



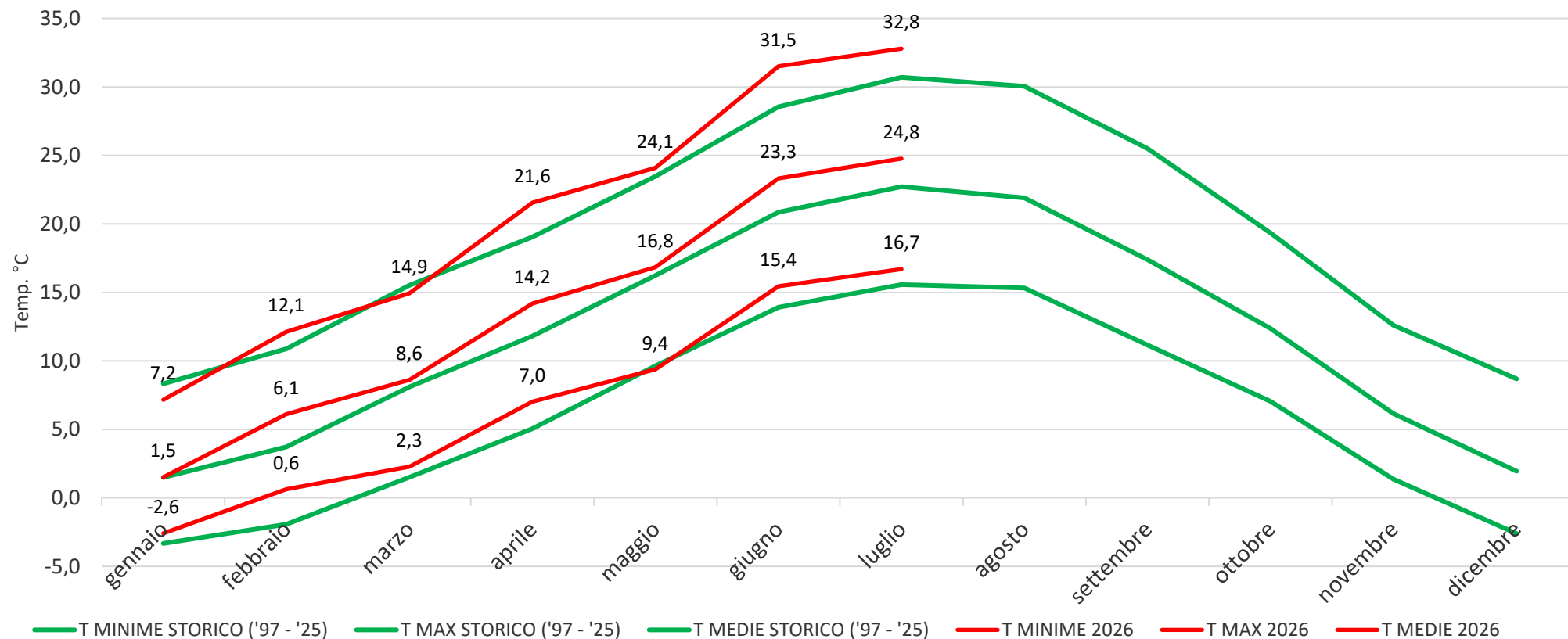
Monitoraggio e sensoristica a supporto delle decisioni irrigue

***Luca Nari, Francesca Pettiti, Chiara
Ruffinatto***

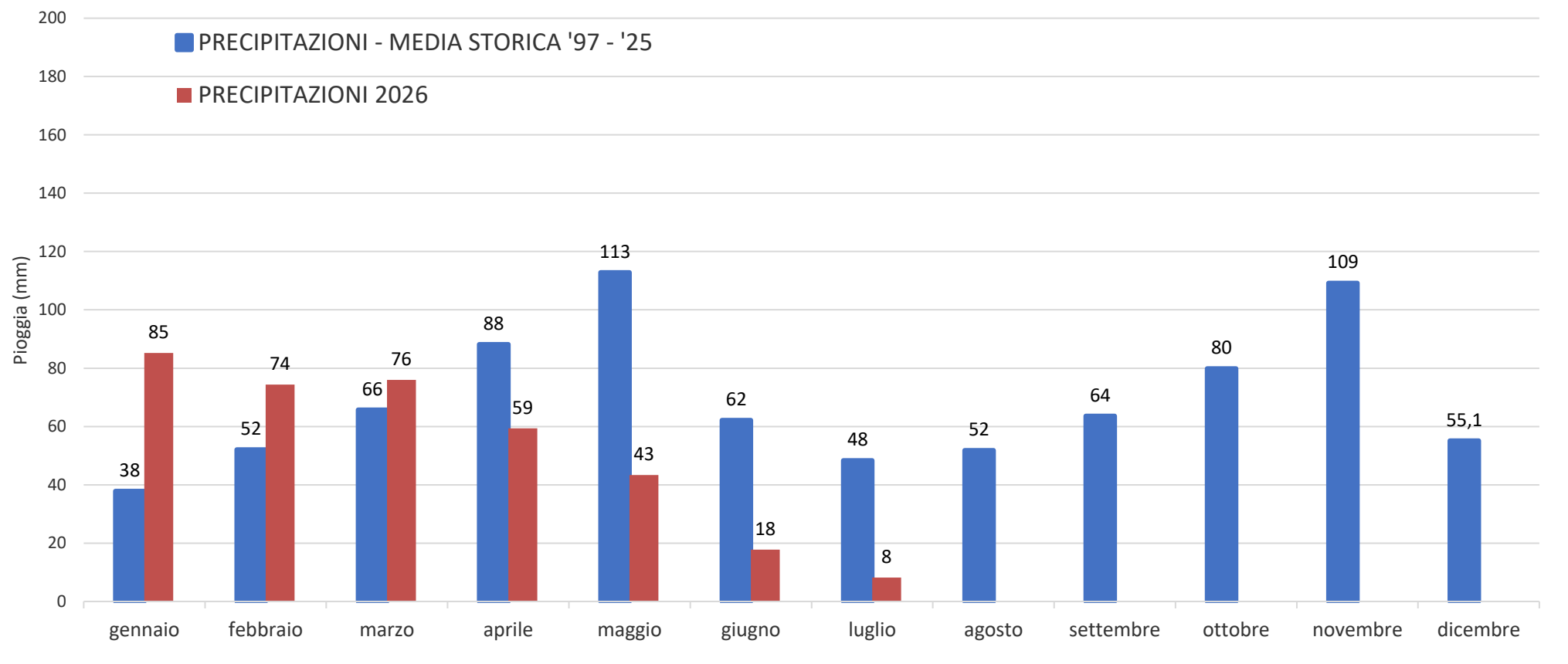
Fondazione Agrion

ANALISI CLIMATICA

Dati meteo – TEMPERATURE RAM Lagnasco



Dati meteo – PRECIPITAZIONI RAM Lagnasco



Elaborazioni meteo giugno luglio areale frutticolo dal 1°giugno al 30 luglio 2026 – SFR Regione Piemonte

