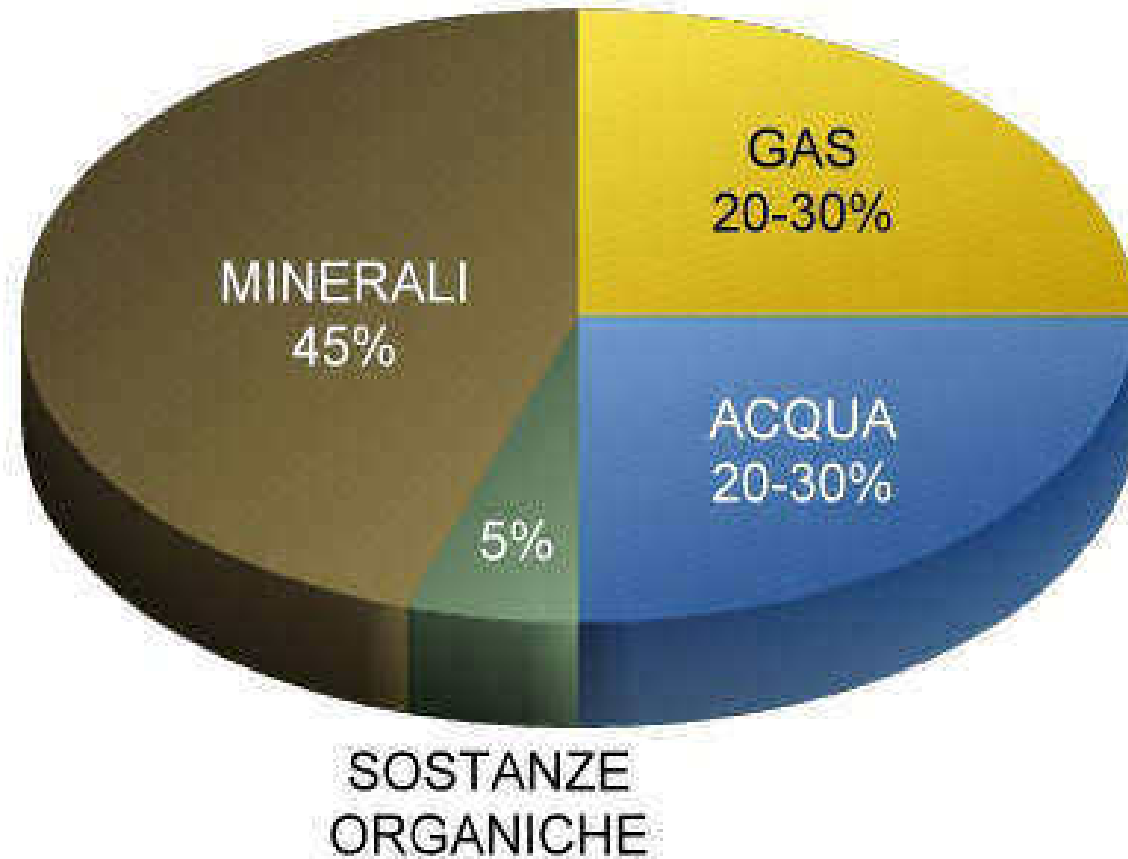
Per struttura del suolo si intende il modo in cui le sue particelle primarie, (sabbia, limo, argilla), si uniscono tra loro in particelle composte denominate **aggregati**.

La struttura del suolo influenza alcuni importanti fattori per la crescita delle piante:

- ./ **l'areazione**, cioè la porosità del terreno;
- ./ **la permeabilità** e la conducibilità idraulica;
- ./ i regimi di temperatura e umidità del terreno;
- ./ **la crescita delle radici**;
- ./ **l'attività biologica**;
- ./ la lisciviazione delle basi e dell'argilla;
- ./ la resistenza dei suoli all'erosione.



Qualità del suolo



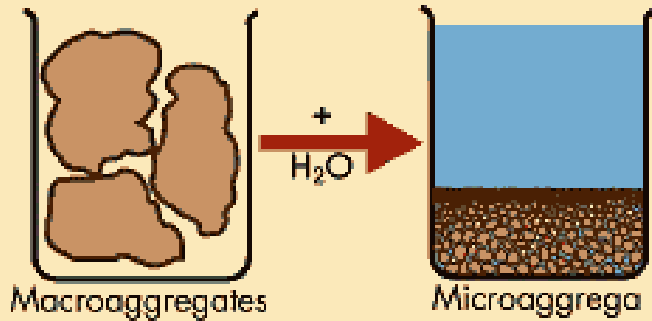


Deperimento
progressivo
del kiwi in seguito al
permanere di
condizioni di asfissia
nel suolo

PROCESS

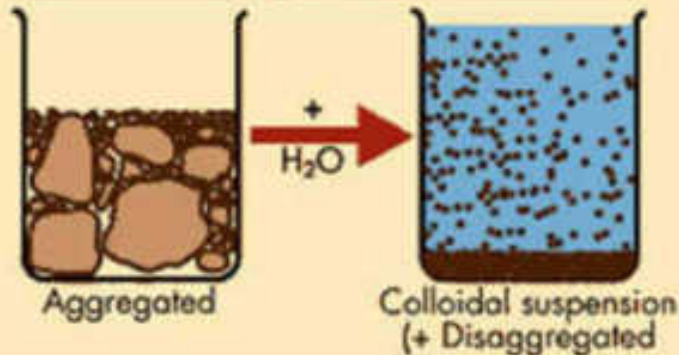
EFFECT

Slaking



Decrease
in sizes of
aggregates

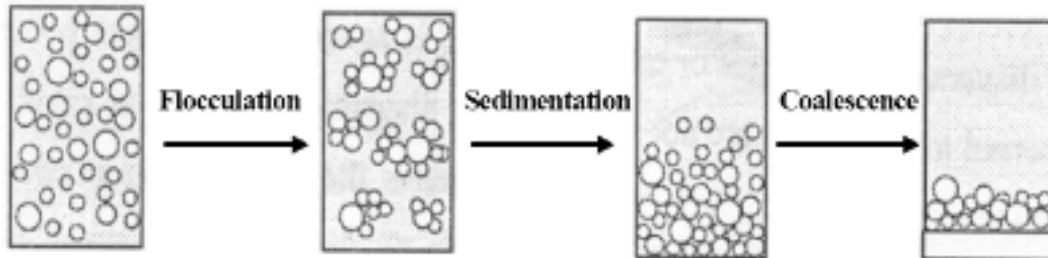
Dispersion



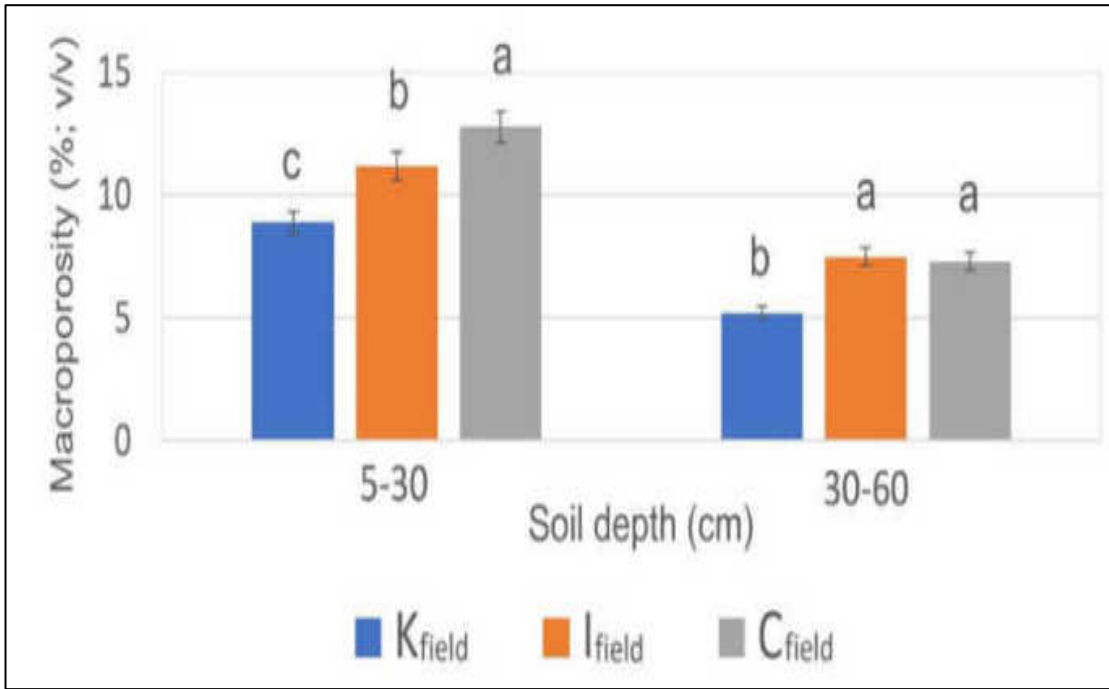
Breakdown
of soil into
colloidal
material

Le seguenti processi possono spiegare in gran parte il deterioramento fisico del suolo:

1. **Coalescence**: deposito lento di particelle fini del terreno tra i singoli aggregati che si saldano insieme in una struttura massiccia.
2. **Slaking**: collasso strutturale quando gli aggregati del terreno secco vengono bagnati rapidamente dalla pioggia o dall'irrigazione. I suoli a basso tenore di carbonio organico (<2%) sono soggetti a uno slaking rapido.
3. **Dispersione**: particelle individuali (dallo slaking) che si disperdono a causa di forze elevate di repulsione tra le particelle di argilla. Queste forze sono promosse da alte concentrazioni di particelle di sodio scambiabile.
4. **Compattazione**: riduzione del volume del suolo a causa della distruzione della struttura del suolo e conseguente occlusione dei pori. I suoli a basso tenore di carbonio organico (<2%) sono particolarmente inclini alla compattazione.
5. Polverizzazione degli aggregati: questo accade soprattutto quando i terreni troppo secchi vengono per esempio percorsi da macchinari pesanti.

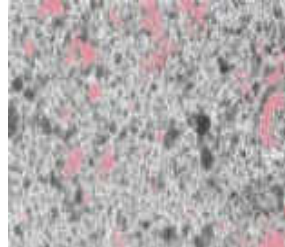
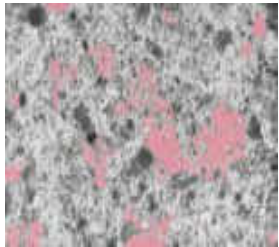


Macroporosità del suolo

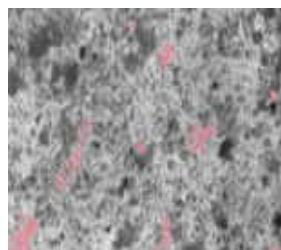
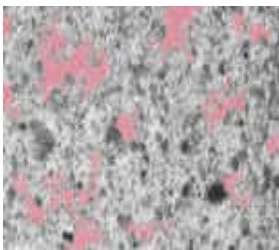


Controllo **C_{field}**

Moria **K_{field}**

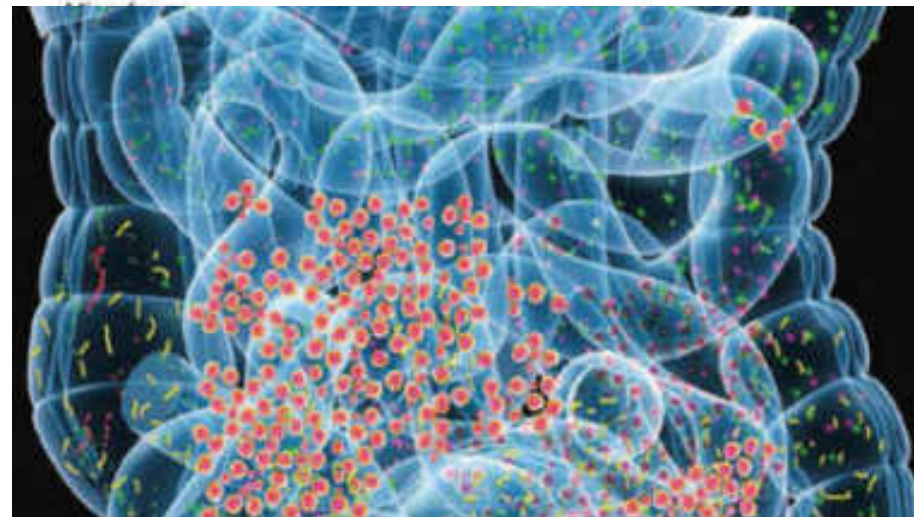
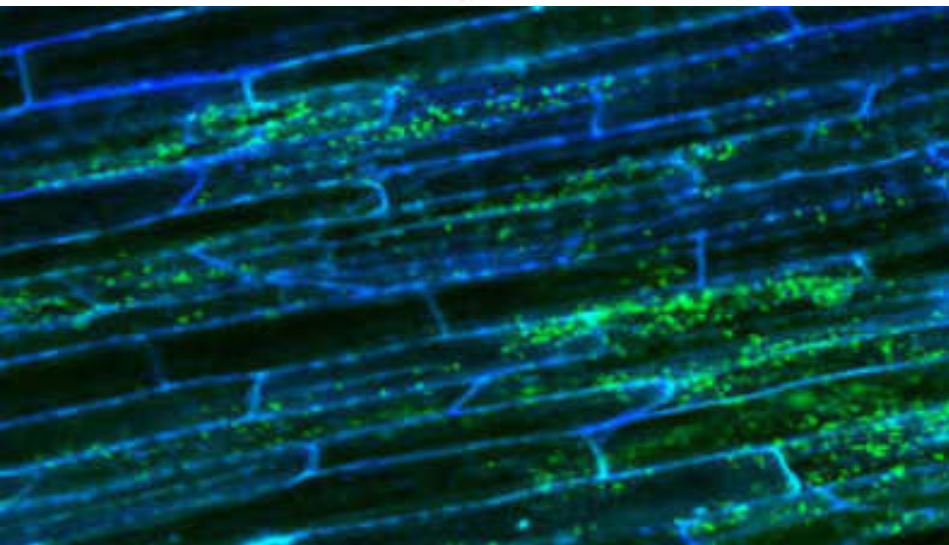
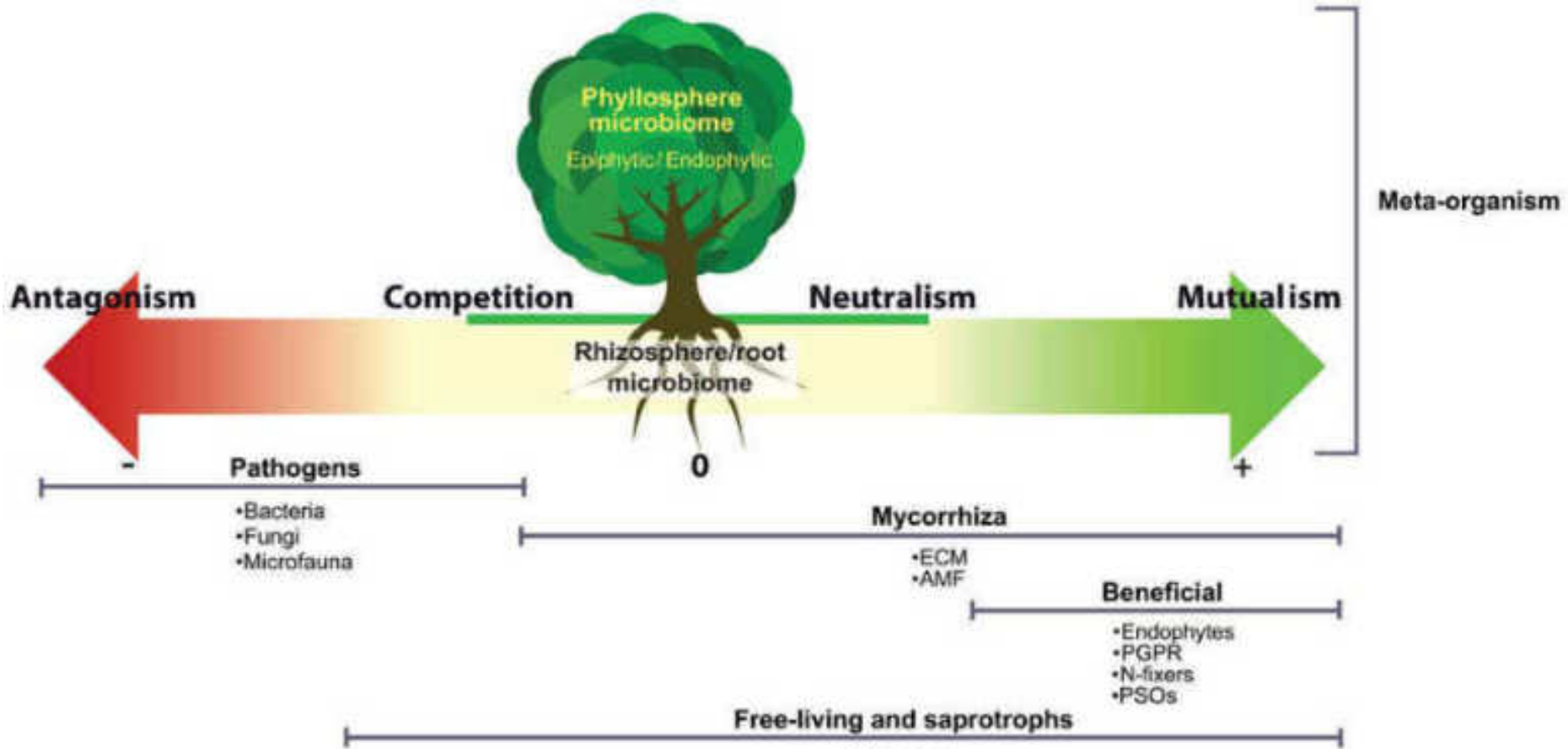


