

La serra HT-HG: tecniche e tecnologie per la gestione di precisione delle colture protette

Progetto HT-HG «*High Tech - House Garden*»

La coltivazione in serra del futuro: l'*high tech* al servizio dell'ortoflorovivaismo toscano

Pescia

7 Novembre 2019

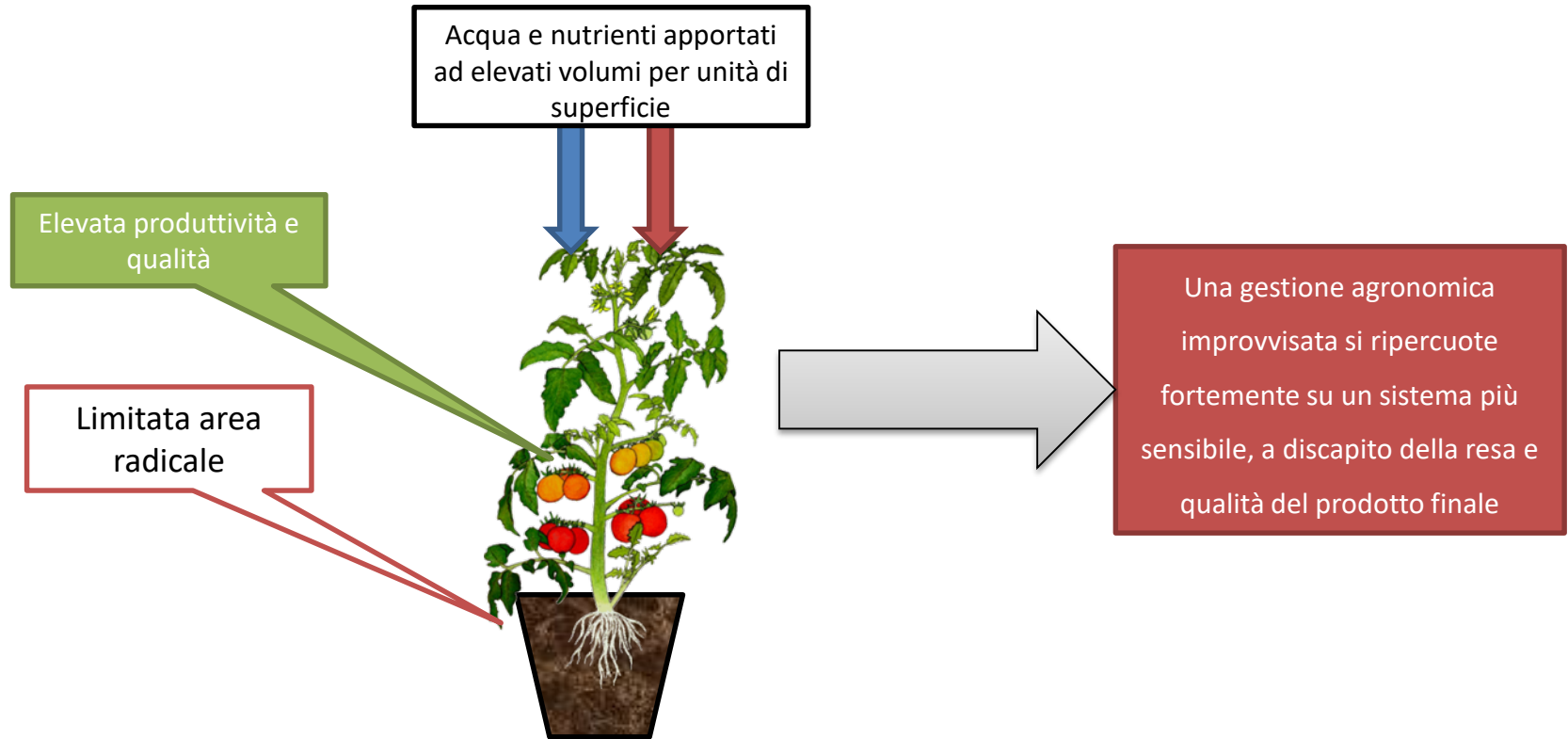
¹Daniele Massa, ¹Cacini S., ¹Cannazzaro S., Di Lonardo S.², Burchi G.

¹CREA Research Centre for Vegetables and Ornamentals, Council for Agricultural Research and Economics, Pescia, Italy

²Research Institute on Terrestrial Ecosystems-National Research Council (IRET-CNR), Firenze, Italy



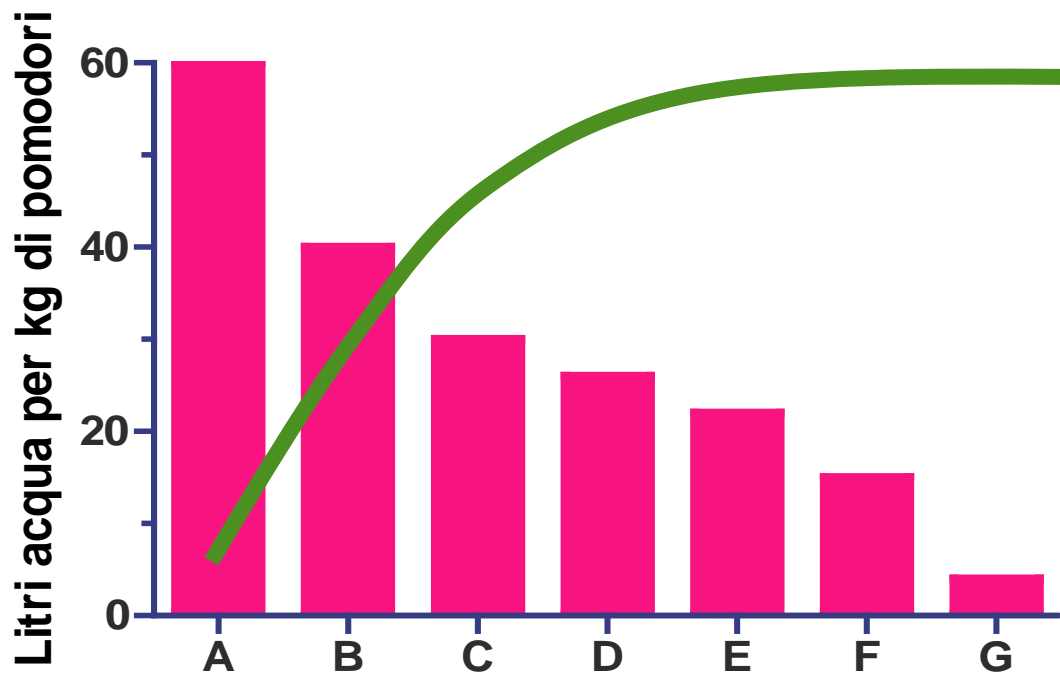
Sistemi di coltivazione intensivi in coltura protetta