dott.sa Tiziana La Iacona
dott. Federico Spanna

provincia	stazione	tmin_media	tmin_2026	tmax_media	tmax_2026	tmed_media	tmed_2026	prec media	prec 2026	% rispetto alla media	dop	su 35	tr 20
AL	Montemanzino	15.0	16.9	30.3	33.1	22.5	25.0	140.0	92.8	66.3	9	18	10
AT	San Marzano Oliveto	16.0	17.5	30.3	35.3	22.8	26.0	78.1	10.4	13.3	4	35	13
CN	Barge	15.1	17.3	28.7	32.2	21.8	25.1	172.3	26.0	15.1	6	12	11
CN	Busca	15.1	17.6	28.1	33.0	21.4	24.9	153.8	59.2	38.5	6	18	10
CN	Canale	16.5	18.8	30.1	33.1	22.9	25.8	87.7	24.2	27.6	4	20	25
CN	Castellar	15.7	18.1	29.4	33.3	22.1	25.5	144.1	100.0	69.4	9	23	14
CN	Centallo	15.2	15.9	29.0	30.7	21.6	22.8	115.9	75.0	64.7	6	3	0
CN	Costigliole di Saluzzo	15.3	18.3	29.0	31.6	21.5	24.6	152.8	59.8	39.1	7	3	17
CN	Cuneo san Benigno	16.3	17.1	28.0	30.7	22.0	23.8	133.3	107.8	80.9	6	1	7
CN	Cuneo Spinetta	16.6	17.4	26.4	32.6	21.3	25.0	127.2	59.2	46.5	6	18	11
CN	Dronero	16.6	18.3	27.5	29.8	21.8	23.9	182.4	61.2	33.5	8	1	22
CN	Falicetto Pomarolo	14.9	17.6	27.8	32.1	21.4	24.7	149.0	57.4	38.5	5	8	11
CN	Falicetto Varaita	16.1	18.1	28.4	32.0	21.9	24.8	142.1	79.4	55.9	6	8	20
CN	Fossano Boschetti	15.6	16.1	28.8	32.8	22.0	24.2	141.1	43.2	30.6	6	16	3
CN	Fossano Cussanio	15.6	17.1	29.0	30.9	21.9	23.8	101.2	85.6	84.6	5	3	6
CN	Fossano Maddalene	15.4	16.9	30.1	34.6	22.2	25.4	111.3	56.6	50.9	6	32	9
CN	Fossano sant'Antonio Baligio	15.3	17.0	27.9	32.6	21.4	24.1	126.5	64.8	51.2	6	11	7
CN	Guarene	15.8	18.5	29.9	33.3	22.5	25.9	91.1	22.4	24.6	4	25	20
CN	Lagnasco	14.6	16.1	29.6	32.1	21.8	24.0	115.7	31.2	27.0	7	10	2
CN	Manta	15.5	17.8	28.9	32.1	21.8	24.8	132.7	95.8	72.2	9	10	12
CN	Revello	15.2	17.4	28.7	31.2	21.7	24.3	169.3	97.2	57.4	7	3	13
CN	Saluzzo	15.9	17.4	30.5	33.4	22.7	25.1	126.5	87.6	69.2	8	18	8
CN	Savigliano Cavallotta	15.0	16.5	28.4	33.3	21.6	24.6	96.5	47.2	48.9	6	21	6
CN	Savigliano Rigrasso	15.4	17.0	29.7	33.6	22.1	25.1	147.3	38.6	26.2	5	23	9
CN	Scarnafigi	15.6	16.6	28.5	33.3	21.9	24.8	133.1	16.6	12.5	5	19	8
CN	Villafalletto Monsola	15.0	16.4	28.0	31.5	21.3	23.8	116.3	59.8	51.4	7	4	4
TO	Cavour	15.4	16.6	29.6	33.7	22.2	25.1	130.2	15.4	11.8	5	24	10
TO	Chieri	16.8	19.0	28.4	35.2	22.2	26.3	143.4	71.4	49.8	8	32	26
TO	Pinerolo	16.3	18.2	29.2	32.7	22.6	25.7	149.4	24.2	16.2	5	11	18
VC	Alice Castello	16.9	18.9	29.4	33.9	22.7	25.8	151.5	82.4	54.4	10	28	22
VC	Borgo d'Ale	16.0	17.9	29.7	31.6	22.6	25.0	158.9	63.6	40.0	8	9	18

Temperatura					
		eccezionalità positiva			
		II grado di anomalia positiva			
		I grado di anomalia positiva			
		I grado di anomalia negativa			
		II grado di anomalia negativa			
		eccezionalità negativa			
Precipitazioni: le eccezionalità si basano sul calcolo dei percentili					
		5° percentile			
		10° percentile			
		20° percentile			
		80° percentile			
		95° percentile			
		99° percentile			
dop	numero giorni di pioggia				
su 35	numero di giorni con Tmax>35°C				
tr 20	numero di notti tropicali, con Tmin>20°C				

DEFICIT DI PRESSIONE DI VAPORE - VAPOUR PRESSURE DEFICIT (VPD)

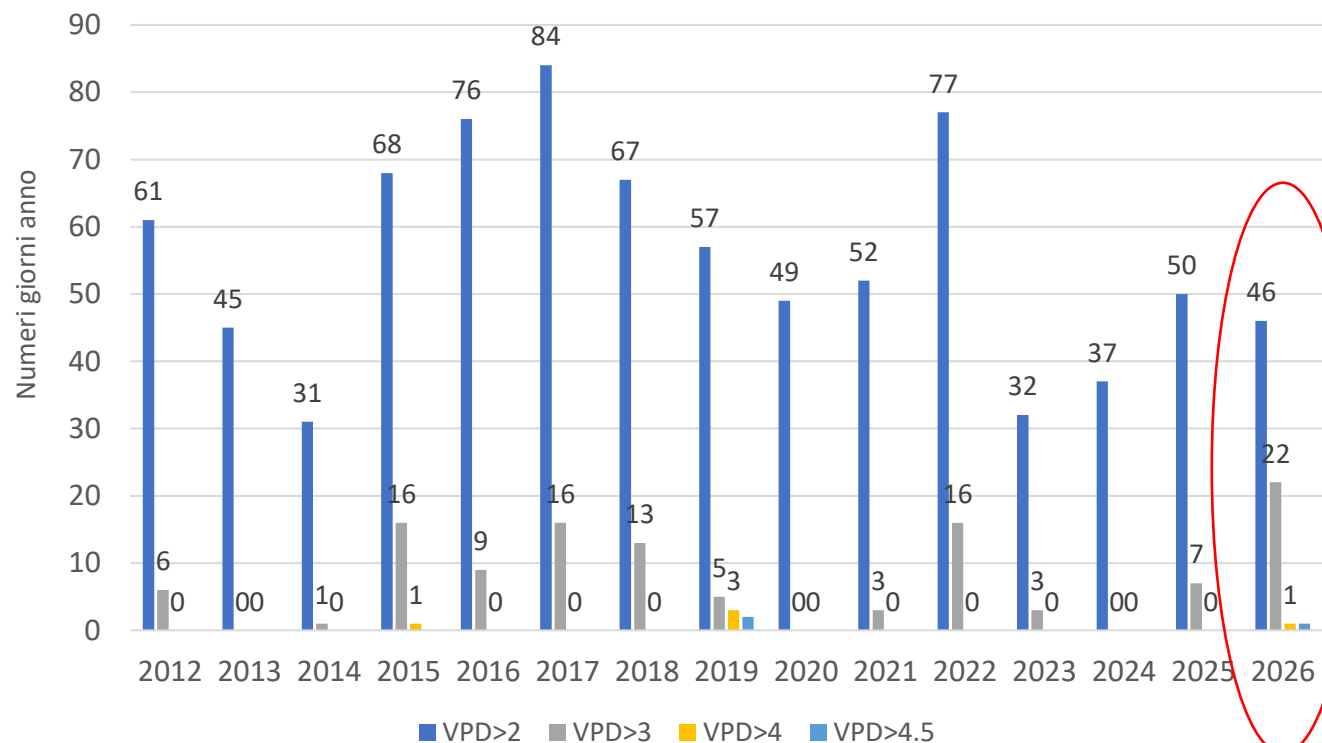
Il VPD indica quanto l'aria è secca o umida rispetto alla temperatura.

