

## LA GESTIONE SOSTENIBILE DELLA RISORSA IDRICA NEI SISTEMI FRUTTICOLI

Dichio Bartolomeo\*, Montanaro Giuseppe, Mininni Alba N., Xiloyannis Cristos

I sistemi produttivi agrari oggi, oltre alle tipiche problematiche della produzione, sono chiamati ad affrontare anche aspetti ambientali e sociali riconducibili all'aumento della popolazione mondiale ed ai cambiamenti climatici. Il costante aumento della popolazione del globo, che raggiungerà quota 9,6 miliardi nel 2050 (rapporto ONU, 2013), richiede uno sforzo tecnologico e di innovazione del comparto agricolo in grado di sostenere l'aumento della domanda alimentare che dovrà combinarsi necessariamente con la necessità di usare con intelligenza le risorse naturali (es. acqua, suolo) sempre meno disponibili.

Nell'ultimo secolo la popolazione mondiale è quadruplicata, il consumo delle risorse globali e le emissioni di gas climalteranti sono cresciuti così enormemente che la Terra non è più in grado di rigenerare adeguatamente le sue risorse alla stessa velocità a cui vengono consumate (Haberl *et al.*, 2007; Hoekstra, 2009). Attualmente, dei 50 miliardi di tonnellate di CO<sub>2eq</sub> (eq = equivalenti) emesse ogni anno in atmosfera a livello mondiale, circa il 10% proviene dal settore agricolo. Tra i principali problemi ambientali dei sistemi di produzione agricola, ricordiamo la perdita di fertilità dei suoli, dovuta in gran parte alla riduzione del contenuto di carbonio organico nel suolo stesso oggi a livelli molto bassi (~ 1%) in molti areali di coltivazione in Europa (Lugato *et al.*, 2014).

Il cambiamento climatico, principalmente l'aumento delle temperature e la non regolare distribuzione delle precipitazioni, ha determinato una serie di conseguenze in agricoltura, come la degradazione e l'erosione dei suoli, sfasamenti delle epoche di fioritura ecc. Le pratiche agricole degli ultimi de-

cenni, orientate alle lavorazioni e all'uso di concimi minerali, hanno contribuito a delineare questo scenario, in particolare con l'impoverimento dei suoli, l'inquinamento delle falde acquifere e la riduzione del carbonio nel suolo con conseguente aumento delle emissioni di CO<sub>2</sub> in atmosfera.

*Ottimizzare l'uso della risorsa idrica è una esigenza locale e globale, anche per contrastare il cambiamento climatico in atto*

Nel Sud Italia gli effetti negativi di dette pratiche sono stati accentuati dalle peculiarità del clima (inverni miti, temperature alte associate a periodi non piovosi durante l'estate). Allo stesso tempo,

l'agricoltura offre delle opportunità per mitigare i cambiamenti climatici, riducendo ad esempio le emissioni di CO<sub>2</sub> prodotte dall'attività antropica associata al settore agricolo, ed incrementando il se-

questro di carbonio atmosferico nei suoli (Smith *et al.*, 2007; FAO, 2010). In tal modo si migliora anche la *resilienza* degli agro-ecosistemi, ossia la loro capacità di rispondere ai cambiamenti climatici.

L'agricoltura è il principale utilizzatore della risorsa idrica, per circa il 60%

del consumo globale nei settori urbano, industriale ed agricolo (IPCC, 2007; Hoekstra e Mekonnen, 2012). Con la scarsità idrica e la non regolare distribuzione delle precipitazioni, aumenta la necessità di migliorare la produttività dell'acqua (*crop water productivity*), anche al fine di rispondere alla crescente domanda di cibo a livello globale.

Qual'è la sfida che il settore agricolo deve cogliere per sostenere il pianeta e garantire le risorse ambientali alle future generazioni?

La condivisione di una serie di obiettivi che caratterizzano l'agricoltura intelligente (*Climate Smart Agriculture*) rappresenta un pre-requisito per l'agricoltura moderna. Tra questi obiettivi ricordiamo:

(Continua a pagina 15)



\*Università degli Studi della Basilicata - DiCEM  
bartolomeo.dichio@unibas.it

- Aumentare la resa delle coltivazioni (in risposta all'esigenza di riduzione della povertà e di aumento della sicurezza alimentare);
- Aumentare la resilienza degli agro-ecosistemi per fronteggiare i cambiamenti climatici e aumentarne la capacità di adattamento;
- Trasformare le aziende agricole in soluzioni concrete per la mitigazione dei cambiamenti climatici a livello globale.