- Elevati costi iniziali soprattutto per impianti fuori suolo
- Maggiore preparazione tecnica degli operatori: l'uso di apparecchiature talora sofisticate, prevede una conoscenza adeguata degli strumenti per poterne usufruire in maniera adeguata e senza recare danno alla coltura.
- Smaltimento dei substrati, materiali plastici, ecc.
- Percezione del prodotto da parte del consumatore: colture artificiali
- Ridotto "volano" culturale



maggiore efficienza \neq maggiore produzione



Fuori suolo con
riuso del drenato

Controllo avanzato del clima

Coltura protetta



- **A:** Israele & Spagna, pieno campo, irrigazione a goccia
- **B:** Spagna, serra fredda in polietilene “parral”
- **C:** Israele, serra fredda in vetro
- **D:** Spagna, serra fredda in polietilene, controllo della ventilazione
- **E:** Olanda, serra in vetro, riscaldamento, CO₂
- **F:** Olanda, come sopra ma con riuso del drenato
- **G:** Olanda, “serra chiusa” con completo controllo climatico e recupero delle acque (drenato + traspirazione)



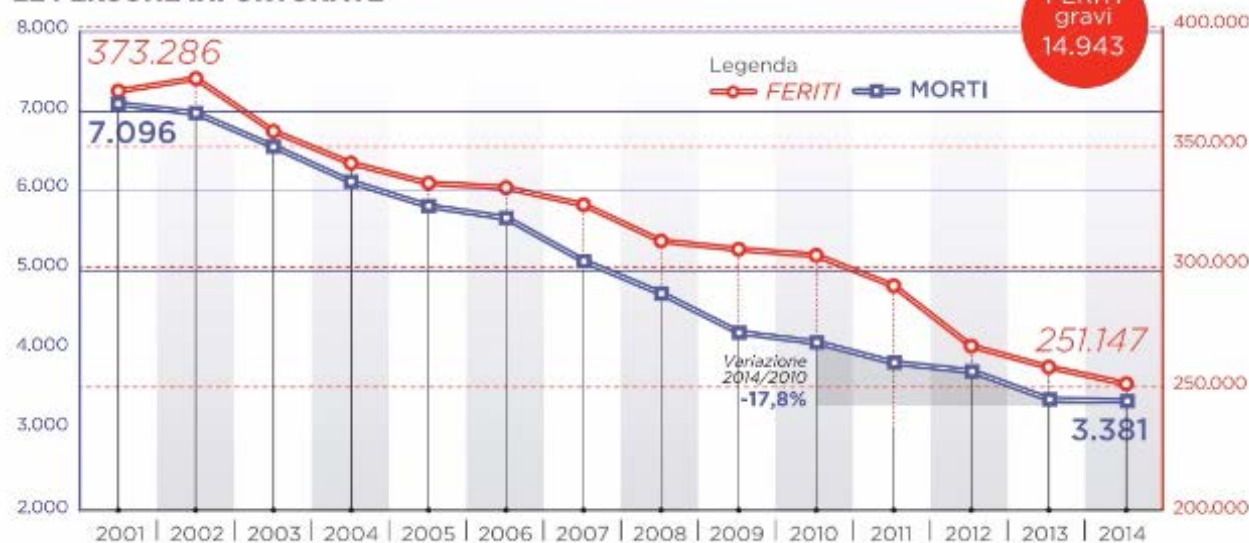
Serra HT-HG: produzione vs efficienza



X 10



LE PERSONE INFORTUNATE





HT-HG: tecnologie adottate

- Sistemi di coltivazione intensiva
- Sensori prossimali
 - Rete di monitoraggio del clima (temperature, umidità, radiazione)
 - Umidità zona radicale: sensori FDR
 - Analisi del drenato e/o della soluzione ricircolata: sensori ISE (NO_3 , Cl, Na), pH, EC, redox (ORP)
 - Sensori ottici: camera multispettrale (VIS-NIR)
- Modelli di simulazione per la gestione delle colture
- Tecnologie al plasma freddo (NTP, *non-thermal plasma*)
 - Trattamento dell'acqua insufflando aria trattata nell'impianto di irrigazione/fertirrigazione
 - Trattamento dell'aria