5-30 cm



30-60 cm





Periodic waterlogging consistently shapes agricultural soil microbiomes by promoting specific taxa[®]



Florent Gachwond¹, Kilian Aregger², Anja Gramlich², Thomas Walter², Franco Waldner¹

¹Microbial Ecology, University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna, Austria

²Agricultural Technology and Food Security, University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna, Austria

Review Article

Interactions between plants and soil shaping the root microbiome under abiotic stress

Kyle Hartman¹ and Susannah G. Tringe^{1,2}

¹U.S. Department of Energy, Joint Genome Institute, Walnut Creek, CA 94595, U.S.A.; ²Department of Geomicrobiology and Systems Biology, Colorado State University, Fort Collins, CO 80523, U.S.A.

Chiara **shift delle comunità batteriche e fungine** del suolo tra zone adiacenti drenate e periodicamente sottoposte a waterlogging

Condizione periodica di waterlogging

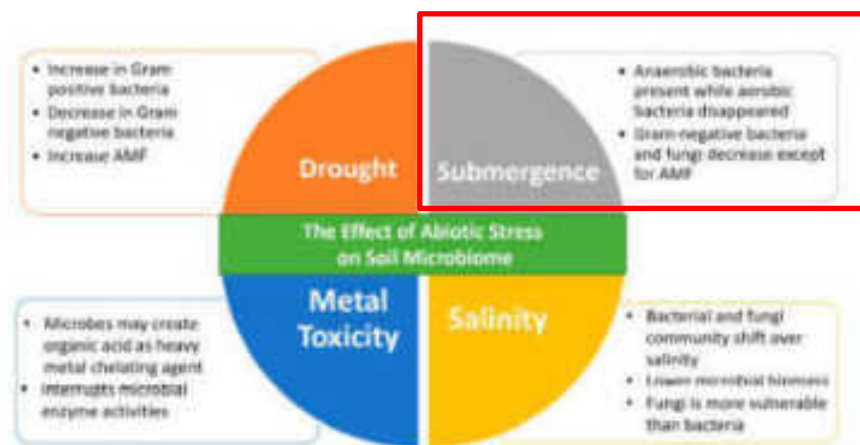


Il ristagno idrico e la conseguente ipossia del suolo sono fattori selettivi per le comunità microbiche del suolo



Condizioni limitanti la crescita e l'attività dei batteri aerobi (Gram-negativi, Gram-positivi e micorrize)

Aumento dei microrganismi anaerobi



Review

Effects of Abiotic Stress on Soil Microbiome

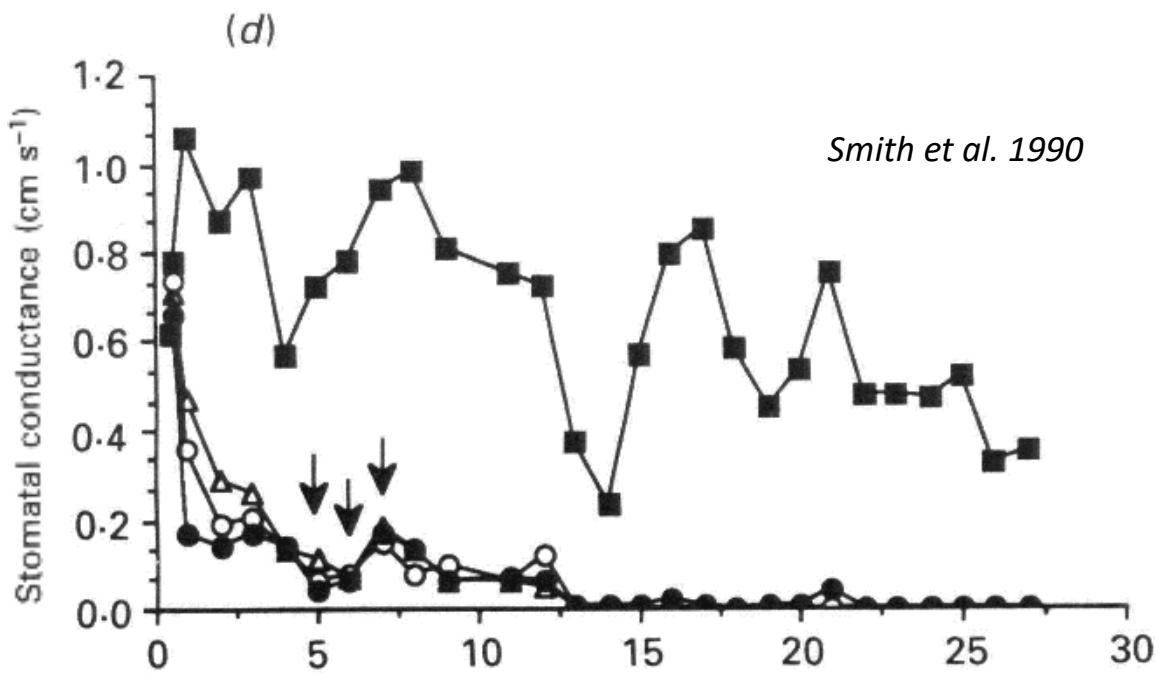
Nur Sabrina Natasha Abdul Rahman¹, Nur Wahida Abdul Hamid¹ and Kalaivani Nadarajah^{2*}

¹Department of Biological Sciences and Biotechnology, Faculty of Science and Technology, Malaysia, Bangi 43601, Malaysia; nurstrinatasha@gmail.com (N.S.N.A.R.); nurwahida9027@gmail.com (N.W.A.H.)



Effetti sulla Pianta





Dopo 2 gg di asfissia



Blocco crescita
inizio imbrunimento

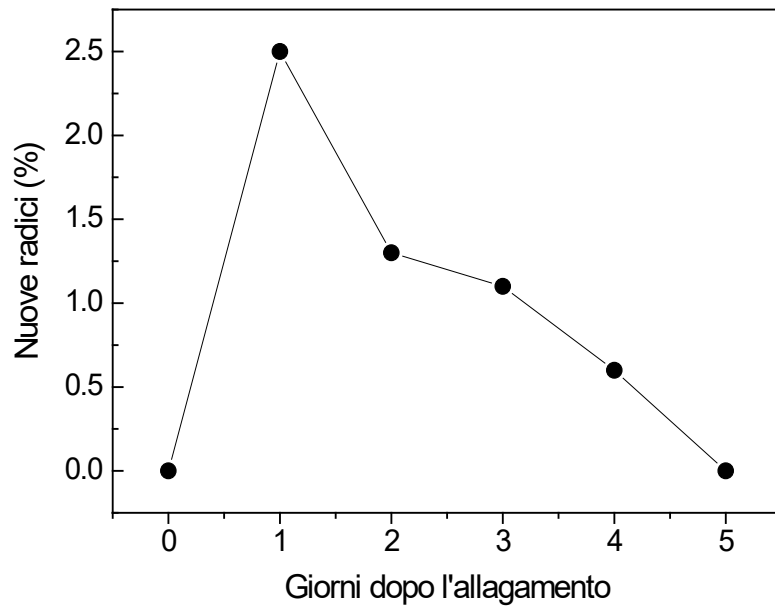


Evidenti imbrunimenti

Dopo 4 giorni di asfissia



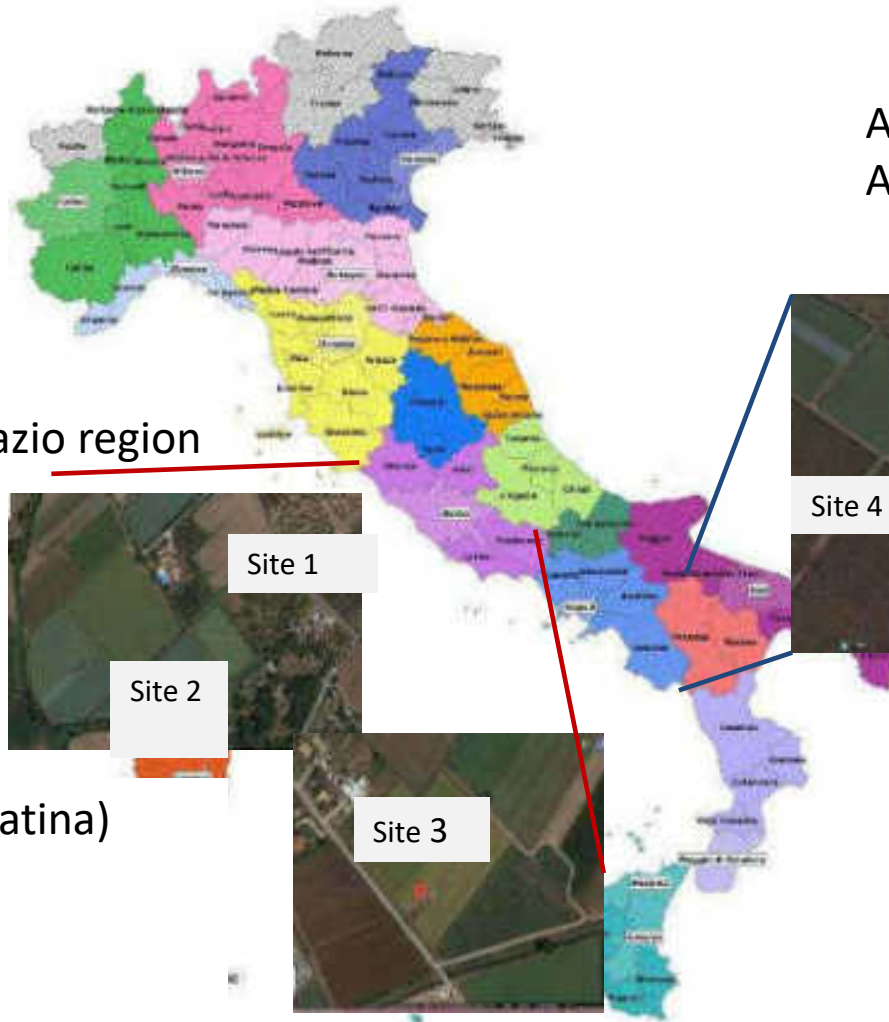
Effetti evidenti
chiusura stomatica
Perdita di turgore



Influenza del numero di giorni di allagamento sull'emissione di nuove radici in actinidia (da Smith et al., 1990)

Gi21020 – Water and soil management of G3 in Italy

Experimental sites



Az. Gianni Zoppellaro
Az. Bompadre
Basilicata region

Lazio region

Site 1

Site 2

Site 3

Site 4

- SITE 1 (Irrigation Latina)
- SITE 2 (KVDS M1)
- SITE 2 (KVDS M2)
- SITE 3 (Young)
- SITE 4 (Irrigation Metaponto)

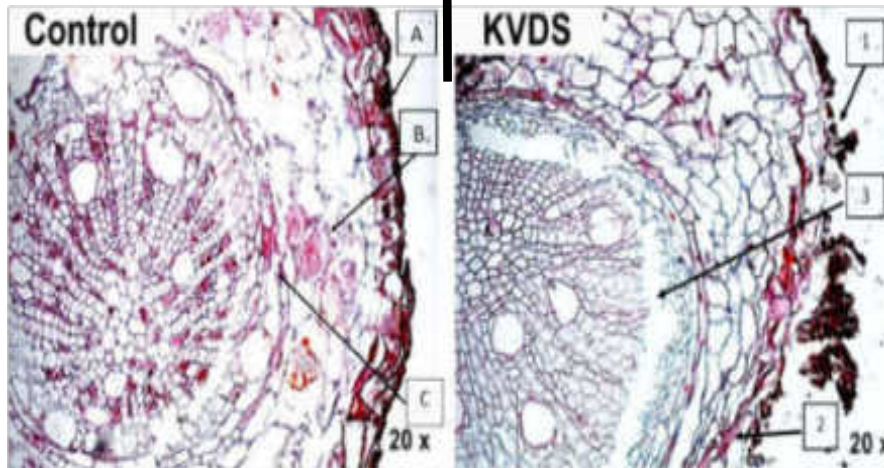
Trincee per il monitoraggio del profilo di suolo radici e falda