La sfida diventa, perciò, produrre di più con meno, riducendo in questo modo l'impronta ecologica (Mekonnen e Hoekstra, 2014).

Ogni area agricola a livello globale presenta particolari caratteristiche pedo-climatiche che impongono strategie di coltivazione differenziate per garantire il raggiungimento degli stessi obiettivi. Per esempio, in frutticoltura la scelta del portinnesto, delle specie, delle cultivar, insieme all'adozione di specifiche pratiche di gestione, possono contribuire a rendere il sistema produttivo più efficiente e, nello stesso tempo, più resiliente.

L'Italia presenta delle differenze climatiche molto diversificate nei suoi vari areali di produzione dal Nord al Sud. Per esempio, in Basilicata nell'area del Metapontino le precipitazioni annuali medie nel trentennio 1981-2010 hanno raggiunto valori di 650 mm, rispetto a valori compresi tra 725 e 825 mm nella zona dell'Emilia Romagna, mentre le precipitazioni estive sono risultate di circa 90-100 mm, rispetto ai 140-220 mm del Nord Italia (Esposito *et al.*, 2014).

### Il ruolo della frutticoltura

La frutticoltura è chiamata a dare il proprio contributo alla salvaguardia delle risorse naturali (es. acqua, suolo) in uno scenario globale che pone numerose sfide legate principalmente all'aumento della popolazione ed ai cambiamenti climatici. In frutticoltura il tema della *sostenibilità* da qualche tempo affianca quello della *qualità* delle produzioni, suscitando l'interesse di un crescente numero di consumatori attenti alla salute dell'ambiente ed alla propria.

Considerevoli quantitativi di acqua possono essere risparmiati in frutticoltura attraverso l'aumen-

to dell'efficienza dell'uso dell'acqua e/o l'applicazione di tecniche di stress idrico controllato senza impatti negativi sulla qualità delle produzioni (Dichio *et al.*, 2011) che addirittura, in alcuni casi, possono migliorare il proprio valore nutritivo a seguito della sintesi di composti benefici indotta proprio dallo stress idrico. Le innovazioni tecnologiche nel settore irriguo, negli ultimi decenni, hanno apportato molte novità in termini di materiali, automazione e controllo delle fasi di gestione dell'irrigazione. Tuttavia, spesso si registra un insufficiente

trasferimento delle conoscenze scientifiche all'utilizzatore finale (non solo all'agricoltore ma anche al tecnico), rendendo le nuove tecnologie solo parzialmente adottate.

Si riportano di seguito i punti strategici per l'aumento dell'efficienza dell'uso dell'acqua in frutticoltura su scala di comprensorio irriguo e a livello aziendale.

### Interventi su scala di comprensorio

I metodi irrigui localizzati e la sub-irrigazione sono caratterizzati da un livello di efficienza di distribuzione dell'acqua (definito come il rapporto percentuale tra il volume d'acqua utilizzabile dalla pianta e quello erogato) molto alto e vicino al 90-95%. Tuttavia, in molte aree frutticole italiane la loro diffusione su larga scala trova ancora oggi delle difficoltà legate prevalentemente alla non disponibilità, a livello aziendale, dell'acqua consorziata a "domanda". Si tratta di una condizione necessaria (in particolare nei periodi caratterizzati da elevati consumi idrici) per la diffusione di tali metodi, dato il ridotto volume di suolo interessato dall'irrigazione. Infatti, tale volume di suolo in estate si svuota a ritmo anche giornaliero e, quindi, l'acqua deve essere tempestivamente ripristinata per non innescare fenomeni di stress idrico indesiderati.

A livello di comprensorio, andrebbe incentivata la riconversione dei vecchi e poco efficienti metodi irrigui (es. aspersione sovrachoma) a vantaggio di quelli localizzati. Anche questo tipo di intervento richiede uno sforzo politico-decisionale e finanzia-

(Continua a pagina 16)





**Figura 1.** La rottamazione impianti irrigui è stata sostenuta in Basilicata con una misura dedicata (DGR 2059/2001). Si noti la presenza dell'impianto irriguo sovrachioma sostituito con quello localizzato (tubi in PVC); Sostituzione delle vecchie bocchette di erogazione (sinistra) con nuovi erogatori (destra) che consentono la contabilizzazione dei volumi irrigui prelevati operata in Consorzi irrigui della Basilicata (Tratto da Xiloyannis et al., 2015)

rio degli amministratori della risorsa idrica, che in alcune aree della Basilicata è già stato attuato (Figura 1). Con procedure di rottamazione degli impianti irrigui, il risparmio idrico che ne può derivare è notevole e può oscillare dal 90% (impianti giovani) al 50% (impianti in piena produzione).