Un VPD alto significa che l'aria è calda e molto secca e che le piante traspirano di più per compensare la differenza di pressione di vapore.

Un VPD basso significa che l'aria è molto umida e che le piante traspirano di meno per evitare la saturazione di vapore.

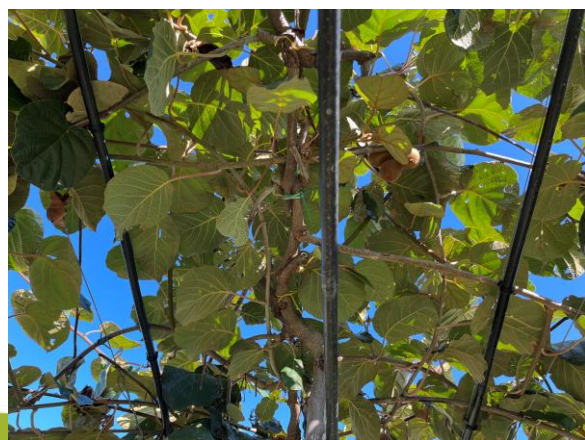
L'aumento di VPD, legato all'aumento di temperatura dell'aria e alla radiazione solare, provoca un **aumento nella traspirazione fogliare**, con conseguente **abbassamento del potenziale idrico fogliare e chiusura stomatica**. Elevati valori di Vpd possono causare la morte della pianta per cavitazione dei vasi xilematici.

Somma numero giorni con Vpd > di 2 kPa, 3 kPa, 4 kPa e 5 kPa – da giugno a settembre



SISTEMI IRRIGUI UTILIZZATI IN PIEMONTE

Sistemi irrigui	
Singola ala gocciolante	È il sistema più largamente diffuso, è sufficiente per specie come il melo
Doppia ala gocciolante	In diffusione su actinidia ma anche su altre specie frutticole come melo
Spruzzo	Fondamentale per specie come l'actinidia, diffuso anche su pesco
Climatizzante	Utilizzato per abbassare la temperatura fogliare
Scorrimento	Intervento straordinario in annate particolarmente critiche

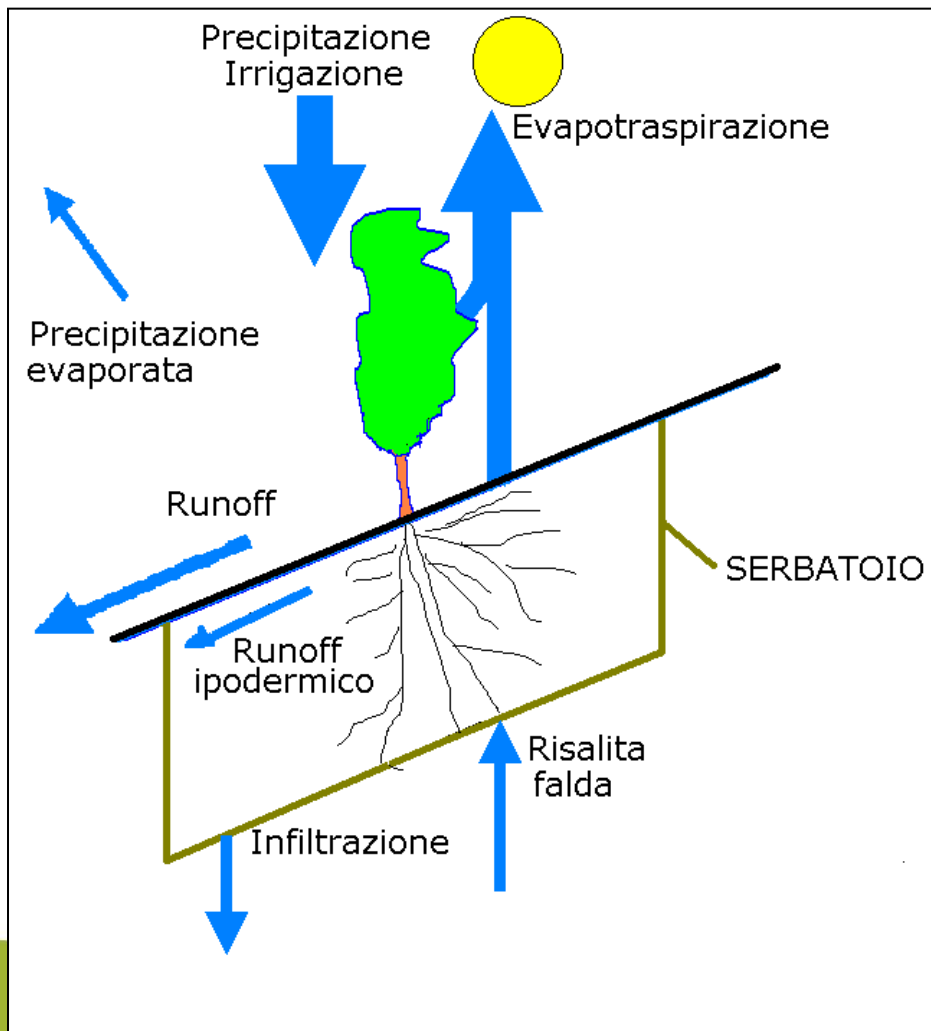


BIOSTIMOLANTI

Classificazione (Reg. EU n° 2019/1009)			Meccanismo di azione (esempi pratici)	
BIOSTIMOLANTI MICROBICI	Funghi micorrizici	-	Migliorano l'assorbimento dei nutrienti	
	Batteri promotori della crescita (Azotobacter ecc)		L'utilizzo di prodotti a base di Azotobacter può accelerare nelle piante la produzione di IAA, promuovere 1) l'eliminazione di vari fattori di stress stimolando i meccanismi di difesa e 2) la fissazione dell'azoto atmosferico garantendo quindi una extra fonte di questo nutriente. Altri batteri promotori della crescita possono mobilizzare il fosforo attraverso il rilascio di fosfatasi, e i micronutrienti quali ferro e zinco attraverso il rilascio di siderofori.	
BIOSTIMOLANTI NON MICROBICI	Organici	Sostanze umiche (lignohumati)	Applicazione radicale →	Allungamento della radice, aumento peli radicali e radici laterali, mobilizzazione dei nutrienti
			Applicazione fogliare →	Ispessimento delle pareti cellulari, anticipo della differenziazione cellulare
		Idrolizzati proteici	Assimilazione dell'azoto, aumenta la crescita della pianta e la produzione di clorofilla	
		Chitosano	Migliora la shelf life dei frutti nel post raccolta	
		Estratti di alghe	Favoriscono la crescita, il peso e la colorazione dei frutti, assorbimento dei nutrienti e efficienza fotosintetica	
	Inorganici	Prodotti a base di silicio, selenio ecc	L'applicazione di Selenio a basse concentrazioni può stimolare la crescita delle piante. L'applicazione di Silicio può migliorare la crescita delle piante nei primi stadi di sviluppo, e in quelli successivi specialmente in condizioni di stress abiotico/biotico	

QUANTIFICAZIONE DELL'EVAPOTRASPIRAZIONE

IL BILANCIO IDRICO SEMPLIFICATO



$$\text{WaterContent}_{t+1} = \text{WC}_t + \text{Irrigazione} + \text{Risalita falda} + \text{Precipitazione di superficie} - \text{Evaporazione} - \text{Ruscellamento} - \text{Infiltrazione}$$

Federico Spanna – SFR REG PIEMONTE

Evapotraspirazione (E_t0)



E_{t0} deve essere moltiplicato per un coefficiente di conversione (K_c) che varia di coltura in coltura e di mese in mese. I valori del melo sono i seguenti:



	Mesi				
Melo	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre
	0.6	0.8	0.8	0.7	0.6

L'evapotraspirato potenziale di riferimento (ET₀) viene calcolato attraverso la formula di Penman Monteith (metodologia FAO). Moltiplicando successivamente l'ET₀ per i coefficienti colturali (K_c) e un coefficiente di riduzione pari a 0.73 si ottiene l'evapotraspirato colturale Etc. L'ET_c a sua volta va confrontato con le piogge verificatesi per ottenere il dato corretto.