Soil Trenches:
2 m length, 1.5 m soil
depth

Piezometers:
installed at 150 cm soil
depth



C_{field}

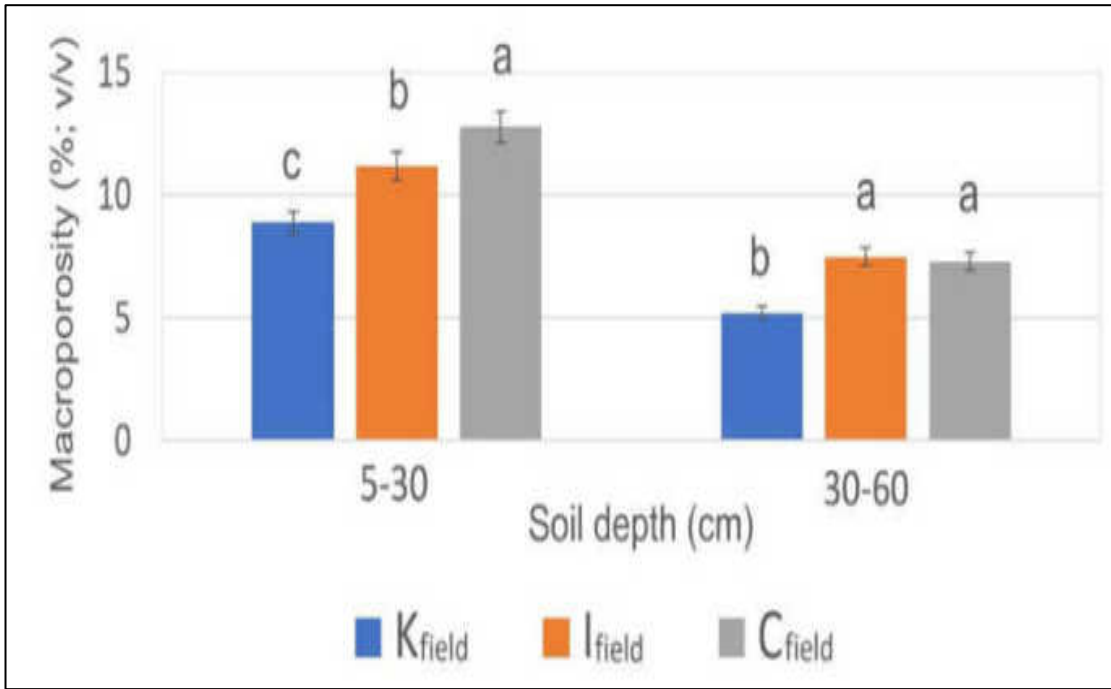


K_{field}

- root damage
- root rot phenomenon

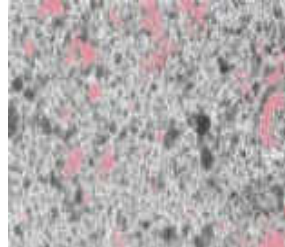
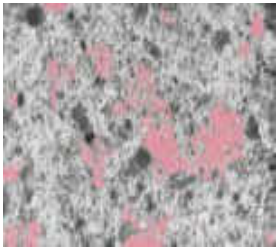


Macroporosità del suolo

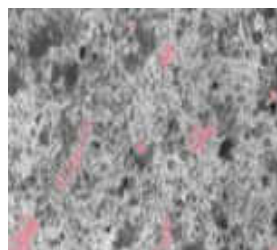
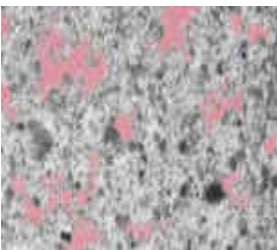


Controllo C_{field}

Moria K_{field}



5-30 cm

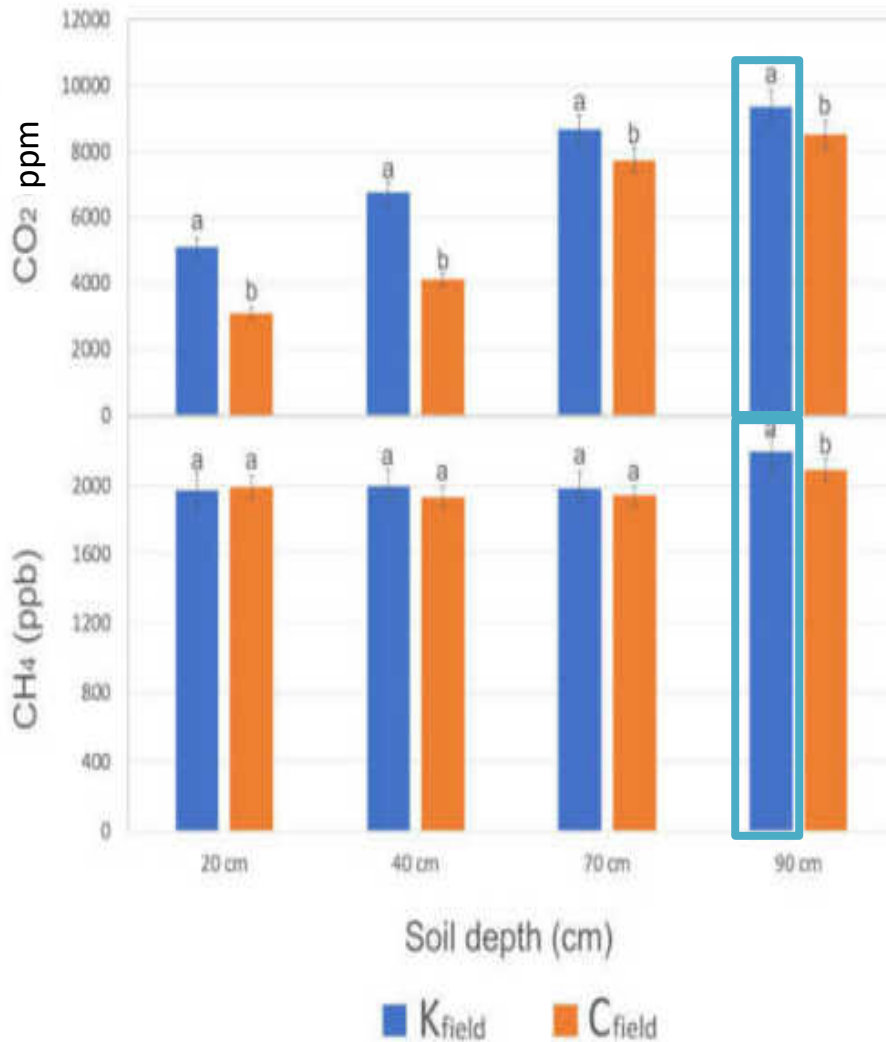


30-60 cm



Analisi dei gas nel suolo

- CO₂ and CH₄ a diverse profondità del suolo → indicatori di condizioni di anossia del suolo



CO₂ è significativamente più alto nel suolo moria K_{field} rispetto al suolo controllo C_{field}

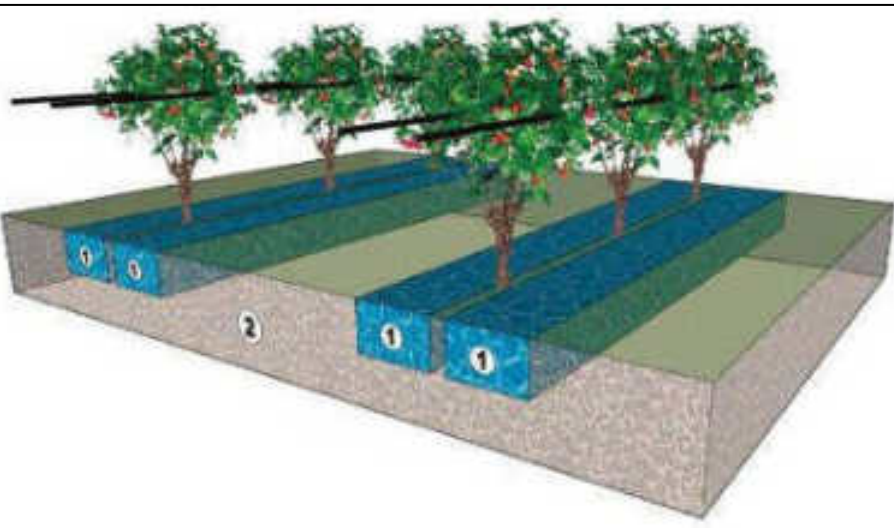
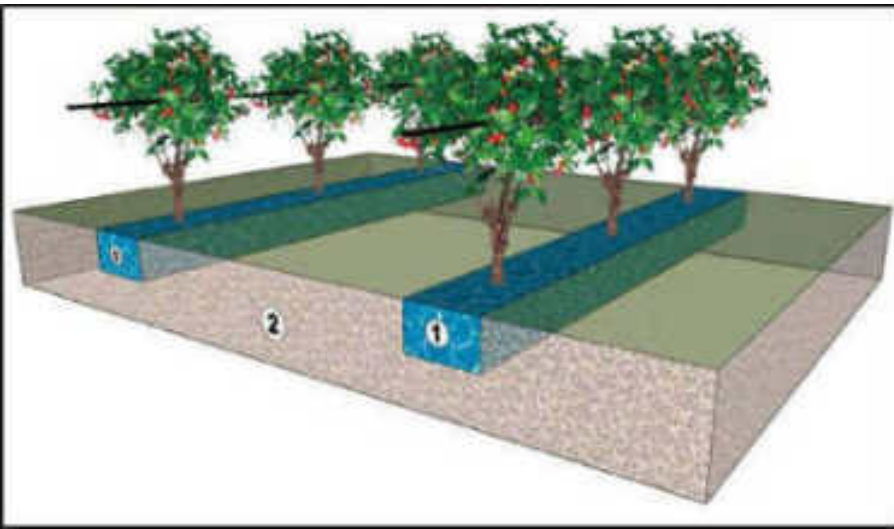
- Soil compaction, less aeration, asphyxia
- Waterlogging



Interventi agronomici

- Il ruolo delle buone pratiche

Changes irrigation system



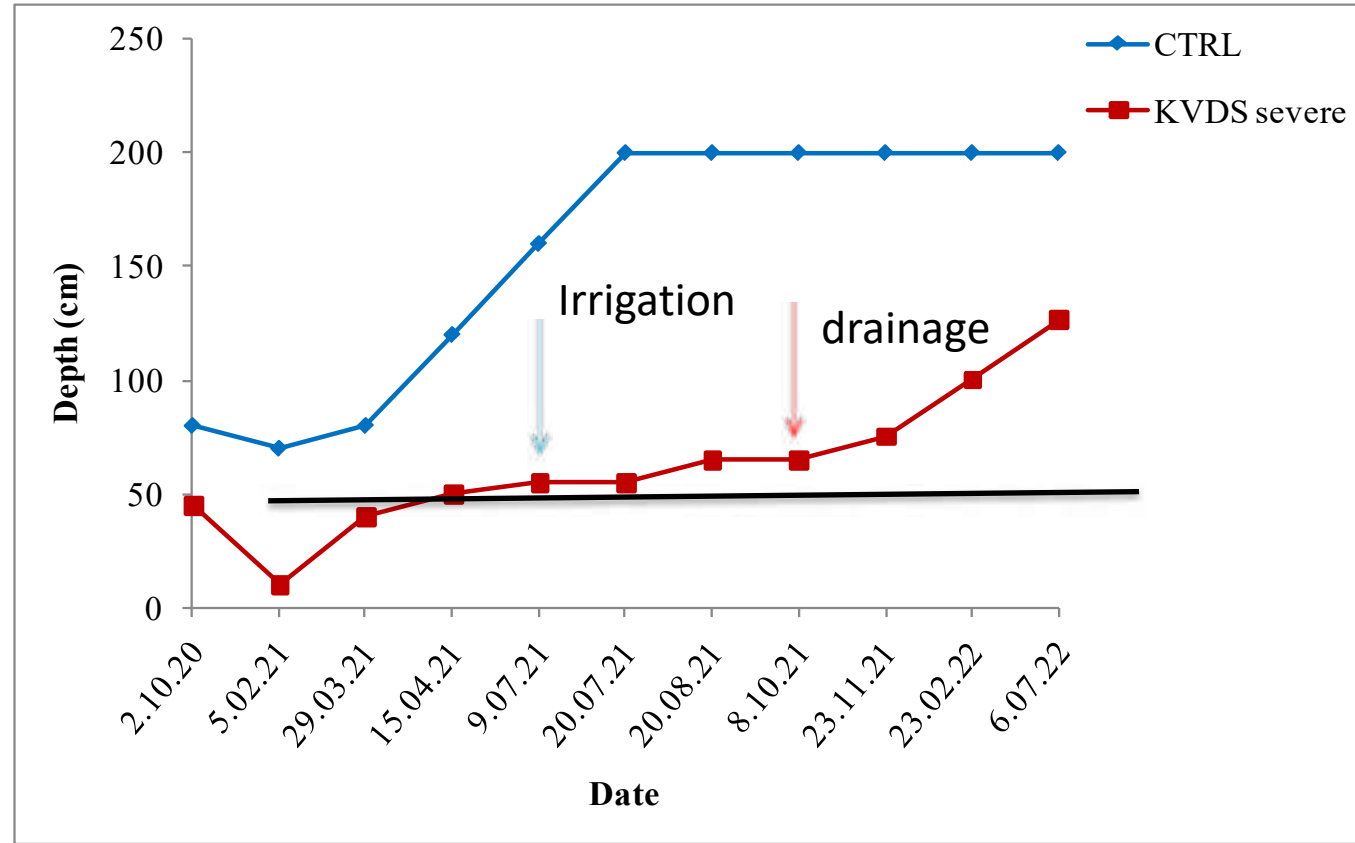
2 independent drip lines
with drippers at 30 cm, at about 50 cm from the trunk
1 sprinkler of 40L/h

Soil Management

- subsurface drainage system to Improve soil drainage
- external organic matter addition
- decompacting cover crops
- Canopy and root management to optimize root/shoot ratio by pruning



Livello Falda freatica



Si potrebbe recuperare?