La contabilizzazione dei prelievi di acqua a livello aziendale, congiuntamente alla fornitura di acqua a "domanda" è un valido strumento per disincentivare apporti idrici che eccedono le necessità delle colture. Nel Metapontino, per esempio, la sostituzione delle bocchette di erogazione risalenti in gran parte alla Riforma Agraria degli anni '50 con quelle di nuova generazione, in grado di registrare i prelievi di acqua effettuati da ogni singolo utente, ha rappresentato una azione importante per spingere gli utenti finali ad erogare volumi di acqua predeterminati sulla base del fabbisogno idrico della coltura. Questa tipologia di interventi strutturali deve essere accompagnata anche dall'adeguamento delle politiche di pagamento del servizio irriguo da calibrarsi, appunto, sulle quantità di acqua prelevate e non, come spesso capita ancora oggi, sulla superficie di suolo irrigata. In aggiunta, durante tale fase di ammodernamento sarebbe auspicabile dotare le nuove bocchette con interfaccia di collegamento con le comuni centraline di programmazione delle irrigazioni in modo da ottimizzare ulteriormente i tempi lavorativi degli operatori.

A livello di comprensorio irriguo, un intervento certamente di impatto sull'uso della risorsa idrica potrebbe essere l'impiego in agricoltura di acque

non convenzionali (es. acque reflue depurate) ma questo richiederebbe un rinnovamento del quadro normativo nazionale che attualmente pone molte restrizioni in termini di qualità dell'acqua.

L'irrigazione localizzata, come è noto, richiede pressioni di esercizio relativamente basse (1-1,5 atm) e quindi la loro maggiore diffusione comporterebbe, in alcune aree, una riduzione dei costi energetici del Gestore (e presumibilmente dell'utilizzatore finale) rispetto ai costi energetici sostenuti per il sollevamento dei corpi idrici e la messa in pressione dell'acqua (attualmente nel Metapontino la pressione dell'acqua a livello aziendale è a 4 atm). Questo è anche un vantaggio di tipo ambientale se si considerano le minori emissioni di CO<sub>2</sub> legate alla suddetta riduzione energetica.

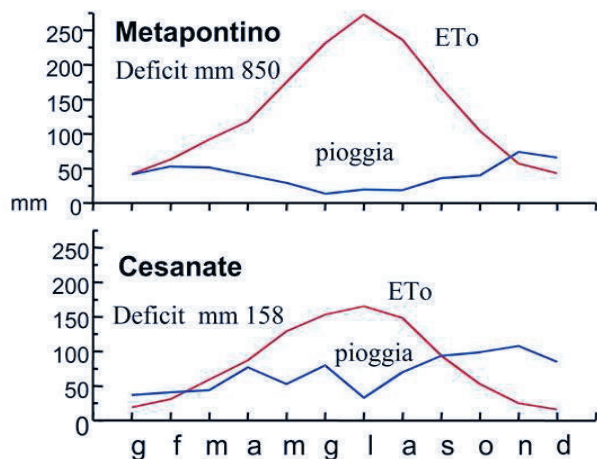
### Il deficit idrico ambientale

Il deficit idrico ambientale viene indicato come la differenza tra l'evapotraspirazione di riferimento ( $ET_0$ ) e la pioggia totale, anche se non tutta l'acqua piovana può considerarsi utile per la pianta. Per il calcolo del deficit idrico annuale di un determinato ambiente è opportuno dividere il ciclo annuale in due periodi:

- ottobre-marzo, in corrispondenza del quale si verifica la maggior parte degli eventi piovosi e, contemporaneamente, la domanda evapotraspirativa è molto bassa;
- aprile-settembre, caratterizzato da minore piovosità e da elevata domanda evapotraspirativa.

(Continua a pagina 17)

Dal deficit idrico dipende la quantità totale di acqua da apportare con l'irrigazione e, pertanto, la quantità totale di acqua (acqua irrigua e apporti naturali) necessaria per la produzione di un chilogrammo di frutta (costo idrico). La figura 2 confronta valori di  $ET_0$  di aree frutticole italiane.



**Figura 2.** Andamento medio durante i vari mesi dell'anno dell'evapotraspirazione di riferimento ( $ET_0$ ) (mm) e della pioggia (mm) registrato in due areali frutticoli italiani.

Per esempio, il "costo idrico" per le cultivar a maturazione precoce di pesco può variare da 400 L  $kg^{-1}$  negli ambienti con elevato  $ET_0$  a 200 L  $kg^{-1}$  in quelli con moderato  $ET_0$ .

