

PROGETTO POMODORO DA INDUSTRIA 2023-2029

LINEA 2 - Agricoltura di precisione ed ottimizzazione dell'uso degli input e gestione delle principali malattie e fitopatie

RISULTATI

Annualità 2024

a cura di

dr. Mario Parisi, dr. Alfonso Pentangelo e dr. Andrea Burato
(*CREA Centro Ricerca Orticoltura e Florovivaismo*)



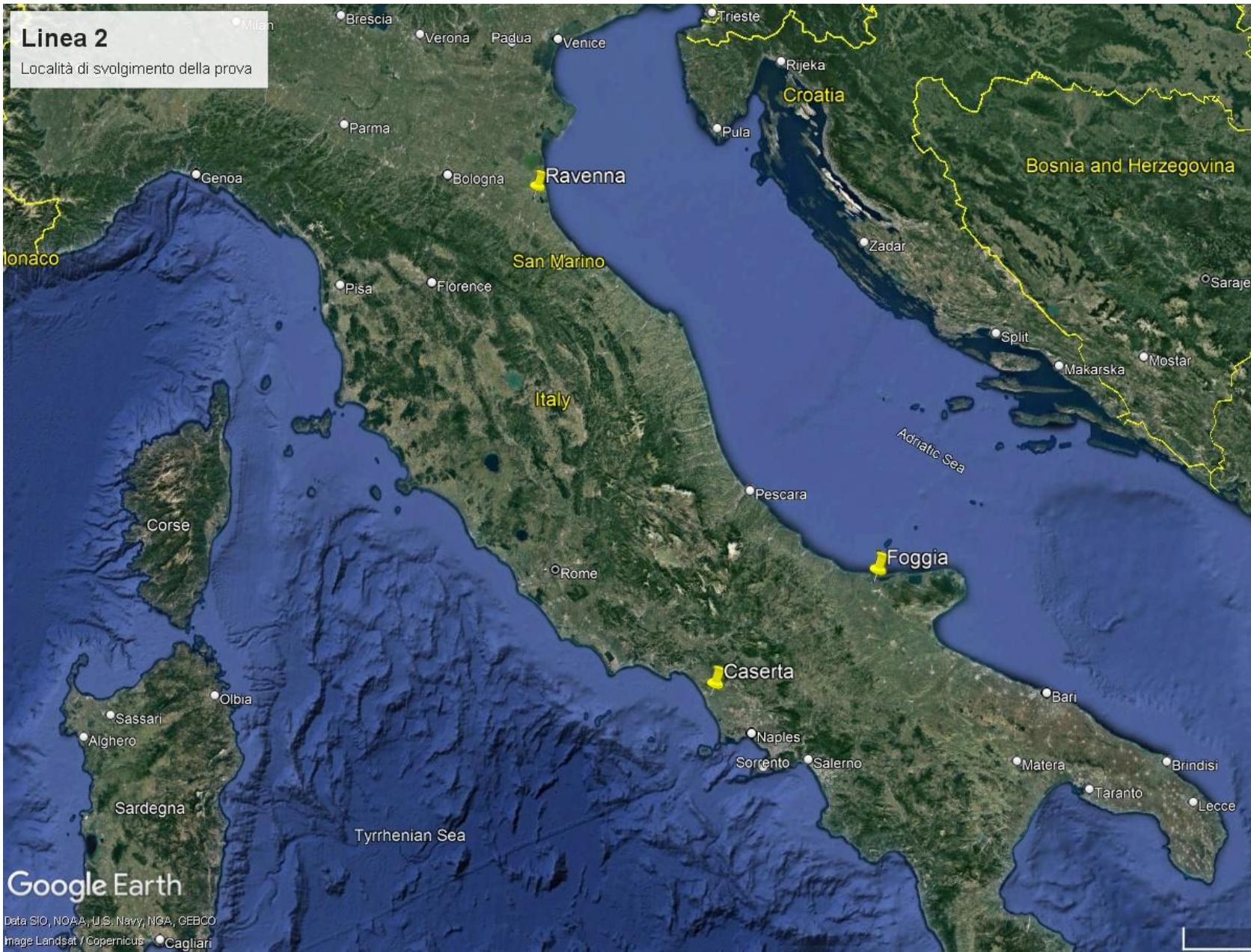
Obiettivi specifici della linea di intervento:

- Applicare tecniche di **agricoltura di precisione** alla coltura del pomodoro da industria;
- Migliorare la **competitività** della coltivazione del pomodoro da industria;
- Incrementare la **sostenibilità ambientale ed economica** della coltivazione.

L'applicazione delle tecniche di agricoltura di precisione hanno fatto riferimento ai seguenti aspetti:

- La razionalizzazione della **concimazione**, eseguita tenendo conto della mappatura dei suoli (effettuata da IBF Servizi), e definita da un piano di fertilizzazione redatto sulla base della MUZ prevalente nell'appezzamento;
- L'ottimizzazione dell'**irrigazione**, perseguita tramite l'erogazione settimanale di un bollettino irriguo basato sul bilancio idrico previsionale (**modello Irriframe**) in grado di stimare i fabbisogni della coltura in funzione dei dati acquisiti dalla stazione metereologica installata in azienda e dai tensiometri posizionati nel suolo;
- La razionalizzazione della **difesa fitosanitaria**, ricorrendo a modelli previsionali e di simulazione per il controllo della Peronospora del pomodoro (indice di rischio giornaliero IPI e modello MISP).

LOCALIZZAZIONE DELLE PROVE



DISEGNO Sperimentale

I campi di **Mondragone (CE)** e **Lesina (FG)** sono stati suddivisi in 4 tesi sperimentali:

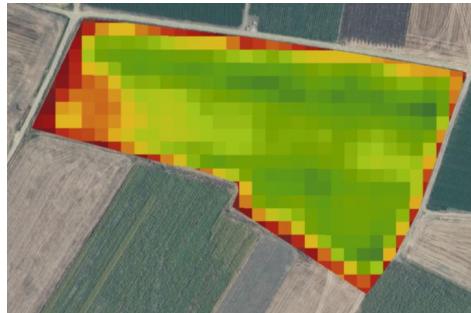
- 1) ORD: regime ordinario;
- 2) AGR4.0: ottimizzazione di acqua, fertilizzanti e fitofarmaci mediante tecniche di Agricoltura 4.0;
- 3) DEF-NoCop, come AGR4.0 applicando una riduzione del 30 % di acqua dalla fase di inizio invaiatura (BBCH 801);
- 4) DEF-SiCop, come DEF-NoCop, e con l'abbinamento della pacciamatura biodegradabile.

Il campo di **Porto Fuori (RA)** è stato suddiviso in 4 tesi sperimentali:

- 1) ORD: regime ordinario;
- 2) AGR4.0: ottimizzazione di acqua, fertilizzanti e fitofarmaci mediante tecniche di Agricoltura 4.0;
- 3) DEF-1, come AGR4.0 applicando una riduzione del 30 % di acqua dalla fase di inizio invaiatura (BBCH 801);
- 4) DEF-2, come AGR4.0 applicando una riduzione del 30 % di acqua dalla fase di metà invaiatura (BBCH 804-5).

Campo	CE	FG	RA
Località	Mondragone	Lesina	Porto Fuori
OP	APOPA	APOGARGANO	Terremerse
Azienda agricola	Piccolo Pasquale	Iannarone Mario	Ravaioli Samuele
GPS	41°05'32.89"N 13°56'46.70"E	41°51'34.61"N 15°22'31.08"E	44°21'50.36"N 12°12'12.15"E
 Estensione appezzamento e settori 	<p>4,11 ha:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1,40 ha: ORD • 1,55 ha: AGR4.0 • 0,37 ha: DEF-SiCop • 0,65 ha: DEF-NoCop • 0,14 ha: bordo 	<p>3,69 ha:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1,30 ha: ORD • 1,30 ha: AGR4.0 • 0,46 ha: DEF-SiCop • 0,46 ha: DEF-NoCop • 0,17 ha: bordo 	<p>4,49 ha:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1,52 ha: ORD • 1,52 ha: AGR4.0 • 0,66 ha: DEF-2 • 0,66 ha: DEF-1 • 0,13 ha: bordo
Tecnico incaricato	Giuseppe Caruso	Mattia Caroppi	Martino Marin
Referente OP	Luciano Simonetti	Mattia Caroppi	Babini Davide
Varietà	Vulspot	Vulspot	H1301
Data Trapianto	23/04/24 e 07/05/24	24/05/24	24/05/24
Data Raccolta	06/08/24	23/08/24	29/08/24
Durata ciclo (giorni)	106	91	97
Densità di impianto (piante/m ²)	3,3	3,3	3,7

PROTOCOLLO Sperimentale



Mappatura
del suolo

Trapianto in
campo

Installazione
dei sensori
prossimali

Installazione
impianto
irriguo e
contalitri

Monitoraggio
della coltura e
supporto
tramite DSS

Avvio della
fase di deficit

Rilievi alla
raccolta su
punti
georeferenzia
ti

RILIEVI ALLA RACCOLTA



Conta dei frutti
marci e con
marciume
apicale

Peso dei frutti
verdi, invaiati e
maturi

Peso di 100
bacche mature
(casuali)

Difetti presenti
sulle 100
bacche mature

Campioni di
2,5 kg di
bacche mature
prive di difetti

Analisi
tecnologiche

ANALISI TECNOLOGICHE



Pulizia dei campioni di frutti in laboratorio

Colorimetro e durometro su 10 frutti

Macinazione del frutto intero

Determinazione del pH e dell'acidità titolabile

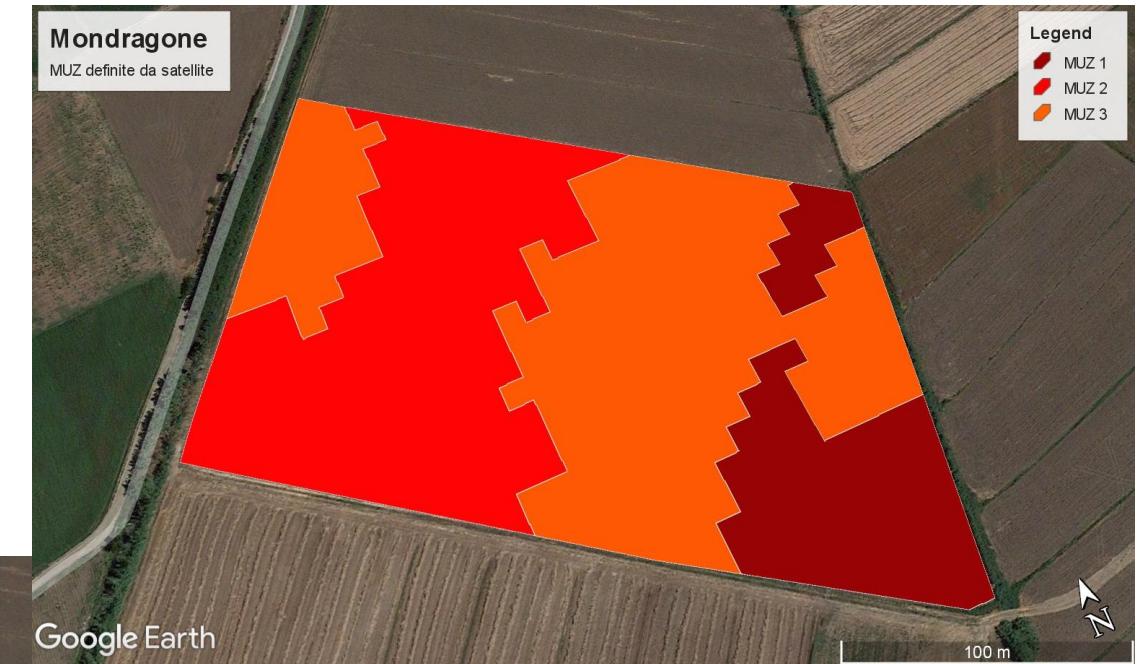
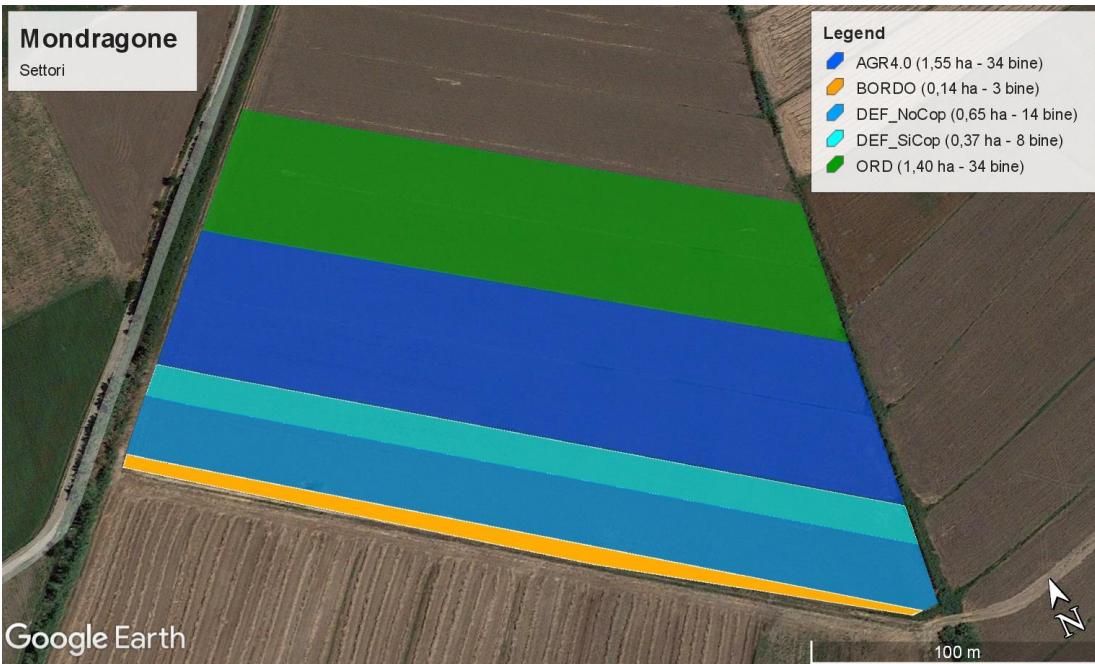
Determinazione del °Brix e del residuo secco

