



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA
DIPARTIMENTO DI SCIENZE E TECNOLOGIE
AGRO-ALIMENTARI

Riuso delle Acque reflue: presentazione risultati sperimentali

Prof. Attilio Toscano

**Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-
alimentari (DISTAL)**

Alma Mater Studiorum - Università di Bologna

Focus Acqua

27 Marzo 2024

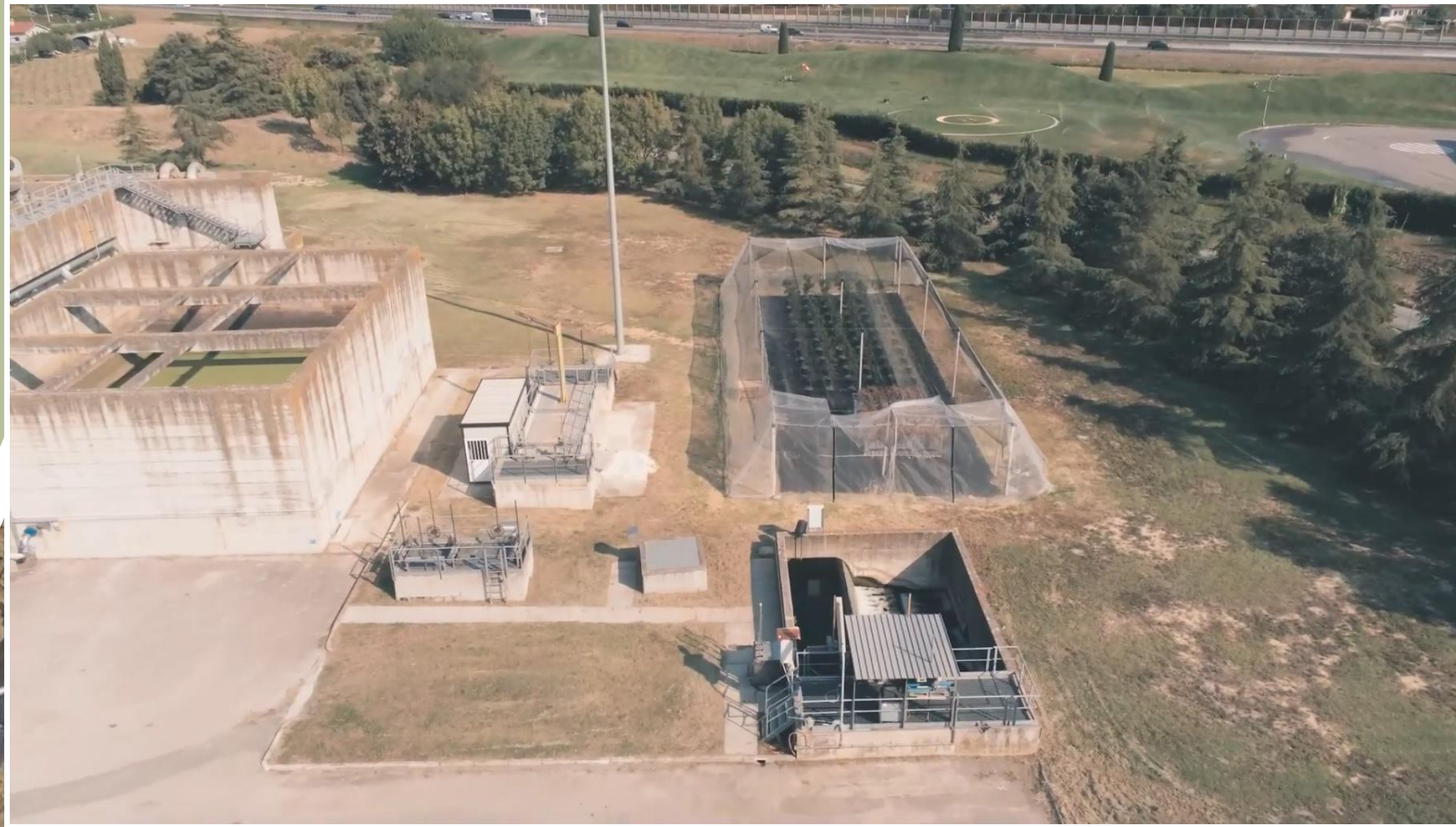


Riuso Acque Reflue

An aerial photograph of a wastewater treatment plant. The image shows several large, circular clarifiers with blue metal structures in the center. The water in the tanks is a light blue color. The surrounding area includes some greenery and industrial buildings.

- Fonte idrica costante anche nei periodi di siccità;
- Aumento dell'accumulo di sostanza organica nei suoli irrigati con acque reflue;
- Buona concentrazione di macronutrienti (N, P, K) in forma biodisponibile e conseguente riduzione dell'impiego di fertilizzanti di sintesi;
- Riduzione della pressione antropica sulle fonti idriche convenzionali

Impianto pilota Cesena



- Il potenziale associato al riutilizzo delle acque reflue depurate nel settore agricolo è significativo in termini di apporto di risorse idriche e di nutrienti.
- Tuttavia, è importante comprendere anche l'effetto che queste acque possono avere sui quantitativi di cibo prodotto e sulla qualità del raccolto, nonché sull'eventuale modifica della composizione fisico-chimico e microbiologica del suolo.