Oltre alle significative differenze quantitative è necessario considerare che nel primo caso circa l'85% del costo idrico deve essere coperto con l'irrigazione, mentre nel secondo caso il contributo dell'irrigazione è del 35-40% circa. I processi di evapotraspirazione, oltre a dipendere dall'ambiente, dipendono in maniera determinante anche dalle caratteristiche della specie.

### Interventi su scala aziendale

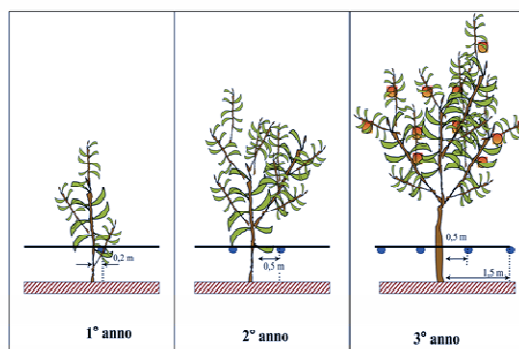
Numerosi sono gli accorgimenti e le strategie aziendali che consentono un miglioramento dell'uso della risorsa idrica e che considerano aspetti tecnico-gestionali relativi alla componente suolo e pianta (aspetti approfonditi nell'articolo successivo *ndr*). Fra questi ricordiamo:

- miglioramento dell'accumulo di acqua piovana nel suolo. L'aumento di carbonio nel suolo (sostanza organica), l'inerbimento e la non lavorazione migliorano la struttura del terreno e quindi la capacità di infiltrazione dell'acqua consentendo un maggior accumulo negli strati di suolo profondi dell'acqua piovana;
- miglioramento dell'efficienza dell'uso dell'ac-

qua da parte della pianta. La gestione della chioma attraverso le potature verdi e la scelta adeguata della forma di allevamento permettono una migliore distribuzione della luce all'interno della chioma e una riduzione della massa di foglie ombreggiate. Questo migliora il livello di produttività delle foglie (fotosintesi) e quindi l'efficienza dell'uso dell'acqua utilizzata dalla pianta (traspirazione);

- corretta gestione del metodo irriguo, alla cui base vi è la stima accurata dei fabbisogni della pianta e la sincronizzazione dell'intervento irriguo rispetto alla disponibilità idrica nel suolo. A tal fine è necessario conoscere la capacità di immagazzinamento idrico nel suolo, la distribuzione dell'acqua negli strati di suolo interessati dall'irrigazione, la sensibilità delle piante a eventuali deficit idrici in relazione alla loro fase fenologica.

Anche la progettazione dell'impianto irriguo assume un ruolo importante per il risparmio idrico, come ad esempio prevedere la realizzazione di un "impianto irriguo dinamico". In impianti giovani l'apparato radicale esplora una porzione limitata di suolo rispetto a piante adulte, pertanto per ridurre le perdite di acqua per evaporazione l'acqua andrebbe distribuita solo in questo volume di suolo nei primi anni di impianto. Quindi, sarebbe opportuno adottare il posizionamento "dinamico" degli erogatori durante i primi anni del ciclo vita del frutteto in modo da tener conto delle variazioni di volume di suolo esplorato dalle radici (Figura 3), in questo modo si migliora anche la distribuzione dei concimi se distribuiti per fertirrigazione.



**Figura 3.** Esempio schematico di posizionamento "dinamico" (numero erogatori e distanza dal tronco) dei gocciolatori nei primi 3 anni dall'impianto finalizzato ad aumentare l'efficienza del metodo irriguo. Nell'esempio della figura si è considerata una distanza tra le piante sulla fila di 3 m.

## OTTIMIZZARE L'IRRIGAZIONE GESTENDO I VOLUMI DI SUOLO IRRIGATI

Dichio Bartolomeo\*, Montanaro Giuseppe, Mininni Alba N., Xiloyannis Cristos

La possibilità di ottimizzare l'irrigazione dipende molto dal trasferimento delle innovazioni tecnologiche e delle conoscenze, dalla disponibilità di supporti tecnologici durevoli e a basso costo e dalla disponibilità di infrastrutture consortili in grado di garantire la distribuzione dell'acqua irrigua a domanda.