Determinazione della durezza e del colore esterno dei frutti

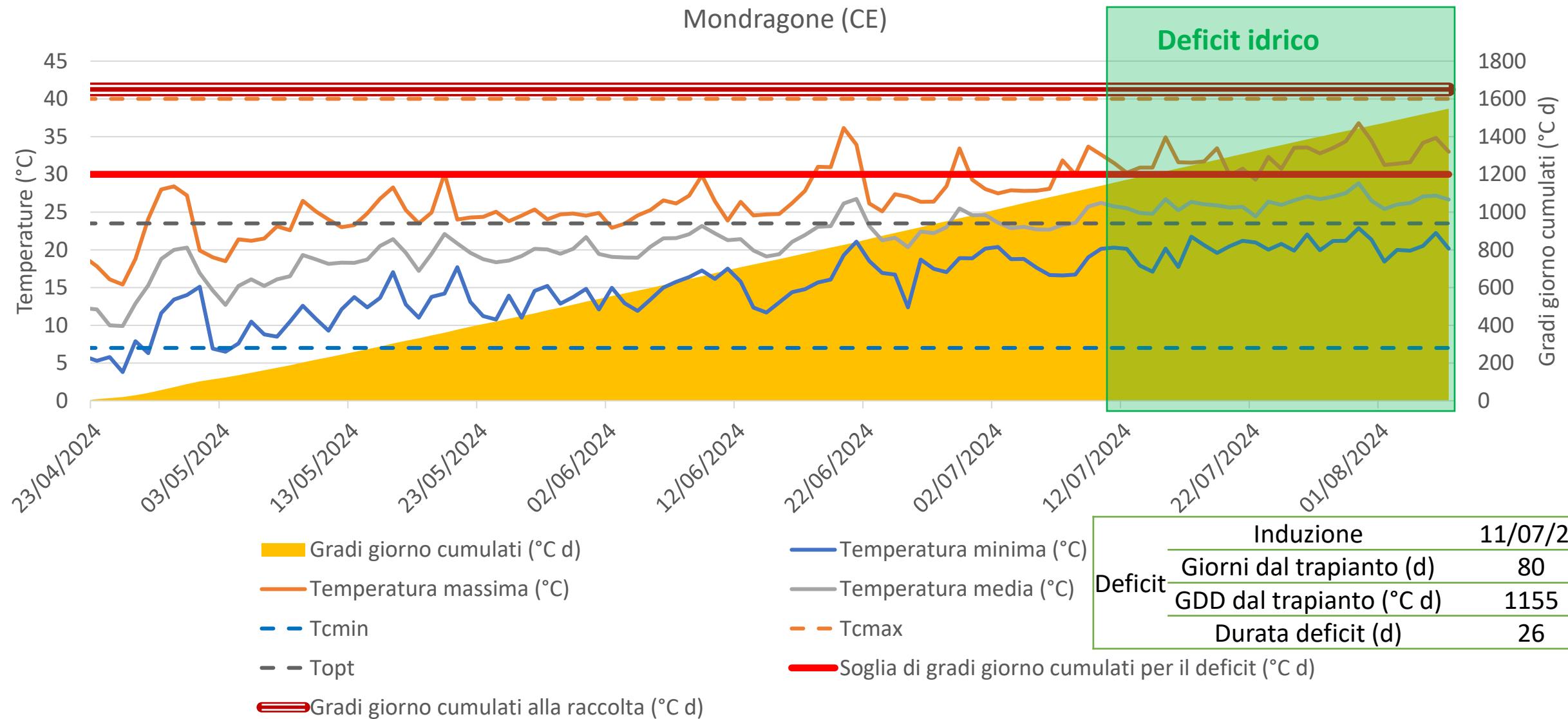
Analisi statistica
 R Studio[®]

MONDRAGONE (CE)

Campo codice: CE	OP: APOPA	Località: Mondragone (CE)	Azienda: Piccolo Pasquale	Varietà: Vulspot
Trapianto: 23/04/24 – 07/05/24	Raccolta: 06/08/24 (102 gg)	Investimento: 3,30 p/mq	Volume ORD: 2180 mc/ha	Volume AGR4.0: 1960 mc/ha

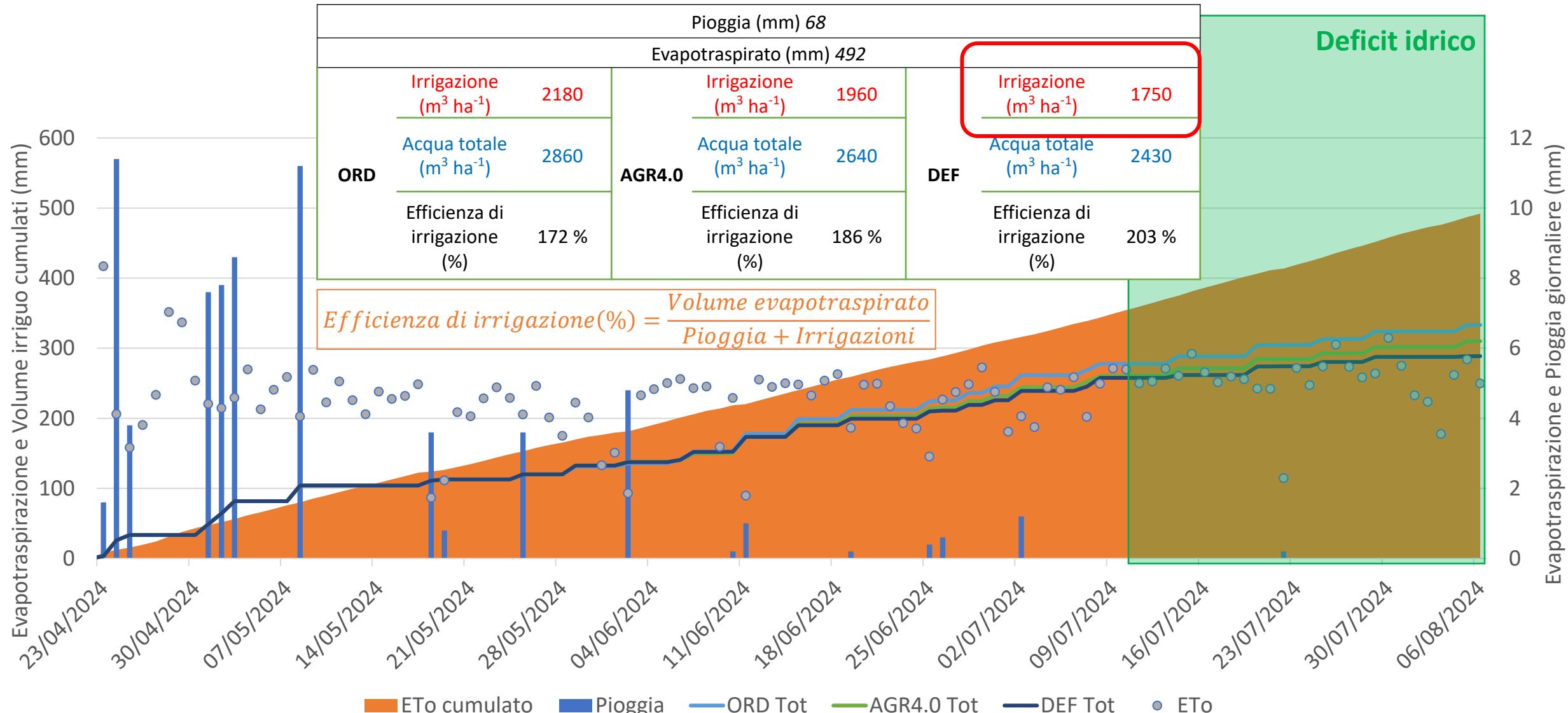


ANDAMENTO TEMPERATURE (min, max, media) E ACCUMULO DEI GDD



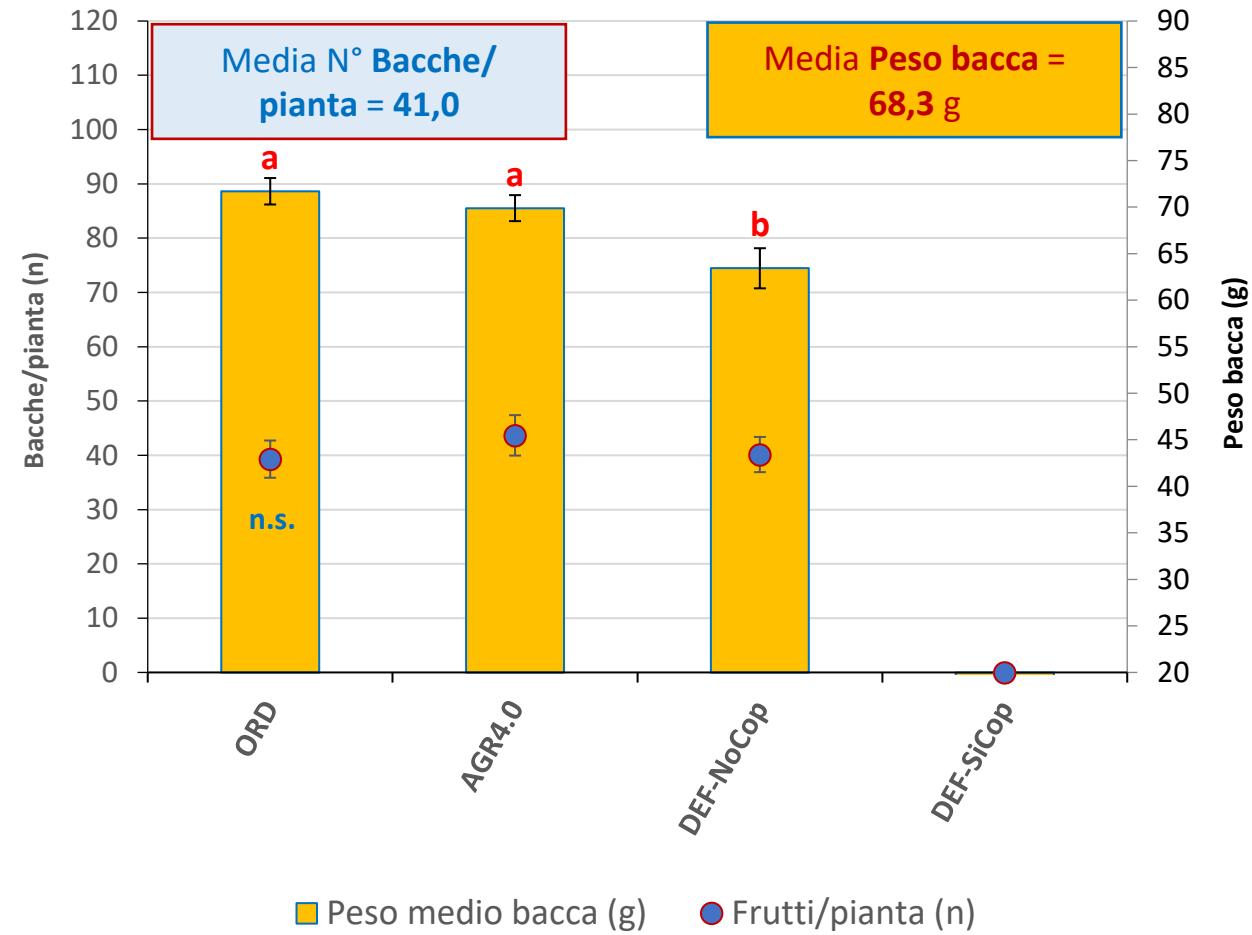
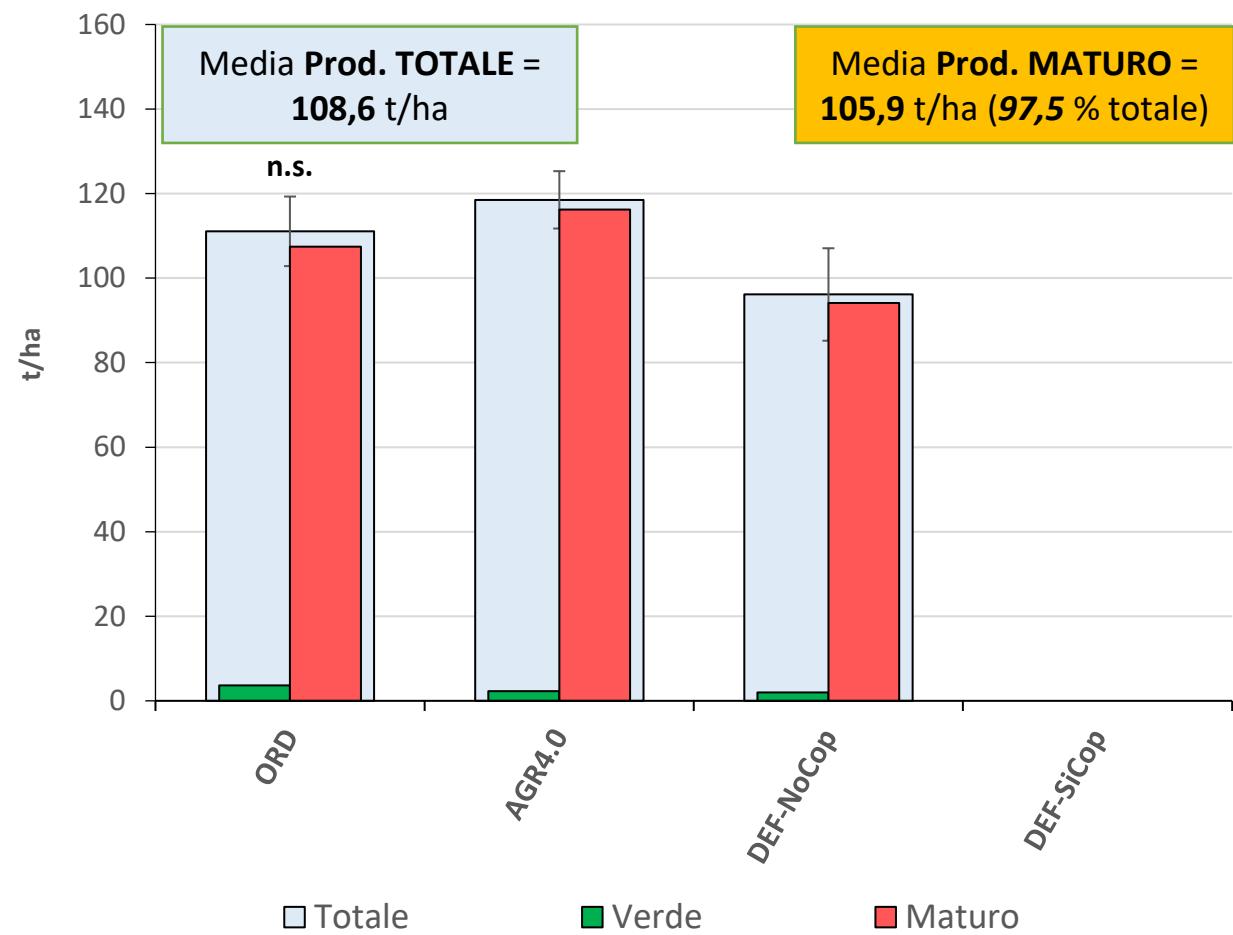
Dopo il 18/6 sono state registrate temperature massime piuttosto alte, con 33 giornate con temperatura massima sopra i 30°C , 25 delle quali occorse dopo l'induzione del deficit idrico (11/07).

ACCUMULO DI VOLUME TOTALE (PRECIPITAZIONI + IRRIGAZIONI; ORD, AGR4.0 e DEF) ED EVAPOTRASPIRATO



È stato distribuito un volume irriguo ridotto rispetto all'evapotraspirato. Rispetto a ORD, è stato ottenuto un risparmio idrico del 10 % in AGR4.0 e del 20 % in DEF (sia pacciamato che scoperto). DEF ha permesso di risparmiare un ulteriore 11 % di acqua irrigua rispetto ad AGR4.0.