Fonti idriche

Colture testate

SW

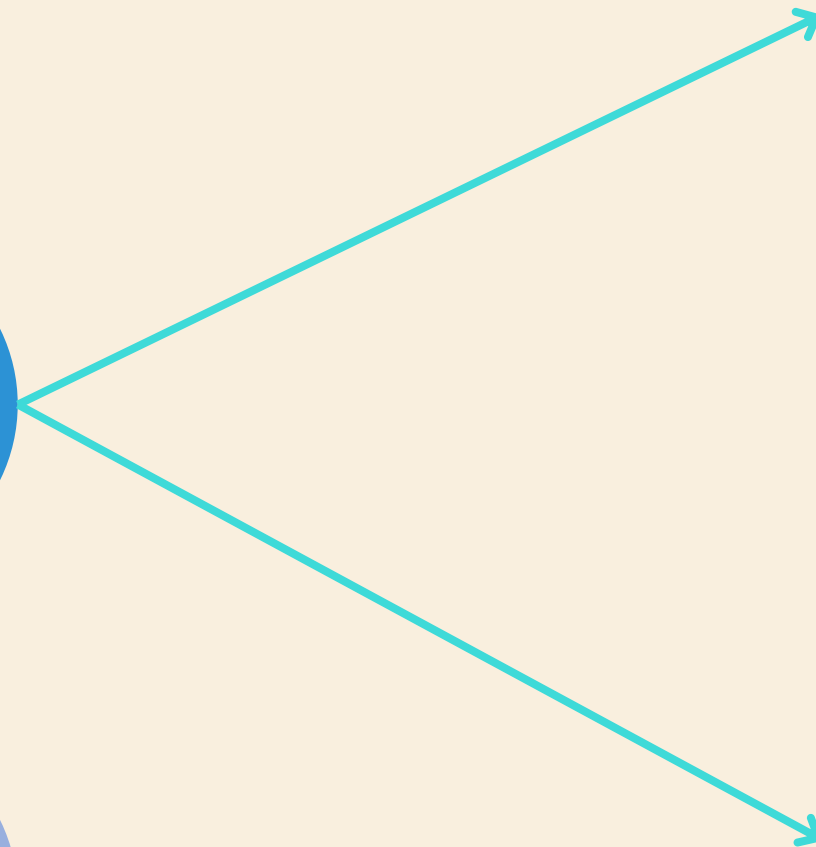
Acqua Reflua
Secondaria



PESCO
cv Aliblanca

FW

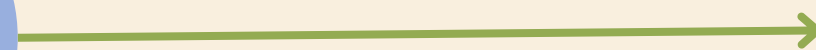
Acqua di Rete



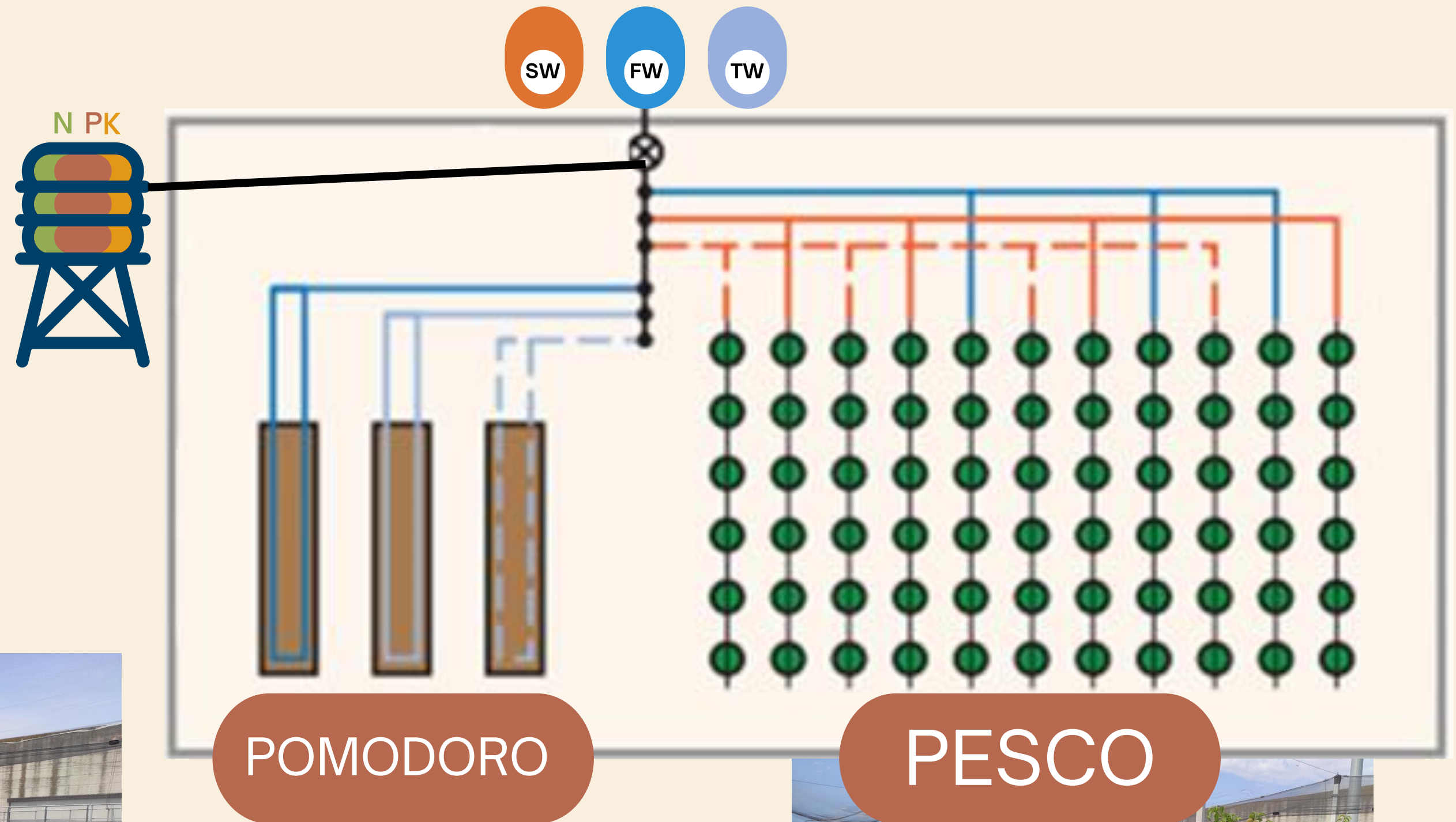
POMODORO
cv Big Rio

TW

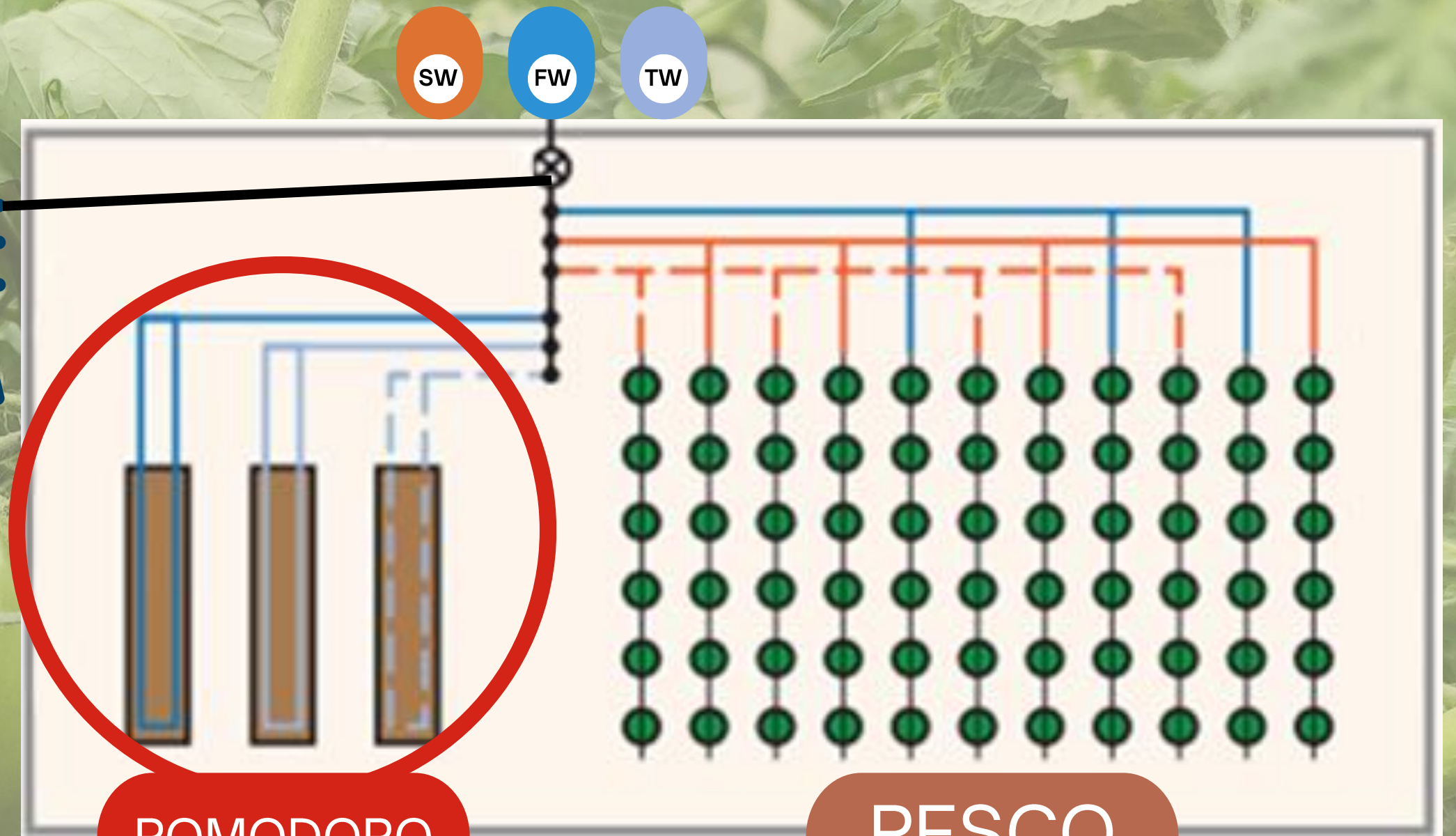
Acqua Reflua
Terziaria



Schema impianto



Schema impianto



3 bins

TW + F

Acqua Terziaria
+ fertilizzante

FW + F

Acqua di Rete
+ fertilizzante

TW

Acqua Terziaria

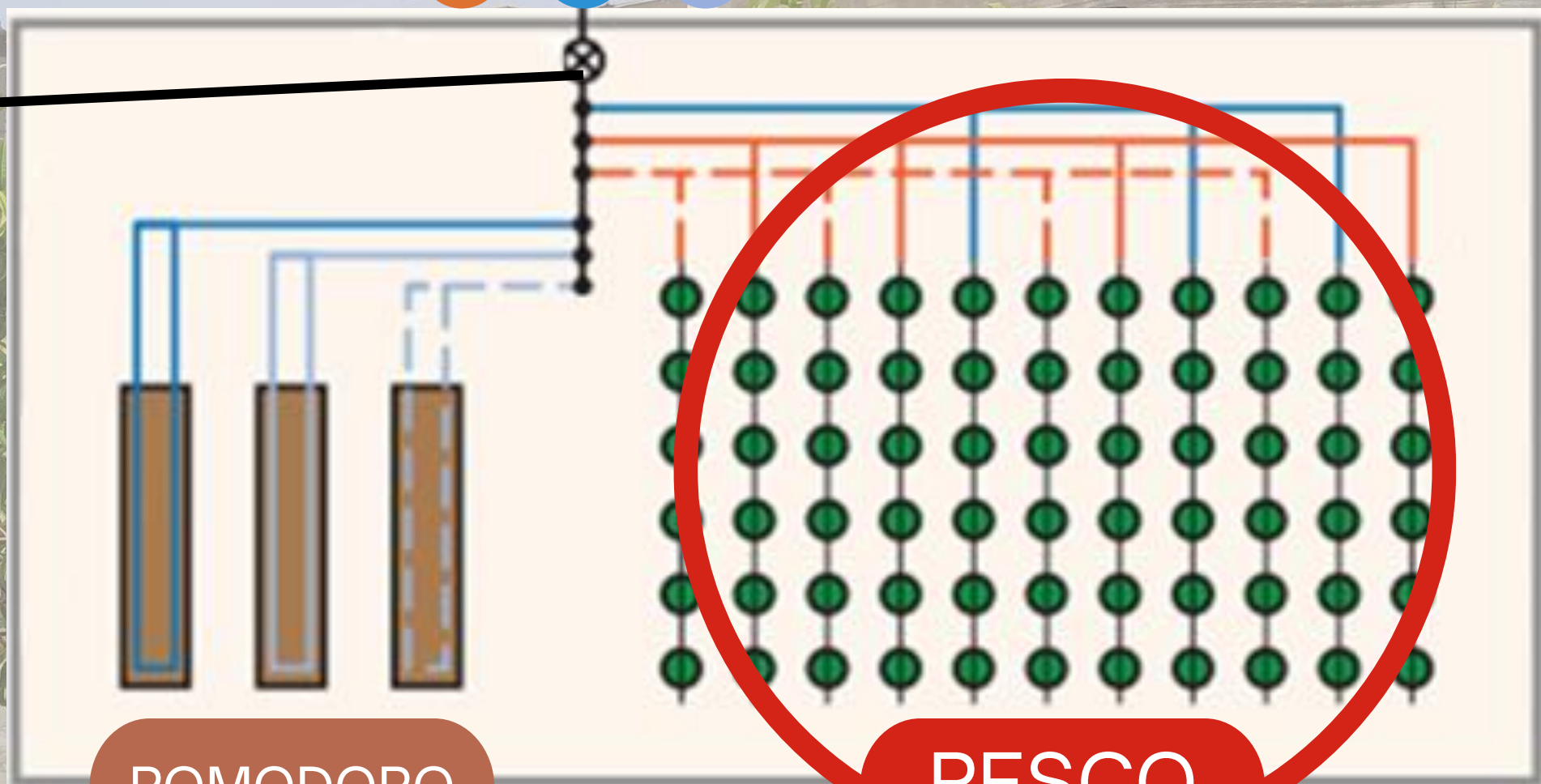
POMODORO

PESCO

Schema impianto



3 settori



POMODORO

PESCO

SW + F

Acqua Secondaria
+ fertilizzante

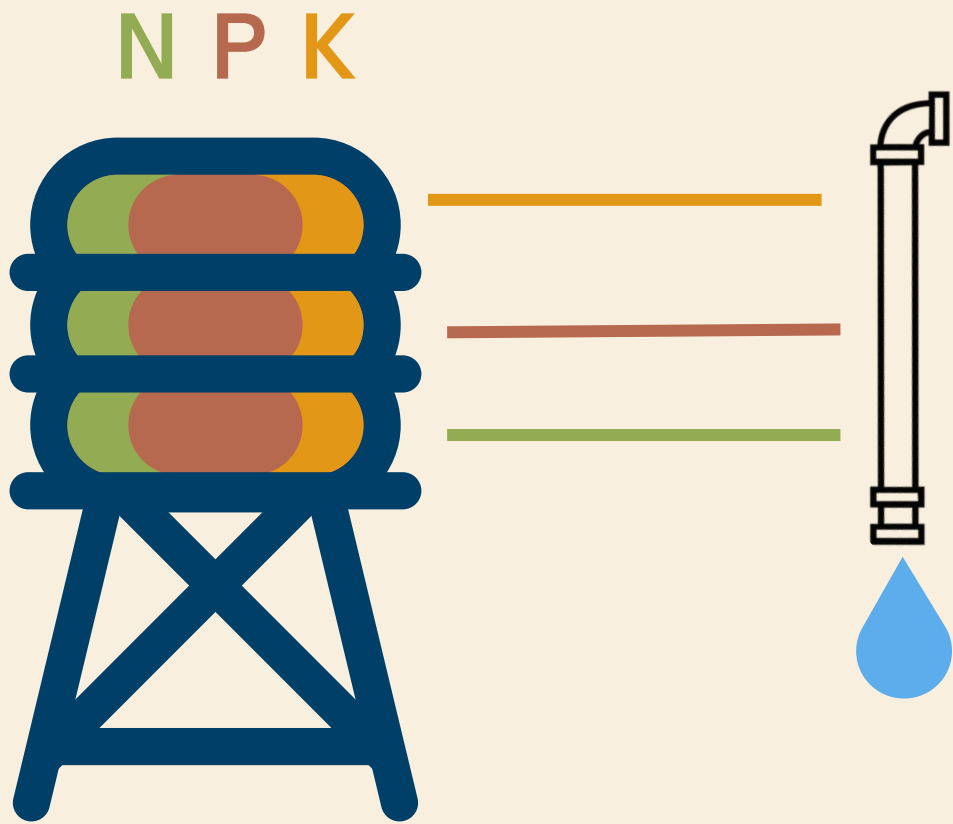
FW + F

Acqua di Rete
+ fertilizzante

SW

Acqua Secondaria

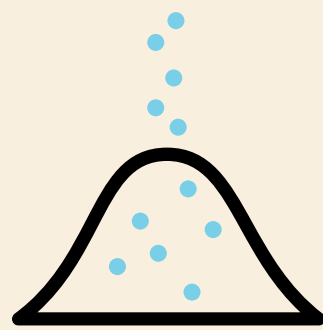
Fertirrigazione: come funziona l'algoritmo?