Nonostante molti avanzamenti tecnologici, ancora non sono sufficientemente disponibili strumenti anche semplici e poco costosi da utilizzare su scala commerciale per migliorare la gestione del metodo irriguo (in particolare turni e volumi di adacquamento). Nelle situazioni in cui la disponibilità idrica è "a domanda", ed esiste il contatore volumetrico, l'utilizzatore è incentivato ad utilizzare bene l'acqua e ad applicare lo stress idrico controllato con risultati spesso sorprendenti (notevole risparmio idrico e controllo dei nitrati). Nei casi in cui l'acqua consortile è disponibile a livello aziendale a turni fissi durante tutta la stagione irrigua è impossibile gestire l'irrigazione in modo efficiente. In queste situazioni si è costretti ad apportare elevatissimi volumi di acqua, generando, in particolar modo con impianti a goccia, grossi problemi di eccesso idrico e di carenza tra un turno e l'altro e

spesso problemi di inquinamento della falda superficiale da parte dei nitrati.

Il soddisfacimento idrico di una coltura deve essere interamente soddisfatto per massimizzare il suo potenziale produttivo. Gli apporti di acqua dovrebbero ripristinare le perdite per evapotraspirazione dal suolo e cioè la quantità di acqua assorbita dalla coltura e dal cotico erboso e quella evaporata dal suolo. La compilazione

*La conoscenza della capacità idrica di campo e del punto di appassimento del suolo è fondamentale per gestire in modo efficiente e sostenibile l'irrigazione*

del bilancio idrico semplificato in frutticoltura rappresenta la base per la stima dei consumi idrici e dei volumi necessari da apportare per soddisfare le richieste idriche della coltura.

Il volume irriguo (VI) è calcolato secondo la seguente formula:

$VI = (ET_C - Pu) / em$ , dove

$ET_C$  = evapotraspirazione culturale;

$PU$  = pioggia utile;

$em$  = efficienza metodo irriguo parametro questo che oscilla da 0,95 (impianto a goccia) a 0.45 (impianto a scorrimento).

Per ottimizzare l'uso della risorsa idrica è fondamentale considerare i volumi di suolo esplorati dalle radici ed i volumi di suolo interessati dall'irrigazione.

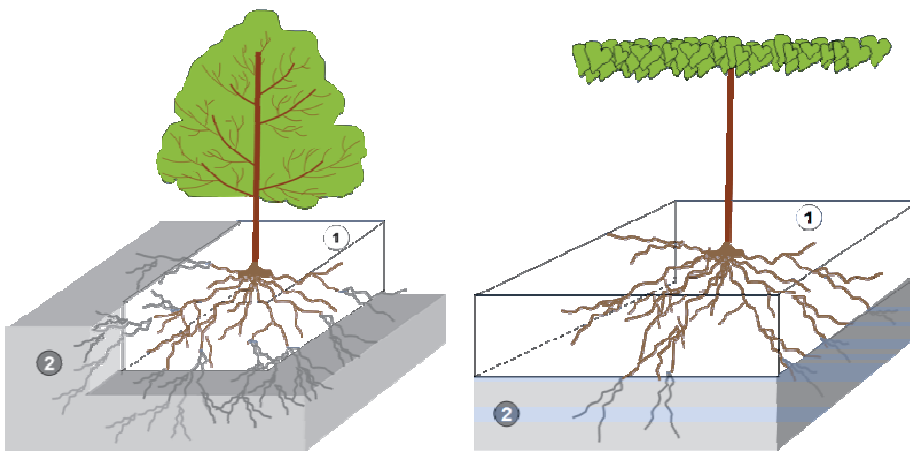


Figura 1. Rappresentazione schematica dei contenitori 1 e 2 in frutteti con irrigazione localizzata (sinistra) o che bagna l'intera superficie del suolo (destra) (Tratto da Xiloyannis et al., 2012).

### Gestione dell'irrigazione considerando il contenuto idrico del suolo

Il volume totale di suolo esplorato dalla pianta arborea può essere ricondotto a due contenitori, di cui solo uno è quello interessato dall'irrigazione (contenitore 1); la restante parte (contenitore 2) non riceve acqua irrigua ma è importante per l'accumulo di acqua durante il periodo delle

(Continua a pagina 19)

\*Università degli Studi della Basilicata - DiCEM  
bartolomeo.dichio@unibas.it

piogge (Figura 1). Conoscendo le caratteristiche idrologiche del suolo (capacità idrica di campo e punto di appassimento) è possibile calcolare la quantità di acqua che tali contenitori riescono ad immagazzinare. Il calcolo effettuato sul contenitore 1 si rende necessario anche per fissare i turni e i volumi di adacquamento.

