

Giornata di studio:
La sostenibilità nella filiera produttiva frutticola

21 ottobre 2024

Relatori

Paolo Inglese (*coordinatore*), Rossano Massai, Bartolomeo Dichio,
Chiara Traini, Davide Neri, Massimo Tagliavini, Carlo Andreotti,
Lorenzo Gallo

Sintesi

I sistemi frutticoli attuali e futuri devono integrare innovazione tecnologica e servizi ecosistemici, come la conservazione della biodiversità, lo stoccaggio del carbonio, la risposta ai cambiamenti climatici e il mantenimento della qualità paesaggistica. La sfida è aumentare il valore aggiunto del prodotto, riducendo la variabilità di campo, gli scarti e gli input esterni, rafforzando la funzione ecosistemica del frutteto. Abbiamo bisogno di intelligenza (artificiale) ma soprattutto di cultura agronomica. Questi i temi che saranno trattati nella Giornata di studio organizzata dall'Accademia dei Georgofili in collaborazione con il Collegio Nazionale degli Agrotecnici e degli Agrotecnici Laureati.

ROSSANO MASSAI¹, BARTOLOMEO DICHIO²

Irrigazione di precisione in frutticoltura: aspetti tecnici e strategie di gestione

¹ Accademia dei Georgofili; Università di Pisa

² Università degli Studi della Basilicata

Gli effetti dei cambiamenti climatici sui bilanci idrologici territoriali rappresentano un grave problema a livello planetario sia per la scarsità idrica, spesso drammatica, che per l'eccesso di acque meteoriche, con le conseguenti devastazioni idrogeologiche.

A livello aziendale, la limitata conoscenza delle richieste idriche delle colture determina spesso sia un eccesso di irrigazione, con sensibile spreco di una risorsa limitata e causando un'elevata pressione sull'ambiente, sia perdite di produttività per situazioni di stress idrico. Per gestire correttamente gli apporti

irrigui, occorre puntare quindi su un uso sostenibile dell'acqua in modo da destinare quella di migliore qualità agli usi potabili.

In frutticoltura l'irrigazione è un fattore chiave per massimizzare le rese e ottenere produzioni di qualità; il suo uso deve però garantire l'equilibrio nell'agroecosistema e le sue funzioni ecologiche, economiche e sociali.

L'irrigazione di precisione è possibile solo integrando le conoscenze di eco-fisiologia del frutteto con le innovazioni tecnologiche (es. *Information Communication Technology* - ICT e *Internet of Things* - IoT), che consentono il monitoraggio costante del sistema Suolo-Pianta-Atmosfera anche con l'uso di tecnologie di telerilevamento e sensori di prossimità.

Per rendere efficiente l'irrigazione in frutticoltura sarebbe necessario conoscere:

1. il reale fabbisogno irriguo delle colture, per garantire qualità e quantità delle produzioni (massimo profitto), minimizzando la quantità di acqua non produttiva (persa per evaporazione, percolazione e ruscellamento, consumi "di lusso" delle piante);
2. la variazione del fabbisogno in funzione dell'andamento climatico;
3. le fasi fenologiche che consentono una riduzione dell'irrigazione mantenendo massimo il profitto;
4. le caratteristiche pedologiche e il contenuto idrico del suolo nelle diverse zone del frutteto.

Per ottenere queste informazioni sono necessari strumenti flessibili di monitoraggio per fornire un supporto alla decisione irrigua (DSS) che permetta, in tempo reale, di adeguare i parametri sito-specifici e conseguentemente di modificare la programmazione irrigua.

L'intervento prende in considerazione le attuali conoscenze tecniche per la corretta definizione del metodo e del sistema irriguo mettendo a confronto le diverse modalità di approccio alla tematica.

The effects of climate change on territorial hydrological balances represent a serious problem at a global scale both for the often dramatic water scarcity and for the excess of rainfall, with the consequent hydrogeological devastation.

At a farm level, the limited knowledge of the water requirements of crops often determines both an excess of irrigation, with a significant waste of a limited resource and causing a high pressure on the environment, and losses of productivity due to situations of water stress. To correctly manage irrigation supplies, it is there-

fore necessary to focus on a sustainable use of water in order to allocate the best quality water for domestic purposes.