FABBISOGNO IDRICO in mm: Etc: $ET_0 \cdot 0.7 \cdot k_c$

Data	ET ₀ Penman Monteith (mm)	Precipitazioni (mm)	Melo	Pero	Pesco	Albicocco	Actinidia
01/07/2026	6.3	4.0	0.03	0.00	0.03	0.00	1.04
02/07/2026	6.7	0.0	4.29	3.22	4.29	2.14	5.36
03/07/2026	7.1	0.0	4.54	3.41	4.54	2.27	5.68
04/07/2026	6.8	0.0	4.35	3.26	4.35	2.18	5.44
05/07/2026	6.9	0.0	4.42	3.31	4.42	2.21	5.52
06/07/2026	7.0	0.0	4.48	3.36	4.48	2.24	5.60
07/07/2026	6.8	0.0	4.35	3.26	4.35	2.18	5.44
08/07/2026	7.7	0.0	4.93	3.70	4.93	2.46	6.16
09/07/2026	6.6	0.0	4.22	3.17	4.22	2.11	5.28
10/07/2026	5.8	0.0	3.71	2.78	3.71	1.86	4.64
11/07/2026	6.1	1.2	2.70	1.73	2.70	0.75	3.68
12/07/2026	6.8	0.0	4.35	3.26	4.35	2.18	5.44
13/07/2026	6.0	0.0	3.84	2.88	3.84	1.92	4.80
14/07/2026	6.2	0.0	3.97	2.98	3.97	1.98	4.96
15/07/2026	5.9	6.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Evapotraspirazione potenziale/reale da Giugno a Settembre - Piemonte

Anno	Et ₀ (mm)	Et _c melo (Golden delicious) *fino a 15/09	Et _c actinidia *fino a 30/09	Et _c Pesco *fino a 15/08
2020	567,2	383,4	516,7	288,1
2021	590,3	397	536,4	301,4
2022	634	431,1	577,7	329,1
2023	601,6	407,7	549,3	304,2
2024	576,1	395,4	527,2	297,4
2025	613,9	414,8	558,2	323,7
MEDIA	597,2	404,9	544,3	307,3

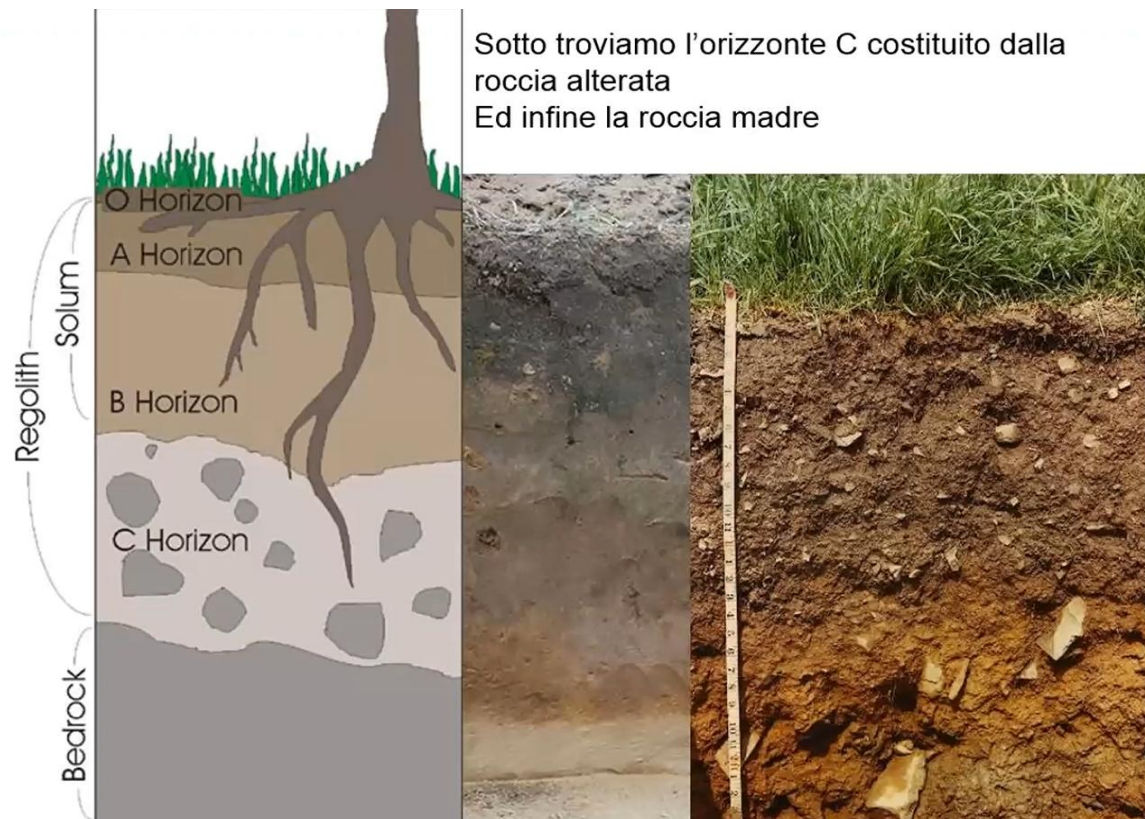
SERBATOIO SUOLO

Prova della «pala»

LA VALUTAZIONE DELLO STATO IDRICO DEL SUOLO E LA VALIDAZIONE DI EVENTUALI SENSORI IMPIEGATI IN AZIENDA VA PERIODICAMENTE AVVALLATA DALL'ESECUZIONE DI BUCHE PER VERIFICARE LA REALE CORRISPONDENZA DEI DATI!



Sotto troviamo l'orizzonte C costituito dalla
roccia alterata
Ed infine la roccia madre



**Campionamento di suolo per la
determinazione delle caratteristiche
chimico-fisiche ed idrogeologiche**



IL SUOLO È COSTITUITO DA PORI

Il suolo trattiene l'acqua nei pori per effetto della capillarità.

I suoli a **tessitura** fine hanno elevata porosità, ma i pori sono molto piccoli

Pori piccoli: trattengono l'acqua con grande forza, l'acqua si muove molto lentamente

EFFETTO SPUGNA



SUOLO
PARTICELLE SOLIDE DI DIVERSA
DIMENSIONE + VUOTI + ARIA
+ACQUA + MATRICE ORGANICA

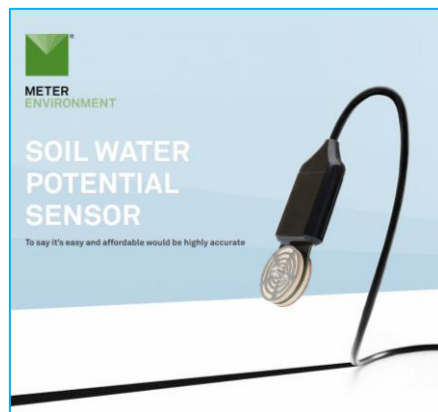
La disponibilità di acqua nel terreno dipende dalla dimensione delle particelle e non dalla loro natura chimica.