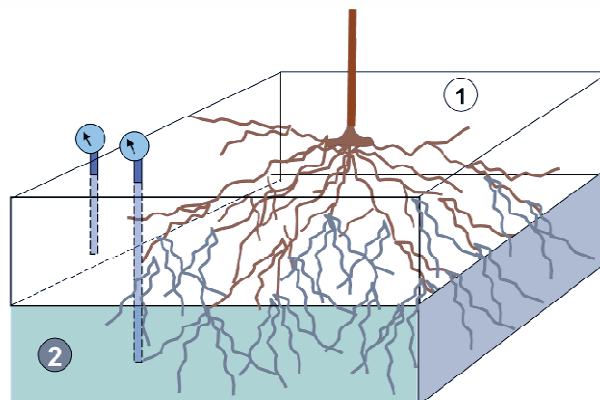
**Gestione dell'irrigazione avendo come riferimento il contenuto idrico nei due contenitori.**

La stagione irrigua deve necessariamente iniziare precocemente, per non far utilizzare alla pianta le riserve idriche presenti negli strati profondi del suolo. I volumi di adacquamento dei singoli interventi non possono eccedere la quantità di acqua immagazzinabile nel volume di suolo interessato dall'irrigazione (*contenitore 1*). È necessario stabilire una "soglia di intervento" legata alla quantità di acqua presente nel suolo evitando di depauperare completamente l'acqua disponibile (AD = quantità di acqua a disposizione della pianta nell'intervallo di umidità del suolo compreso fra la capacità idrica di campo ed il punto di appassimento). In condizioni idriche ottimali la soglia di intervento deve essere pari al 50% dell'acqua disponibile. Applicando questo criterio è automaticamente definito anche il turno irriguo che è pari all'intervallo di tempo che le piante impiegano per estrarre dal suolo il volume di acqua che stabilisce la soglia di intervento (cioè 50% AD). In questo modo, l'intervallo di tempo (turno irriguo) può oscillare da 1 a 6 giorni in relazione a tutte le variabili ambientali che determinano il consumo dell'acqua nel sistema frutteto e la quantità di acqua immagazzinata nel suolo. Ovviamente, al fine di mantenere il contenuto idrico del *contenitore 1* sopra la soglia fissata in caso di irrigazione a goccia, nei mesi più caldi i turni saranno necessariamente più brevi (1-2 giorni). Sarebbe opportuno arrivare al termine della stagione irrigua con i *contenitori (1 e 2)* svuotati dell'acqua contenuta (riducendo l'ac-

qua apportata con l'irrigazione, la pianta utilizzerà l'acqua anche dagli strati profondi). In questo modo il suolo esplorato dalle radici "completamente svuotato" sarà pronto per essere riempito dalle piogge autunno-invernali.

Il monitoraggio dell'umidità del terreno interessato dall'irrigazione e di quello totale esplorato dalle radici, quindi, può essere uno strumento di controllo della gestione irrigua del frutteto. L'apparato radicale è prevalentemente distribuito nei primi 50 cm di profondità ed è proprio da questa zona del suolo che avvengono gli assorbimenti maggiori di acqua.

Al fine di ottenere indicazioni anche sul consumo della risorsa idrica di riserva è consigliabile



**Figura 2.** Esempio di posizionamento dei sensori (tensiometri) per la misura dell'umidità del suolo nei due contenitori al fine di definire turni e volumi irrigui.



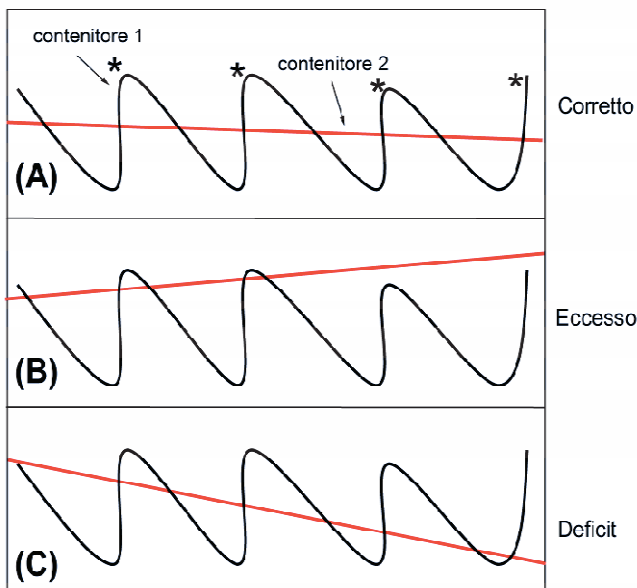
**Figura 3.** Particolare dell'installazione della sonda Enviroscan "senteck"

quella contenuta (riducendo l'ac-

quistare informazioni relative alle oscillazioni del contenuto idrico dei due contenitori durante la stagione e questo rappresenta un ottimo supporto alla corretta gestione della tecnica irrigua (Figura 2). Nel caso si utilizzino delle sonde FDR (*Frequency domain reflectometry*) tipo Enviroscan "senteck" (Figura 3) si ha la possibilità di monitorare in automatico più profondità allo stesso tempo ed in modo continuo.