In fruit growing, irrigation is a key factor in maximizing yields and obtaining fruit quality; its use must however guarantee the balance in the agroecosystem and its ecological, economic and social functions.

Precision irrigation is only possible by integrating knowledge of orchard eco-physiology with technological innovations (e.g. Information Communication Technology - ICT and Internet of Things - IoT), which allow constant monitoring of the Soil-Plant-Atmosphere system interface also with the use of remote sensing technologies and proximity sensors.

To make irrigation efficient in fruit growing it would be necessary to know:

- 1) the real irrigation requirement of the orchard, to guarantee quality and quantity of production (maximum profit), minimizing the quantity of non-productive water (lost by evaporation, percolation and runoff, "luxury" consumption of trees);*
- 2) the variation of the requirement according to the climate trend;*
- 3) the phenological phases that allow a reduction in irrigation while maintaining maximum profit;*
- 4) the pedological characteristics and the water content of the soil in the different areas of the orchard.*

To obtain this information, flexible monitoring tools are needed to provide irrigation decision support (DSS) that allows, in real time, to adjust site-specific parameters and consequently to modify irrigation programming.

The presentation takes into account the current technical knowledge for the correct definition of the method and irrigation system by comparing the different ways of approaching the issue.

CHIARA TRAINI¹

Strumenti innovativi di supporto all'irrigazione del nocciolo

¹ Agrotecnica

Nonostante il nocciolo (*Corylus avellana* L.) sia considerata una specie rustica, quindi in grado di adattarsi anche a territori non vocati per la coltivazione, il fabbisogno irriguo rappresenta un aspetto imprescindibile per lo sviluppo della coltura. Per fronteggiare le problematiche, come scarsa piovosità, eccessive temperature, intensità di pioggia non adeguata, vengono adottati dei sistemi irrigui volti a fornire volumi di adacquamento localizzati e secondo necessità. L'efficacia delle tecniche di agricoltura di precisione e dei metodi irrigui localizzati, può essere implementata con l'adozione di sistemi e strumenti, innovativi, che posso

facilitare la gestione del frutteto. Data l'ampia diffusione di sedi d'impianto con densità sempre più elevate per il nocciolo, si è ritenuto opportuno utilizzare questi strumenti anche per questa specie ottenendo risultati positivi nel management del corileto. Strumenti come le tecnologie UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*), termocamere, sensori di umidità del suolo, Tree-Talkers (dendrometri), possono essere facilmente utilizzati dall'operatore e permettono un monitoraggio "in time" dello status della coltura. Ciascun dispositivo ha funzionalità diverse e permette di verificare parametri differenti come lo stress idrico delle foglie, la temperatura massima raggiunta, la percentuale di umidità del suolo, l'umidità del tronco, la crescita della coltura. L'obiettivo del presente intervento è quello di portare esempi pratici e applicativi di metodi innovativi di supporto ai classici metodi irrigui prendendo come esempio la coltivazione del nocciolo.

*Although the hazelnut (*Corylus avellana* L.) is considered a rustic species, therefore able to adapt even to territories not suited for cultivation, irrigation needs are an essential aspect for the development of the crop. To face problems such as low rainfall, excessive temperatures, inadequate rain intensity, irrigation systems are adopted to provide localized volumes of water according to need. The effectiveness of precision farming techniques and localized irrigation methods can be implemented by adopting innovative systems and tools that can facilitate orchard management. Given the wide spread of planting sites with densities increasingly high for the hazel, it was considered appropriate to use these tools also for this species obtaining positive results in the management of the corylid. Tools such as UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) technologies, thermal cameras, soil humidity sensors, Tree-Talkers (dendrometers), can be easily used by the operator and allow a "in time" monitoring of the crop status. Each device has different functionalities and allows to check different parameters such as water stress of the leaves, the maximum temperature reached, the percentage of soil moisture, the humidity of the trunk, the growth of the crop. The aim of this speech is to provide practical and applied examples of innovative methods of support for traditional irrigation methods, taking as an example the hazelnut cultivation.*