Utilizzo dei tensiometri

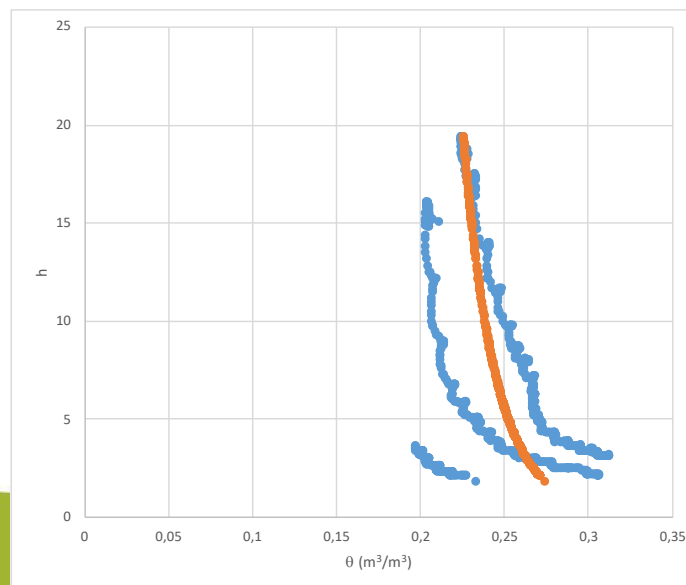
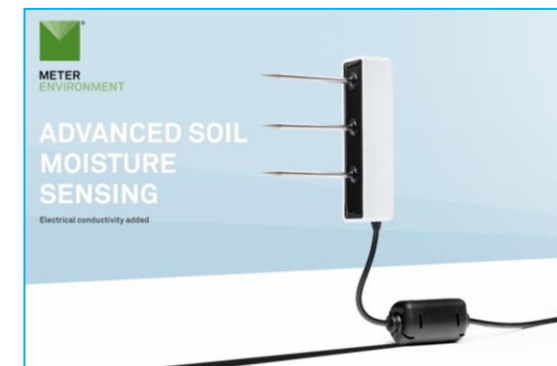


Due tipi di sensori

Misurazione del potenziale
matriciale del suolo



Misurazione del contenuto
idrico del suolo



SENSORI SU PIANTA



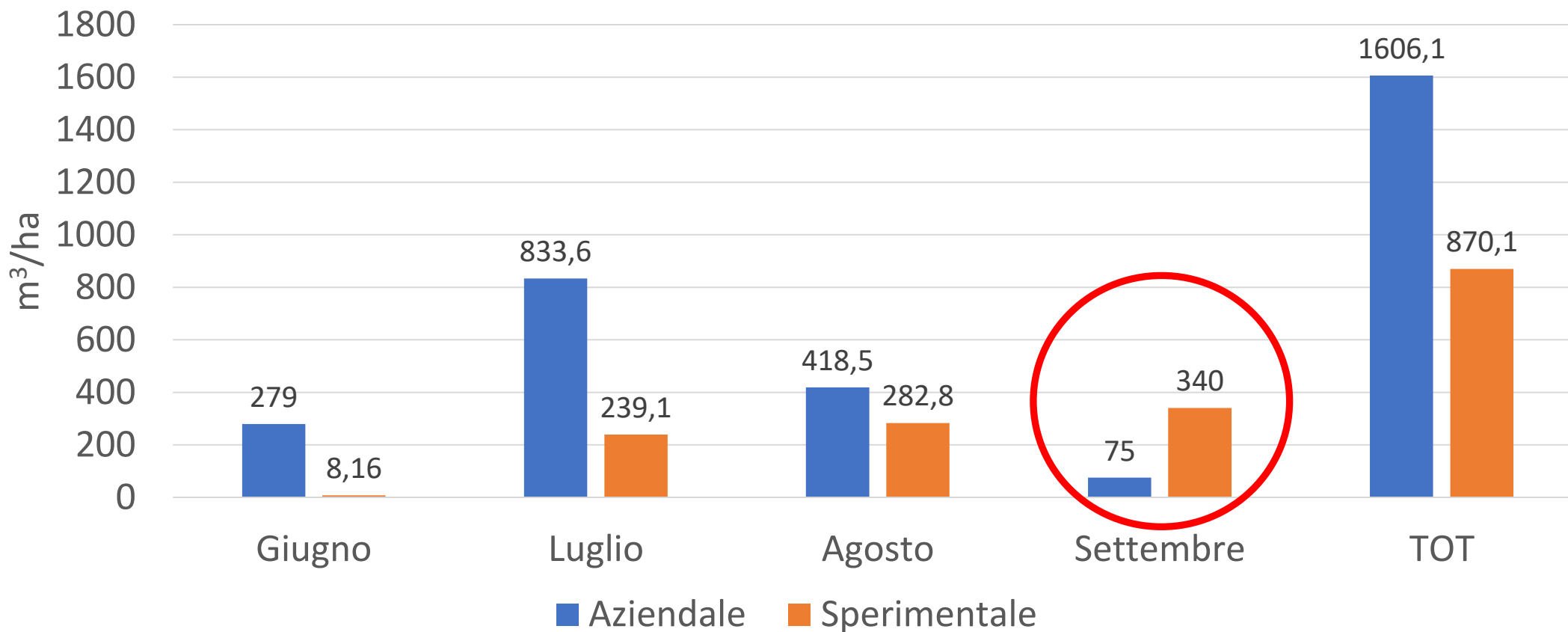
SPERIMENTAZIONI PASSATE E IN CORSO

AZIENDA AGRICOLA GIULIANO SACCHETTO

	Tesi Aziendale	Tesi sperimentale
Comune	Lagnasco (CN)	
GPS coordinate	44.63601, 7.584072	44.636037, 7.583091
Altitudine (m.s.l.m.)	333	
Specie	Melo	
Varietà	Galaval	
Portinnesto	M9	
Distanza d'impianto (m)	4.3 x 1.25 (1860 pte/ha)	4.9 x 1.25 (1630 pte/ha)
Anno d'impianto	2016	
N° filari	2	4
Superficie (m ²)	3182	7252



Irrigazioni Sacchetto



WAPPFRUIT 2.0 – Sistemi Intelligenti per l'Efficienza Idrica in Frutticoltura e Corilicoltura

Specie coinvolte:

- Melo
- Pesco
- Nocciolo

ANNUALITÀ 2025-2026

- analisi delle caratteristiche degli appezzamenti e degli impianti irrigui esistenti;
- installazione di sensori ambientali, sensori del suolo e sensori sulla pianta;
- monitoraggio del sistema e raccolta dati nei campi sperimentali.