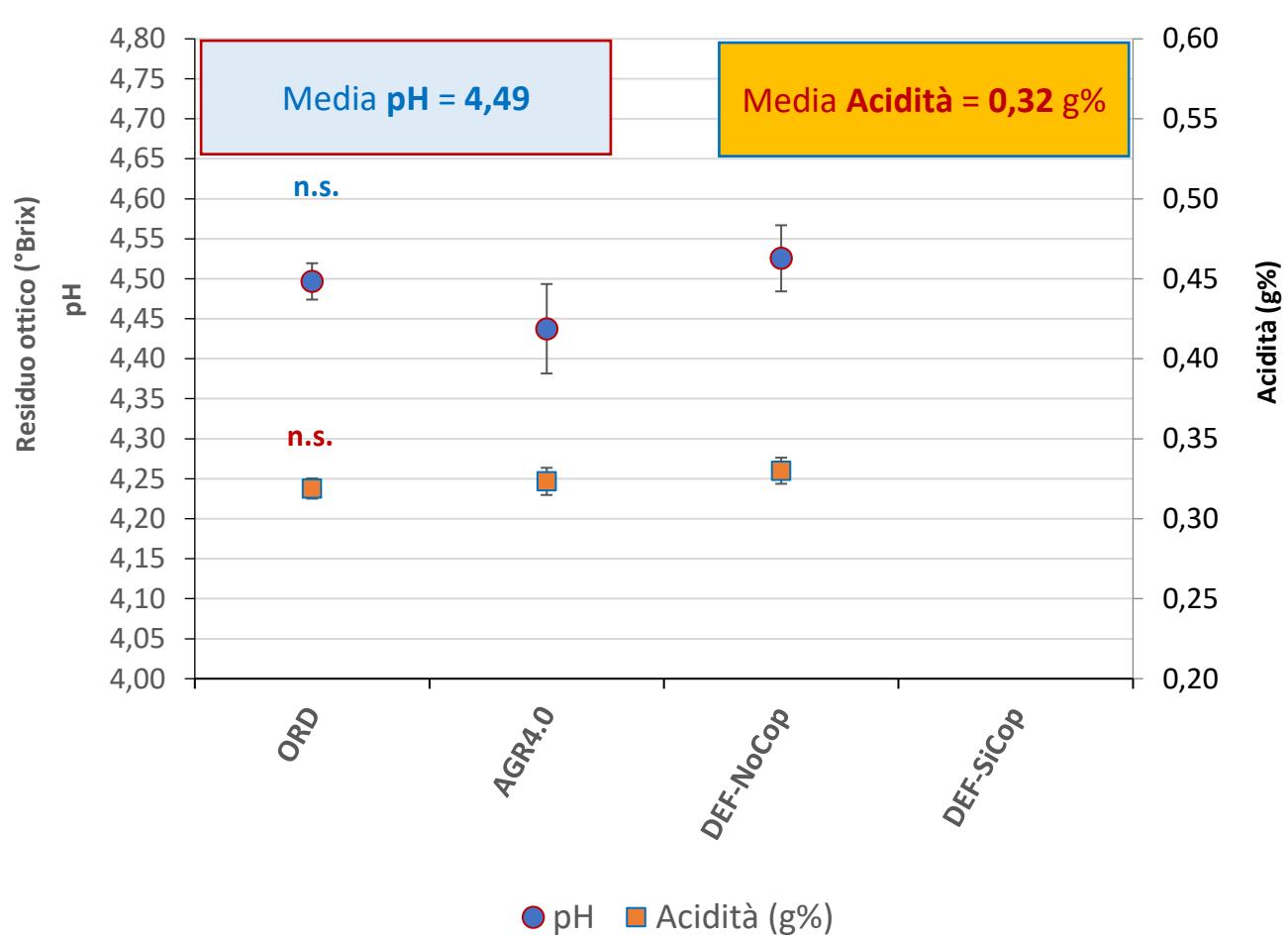
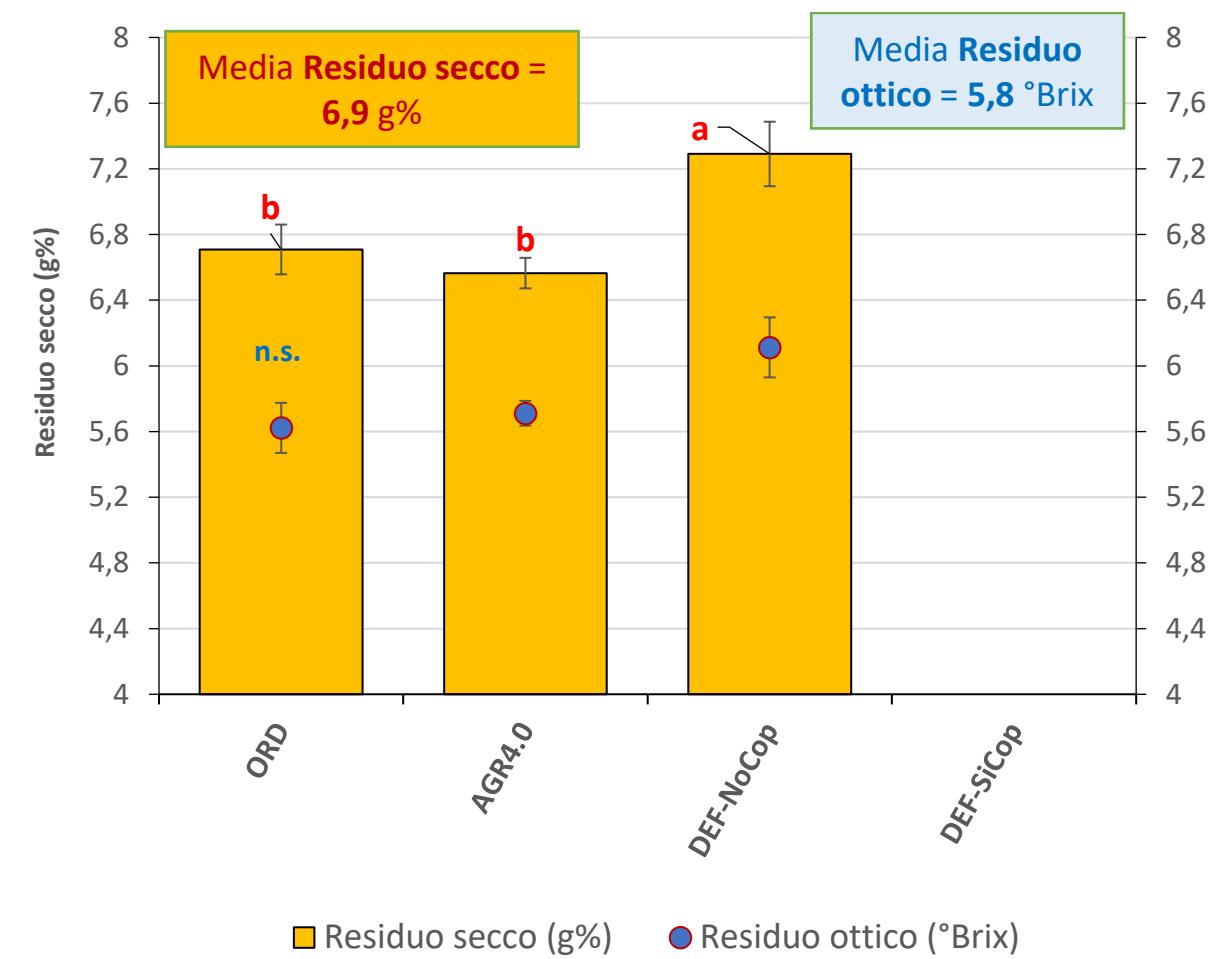
PRODUZIONE E FERTILITÀ'



Il maturo comprende la produzione rossa e quella invaiata. I valori rappresentano le medie ($n = 9$), mentre le barre nere rappresentano l'errore standard. Le medie contrassegnate con «n.s.» non differiscono statisticamente per $p \leq 0,05$ (test di Tukey).

La diversa gestione irrigua non ha restituito differenze di resa e fertilità. DEF-NoCop ha registrato il maggior numero di sovramaturi (2,8 per pianta) e marciumi apicali (1,3 per pianta), e ha mostrato frutti con pezzatura minore (61,5 g).

QUALITA' TECNOLOGICA



I valori rappresentano le medie ($n = 9$), mentre le barre nere rappresentano l'errore standard. Le medie contrassegnate con «n.s.» non differiscono statisticamente per $p \leq 0,05$ (test di Tukey).

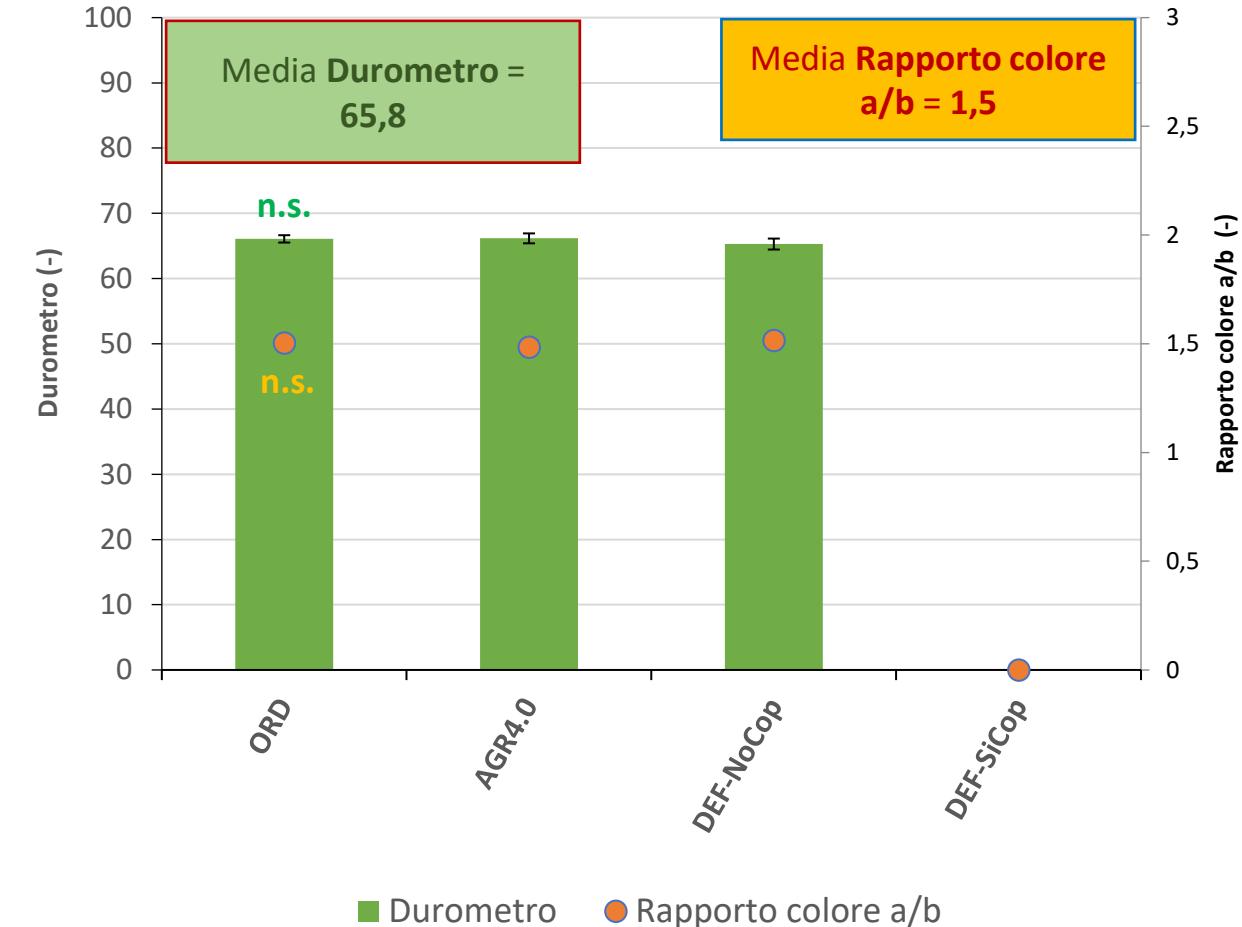
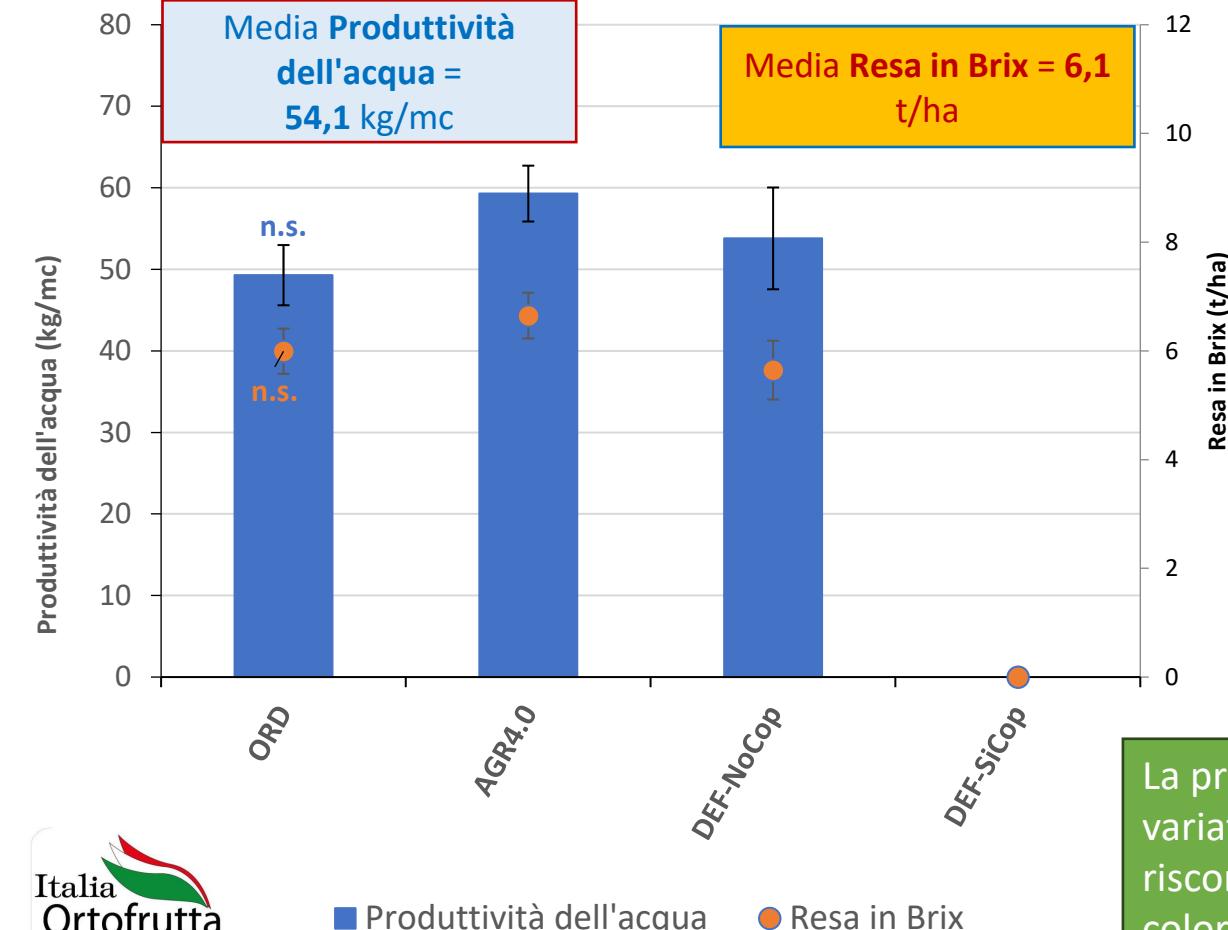
Non sono state osservate differenze statistiche tra le quattro tesi in termini di residuo ottico, pH e acidità titolabile. Il pH medio è risultato accettabile (4,49). Il residuo ottico medio è stato di 5,8 °Bx, mentre il residuo secco è significativamente aumentato in DEF-NoCop (7,3 g%).

INDICI PRODUTTIVI E QUALITATIVI

I valori rappresentano le medie ($n = 9$), mentre le barre nere rappresentano l'errore standard. Le medie contrassegnate con «n.s.» non differiscono statisticamente per $p \leq 0,05$ (test di Tukey).

$$\text{Produttività dell'acqua } \left(\frac{\text{kg}}{\text{mc}} \right) = \frac{\text{Resa commerciale}}{\text{Pioggia} + \text{Irrigazioni}}$$

$$\text{Resa in Brix } \left(\frac{\text{t}}{\text{ha}} \right) = \text{Resa commerciale} * \text{Residuo ottico}$$



La produttività dell'acqua e la resa in brix non sono variate tra le tesi, in relazione all'elevata variabilità riscontrata in campo. Allo stesso modo, la durezza e il colore dei frutti non sono variati significativamente.