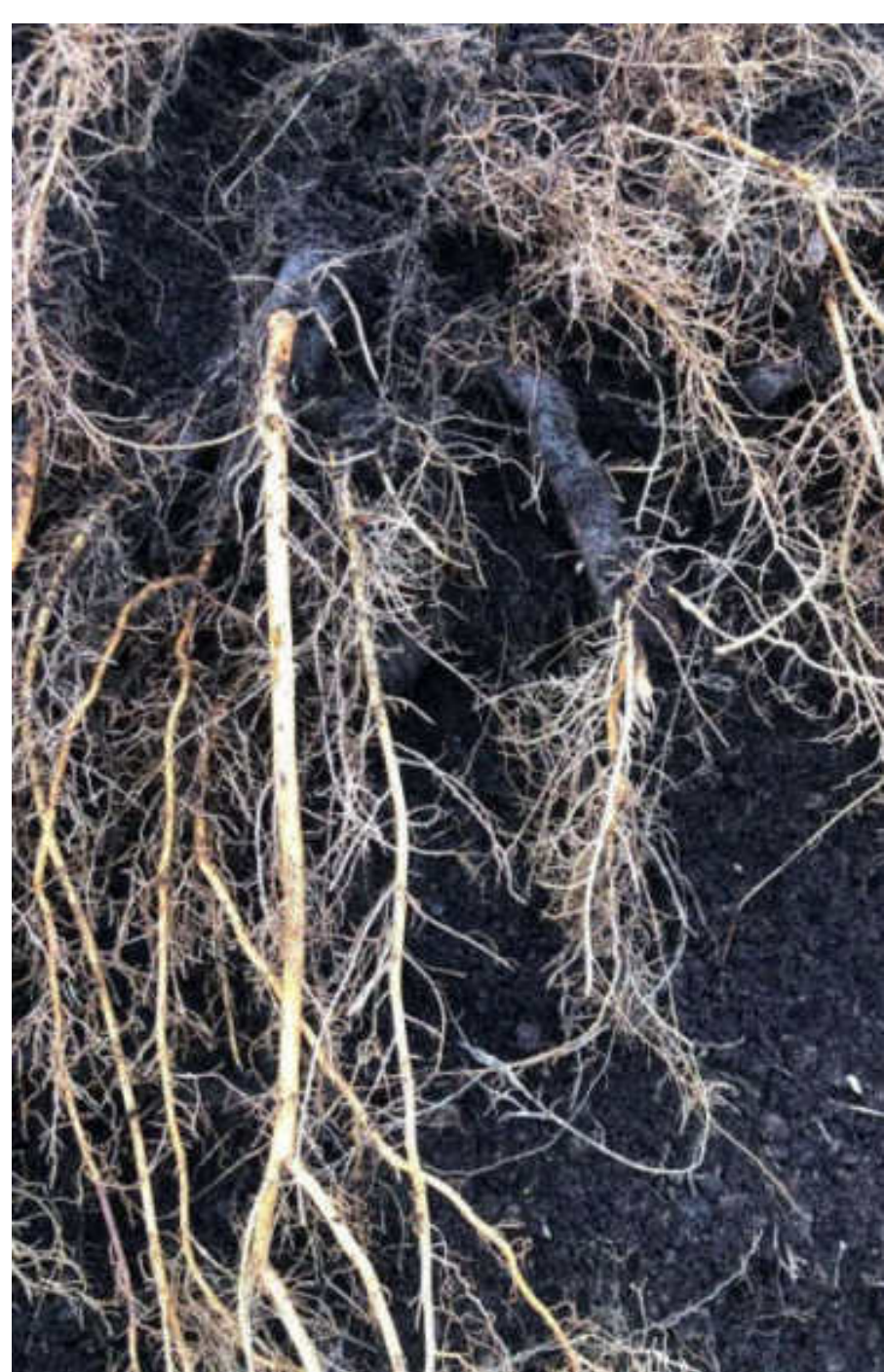












Potatura radicale: Aprile 2021



Excavation 11/2022

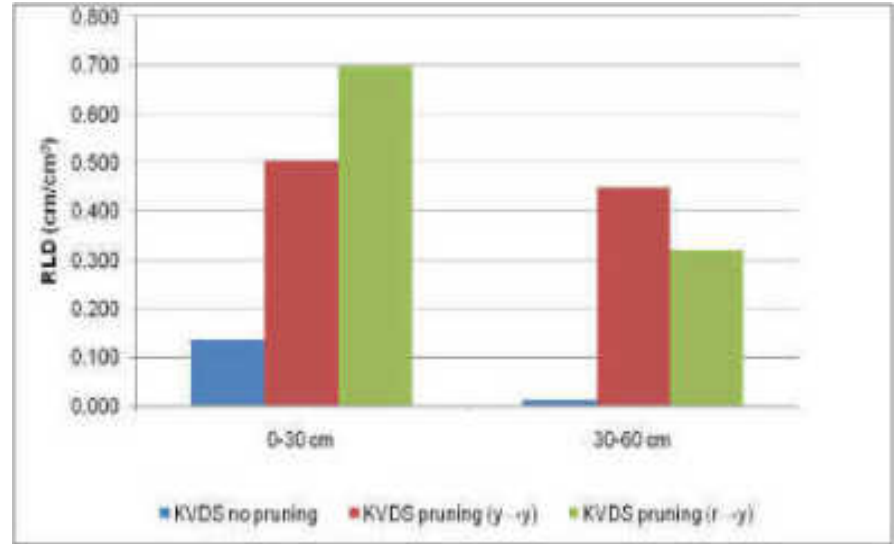
Excavation 02/2022

Excavation 11/2022

60 cm



KVDS_{severe} Root pruning



KVDS_{severe} no Root pruning - Control




Secondo scavo 24/11/2022



Classificazione delle piante nel lotto sperimentale

KVDS symptoms classification	Number of plants			
	2021 season	2022 season	2023 season	
Severe	13	5	5	- 60%
Moderate	59	30	23	- 60%
Mild	52	90	97	+ 87%
Dead	2	1	1	





Domande

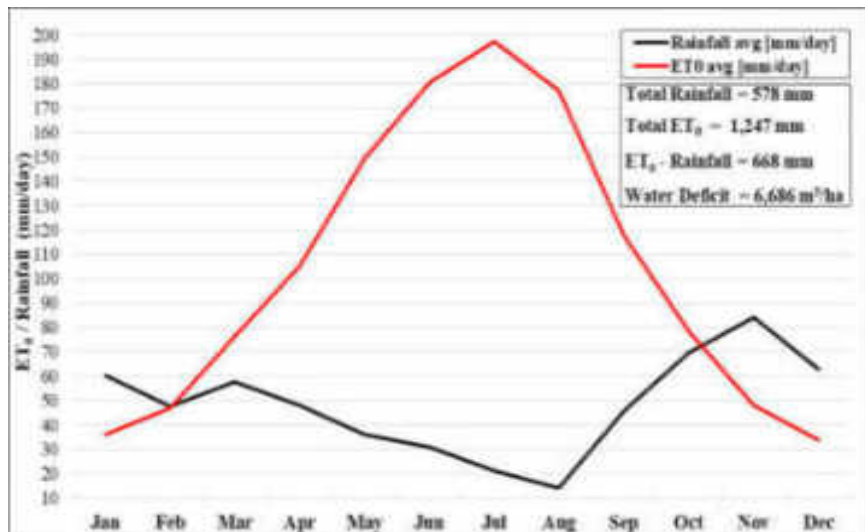
Quanta acqua necessita il Kiwi ? – volume irriguo stagionale/ volume ad intervento

 **Quando applicarla** ? Turni irrigui

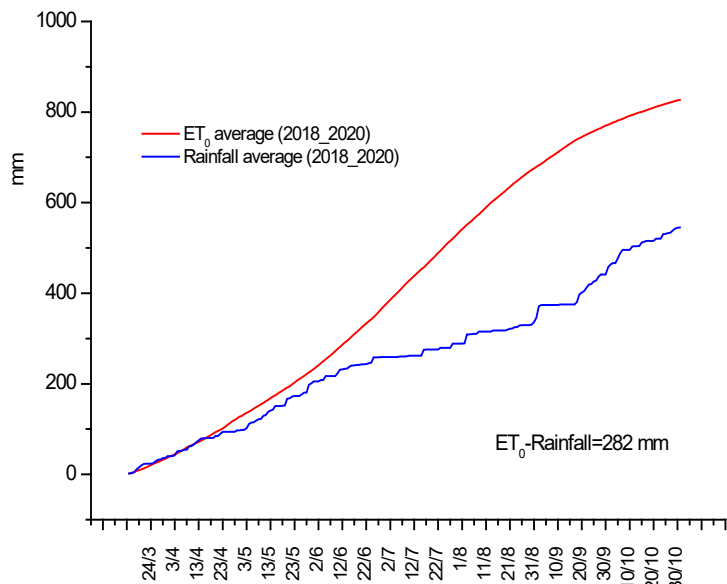
Dove applicarla - volume di suolo bagnato dall'irrigazione

How much irrigation Kiwifruit orchard needs?

South Italy- Metaponto **Water Deficit about 700 mm**



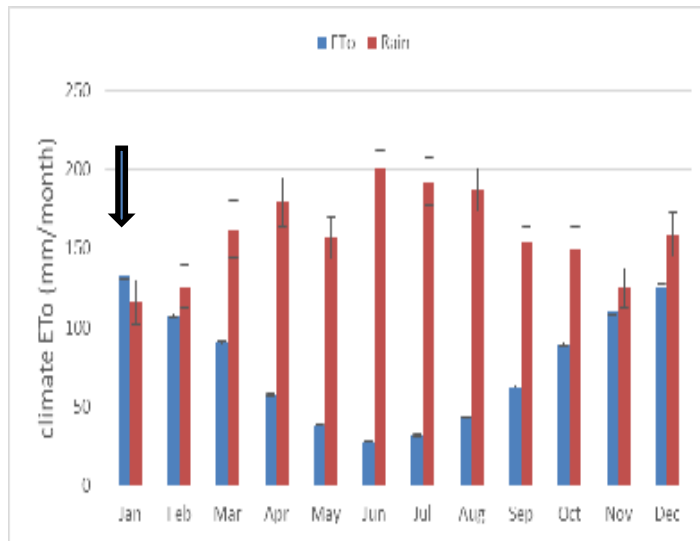
Central Italy – Latina **Water Deficit about 300 mm**



New Zealand – Te Puke (S.Green)