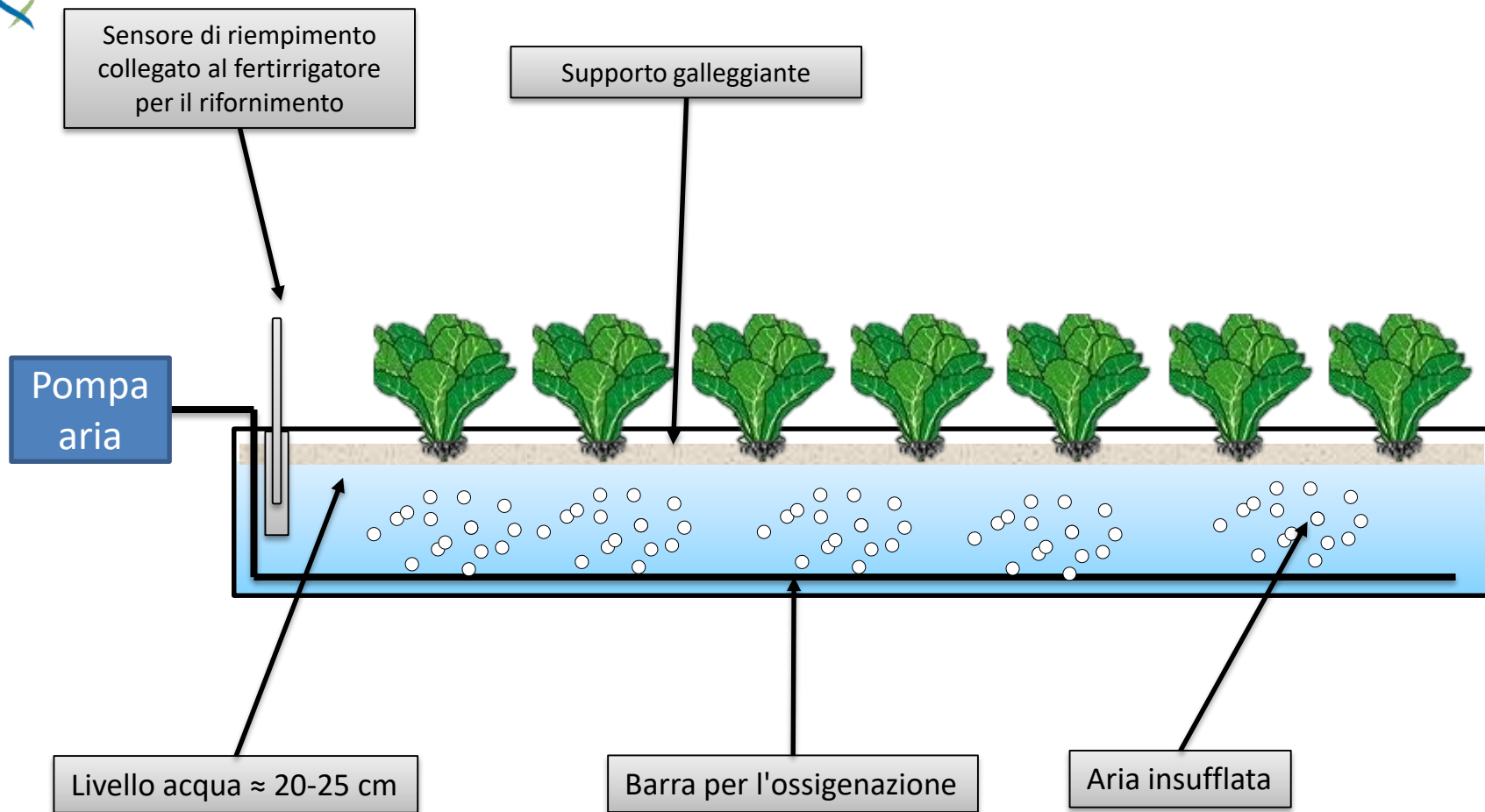


Intensificazione di una coltura



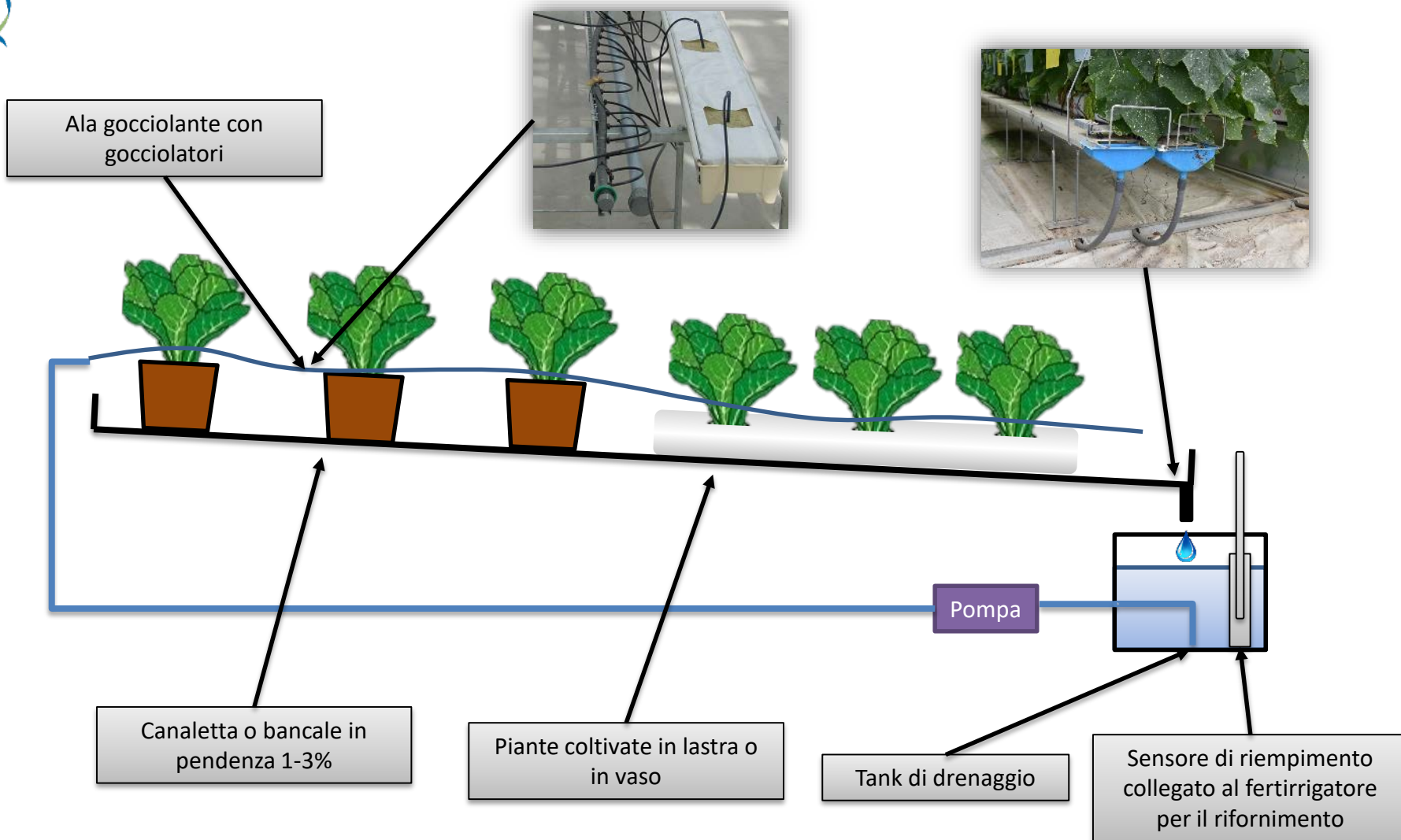


Impianti fuori suolo in coltura liquida: il *floating system*





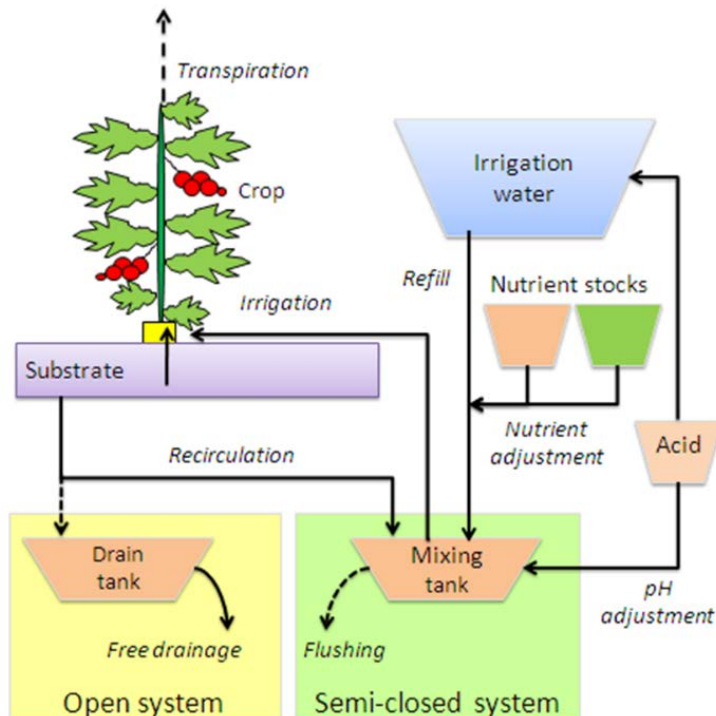
Impianti fuori suolo in substrato: irrigazione a goccia





Cicli chiusi e cicli aperti

- Ciclo chiuso: unico input la soluzione nutritiva (SN) erogata e unico output la SN assorbita dalla pianta
- Ciclo aperto: unico input la soluzione nutritiva di rifornimento mentre gli output sono la SN assorbita dalla pianta e quella persa per drenaggio dalla zona radicale
- Ciclo semi-chiuso....