RIEPILOGO

- In questo campo non sono state riscontrate differenze statisticamente significative per la maggior parte dei parametri rilevati, probabilmente a causa della notevole variabilità del suolo osservata nell'ambito di ogni tesi
- La prova è stata trapiantata in due momenti differenti, il 23/04/24 (tesi ORD, AGR4.0 e DEF-NoCop) e il 7-8 maggio (DEF-SiCop), per impossibilità tecniche a procedere alla stesura del telo pacciamante al momento del primo trapianto. Il ritardo di 15 gg della tesi DEF-SiCop non è stato più recuperato dalla coltura e, di conseguenza, questa tesi, essendo incomparabile con le altre, è stata esclusa dal confronto
- **La tesi AGR4.0 ha ottenuto il miglior compromesso tra resa, produttività dell'acqua e qualità tecnologica**
- Il campo ha ottenuto produzioni migliori dell'annata precedente. La resa totale di campo è risultata in media con le potenzialità produttive del comprensorio (109 t/ha) e la percentuale di maturo si è attestata intorno al 97,5 %
 - Il volume irriguo somministrato per le tesi ORD e AGR4,0 è stato inferiore alla domanda evapotraspirativa. Rispetto a ORD (il cui volume di adacquamento è risultato il più elevato tra i trattamenti), la tesi AGR4.0 ha permesso di risparmiare il 10 % di acqua irrigua, e DEF (sia pacciamato che scoperto) il 20% (-11 % rispetto ad AGR4.0). La produttività dell'acqua, tuttavia, non è variata significativamente rispetto a ORD
 - DEF-NoCop ha ottenuto i migliori valori di residuo secco, a fronte di una riduzione (non significativa, ma rilevante in termini assoluti) di resa e di pezzatura del frutto. La riduzione di produzione è legata al limitato volume irriguo di riferimento (AGR4,0), che era inferiore alla domanda evapotraspirativa

LESINA (FG)

Campo codice:

FG

OP:

APO GARGANO

Località:

Lesina (FG)

Azienda:

Iannarone Mario

Varietà:

Vulspot

Trapianto:

24/05/24

Raccolta:

23/08/24 (91 gg)

Investimento:

3,29 p/mq

Volume ORD:

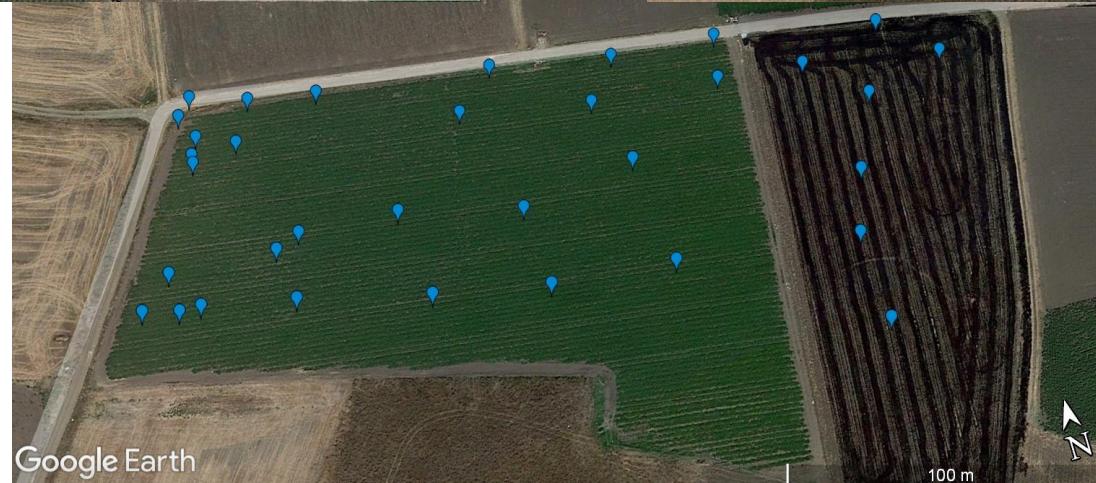
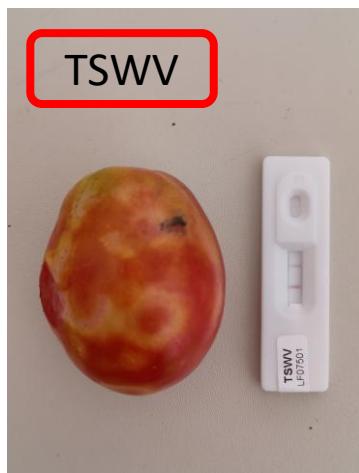
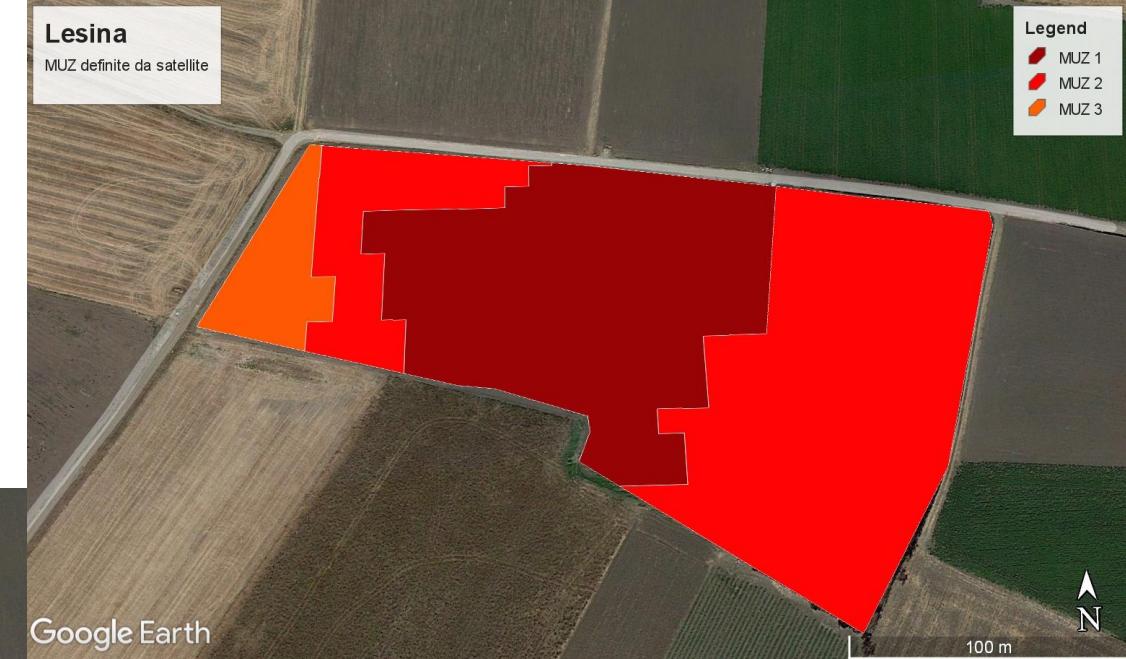
5770 mc/ha

Volume AGR4.0:

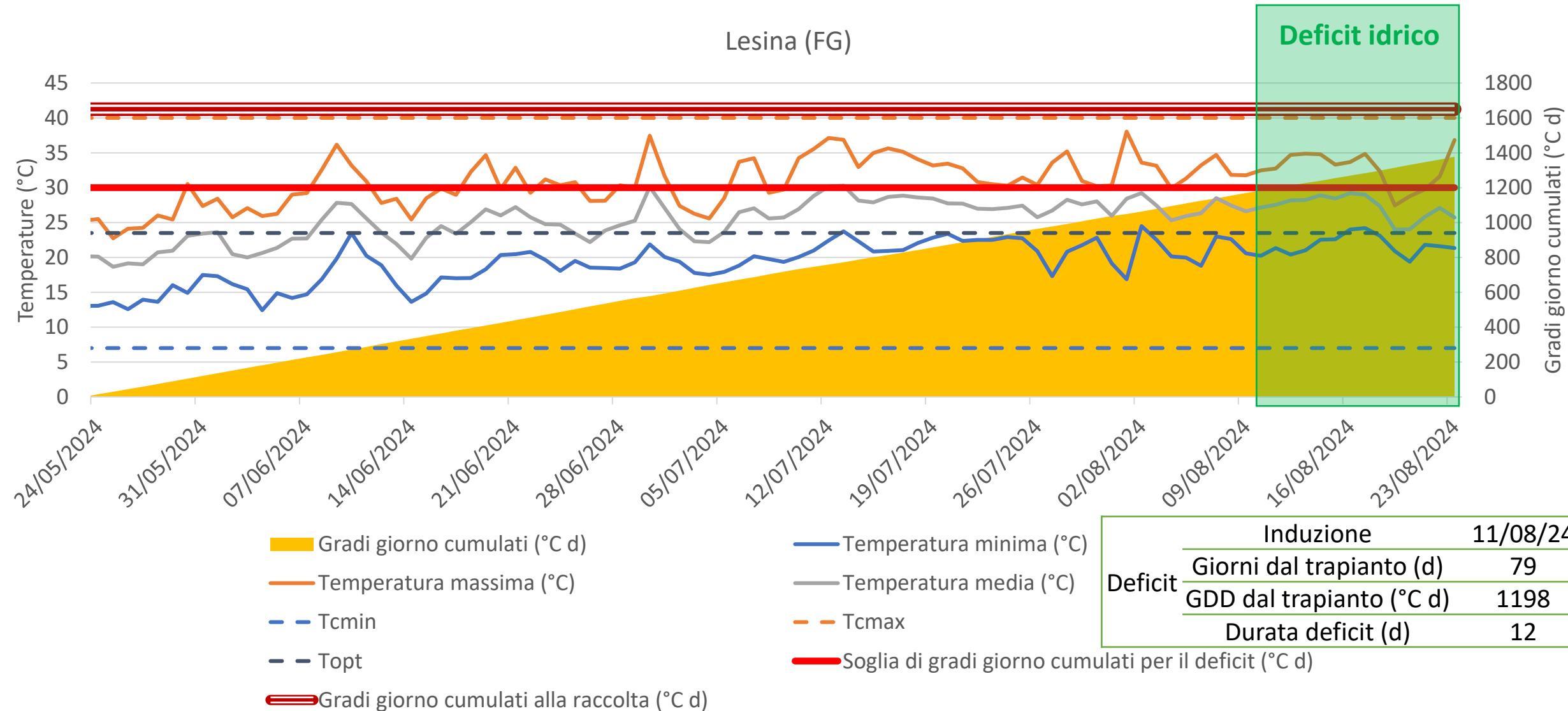
5100 mc/ha

Volume DEF:

5030 mc/ha

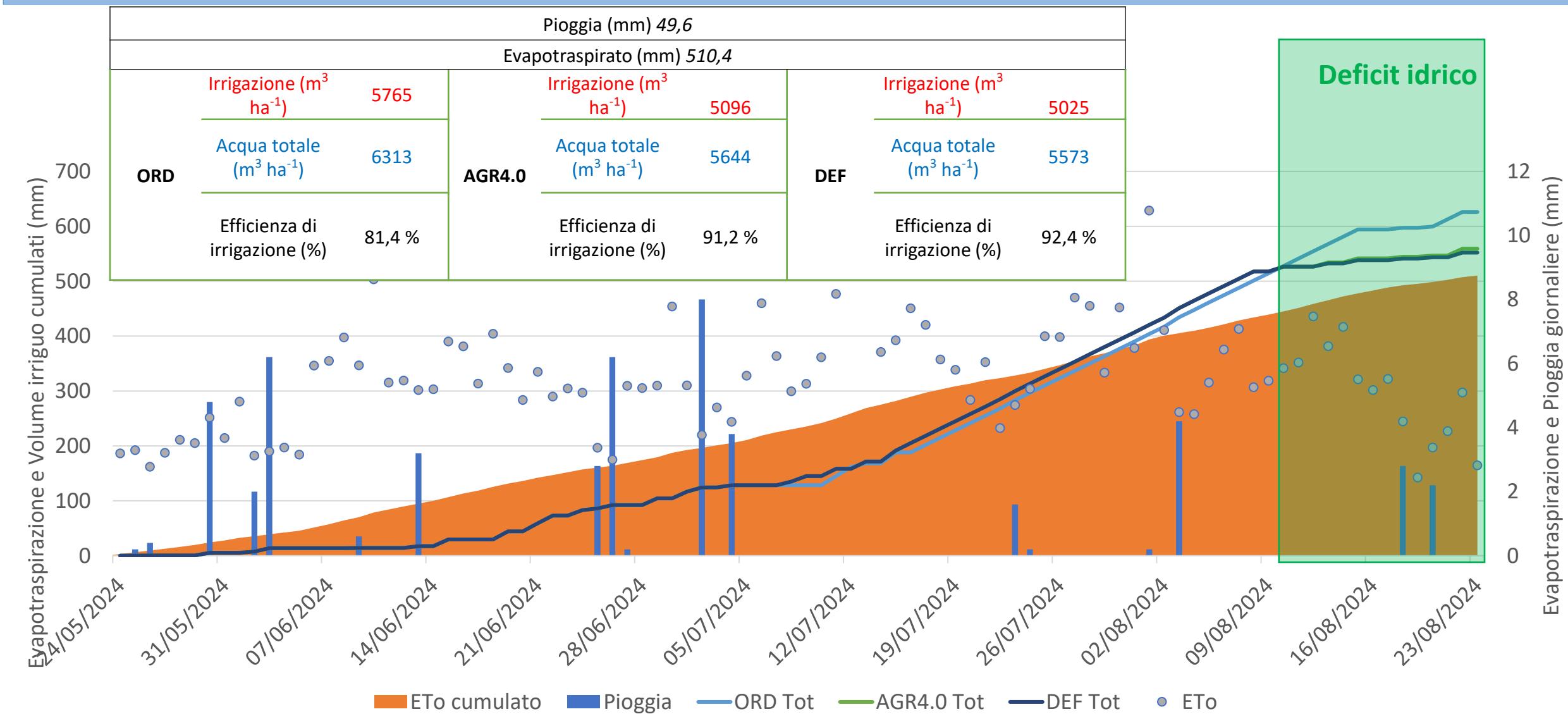


ANDAMENTO TEMPERATURE (min, max, media) E ACCUMULO DEI GDD



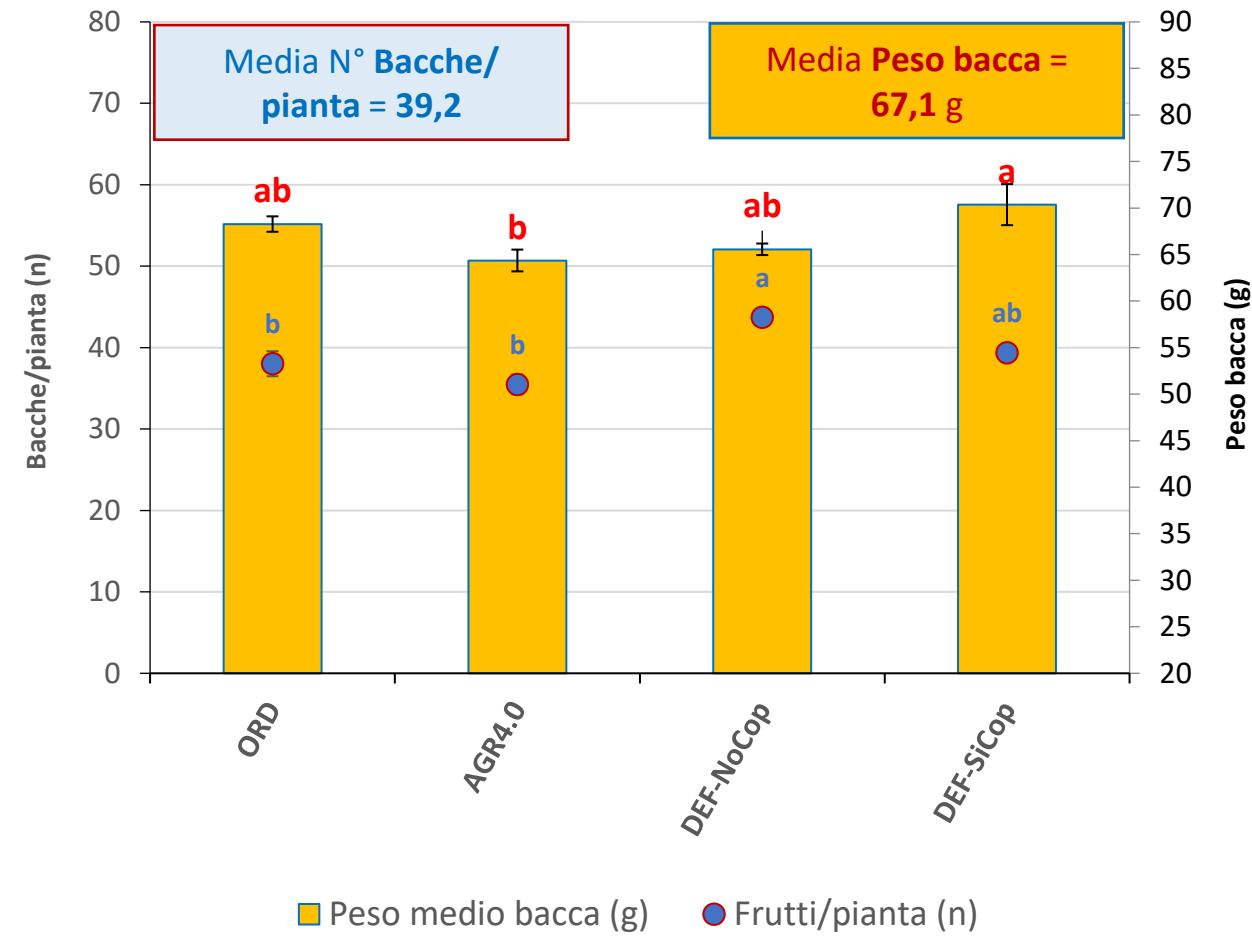
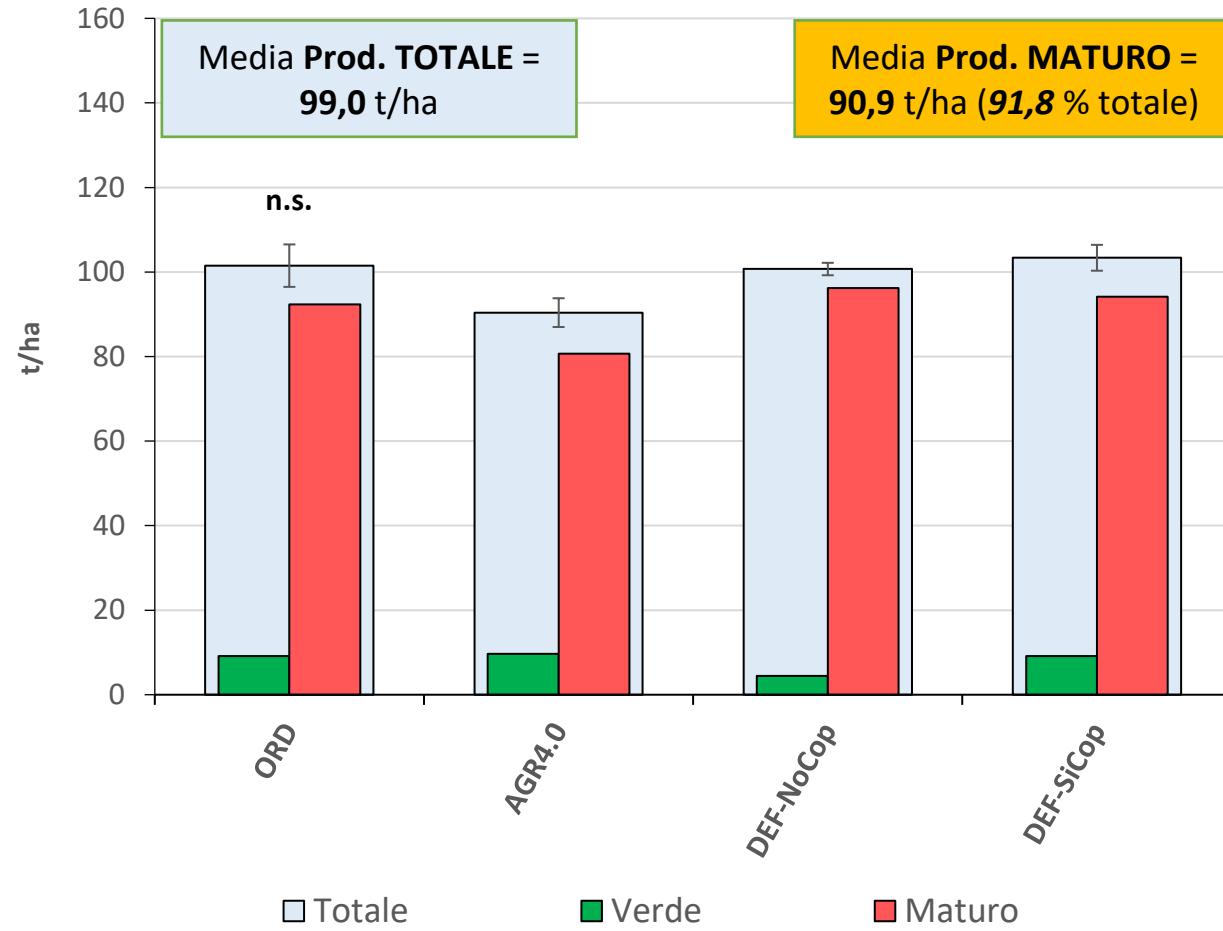
Già a partire da due settimane dal trapianto (08/06) si sono registrate temperature massime molto elevate, con 56 giornate con temperatura massima sopra i 30 °C, 10 delle quali occorse dopo l'induzione del deficit idrico (11/08).

ACCUMULO DI VOLUME TOTALE (PRECIPITAZIONI + IRRIGAZIONI; ORD, AGR4.0 e DEF) ED EVAPOTRASPIRATO



In totale sono stati risparmiati il 12 % dei volumi (rispetto ad ORD) per il trattamento AGR4.0 e il 13 % per il trattamento DEF (sia pacciamato che scoperto). DEF ha permesso di risparmiare solamente un ulteriore 1 % di volume irriguo rispetto ad AGR4.0, per via del ciclo più corto.

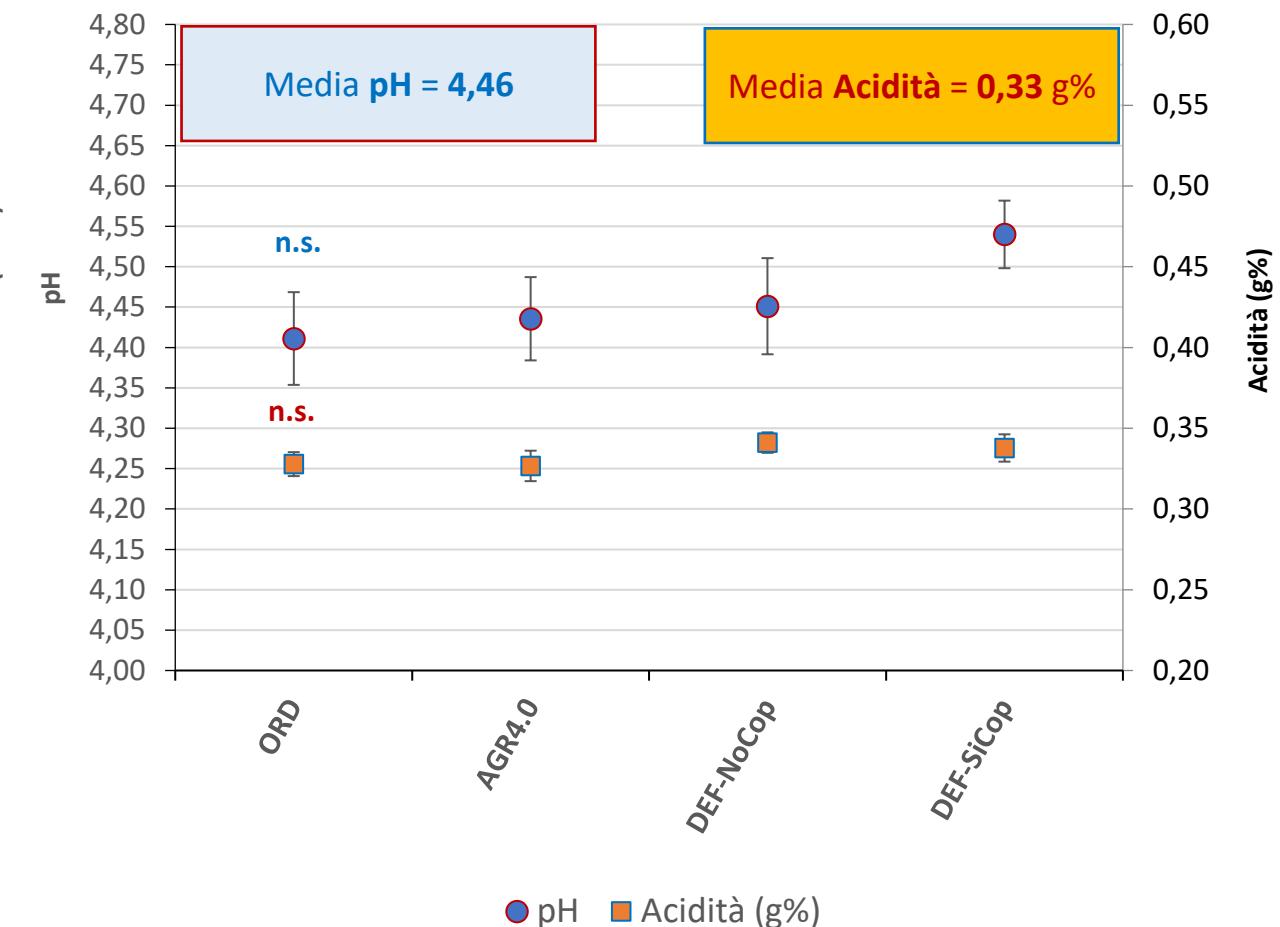
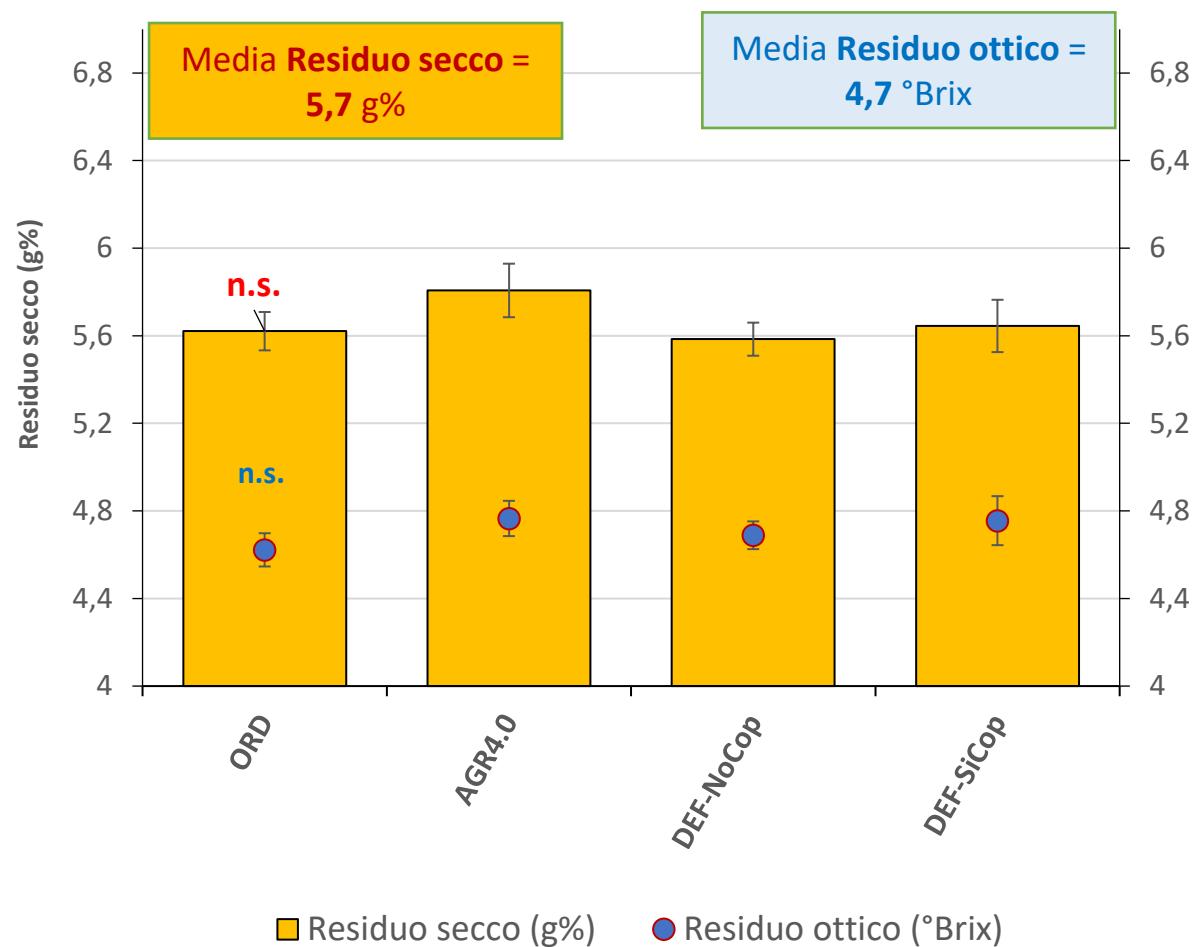
PRODUZIONE E FERTILITÀ'



Il maturo comprende la produzione rossa e quella invaiata. I valori rappresentano le medie ($n = 9$), mentre le barre nere rappresentano l'errore standard. Le medie contrassegnate con «n.s.» non differiscono statisticamente per $p \leq 0,05$ (test di Tukey).

La diversa gestione irrigua non è risultata in differenze apprezzabili in termini di resa totale e commerciale, mentre DEF-NoCop ha ridotto il prodotto verde (incidenza del 3%). La fertilità è aumentata nelle tesi deficitarie (media di 42 frutti/pianta), mentre DEF-SiCop ha evidenziato un maggior peso medio della bacca (70,4 g).