ET₀ = 917mm; Rainfall = 1.910mm

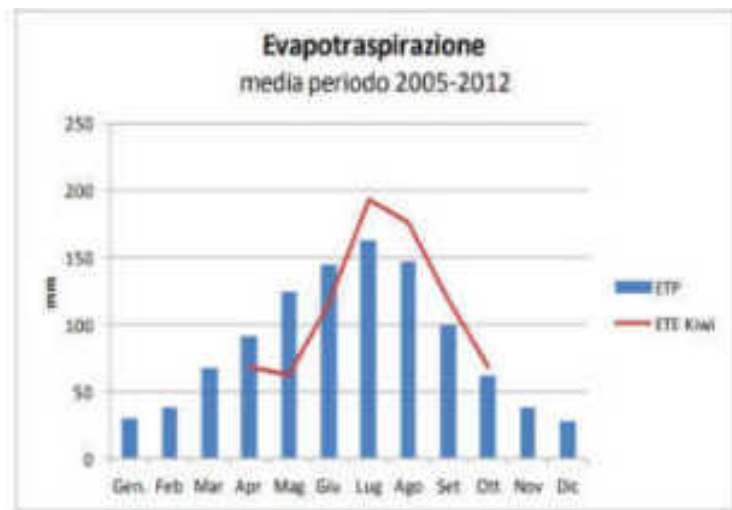
Water Deficit zero

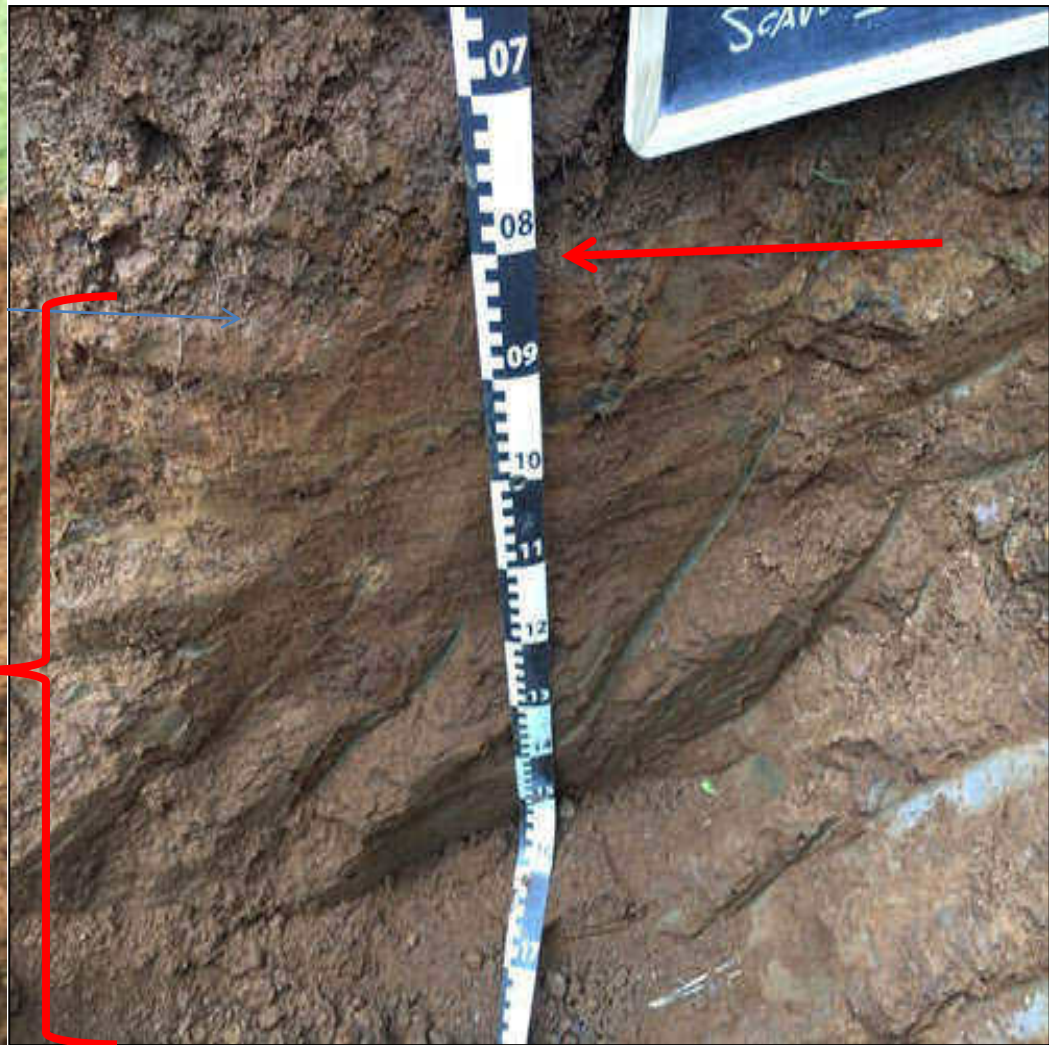


Gioia Tauro - Calabria

ET₀ Aprile-Ott =832 mm ; Piogge 424 mm

Water deficit 408 mm

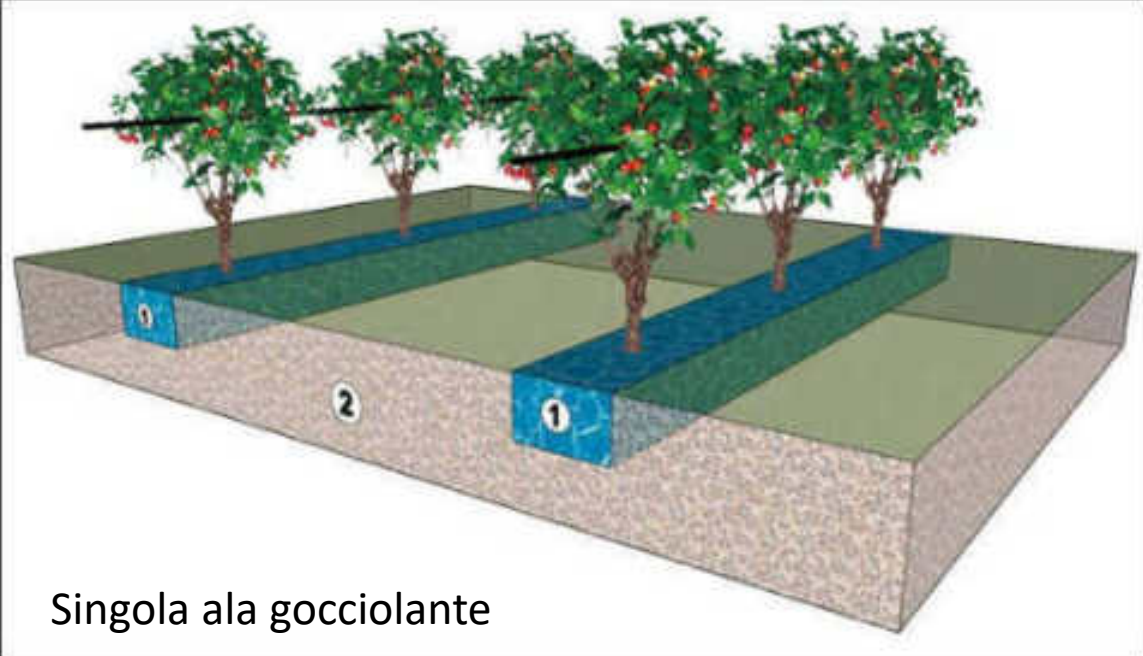




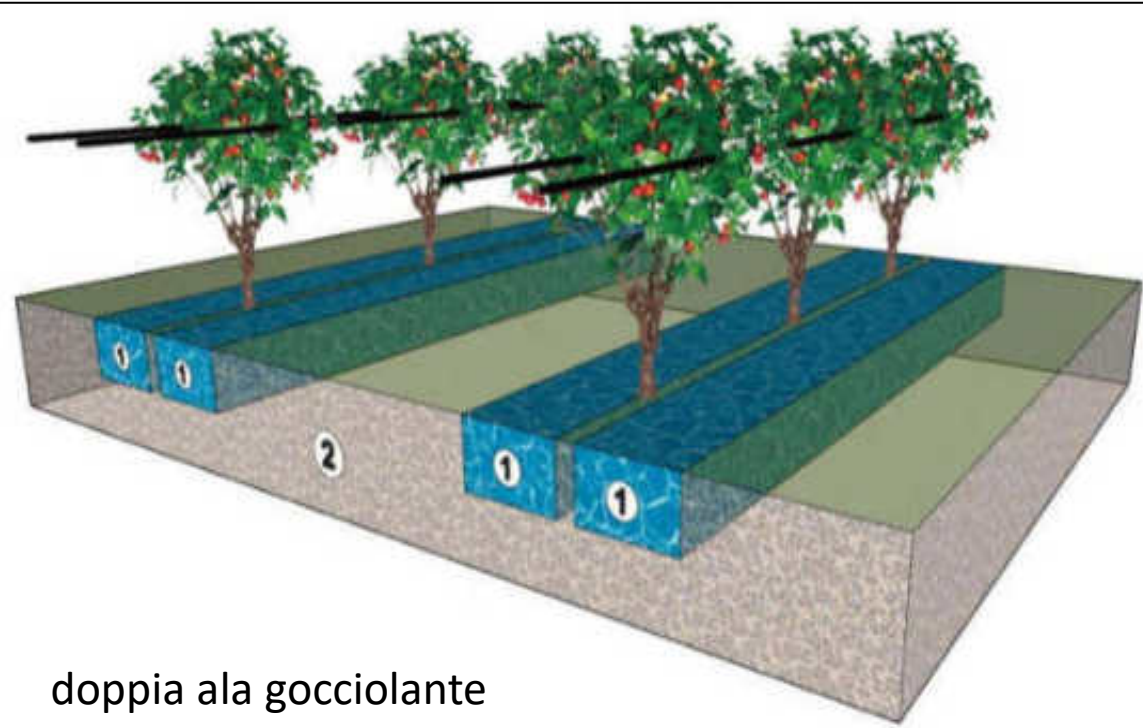
Presenza di strato compatto a 80 cm di profondità

**Pericolo di innalzamento di falda ipodermica
conseguente a
Irrigazioni errate e piogge invernali**

Conosciamo
il volume bagnato
dal sistema irriguo??

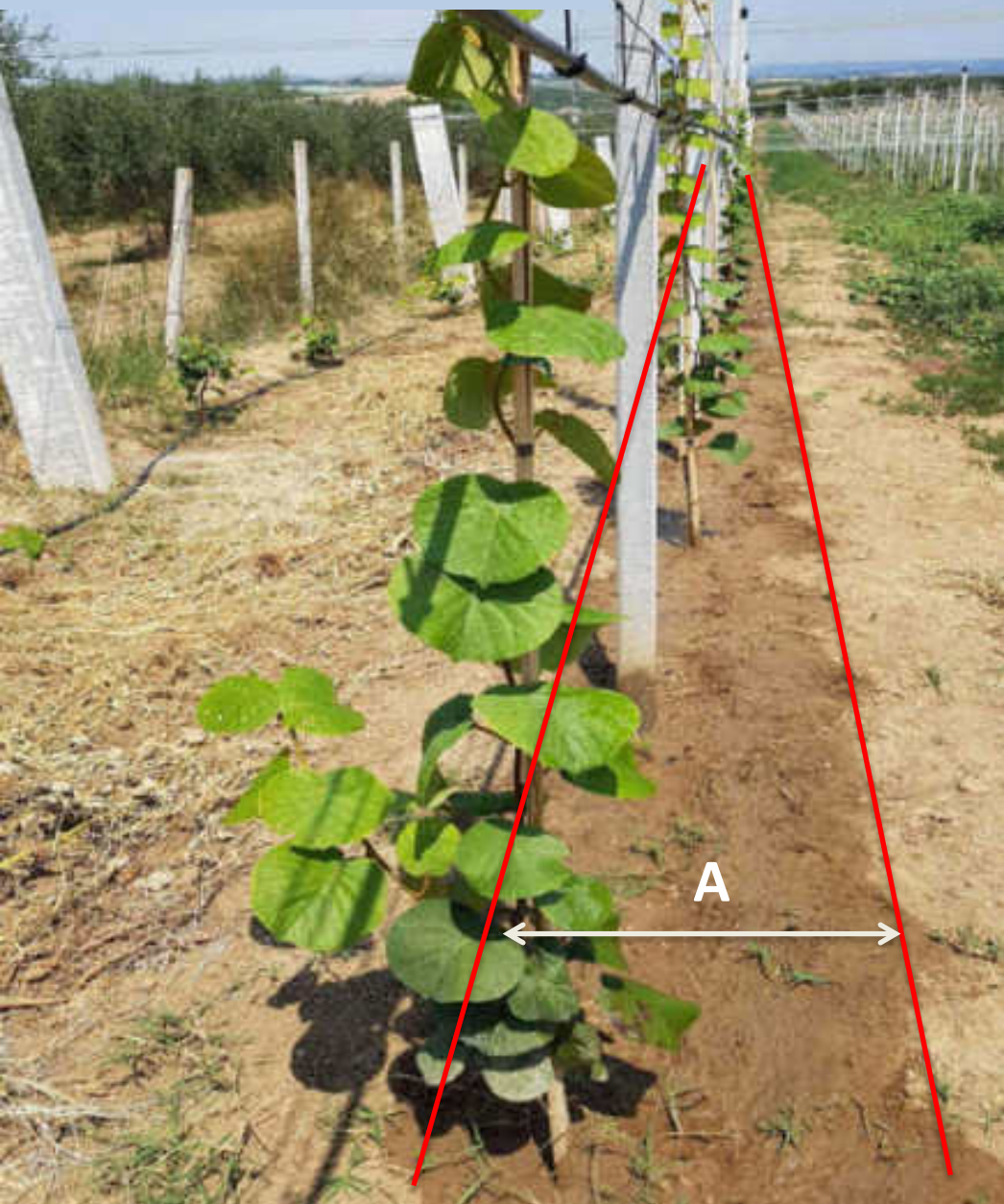


Singola ala gocciolante



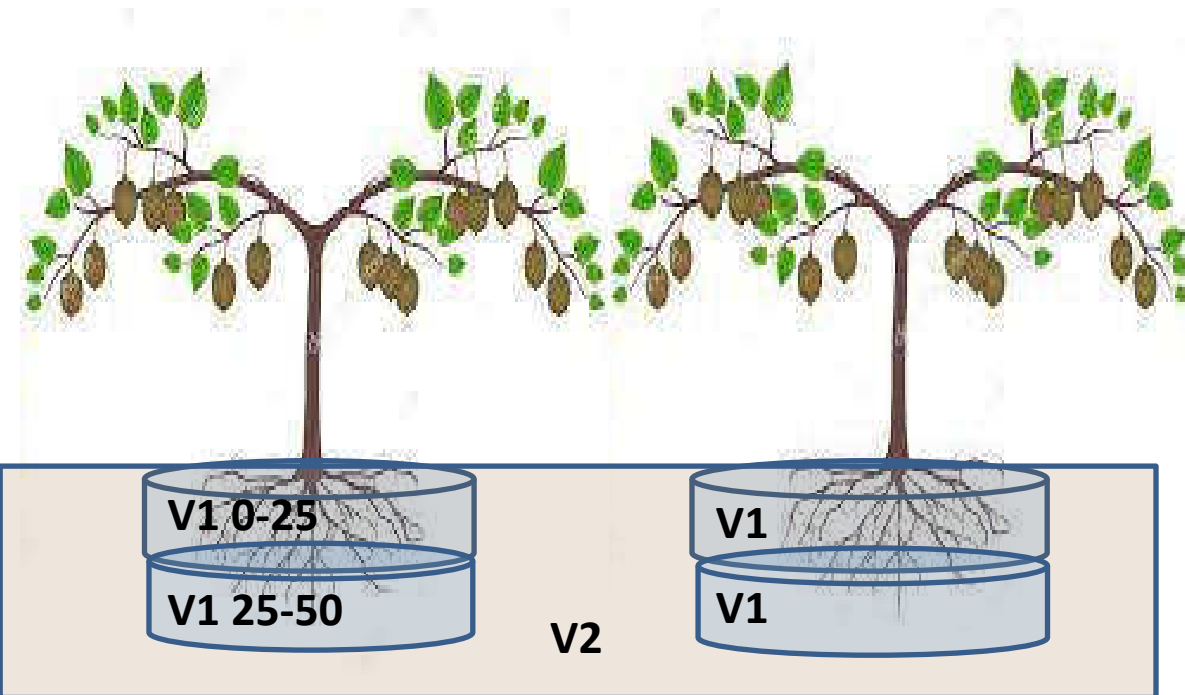
doppia ala gocciolante

Ala gocciolante singola
Punti goccia autocompensanti
60 cm



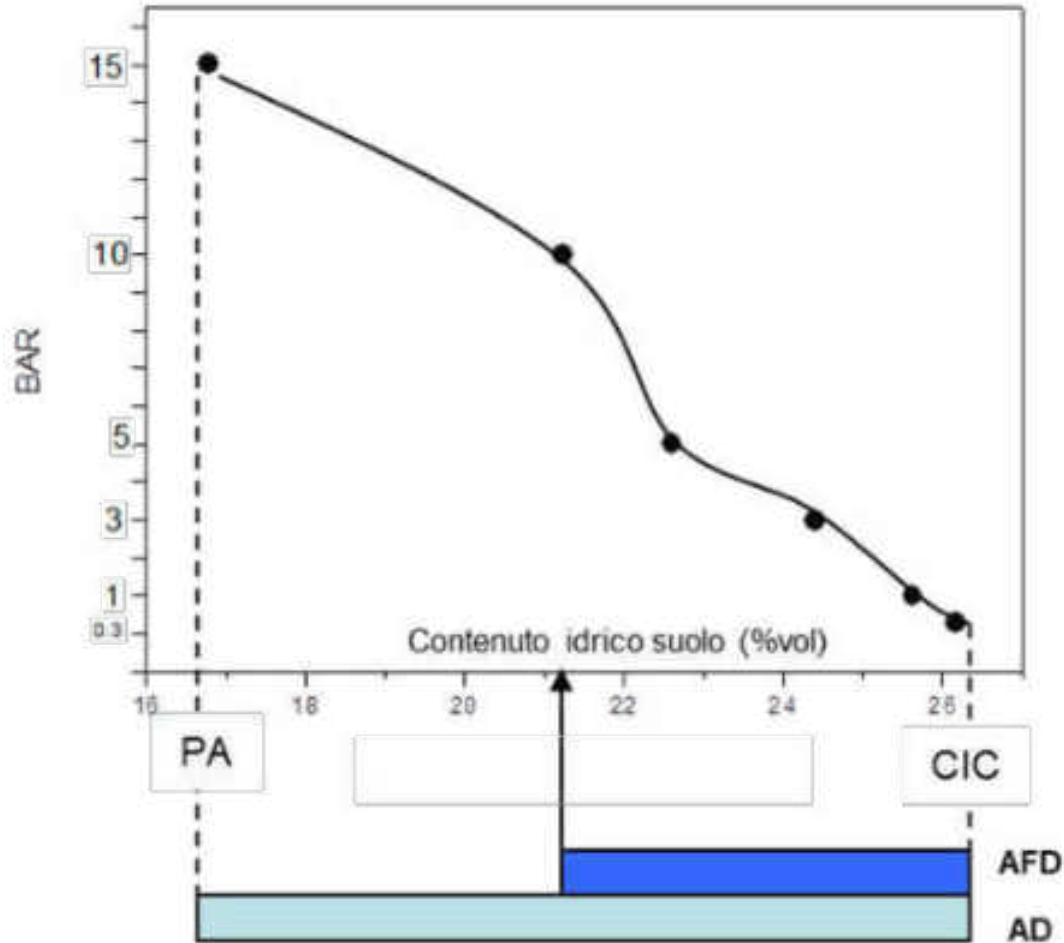
Determinazione della superficie e del volume irrigato

Nel caso del Kiwi è opportuno essere più precisi....



- 1) Contenitore 1**= Volume di suolo interessato dall'irrigazione $V1=A \times P \times L$ (mc/ha) dove A =area bagnata singolo erogatore; P = è la profondità del profilo bagnato; L =lunghezza fascia bagnata e/o n° erogatori
- 1) Contenitore 2**= Volume di suolo non interessato dall'irrigazione $V2=V_{tot}-V1$ (mc/ha)
Il contenitore 2 rappresenta un importante serbatoio per l'accumulo di acqua piovana ospite radici strutturali.

Curva di ritenzione idrica



Perché è importante conoscere AFD

Elementi da conoscere

Profondità suolo da irrigare

50 cm

10 cm

30 cm

Azienda	metodo irriguo	VOLUME BAGNATO MC Ha (contenitore1)	Contenuto idrico a CIC (mc/Ha)	Contenuto idrico a PA (mc/HA)	Acqua disponibile (AD) (mc/ha)	50 cm		10 cm		30 cm	
						Acqua facilmente disponibile (AFD IN 50 cm) (mc/ha) (40% AD)	Durata Intervento IRRIGUO (minuti)	Acqua Facilmente Disponibile (AFD in 10 cm)	Durata Intervento IRRIGUO (minuti)	Acqua Facilmente Disponibile (AFD in 30 cm)	Durata Intervento IRRIGUO (minuti)
Sito 4 Irrigation	spruzzatore innovativo	1417	559,3	261,9	297,4	119,0	188	24	38	71	113
Sito 4 Irrigation	spruzzatore controllo	1417	559,3	261,9	297,4	119,0	188	24	38	71	113
Sito 4 Irrigation	doppia ala gocciante	1200	473,7	221,8	251,9	100,7	415	20	83	60	249
Sito 4 Irrigation	quattro ali gocciolanti	2400	947,4	443,7	503,7	201,5	415	40	83	121	249

Come calcolare il fabbisogno irriguo ?