Cicli aperti

- (+) minori costi
- (+) gestione più semplice
- (-) spreco acqua e nutrienti
- (-) impatto ambientale

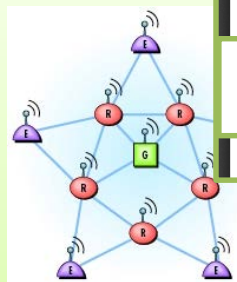
Cicli chiusi

- (+) risparmio acqua e nutrienti
- (+) minore impatto ambientale
- (-) gestione complessa
- (-) maggiori costi iniziali
- (-) rischi fitopatologici

SETUP

The cover features a vibrant image of red tomatoes on a vine. To the right is the EIP-AGRI logo, a stylized sunburst. The title "EIP-AGRI Focus Group CIRCULAR HORTICULTURE" is prominently displayed, followed by the subtitle "Mini-paper – Monitoring and metrics to boost circularity in horticulture". The authors' names are listed below: "Els Berckmoes, Joaquim Miguel Costa, Sara Di Lonardo, Juan José Magán, Daniele Massa, Irene Vänninen". The word "Introduction" is at the bottom left of the cover.

EIP-AGRI Focus Group CIRCULAR HORTICULTURE
Mini-paper – Monitoring and metrics to boost circularity in horticulture
Els Berckmoes, Joaquim Miguel Costa, Sara Di Lonardo, Juan José Magán, Daniele Massa, Irene Vänninen
Introduction



https://ec.europa.eu/eip/agriculture/sites/agri-eip/files/fg27_mini-paper_monitoring_metrics_2019_en.pdf

characterization (quality) and the quantification (amount and timing) of both inputs and outputs are the basal information to reach high degree of circularity and consequently economic and

MONITORING NET

CORE



CONTROL PANELS



OUTPUTS

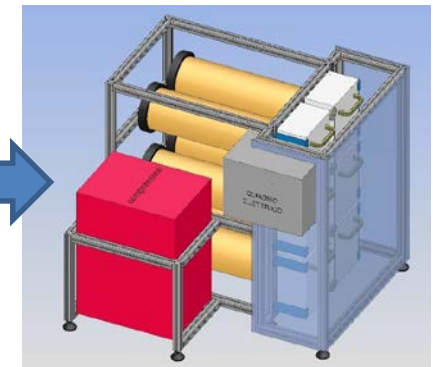
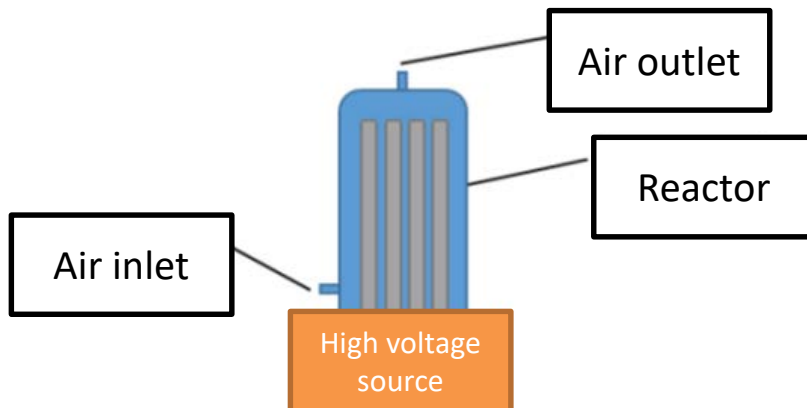
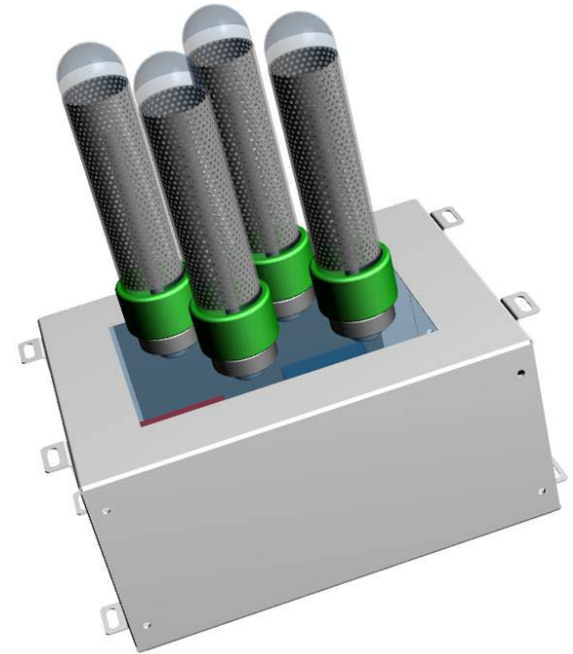
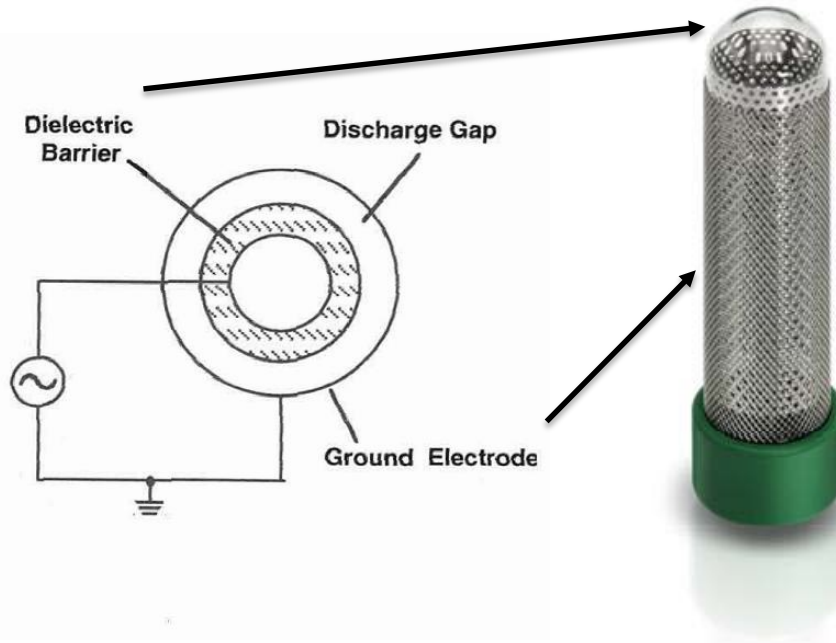


DEVICE CONTROL





Dispositivi NTP: principio di funzionamento





Possibili risvolti di applicazioni NTP in agricoltura

- L'aria trattata con NTP è ricca in specie reattive dell'N (RNS) e O_2 (ROS) come O_3 che hanno un effetto ossidativo sulle molecole organiche esercitando una azione disinfettante (riduzione del BOD, contaminazioni microbiche, ecc.)
- La presenza di ROS e RNS esogeno può causare nella pianta la stimolazione di biometaboliti secondari
 - aumento TSS/°Brix
 - Aumento in polifenoli e altre sostanze antiossidanti
 - ...