DAVIDE NERI¹

Gestione conservativa del suolo in frutteti intensivi

¹ Università Politecnica delle Marche

La ricerca per una produzione frutticola sostenibile è obbligatoria per affrontare il cambiamento climatico, la riduzione della biodiversità e della fertilità

del suolo, per preservare il reddito degli agricoltori e per aumentare i servizi ecosistemici. I sistemi di produzione intensiva sono caratterizzati da una crescente densità di impianto, fruttificazione precoce, dimensioni ridotte degli alberi, carichi elevati di raccolto, breve durata di vita del frutteto, facile gestione meccanica e frequenti reimpianti.

Queste pratiche danno luogo a un agroecosistema fragile, in cui le radici delle piante faticano a trovare nicchie di terreno adatte per un efficiente assorbimento dei nutrienti. La scarsità di spazio e di risorse limita la plasticità delle radici, riduce la capacità di acclimatarsi a condizioni ambientali in costante cambiamento, con lunghi periodi di alte temperature, siccità o allagamenti e fluttuazioni imprevedibili della disponibilità di nutrienti, e aumenta la vulnerabilità a stress biotici e abiotici. Questo scenario richiede una revisione delle pratiche agronomiche della frutticoltura intensiva e lo sviluppo di approcci più sostenibili per bilanciare l'elevata produttività iniziale con una crescita vegetativa equilibrata. Lo studio di tecniche conservative di gestione del suolo con impiego di pacciamature vive e arieggiatori, in parallelo con quello dell'ecofisiologia, può migliorare il benessere radicale e ottimizzare le produzioni, mitigando al contempo l'impatto degli stress abiotici.

Research for sustainable fruit production is mandatory to face the climate change, the reduction of biodiversity and soil fertility, to preserve farmers' income and to increase ecosystem services. Intensive production systems are characterized by increasing planting density, early fruiting, small tree size, high crop loads, short orchard lifespan, easy mechanical management and frequent replanting. These practices give rise to a fragile agroecosystem, in which plant roots struggle to find suitable soil niches for efficient nutrient absorption. The scarcity of space and resources limits the plasticity of roots, reduces the ability to acclimatize to constantly changing environmental conditions, such as high temperatures, prolonged droughts or flooding, and fluctuations in nutrient availability, with increased vulnerability to biotic and abiotic stresses. This scenario requires a review of agronomic practices in intensive orchards, so that more sustainable approaches can be developed to equalize early productivity with balanced vegetative growth. The study of conservative techniques must go in parallel with that of the root systems to understand the ecophysiology of the entire plant, and improve root well-being optimizing the productive and physiological performance of crops, while mitigating the impact of abiotic stresses. The future challenges include the preservation of cultivated landscapes pursued by improving living mulches and organic amendments for enhancing root growths and absorption efficiency.

MASSIMO TAGLIAVINI¹

Principi e tecniche per una gestione sostenibile della nutrizione minerale nel frutteto e per valorizzare la sua capacità di sequestrare carbonio

¹ Accademia dei Georgofili; Libera Università di Bolzano

Una corretta nutrizione minerale degli alberi da frutto deve conciliare gli aspetti produttivi e quelli ambientali, ossia deve consentire la massimizzazione del reddito senza causare perdite dei nutrienti stessi nelle falde o un loro rilascio in atmosfera. Per individuare le dosi e le epoche di somministrazione dei fertilizzanti occorre partire dalle esigenze degli alberi in termini di quantità di elementi minerali che devono venir annualmente assorbiti e dalla loro disponibilità nel terreno. Il bilancio dei nutrienti rimane ancora lo strumento migliore per definire le esigenze nutrizionali, mentre lo stato nutrizionale dell'albero o del terreno può venir definito tramite diverse tecniche diagnostiche. La modalità di distribuzione dei fertilizzanti, la loro frequenza e il tipo di concime sono altri aspetti da considerare per rendere sostenibile la gestione della fertilizzazione. Tra gli obiettivi di una gestione sostenibile del frutteto vi è anche quello di ridurre le emissioni di gas clima alteranti. Nella gestione del frutteto è normale produrre emissioni di carbonio, ad esempio ogni volta che vengono utilizzati mezzi meccanici che bruciano combustibili fossili. Per giungere a una neutralità in termini di emissioni di gas serra occorre pertanto stimolare l'accumulo di C nel suolo e nelle strutture legno dell'albero. Il mantenimento dei residui di potatura nel frutteto e l'inerbimento naturale o artificiale possono consentire di compensare, almeno in parte le emissioni dei CO₂ legate alla gestione del frutteto.