Nello schema della figura 4, si presenta una interpretazione semplificata di tre scenari irrigui.

La figura 5 riporta un esempio di oscillazioni di umidità nel suolo registrate in un impianto di actinidia dovute all'assorbimento da parte della pianta



**Figura 4.** Schema della variazione del contenuto idrico nello strato di suolo profondo (linea rossa) ed in quello superficiale (curva) in relazione agli interventi irrigui (asterischi). Il caso (A) rappresenta la condizione ottimale in cui gli apporti irrigui soddisfano le esigenze evapotraspirative pertanto il contenuto idrico del suolo dello strato profondo rimane piuttosto stabile e pari al 50% dell'oscillazione dell'umidità del suolo superficiale fra due irrigazioni. Al contrario, nel caso (B) l'acqua erogata eccede le necessità idriche inducendo un incremento del contenuto idrico nello strato profondo. Nel caso (C), il contenuto di acqua dello strato profondo decresce in quanto gli apporti irrigui sono inferiori alle necessità evapotraspirativa e quindi si ha un "richiamo" di acqua dallo strato profondo la cui umidità si riduce.

e agli apporti irrigui. Queste oscillazioni avvengono fino a 50 cm di profondità, a profondità maggiori l'assenza delle oscillazioni evidenzia che il suolo a questa profondità non è interessato da assorbimenti quando i volumi irrigui apportati con l'irrigazione sono sufficienti a soddisfare la domanda evapotraspirativa del frutteto. La graduale variazione di umidità del suolo registrata a 70 cm di profondità è dovuta a movimento di acqua verso gli strati superiori, indicando che, in quel determinato periodo, gli apporti idrici agli strati superiori non soddisfano appieno le perdite per evapotraspirazione, innescando così un richiamo di acqua dagli strati profondi. Il monitoraggio del contenuto idrico dei vari strati di suolo permette di operare degli aggiustamenti al programma di irrigazione durante la stagione in corso. In questo caso, per esempio, si sarebbe potuto valutare l'aumento degli apporti idrici per evitare il depauperamento delle riserve profonde.

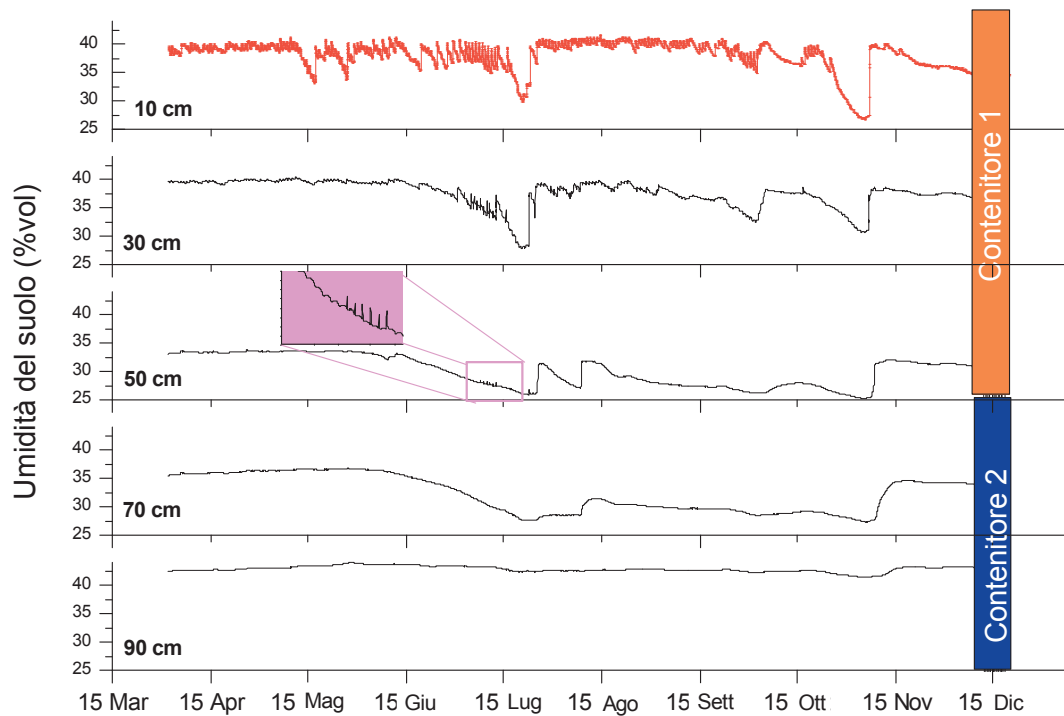
Questi casi possono essere frequenti in frutticoltura e sono generalmente concentrati nei periodi più caldi (luglio-agosto). Sarebbe opportuno prevenire/evitare tali situazioni in modo particolare per le specie sensibili alla carenza idrica (es. Actinidia) per le quali anche un lieve stress idrico determina un peggioramento della produttività e della qualità dei frutti.