QUALITA' TECNOLOGICA



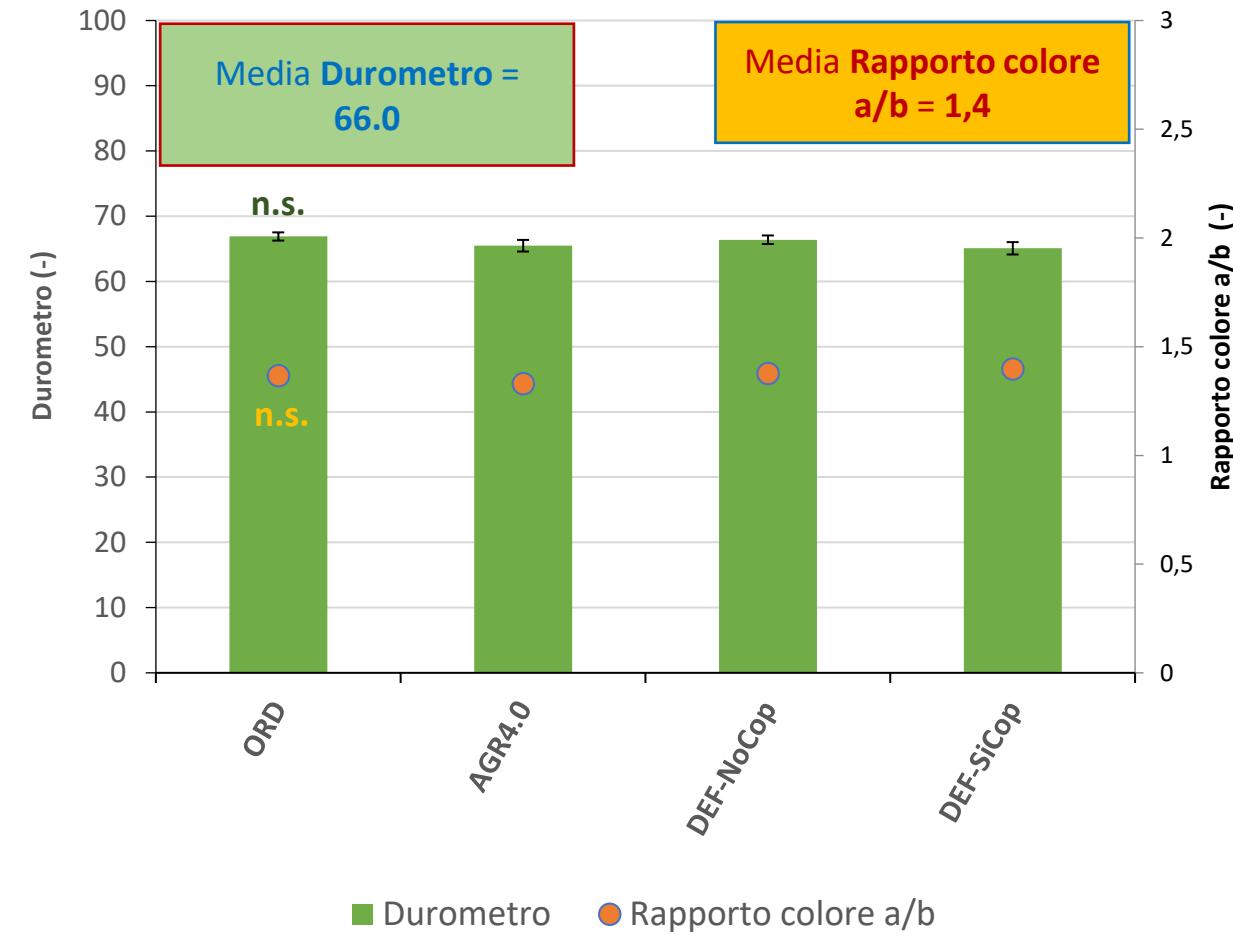
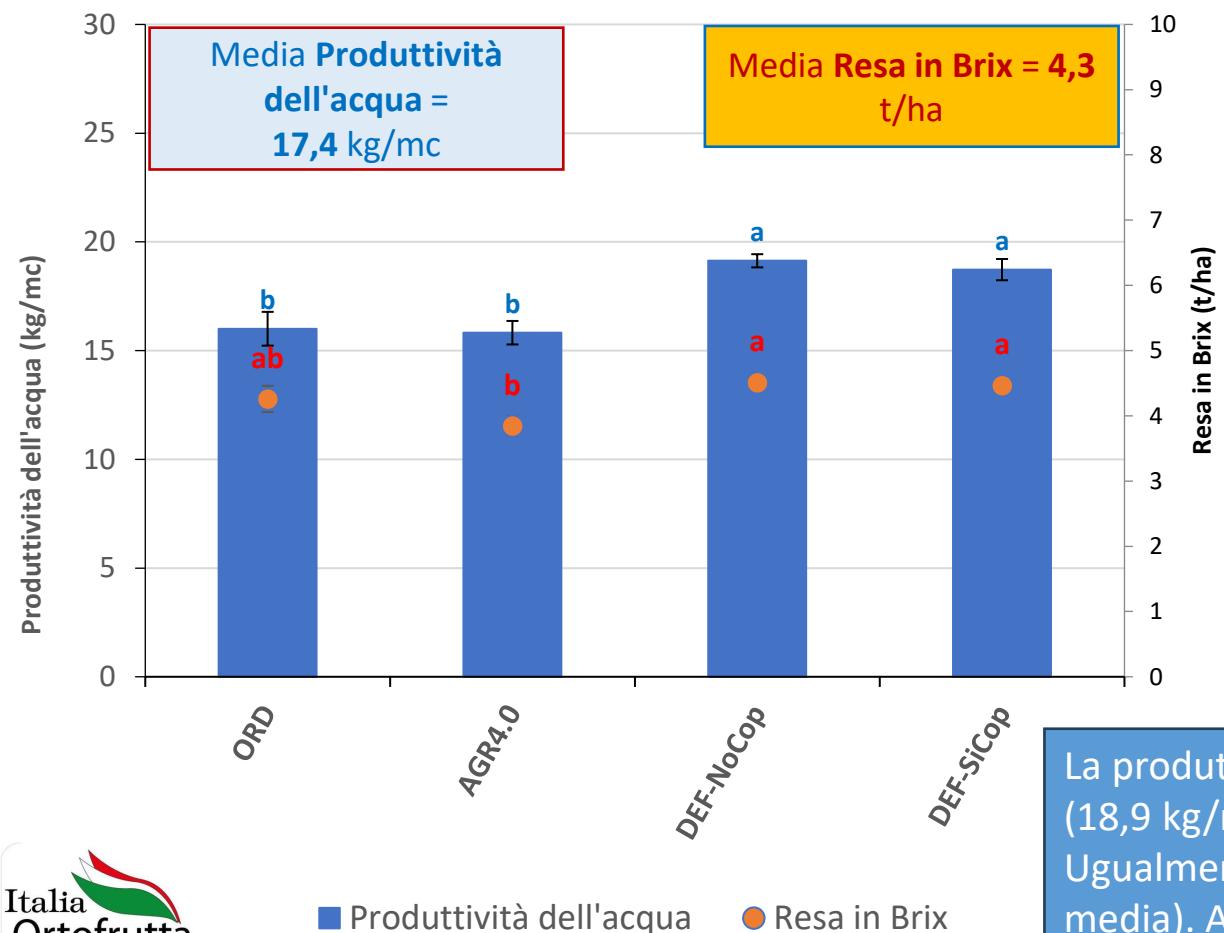
I valori rappresentano le medie ($n = 9$), mentre le barre nere rappresentano l'errore standard. Le medie contrassegnate con «n.s.» non differiscono statisticamente per $p \leq 0,05$ (test di Tukey).

INDICI PRODUTTIVI E QUALITATIVI

I valori rappresentano le medie ($n = 9$), mentre le barre nere rappresentano l'errore standard. Le medie contrassegnate con «n.s.» non differiscono statisticamente per $p \leq 0,05$ (test di Tukey).

$$\text{Produttività dell'acqua } (\text{kg}/\text{mc}) = \frac{\text{Resa commerciale}}{\text{Pioggia} + \text{Irrigazioni}}$$

$$\text{Resa in Brix } (\text{t}/\text{ha}) = \text{Resa commerciale} * \text{Residuo ottico}$$

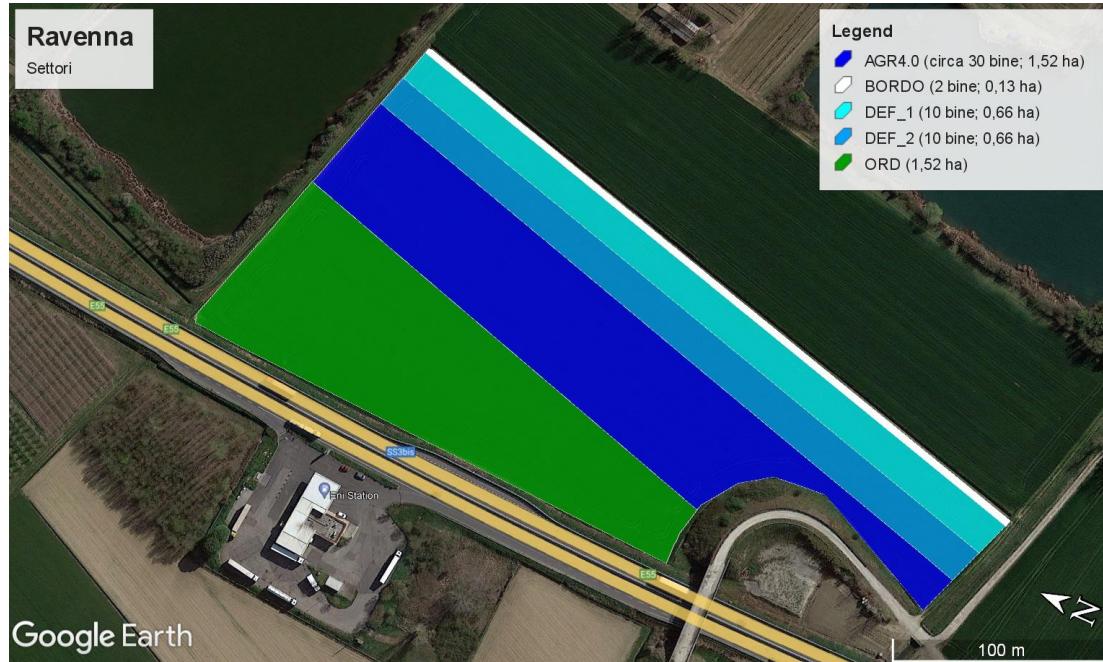


La produttività dell'acqua è aumentata nelle tesi deficitarie (18,9 kg/mc in media), pari al 18 % in più rispetto ad ORD. Ugualmente, la resa in brix è incrementata (4,5 t/ha in media). Anche in questo campo, la durezza e il colore del frutto non sono variati tra le tesi.

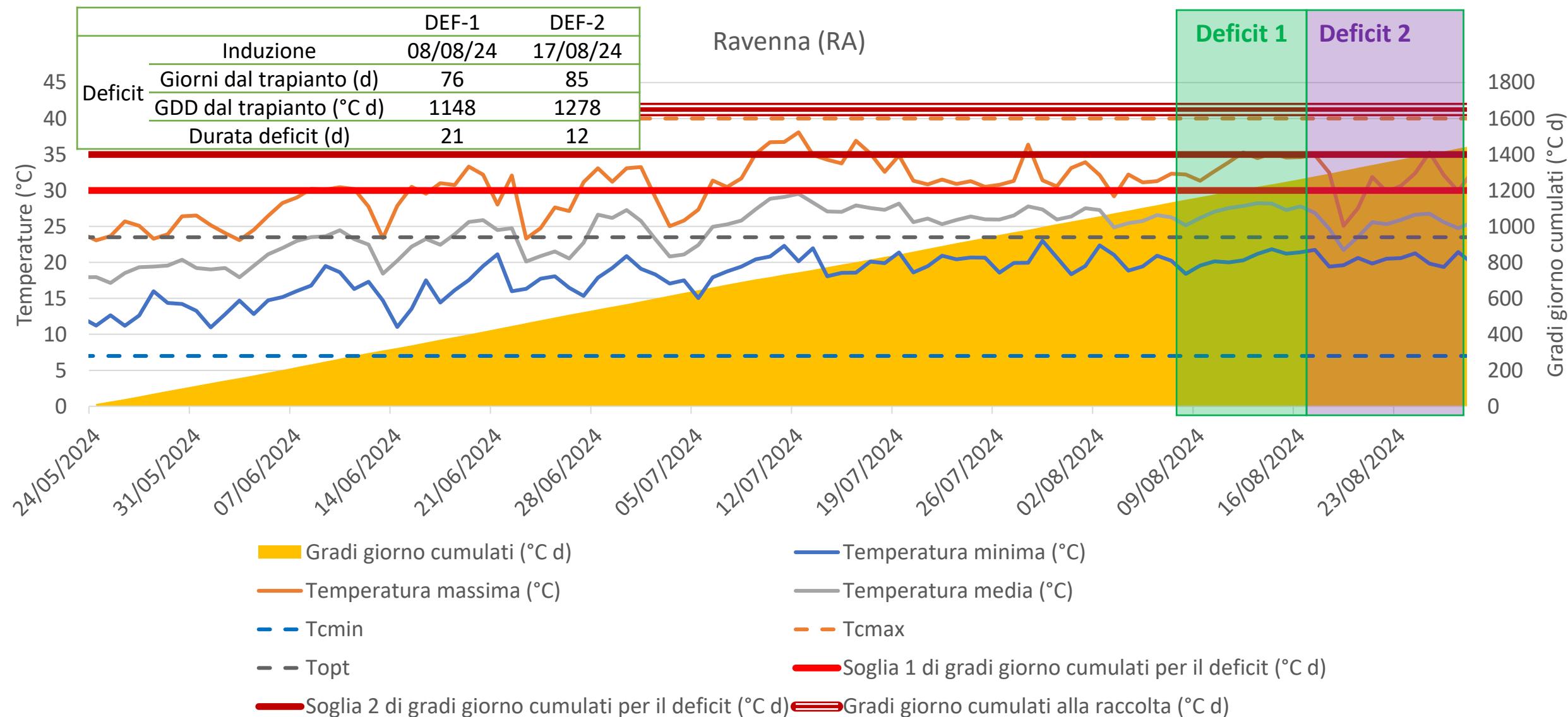
- Il forte attacco combinato di *Tomato Spotted Wilt Virus* (TSWV) e *Alternaria* spp. ha determinato un accorciamento notevole del ciclo, conclusosi a 91 giorni dal trapianto
- **Le tesi DEF-NoCop e DEF-SiCop hanno garantito il miglior compromesso tra resa, produttività dell'acqua e qualità tecnologica**
- Rispetto a ORD, la tesi AGR4.0 ha permesso di risparmiare il 12 % di acqua irrigua, e DEF (sia pacciamato che scoperto) il 13% (-1 % rispetto ad AGR4.0). La produttività dell'acqua, rispetto a ORD, è aumentata del 18 % in DEF
- La riduzione del ciclo a 91 giorni, non ha permesso di applicare correttamente il deficit idrico, che è durato solamente 12 giorni nelle tesi DEF
- La resa totale di campo è risultata sotto le medie dell'areale (91,8 t/ha), ma la percentuale di maturo è risultata buona (91,8 %)
- AGR4.0 ha subito fortemente gli effetti della zona di compattamento del suolo sulla quale insisteva il settore, ottenendo rese al di sotto delle potenzialità (come si può evincere dalle tesi DEF)

PORTO FUORI (RA)

Campo codice: RA	OP: Terremerse	Località: Porto Fuori (RA)	Azienda: Ravaioli Samuele	Varietà: H1301
Trapianto: 24/05/24	Raccolta: 29/08/24 (97 gg)	Investimento: 3,70 p/mq	Volume ORD: 1800 mc/ha	Volume AGR4.0: 2640 mc/ha
Volume DEF-1: 2500 mc/ha	Volume DEF-2: 2610 mc/ha			