Molti esempi in letteratura...ma?

Plasma Medicine, 5(2–4): 87–98 (2015)

Nonthermal Plasma Reduces Water Consumption While Accelerating *Arabidopsis thaliana* Growth and Fecundity

B. Peethambaran,^{1,*} J. Han,² K. Kermalli,¹ J. Jiaxing,¹ G. Fridman,²
R. Balsamo,³ A. Fridman,² & V. Miller²

Plasma Medicine, 6(3–4): 413–427 (2016)

Non-thermal Plasma Treatment of Flowing Water: A Solution to Reduce Water Usage and Soil Treatment Cost without Compromising Yield

J. Brar,^a J. Jiang,^a A. Oubari,^b P. Ranieri,^b A. Fridman,^b G. Fridman,^b V. Miller,^b & B. Peethambaran^{a,*}

OPEN ACCESS Freely available online



Non-Thermal Plasma Treatment Diminishes Fungal Viability and Up-Regulates Resistance Genes in a Plant Host

Kamonporn Panngom^{1,3}, Sang Hark Lee², Dae Hoon Park⁴, Geon Bo Sim^{1,3}, Yong Hee Kim¹,
Han Sup Uhm^{1,3,4}, Gyungsoon Park^{1,3,4*}, Eun Ha Choi^{1,3,4*}

RSC Advances



PAPER

View Article Online
View Journal | View Issue



Cite this: *RSC Adv.*, 2017, 7, 1822

Enhanced seed germination and plant growth by atmospheric pressure cold air plasma: combined effect of seed and water treatment

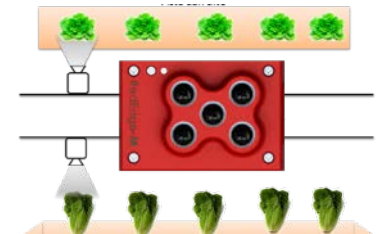
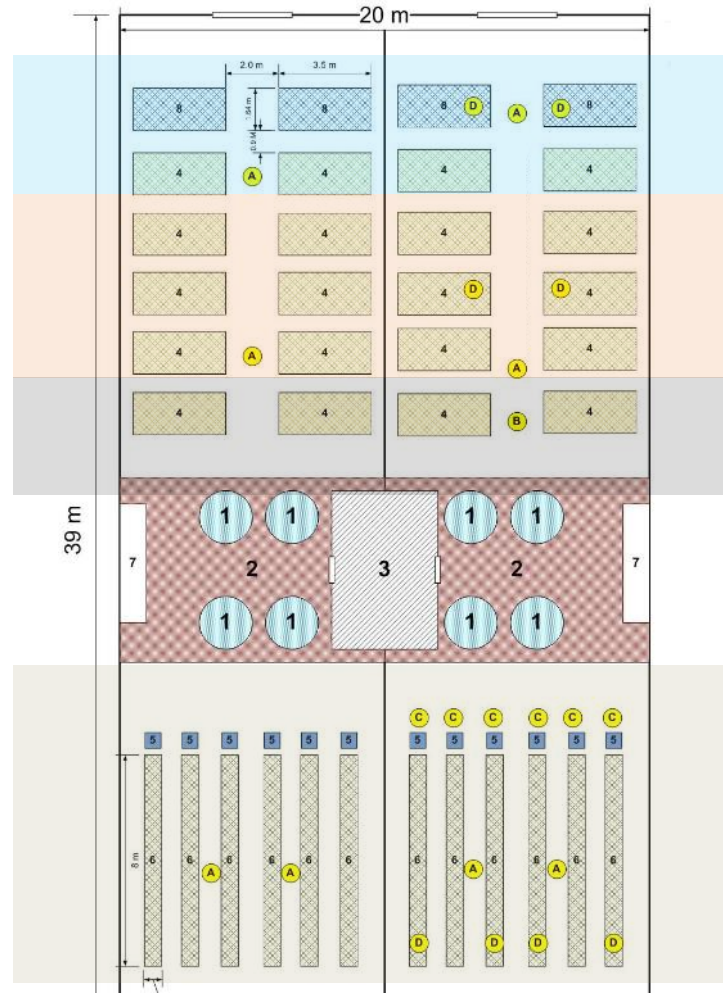
L. Sivachandiran^{ab} and A. Khacef^{*a}

22nd International Symposium on Plasma Chemistry
July 5-10, 2015; Antwerp, Belgium

Non-equilibrium plasmas in agriculture

J. Han¹, B. Peethambaran², R. Balsamo³, A. Fridman¹, A. Rabinovich¹, V. Miller¹ and G. Fridman¹

La serra sperimentale



Lato base (standard)

Lato "High-tech"



Esperimento 1F: coltivazione in vaso di piante ornamentali nel periodo autunnale

- Gli obiettivi specifici per ogni specie testate sono stati:
 - valutazione del trattamento NTP in presenza di stress nutrizionale e condizioni di crescita ottimali (nutrizione standard) rispetto a un controllo non trattato
 - valutazione del trattamento NTP su cultivar con diversa suscettibilità ai patogeni rispetto al controllo non trattato
 - *Primula vulgaris* e *Viola tricolor*
 - Parametri biometrici, analisi dei substrati



| Trattamento acqua di irrigazione | Regime di fertirrigazione | Varietà | Trattamento |
|----------------------------------|---------------------------|------------|-------------|
| Non-Thermal Plasma (NTP) | Standard (HF) | Rossa (R) | T1 |
| | | Bianca (B) | T2 |
| | Basso (LF) | Rossa (R) | T3 |
| | | Bianca (B) | T4 |
| Controllo non trattato (CTR) | Standard (HF) | Rossa (R) | T5 |
| | | Bianca (B) | T6 |
| | Basso (LF) | Rossa (R) | T7 |
| | | Bianca (B) | T8 |



Esperimento 2F: coltivazione in vaso di piante ornamentali nel periodo autunnale-invernale