Il fabbisogno idrico (ossia la evapotraspirazione colturale, ET_c) si può determinare sulla base della seguente relazione semplificata:

$$ET_c = ET_0 \times K_c$$

dove ET_0 è la evapotraspirazione di riferimento (mm) e il K_c il coefficiente colturale

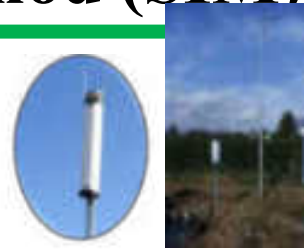
Calcolo del volume irriguo da erogare (V_i , $m^3 ha^{-1}$) attraverso un bilancio idrologico semplificato,

$$V_i = (ET_c - P_u) / Eff \cdot 10$$

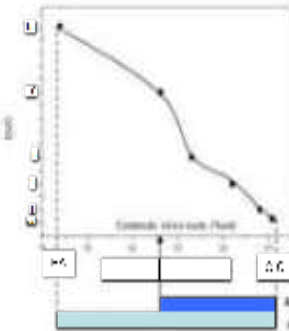
che considera piogge utili (P_u , mm). efficienza del metodo irriguo

E' sufficiente per una irrigazione di precisione?

The sustainable irrigation method (SIM) - Soil Water balance



**Weather Parameters
(ET_0)**

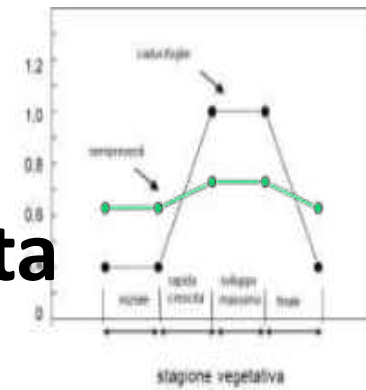


Soil data

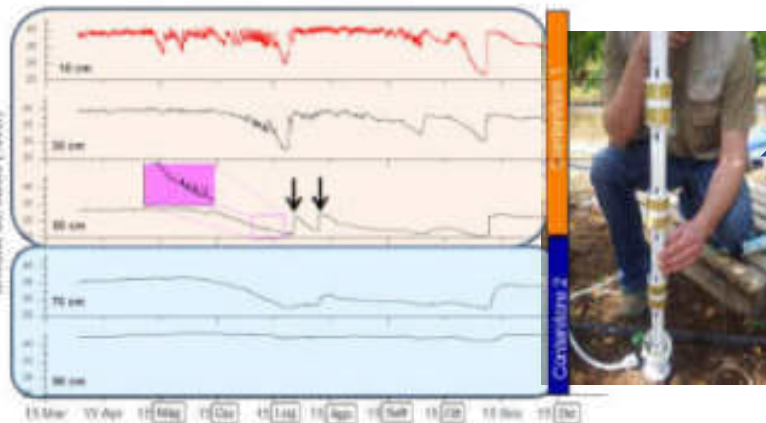


Soil water balance

Crop data



SWC measurements



**Optimised
Water balance**



Il monitoraggio del contenuto idrico del suolo è indispensabile « è un MUST »





SM100 WATERSCOUT SPECTRUM

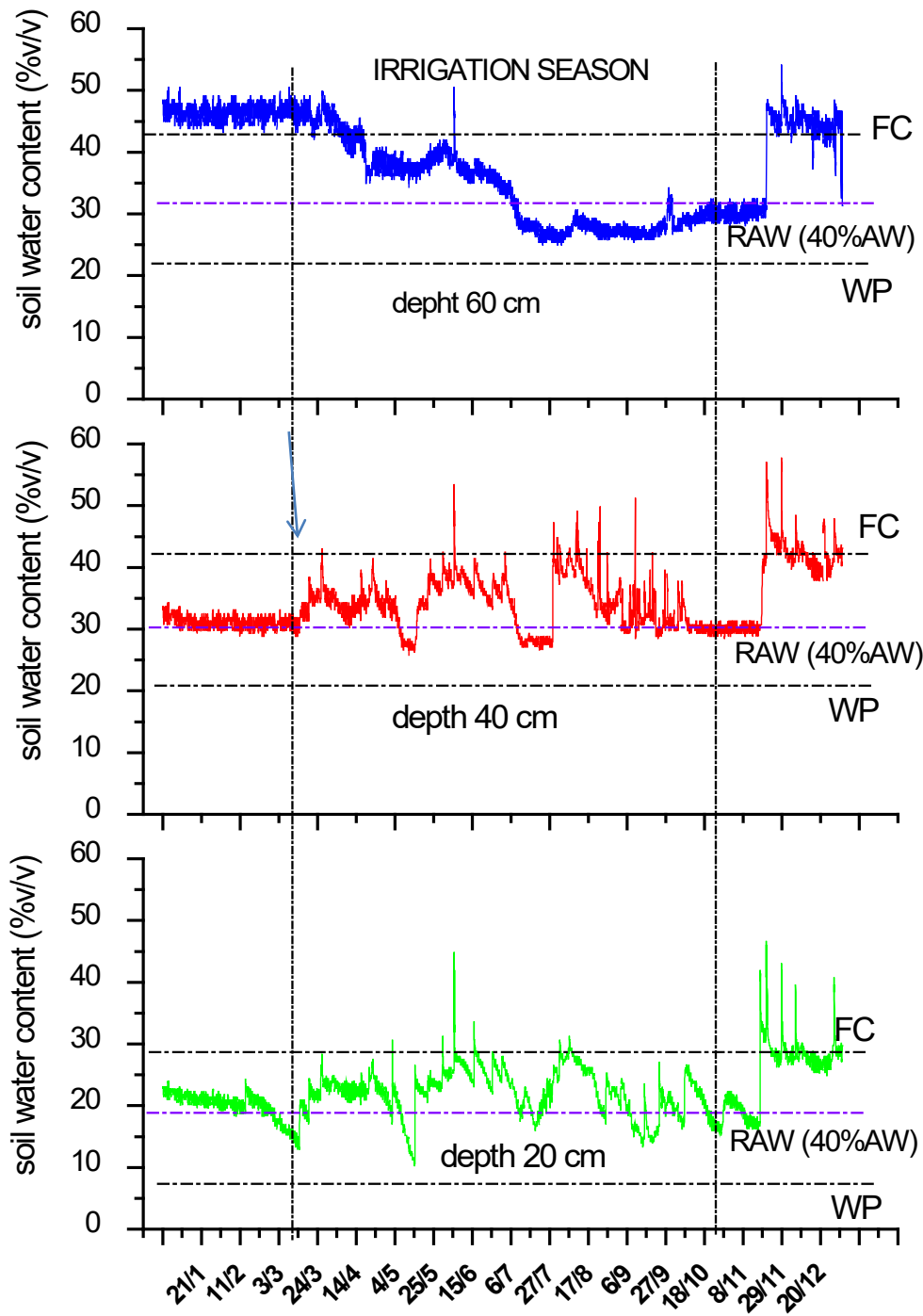


TDT Netafim



FDR IRRISENSE





SOIL WATER CONTENT MONITORING

- Correction of IV . In the case of soil water content, in particular in the deeper layers, are higher than 80-90% FC, the irrigation volumes were reduced by 15-20% in order to avoid excess of water. When the soil moisture values were below the 40% AW, an increase of 15-20% of volumes was applied
- The irrigation strategy applied allowed to keep soil moisture level within RAW in the fist layers and to have a good depletion of deeper layers (where the roots absorption is very low), avoiding waterlogging that is among the main causes of Kiwifruit ;

Seasonal trend of soil moisture at three different soil depths (20, 40, 60 cm) detected by the SM100 WATERSCOUT SPECTRUM probes



Croptide



Flora Pulse

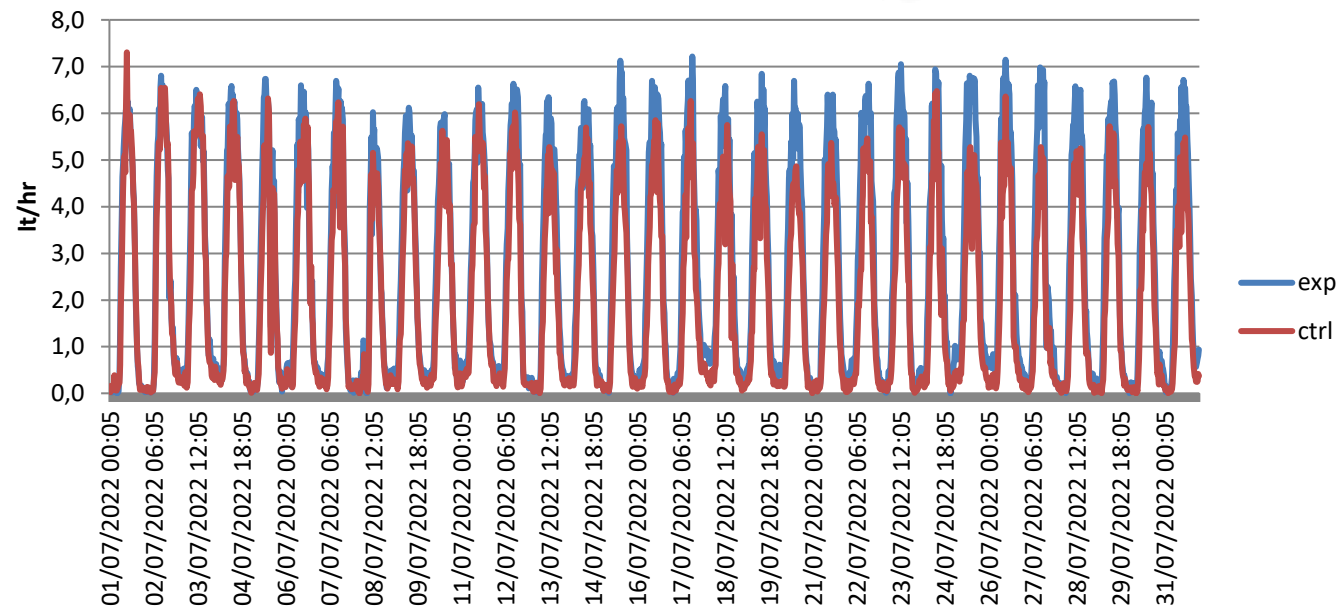
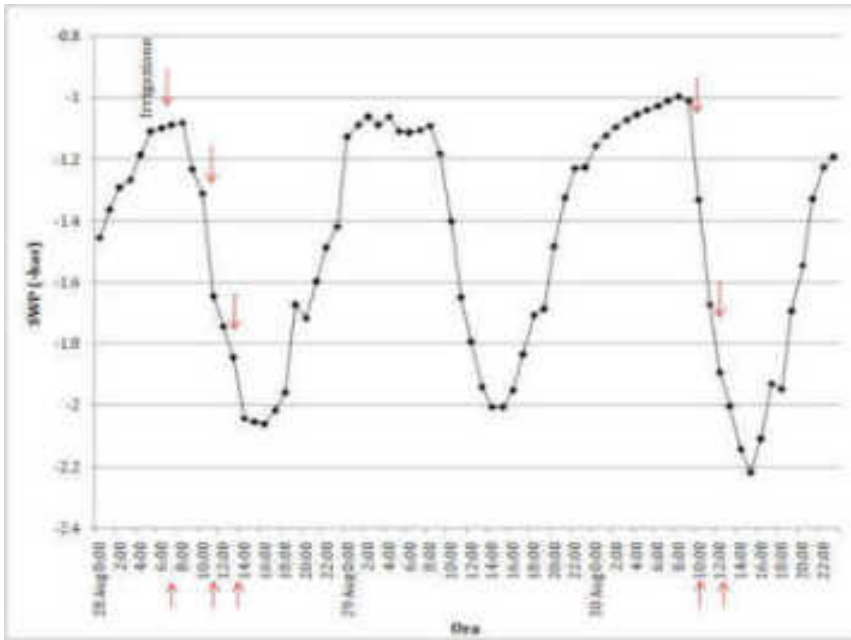