Immette dosi stabilite di N, P, K tramite soluzioni fertilizzanti separate



calcola



N, P, K

veicolati alle piante tramite TW e SW

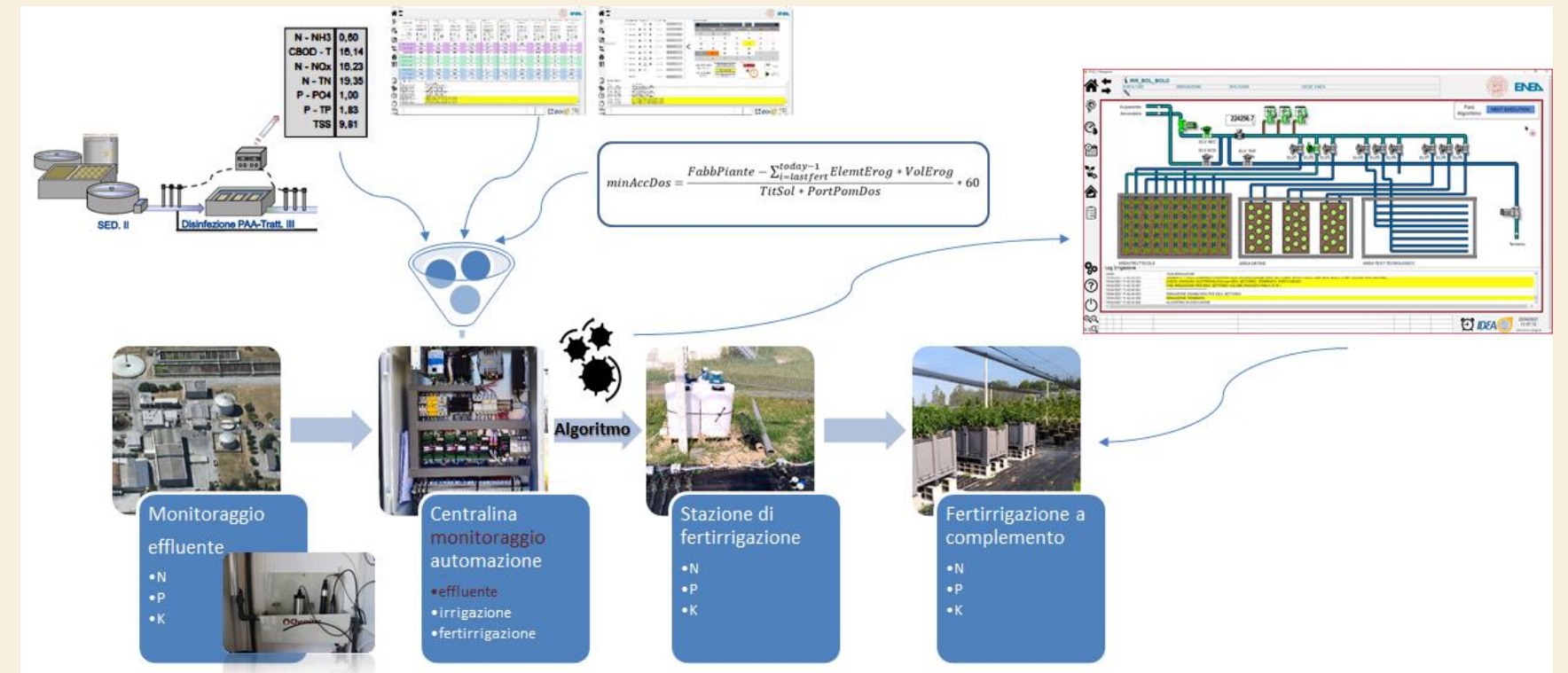
calcola la differenza tra

Fabbisogno



Quota apportata con acqua reflua

Risultato: DOSE INTEGRATIVA



OBIETTIVI

1

VALUTAZIONE DEL FABBISOGNO NUTRIZIONALE

2

RISPARMIO IN NUTRIENTI

3

VALUTAZIONE DELLE PRESTAZIONI FISILOGICHE

4

EFFETTI SULLA SICUREZZA ALIMENTARE

5

EFFETTI SUL MATERIALE D'IRRIGAZIONE

A photograph of a greenhouse filled with rows of tomato plants. The plants are lush green with serrated leaves and some small yellow flowers. A red rectangular box is overlaid in the center of the image, containing the word "POMODORO" in white, bold, uppercase letters. The background shows the structure of the greenhouse with black netting and white support poles under a clear blue sky.