- Gli obiettivi specifici del test sono stati:
 - valutazione del trattamento NTP in presenza di stress nutrizionale e condizioni di crescita ottimali (nutrizione standard) rispetto a un controllo non trattato
 - valutazione del trattamento NTP su un substrato alternativo alla torba per la coltivazione del ranuncolo
 - *Ranunculus asiaticus*
 - Parametri biometrici, analisi elementare dei tessuti, analisi dei substrati



| Trattamento acqua di irrigazione | Regime di fertirrigazione | Substrato | Trattamento |
|----------------------------------|---------------------------|--------------------|-------------|
| Non-Thermal Plasma (NTP) | Standard (HF) | Torba/Perlite (TP) | T1 |
| | | Cocco/Perlite (CP) | T2 |
| | Basso (LF) | Torba/Perlite (TP) | T3 |
| | | Cocco/Perlite (CP) | T4 |
| Controllo non trattato (CTR) | Standard (HF) | Torba/Perlite (TP) | T5 |
| | | Cocco/Perlite (CP) | T6 |
| | Basso (LF) | Torba/Perlite (TP) | T7 |
| | | Cocco/Perlite (CP) | T8 |



Esperimento 3F: coltivazione in vaso di piante ornamentali nel periodo primaverile

- Gli obiettivi specifici del test sono stati:
 - valutazione del trattamento NTP in presenza di stress nutrizionale e condizioni di crescita ottimali (nutrizione standard) rispetto a un controllo non trattato
 - valutazione del trattamento NTP su un substrato alternativo alla torba
 - *Gerbera jamesonii*
 - Parametri biometrici, analisi elementare dei tessuti, analisi dei substrati, analisi dei drenati



| Trattamento acqua di irrigazione | Regime di fertirrigazione | Substrato | Trattamento |
|----------------------------------|---------------------------|-----------------------|-------------|
| Non-Thermal Plasma (NTP) | Standard (HF) | Torba/Perlite (TP) | T1 |
| | | Compost/Perlite (CMP) | T2 |
| | Basso (LF) | Torba/Perlite (TP) | T3 |
| | | Compost/Perlite (CMP) | T4 |
| Controllo non trattato (CTR) | Standard (HF) | Torba/Perlite (TP) | T5 |
| | | Compost/Perlite (CMP) | T6 |
| | Basso (LF) | Torba/Perlite (TP) | T7 |
| | | Compost/Perlite (CMP) | T8 |



Esperimenti 1O e 2O: coltivazione in coltura idroponica di piante orticole nel periodo autunnale-invernale-primaverile

- Gli obiettivi specifici del test sono stati:
 - Valutazione agronomica di specie orticole (lattuga) sottoposte a trattamenti NTP
- 1° ciclo di coltivazione
 - Trattamento di controllo nella serra standard (CTR)
 - 2 Trattamenti NTP
- 2° ciclo di coltivazione
 - Trattamento di controllo nella serra standard (CTR)
 - 2 Trattamenti NTP



Esperimenti 1O e 2O: coltivazione in coltura idroponica di piante orticole nel periodo autunnale-invernale-primaverile

- Monitoraggio giornaliero della zona radicale: pH, EC, assorbimento idrico
- Parametri biometrici, analisi elementare dei tessuti
- Analisi eco-fisiologiche
- Valutazione della post-raccolta



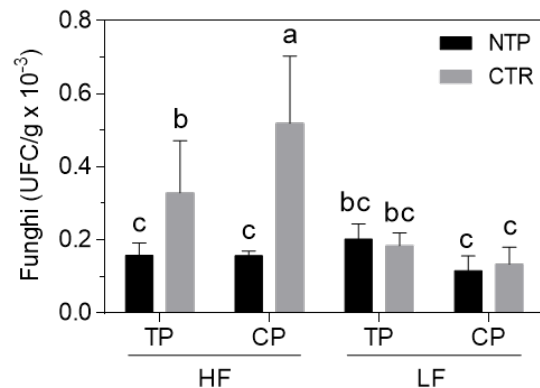


Risultati produttivi e qualitativi

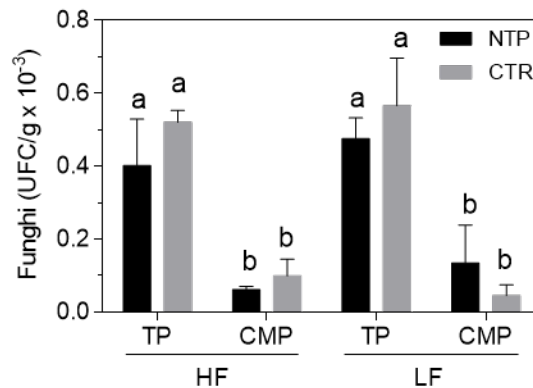
- Nessun peggioramento qualitativo o produttivi in presenza di trattamenti NTP nelle coltivazioni in vaso
- Peggioramento produttivo nelle colture in idroponica con sovradosaggio (risposta della pianta allo stimolo)
- Differenze eterogenee nello sviluppo della pianta in presenza di trattamento NTP in termini migliorativi
- Nessuna interazione tra tipologia di substrato e trattamento NTP nelle colture in vaso
- Nessuna influenza negativa del trattamento NTP sulla nutrizione della pianta
- Tendenza a minore traspirazione ma nessun effetto significativo sulla WUE
- Nessuna influenza negativa dei trattamenti NTP sulla valutazione post-raccolta in lattuga
- Generale miglioramento delle condizioni fitosanitarie



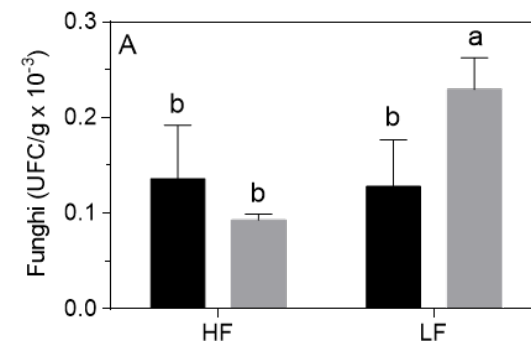
Risultati sull'ambiente di crescita



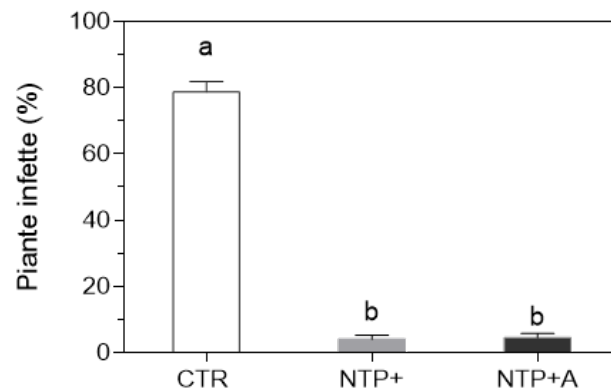
Ranuncolo



Gerbera



Primula



Effetto dei trattamenti su un attacco di peronospora (*Bremia lactucae*) comparso a incipiente raccolta nel secondo esperimento 20. Stima della % di infezione e potenziale raccolto al netto delle perdite stimate al 60% delle piante infettate.