Correct mineral nutrition of fruit trees must reconcile the productive and environmental aspects, i.e. it must guarantee an adequate income without causing losses of the nutrients themselves into the groundwater or their release into the atmosphere. To identify the doses and times of fertilizer supply one must start from the needs of the trees in terms of the quantity of mineral elements that must be absorbed annually and their availability in the soil. The nutrient balance still remains the best tool for defining nutritional needs, while the nutritional status of the tree or soil can be assessed through various diagnostic techniques. The way fertilisers are distributed, their frequency, and the type of fertiliser are other aspects to be considered to make fertilisation management sustainable. The objectives of sustainable orchard management also include reducing climate altering gas emissions. In orchard management, it is normal to produce carbon emissions, for instance

whenever mechanical means are used that burn fossil fuels. To achieve neutrality in terms of greenhouse gas emissions, it is therefore necessary to stimulate the accumulation of C in the soil and in the tree's wood structures. Maintaining pruning residues in the orchard and natural or artificial grassing can make it possible to compensate, at least partially, for the CO₂ emissions associated with orchard management.

CARLO ANDREOTTI¹

Impiego di biostimolanti in frutticoltura: casi di studio su melo, fragola e vite

¹ Libera Università di Bolzano

I biostimolanti rappresentano una nuova categoria di prodotti per l'agricoltura verso la quale l'interesse del mercato è costantemente aumentato negli ultimi anni. La definizione di questi prodotti è stata recentemente formulata a livello europeo ed è fondamentalmente orientata sulla funzionalità dei biostimolanti piuttosto che sulla loro composizione. In termini generali si distinguono biostimolanti di origine microbica (microrganismi utili, funghi, batteri) e biostimolanti non-microbici (estratti di piante e alghe, sostanze umiche, idrolizzati proteici, biopolimeri organici, composti organici minerali). L'effetto dei biostimolanti su aspetti differenti del metabolismo delle piante arboree risulta essere meno prevedibile rispetto ad altre colture (e.g. orticole, cereali) essendo fortemente influenzato dalla interazione con le riserve (di nutrienti e carboidrati) presenti nelle strutture permanenti dell'albero, nonché dalle condizioni climatiche e colturali che hanno caratterizzato la crescita delle piante anche in anni precedenti a quello dei trattamenti (effetto *carry-over*). In questo contesto si riportano le principali evidenze scaturite da applicazioni sperimentali di biostimolanti di diversa origine su aspetti specifici delle performance produttive e sulla qualità dei frutti (alla raccolta e dopo conservazione) appartenenti a specie differenti. I casi di studio su melo e fragola evidenziano la possibilità di aumentare la qualità dei frutti alla raccolta (in particolare la colorazione e il valore nutrizionale dei frutti), nonché in post raccolta (riduzione dell'incidenza di fisiopatie delle mele). Inoltre alcuni estratti da piante officinali (oli essenziali di timo e ginepro ad esempio) hanno evidenziato potenzialità interessanti per il controllo di patologie rilevanti della fragola. Il caso di studio su vite si focalizza invece sui risultati ottenuti con alcuni biostimolanti sull'incremento del livello di tolleranza delle piante durante periodi di stress idrico e relativamente alla loro capacità di influire positivamente sul recupero fisiologico al termine della fase di stress.