Sap Flow

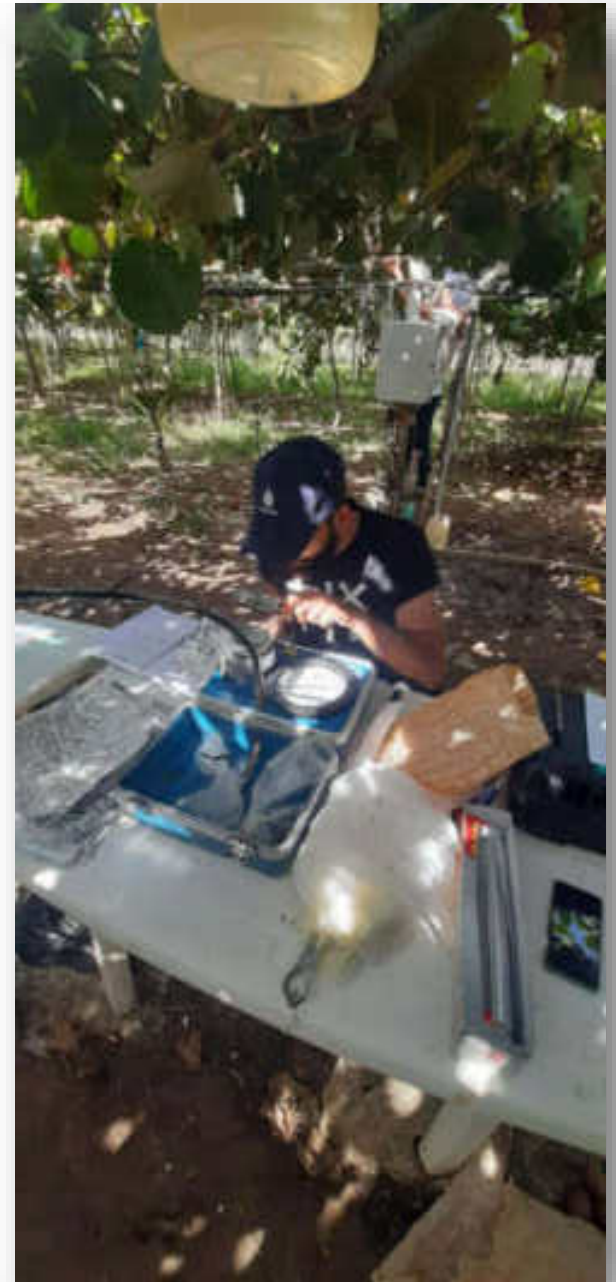


SM100 probe

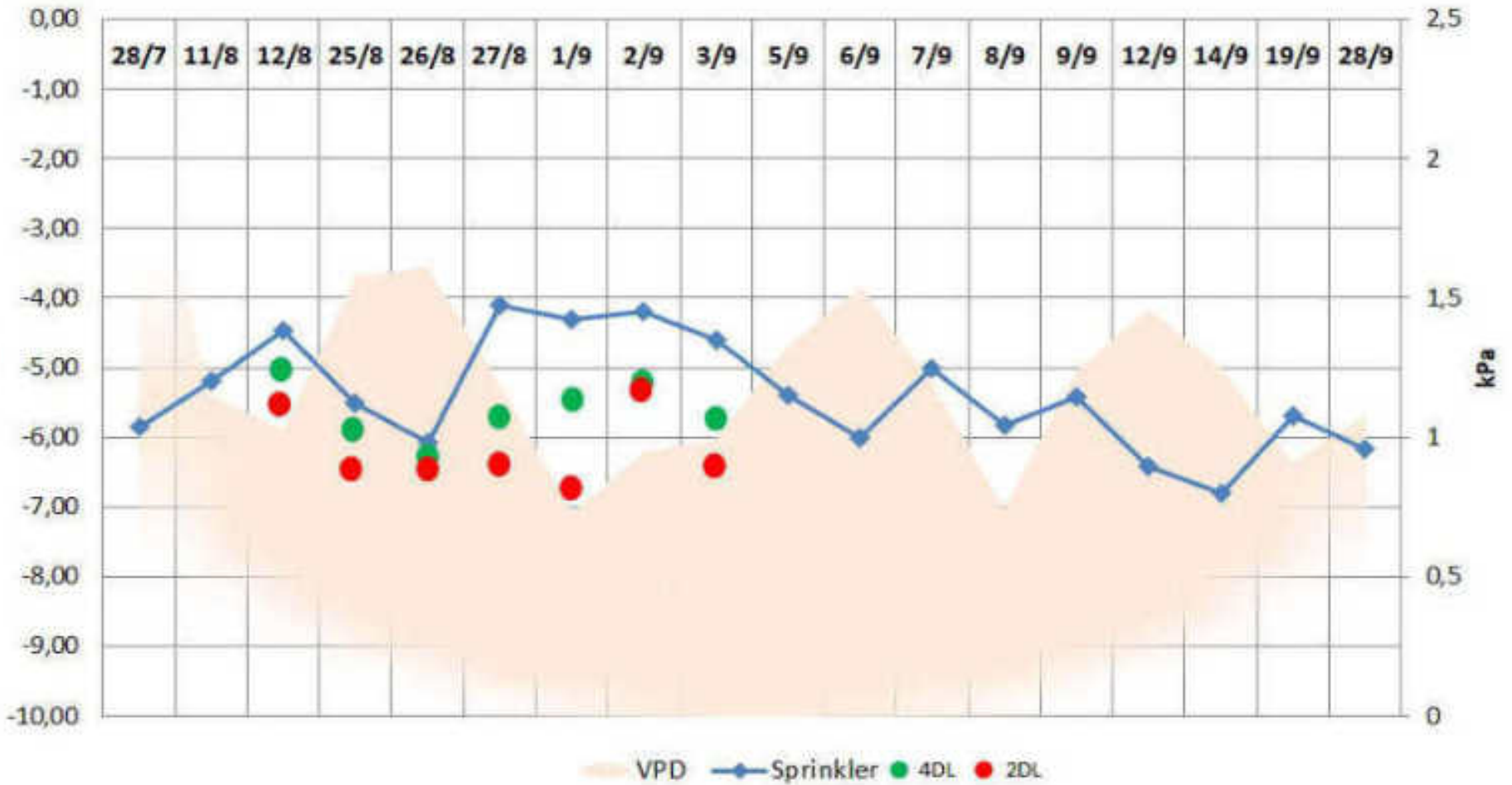
Strategia irrigua : frazionamento dei volumi irrigui giornalieri



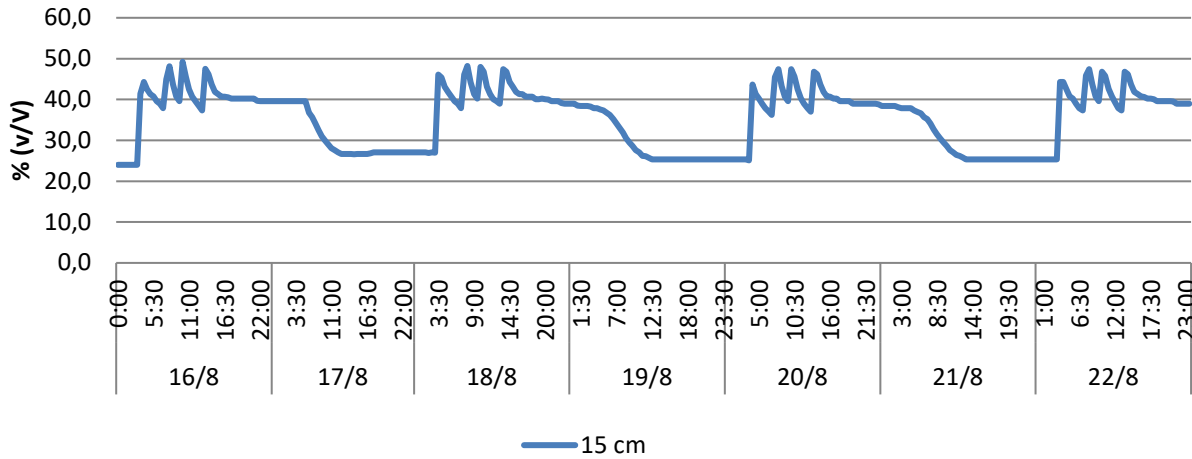
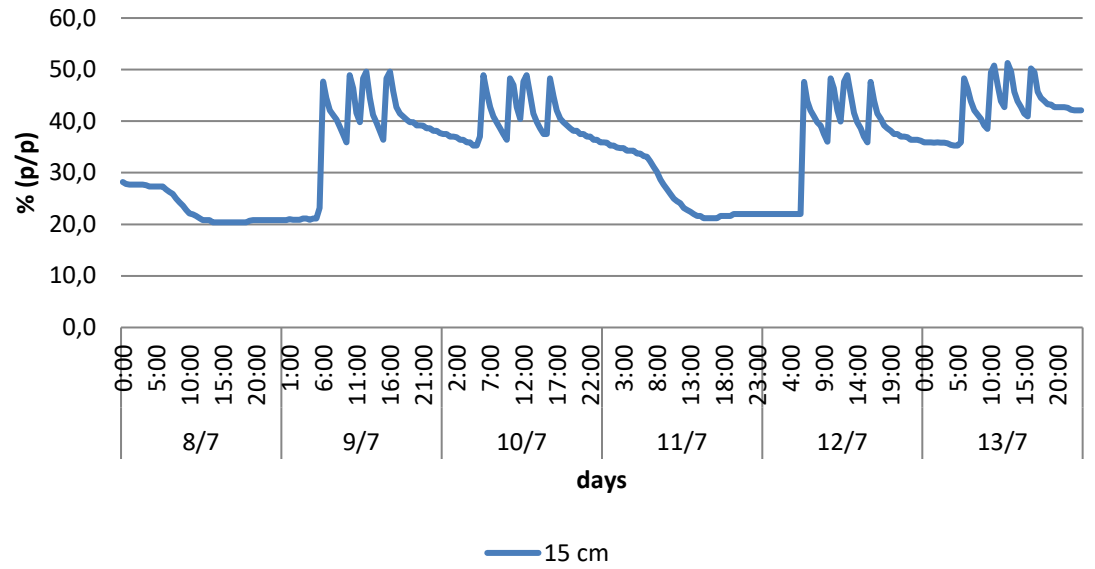
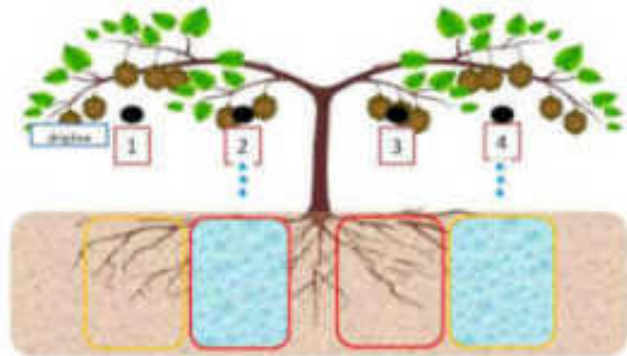
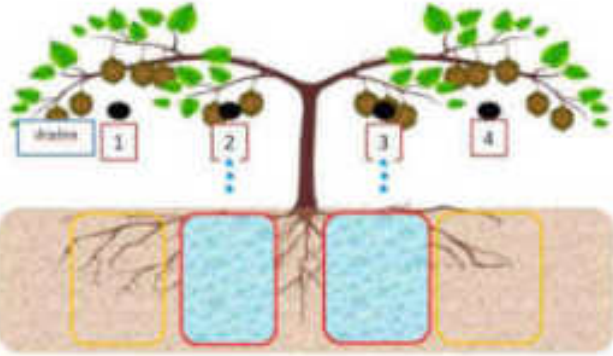
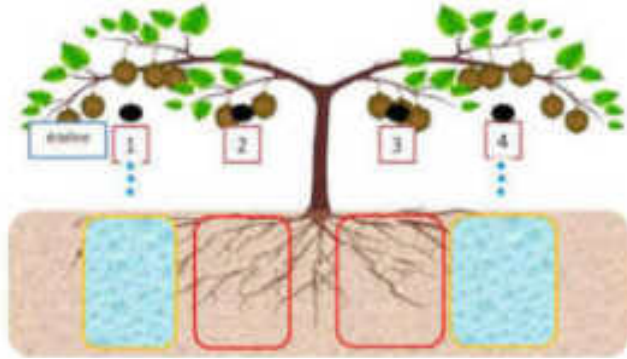
Innovazione dei metodi irrigui e strategie sostenibili di gestione
Metodo irriguo e sensoristica

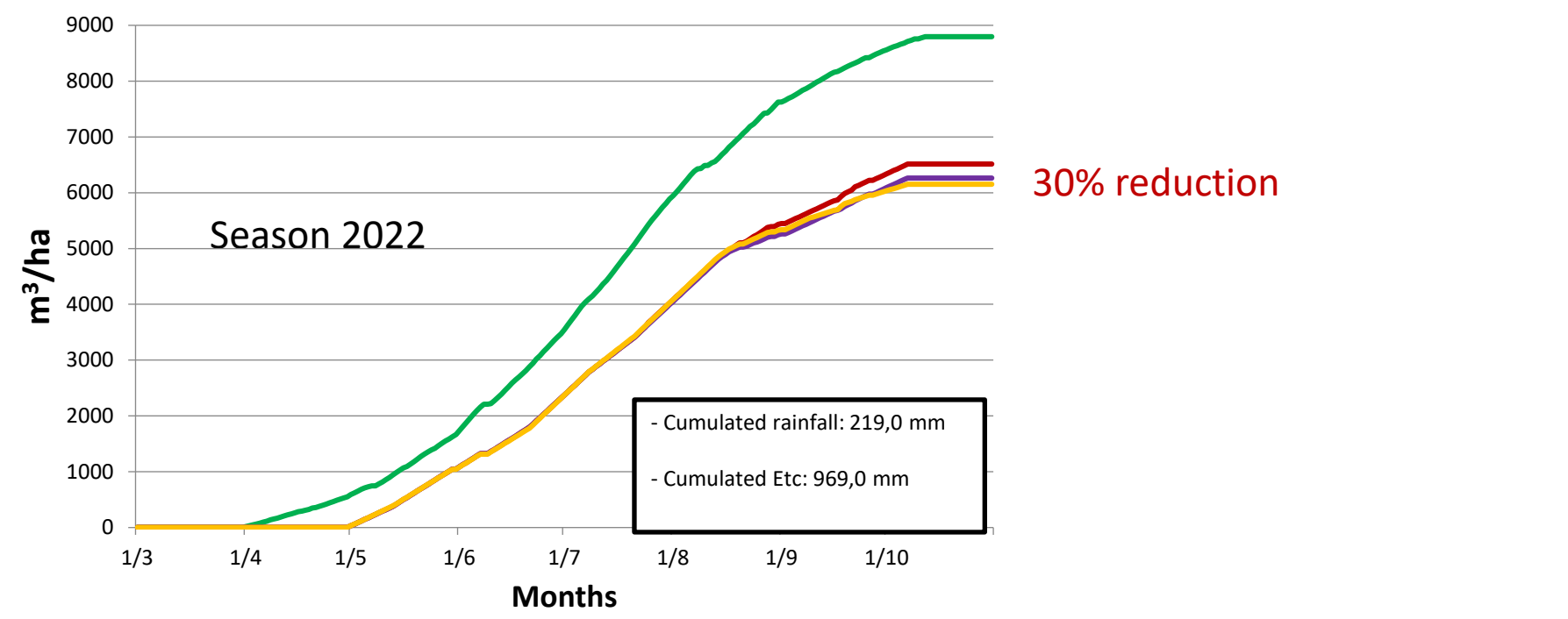
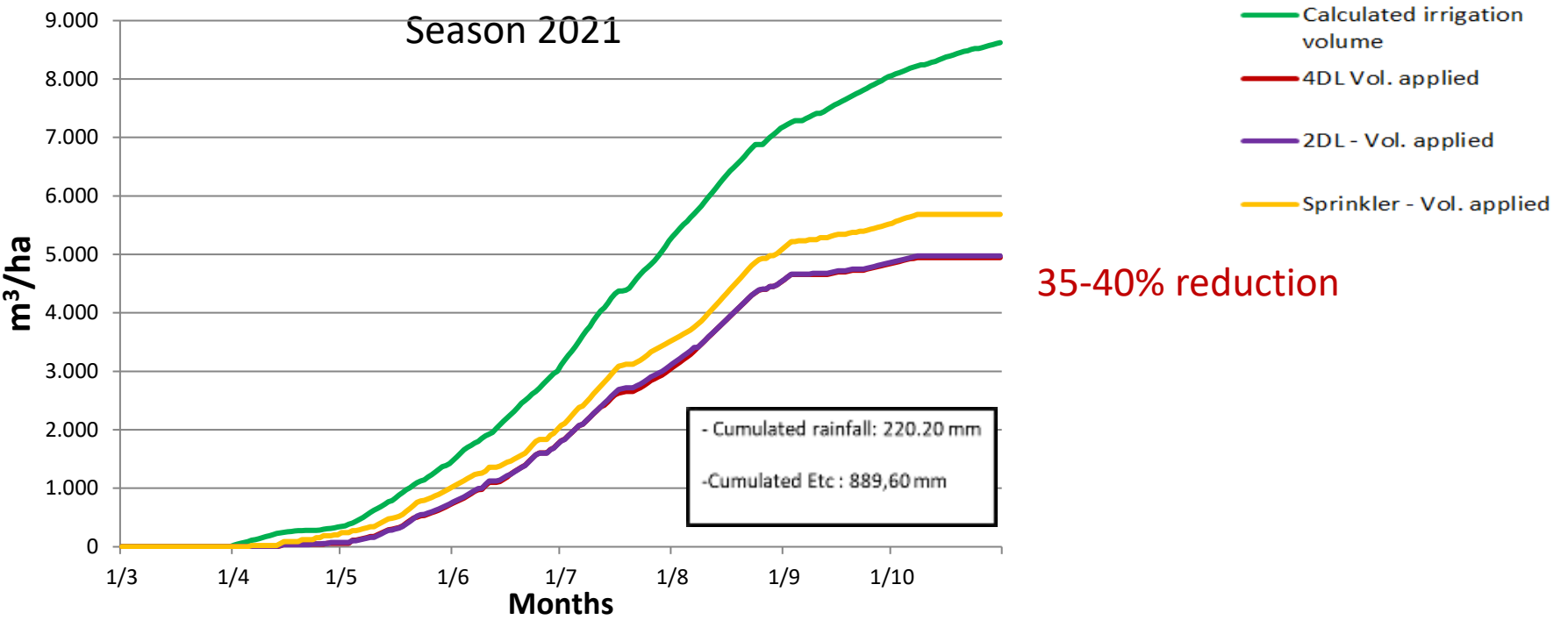