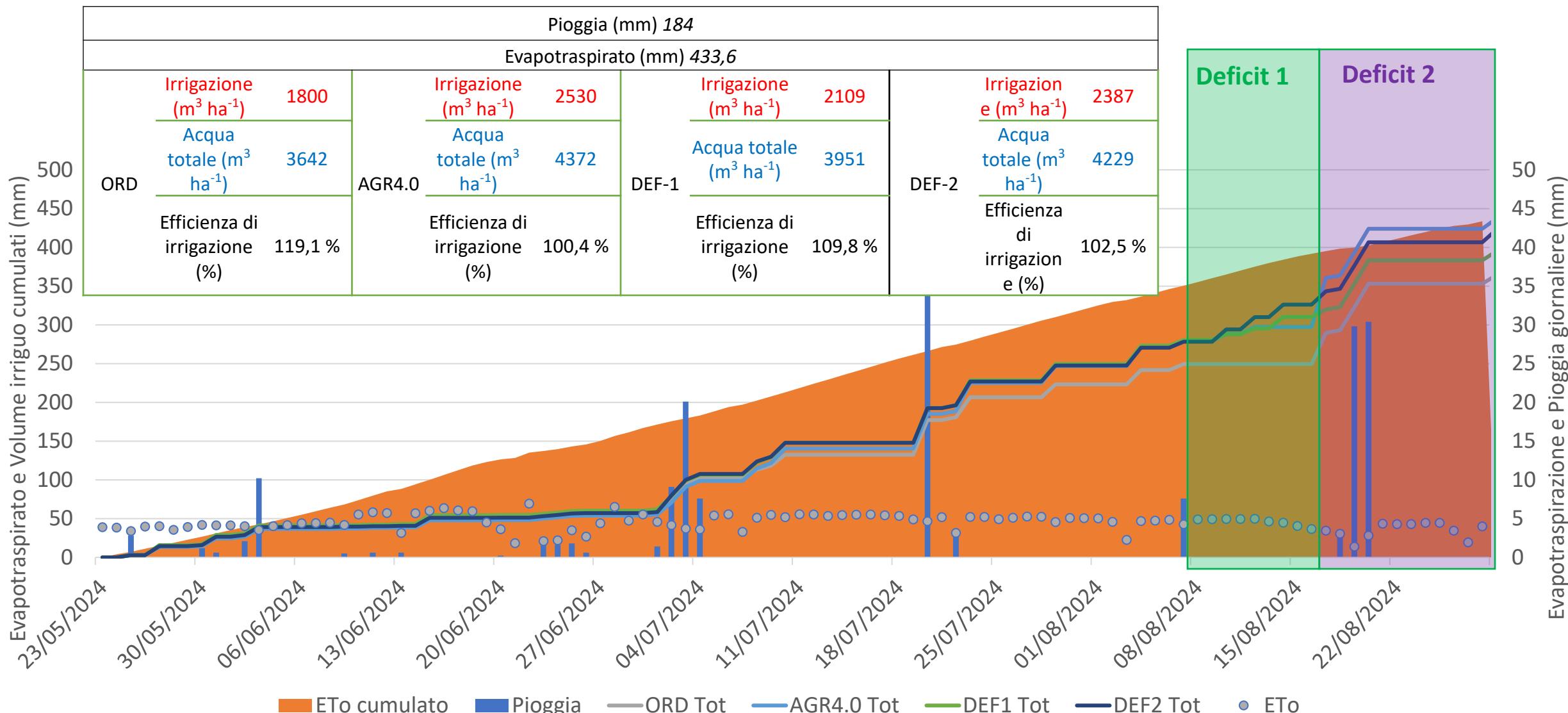


ANDAMENTO TEMPERATURE (min, max, media) E ACCUMULO DEI GDD



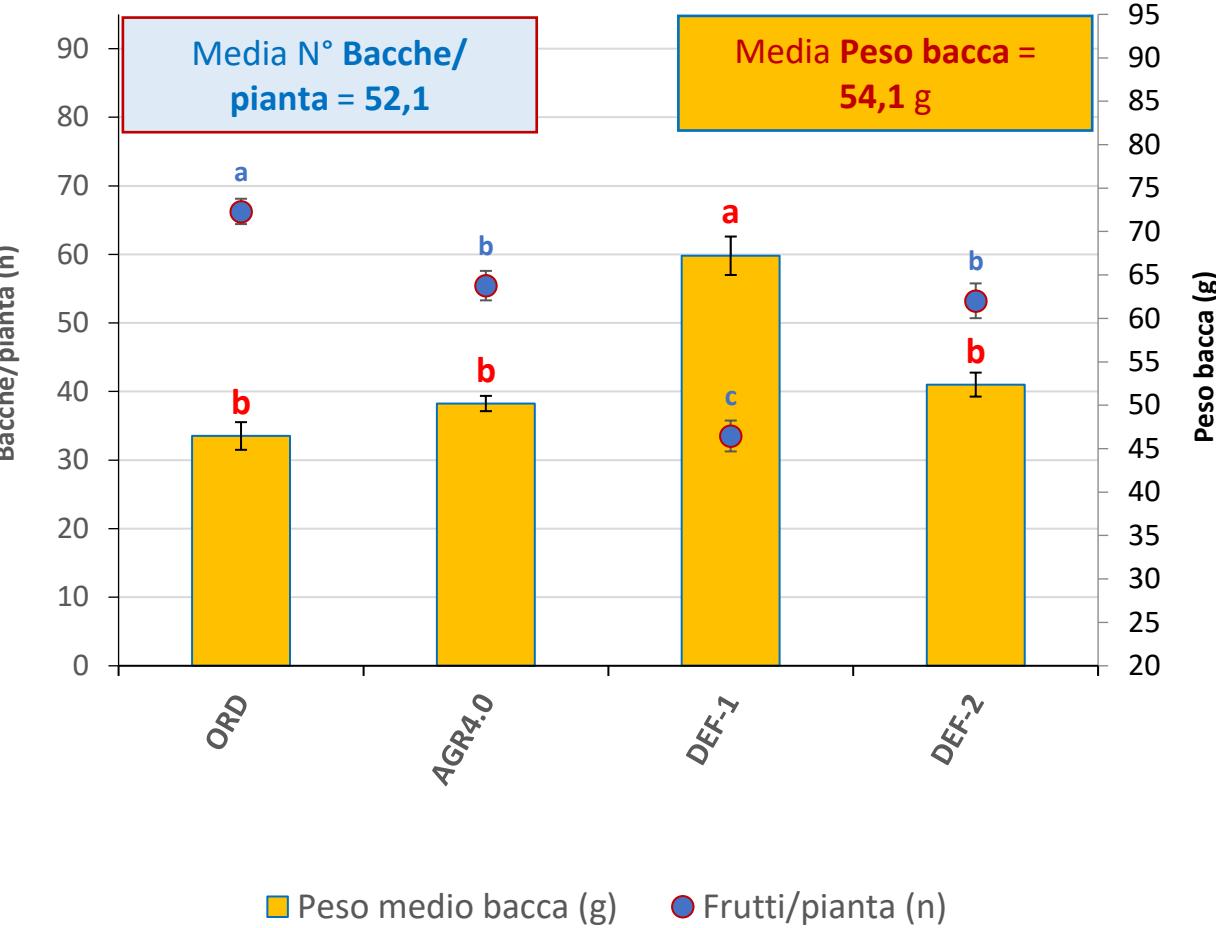
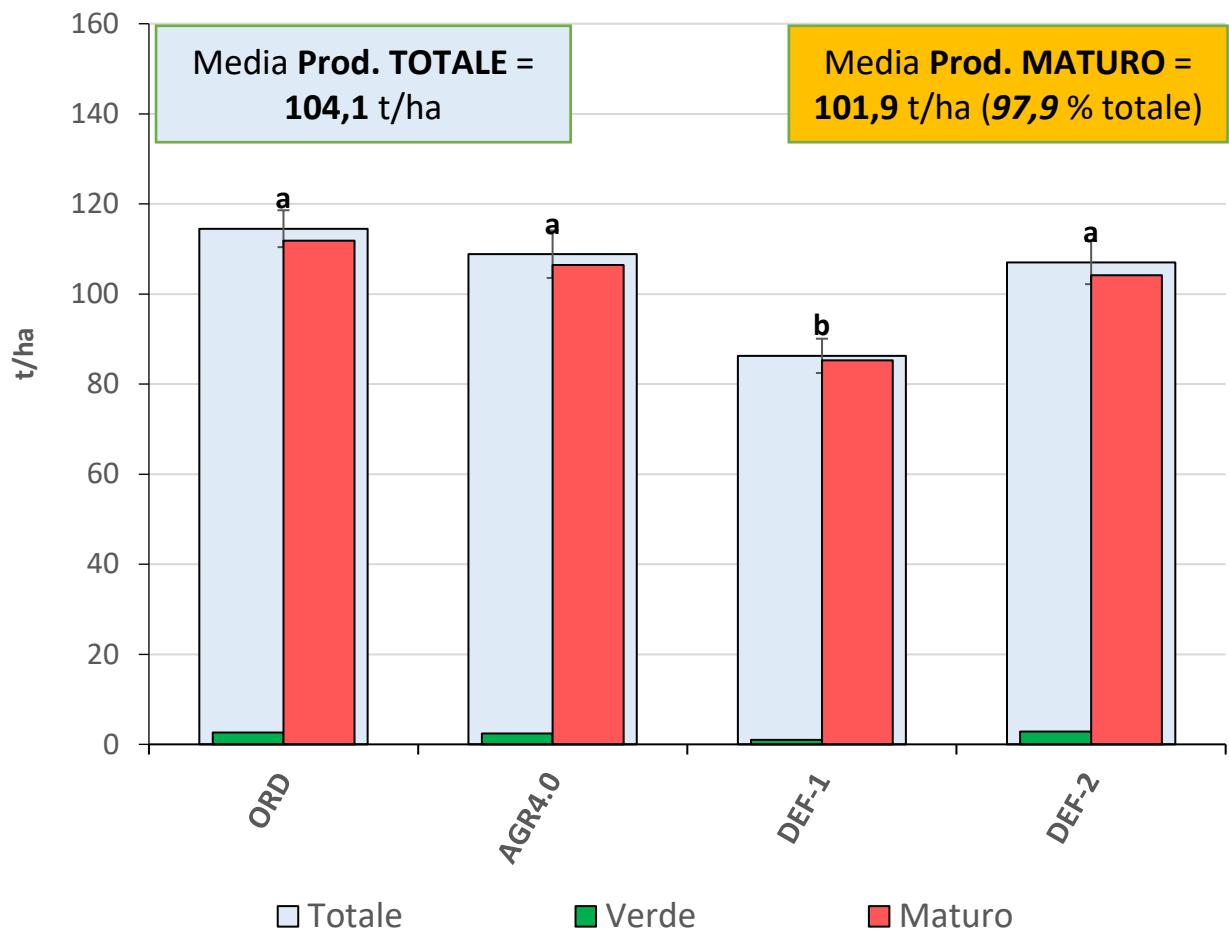
A partire da due settimane dal trapianto (08/06), si sono registrate temperature massime molto elevate, con 65 giornate con temperatura massima sopra i 30 °C, 18 delle quali occorse dopo l'induzione del primo deficit idrico (08/08) e 9 dopo il secondo deficit (17/08).

ACCUMULO DI VOLUME TOTALE (PRECIPITAZIONI + IRRIGAZIONI; ORD, AGR4.0 e DEF) ED EVAPOTRASPIRATO



In totale, sono stati somministrati 1800 mc/ha per il trattamento ORD, 2530 mc/ha (+40 % rispetto ad ORD) per il trattamento AGR4.0, 2387 mc/ha (+33 % rispetto ad ORD e -6 % rispetto ad AGR4.0) per il trattamento DEF-2 e 2109 mc/ha (+17 % rispetto ad ORD e -17 % rispetto ad AGR4.0) per il trattamento DEF-1.

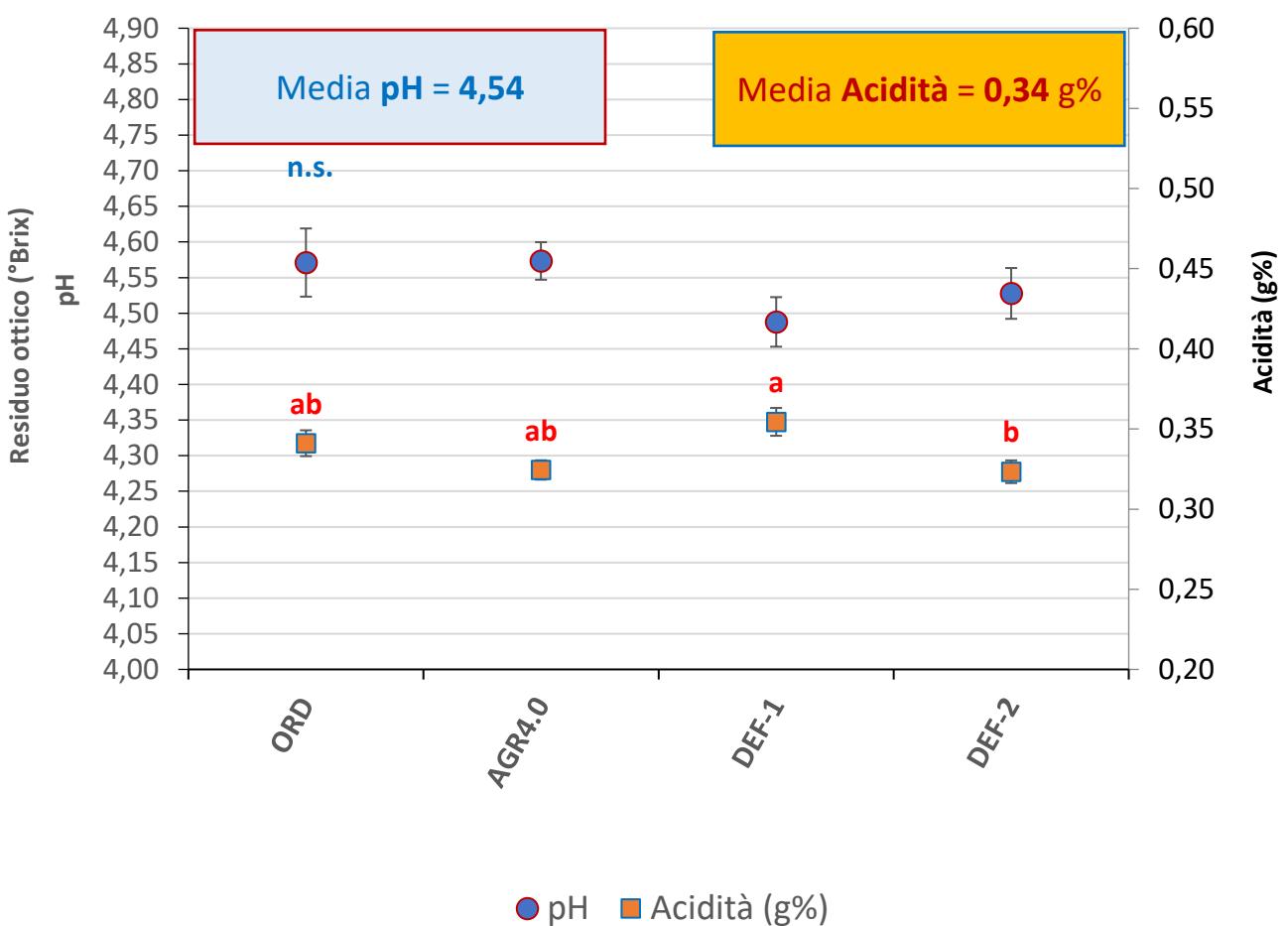
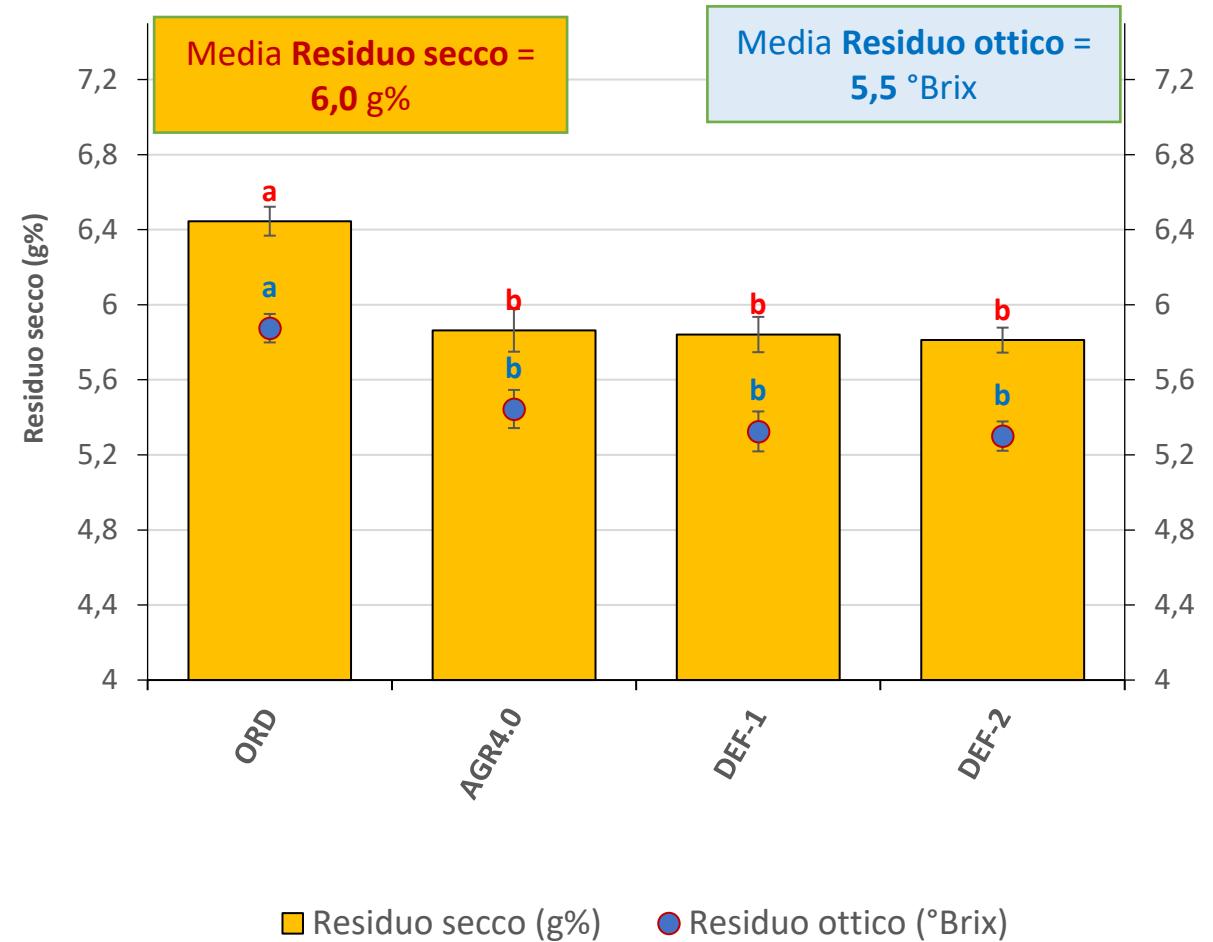
PRODUZIONE E FERTILITÀ'