POMODORO

Suolo: parametri chimici



- Nessun aumento di **salinità**
- Differenze di **pH** non significative tra i trattamenti e livelli stabili tra le due annate
- Nessun incremento di **metalli pesanti**
- Lieve accumulo di **Na**, al di sotto delle soglie FAO

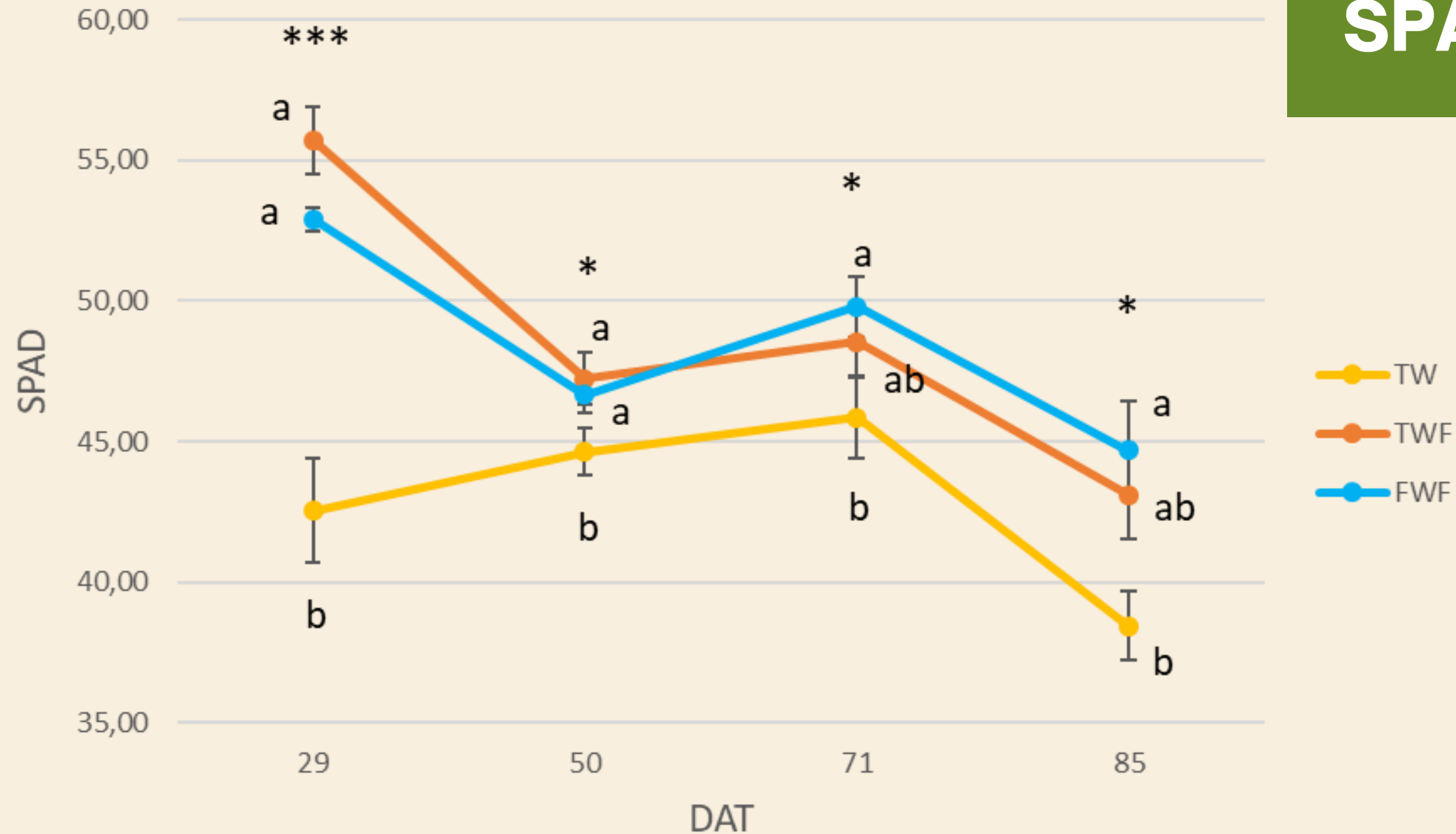
Foglie: concentrazioni minerali



Treatment	Year	N	P	K
	2021	g kg ⁻¹		
FW+F		28.1 a	1.89 b	14.4
TW+F		29.1 a	1.86 b	14.1
TW		22.1 b	2.81 a	14.6
<i>Significance</i>		***	**	<i>ns</i>
	2022	g kg ⁻¹		
FW+F		22.6 a	2.30 b	9.26
TW+F		20.9 a	2.61 b	9.61
TW		14.9 b	3.41 a	8.5
<i>Significance</i>		***	***	<i>ns</i>

- Concentrazione di **N**, **P**, **K** concorde con piano fertirriguo
- Nessun effetto fitotossico
- **Na**, **Cl** e **B** al di sotto dei valori soglia

SPAD: contenuto in clorofilla



- I trattamenti con aggiunta di fertilizzante presentano andamenti sovrapponibili, senza differenze significative
- Il trattamento con sola acqua reflua presenta un accumulo di clorofilla fogliare **significativamente inferiore** rispetto agli altri

Frutti: concentrazioni minerali



- **Concentrazioni concordi** con gli apporti nutrizionali e con quelle fogliari
- Differenze **non significative** per quasi tutti gli elementi tra i trattamenti
- **NO** accumuli di metalli pesanti: prodotto sicuro

Qualità alla raccolta



Trattamento	Anno	Peso medio frutto	Durezza	pH	Acidità titolabile	TSS	Sostanza Secca	Resa
		(g)	(kg cm ⁻²)		(g l ⁻¹)	(°Brix)	(%)	(kg pianta ⁻¹)
FW+F	2022	74.0	1.02	4.72	4.10 ab	5.86	8.29	1.02 a
TW+F		80.1	1.16	4.77	3.44 b	5.53	8.24	0.93 a
TW		83.3	1.05	4.73	4.99 a	5.84	7.23	0.48 b
Significatività		<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	*	<i>ns</i>	<i>ns</i>	***

- Differenze non significative per la maggior parte dei parametri di qualità: frutti di qualità paragonabile
- TW+F e FW+F hanno mostrato rese paragonabili
- Resa significativamente inferiore per TW

Acqua reflua: effetto sul materiale d'irrigazione

Materiali testati

irritec
don't wait for rain®



SW

Acqua Reflua
Secondaria

FW

Acqua di Rete

- Distribution Uniformity (%)
- Average Flow Rate (L/h)
- Christiansen Uniformity coefficient (%)