ANNUALITÀ 2026-2027

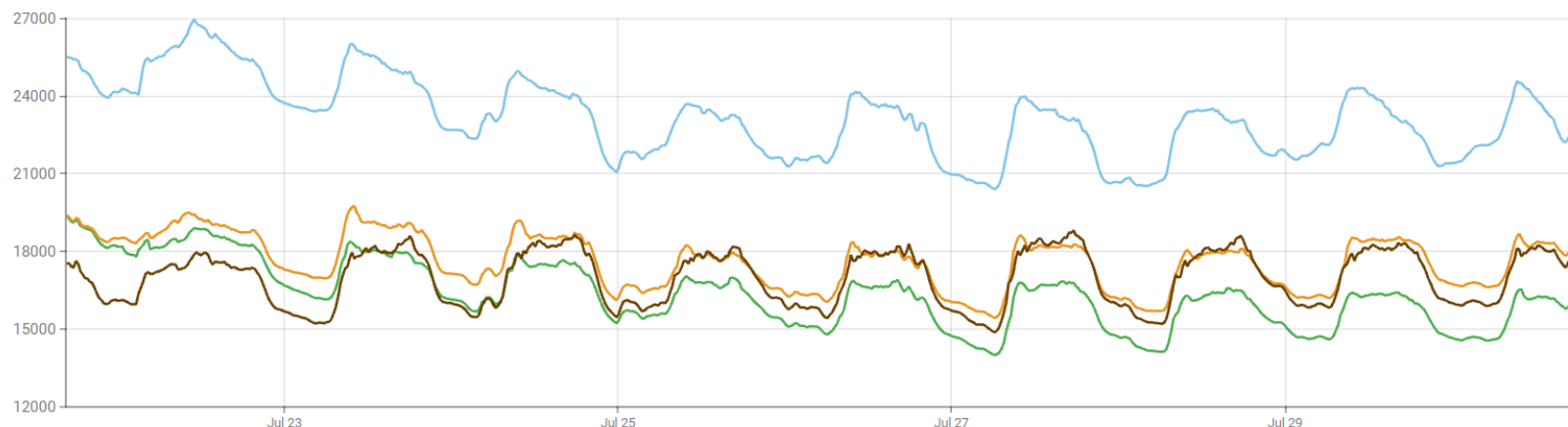
- validazione dei nodi di misura e delle centraline di irrigazione;
- monitoraggio dello stato fisiologico delle piante;
- confronto tra irrigazione tradizionale e irrigazione automatizzata utilizzando i dati ambientali e dal suolo;
- analisi comparata dei dati di raccolta;
- valutazione quali-quantitativa delle produzioni;

ANNUALITÀ 2027-2028

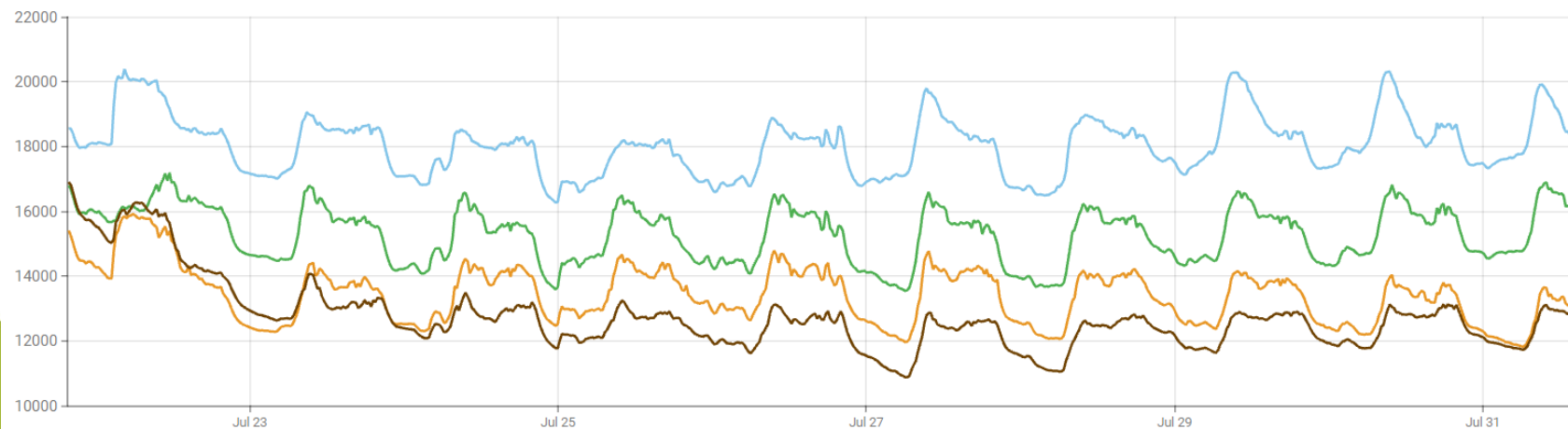
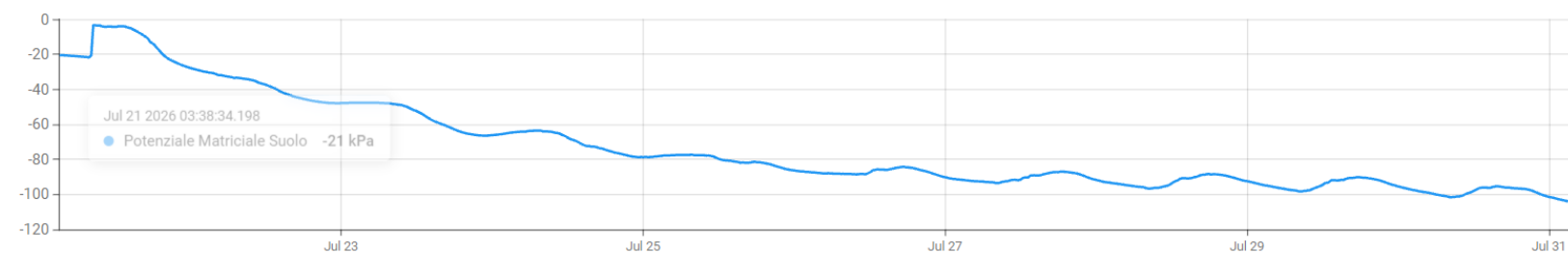
- confronto tra irrigazione tradizionale e irrigazione automatizzata utilizzando i dati dai tre domini: ambiente, suolo e pianta;
- analisi comparata dei dati di raccolta;
- valutazione quali-quantitativa delle produzioni



WAPPFRUIT 2.0 – Sistemi Intelligenti per l'Efficienza Idrica in Frutticoltura e Corilicoltura