Sulla base di quanto proposto, emerge che il monitoraggio dell'umidità del terreno nel volume di suolo interessato dall'irrigazione, unitamente alla definizione di volumi e turni di irrigazione attraverso la compilazione di un bilancio idrico semplificato, può rappresentare un valido strumento di supporto alla decisione nel settore irriguo. Si tratta soltanto di individuare la strumentazione più affidabile (semplice da usare, a prezzi bassi e durevole) da poter utilizzare a livello aziendale.

L'implementazione di sonde idonee per la misura dell'umidità e software dedicati per il controllo di automatismi potrebbe rappresentare un buon supporto per la gestione dell'irrigazione definendo turni e volumi di adattamento direttamente sulla base dell'umidità dei due contenitori. Sarebbe possibile anche definire soglie di intervento in relazione alle caratteristiche della specie.

I sensori basati su tecnologia *FDR* che restituiscono letture di contenuto volumetrico di acqua nel suolo sono fra i più promettenti. Una grande opportunità è offerta dalle sonde integrate che permettono la misura dell'umidità e della salinità contemporaneamente alle diverse profondità di suolo. La possibilità di monitorare in continuo il profilo di suolo durante la stagione permette di ottimizzare le tecniche di gestione sostenibile dell'acqua e dei fertilizzanti nel sistema frutteto. Tali tecnologie sono utilizzate ai fini sperimentali ma ancora poco diffuse su vasta scala a livello aziendale in quanto ancora costose.

Negli ultimi anni, nel tentativo di compensare una scorretta gestione dell'irrigazione effettuata con singola ala gocciolante, è stato introdotto l'uso della doppia ala gocciolante finalizzato ad aumentare il volume di suolo bagnato dall'irrigazione. Tuttavia, essendo la gestione dell'irrigazione la stessa di quella dei frutteti irrigati con singola ala gocciolante, la "doppia ala" di fatto non ha portato benefici significativi. Al contrario, tale sistema ha portato ad un notevole incremento dei consumi idrici, problemi di lisciviazione di elementi minerali e di asfissia radicale nei terreni ben strutturati.



**Figura 5.** Andamento dell'umidità del suolo a varie profondità in impianto di actinidia (cv Hayward in piena produzione) nel Metapontino eseguite nell'ambito del progetto OTIROL. Si noti che lo strato profondo a 90 cm non è stato influenzato né dalle irrigazioni né dagli assorbimenti, lo strato profondo 70 cm mostra una progressiva riduzione del livello di umidità a seguito di un richiamo di acqua da parte del suolo a 50 cm di profondità che si sta asciugando ma che risponde alle irrigazioni/assorbimenti (vedi ingrandimento riquadro). (Tratto da Xiloyannis et al., 2015)

Tale sistema è stato quasi del tutto abbandonato proprio per i danni arrecati ed alla luce dei principi di sostenibilità ambientale e di risparmio della risorsa idrica. Riteniamo che la doppia ala gocciolante resti una soluzione valida per quei terreni sciolti caratterizzati da una bassa capacità di ritenzione idrica a condizione che si migliori la gestione dell'irrigazione (Figura 6).

Nei nuovi impianti, per un problema di riduzione di costi si sta sempre più diffondendo il posizionamento a terra sulla fila di una singola ala gocciolante con gocciolatori autocompensanti posizionati ogni 50 cm, questo ai fini irrigui rappresenta una soluzione ottimale, ma ha un alto impatto ambientale dato che il posizionamento al suolo dell'ala gocciolante richiede il diserbo chimico sulla fila.



**Figura 6.** Doppia ala gocciolante (sinistra). Singola ala gocciolante posizionata a terra sulla fila (destra).