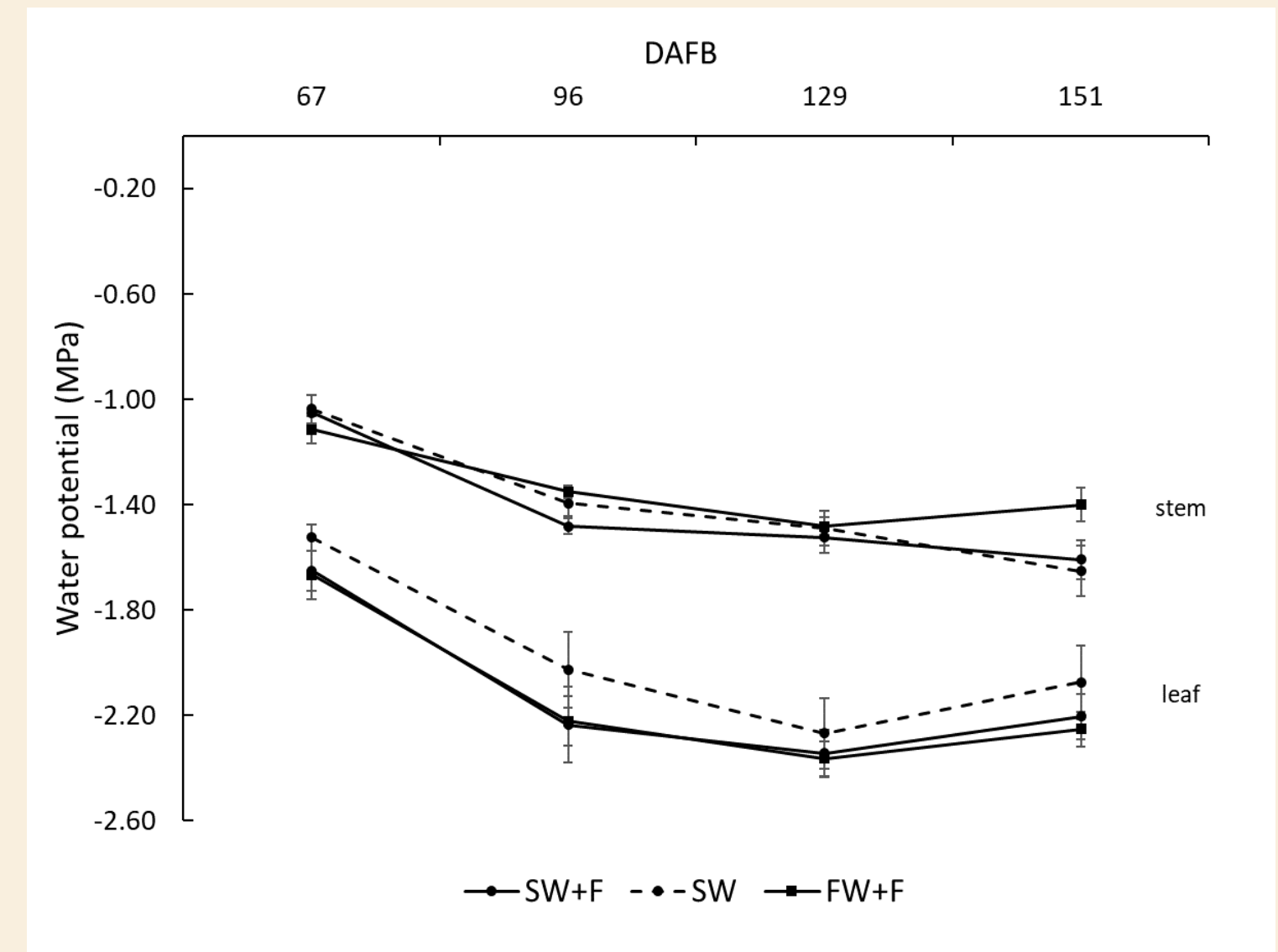
PESCO

Suolo: caratteristiche

- Lieve aumento di **salinità e pH**
- Nessun incremento in **metalli pesanti**
- Lieve accumulo di **Na**, al di sotto delle soglie FAO

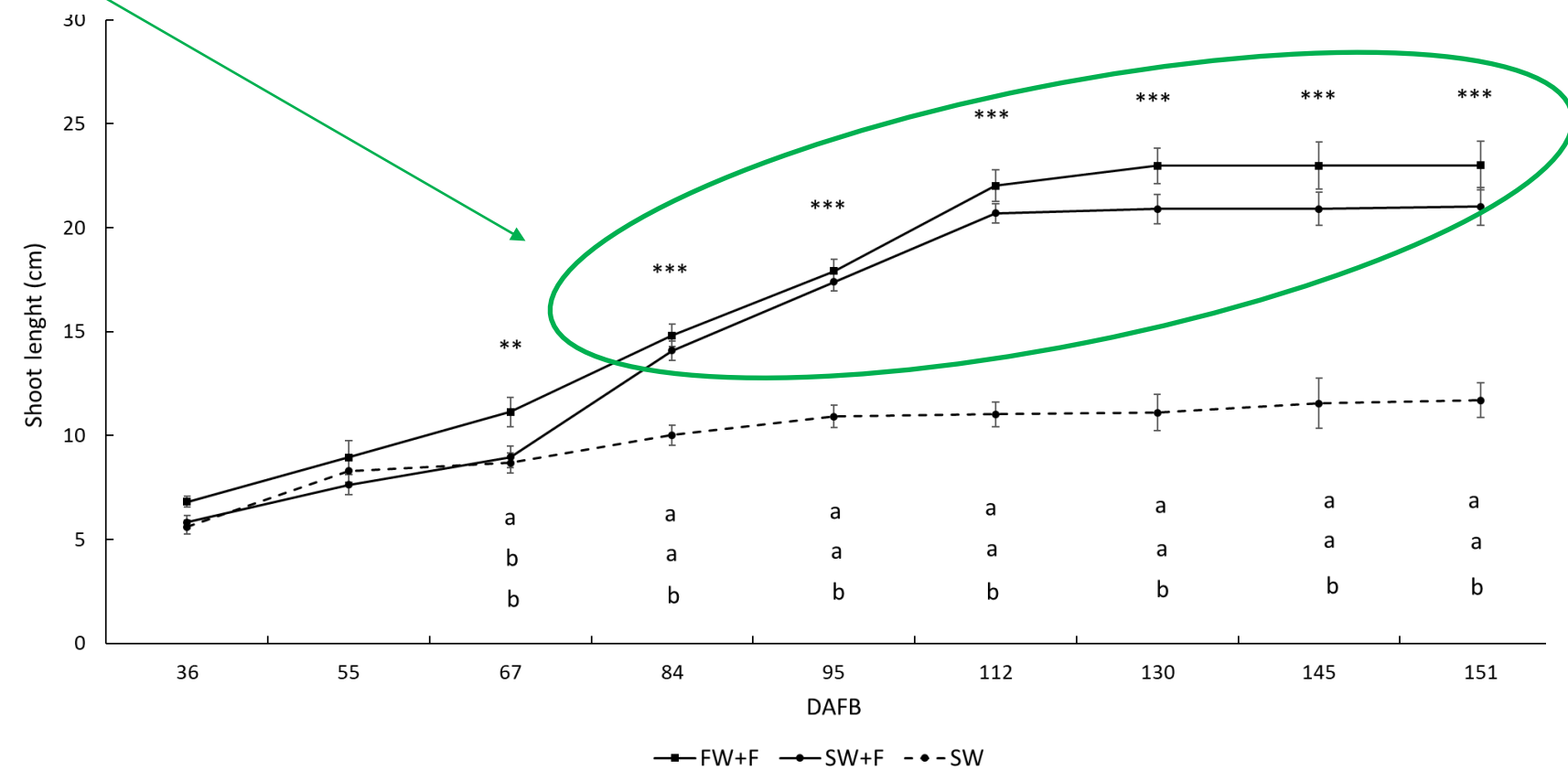


Pianta: relazioni idriche

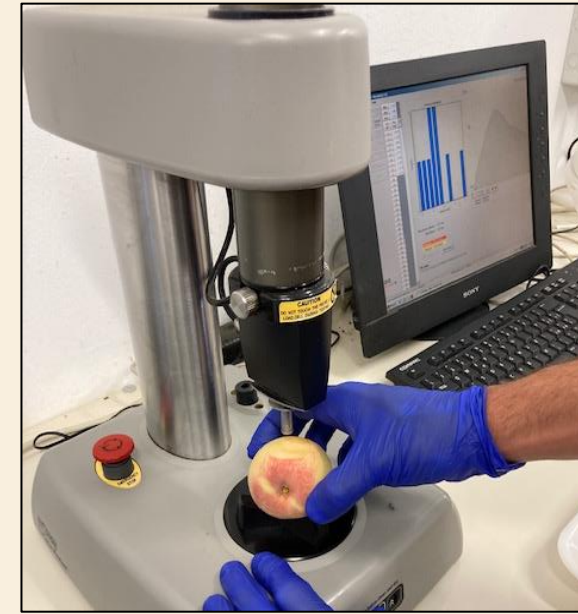


Pianta: status nutrizionale

Treatment	N	P	K	Ca	Mg	S	Na	Al	B	Ba	Cu	Fe	Sn	Zn
Leaf	g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹							
FW+F	32.9 a	1.74 a	9.91 b	21.1 b	5.30	1.45 a	0.93 b	22.2 b	49.0	13.4 b	6.17 a	47.6	8.37 b	18.3 b
SW+F	30.6 b	1.78 a	12.6 a	22.7 b	4.80	1.37 a	0.94 b	24.6 b	52.7	16.5 a	6.25 a	44.1	13.3 b	24.7 a
SW	21.3 c	1.39 b	12.7 a	27.7 a	5.08	1.02 b	0.99 a	37.8 a	48.6	16.0 ab	4.75 b	47.8	23.0 a	18.3 b
<i>Significance</i>	***	***	***	**	ns	***	**	***	ns	*	***	ns	***	***
Fruit														
FW+F	5.76 a	0.99 ab	7.66 b	0.72	0.51	0.28 a	0.81 b	20.5	50.3 b	0.85	3.47	19.9	31.1	4.27
SW+F	5.56 a	1.06 a	8.98 a	0.75	0.53	0.26 a	0.87 a	14.5	49.1 b	0.42	3.16	27.9	32.3	4.80
SW	4.24 b	0.94 b	8.76 a	0.70	0.47	0.22 b	0.85 ab	13.9	54.7 a	0.53	3.10	23.8	32.5	3.65
<i>Significance</i>	***	*	***	ns	ns	***	*	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns



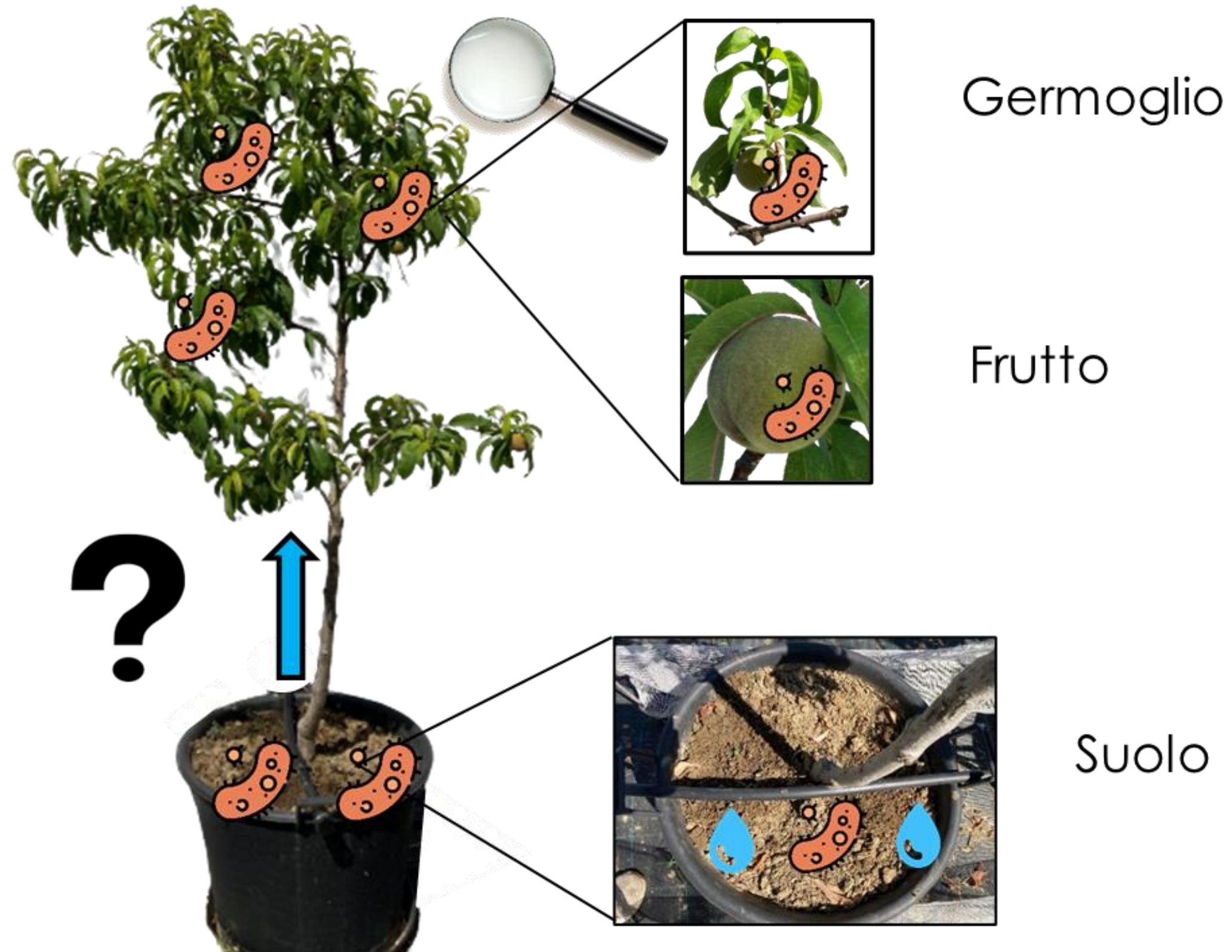
Pianta: resa e qualità



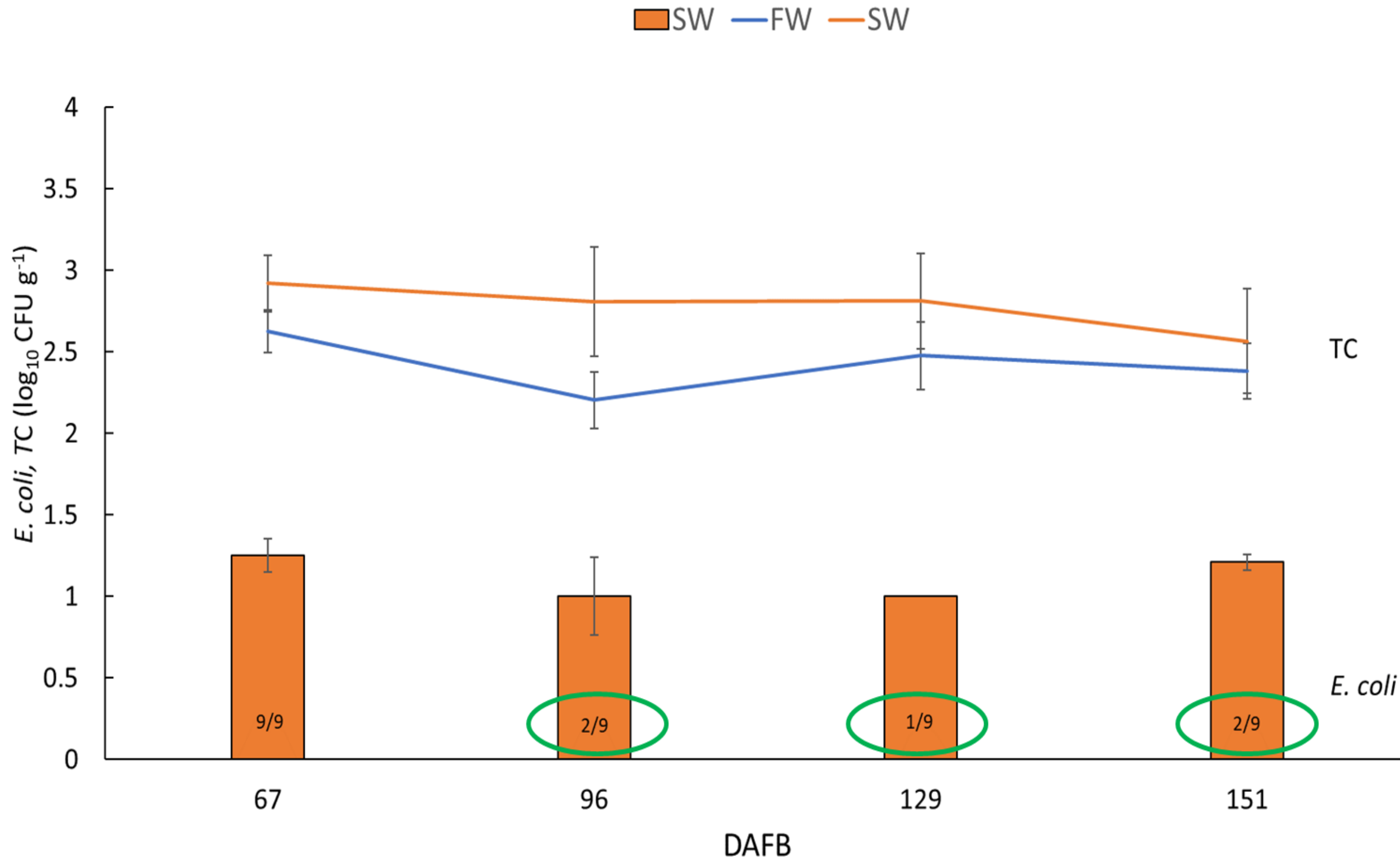
Treatment	Yield (kg tree ⁻¹)	Firmness (kg cm ⁻²)	DA	pH	TA (g l ⁻¹)	SST (°Brix)	DM %
FW+F	4.60 a	6.31 a	0.64 a	3.50 b	7.57 a	14.5	15.3
SW+F	4.11 a	6.48 a	0.63 a	3.55 b	8.15 a	14.5	15.4
SW	3.53 b	4.00 b	0.27 b	3.67 a	6.26 b	14.4	15.6
<i>Significance</i>	**	***	***	***	***	ns	ns

- Differenze non significative per la maggior parte dei parametri di qualità tra FW+F e SW+F
- Qualità dei frutti significativamente inferiore per SW