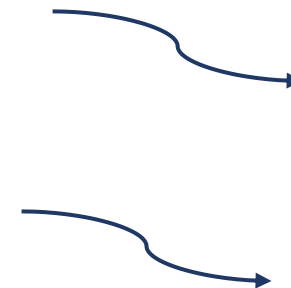


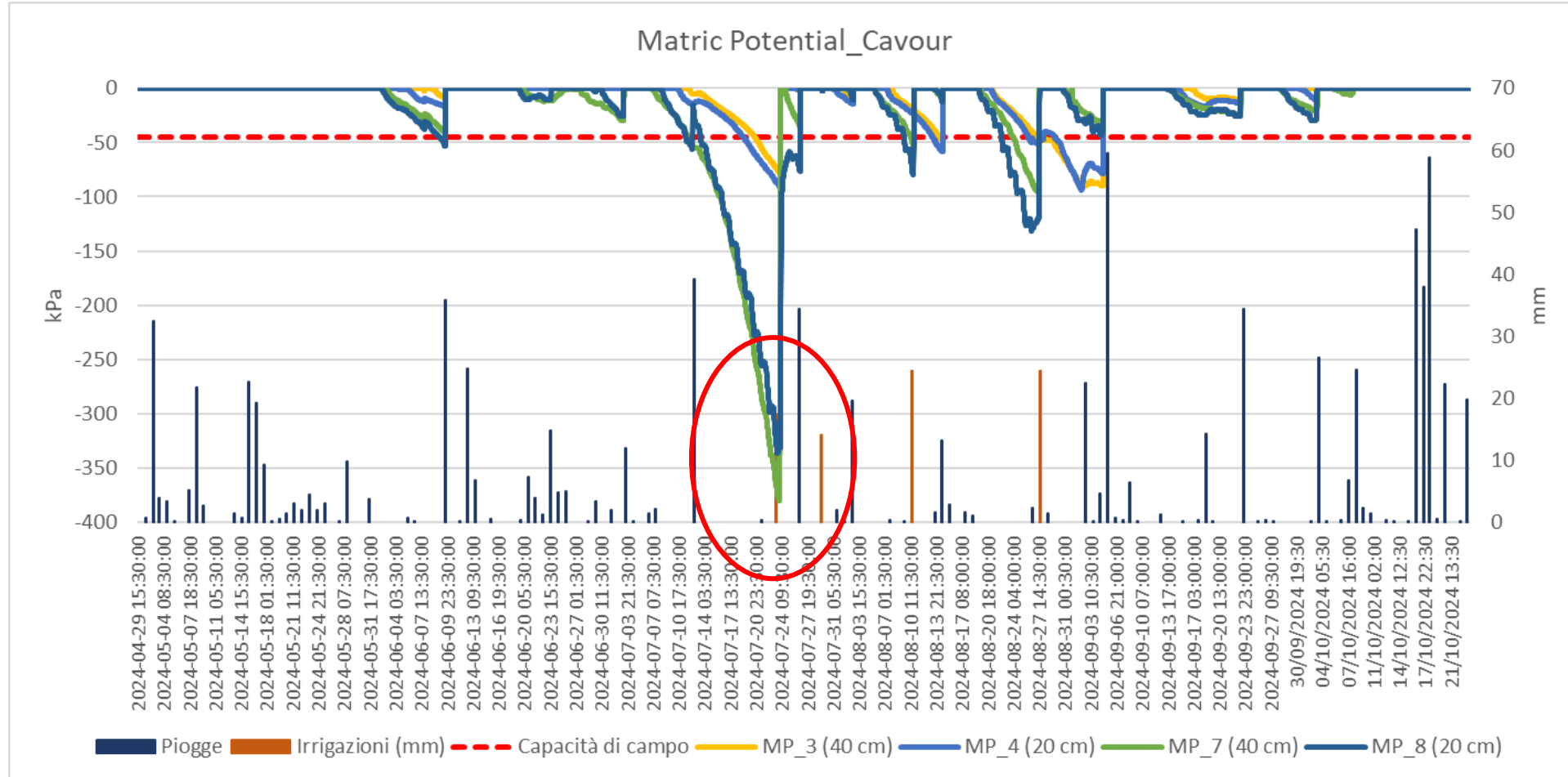
Potenziale Matriciale Suolo (kPa)





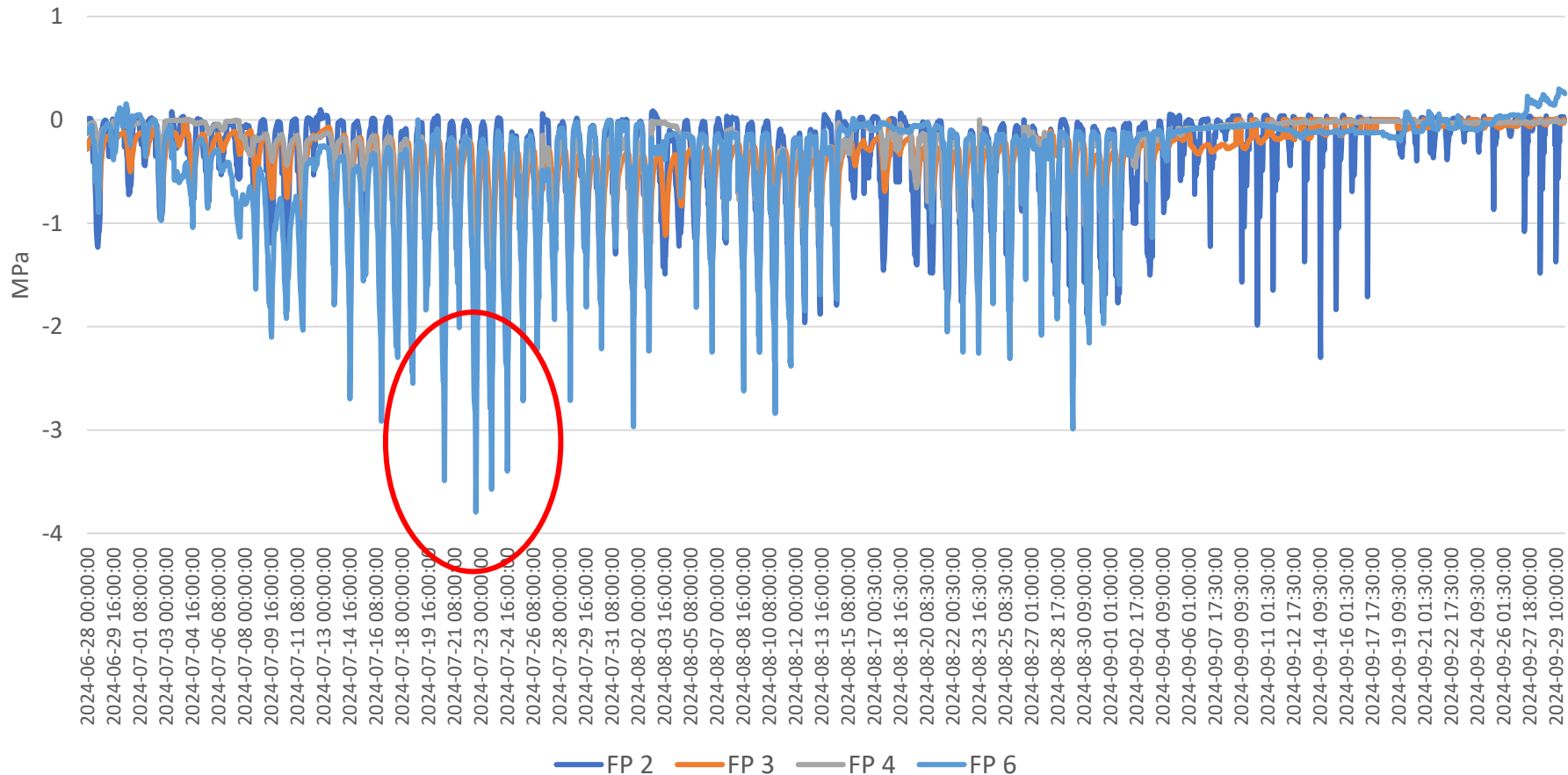
Azienda Bunino	
Comune	Cavour (TO)
Specie, Varietà	Melo, Buckeye
Anno d'impianto	2019
Conduzione	BIO





Una parte del progetto **FruttADA** si è concentrato sulla **gestione del ciclo di irrigazione delle piante** attraverso la definizione del **corretto fabbisogno idrico**. Il potenziale matriciale è stato monitorato per tutta la stagione al fine di valutare se fosse necessario apportare un volume irriguo alle piante e in che quantità. L'appezzamento, suddiviso in parte aziendale e parte sperimentale, è stato irrigato con quantità inferiori di acqua (- 30 %) nella parte sperimentale.