Il maturo comprende la produzione rossa e quella invaiata. I valori rappresentano le medie ($n = 9$), mentre le barre nere rappresentano l'errore standard. Le medie contrassegnate con «n.s.» non differiscono statisticamente per $p \leq 0,05$ (test di Tukey).

La diversa gestione irrigua non è risultata in differenze apprezzabili in termini di resa totale e commerciale tra ORD, AGR4.0 e DEF-2 (in media, 110,1 t/ha e 107,5 t/ha rispettivamente). La gestione DEF-1 ha ridotto notevolmente le rese (85,3 t/ha commerciale), a causa di una ridotta fertilità (33,5 frutti maturi/pianta), aumentando il prodotto assoluto (0,6 frutti/pianta). Il peso medio della bacca è aumentato DEF-1 (67,2 g).

QUALITA' TECNOLOGICA



I valori rappresentano le medie ($n = 9$), mentre le barre nere rappresentano l'errore standard. Le medie contrassegnate con «n.s.» non differiscono statisticamente per $p \leq 0,05$ (test di Tukey).

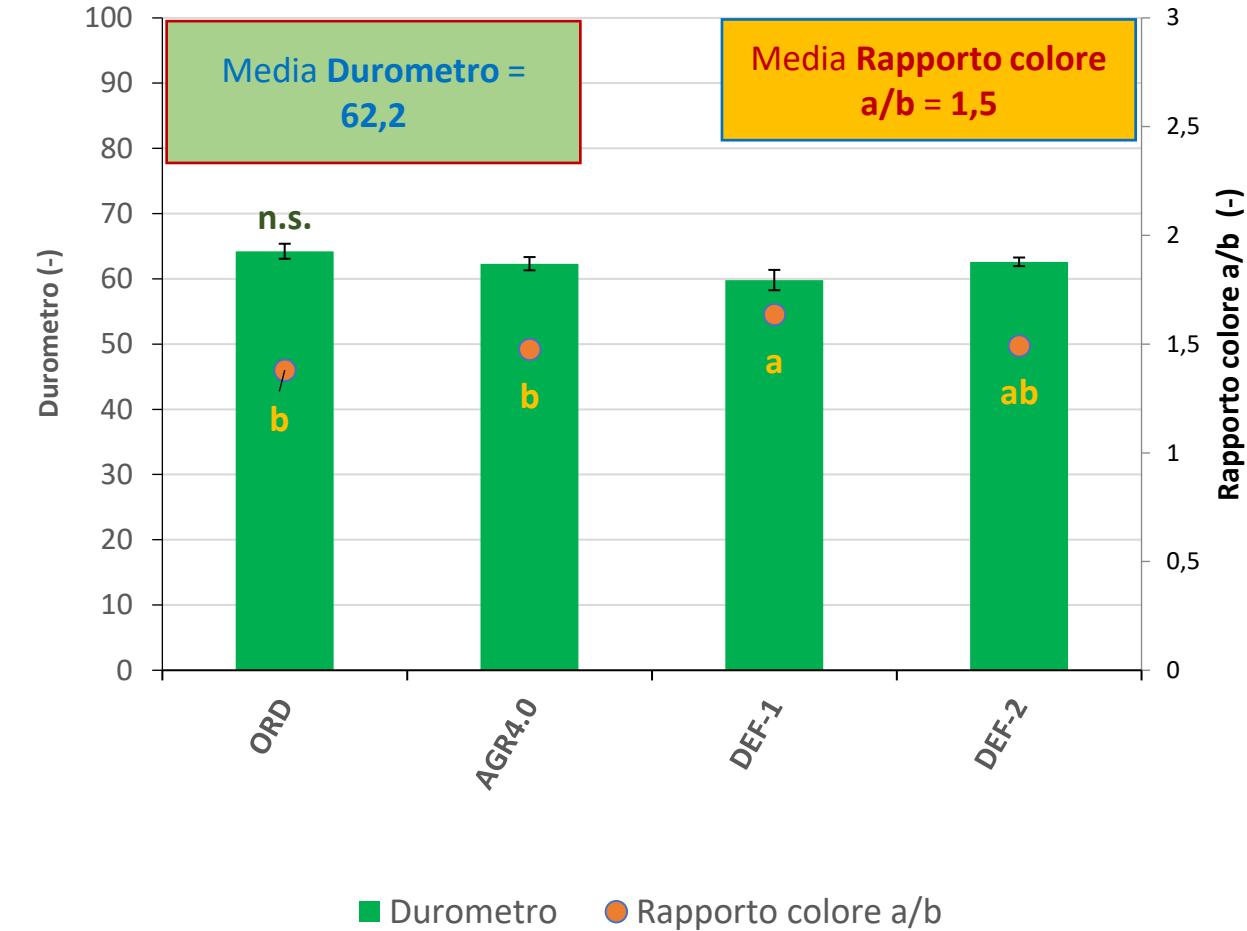
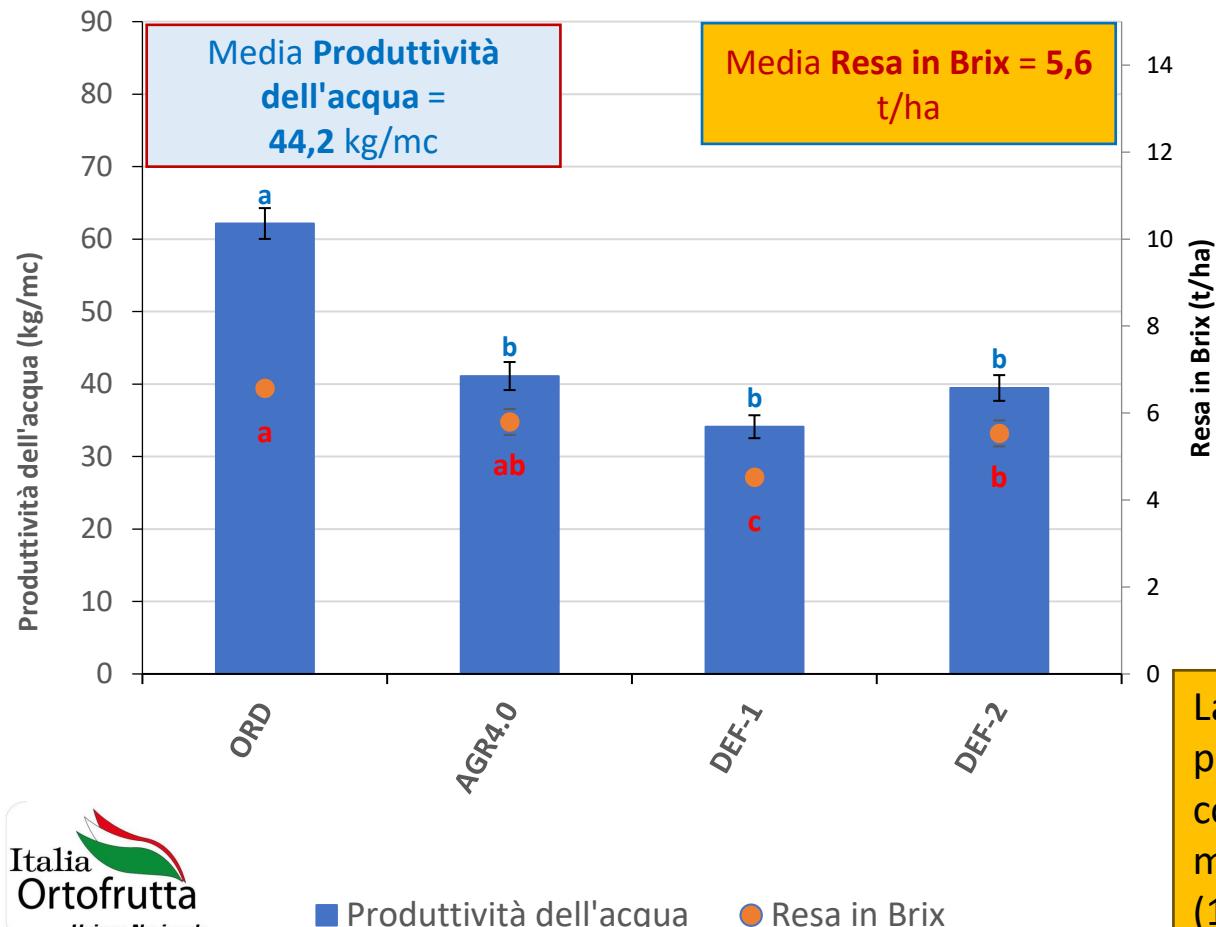
ORD ha registrato i valori maggiori di RO e RS (5,87 °e 6,45 °Bx). DEF-1 ha mostrato i migliori livelli di acidità titolabile (0,35 g%). Non sono state osservate differenze significative tra le tesi in merito al pH, che è risultato mediamente non ottimale ($> 4,50$).

INDICI PRODUTTIVI

I valori rappresentano le medie ($n = 9$), mentre le barre nere rappresentano l'errore standard. Le medie contrassegnate con «n.s.» non differiscono statisticamente per $p \leq 0,05$ (test di Tukey).

$$\text{Produttività dell'acqua } \left(\frac{\text{kg}}{\text{mc}} \right) = \frac{\text{Resa commerciale}}{\text{Pioggia} + \text{Irrigazioni}}$$

$$\text{Resa in Brix } \left(\frac{\text{t}}{\text{ha}} \right) = \text{Resa commerciale} * \text{Residuo ottico}$$



La produttività dell'acqua della tesi ORD, è risultata più alta (62,1 kg/mc) rispetto alle altre tre tesi, così come la resa in brix (6,6 t/ha). La tesi DEF-1 ha mostrato i maggiori valori di rapporto colore a/b (1,63), con frutti leggermente «più rossi»

- Anche in questo campo, si è osservata una riduzione del ciclo di sviluppo (97 gg), indotta dalle elevate temperature e dalle considerevoli piogge intercorse in fase tardiva del ciclo
- **La tesi ORD ha ottenuto il miglior compromesso tra resa, produttività dell'acqua e qualità tecnologica**
- L'efficienza di irrigazione è stata migliore nella gestione ordinaria (119,1 %), con soli 1800 mc/ha somministrati
- Rispetto a ORD, la tesi AGR4.0 ha indotto maggiori consumi di acqua irrigua (+40 %), DEF-2 +33 % (-6 % rispetto ad AGR4.0) e DEF-1 +17 % (-17 % rispetto ad AGR4.0). La produttività dell'acqua è risultata migliore in ORD (62,1 kg/mc)
- La resa totale di campo è risultata buona (104,1 t/ha), con una percentuale di maturo dell'97,1 %
- DEF-1 ha evidenziato i valori più bassi di produzione, registrando la minore resa in brix (4,52 t/ha)

CONCLUSIONI

- Le condizioni climatiche avverse hanno ridotto notevolmente il regolare ciclo produttivo della coltura a Lesina e Ravenna
- La gestione idrica ordinaria ORD dell'azienda è risultata mediamente coerente con i valori di evapotraspirato (eccetto a Mondragone, ambiente nel quale l'acqua restituita è stata inferiore all'ET stimata)
- Rispetto alla gestione ORD, solo negli ambienti del Sud, è stata risparmiata acqua irrigua pari a:
 - In AGR4.0: dal 10 al 12 %, senza però evidenti aumenti di produttività dell'acqua
 - Nelle tesi DEF: dal 13 al 20 %, con aumento del 18 % della produttività dell'acqua a Mondragone
- Le differenti gestioni irrigue **non hanno evidenziato variazioni significative al Sud**, sia in termini di resa totale e commerciale, che in termini di acidità titolabile, pH e residuo ottico dei frutti
- L'induzione di deficit idrico al 30% a partire dalla fase BBCH 801 (ovvero: tesi DEF-NoCop a Mondragone e Lesina; DEF-1 a Porto Fuori) ha portato ad una **generale riduzione della resa commerciale** (ad eccezione del campo di Lesina, ambiente nel quale, tra l'altro, aumentata la resa in brix). A Mondragone è stato registrato un miglioramento del residuo secco.
- La **pacciamatura biodegradabile**, unita alla gestione deficitaria (DEF-SiCop) ha avuto un effetto migliorativo sulla pezzatura della bacca a Lesina
- E' previsto un altro anno di prova negli stessi ambienti nel 2025

Visita guidata al campo di Mondragone (CE) il 30/07/24



Raccolte presso i tre campi

Mondragone (CE)



Lesina (FG)



Porto Fuori (RA)





GRUPPO DI LAVORO

Coordinamento generale: Italia Ortofrutta – Unione Nazionale

- Vincenzo Falconi
- Giulio Paolini

Coordinamento scientifico: CREA - Centro di Ricerca orticoltura e Florovivaismo (Sede di Pontecagnano)

- Dr. Mario Parisi (coordinatore scientifico)
- Alfonso Pentangelo (responsabile tecnico delle prove per il CREA OF; rilievi agronomici)
- Dr. Andrea Burato (rilievi agronomici, coordinamento con tecnici delle OP della linea 2 e di DIAGRAM, intabellamento ed elaborazione dati, stesura relazione tecnico-scientifica, analisi tecnologiche)
- Dr. Evangelista Di Matteo (rilievi agronomici, preparazione campioni in laboratorio, analisi tecnologiche)
- Dr. Giovanni Ragosta (rilievi agronomici, preparazione campioni in laboratorio)
- Dr.ssa Paola Iovieno (preparazione campioni in laboratorio)

<u>Organizzazione di produttori</u>	Referente	Tecnico incaricato
APOPA	Luciano Simonetti	Giuseppe Caruso
APO GARGANO	Mattia Caroppi	Mattia Caroppi
Terremerse	Davide Babini	Martino Marin