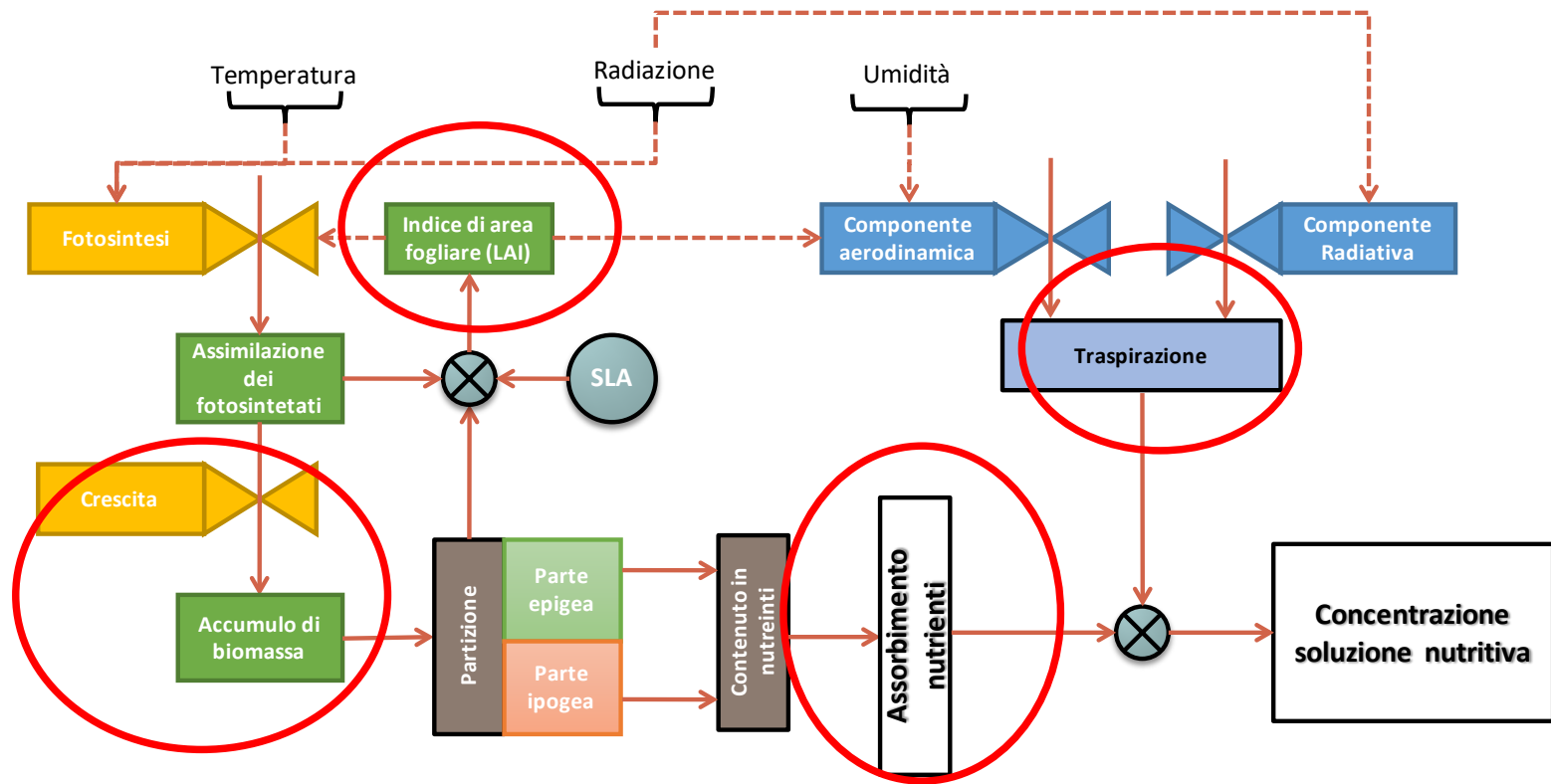
Esperimento 3O: coltivazione in coltura idroponica di piante orticole nel periodo autunnale-estivo

- Obiettivi della sperimentazione
 - Sviluppo di un modello di simulazione
 - Pilotaggio dell'irrigazione con sensori
- I tre cicli di coltivazione hanno così permesso di raccogliere informazioni su:
 - una coltura tipo raccolta precocemente e coltivata in condizioni climatiche di temperature miti e bassa radiazione (autunno-inverno);
 - una coltura tipo raccolta a maturazione commerciale e coltivata in condizioni di temperature miti e radiazione di media intensità (inverno-primavera);
 - una coltura tipo raccolta in sovra-maturazione e coltivata in condizioni di temperature elevate e radiazione di elevata intensità (primavera-estate)
- Parametri biometrici attraverso rilievi distruttivi a cadenza temporale
- Monitoraggio ambientale