FloraPulse_Cavour



Questo tipo di sensore, apposto direttamente nel tronco, ci permette di fotografare cosa succede direttamente nel sistema pianta, e fornisce quindi un' integrazione rispetto ai dati forniti dalla strumentazione presente nel suolo

Progetto di ricerca: Irrigazione automatica e monitoraggio dello stato di salute delle piante in frutticoltura

Monitoraggio:

- melo
- actinidia
- pesco
- ciliegio



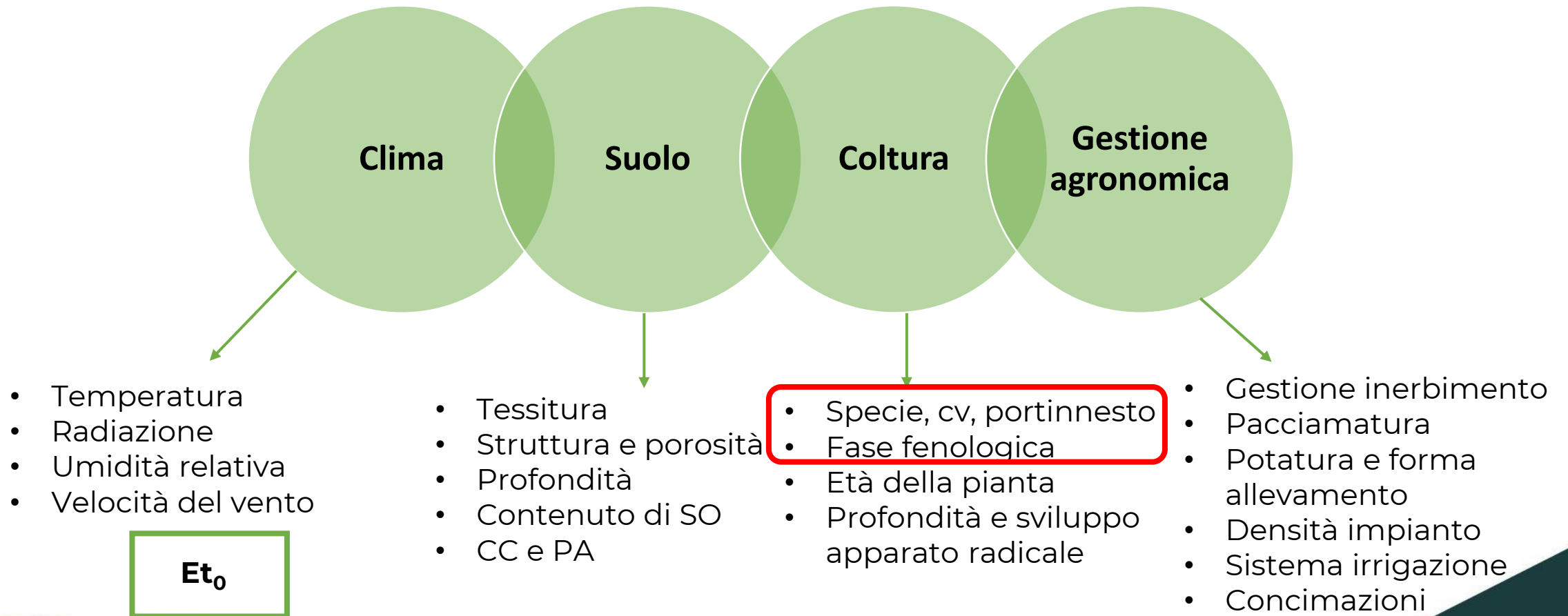
Prova sperimentale: suddivisione degli impianti e
comparazione tra irrigazione automatizzata e
convenzionale su actinidia e melo

Melo → Venice
Actinidia → Kikokà



RUOLO DEL MIGLIOREMANETO GENETICO NELLA GESTIONE DELLE RISORSE IDRICHE

FATTORI CHE INFLUENZANO IL FABBISOGNO IDRICO DELLE COLTURE FRUTTICOLE



ACTINIDIA

RUOLO DEL MIGLIORAMENTO GENETICO



- **Caratteristiche morfologiche:**

- ✓ **Apparato radicale** profondo e ramificato;
- ✓ **Cuticola fogliare** più spessa e ricca di cere epicuticolari.

- **Caratteristiche fisiologiche:**

- ✓ **Elevata efficienza** nell'uso dell'acqua (WUE);
- ✓ **Buona regolazione** dell'apertura stomatica;
- ✓ **Maggiore efficienza idraulica** del sistema vascolare.

- **Caratteristiche biochimiche:**

- ✓ **Accumulo di osmoprotettori**;
- ✓ Regolazione **sintesi acido abscissico**⁽⁵⁾.

- **Caratteristiche agronomiche:**

- ✓ **Ridotta perdita** di produttività;
- ✓ **Rapida ripresa** vegetativa;
- ✓ **Adattabilità** a diversi ambienti e buona **compatibilità** con portinnesti.

- **Caratteristiche qualitative:**

- ✓ **Buona qualità intrinseca** dei frutti (raccolta e conservazione);
- ✓ **Mantenimento qualità estetica** (poca suscettibilità alle scottature)⁽⁶⁾



⁵ Basu et al. (2016) "Plant adaptation to drought stress"-F1000Research, 5.

⁶ Gregori et al., (2023) «Le varietà di melo che resistono agli effetti del cambiamento climatico» Frutticoltura, p 8-10

PROGRAMMI DI MIGLIORAMENTO GENETICO IN CORSO E CULTIVAR ADATTE A CONDIZIONI SICCILOSE

«Hot Climate Partnership»



Sviluppare nuove varietà di **mele** e **pere** adatte alle aree di coltivazione caratterizzate da alte temperature.

HOT84A1 Tutti™



Stellar®



Andes Nec Uno



Cultivar selezionate in climi caldi

- Programma cileno
- Nettarina rustica
- Tollerante ad elevate temperature e condizioni siccitose

PORTINNESTI

PORTINNESTI KIWI

- ✓ **Bounty 71**
- ✓ **Jackson**
- ✓ **Ro.Ki.1**

- **Ottimo sviluppo radicale;**
- **Maggiore resilienza** sia alla siccità sia ai ristagni idrici;
- **Elevata efficienza** nell'**assorbimento** di acqua e nutrienti;
- Interesse crescente nelle aree interessate dalla **moria del kiwi**⁽⁷⁾.

- 
- *Actinidia rufa*
 - *Actinidia valvata*
 - *Actinidia arguta*⁽⁸⁾



PORTINNESTI PESCO

- ✓ **GF677**
- **Incrocio** pesco x mandorlo;
- Riferimento per i **climi mediterranei**.

⁷ Ferguson, A.R. (2016). The Kiwifruit Genome. Springer

⁸ Rajan, P.; Natraj, P.; Kim, M.; Lee, M.; Jang, Y.J.; Lee, Y.J.; Kim, S.C. Climate Change Impacts on and Response Strategies for Kiwifruit Production: A Comprehensive Review. Plants 2024, 13, 2354.

PORTINNESTI

PORTINNESTI MELO

- ✓ MM111 → **Apparato radicale** molto **sviluppato e profondo** rispetto all'M9;
 - ✓ M9 → Grande capacità della **regolazione stomatica di M9⁽⁹⁾**.
- Nuovi programmi di *breeding*

PORTINNESTI CILIEGIO

- ✓ GISELA 5 → **Sensibilità a stress termici**
- ✓ Krymsk[®] 5 → Vigoroso, rustico, **molto resistente alla siccità** e ai terreni calcarei



PORTINNESTI PERO

- ✓ Franco (*Pyrus communis*)
- ✓ Serie OHxF (Farold)

- **Apparato radicale** molto **sviluppato e profondo**;
- Terreni **difficili** e **marginali**.

CONCLUSIONI

- **Condizioni climatiche sempre più sfidanti**
- **Temperature elevate primo fattore limitante** (*Vpd, Evapotraspirato ecc*)
- **Scarsità di acqua:** *dipende dall'annata (secondo fattore limitante)*
- **Gestione acqua a livello aziendale:** *necessità di dotarsi di sensoristica (tensiometri) e contalitri*
- **Gestione acqua a livello territoriale:** *pianificazione a scala maggiore*
- **Necessità d'investire in nuove ricerche** *per comprendere come gestire il cambiamento in atto: irrigazioni climatizzanti, ombreggio delle piante, biostimolanti, sensoristica ecc*

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

SEGUICI SUI NOSTRI SOCIAL