Midday Stem Water Potential - Season 2022



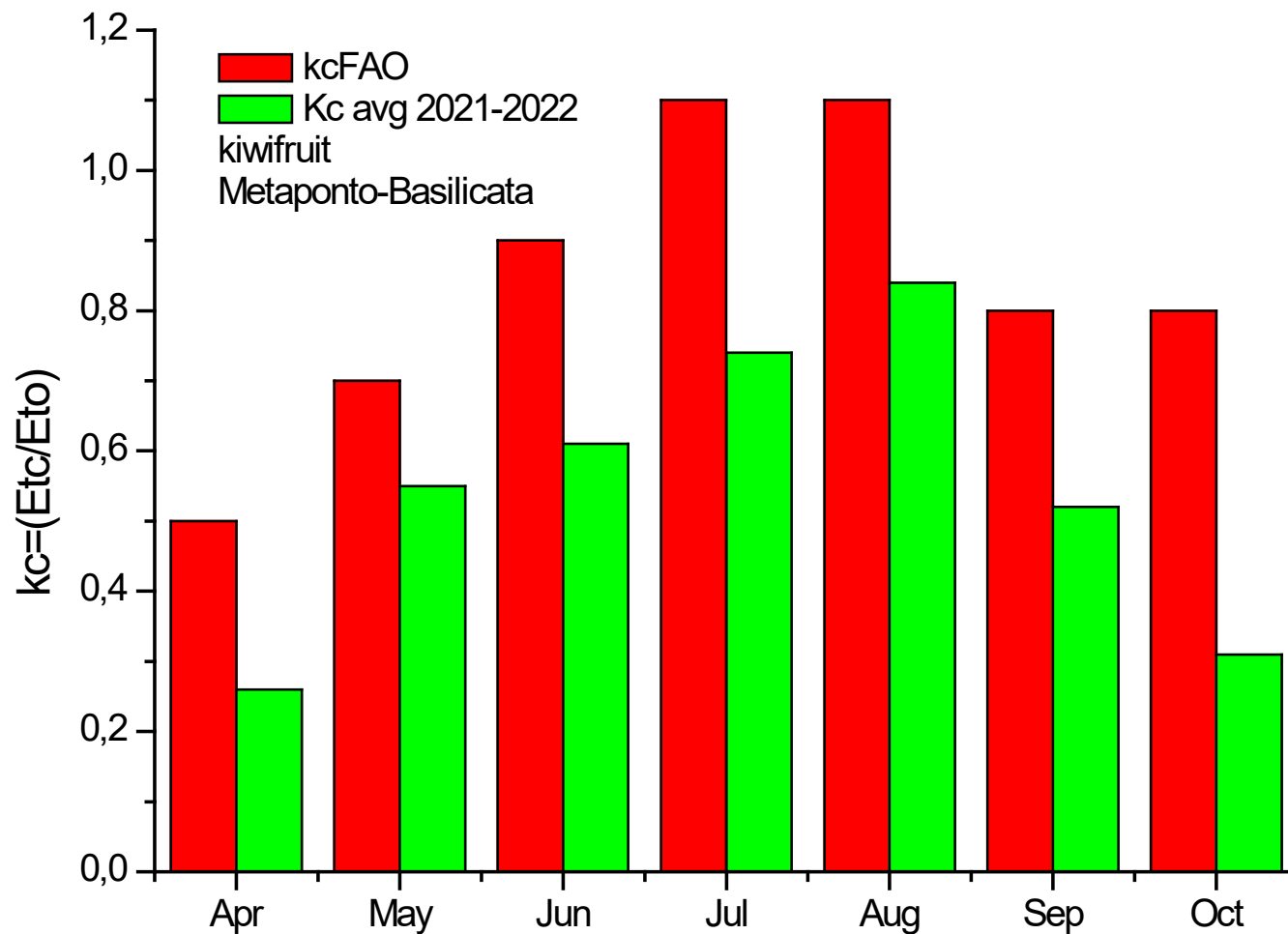
Metodo 4 ali





Revised Kc for kiwifruit *Actinidia chinensis* var. *chinensis* 'Zesy002',

$$Kc \text{ revised} = ETC_{\text{revised}} / ETO$$



Gioia Tauro

Media anni 2005-2012													
	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	Totale
Pioggia mm	110,5	114	75	57,3	42,4	44	9,5	16,9	132,7	121,4	120,9	160	1004,6
T med °C	10,3	9,8	11,9	14,9	18	22	24,6	24,7	22,4	18,7	14,9	11,7	17,0
Eto	30,2	38,4	67,7	91,9	124,7	144,5	162,8	147,3	99,4	61,9	38	27,7	1034,5
Kc (FAO)				0,5	0,7	0,9	1,1	1,1	0,8	0,8			
ETC mm				45,95	87,29	130,05	179,08	162,03	79,52	49,52			733,44
ETC-P mm				-11,35	44,89	86,05	169,58	145,13	-53,18	-71,88			309,24

Anno 2022													
	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	Totale
Pioggia mm	101,4	40,6	7,2	42,4	42,2	26,6	6,8	60,0	31,6	33,8	167,2	93,2	653,00
T med °C	9,4	10,5	11,3	13,5	18,0	23,4	25,0	25,8	23,1	18,7	15,0	13,5	17,26
Eto	47,2	47,5	98,2	114,3	166,6	194,9	197,4	174,2	141,2	100,6	62,1	53,0	1397,00
Kc (FAO)				0,5	0,7	0,9	1,1	1,1	0,8	0,8			
ETC mm				57,15	116,59	175,39	217,10	191,57	112,97	80,47			951,23
ETC-P mm				14,75	74,39	148,79	210,30	131,57	81,37	46,67			707,83





5 mesi – radici 50 cm

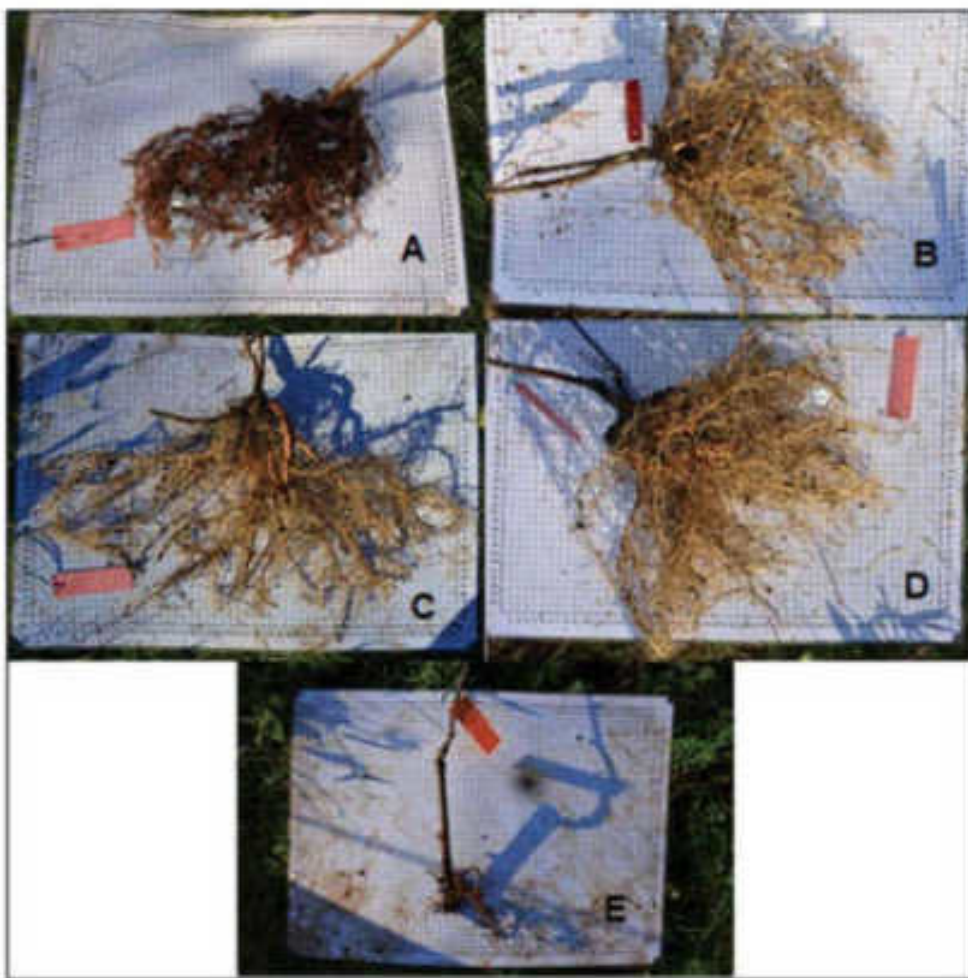


17 mesi
radici 90 cm



36 mesi radici 180 cm





Mian, G.; Cipriani, G.; Saro, S.; Martini, M.; Ermacora, P.
Potential of Different Actinidia Genotypes as Resistant Rootstocks for Preventing Kiwifruit Vine Decline Syndrome.

Horticulturae 2022, 8, 627.

<https://doi.org/10.3390/horticulturae8070627>

Figure S1. Root system of tested genotypes. MG (A), Ma183 (B), Bounty71 (C), Ma176 (D) and HW (E). *A. macrosperma*: Ma176 and Ma183, cv. Bounty71, *A. arguta* cv. Miss Green (MG) and *A. deliciosa* cv. Hayward (HW).

Bai, D.; Li, Z.; Gu, S.; Li, Q.; Sun, L.; Qi, X.; Fang, J.; Zhong, Y.; Hu, C. Effects of Kiwifruit Rootstocks with Opposite Tolerance on Physiological Responses of Grafting Combinations under Waterlogging Stress. *Plants* **2022**, *11*, 2098. <https://doi.org/10.3390/plants11162098>

kiwifruit rootstock KR5 (*A. valvata*) is more tolerant than ‘Hayward’ (*A. deliciosa*) to waterlogging stress

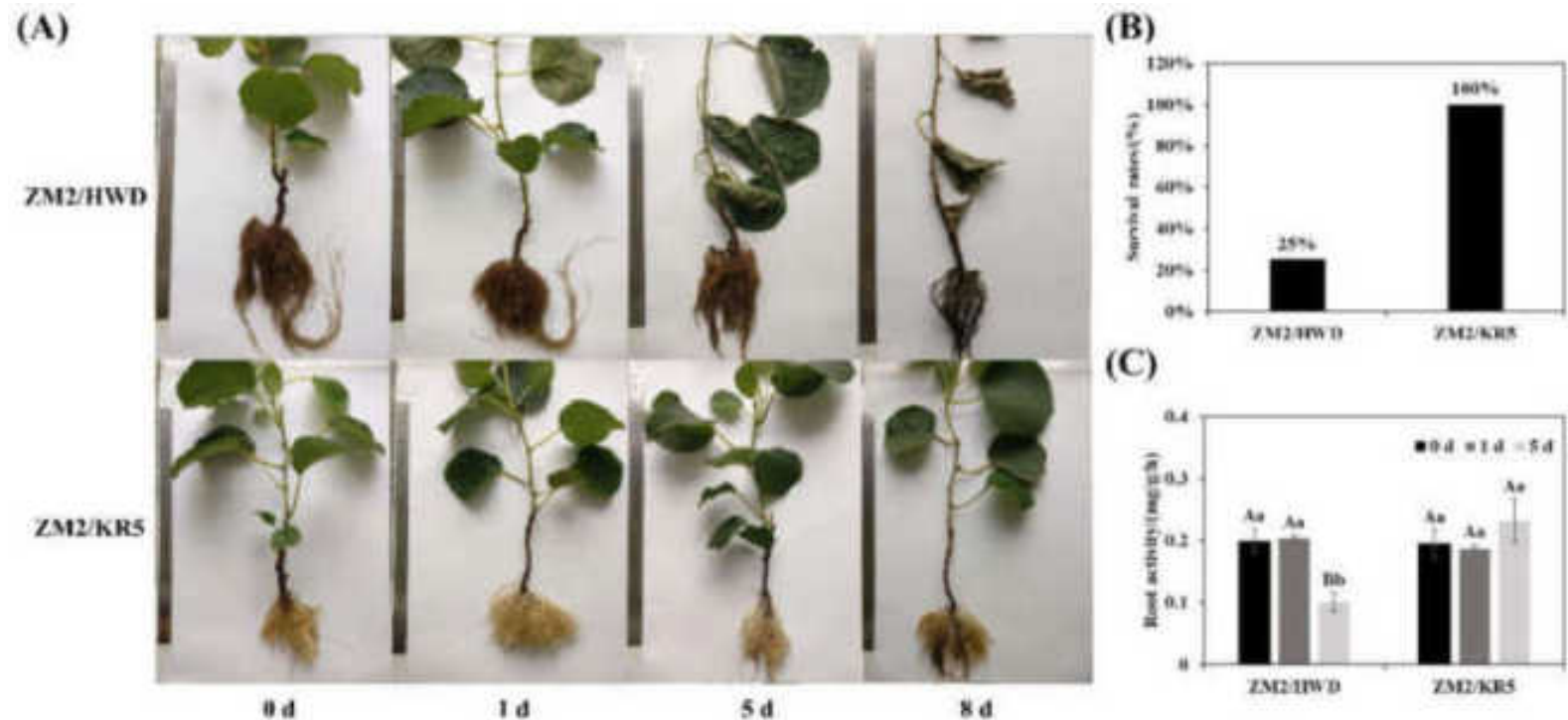


Figure 1. (A) Phenotype, (B) survival rate, and (C) root activity of two kiwifruit scion–rootstock combinations under waterlogging stress. ZM2/HWD and ZM2/KR5 indicate grafting ‘Zhongmi 2’ onto ‘Hayward’ and KR5 rootstocks, respectively.

Bounty 5° anno



Non tutto è Moria

Attenzione alla qualità fitosanitaria del materiale vivaistico



Impianto di 1 anno collasso del 40 % delle piante

Conclusioni

- Scelta del sito d'impianto
- Studio e progettazione - impianto in relazione alle caratteristiche pedo-climatiche
- Gestione oculata dell'irrigazione
- Gestione del suolo – fertilità chimica e microbiologica

UNIBAS - Gruppo di Ricerca

- Prof. C. Xiloyannis
- Prof. B. Dichio
- Prof. V. Nuzzo
- Prof. G. Montanaro
- Prof. A. Sofo
- Dr. A.N. Mininni
- Dr. E. Lardo
- Dr. T. Berloco
- Dr. C. Loiodice
- Dr. D. Laterza
- Dr. A. Tuzio
- Dr. C. Fausto
- Dr. A. Pietrafesa
- Dr. R. Di Biase
- Dr. M. Calabritto



FARMS 4
CLIMATE

PON

RESO

Agreement
FOODSOUTH & GREEN SOCIETY

PSR 16.1 - TRAS.IRRI.MA.

NUTRI.FE TINNOGE PRA

Zespri
KIWI FRUIT