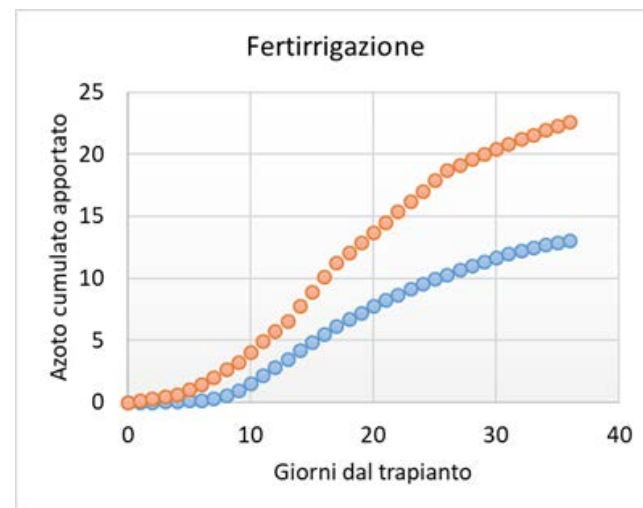
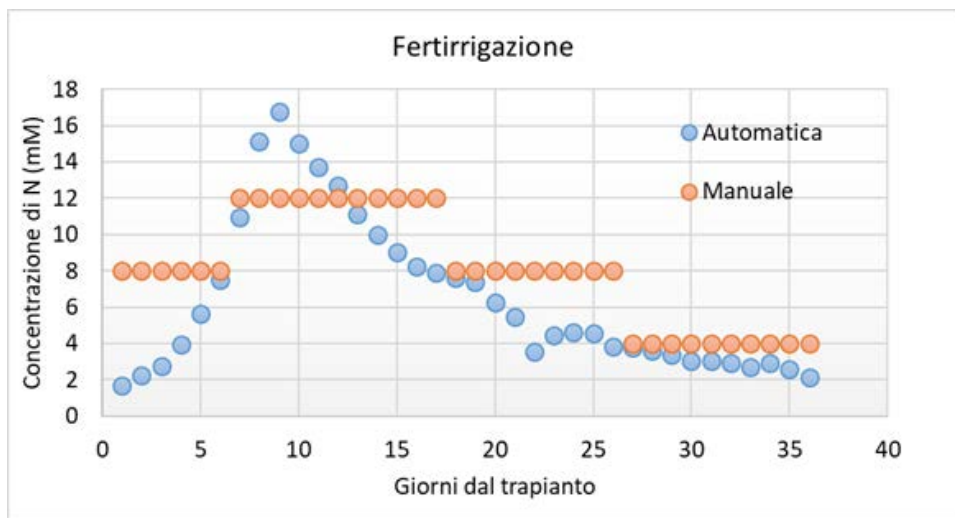
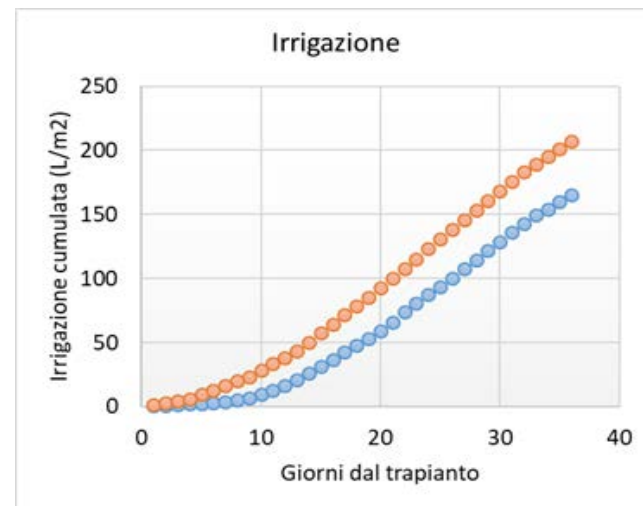
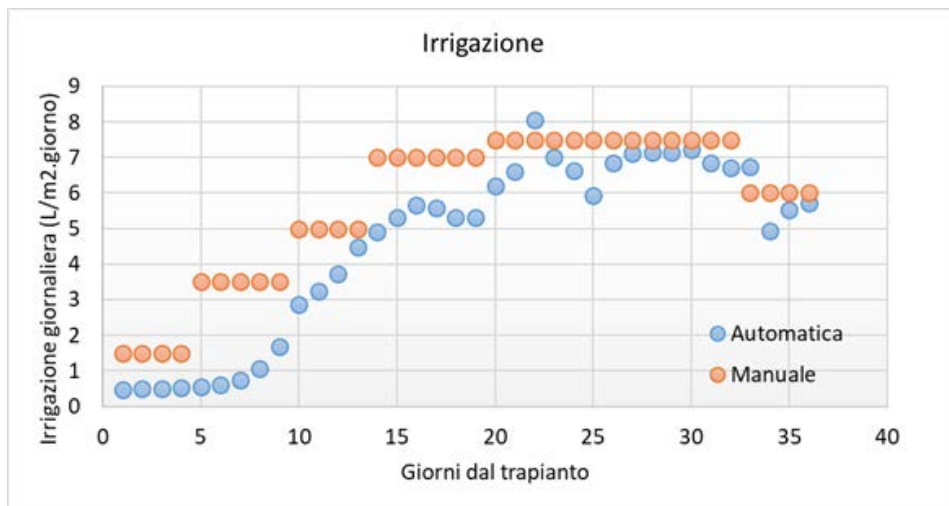
Esperimento 30: coltivazione in coltura idroponica di piante orticole nel periodo autunnale-estivo



Schema di funzionamento del modello per la stima delle asportazioni di nutrienti e assorbimento idrico nella serra High-Tech. In rosso sono cerchiati i parametri più rilevanti alla fine della gestione agronomica della serra evidenziati nel report.



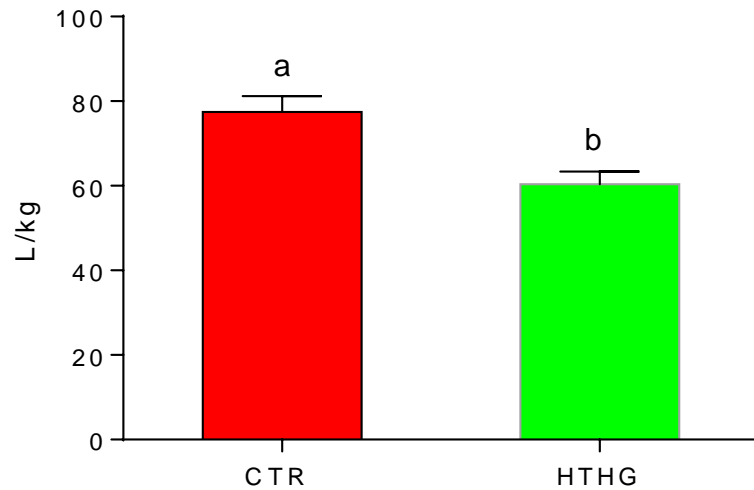
Risultati sistemi di monitoraggio e modelli di simulazione



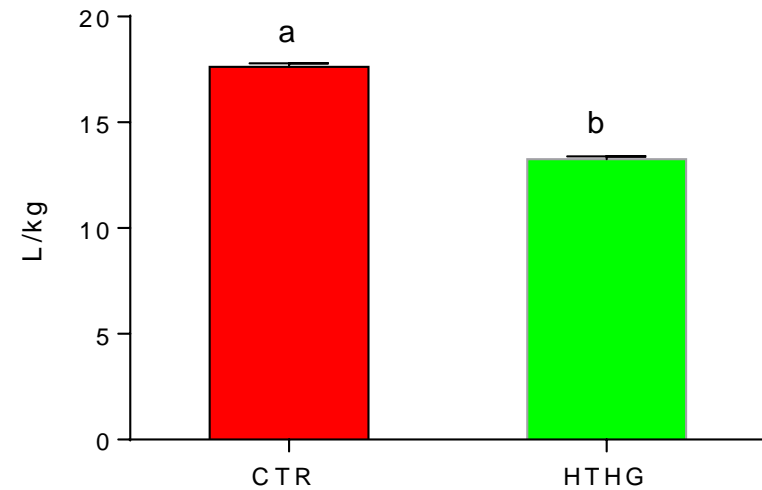


Sostenibilità della serra HT-HG

Water footprint piante ornamentali



Water footprint piante ortive



- I sistemi NTP mostrano potenzialità per il controllo fitosanitario delle colture intensive. Costi? Dosaggi? Effetto nella zona radicale e parte aerea?
- I sistemi NTP inducono risposte biometaboliche eterogenee nella pianta in funzione della specie e dei dosaggi
- I sistemi di monitoraggio implementati nella serra HT-HG sono strategici per un preciso controllo della nutrizione e irrigazione della pianta
- Il concetto di sistema integrato simulatori+sensori sembra una strategia vincente per perseguire obiettivi di efficienza e sostenibilità ambientale ed economica di colture intensive



...grazie per l'attenzione...



...domande?

daniele.massa@crea.gov.it