Biostimulants represent a new category of products for agriculture, towards which market interest has consistently increased in recent years. The definition of these products has recently been formulated at the European level and is fundamentally oriented around the functionality of biostimulants rather than their composition. Generally speaking, biostimulants can be divided into microbial biostimulants (beneficial microorganisms, fungi, bacteria) and non-microbial biostimulants (plant and algae extracts, humic substances, protein hydrolysates, organic biopolymers, organic mineral compounds). The effect of biostimulants on various aspects of tree crop metabolism is less predictable compared to other crops (e.g., vegetables, cereals), as it is strongly influenced by the interaction with the reserves (of nutrients and carbohydrates) present in the permanent structures of the tree, as well as by the climatic and cultural conditions that have characterized the plant growth even in years prior to the treatments (carry-over effect). In this context, the main evidence from experimental applications of biostimulants of different origins on specific aspects of productive performance and fruit quality (at harvest and after storage) across different species is reported. The case studies on apple and strawberry highlight the possibility of improving fruit quality at harvest (in particular fruit color and nutritional value), as well as post-harvest (reduction in the incidence of physiological disorders in apples). Additionally, some extracts from medicinal plants (such as thyme and juniper essential oils) have shown interesting potential for controlling significant strawberry diseases. The case study on grapevines, on the other hand, focuses on the results obtained with some biostimulants in increasing the plants' tolerance levels during periods of water stress and in their ability to positively influence physiological recovery after the stress phase.

LORENZO GALLO¹

Biostimolanti e fertilizzanti per contenere gli stress abiotici e migliorare la qualità dei frutti. Esperienze applicative su agrumi e drupacee

¹ Collegio Nazionale degli Agrotecnici e Agrotecnici Laureati

La fertirrigazione, combinata con l'uso di sensoristica avanzata, DSS e biostimolanti, è una strategia nutrizionale chiave per la sostenibilità della filiera frutticola. In fertirrigazione si impiegano fertilizzanti speciali, altamente solubili e calibrati per essere somministrati insieme all'acqua, ottimizzando l'assorbimento da parte delle radici. Questa tecnica, supportata dai sensori che monitorano umidità e nutrienti, garantisce un uso efficiente delle risorse, riducendo gli sprechi e l'impatto ambientale. Inoltre, l'utilizzo della concimazione fogliare, potenzia l'efficacia nutrizionale in situazioni di stress o in fasi critiche

della crescita della pianta. L'uso di biostimolanti, che aumentano la tolleranza agli stress abiotici (siccità, salinità), migliora ulteriormente la qualità e la resistenza delle colture. Questo approccio integrato massimizza la sostenibilità: meno risorse idriche e impiego di fertilizzanti chimici, piante più resilienti e raccolti di alta qualità, con un impatto positivo sull'ambiente e sulla redditività agricola. Si riporta l'esperienza di applicazione di un biostimolante a base di alghe ed estratti di lieviti che somministrato per via fogliare ha contenuto gli effetti negativi dello stress salino su clementino causato dall'impiego di acqua irrigua salata. Viene altresì verificato l'effetto di un formulato biostimolante a base di alghe sulla pezzatura di frutti di pesco e l'azione sinergica dello stesso somministrato in miscela con un fertilizzante fogliare contenente Calcio sulle dimensioni e caratteristiche qualitative dei frutti di pesco.

Fertigation, combined with the use of advanced sensors, DSS (Decision Support Systems), and plant biostimulants, is a key nutritional strategy for the sustainability of the fruit production supply chain. In fertigation, special fertilizers, which are highly soluble and calibrated for application with water, are used to optimize nutrient uptake by the roots. This technique, supported by sensors that monitor moisture and nutrient levels, ensures efficient resource use, reducing waste and environmental impact. Additionally, the use of foliar fertilization enhances nutritional efficiency during stress conditions or critical growth stages. The use of plant biostimulants, which increase tolerance to abiotic stresses (drought, salinity), further improves crop quality and resilience. This integrated approach maximizes sustainability: less water and chemical fertilizer use, more resilient plants, and high-quality yields, with a positive impact on the environment and agricultural profitability.

The application experience of a seaweed- and yeast-extract-based biostimulant is reported. When applied foliarly, it mitigated the negative effects of salt stress on clementine caused by the use of saline irrigation water. Additionally, the effect of a seaweed-based biostimulant formulation on peach fruit size was evaluated, along with the synergistic action of the same product when mixed with a foliar fertilizer containing calcium, on the size and qualitative characteristics of peach fruits.