Aspetti microbiologici

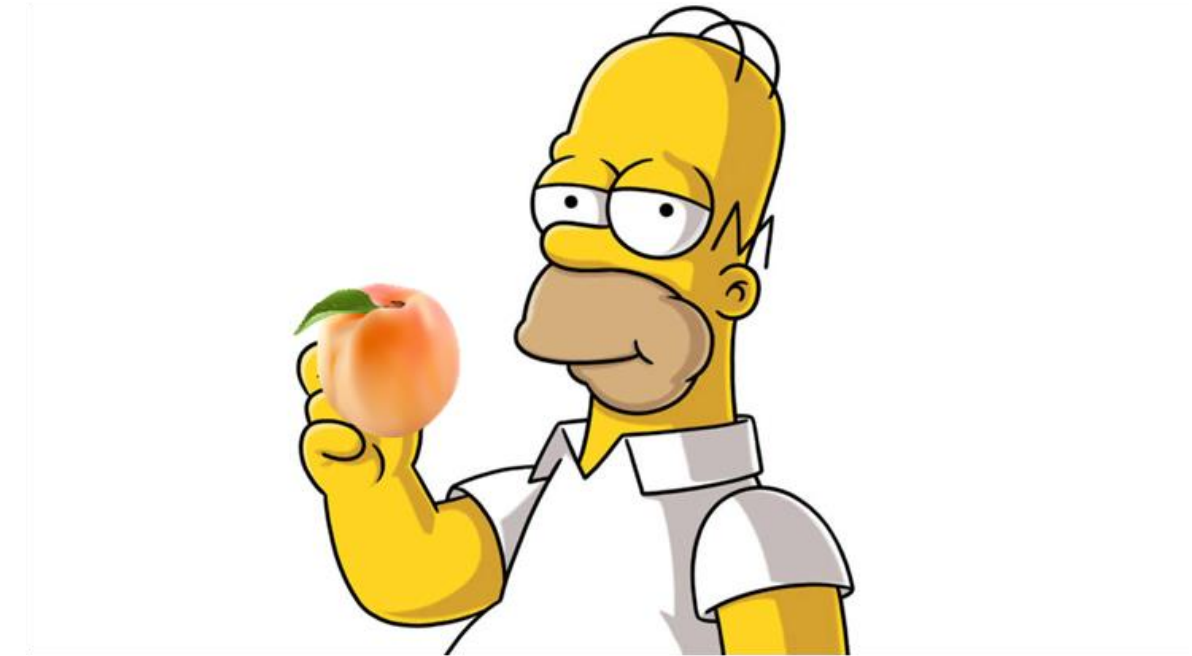
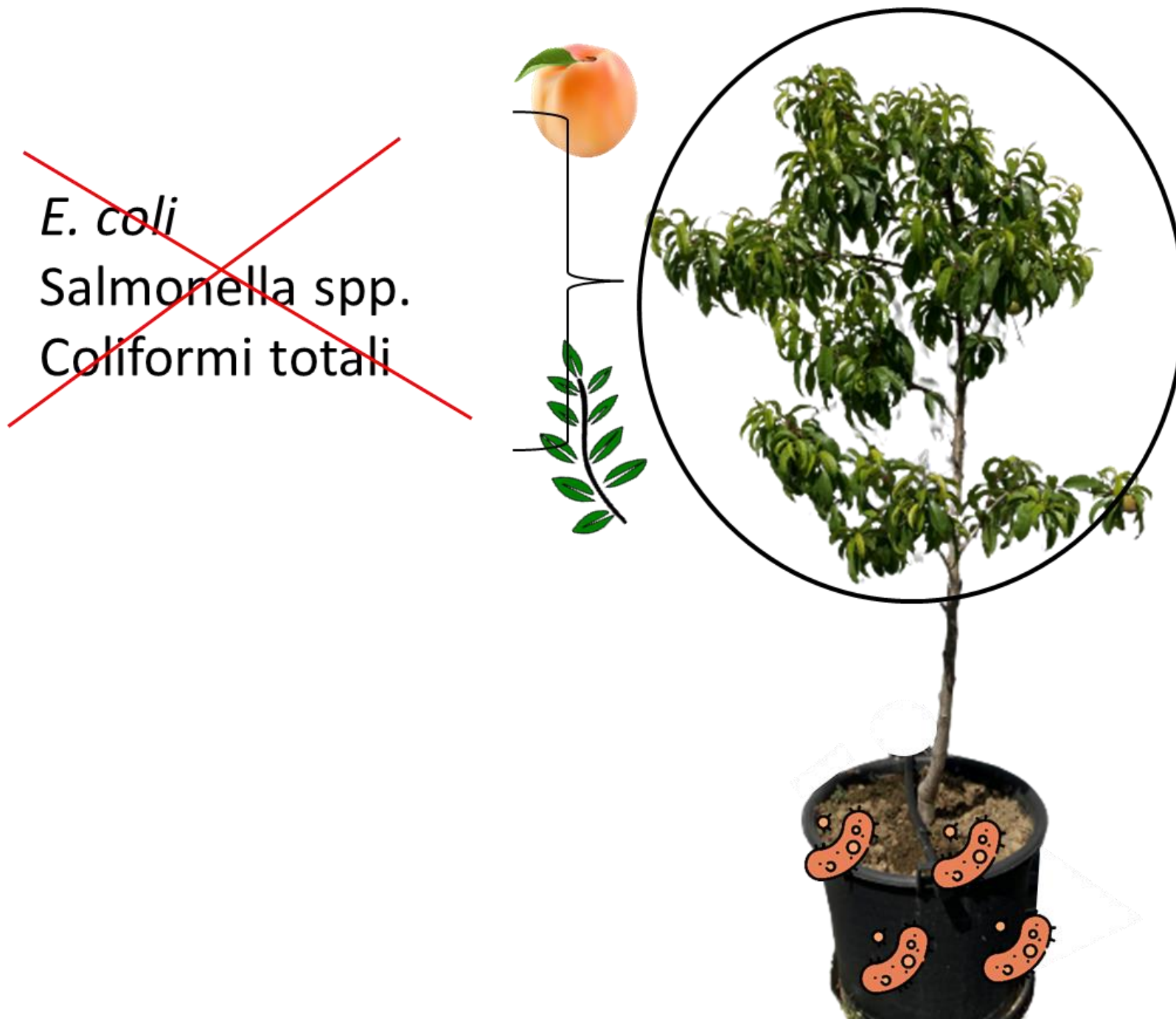


E. coli e Coliformi totali (suolo)



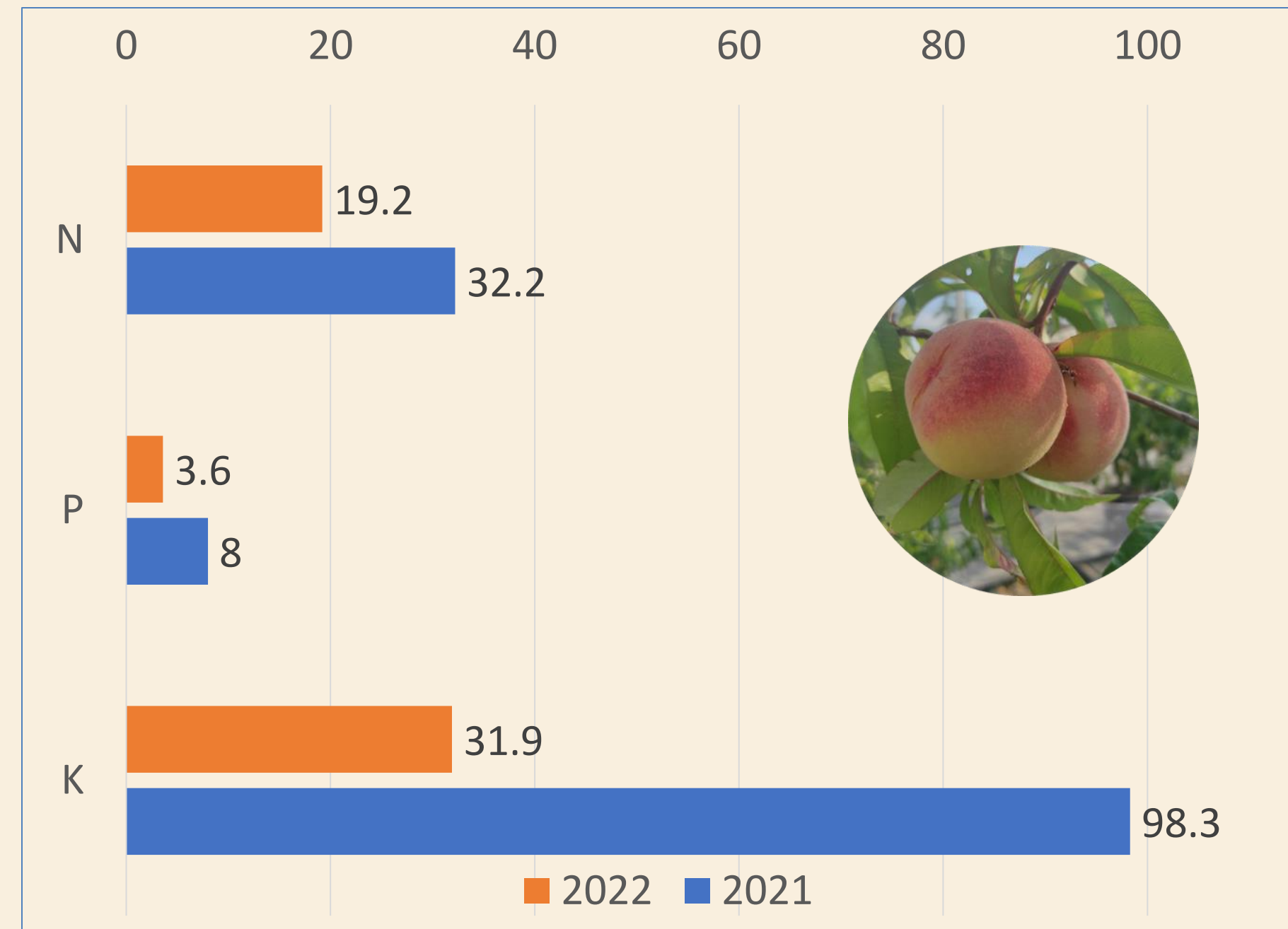
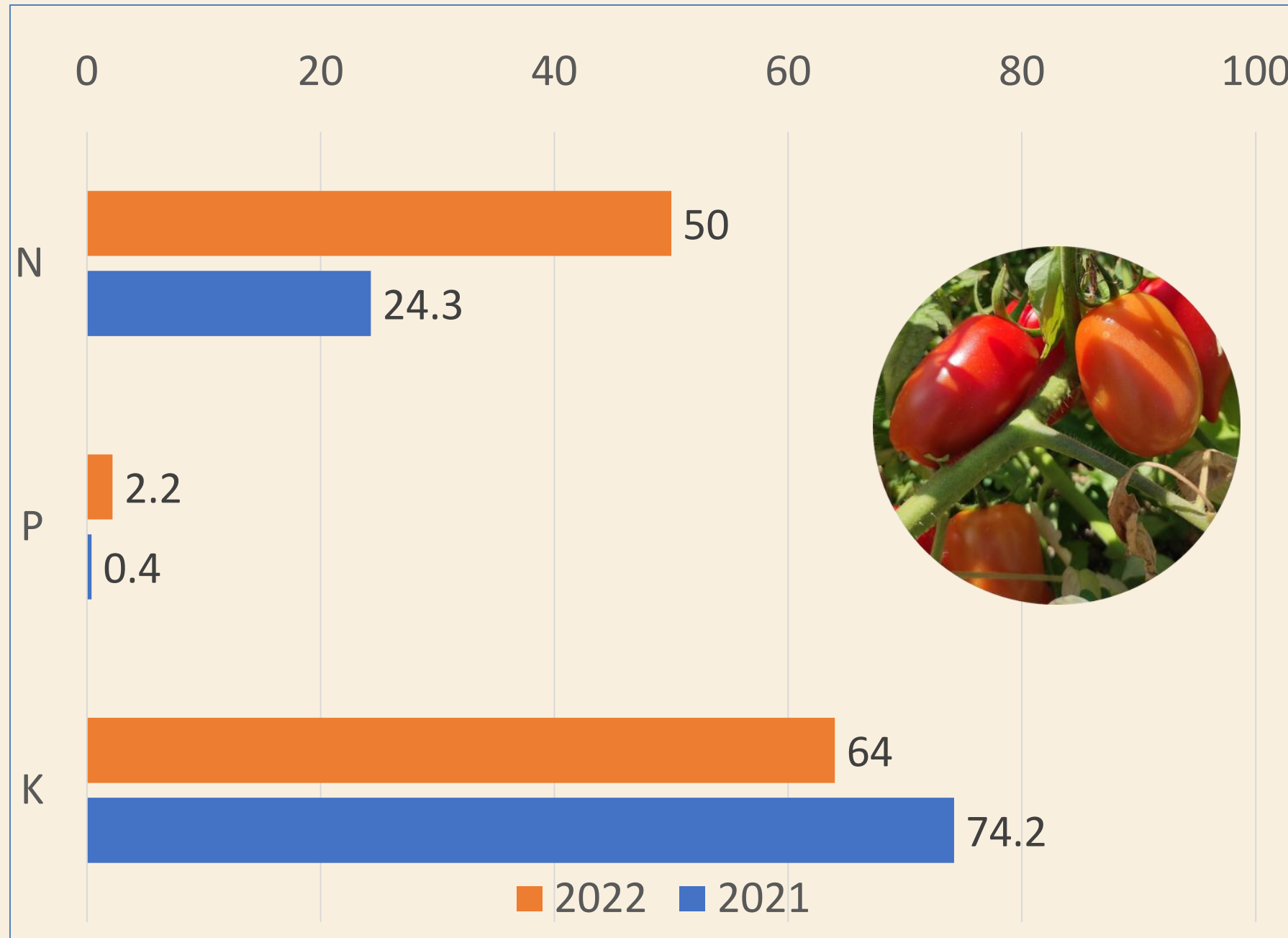
- *E. coli* riscontrati in pochi campioni di suolo durante la stagione
- **Coliformi totali** hanno mantenuto pressoché la stessa concentrazione durante la stagione e tra SW e FW

Aspetti microbiologici (pianta)



Non è stata riscontrata la presenza di microrganismi patogeni nei tessuti vegetali: prodotto sicuro

Risparmio di macronutrienti



Considerazioni (applicative) finali

Nell'utilizzo di questa tipologia di risorse idriche saranno necessari accurati piani di **monitoraggio** e **gestionali** nel **medio-lungo** termine, per:

- massimizzarne gli effetti positivi
- ridurre eventuali effetti **avversi/problematiche** (es. salinizzazione e sodicizzazione suoli, CECs, batteri)



Qualità delle acque reflue impiegate

Alternanza di fonti irrigue

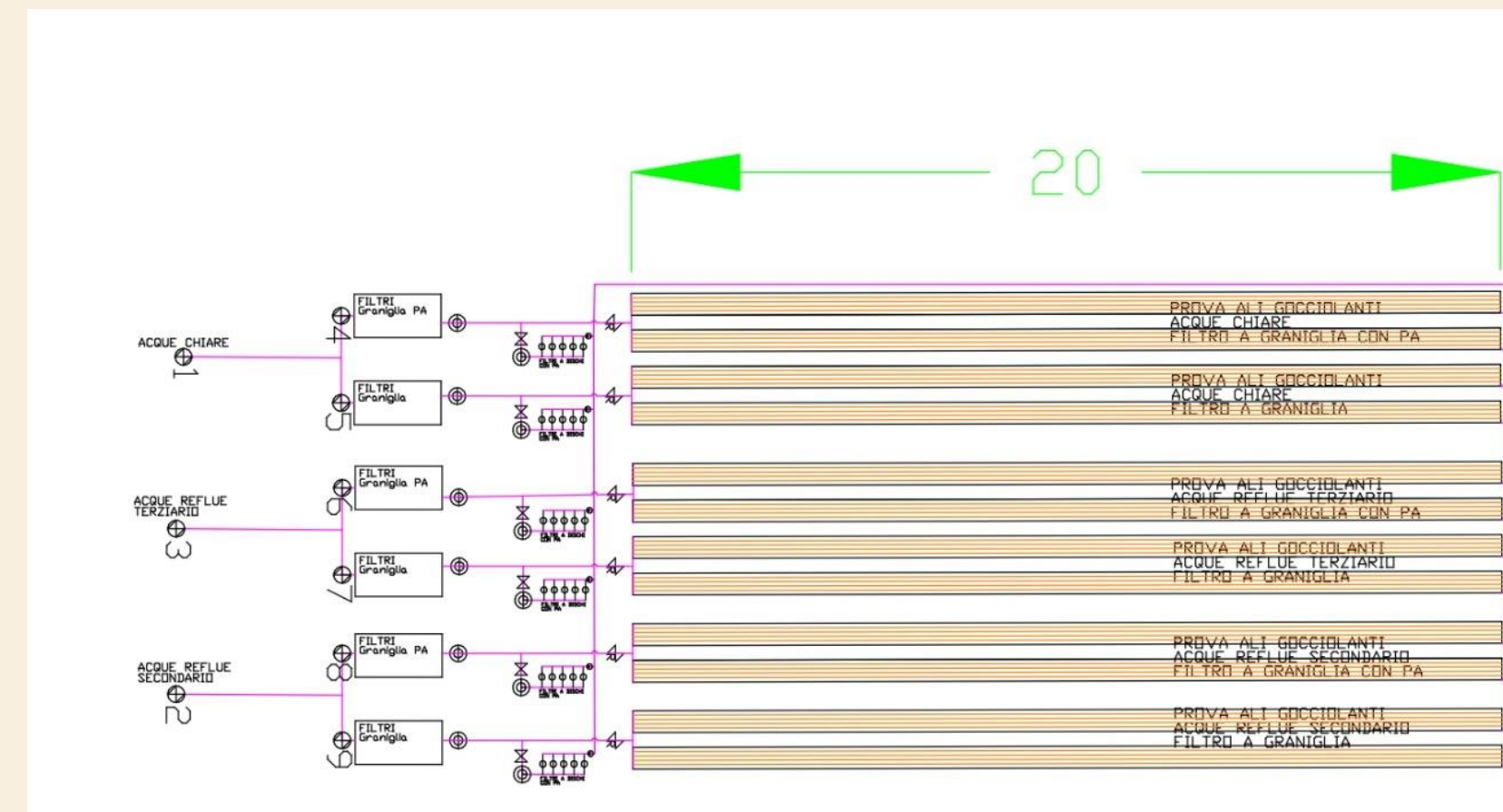
Programmi di somministrazione dei nutrienti a livello aziendale

Infrastrutture per la distribuzione delle acque

$$Riuso = (acqua) \times (suolo) \times (specie_{portinnesto}) \times ambiente$$

Progetti di ricerca futuri

- Nel caso di riutilizzo delle acque reflue depurate è importante investigare la presenza di CECs al loro interno e anche la loro distribuzione nel sistema acqua-suolo-pianta.
- La formazione del biofilm, dovuta alla presenza nelle acque reflue di nutrienti e di materiale organico, può favorire l'occlusione degli erogatori (es. gocciolatori), limitandone la pratica di riutilizzo.
- Le ali gocciolanti IRRITEC utilizzano additivi specifici e antibatterici allo scopo di ridurre la formazione di biofilm e assicurare, quindi, volumi erogati costanti nel tempo.





Grazie per l'attenzione

attilio.toscano@unibo.it